

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И. Матюшенко
« ____ » _____ 2019 г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 – Строительство 08.03.06 – Водоснабжение и водоотведение
код – направление специальности

Проектирование систем водоснабжения населенного пункта и промышленных
предприятий
тема

Руководитель _____
подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

Т.А. Курилина
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата

А.В. Корчагин
инициалы, фамилия

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. Общая часть	6
2. Природные условия местоположения объекта	8
3. Рельеф местности	8
4. Климатическая характеристика района	8
5. Геология	9
6. Гидрология	10
7. Инженерно-геологическая оценка территории	11
8. Общее санитарное состояние реки	11
9. Гидрология реки	12
10. Определение расходов воды на хозяйственно-питьевые нужды населения	17
11. Режим водопотребления	20
12. Определение емкости и размеров бака водонапорной башни	26
13. Определение пожарных расходов	28
14. Подготовка к гидравлическому расчету	28
15. Режим работы сети	30
16. Гидравлический расчет	31
17. Определение высоты водонапорной башни	33
18. Определение полной высоты подачи воды насосами	34
19. Конструкция сети	35
20. Расчет и проектирование насосной станции II-го подъема	36
21. Насосная станция I-го подъема	38
22. Зоны санитарной охраны	39
23. Расход воды на пожаротушение	40
24. Наружное пожаротушение	41
25. Внутреннее пожаротушение	42
26. Очистные сооружения	45
27. Определение производительности очистной станции	45
28. Состав сооружений для очистки воды	47
29. Устройство для приготовления и дозирования раствора реагентов ...	49
30. Растворение коагулянта сжатым воздухом	49
31. Воздуходувки и воздухопроводы	51
32. Расчет суженного участка подводящего трубопровода для ввода раствора реагента	53

33. Приготовление известкового молока	55
34. Склады реагентов	56
35. Дозирование растворов реагентов	57
36. Вертикальный (вихревой) смеситель	57
37. Сбор воды периферийным лотком	60
38. Расчет горизонтального отстойника	61
39. Расчет встроенной камеры хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка	64
40. Расчет осветлителя со слоем взвешенного осадка	67
41. Определение площадей осветлителя	68
42. Водосборные желоба с затопленными отверстиями	70
43. Осадкоуплотнительные окна	71
44. Дырчатые трубы для сбора и отвода воды	72
45. Определение высоты осветлителя	73
46. Дырчатые трубы для удаления осадка из осадкоуплотнителя	74
47. Определение потерь напора	75
48. Расчет скорых фильтров	76
49. Подбор состава загрузки фильтра	77
50. Расчет распределительной системы фильтра	78
51. Расчет устройств для сбора и отвода воды при промывке фильтра ...	80
52. Определение потерь напора при промывке фильтра	82
53. Определение диаметров трубопроводов	84
54. Расчет хлорной установки	85
55. Расчет резервуара чистой воды	87
56. Автоматика и технический контроль	88
57. Система регулирования подачи промывной воды к фильтрам	89
58. Защита трубопроводов от коррозии	90
58.1. Катодная защита трубопроводов от почвенной коррозии	90
58.2. Расчет и проектирование катодной защиты	91
58.3. Принципиальная схема действия катодной защиты	92
58.4. Расчет установки катодной защиты	94
58.5. Электрические параметры трубопровода	94
58.6. Основные параметры установки катодной защиты.....	96
58.7. Параметры анодного заземления	98
59. Экономическое обоснование принятых решений по водоснабжению населенного пункта и промышленных предприятий.....	101
59.1. Исходная информация для оценки принимаемого решения ...	101
59.2. Расчет капитальных вложений	102

59.3. Определение сметной стоимости строительства	109
59.4. Расчет годовых эксплуатационных затрат	116
59.5. Расходы на заработную плату.....	117
59.6. Стоимость электроэнергии.....	119
59.7. Стоимость воды на собственные нужды.....	121
59.8. Амортизационные отчисления.....	122
59.9. Затраты на текущий ремонт и прочие расходы.....	123
59.10. Себестоимость получения 1м ³ воды.....	124
59.11. Расчет окупаемости водозаборных сооружений.....	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	126
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	127

ВВЕДЕНИЕ

Состояние важнейшей системы жизнеобеспечения водопровода непосредственно отражает уровень развития любого населенного пункта.

Водопроводная сеть населённого пункта является одним из основных элементов системы водоснабжения. Её стоимость в некоторых случаях достигает 70 % стоимости всего комплекса водоснабжения. Поэтому проектированию водопроводных сетей необходимо уделять повышенное внимание.

Главной целью на новом этапе развития централизованного водоснабжения и канализования городов следует считать обеспечение экологической безопасности водопользования в секторе хозяйственно-питьевого водообеспечения. Удовлетворение насущных потребностей населения в воде, как и прежде, остается базовой составляющей. Усиливается роль социально-экологических составляющих, не снижая роли инженерно-технических факторов.

Эколого-экономический подход делает более привлекательными для населения реформы в сфере ЖКХ, включая водопроводно-канализационное хозяйство, в том числе в тарифном регулировании водопользования.

Очистные сооружения хозяйственно-питьевых водопроводов должны обеспечивать качество воды, отвечающее требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Для этого выбирают метод обработки воды и состав основных сооружений в зависимости от качества исходной воды, производительности станции, местных условий и технико-экономических соображений.

1. Общая часть

Источником водоснабжения города является река. Забор воды для города осуществляется водозаборными сооружениями, расположенными на 1,5 км выше города вверх по течению реки. На территории водозабора предусмотрено расположить: водозаборные сооружения, совместимые с насосной станцией первого подъема, блок очистной станции, котельную, склад хлора, резервуар чистой воды, башню промывочной воды.

Расчет насосной станции первого подъема произведен на $Q_{сут} = 29572,5$ м³/сут, с учетом подачи воды на собственные нужды очистной станции и воды на промывку фильтров.

Расчет насосной станции второго подъема и резервуар чистой воды произведен на $Q_{сут} = 26631,97$ м³/сут. Характеристику принятой в проекте фильтрующей загрузки из горелых пород и керамзита, и скорость фильтрации смотреть в типовом проекте 901–3–250.88.

Дробилка для дробления горелых пород – с 218 м производительностью 1 м³/ч.

По степени благоустройства, по этажности, плотности населения город разделен на два больших района.

Первый район наиболее молодой, застройка в нем производится шестью этажными зданиями, оборудованными внутренним водопроводом, центральным горячим водоснабжением, канализацией. Норма хозяйственного и питьевого водоснабжения и потребления в первом районе на одного жителя – 300 л/сут. Плотность населения составляет 420 чел/Га. Отдельно стоящие девяти этажные здания оборудованные местными напороповышающими установками.

Второй район города наиболее старый застроен 4-х, 5-ти этажными зданиями, оборудованными внутренним водопроводом, централизованным горячим водоснабжением, канализацией. Норма хозяйственного питьевого

водопотребления на одного жителя – 300л/сут. Плотность населения в этом районе 390 чел/Га.

На территории второго района расположено три промышленных предприятия: завод молочных консервов, завод металлоконструкций, завод комбайнов.

2. Природные условия местоположения объекта

Город является районным центром, расположенным в юго-западной части края, в 52 км к югу от магистральной железной дороги.

Город расположен на левом берегу реки. Река в районе города не судоходна.

3. Рельеф местности

Северная территория города расположена вдоль реки. Протяженность города 2-2,5 км в длину и 1,8-2 км в ширину.

Проектируемая застройка в границах генерального плана располагается на надпойменной террасе реки. Поверхность застройки сравнительно ровная, осложняется отдельными возвышениями в восточной, южной, северной стороны с превышениями над поверхностью 1–3 м.

4. Климатическая характеристика района

Климат района резко-континентальный, с продолжительностью суровой зимы и коротким жарким летом.

Среднемесячные температуры изменяются от -17,9 °С в январе, до 18,1 °С в июле. Отрицательные температуры удерживаются в течении 5 минут. Среднегодовая температуры составляет – 0,2 °С. Расчетная температура для проектирования ограждающих конструкций – 37 °С, ля вентиляции -23 °С.

Продолжительность отопительного периода 240 дней. Среднее многолетнее количество осадков составляет 427 мм, высота снежного покрова равна 430 мм. Число дней со снежным покровом равно 175. Устойчивый снежный покров образуется 15 октября, начинает разрушаться 30 марта и сходит к 24 апреля.

Преобладающими ветрами по направлению являются юго-западные и западные ветра. Повторяемость их около 50%. Число дней со штилями 142. Наибольшая скорость ветра 5,7 м/сек. Среднегодовая величина относительной влажности воздуха составляет 75 %. В ноябре – декабре 78 %, мае 60 %. Норма испарения с поверхности водоемов за теплый период составляет 600 мм.

5. Геология

В геологическом строении района принимают участие породы осадочного, метаморфического происхождения. Наиболее древнейшие образования слагают центральную часть хребта, вытянувшегося в северо-восточном направлении. Эти промезайские, еембрические образования представлены кварцитами, сланцами и породами эрфузивного происхождения.

Весь комплекс промезейских пород района усыпан интрузиями гранатов, диоритов каменистого возраста. Крылья антиклинной структуры представляющие склоны хребта, сложены более молодыми девонскими образованиями, среди которых встречаются карбонатные породы, являющиеся предметом разработки в районе города. Но большая часть разреза крыльев представлена антиклиндами и сложена эфузивно-пластическими породами относимыми большинством геологов к образованию нижнего девона.

Мощность древнейших образований составляет 2500 м. на отложениях девона, без всяких следов размыва и перерыва в осадконакоплениях залегают породы каменноугольного возраста, отличающиеся от ниже лежащих слоев своей сложностью пестроизвестной окраски. В литературе эти отложения

известны как минусинская свита, мощностью которой в описываемом районе равна 500 м.

На различной поверхности палеозойских пород с угловым и азимутальным несогласием, залегает юрская осадочная толща, с которой связана угленосность бурогоугольного месторождения. Эти породы слагают ядро крупной мульды, с юга ограниченной крупным антиклинальным поднятием хребта.

Юрские отложения района представлены песчано-глинистыми породами с несколькими прослойками бурых углей месторождения.

Рыхлые образования четвертичного периода имеют в районе широкое распространение, покрывая мощным пластом мезозойские отложения.

Особое развитие их наблюдается на левобережье реки, на правобережье распространены талька вблизи речной долины.

Нижняя часть разреза рыхлых образований сложена песчано-глинистыми отложениями долины реки, мощность их достигает 4 м, а иногда 10-12 м. Верхняя часть четвертичных отложений представлена покровными суглинками переменной мощности, в среднем равной 10-12 м.

6. Гидрология

Подземные воды юрских отложений вскрытые несколькими скважинами, относятся к категории трещенопластовых вод, уровень которых установлен на глубине от 5 до 15 м.

Эксплуатационный дебит скважин, пройденных на глубину 100-120 м, может быть принят в 15-20 л/с, при понижении порядка 20-40 м.

По составу подземных вод юрские отложения относятся к гидрокарбонатокальцевым. Сухой остаток колеблется от 300-400 мг/л, жесткость от 5 до 8 мг.экв.л. необходимо отметить, что по мере удаления от реки следует ожидать повышение минерализованности и понижения дебита скважин.

Кроме юрских вод в толще суглинков, слагающие вторую террасу реки, местами встречается верховодка, носящая сезонный характер.

7. Инженерно геологическая оценка территории

Планируемая территория в основном располагается в пределах второй надпойменной террасы реки, переходящей на юге, без видимой границы в северный склон водоразделения.

Основанием под фундаменты служат главным образом делювиальные лессовые суглинки мощностью от 3 до 6 м первой категории просадочности, а на некоторых возвышенных местах третьей категории просадочности.

В зависимости от влажности расчетное сопротивление грунтов может быть принят от 1,5 кг/см² до 2 кг/см². Расчетная глубина сезонного промерзания принята 2,5 м.

8. Общее санитарное состояние реки

Специального обследования в санитарном отношении реки не проводилось, однако из практики 14 летней эксплуатации существующего водозабора, углераза вспышек эпидемий не наблюдалось (кишечно-желудочных).

Левый приток реки протекает вдоль южной границы бурогоугольного месторождения и впадает в 15 км выше города. Приток берет начало из моря, расположенного в пригорье.

В следствии незначительного уклона равного 0,00016, течение реки спокойное, а русло меандрирует по дну широкой долины. Ширина русла 8-10 м, глубина 0,5-2 м. расход воды в устье 154 м³/с.

Река берет свое начало у села и течет строго в меридиальном направлении на протяжении 30 км, ширина реки доходит до 2 км, глубина от 0,5 до 1,5 м, уклон реки равен 0,003.

Водоснабжение жилых и промышленных предприятий города может решаться за счет реки, которая по своему расходу может обеспечить потребность всех имеющихся и проектируемых к строительству предприятий в этом районе.

9. Гидрология реки

Река самый крупный правый приток большей реки, впадает в последнюю 2517 км от ее устья. Общая длина нашей реки 1756 км, площадь водозабора равна 134000 км².

В верховьях река носит горный характер, ниже равнинный. Здесь русло образует массу стариц и местных промок. Глубина реки в период наводка достигает 4-7 м, а в межень в некоторых местах падает до 1 м.

Гидрологическая характеристика режима реки у города дается на материалах наблюдений близлежащих водомерных постов.

Река отличается хорошо выраженным весенним паводком, незначительные подземные воды во время дождевых паводков и устойчивым зимним уровнем. Весенний подъем уровня наступает в середине апреля, за несколько дней до вскрытия и продолжается 10-20 дней, после чего в течении 5-10 дней идет спад. В середине мая начинается второй подъем уровня. В отдельные годы в следствии обильных летних осадков происходят кратковременные дождевые паводки. Осенние дожди вызывают незначительный подъем уровня. При понижении границы затопления территории паводковыми водами 1% обеспеченности, уклоны водной поверхности принимаются равными 0,2%.

С момента наступления ледостава (в конце октября или начале ноября) и до ледохода, уровни характеризуются незначительными колебаниями. Весенний ледоход в городе начинается в середине или в конце апреля и через

5–12 дней после ледохода река полностью очищается от льда. Модуль стока определен в 5,7 л/с·км². Средний многолетний расход воды равен

$$Q_{\text{ср}} = 5,7 \cdot 23300 = 133 \text{ м}^3/\text{с}$$

Максимальный расход воды различной обеспеченности характеризуется следующими данными (табл. 1 и табл.2):

Таблица 1 – Для характеристики максимального расхода воды

Обеспеченность	0,1	1	5	10	50
Расход воды м ³ /с	2100	1720	1420	1280	871

Минимальные расходы в реке в районе города наблюдаются в период зимней межени. Минимальные расходы различной обеспеченности характеризуются следующими данными:

Таблица 2 – Данные для характеристики минимального расхода воды

Обеспеченность	50	75	90	5	97	99
Расход воды м ³ /с	13,7	11,4	9,3	7,9	7,0	5,4

В таблице 3 дана средняя декадная, наибольшая и наименьшая температура воды в реке. В таблице 4 дана мощность реки.

Таблица 3 – Средняя декадная, наибольшая и наименьшая температура воды в реке

Год	Наименование хар-ки	4		5			6			7			8			9			10			Наибольшая за год дата
		1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2015	ср.	-	3,0	7,4	8,1	10,7	12,2	16,8	21,3	19,7	21,4	19,3	19,3	19,2	18,0	14,1	12,8	8,0	6,8	3,9	1,	23,9
	наиб	-	5,2	9,8	10,4	12,2	15,0	22,8	18,8	20,3	23,9	23,4	20,3	20,6	20,1	15,0	19,1	13,7	7,5	2,7	6,1	21/7
	наим	-	0,0	4,0	5,7	8,9	10,7	20,1	15,4	19,3	17,1	20,1	18,0	12,7	17,9	12,9	6,6	11,0	5,3	0,2	1,2	
2016	ср.	0	6,2	5,8	9,7	8,9	13,4	17,9	19,8	18,9	19,4	20,1	22,3	16,8	13,2	11,5	8,5	7,6	4,4	1,7	-	23,0
	наиб	0	9,3	8,2	11,2	11,8	16,6	18,6	20,2	20,6	20,8	21,6	23,2	18,1	15,2	12,6	9,3	10,2	5,0	3,2	-	8;3/8
	наим	0	1,0	3,9	7,9	7,2	11,9	17,0	18,8	17,2	17,5	19,2	18,8	16,1	11,2	10,1	7,8	4,6	3,7	0,0	-	
2017	ср.	0,5	2,3	6,4	6,5	10,2	14,1	16,7	21,2	17,4	22,9	22,5	19,7	19,9	18,6	16,2	14,0	5,4	3,5	2,6	1,4	24,5
	наиб	0,17	4,2	8,1	8,3	14,6	16,8	22,6	22,3	20,1	24,4	23,4	21,1	20,8	19,5	17,1	15,3	7,9	5,2	3,0	2,6	16;17/7
	наим	0	1,8	5,1	5,3	7,1	11,9	12,2	19,5	13,8	20,2	21,3	18,6	18,8	17,8	15,2	10,0	3,4	2,0	2,0	0,0	

Таблица 4 – Мощность реки, г/м³

наименование	месяцы												год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Среднее	5,1	5,8	5,9	89	100	80	57	31	22	18	9,0	5,7	93
Наибольшее	8,7	11,0	11,0	380	10	128	79	66	33	31	20	8,6	130
наименьшее	2,8	2,2	2,4	6,1	70,0	59	26	16	11	9,8	3,0	3,1	72

Таблица 5 – Толщина льда

Годы	12	1	2	3	4	11	Годовая наибольшая
1	2	3	4	5	6	7	8
2015-2016	10 13 14	13 13 16	18 18 20	20 23 15	---	---	68
	20 29 30	31 41 50	49 60 63	68 68 60	---	---	

Таблица 6 – Температура наружного воздуха

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	минимальная	максимальная	Средняя холодная пятидневки	Средняя холодных суток	Количество дней с минусовой температурой	среднегодовая	Мерзлый грунт
-17,9	-15,7	-9,3	0,2	8,3	15,3	18,1	15,1	8,9	0,8	-9,8	-16,4	-60	39	-41	-46	238	-0,2	-

Таблица 7 – Скорость и повторяемость ветра

с	св	в	юв	ю	юз	з	сз	ш		с	св	в	юв	ю	юз	з	сз	ш
0	2	5	12	20	29	21	1	4	-	6	13	19	8	12	16	18	8	7
-	1,9	3,0	3,7	5,3	5,3	5,7	2,5	-		2,8	3,0	3,3	2,8	3,0	3,2	3,3	3,1	-

10. Определение расходов на хозяйственно-питьевые нужды населения

Число жителей, проживающих в первом районе, определяется из выражения:

$$N_I = \rho_I \cdot S_I \quad (1)$$

где ρ_I – плотность населения в первом районе, чел/га;

S_I – площадь кварталов первого района, га.

$$N_I = 420 \cdot 25,2 = 10584 \text{ чел.}$$

Число жителей проживающих во втором районе:

$$N_{II} = \rho_{II} \cdot S_{II}$$

$$N_{II} = 380 \cdot 119,4 = 45372 \text{ чел.}$$

Благоустройство обоих районов одинаково, поэтому:

$$Q_{\text{хоз.пит. I}} = n \cdot N_I \quad (2)$$

где n – норма хозяйственно-питьевого водопотребления, л/сут;

$$Q_{\text{хоз.пит. I}} = 300 \cdot 10584 = 3175,2 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Для второго района:

$$Q_{\text{хоз.пит. II}} = n \cdot N_{II}$$

$$Q_{\text{хоз.пит. II}} = 300 \cdot 45372 = 13611,6 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

На нужды местной промышленности принято 5% от суточного расхода по районам:

$$1\text{-й район} - 0,01 \cdot 5 \cdot 3175,2 = 158,8 \text{ м}^3/\text{сут.};$$

$$2\text{-й район} - 0,01 \cdot 5 \cdot 13611,6 = 680,6 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Тогда общий суточный расход воды первым районом составит:

$$Q_{\text{общ. I}} = 3175,2 + 158,8 = 3334,0 \text{ м}^3/\text{сут.};$$

Вторым районом составит:

$$Q_{общ. II} = 13611,6 + 680,6 = 14292,2 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Площадь улиц составляет 15 % от площади кварталов в каждом районе, тогда площадь улиц будет составлять:

$$S_{ул}^I = S_{кв}^I \cdot 0,15 = 25,2 \cdot 0,15 = 3,78 \text{ га}$$

$$S_{ул}^{II} = S_{кв}^{II} \cdot 0,15 = 119,4 \cdot 0,15 = 17,91 \text{ га}$$

Площадь зеленых насаждений по районам равна соответственно:

$$S_{з.н.}^I = 1,36 \text{ га}; S_{з.н.}^{II} = 16,34 \text{ га.}$$

На механизированную поливку улиц берется 60% расхода от общего, необходимого на поливку:

$$1\text{-й район} = 3,78 \cdot 60 \cdot 0,1 = 2,27 \text{ га};$$

$$2\text{-й район} = 17,91 \cdot 60 \cdot 0,1 = 10,75 \text{ га.}$$

На ручную мойку улиц идет 40% от общего поливочного расхода:

$$1\text{-й район} = 1,51 \text{ га};$$

$$2\text{-й район} = 7,16 \text{ га.}$$

Общий суточный расход на поливку улиц механизированным способом равен:

$$Q_{мех. I} = 2,27 \cdot 1,2 \cdot 10 = 27,24 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{мех. II} = 7,16 \cdot 1,2 \cdot 10 = 129,0 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Общий суточный расход на поливку улиц ручным способом и зеленых насаждений определяется из выражения:

$$Q_{р. I} = (1,51 \cdot 0,5 \cdot 10) + (4 \cdot 1,36 \cdot 10) = 1,55 + 54,4 = 61,95 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$Q_{р. II} = (7,16 \cdot 0,5 \cdot 10) + (15,78 \cdot 4 \cdot 10) = 35,8 + 631,2 = 667,0 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расходы на хозяйственные и питьевые, производственные нужды промышленных предприятий сведены в таблице 8.

Таблица 8 – Расходы воды на промышленных предприятиях

Порядковый номер	Наимен. Пром. предприятия	Ед. измерения	Объем выпускаемой продукции	Число часов раб.	Кол-во трудящихся		Пользуются душем		Нормы водоотведения		Кол-во человек на 1 душ. сетку	Кол-во душевых сеток	Коэф-т часовой неравномерности	Хоз. Питьевые нужды			Производственные нужды			Душевые расходы		Суммарные расходы		
					В сутки	В max смену	В сутки	В max смену	На 1 сетку, л/час	Хоз.пит. нужды, л/сек				В сутки, м³	В max смену, м³	Мах час расход, м³	В сутки, м³	Мах часов, м³	На 1 ед. прод., м³	В сутки, м³	В max смену, м³	м³/сут	м³/час	м³/сек
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Филиал ККЗ	Чуг Т. Шт	55 50	24	7138	4390	2281	1569	500	45	5	314	25	321,2	198	61,9	741	30,9	-	171,6	118	1233,8	210,8	69,5
2	Завод метал. Констр-ий	Т. тн	80	16	1425	800	1090	611	500	25	7	88	3	35,63	20,0	7,5	356,8	22,3	-	58,5	33	450,9	62,8	20,5
3	Завод молоч.кон	Тн	1300 0																					
	А) сгущ. мол	Тн	1230 0	24																				
	Б) жив. масло	Тн	200	24	550	275	410	245	500	25	7	35	3	13,75	6,90	2,59	6400	266,5	-	22,1	13,1	6435,9	282,2	79,6
	В) молоч. прод	тн	500	24																				

11. Режим водопотребления

Режим водопотребления городом в течении суток неодинаков и колеблется в весьма широких пределах, достигая максимума с 9-ти до 10-ти и минимума с 0 – 1 часов.

Режим водопотребления города, определен руководствуясь принятым коэффициентом неравномерности.

Коэффициент часовой неравномерности:

$$K_n = \alpha_{max} \cdot B_{max} \quad (3)$$

где α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий и сооружений;

B – коэффициент, учитывающий количество жителей в районе.

Для 1-го района: $K_n = \alpha_{maxI} \cdot B_{maxI} = 1,1 \cdot 1,294 = 1,42$;

Для 2-го района: $K_n = \alpha_{maxII} \cdot B_{maxII} = 1,2 \cdot 1,153 = 1,38$.

Принимаем коэффициенты часовой неравномерности для 1-го района:

$$K_{nI} = 1,5;$$

Для 2-го района: $K_{nII} = 1,35$.

На основании всех данных полученных ранее составляется таблица распределения расходов по часам суток, таблица 9 и график водопотребления по часам суток.

Таблица 9 – Таблица суммарных расходов по часам суток

1	Расходы населением				Поливочные расходы				Филиал ККЗ				Завод металлоконструкций				Завод молочных консервов				Суммарные расходы	
	1 район		2 район		1 район		2 район		Бытовые нужды		душ	Про изво д.	Бытовые нужды		душ	Про изво д.	Бытовые нужды		душ	Производ.		
	% 1,5	М³	% 1,35	М³	мех	руч	мех	руч	%	М³	М³	М³	%	М³	М³	М³	%	М³	М³	М³		
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
0-1	1,5	50,01	3	428,77					12,50	7,70	26,80	30,88			25,5		12,5	0,43	4,50	266,7	3,16	841,15
1-2	1,5	50,01	3,2	457,35					8,12	5		30,88					6,25	0,21		266,7	3,04	810,15
2-3	1,5	50,01	2,5	357,31					8,12	5		30,88					6,25	0,21		266,6	2,67	710,01
3-4	1,5	50,01	2,6	371,60					8,12	5		30,88					6,25	0,21		266,6	2,72	724,30
4-5	2,5	83,35	3,5	500,23		7,74		83,37	15,65	9,65		30,87					18,75	0,65		266,6	3,69	982,46
5-6	3,5	116,69	4,1	585,98		7,74		83,37	31,25	19,25		30,87					37,5	1,29		26,7	4,18	1111,89

12-13	11-12	10-11	9-10	8-9	7-8	6-7	1
5	6,25	6,25	6,25	6,25	5,5	4,5	2
166,70	208,37	208,37	208,37	208,37	183,37	150,03	3
4,4	4,7	4,9	5,6	4,9	4,9	4,5	4
628,85	671,73	700,32	800,36	700,32	700,32	643,15	5
2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	6
					7,75	7,74	7
10,75	10,75	10,75	10,75	10,75	10,75	10,75	8
					83,38	83,38	9
15,65	8,12	8,12	8,12	12,50	8,12	8,12	10
30,99	16,08	16,08	16,08	24,78	5	5	11
				26,80			12
30,87	30,88	30,88	30,88	30,88	30,87	30,87	13
18,75	6,25	6,25	6,25	12,50			14
3,75	1,25	1,25	1,25	2,5			15
							16
22,3	22,3	22,3	22,3	22,3			17
18,75	6,25	6,25	6,25	12,5	6,25	6,25	18
1,29	0,43	0,43	0,41	0,87	0,21	0,21	19
				4,50			20
266,6	266,7	266,7	266,7	266,7	266,7	266,7	21
4,37	4,62	4,73	5,10	4,89	4,85	4,51	22
1164,37	1230,77	1259,36	1359,39	1301,01	1290,62	1200,1	23

Продолжение таблицы 9

18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	1
5	5,5	6	6	5,5	5	2
166,70	183,37	200,04	200,04	183,37	166,70	3
4,5	4,1	4,3	4,4	4,1	4,1	4
643,15	585,98	614,56	628,85	585,98	585,98	5
	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27	6
7,75	7,75					7
	10,75	10,75	10,75	10,75	10,75	8
83,38	83,38					9
8,12	8,12	12,50	8,12	8,12	31,25	10
5	5	7,70	16,07	16,07	61,88	11
		118				12
30,88	30,88	30,88	30,87	30,87	30,87	13
6,25	6,25	12,50	6,25	6,25	37,50	14
0,98	0,98	1,95	1,25	1,25	7,50	15
		33				16
22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	17
6,25	6,25	12,50	6,25	6,25	37,50	18
0,21	0,21	0,44	0,43	0,43	2,59	19
		13,10				20
266,7	266,7	266,7	266,6	266,6	266,6	21
4,61	4,50	4,96	4,43	4,20	4,35	22
1227,05	1199,57	1321,69	1179,43	1119,89	1157,44	23

Продолжение таблицы 9

		23-24	22-23	21-22	20-21	19-20	1
100%		1,5	2	3	4	4,5	2
3334		50,01	66,68	100,02	133,36	150,03	3
100%		3,3	4,6	4,8	4,5	4,5	4
14292,2		471,64	657,44	686,03	643,15	643,15	5
27,24							6
61,95					7,74	7,74	7
129							8
667					83,37	83,37	9
300%		8,12	8,12	31,25	15,65	8,12	10
321,2		5	5	19,25	9,65	5	11
171,6							12
741		30,87	30,87	30,87	30,87	30,88	13
200%		18,75	18,75	37,50	18,75	6,25	14
35,63		0,98	0,98	5,86	2,92	0,98	15
58,5							16
356,8		22,3	22,3	22,3	22,3	22,3	17
300%		6,25	6,25	37,50	18,75	6,25	18
13,75		0,21	0,21	1,29	0,65	0,21	19
22,1							20
6400		266,6	266,7	266,7	266,7	266,7	21
100%		3,18	3,94	4,25	4,51	4,54	22
26631,97		847,61	1050,18	1134,32	1200,71	1210,36	23

Продолжение таблицы 9

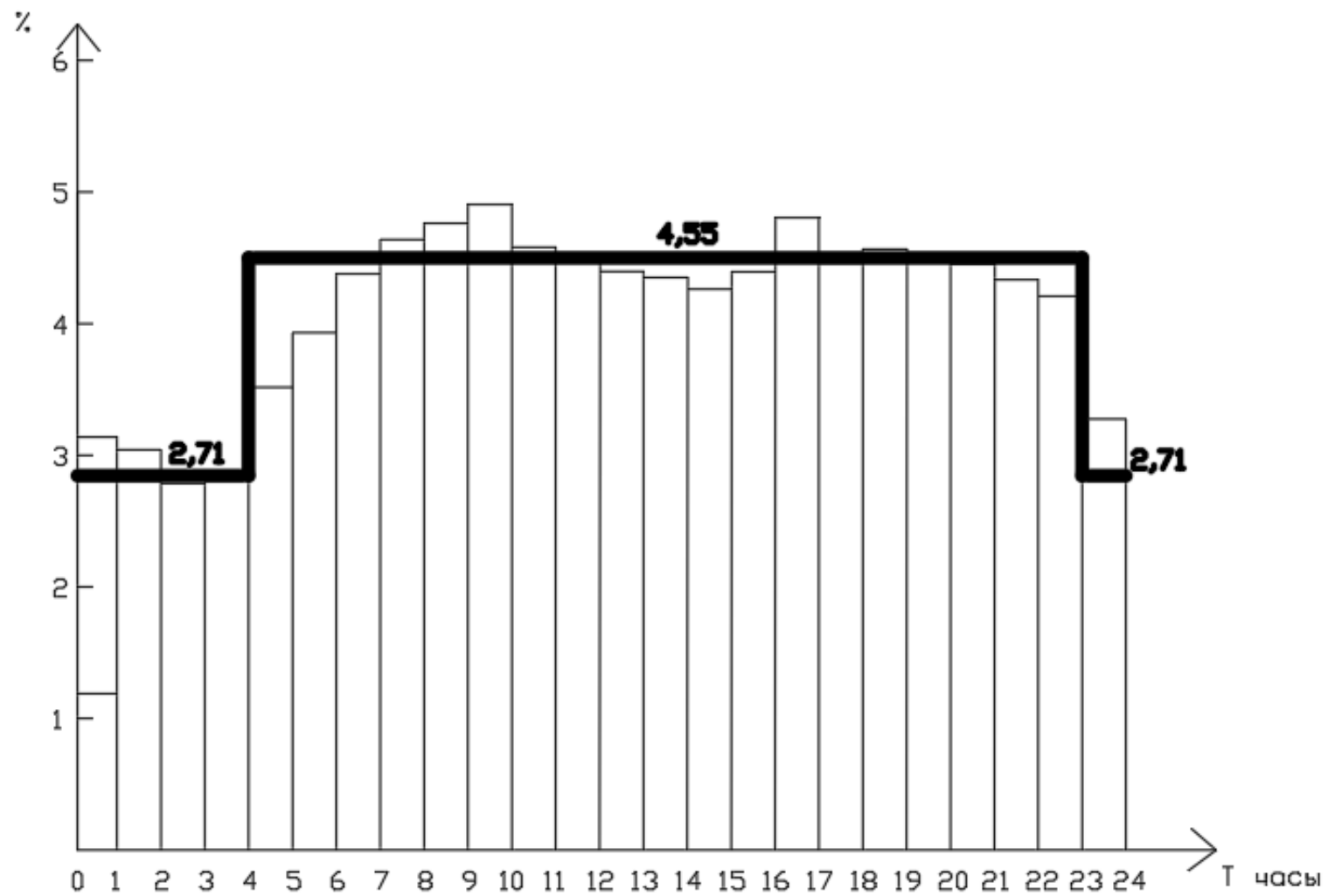


Рисунок 1 – График водопотребления городом по часам суток

12. Определение емкости и размеров бака водонапорной башни

Емкость бака водонапорной башни состоит из аккумулирующей емкости, получаемый за счет превышения подачи воды насосами над водопотреблением города и противопожарного десятиминутного расхода, включающего в себя количество воды на наружное и внутренние пожаротушение.

Аккумулирующая емкость водонапорной башни находится из выражения:

$$W_{ак} = 0,01 \cdot 1,44 \cdot Q_{сут} \quad (4)$$

где 1,44 – максимальный остаток воды в башне в процентах, см таб. 10.

$$W_{ак} = 0,01 \cdot 1,44 \cdot 26631,97 = 374 \text{ м}^3$$

Объем противопожарного запаса определяется по формуле:

$$W_{мн} = (t \cdot 60 / 1000) \cdot q_{мн} \quad (5)$$

где t – время, необходимое для тушения пожара, мин.

$$W_{мн} = (10 \cdot 60 / 1000) \cdot 40 = 24 \text{ м}^3$$

$$W_{сум} = W_{ак} + W_{мн} = 374 + 24 = 398 \text{ м}^3.$$

Принимаем бак емкостью 400 м^3 . Высоту и диаметр бака определим из выражения:

$$H/D = 0,7 \quad (6)$$

$$D = 1,22 \sqrt[3]{W_B} = 1,22 \cdot 73,6 = 8,99 \text{ м.}$$

Принимаем бак диаметром 9 м.

Высота водонапорного бака:

$$H = 0,7 \cdot D_б = 0,7 \cdot 9 = 6,3 \text{ м.}$$

С учетом бортов над поверхностью воды. Высота бака равна 6,8 м.

Таблица 10 – Определение регулирующей емкости бака водонапорной башни

Часы суток	Расход воды городом	Расход воды насосами	Поступление в бак	Расход из бака	остаток
1	2	3	4	5	6
0-1	3,16	2,71		0,45	0,47
1-2	3,04	2,71		0,33	0,14
2-3	2,67	2,71	0,04		0,18
3-4	2,12	2,71		0,01	0,17
4-5	3,69	4,55	0,86		1,03
5-6	4,18	4,55	0,37		1,40
6-7	4,51	4,55	0,04		1,44
7-8	4,85	4,55		0,30	1,14
8-9	4,89	4,55		0,34	0,80
9-10	5,10	4,55		0,55	0,25
10-11	4,73	4,55		0,18	0,07
11-12	4,62	4,55		0,07	0
12-13	4,37	4,55	0,18		0,18
13-14	4,35	4,55	0,20		0,38
14-15	4,20	4,55	0,35		0,73
15-16	4,43	4,55	0,12		0,85
16-17	4,96	4,55		0,41	0,44
17-18	4,50	4,55	0,05		0,49
18-19	4,61	4,55		0,06	0,43
19-20	4,54	4,55	0,01		0,44
20-21	4,51	4,55	0,04		0,48
21-22	4,25	4,55	0,30		0,78
22-23	3,94	4,55	0,61		1,39
23-24	3,18	2,71		0,47	0,97
	100%	100%			

13. Определение пожарных расходов

На территории города предусматривается два одновременных пожара.

Расход воды на тушение одного пожара равен 35л/с, таб.10. кроме этого одновременно предусматривается пожар на промышленном предприятии.

Так как предприятие находится вне черты города, то общий расход воды на пожарные нужды определяется как сумма потребного большего расхода в населенном пункте и плюс 50% наименьшего расхода на промышленном предприятии. Продолжительность тушения пожара – 3 часа.

Общий расход воды дополнительнопотребный для тушения пожаров за это время составит:

$$Q_{nn} = (q_{nn} \cdot t \cdot 3600) / 1000 \quad (7)$$

$$Q_{nn} = (75 \cdot 3 \cdot 3600) / 1000 = 810 \text{ м}^3.$$

14. Подготовка к гидравлическому расчету

Подготовка сети к гидравлическому расчету заключается в определении удельных расходов по районам города, длин участков трубопроводов, узловых расходов.

Удельные расходы определяются для двух районов города:

$$Q_{уд} = \frac{Q}{\sum l} \quad (8)$$

где Q – общий расход воды по сети без учета сосредоточенного на предприятиях.

$$Q_{общ. II} - Q_{соср. I} = Q_{o. I} \quad (9)$$

$$Q_{o. I} = 208,37 + 2,27 = 210,64 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{o. II} = 800,36 + 10,75 = 811,11 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{o. I} = 58,3 \text{ л/с}; Q_{o. II} = 225,3 \text{ л/с}; Q_{соср. II} = 93,8 \text{ л/с}.$$

Сумма длин участков первого района равна 1255 м.

Удельный расход в первом районе

$$Q_{уд1} = \frac{58,5}{1255} = 0,04661 \text{ л/с};$$

Сумма длин участков второго района равна 6293 м.

$$Q_{уд2} = \frac{225,3}{6293} = 0,0358 \text{ л/с};$$

Путевые расходы по участкам сети города приведены в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – Путевые расходы по первому району

участок	Длина участка, м	Удельный расход района	Путевой расход района
1	2	3	4
8-9	175	0,04661	8,16
9-10	515	0,04661	24,0017,72
10-11	380	0,04661	8,62
11-8	185	0,04661	

Таблица 12 – Путевые расходы по второму району

участок	Длина участка, м	Удельный расход района	Путевой расход района
1	2	3	4
1-2	360	0,0358	12,89
2-3	360	0,0358	12,89
3-4	730	0,0358	26,13
4-5	260	0,0358	9,32
5-6	455	0,0358	16,29
6-7	753	0,0358	26,96
7-8	245	0,0358	8,78
8-11	185	0,0358	6,62
11-4	725	0,0358	25,95
2-5	725	0,0358	25,95
1-6	710	0,0358	25,42
5-8	785	0,0358	28,10

Расходы в узле равны:

$$Q_{\text{узел}} = \frac{\sum Q_{\text{пут}}}{2} \quad (10)$$

Таблица 13 – Узловые расходы

Номер узла	Номера узловых точек	$\sum Q$ узла, л/сек	Q узла
1	2	3	4
1	(1-2) (1-6)	38,31	19,15
2	(1-2) (2-5) (2-3)	51,73	25,87
3	(2-3) (3-4)	39,02	19,51
4	(3-4) (4-5) (4-11)	61,40	30,70
5	(4-5) (5-2) (5-6) (5-8)	79,66	39,83
6	(5-6) (6-1) (6-7)	68,67	34,33
7	(6-7) (7-8)	35,74	17,87
8	(7-8) (8-9) (8-11) (8-5)	60,28	30,14
9	(8-9) (9-10)	32,16	16,08
10	(9-10) (10-11)	41,72	20,86
11	(10-11) (11-4) (11-8)	58,91	29,46

15.Режим работы сети

Максимальное потребление воды городом приходится на промежуток времени с 9-ти до 10-ти часов. В этот час потребление воды городом оставляет:

$$0,01 \cdot 5,0 \cdot 10 \cdot 26631,97 = 1359,39 \text{ м}^3/\text{час} = 377,6 \text{ л/с.}$$

$$\text{Насосы подают: } 0,01 \cdot 4,55 \cdot 26631,97 = 1211,75 \text{ м}^3/\text{час} = 336,6 \text{ л/с.}$$

$$\text{Башня в эти часы подает: } 377,6 - 336,6 = 41 \text{ л/с.}$$

16. Гидравлический расчет

Гидравлический расчет заключается в определении диаметров трубопроводов, скоростей движения по трубам, потерь напора в кольце.

Таблица 14 - Гидравлический расчет на случай хозяйственно питьевого потребления

Номер участка	Длина, м	Диаметр, мм	Расход, л/сек	Уклон, 1000i	Потери, h=il	Скорость, м/сек
1	2	3	4	5	6	7
1-2	400	400	87,53	1,71	-0,68	0,82
5-2	725	300	65,00	3,82	+2,77	,06
5-6	450	200	13,00	1,31	+0,53	0,46
1-6	710	300	68,38	4,20	-2,98	1,42
					$\Sigma=-0,36$	
2-3	360	400	125,00	3,31	+1,19	1,17
3-4	730	400	105,49	2,42	+1,77	1,00
4-5	360	200	10,00	0,812	+0,29	0,36
2-5	725	300	65,00	3,82	-2,77	1,06
					$\Sigma=+0,38$	
4-5	360	200	10,00	0,812	-0,29	0,36
5-8	785	200	22,17	3,47	-2,73	0,79
4-11	825	300	58,19	3,11	+2,56	0,95
8-11	370	200	9,00	0,67	+0,25	0,32
					$\Sigma=-0,21$	
5-6	450	200	13,00	1,31	-0,53	0,46
6-7	753	300	47,05	2,09	-1,52	0,77
7-8	490	250	16,10	0,67	-0,33	0,38
8-5	785	200	22,17	3,47	+2,73	0,79
					$\Sigma=0,35$	
8-9	380	250	17,21	0,76	-0,28	0,40
9-10	515	200	1,13	0,402	0,21	0,24
10-11	550	200	19,73	0,98	+0,55	0,70
11-8	370	200	9,00	0,67	-0,25	0,32
					$\Sigma=-0,19$	

Невязка по контуру составляет (+0,07).

Таблица 15 – гидравлический расчет на случай пожара

Номер участка	Длина, м	Диаметр, мм	Расход, л/сек	Уклон, 1000i	Потери, h=il	Скорость, м/сек
1	2	3	4	5	6	7
1-2	400	400	111,53	2,66	-1,06	1,05
5-2	725	300	86,00	6,43	+4,66	1,41
5-6	450	200	19,50	2,77	+1,25	0,70
1-6	710	300	92,38	7,35	-5,22	1,51
					$\Sigma=-0,37$	
2-3	360	400	155,00	4,89	+1,76	1,46
3-4	730	400	135,49	3,86	+2,28	1,27
4-5	360	200	9,50	0,743	+0,28	0,34
2-5	725	300	86,00	6,43	-4,66	1,41
					$\Sigma=+0,20$	
4-5	360	200	9,50	0,743	-0,28	0,34
5-8	785	200	36,17	8,61	-6,69	1,29
4-11	825	300	88,69	6,79	+5,60	1,45
8-11	370	200	19,50	2,77	+1,02	0,70
					$\Sigma=-0,35$	
5-6	450	200	19,50	2,77	-1,25	0,70
6-7	753	300	77,55	5,30	-4,00	1,28
7-8	490	250	41,68	3,86	-1,89	0,96
8-5	785	200	36,17	8,61	+6,69	1,29
					$\Sigma=-0,45$	
8-9	380	250	67,21	9,40	-3,57	1,55
9-10	515	200	16,13	1,92	-0,99	0,57
10-11	550	200	39,73	10,50	+5,77	1,43
11-8	370	200	19,50	2,77	-1,02	0,70
					$\Sigma=+0,19$	

Невязка по контуру равна (-0,78)

17. Определение высоты водонапорной башни

Для определения высоты водонапорной башни находят диктующую точку.

Наиболее неблагоприятной точкой по отношению к расположению башни является точка 10. Свободный напор в точке 10 равен 30 м.

Тогда высота водонапорной башни определяется из выражения:

$$H_{\text{башни}} = H_{\text{св}} + \sum h_i + h_b + Z_{10} - Z_6 \quad (11)$$

где $\sum h_i$ – потери напора по диктующему направлению, м;

h_b – потеря напора в водоводах, м = 0,62 м.

$$H_{\text{башни}} = 30 + 6,07 + 196,6 - 199,5 + 0,62 = 33,79 \text{ м.}$$

Принимаем водонапорную башню высотой 34 м.

Пьезометрическая отметка низа бака башни равна:

$$Z_6 + H_6 = 199,5 + 34 = 233,5 \text{ м.}$$

Тогда пьезометрическая отметка в точке 10 будет равна:

$$233,5 - (6,07 + 0,62) = 226,81 \text{ м.}$$

И свободный напор в точке 10 : $H_{\text{св}10} = 226,81 - 196,6 = 30,21$ м, то есть высота достаточна.

От башни до точки 9 потери напора по диктующему направлению равны $5,58 + 0,62 = 6,20$ м.

И свободный напор в точке 9 будет равен:

$$H_{\text{св}9} = (Z_6 + H_6) - h_b - \sum h_{6-9} - Z_9 \quad (12)$$

$$H_{\text{св}9} = 233,5 - 0,62 - 5,58 - 195,00 = 32,3 \text{ м.}$$

18.Определение полной высоты подачи воды насосами

Величину напора, создаваемого насосами насосной станции 2-го подъема, определяем для двух расчетных случаев.

1. Подача воды в период хозяйственной работы насосов 2-го подъема

$$H_{нас} = (Z_б - Z_{о.н.}) + (H_б + H_о) + \sum h_в + h_{нс} + h_{изл} \quad (13)$$

где $H_б$ – высота водонапорной башни, м;

$H_о$ – высота бака водонапорной башни, м;

$Z_б - Z_{о.н.}$ – разность отметок водонапорной башни и оси насосов, м;

$h_{нс}$ – потери напора в насосной станции, м;

$h_в$ – потери напора в водоводах, м, = 3м;

$h_{изл}$ – потери напора на излив, м.

$$H_{нас} = (199,5 - 194,0) + (34 + 6,8) + 3,0 + 3,5 + 1 = 53,8 \text{ м.}$$

2. Подача воды во время пожара

Напор, создаваемый насосами во время пожара, определяется из выражения:

$$H_n = (Z_{10} - Z_n) + H_{св.п} + h_c + h_в + H_{н.с} + h_{изл} \quad (14)$$

где $H_{св.п}$ – свободный напор в месте пожара = 10м;

h_c – потери напора в сети во время пожара;

$h_в$ – потери напора в водоводах во время пожара – 5,14;

$H_{н.с}$ – потери напора в насосной станции во время пожара = 5м.

$$H_n = 10 + (196,6 - 194,0) + 16,73 + 5,14 + 5 + 1 = 40,5 \text{ м.}$$

19. Конструкция сети

В качестве трубопроводов, применяемых для водопроводной сети, приняты трубы стальные прямошовные электросварные ГОСТ 10704-91.

Достоинства, присущие стальным прямошовным электросварным трубам, делают их вполне пригодными для подачи воды в город.

К числу достоинств относятся:

1. Большой диаметр, который может в 100 и более раз превышать толщину стенок, что делает трубы более легкими, а значит и удобными при транспортировке;

2. Технология изготовления прямошовных труб позволяет формировать не только круглые, но и профильные трубы (прежде всего квадратные и прямоугольные);

3. Выдерживают большое давление жидкости;

К числу недостатков относятся:

1. Сварные трубы выдерживают давление на порядок меньшее, чем бесшовные;

2. Не поддаются изгибанию;

3. Сама технология производства сварных труб требует использования таких сортов стали, которые хорошо поддаются сварке – то есть должны изготавливаться из низколегированных углеродистых сталей, сравнительно мало устойчивых к коррозии.

Глубина заложения укладки водопроводных труб определена на основании данных о промерзании грунта в городе, а так же опытных данных и равно 3 – 3,5 м, то есть на 0,5 м ниже расчетной глубины промерзания грунта.

20. Расчет и проектирование насосной станции 2-го подъема

Расчет насосной станции 2-го подъема заключается в определении числа и типов насосов. Производительность насосов была предварительно намечена в определении режимов работы насосной станции 2-го порядка.

По этому графику один насос подает в сеть:

$$0,01 \cdot 2,71 \cdot 26631,97 = 722 \text{ м}^3/\text{ч} = 205 \text{ л/с.}$$

Напор, создаваемый насосами, складывается из геометрической высоты подачи воды и потерь напора по длине, в насосной станции. Наиболее подходящим типом насоса является насос марки 12 НДС-Нм: потребляемая мощность 290 кВт, подача $Q = 1250 \text{ м}^3/\text{ч}$, напор 65 м. Совместная характеристика работы водоводов и насосов приведена на рисунке 4.

Характеристика работы водоводов определяется на основании формулы:

$$S = \frac{h}{Q^2} \quad (15)$$

где h – потеря напора в водоводах, н.с;

Q – расчетный расход системы.

$$S = \frac{7,5}{205^2} = 0,00001785$$

Задаваясь значениями расхода определяем несколько значений потерь напора.

$$h_1 = 0,0001785 \cdot 80^2 = 1,14 \text{ м;}$$

$$h_2 = 0,0001785 \cdot 120^2 = 2,57 \text{ м;}$$

$$h_3 = 0,0001785 \cdot 160^2 = 4,57 \text{ м;}$$

$$h_4 = 0,0001785 \cdot 200^2 = 7,17 \text{ м;}$$

$$h_5 = 0,0001785 \cdot 205^2 = 7,50 \text{ м.}$$

Из соответственной характеристики работы насосов и водоводов находим, что данный насос марки 12 НДС-Нм вполне удовлетворяет.

Электродвигатель марки AIS90S6, мощностью 75 кВт и числом оборотов в минуту $n = 1000 \text{ об/мин.}$

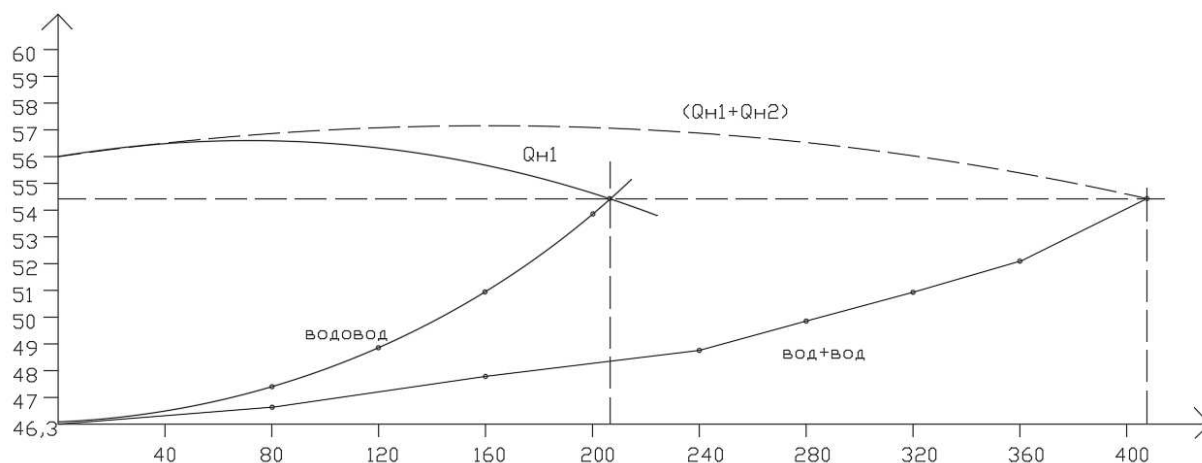


Рисунок 2 – Совместная характеристика работы насосов и водоводов

Насосная станция 2-го порядка относится к 1-ой категории, поэтому кроме двух рабочих агрегатов 12 НДс-Нм предусмотрено устройство двух резервных насосов такой же марки.

Так как во время пожара, напор, который должен создавать насос меньше, а расход больше на величину противопожарного расхода в насосной станции предусмотрено устройство двух пожарных насосов марки Д 320-50, $Q = 320 \text{ м}^3/\text{ч}$, частотой 1500 об/мин с электродвигателем AIS80M2-4 мощностью электродвигателя $N = 75 \text{ кВт}$, числом оборотов $n = 1380 \text{ об/мин}$.

В случае аварии на одном из водоводов, второй может пропустить 0,7 м³/с.

$$Q = 0,7 \cdot 336,6 = 235,4 \text{ л/с.}$$

При минимальном уровне воды в резервуаре чистой воды насосы находятся не под заливом, поэтому в насосной станции установлено два вакуум насоса ВВН1-0,75, $Q = 0,75 \text{ м}^3/\text{мин}$, электродвигатель AIS100L1-4, $N = 2,2 \text{ кВт}$, $n = 1420 \text{ об/мин}$.

Один насос рабочий, один резервный. Производительность насоса определяется по формуле:

$$Q = \frac{(W_{pn} + W_{mp}) \cdot H}{T \cdot (H_1 + H_2)} \cdot K \quad (16)$$

где W_{mp} – объём воздуха во всасывающем трубопроводе,

$$W_{mp} = \frac{(\pi \cdot d^2)}{4} \cdot l = \frac{(\pi \cdot 0,52)}{4} \cdot 1,5 = \frac{(3,14 \cdot 0,25)}{4} \cdot 1,5 = 0,27$$

где T – время, необходимое для расчетного разряжения, 3-5 мин;

H_1 – атмосферное давление = 10м;

H_2 – геометрическая высота всасывания;

d – диаметр всасывающего трубопровода;

l – длина всасывающего водопровода.

$$Q = \frac{(0,27+0,15) \cdot 10}{3 \cdot (10-5,5)} = 0,31 \text{ м}^3/\text{мин} = 310 \text{ л/мин}$$

В качестве дренажного насоса применен ВКС 1/16, $Q = 3,6 \text{ м}^3/\text{мин}$, напор 16 м, мощность электродвигателя 1,5 Квт, число оборотов в минуту 1450 об/мин, $Z = 25\%$, вес 27,5 кг. Насос самовсасывающий. Один рабочий, один резервный.

21. Насосная станция 1-го подъема

Производительность насосной станции 343 л/с – 1234 м³/ч.

Принимаем 4 насоса марки 12НДс-Нм два рабочих и два резервных, производительность 630 м³/час, напор, развиваемый насосами 21 м при колесе $D_{рк} = 400$ мм, электродвигатель AIS90S6, мощностью 75 кВт и числом оборотов в минуту $n = 1000$ об/мин.

Необходимая высота подачи воды насосами определяется из выражения:

$$H_n = (Z_{см} - Z_{он}) + h_{изл} + h_{нс} + h_{вод} \quad (17)$$

$$H_n = (200,66 - 187,50) + 1 + 4 + 0,11 = 18,27 \text{ м,}$$

В качестве дренажных насосов устанавливаются ВКС 1/16.

$Q=3,6 \text{ м}^3/\text{ч}$; $H=16 \text{ м}$; $N=1,5 \text{ кВт}$; $n=1450 \text{ об/мин}$; $J= 25\%$.

Один насос рабочий, один резервный. Так как большую часть времени насосы работают не под заливом, то необходима установка вакуум насосов.

В качестве вакуум насосов приняты ВВН1-0,75, $Q= 0,75 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Необходимую производительность определим из выражения:

$$W = \frac{(W_{\text{тр}} + W_{\text{в}}) \cdot H_{\text{с}}}{T(H_1 - H_{\text{г}})} \cdot K \quad (18)$$

$$W_{\text{тр}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L = \frac{(3,14 \cdot 0,62)}{4} \cdot 1,95 = 0,568 \text{ м}^3$$

$$Q = \left(\frac{(0,57+0,15) \cdot 10}{3} \cdot 5,5 \right) \cdot 1,1 = 511 \text{ л/мин}$$

22. Зоны санитарной охраны

Зона санитарной охраны состоит из двух поясов. Первый пояс – зона строгого режима, включает: источник водозабора и водозаборные сооружения. Территория первого пояса зоны санитарной охраны, включающая в себя водозаборные сооружения, ограждается забором, защищается полосой зеленых насаждений и обеспечивается охраной.

Оголовок водозабора, вынесенный в русло реки на 53 м, ограждается бонами вверх и вниз по течению реки на 50 м от ствола водозабора. Расстояние от забора до ближайшей грани всех сооружений, расположенных на суше принято 30 м.

Запрещается строительство зданий и сооружений, не имеющих непосредственного отношения к эксплуатации водозаборных сооружений.

Второй пояс включает в себя источник водоснабжения, бассейны питания источника и его притоков с границами водораздела. Во втором поясе ограничивается использование веществ для удобрения земли, способных

ухудшить качественный анализ грунтовых вод, не допускается производство работ с нарушением структуры пород, перекрывающей сверху используемый водоносный пласт для сохранения количественного и качественного состава и анализа грунтовых вод.

Предусматривает ряд мероприятий по благоустройству населенных пунктов, расположенных на территории второго пояса предохраняющих почву от поверхностных загрязнений.

Наблюдение за качеством воды, поступающей потребителям, осуществляется органами санитарного надзора.

23. Расход воды на пожаротушение

Противопожарный водопровод чаще всего объединяют с хозяйственно-питьевым или производственным. Самостоятельный противопожарный водопровод устраивают только в том случае, когда такое объединение не целесообразно.

Противопожарный водопровод проектируют, как правило, низкого давления. В населенных пунктах с числом жителей до 5 тыс.чел. следует предусматривать противопожарный водопровод высокого давления, в других случаях его можно проектировать только при соответствующем обосновании.

Расчетный расход воды на пожаротушение не входит в расчетную сумму суточного водопотребления населенного пункта, однако его значение необходимо знать для проверки сети водопровода на пропуск требуемых количеств воды для тушения пожаров. Расход воды на пожаротушение принимают согласно СП 10.13130.2005.

24. Наружное пожаротушение

Для населенных мест расчетное количество одновременных пожаров и расчетный расход воды на тушение одного пожара принимают в зависимости от количества жителей и характера жилой застройки по таблице 16.

Расход воды на наружное пожаротушение на промышленных предприятиях на один пожар должен приниматься для здания, требующего наибольшего расхода воды, согласно таблице 17. или таблице 18. Расчетное количество одновременных пожаров на предприятии принимается в зависимости от занимаемой ими площади: один пожар при площади до 150га, два пожара – более 150га.

При объединенном противопожарном водопроводе населенного пункта и промышленного предприятия расчетное количество одновременных пожаров и расходы принимаются в зависимости от площади предприятия и количества жителей, а именно:

- При площади до 150га и количестве жителей до 10тыс.чел. – 1 пожар;
- При площади до 150га и количестве жителей от 10тыс.чел. до 25тыс.чел. – 2 пожара;
- При площади предприятия 150га и более и количестве жителей до 25тыс.чел. – 2 пожара;
- При количестве жителей 25тыс.чел. и более расчетное количество одновременных пожаров определяют отдельно для населенного пункта и для предприятия; при этом расход воды определяют как сумму требуемого наибольшего расхода;

25. Внутреннее пожаротушение

На пожаротушение зданий, оборудованных внутренними пожарными кранами, спринклерными или дренчерными установками, должен учитываться дополнительный расход воды, который следует принимать для зданий, требующих наибольшего расхода воды в соответствии с требованиями СП 10.13130.2009.

Расчетный расход воды на тушение пожара должен быть обеспечен при наибольшем расходе воды на другие нужды, при этом на предприятиях расходы воды на поливку территории, прием душа, мытье пола и мойку технологического оборудования, а также полив растений не учитываются.

Продолжительность тушения пожара должна приниматься 3ч; для зданий 1 и 2 степени огнестойкости с несгораемыми несущими конструкциями и утеплителем с производствами категорий Г и Д – 2 ч.

Таблица 16- Расчетный расход воды на наружное пожаротушение и расчетное количество одновременных пожаров.

Количество жителей в населенном пункте, тыс чел (до)	Расчетное количество одновременных пожаров	Расход воды на 1 пожар, л/с для зданий (независимо от степени их огнестойкости) высотой	
		До 2 этажей	3 этажа и более
1	2	3	4
До 1	1	5	10
1-5	1	10	10
5-10	1	10	15
10-25	2	10	15
25-50	2	20	25
50-100	2	25	35
100-200	3	-	40
200-300	3	-	55
300-400	3	-	70

1	2	3	4
400-500	3	-	80
500-600	3	-	85
600-700	3	-	90
700-800	3	-	95
800-1000	3	-	100

Таблица 17 – Расход воды на наружное пожаротушение для производственных зданий с фонарями и без фонарей шириной до 60 м

Степень огнестойкости зданий	Категория произ-в по ПО	Расход воды на 1 пожар, л/с при объеме здания, тыс. м ³						
		До 3	3-5	5-20	20-50	50-200	200-400	Более 400
I и II	Г,Д,Е	10	10	10	10	15	20	25
	А,Б,В	10	10	15	20	30	35	40
III	Г,Д	10	10	15	25	35	-	-
	В	10	15	20	30	40	-	-
IV и V	Г,Д	10	15	20	30	-	-	-
	В	15	20	25	40	-	-	-

Таблица 18 - Расход воды на наружное пожаротушение для производственных без фонарей шириной 60 м и более (степень огнестойкости зданий I и II)

Категория производств по пожарной опасности	Расход воды на 1 пожар, л/с при объеме здания, тыс. м ³								
	До 50	50-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-600	600-700	700-800
А,Б,В	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Г,Д,Е	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Таблица 19 – Расход воды на внутреннее пожаротушение в жилых и общественных зданиях и помещениях

Наименование зданий и помещений	Расход воды, л/сек	Число струй
1.здания управлений		
Высотой от 6 до 10 этажей о объемом		
До 25000 м ³ включительно	2,5	1
То же, объемом более 25000 м ³	2,5	2
То же, при числе этажей свыше 10 и объемом		
До 25000 м ³	2,5	2
Более 25000 м ³	2,5	3
2.Общежития и общественные здания		
При числе этажей до 10 и объемом до 25000 м ³	2,5	1
то же, объемом более 25000 м ³	2,5	2
То же, при числе этажей свыше 10 и объемом		
До 25000 м ³	2,5	2
Более 25000 м ³	2,5	3
То же, высотой более 50 м и объемом		
До 50000 м ³	5,0	4
Более 50000 м ³	5,0	8
3.Вспомогательные здания промышленных предприятий объемом, м ³		
От 5000 до 25000	2,5	1
Более 25000 м ³	2,5	2
4.Жилые здания высотой 4-16 этажей	2,5	1
То же, при общей длине коридора свыше 10 м	2,5	2
При числе этажей от 17 до 25	2,5	2
То же, при общей длине коридора свыше 10 м	2,5	3
5.Производственные здания высотой более 50 м и объемом до 50000 м ³	5,0	4
Более 50000 м ³	5,0	8

Таблица 20 – Расход воды на внутреннее пожаротушения в производственных и складских зданиях высотой до 50 м

Степень огнестойкости зданий	Категория производств по пожарной опасности	Число струй и расход воды, л/с на 1 струю при объеме здания, тыс. м ³				
		0,5-5	5-50	50-200	200-400	400-800
I и II	А,Б,В	2х2,5	2х5	2х5	3х5	4х5
III	В	2х2,5	2х5	2х5	-	-
	Г,Д	-	2х2,5	2х2,5	-	-
IV и V	В	2х2,5	2х5	-	-	-
	Г,Д	-	2х2,5	-	-	-

26.Очистные сооружения

Выбор состава основных очистных сооружений водоочистной станции зависит от ее производительности.

Выбор состава насоснофильтровальной станции для нашего города произведем по двум вариантам:

- 1.Горизонтальный отстойник, скорые фильтры;
- 2.Осветлители со взвешенным слоем осадком, скорые фильтры.

27.Определение производительности очистной станции.

Очистная станция рассчитывается на равномерную работу в течении суток.

Производительность очистных сооружений складывается из, м³/сут:

$$Q_{осв} = \alpha \cdot q_{max.сут} + q_{дон}, \quad (19)$$

где α – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды очистной станции, $\alpha = 1,08$;

$q_{max.сут}$ – расчетной расход воды в сутки максимального водопотребления, м³/сут;

$q_{доп}$ – дополнительный расход воды на пожаротушение, м³/сут.

$$q_{max.сут} = \frac{q \cdot N}{1000} \cdot K_{сут} \quad (20)$$

где $K_{сут}$ – коэффициент суточной неравномерности, при максимальном водопотреблении, принимается равным 1,5;

q – норма водопотребления, принимается равным 300 л/сут;

N – расчетное число жителей ,

$$q_{доп} = 3,6 \cdot t_{пож} (m \cdot q_{пож} + m' \cdot q'_{пож}) \quad (21)$$

где $t_{пож}$ – расчетная производительность пожара, ч (принимается во всех случаях равной 3);

m и m' – число одновременных пожаров соответственно в населенном пункте и на промышленных предприятиях принимается по СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» равным 2 и 1;

$q_{пож}$ и $q'_{пож}$ – расход воды, л/с, на один пожар соответственно в населенном пункте и на предприятии, принимается по СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» равным 35 л и 5 л.

$$q_{max.сут} = \frac{300 \cdot 55956}{1000} \cdot 1,5 = 26631,97 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$q_{доп} = 3,6 \cdot 3 (2 \cdot 35 + 1 \cdot 5) = 810 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

$$Q_{oc} = 1,08 \cdot 26631,97 + 810 = 29572,5 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Полученные результаты сводим в таблицу 21:

Таблица 21 – Расчетный расход воды

$Q_{сут}, M^3/сут$	$Q_{час}, M^3/ч$	$q_c, M^3/с$
29572,5	1232	0,34

28. Состав сооружений для очистки воды

Очистные сооружения являются одним из основных элементов системы водоснабжения и тесно связаны с ее остальными элементами. Вопрос о месте расположения очистной станции решается при выборе схемы водоснабжения объекта. Часто очистные сооружения располагают вблизи источников водоснабжения около НС – I

Наиболее распространенными схемами в практике водоподготовки являются схемы очистных сооружений с самотечным движением воды. Решению компоновки очистных сооружений предшествует выбор схемы технологического процесса очистки воды, а также установление типа, числа и размеров отдельных сооружений. Очистные станции водоподготовки могут осуществляться по одноступенчатой или двухступенчатой схемам.

Выбор состава сооружений определяется с учетом показателей качества воды, требований к качеству питьевой воды, производительности очистных сооружений, технико-экономического обоснования. Концентрация взвешенных веществ после обработки воды коагулянтом:

Доза коагулянта определяется по двум характеристикам : мутности и цветности. Из них выбирается наибольшая.

Доза коагулянта по мутности равна 55мг/л. По таблице 23

$$D_{из} = K \cdot \left(\frac{D_k}{e} - Щ + 1 \right) \quad (22)$$

Так как щелочность воды в весенне-летний период недостаточна воду необходимо искусственно подщелачивать.

где $K=28\text{мг/л}$ – эквивалентный вес щелочи;

D_k – доза коагулянта $Al_2(SO_4)_3$, $D_k=70\text{мг/л}$;

$D_k = 4\sqrt{Ц} = 4\sqrt{70} = 33 \text{ град}$ – принимаем большее значение)

$e = 57 \text{ мг/мг-экв}$ – эквивалентный вес коагулянта;

$Щ = 0,5 \text{ м-экв/л}$ – щелочность исходной воды;

1– необходимый резерв;

$$D_{из} = 28 \cdot \left(\frac{1}{57} - 55 + 1 \right) = 37,5 \text{ мг/л}$$

С учетом местных условий согласно СП 31.13330.2012 выбираем схему водоподготовки:

Осветлители со взвешенным осадком – скорые фильтры.

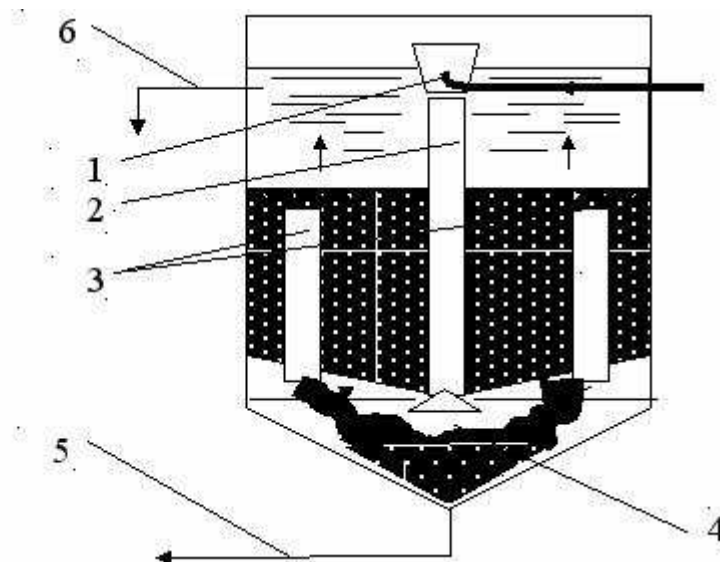


Рисунок 3 – Осветлители со взвешенным слоем осадка:

1 - воздухоотделитель; 2 – спускная труба; 3 – осадкоотводящие трубы; 4 – осадкоуплотнитель; 5 – трубопровод отводящего осадка; 6 – отвод осветленной воды

29. Устройства для приготовления и дозирования раствора реагентов

В качестве коагулянта применяем $Al_2(SO_4)_3$, в качестве подщелачивающего реагента – известь $Ca(OH)_2$, для интенсификации процессов осветления и обесцвечивания – раствор ПАА.

Подбираем на основе анализов исходной воды $D_{ПАА} = 0,6$ мг/л.

Производительность мешалки для приготовления раствора ПАА, кг/ч:

$$q_m = \frac{Q_{ос} \cdot D_{паа}}{24 \cdot 1000} \quad (23)$$

$$q_m = \frac{29572,5 \cdot 0,6}{24 \cdot 1000} = 0,74 \text{ кг/ч}$$

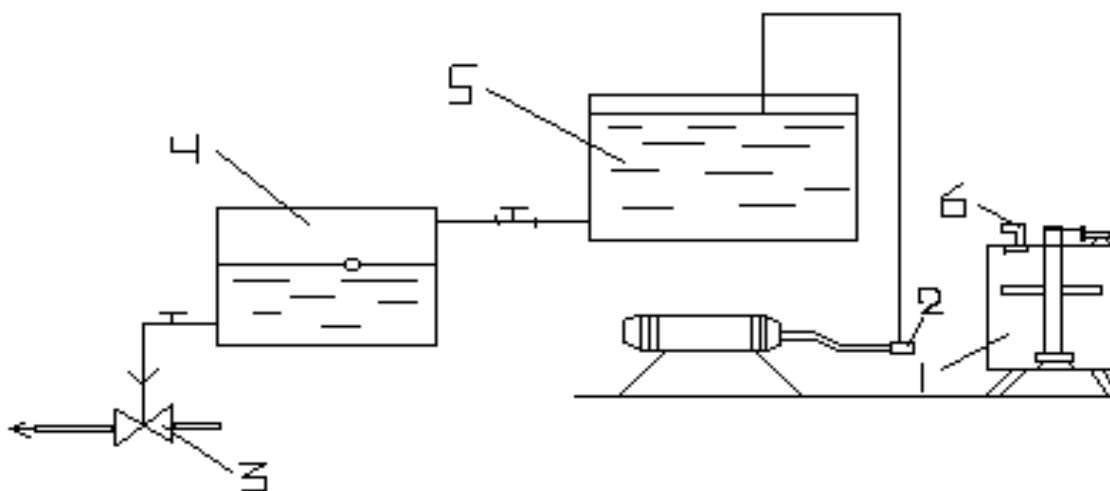


Рисунок 4 – Узел приготовления ПАА:

1- бак с мешалкой на вертикальной оси; 2 - перекачивающий циркуляционный насос; 3 – эжекторы; 4 - дозирующее устройство; 5 - блок раствора ПАА; 6 – подача воды

30. Растворение коагулянта сжатым воздухом

Для приготовления раствора коагулянта на очистных станциях применяют различные устройства: растворные баки, расходные баки, насосы –

дозаторы и т.д. Для растворения сухого коагулянта используют растворные баки, в которых готовят раствор коагулянта с концентрацией 10-17%. Для интенсификации процесса растворения под колосниковой решеткой по системе дырчатых труб подается сжатый воздух воздуходувкой. Полученный раствор по перепускному рукаву поступает в растворные баки, где доводится до требуемой концентрации (4-10%). Затем раствор коагулянта насосом - дозатором подается в смеситель.

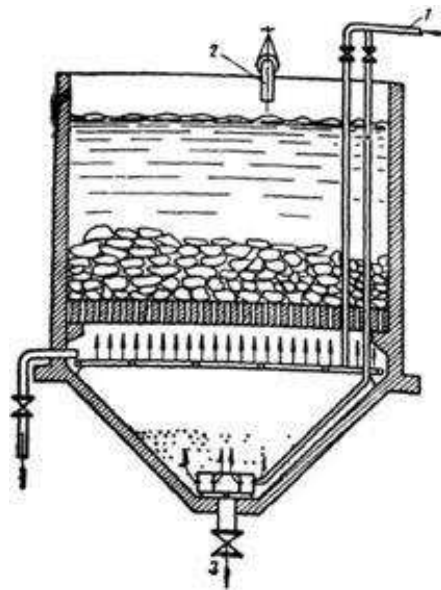


Рисунок 5– Бак для растворения коагулянта с подводом сжатого воздуха:

1 – труба для подачи сжатого воздуха; 2 – колосниковая решетка; 3, 4 – верхняя и нижняя распределительные системы воздуха; 5 – выпуск осадка; 6 – пробоотборник; 7 – подача воды.

Определяем емкость растворного бака:

$$W_p = \frac{Q_v \cdot n \cdot D_k}{1000 \cdot B_p \cdot \gamma} \quad (24)$$

где Q_v – расход воды, м³/ч;

D_k – доза коагулянта в пересчете на безводный продукт, г/м³;

n – время, на которое заготавливают раствор коагулянта, ч;

B_p – концентрация раствора коагулянта в растворном баке, % (10-17%);

γ – объемный вес раствора коагулянта, т/м³, принимается равным 1,00.

$$W_p = \frac{1233.2 \cdot 12 \cdot 55}{1000 \cdot 10 \cdot 1} = 8,14 \text{ м}^3$$

Принимаем: два растворных бака емкостью 8,2 м³ один основной и один резервный.

$$b = 2,54 \text{ м}, l = 2,72 \text{ м}, \text{ высота слоя раствора } 1,18 \text{ м}, H_0 = 1,38 \text{ м}.$$

Емкость расходного бака, м³

$$W = \frac{W_p \cdot B_p}{B} (25)$$

где W_p – емкость растворного бака, м³;

B_p – концентрация раствора коагулянта в расходном баке, % (4-10%);

$$W = \frac{8,2 \cdot 10}{5} = 16,4 \text{ м}^3$$

Принимаем: четыре расходных бака емкостью 8,2 м³ каждый, три основных и один резервный.

31. Воздуходувки и воздухопроводы

Расчетный расход воздуха определяется как произведение площади баков на величину интенсивности подачи воздуха.

Определяем общий расход воздуха:

$$Q_B = F_1 \omega_1 + F_2 \omega_2 \quad (26)$$

где F_1 и F_2 – площади растворных и расходных баков, м²;

$$\omega_1 = 10 \text{ л/см}^2;$$

$\omega_2 = 5 \text{ л/см}^2$ – интенсивности подачи воздуха в растворный и расходный баки.

$$Q_B = 2,54 \cdot 2,72 \cdot 10 + 2,54 \cdot 2 \cdot 2,72 \cdot 5 = 138,18 \text{ л/с}$$

По полученному результату подбираем две воздуходувки (одну рабочую и одну резервную) марки ВК-12 производительность $W = 10 \text{ м}^3/\text{мин}$, напором $H = 15\text{м}$, мощность электродвигателя 40 кВт, $n = 960 \text{ об/мин}$

Находим скорость движения воздуха в трубопроводе, м/с:

$$V = \frac{W}{60(\rho+1) \cdot 0.785 \cdot d^2} \quad (27)$$

где W – производительность воздуходувки, $\text{м}^3/\text{мин}$;

ρ – давление в трубопроводе, равное $1,5 \text{ кгс/с}^2$;

d – диаметр трубопровода, 80мм.

$$V = \frac{3.1}{60(1,5+1) \cdot 0.785 \cdot 0,08^2} = 13,3 \text{ м/с}$$

Определяем вес воздуха, проходящего через трубопровод в течение часа:

$$G = W \cdot 60 \cdot \gamma \quad (28)$$

где γ – удельный вес сухого воздуха, равный $1,9 \text{ кг/м}^3$.

$$G = 10 \cdot 60 \cdot 1,9 = 1150,2 \text{ кг/ч}$$

Определяем потери давления воздуха:

$$P_1 = \frac{12,5 \cdot \beta \cdot G^2 \cdot l}{\gamma \cdot d^5} \quad (29)$$

где β – коэффициент сопротивления, принятый равным 1,2;

l – длина трубопровода, м;

$$P_1 = \frac{12,5 \cdot 1,2 \cdot 1150,2^2 \cdot 20}{1,9 \cdot 50^5} = 0,07 \text{ кгс/с}^2$$

Определяем потери напора в фасонных частях при наличии прямоугольных колен, мм.вод.ст:

$$P_2 = 0,063 \cdot V^2 \sum \xi \quad (30)$$

где V – скорость движения воздуха в трубопроводе;

$\Sigma \zeta$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений;

$= 1,5 \cdot n = 1,5 \cdot 3 = 4,5$ (n –число колен, равное числу растворного и расходных баков).

$$P_2 = 0,063 \cdot 13,2^2 \cdot 10,5 = 117 \text{ мм. вод. ст}$$

Кроме магистрального воздуховода $d = 80$ мм. Устраиваются ответвления диаметрами 50мм., система стояков = 38мм, располагаемых на взаимных расстояниях 500мм под решетками растворных баков и по дну расходных баков. Для загрузки растворных баков реагентами применяют вагонетку грузоподъемностью 1тн. Стенки и дно железобетонных баков покрывают кислотостойкими плитками.

32. Расчет суженного участка подводящего трубопровода для ввода раствора реагента

Определяем диаметр одного подводящего водовода:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot V}} \quad (31)$$

где q – расход воды в водоводе, $\text{м}^3/\text{с}$;

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,2965}{3,14 \cdot 1,1}} = 0,6 \text{ м}$$

принимаем диаметр одного подводящего водовода 600 мм.

Диаметр суженного участка:

$$d = \frac{D}{2} = 0,6 / 2 = 0,3 \text{ м} \quad (32)$$

принимаем диаметр суженного участка 300 мм.

Динамичное давление воды в водоводе, м:

$$h_{\text{дин1}} = \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = \frac{1,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,062 \text{ м} \quad (33)$$

Динамичное давление воды в суженном участке:

$$h_{\text{дин2}} = \frac{V_2^2}{2 \cdot g} = \frac{3^2}{2 \cdot 9,81} = 0,46 \text{ м} \quad (34)$$

Потери напора в суженном участке:

$$h_c = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{3^2 - 1,1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,4 \text{ м} \quad (35)$$

где V_2^2 и V_1^2 – скорости движения воды соответственно в трубе нормального сечения и в суженной части трубопровода.

Что удовлетворяет условию $h_c = 0,3 \div 0,4$ м

Площадь поперечного сечения водовода, м²:

$$f_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,6^2}{4} = 0,28 \text{ м}^2 \quad (36)$$

Площадь поперечного сечения суженного участка, м²:

$$f_2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,3^2}{4} = 0,07 \text{ м}^2 \quad (37)$$

Отношение площадей сечений:

$$m_1 = \frac{f_1}{f_2} = \frac{0,28}{0,07} = 4 \text{ м}^2 \quad (38)$$

Разность отметок уровней воды в пьезометрах, м:

$$\sqrt{h} = \frac{q_c \sqrt{m_1 - 1}}{\mu \cdot f_1 \cdot \sqrt{2g}} = \frac{0,2965 \sqrt{4^2 - 1}}{0,98 \cdot 0,28 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 3,19 \quad (39)$$

где $\mu = 0,98$ – коэффициент расхода;

$h = 10,2$ м.

33. Приготовление известкового молока

Приготовление известкового молока или раствора и выбор технологической схемы известкового хозяйства зависит от вида и качества товарного продукта, расхода извести ее ввода и т.д. При централизованном снабжении известковым молоком проектируют схему мокрого хранения, состоящую из устройств для отвода места и очистки известкового молока, гидравлических мешалок, расходных баков и дозатора для суспензии. Известковое молоко известягасительных аппаратов после очистки направляется в баки с гидравлическим перемешиванием, осуществляемым при помощи циркуляционного насоса. Применяется также перемешивание сжатым воздухом и лопастными мешалками.

Емкость бака для приготовления известкового молока:

$$W_{и} = \frac{q_{и} \cdot n \cdot D_{и}}{1000 \cdot b_{и} \cdot \gamma_{и}} \quad (40)$$

где $b_{и} = 5\%$ – концентрация известкового молока;

$D_{и} = 37,5$ мг/л – доза реагента;

$$W_{и} = \frac{1233,2 \cdot 8 \cdot 37,5}{1000 \cdot 5 \cdot 1} = 7,3 \text{ м}^3$$

Принимаем два бака круглой формы емкостью $7,4 \text{ м}^3$.

Диаметр бака:

$$d = \sqrt[3]{\frac{W_{и} \cdot 4}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{7,4 \cdot 4}{3,14}} = 2,12 \text{ м} \quad (41)$$

Мощность двигателя мешалок с горизонтальными лопастями, кВт

$$N = 0,004 \cdot \rho \cdot h_3 \cdot n^3 \cdot d_0^4 \cdot z \cdot \eta \cdot \psi \quad (42)$$

где $\rho = 1000$ кг/м³ объемный вес раствора;

$h_n = 0,25\text{ м}$ – высота лопасти;

$n = 0,67$ – число оборотов мешалки;

d_0 – диаметр окружности, описываемой концом лопасти;

$z = 2$ – число лопастей на валу мешалки;

$\eta = 0,6$ – КПД;

$\psi = 1,344$ – коэффициент учета увеличения струи жидкости перемещаемой мешалки.

$$N = 0,004 \cdot 1000 \cdot 0,25 \cdot 0,67^3 \cdot 1,74^4 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot 1,344 = 6,5 \text{ кВт}$$

34. Склады реагентов

Для хранения коагулянта и извести необходимо устройство склада, рассчитанного на 15–30 суточную наибольшую потребность в реагентах.

Площадь склада коагулянтов, м^2 :

$$F_{\text{скл}}^{\text{к}} = \frac{Q_{\text{ос}} \cdot D_{\text{к}} \cdot T \cdot \alpha}{P_{\text{с}}^{\text{к}} \cdot 10000 \cdot h_{\text{к}} \cdot G_0^{\text{к}}} \quad (43)$$

где $T = 15$ сут – продолжительность хранения коагулянта на складе;

$\alpha = 1,15$ – коэффициент учета дополнительной площадки проходов;

$P_{\text{с}}^{\text{к}} = 33,5\%$ – содержание безводного продукта в коагулянте;

$h_{\text{к}} = 2\text{ м}$ – высота слоя коагулянта;

$G_0^{\text{к}} = 1,1\text{ т} / \text{м}^3$ – объемный вес коагулянта при загрузке склада навалом.

$$F_{\text{скл}}^{\text{к}} = \frac{29572 \cdot 55 \cdot 15 \cdot 1,5}{33,5 \cdot 10000 \cdot 2 \cdot 1,1} = 38,1 \text{ м}^2$$

Площадь склада извести:

$$F_{\text{скл}}^{\text{и}} = \frac{Q_{\text{ос}} \cdot D_{\text{и}} \cdot T \cdot \alpha}{10000 \cdot \rho_{\text{с}}^{\text{и}} \cdot h_{\text{и}} \cdot G_0^{\text{и}}} = \frac{29872 \cdot 37 \cdot 15 \cdot 1,15}{10000 \cdot 50 \cdot 1,5 \cdot 1} = 8,5 \text{ м}^2 \quad (44)$$

где $T = 15$ сут – продолжительность хранения извести на складе;

$\alpha = 1,15$ – коэффициент учета дополнительной площадки проходов;

h_u – высота слоя извести;

$G_0^u = 1 \text{ т/м}^3$ – объемный вес извести при загрузке склада навалом.

35. Дозирование растворов реагентов

Устройство для дозирования реагентов делятся на два типа:

- Дозаторы постоянной дозы они устанавливаются на очистных сооружениях с постоянным расходом воды.
- Дозаторы пропорциональной дозы реагента при изменении расхода обрабатываемой воды.

Оба типа дозатора в зависимости от их конструктивного устройства могут быть напорными и безнапорными.

Дозирование растворов реагентов производится насосами дозаторами.

Насосы должны подавать:

$$Q_{ц} = \frac{q_m \cdot 1000}{D_k} = \frac{0,74 \cdot 1000}{55} = 140 \text{ л/ч}$$

Где q_m – производительность машины, кг/ч;

В качестве насоса дозатора применяем насос марки 2ДР.

Производительность 80/5000 л/ч, мощность двигателя $N = 3$ квт., число оборотов в минуту 1500, вес насоса 708кг. В качестве резервного служит насос такого же типа.

36. Вертикальный (вихревой) смеситель

Смесители служат для быстрого и равномерного распределения реагентов в обрабатываемой воде, что способствует более быстрому протеканию последующих реакций, происходящих в камерах хлопьеобразования.

Смешение осуществляется в течении 1-2 мин. Проектируем в курсовом проекте вертикальный (вихревой) смеситель. Такой смеситель можно принимать при расходе не более 1400 – 1500 м³/ч. Вертикальные смесители могут быть квадратные или круглые в плане, с пирамидальной или конической нижней частью. Обработываемая вода подается по трубе 1 в нижнюю часть со скоростью 1–1,2 м/с. Вода проходит через смеситель и в верхней части перемешивается и поступает в сборный лоток. Из сборного лотка вода поступает в боковой карман. Боковой карман принимается конструктивно с тем, чтобы в нижней его части разместилась труба 2 для отвода воды. В вертикальных смесителях обеспечивается относительно полное растворение частиц извести, т.к. они некоторое время движутся во взвешенном состоянии в турбулентном восходящем потоке воды.

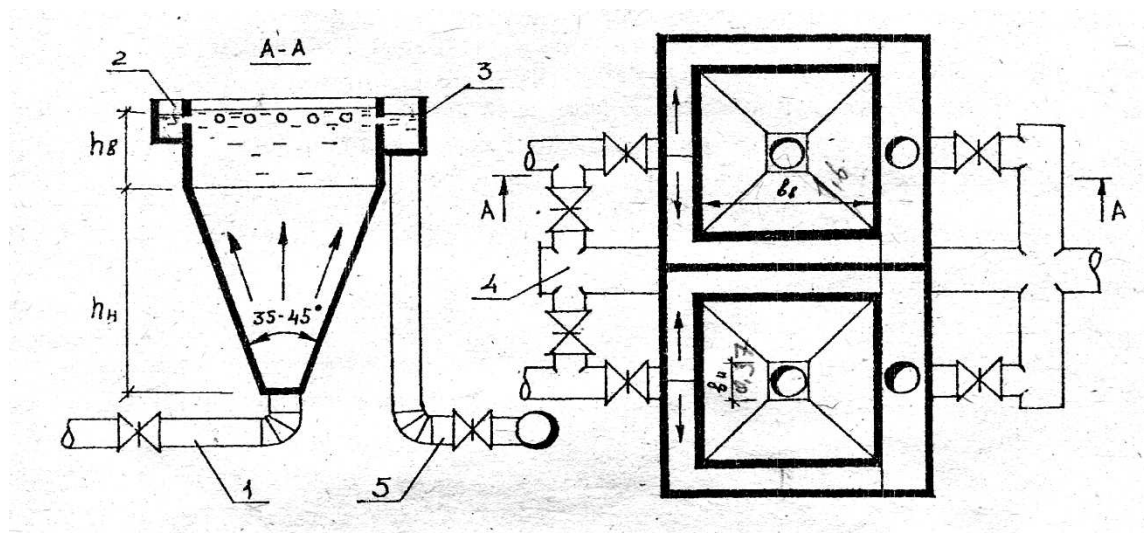


Рисунок 6 –Вертикальный (вихревой) смеситель: 1 – трубопровод для подачи обрабатываемой воды; 2 – лоток; 3 – карман; 4 – обводной трубопровод; 5 – трубопровод для отвода воды

Принимаем один смеситель с расходом $Q_{\text{ч}} = 1233,2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Площадь горизонтального сечения в верхней части смесителя:

$$t_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{ч}}}{V_{\text{в}}} = \frac{1233,2}{180} = 6,84 \text{ м}^2 \quad (45)$$

где $V_{\text{в}} = 90 \div 100 \text{ м/ч}$ – скорость восходящего движения воды;

Сторона квадратной верхней части смесителя, м:

$$B_B = \sqrt{t_B} = \sqrt{6,84} = 2,62 \text{ м} \quad (46)$$

Расход воды, приходящийся на каждый из двух подводящих водоводов равен 171,5 л/с при диаметре 400мм входная скорость $V_H = 1,27$ м/с.

Так как внешний диаметр подводящего трубопровода должен быть 0,426·0,426м площадь нижней части усеченной пирамиды составит:

$$f_n = D^2 = 0,426^2 = 0,182 \text{ м}^2 \quad (47)$$

Высота нижней части смесителя, м:

$$h_n = 0,5(B_B - B_H) \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} = 0,5(2,62 - 0,426) \operatorname{ctg} \frac{40}{2} = 3,02 \text{ м} \quad (48)$$

где $\alpha = 45^\circ$ – величина центрального угла в смесителе;

$$B_H = D$$

Объем пирамидальной части смесителя:

$$W_n = \frac{1}{3} h_n (f_B + f_n + \sqrt{f_B \cdot f_n}) = \frac{1}{3} \cdot 3,18(10,67 + 0,39 + \sqrt{10,67 \cdot 0,39}) = 8,17 \text{ м}^3 \quad (49)$$

Полный объем смесителя, м³:

$$W = \frac{Q_v \cdot t}{60} = \frac{616,6 \cdot 1,5}{60} = 15,4 \text{ м}^3 \quad (50)$$

где $t = 1,5$ мин – продолжительность смешения реагентов с массой воды.

Объем верхней части смесителя:

$$W_B = W - W_n = 15,4 - 8,17 = 7,23 \text{ м}^3$$

Высота верхней части смесителя:

$$h_B = \frac{W_B}{f_B} = \frac{7,23}{6,84} = 1,06 \text{ м} \quad (51)$$

Полная высота смесителя:

$$h_c = h_n + h_B = 3,02 + 1,06 = 4,08 \text{ м} \quad (52)$$

37. Сбор воды периферийным лотком

Сбор воды производится в верхней части смесителя периферийным лотком через затопленные отверстия. Скорость движения воды в лотке 0,6 м/с.

Расход воды в лотке, м³/ч:

$$Q_{л} = \frac{Q_{ч}}{2} = \frac{616,6}{2} = 308,3 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (53)$$

Площадь живого сечения лотка, м²:

$$\omega_{л} = \frac{Q_{л}}{V_{л} \cdot 3600} = \frac{308,3}{0,6 \cdot 3600} = 0,14 \text{ м}^2 \quad (54)$$

где $V_{л} = 0,6 \text{ м/с}$ – скорость движения воды в лотке;

Высота слоя воды в лотке, м:

$$h_{л} = \frac{\omega_{л}}{B_{л}} = \frac{0,14}{0,27} = 0,53 \text{ м} \quad (55)$$

где $B_{л} = 0,27 \text{ м}$ – ширина лотка;

Площадь затопленных отверстий в стенках лотка, м²:

$$F_{о} = \frac{Q_{ч}}{V_{о} \cdot 3600} = \frac{616,6}{1 \cdot 3600} = 0,171 \text{ м}^2 \quad (56)$$

где $V_{о} = 1 \text{ м/с}$ – скорость движения воды через отверстия лотка;

Площадь одного отверстия, м²:

$$f_{о} = \frac{\pi \cdot d_{о}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,08^2}{4} = 0,005 \text{ м}^2 \quad (57)$$

где $d_{о} = 80 \text{ мм}$ – диаметр отверстия;

Количество отверстий, шт:

$$n_{о} = \frac{F_{о}}{f_{о}} = \frac{0,171}{0,005} = 34 \text{ шт.} \quad (58)$$

Отверстия располагают по боковой поверхности лотка на глубине 110мм от поверхности воды в лотке до оси отверстия.

Внутренний периметр лотка:

$$P_n = 4 \cdot [(B_e - 2 \cdot (B_n + 0,06))] = 4 \cdot [2,62 - 2(2,07 + 0,06)] = 7,84 \text{ м} \quad (59)$$

Шаг отверстий, м:

$$l_o = \frac{P_n}{n_o} = \frac{7,84}{34} = 0,23 \text{ м} \quad (60)$$

Расстояние между отверстиями, м:

$$l = l_o - d_o = 0,23 - 0,08 = 0,15 \text{ м} \quad (61)$$

Из сборного лотка вода поступает в боковой карман. Расход воды, протекающий по отводящей трубе для подачи в камеру хлопьеобразования $q = 171,5$ л/с.

Скорость в этом трубопроводе 1 м/с, время пребывания воды не более двух минут. Принят стальной водопровод, наружным диаметром 480мм.

38. Расчет горизонтального отстойника

Площадь горизонтальных отстойников в плане определяем по формуле:

$$F_0 = \frac{\alpha \cdot Q_{ч}}{3,6 \cdot U_0}, \quad (62)$$

где F_0 – площадь горизонтальных отстойников в плане, м^2 ;

$Q_{ч}$ – производительность очистной станции, $\text{м}^3/\text{ч}$;

U_0 – скорость выпадения взвеси, $\text{мм}/\text{с}$;

α – коэффициент объемного использования отстойников, принимаемый равным 1,5.

$$F_0 = \frac{1,5 \cdot 1233,2}{3,6 \cdot 0,72} = 713,6 \text{ м}^2$$

Длину отстойников определяем по формуле:

$$L_0 = \frac{H_{cp} \cdot V_{cp}}{U_0}, \quad (63)$$

где L_0 – длина отстойников, м;

H_{cp} – средняя высота зоны осаждения, м, принимаем равной 3 м;

V_{cp} – расчетная скорость горизонтального движения воды, для мутных вод принимаем равной 9 мм/с;

$$L_0 = \frac{3 \cdot 9}{0,5} = 39,6 \text{ м}$$

Задаёмся шириной отстойника 9 м;

$$N_P = \frac{F_0}{B \cdot L_0} = \frac{1339,85}{6 \cdot 54} = 4,13 \text{ м} \quad (64)$$

Принимаем 1 рабочий отстойник и один резервный.

Горизонтальные отстойники проектируем с гидравлическим удалением осадка, без выключения подачи воды в отстойник. Продолжительность работы отстойника между чистками принимаем 12 ч.

Высоту зоны накопления и уплотнения осадка определяют по формуле:

$$H_{3.н.} = \frac{W_{3.н.}}{f_0}, \quad (65)$$

где $H_{3.н.}$ – высота зоны накопления и уплотнения осадка, м;

f_0 – площадь одного отстойника, м²;

$$f_0 = L_0 \cdot B = 54 \cdot 6 = 324 \text{ м}^2$$

$$W_{3.н.} = \frac{T_P \cdot Q_{\text{ч}} (C_B - M)}{N_P \cdot \delta} \quad (66)$$

где T_P – период работы отстойника между сбросами осадка, ч;

δ – средняя по всей высоте осадочной части концентрация воды и продолжительности интервалов между сбросами;

M – мутность воды, выходящей из отстойника г/м^3 , принимаем 10 г/м^3 ;

C_B – концентрация взвешенных веществ в воде, г/м^3 , поступающих в отстойник.

$$C_B = M_0 + K_K \cdot D_K + 0,25 \cdot Ц + B_{И}, \quad (67)$$

где M_0 – количество взвешенных веществ в исходной воде, г/м^3 ;

D_K – доза коагулянта по безводному продукту, г/м^3 ;

K_K – коэффициент, принимаемый для очищенного сернокислого алюминия – 0,5;

$Ц$ – цветность исходной воды, град;

$B_{И}$ – количество нерастворимых веществ, вводимых с известью, г/м^3 ;

$$B_{И} = \frac{D_{И}}{K_{И}} - D_{И} = \frac{14,049}{0,4} - 14,049 = 21,074 \text{ г/м}^3 \quad (68)$$

$$C_B = 300 + 0,5 \cdot 40 + 0,25 \cdot 55 + 21,074 = 354,824 \text{ г/м}^3$$

$$W_{3.Н.} = 12 \cdot 1855,18 (354,824 - 10) / 4 \cdot 32000 = 59,973 \text{ м}^3$$

$$H_{3.Н.} = 59,973 / 324 = 0,19 \text{ м}$$

Полную высоту отстойника определяем по формуле:

$$H = H_{Ср} + H_{3.Н.} + H_C, \quad (69)$$

где H – полная высота отстойника, м;

H_C – строительная высота, равная 0,4 м;

$$H = 3 + 0,19 + 0,4 = 5,9 \text{ м}$$

39. Расчет встроенной камеры хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка

Камера хлопьеобразования устанавливается непосредственно в переходной части горизонтального отстойника, число камер равно числу отстойников.

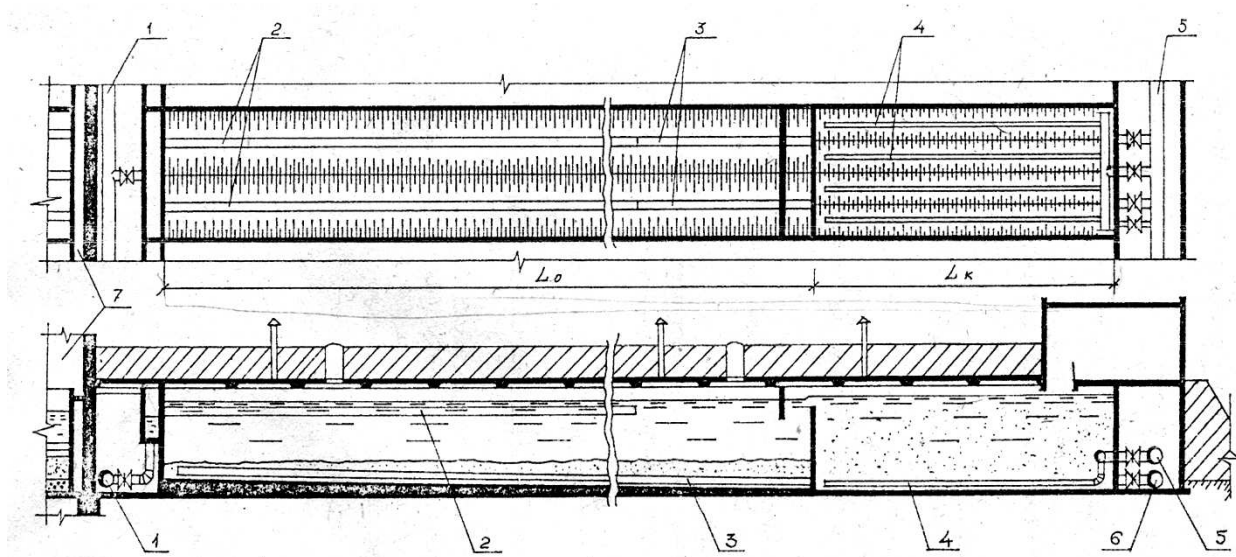


Рисунок 7 - камера хлопьеобразования встроенная в горизонтальный отстойник: 1 – трубопровод для отвода воды из отстойника; 2 – подвесной желоб; 3 – перфорированный трубопровод для удаления осадка; 4 – перфорированный распределительный трубопровод; 5 – трубопровод для подачи исходной воды; 6 – трубопровод для отвода осадка; 7 – здание фильтров

Для обеспечения движения потока в вертикальном направлении в камере устраиваем струенаправляющие перегородки. Скорость восходящего потока принимаем для мутных вод 1,5 мм/с.

Площадь одной камеры хлопьеобразования определяют по формуле:

$$F = \frac{Q_x}{3,6 \cdot V \cdot N_p}, \quad (70)$$

где F – площадь одной камеры хлопьеобразования, м^2 ;

Q_X – производительность очистной станции, $\text{м}^3/\text{ч}$;

V – скорость восходящего потока, $\text{мм}/\text{с}$;

N_P – число камер хлопьеобразования, равное числу отстойников, $N_P = 2$;

$$F = \frac{1233,2}{3,6 \cdot 1,5 \cdot 2} = 107,4 \text{ м}^2.$$

Ширину камеры хлопьеобразования принимаем равной ширине отстойника. Длину камеры определяем по формуле:

$$L_K = \frac{F}{B} = \frac{107,4}{9} = 12 \text{ м}. \quad (71)$$

Высоту камеры принимаем равной высоте отстойника $H_K = 5,9$ м. Распределение воды в камере осуществляется с помощью перфорированных труб, расстояние между которыми принимают равным 1,5 м. Отверстия в трубах диаметром 25 мм, направленные горизонтально. Общая площадь отверстий составляет 35 % площади сечения распределительной трубы. Диаметр распределительных труб подбираем по таблицам Шевелева по расходу в одной трубе равному $q_{1m} = 57,2$ л/с и скорости движения воды в пределах 0,5 – 0,6 м/с. $D = 350$ мм, $V = 0,55$ м/с, $i = 0,00256$.

Площадь всех отверстий в одной распределительной трубе определяют по формуле:

$$F_0 = 0,3 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (72)$$

$$F_0 = 0,3 \cdot \frac{3,14 \cdot (0,35)^2}{4} = 0,04 \text{ м}^2.$$

Общее число отверстий на одной распределительной трубе определяем по формуле:

$$n = \frac{4 \cdot F_0}{\pi \cdot d_0^2} \quad (73)$$

где d_0 – диаметр отверстия, м;

$$n = \frac{0,04}{0,000491} = 82 \text{ шт.}$$

Принимаем 82 отверстия на одну распределительную трубу. Отверстия на трубе располагаем в два ряда с шагом:

$$l_0 = \frac{L_K}{n} = \frac{12}{41} = 0,292 \text{ м.}$$

Из камеры хлопьеобразования вода поступает в отстойник через затопленный водослив, глубину погружения которого определяем по формуле:

$$h_b = \frac{q}{V_b \cdot B}, \quad (74)$$

где q – расход воды в одной камере, $\text{м}^3/\text{с}$,

V_b – скорость движения воды через водослив, принимаем для мутных вод $0,05 \text{ м/с}$;

$$h_b = \frac{171,5}{0,05 \cdot 5,6} = 0,38 \text{ м} \quad (75)$$

Высоту камеры хлопьеобразования необходимо увеличить на 9см, на случай сброса воды при промывке одного фильтра $H_k=5,99 \text{ м}$, высота отстойника $H_{отст} = 5,89 \text{ м}$.

40. Расчет осветлителя со взвешенным осадком

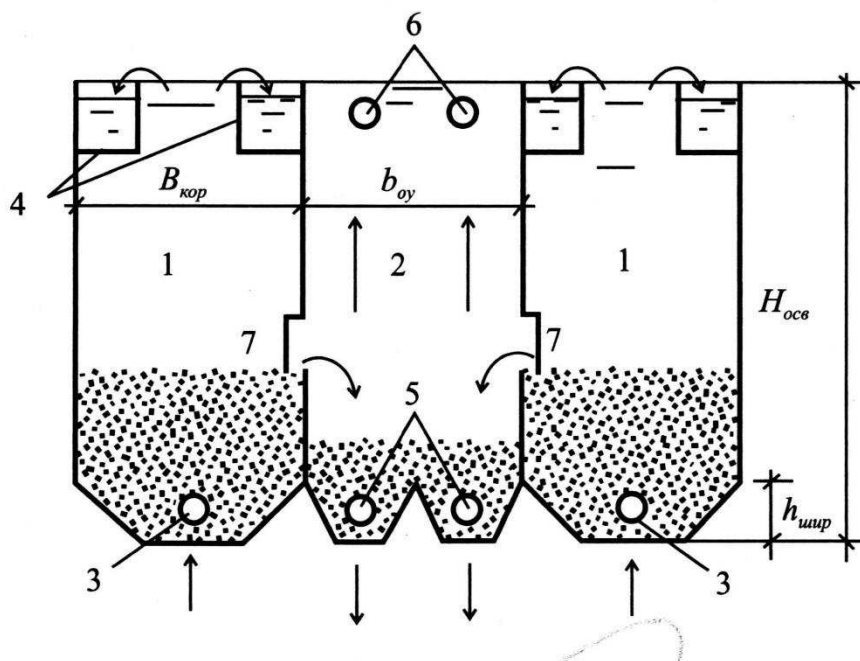


Рисунок 8 – Осветлитель со взвешенным слоем осадка: 1 – коридоры осветлителя; 2 – осадкоуплотнитель; 3 – подача исходной воды; 4 – сборные карманы для отвода осветленной воды; 5 – отвод осадка из осадкоуплотнителя; 6 – отвод осветленной воды из осадкоуплотнителя; 7 – осадкоприемные окна

Максимальная концентрация взвеси в воде, поступающей в осветлитель:

$$C_{\text{макс}} = M + K D_k + 0,25_{\text{из}} + I = 450 \text{ мг/л.}$$

где M – количество взвешенных веществ в воде = 380 мг/л;

K – переводной коэффициент, равный для очищенного алюминия = 0,55;

D_k – доза коагулянта в пересчете на безводный продукт, г/м³;

$0,25_{\text{из}}$ – цветность исходной воды в градусах;

I – количество нерастворимых веществ, вводимых с известью.

Количество воды, теряемое при сбросе воды:

$$q = \frac{K_p \cdot (C - m)}{\delta_{\text{ср}}}, \quad (76)$$

где K_p – коэффициент разбавления осадка (1,2 – 1,5);

$\delta_{\text{ср}}$ – средняя концентрация взвешенных веществ в осадкоуплотнителе;

m – количество взвеси в воде, выходящей после обработки в осветлителе, равно (8 – 12) мг/л.

$$q_{\text{осв}} = \frac{1,2 \cdot (450 - 10)}{24000} \cdot 100\% = 1,96\%$$

Потеря воды при промывке осветлителей:

$$\Delta q = \frac{Q_{\text{час}} \cdot q_{\text{ос}}}{100} = \frac{1233,2 \cdot 1,96}{100} = 24,2 \text{ м}^3$$

41. Определение площадей осветлителя

Площади осветлителя рассчитываются для зимнего периода без учета расходов на поливку улиц зеленых насаждений и для летнего периода:

$$F_{\text{зим}} = \frac{K_{\text{рв}} \cdot q_{\text{зим}}}{3,6 \cdot V_{\text{осв}}} + \frac{(1 - K_{\text{рв}}) \cdot q_{\text{зим}}}{3,6 \cdot \alpha \cdot V_{\text{осв}}}, \quad (77)$$

где α – коэффициент снижения скорости восходящего потока в вертикальном осадкоуплотнителе по сравнению со скоростью в золе осветления = 0,9;

$K_{\text{рв}}$ – коэффициент распределения воды между зоной осветления и осадкоуплотнителем;

$V_{\text{осв}}$ – скорость восходящего потока в зоне осветления, мм/с;

$q_{\text{зим}}$ – расход воды без учета расходов на полив улиц и зеленых насаждений = 1192,4 м³/ч.

$$F_{\text{зим}} = \frac{0,75 \cdot 1192,4}{3,6 \cdot 0,8} + \frac{(1 - 0,75) \cdot 1192,4}{3,6 \cdot 0,9 \cdot 0,8} = 431 \text{ м}^2.$$

Количество взвешенных веществ, поступающих в осветлитель в зимний период равно:

$$C_3 = M_3 + H \cdot D_{\text{кз}} + 0,25_{\text{из}} + I_3 = 127,3 \text{ мг/л.}$$

Принимаем 4 осветлителя с двумя коридорами каждый.

Площадь каждого из двух коридоров равна:

$$f_{\text{кор}} = \frac{316}{10} = 31,6 \text{ м}^2$$

Ширина коридора осветлителя равна 3,0 м, тогда длина коридора:

$$l_{\text{к}} = \frac{31,6}{3,3} = 9,4 \text{ м} \approx 10 \text{ м}$$

Площадь осадкоуплотнителя равна:

$$f_{\text{оу}} = \frac{115}{5} = 23 \text{ м}^2$$

Ширина осадкоуплотнителя определяется из выражения:

$$b_{\text{оу}} = \frac{23}{9,4} = 2,4 \text{ м}$$

Водораспределительный дырчатый коллектор в нижней части коридоров осветлителя рассчитывается на расход воды.

$$q_{\text{кол}} = \frac{1233,2}{10} = 123,3 \frac{\text{м}^3}{\text{час}} = 34,2 \text{ л/с}$$

Так как, скорость входа воды в дырчатый коллектор не должна быть больше 6 м/сек, а скорость выхода не более 0,5 м/с, принимаем коллектор телескопической формы, состоящий из двух труб $d = 250$ мм, и расходом воды 34,2 л/с, скорость входа 0,64 м/с.

В начале участка $d = 200$ мм, при расходе 11,4 л/с, скорость $V = 0,34$ м/с.

Скорость входа воды из отверстий находится в пределах 1,5 – 2 м/с, принимаем $V = 2,0$ м/с.

Площадь отверстий распределительного коллектора составит:

$$f_o = q_{\text{кол}} \cdot V_o = 0,0342 \cdot 2,0 = 0,0171 \text{ м} = 171 \text{ см}$$

Принимаем диаметр отверстий $d = 20$ мм.

Площадь одного отверстия :

$$f_{\text{отв}} = 0,000314 \text{ м}^2 = 3,14 \text{ см}^2$$

Количество отверстий:

$$n = \frac{171}{3,14} = 54 \text{ шт}$$

Отношение суммы площадей всех отверстий в распределительном коллекторе к площади его поперечного сечения:

$$n \cdot \frac{\frac{\pi d_o^2}{4}}{\frac{\pi D_{\text{кол}}^2}{4}} = n \cdot \frac{d_o^2}{D_{\text{кол}}^2} = 54 \cdot \frac{0,0004}{0,0625} = 0,346$$

Т.е. находится в пределах (0,3 – 0,4).

Расстояние между осями отверстий в каждом ряду:

$$l = \frac{2l_k}{n_o} = \frac{2 \cdot 9,4}{50} = 376 \text{ мм} = 0,376 \text{ м} < 0,5 \text{ м}, \quad (78)$$

42. Водосборные желоба с затопленными отверстиями

Расход воды на каждый желоб:

$$q_{\text{ж}} = \frac{K \cdot Q_{\text{час}}}{4} \quad (79)$$

$$q_{\text{ж}} = \frac{0,75 \cdot 1233,2}{20} = 39,6 \frac{\text{м}^3}{\text{час}} = 1,1 \text{ л/с}$$

Ширина желоба прямоугольного сечения:

$$B_{\text{ж}} = 0,9 \cdot q_{\text{ж}}^{0,4} \quad (80)$$

$$B_{\text{ж}} = 0,9 \cdot 0,011^{0,4} = 15,5 \text{ см}$$

Отверстия размещаются по внутренней стороне желоба на 7 см ниже его верхней кромки, тогда глубина желоба вначале и в конце будет равна:

$$h_{\text{нач}} = 7 + 1,5 \cdot \frac{B_{\text{ж}}}{2} = 7 + 1,5 \cdot \frac{15,5}{2} = 18,6 \text{ см}$$

$$h_{\text{кон}} = 7 + 2,5 \cdot \frac{B_{\text{ж}}}{2} = 7 + 2,5 \cdot \frac{15,5}{2} = 26,4 \text{ см}$$

Площадь отверстий в стенке желоба:

$$\Sigma f_{\text{отв}} = \frac{q_{\text{ж}}}{\mu \sqrt{2 \cdot q \cdot n}} \quad (81)$$

где n – разность уровней в осветлителе и желобе, равное 0,05 м;

μ – коэффициент расхода, равный 0,65.

$$\Sigma f_{\text{отв}} = \frac{0,011}{0,65 \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,05}} = 0,0176 \text{ м}^2 = 176 \text{ см}^2$$

При диаметре каждого отверстия 20 мм и его площади $f_0 = 3,14$ количество отверстий будет равно:

$$n = \frac{\Sigma f_0}{f_0} = \frac{176}{3,14} = 54$$

Шаг отверстий:

$$l = \frac{l}{n} = \frac{9,4}{54} = 0,174 \text{ м} = 17,4 \text{ см}$$

43. Осадкоуплотнительные окна

Площадь осадкоуплотнительных окон определяется по Q :

$$Q_{\text{ок}} = (1 - 0,75) \cdot Q_{\text{расч}} \quad (82)$$

$$Q_{\text{ок}} = (1 - 0,75) \cdot \frac{1233,2}{5} = 56 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где $Q_{\text{ок}}$ – расход воды приходящийся на одно окно. С каждой стороны в осадкоуплотнитель поступает $Q' = 28 \text{ м}^3/\text{ч}$ с избыточным осадком.

Площадь осадкоуплотнительных окон с каждой стороны осадкоуплотнителя равна:

$$f_{\text{ок}} = \frac{Q'_{\text{ок}}}{V_{\text{ок}}} = \frac{28}{42} = 0,69 \text{ м}^2$$

где $V_{\text{ок}}$ – скорость движения воды с осадком в окнах, равная (36 – 54) м/ч.

Принимаем высоту окон, равную 0,2 м.

Общая длина их с каждой стороны осадкоуплотнителя

$$l_{\text{ок}} = \frac{0,69}{0,2} = 3,45 \text{ м.}$$

Устраиваем с каждой стороны по 10 окон размером 0,2 x 0,345.

При длине осадкоуплотнителя 9,4 м и 10 окнах, шаг оси окон по горизонтали составит 0,94 м, расстояние между соседними окнами при ширине окна 0,345 м будет равна $0,94 - 0,345 = 0,595$ м.

44. Дырчатые трубы для сбора и отвода воды

Расход воды через каждую сборную дырчатую трубу составит:

$$Q_{\text{св}} = \frac{(1-K) \cdot Q_{\text{расч}} - Q_{\text{ос}}}{2} \quad (83)$$

где $Q_{\text{ос}}$ – потеря воды при (сбросе осадка) продувке одного осветлителя.

Всего труб две.

$$Q_{\text{св}} = \frac{(1 - 0,75) \cdot 246,64 - 4,84}{2} = 284 \frac{\text{м}^3}{\text{час}} = 7,9 \text{ л/с}$$

Принимаем диаметр $d = 175$ мм, тогда $V_{\text{сб}} = 0,39 \text{ м}^3/\text{с}$.

При диаметре отверстия $d = 18$ мм и скорости входа воды в них 1,5 м должна быть:

$$\sum f_0 = \frac{0,0079}{1,5} = 0,0053 \text{ м}^2 = 53 \text{ см}^2$$

Площадь каждого отверстия $f_{отв} = 2,54 \text{ см}^2$. Количество отверстий:

$$n_o = \frac{\sum f_o}{f_{отв}} = \frac{53}{2,54} = 21,2$$

Принимаем двадцать отверстий с шагом:

$$l = \frac{9,4}{20} = 0,47 \text{ см}$$

Фактическая скорость воды входа в отверстия:

$$V_{фак} = \frac{q_{сб}}{f_o \cdot n} = \frac{0,0079}{0,000254 \cdot 20} = 1,6 \frac{\text{м}}{\text{с}} > 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

45. Определение высоты осветлителя

Высота осветлителя от центра водораспределительного коллектора до верхней кромки водосборных лотков равна:

$$H_{осв} = \frac{v_{кор} - 2v_{ж}}{2tg \frac{\alpha}{2}} \quad (84)$$

Где $v_{кор}$ – ширина коридора осветлителя;

$v_{ж}$ – ширина одного желоба;

α – центральный угол, образуемый прямыми, проведенными от оси водораспределительного коллектора к верхним точкам кромок водосборных желобов равен:

$$H_{осв} = \frac{3,3 - 2 \cdot 0,155}{2tg \frac{31}{2}} = \frac{2,99}{0,5450} = 5,49 \text{ м}$$

С учетом высоты повышения уровня воды в осветлителе при промывке фильтра полная высота осветлителя равна:

$$H_{осв} = 5,58 \text{ м}$$

Высота пирамидальной части осветлителя равна:

$$h_{\text{пир}} = \frac{B_{\text{кор}} - \alpha a}{2 \operatorname{tg} \alpha \frac{1}{2}} = \frac{3,3 - 0,6}{2 \cdot 0,700} = 1,86 \text{ м}$$

Высота пирамидальной части равна 1,86 м.

Высота зона взвешенного участка выше перехода наклонных стенок в вертикальные, и равна:

$$h_{\text{верт}} = H_{\text{осв}} - h_{\text{защ}} - h_{\text{пир}} \quad (85)$$

где $h_{\text{защ}}$ – высота зоны осветления (1,5 – 2) м;

$H_{\text{осв}}$ – высота осветлителя равная 5,49 м.

$$h_{\text{верт}} = 5,49 - 2 - 1,86 = 1,63 \text{ м}$$

Полная высота зоны взвешенного осадка:

$$h_{\text{зво}} = h_{\text{верт}} + \frac{h_{\text{пир}}}{2} \quad (86)$$

$$h_{\text{зво}} = 1,63 + \frac{1,86}{2} = 2,56 \text{ м}$$

Верхнюю кромку осадкоприемных окон располагаем на 1,71 м ниже поверхности воды в осветлителе. Тогда нижняя кромка этих окон будет размещаться на уровне $5,49 - 1,71 = 3,78$ м от дна осветлителя, нижняя кромка этих окон располагается на высоте 3,58 м от поверхности осветлителя.

Низ осадкоприемных окон располагается на $5,49 - (1,86 + 1,71 + 0,2) = 1,72$ м выше перехода наклонных стенок зоны взвешенного осадка в вертикальные, то вполне соответствует требованиям.

46. Дырчатые трубы для удаления осадка из осадкоуплотнителя

Диаметр труб рассчитывают из условия отведения накопившегося осадка в течении 15 – 20 мин. 0,25 – 0,33 г при скорости в конце трубы не менее 1 м/с.

При объеме осадкоуплотнителя $58,8 \text{ м}^3$ и опорожнении за 20 минут через каждую осадкосбросную трубу пропускается расход:

$$Q_{\text{осв}} = \frac{W}{2t} \quad (87)$$

$$Q_{\text{осв}} = \frac{58,8}{2 \cdot 0,3} = 98,3 \text{ м}^3/\text{ч} = 26,3 \text{ л/с}$$

Принимаем диаметр труб $d = 175 \text{ мм}$.

Скорость движения воды в конце трубы $V_k = 1,17 \text{ м/с}$.

Площадь отверстий при скорости $V_o = 3 \text{ м/с}$ составит:

$$\sum f_o = \frac{q_{\text{ос}}}{v_o} = \frac{0,0263}{3} = 0,0087 \text{ м}^2 = 87 \text{ см}^2$$

Принимаем отверстия диаметром $d=20 \text{ мм}$ и площадью $3,14 \text{ см}^2$.

Количество отверстий:

$$n = \frac{87}{3,14} = 27 \text{ отв}$$

Принимаем 26 отверстий с шагом оси:

$$l_o = \frac{9,4}{26} = 0,36 \text{ м} < 0,5 \text{ м}$$

47. Определение потерь напора

Определение потерь напора в распределительном коллекторе:

$$h = \frac{3,3}{W^{1,8}} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (88)$$

где W – отношение суммы всех площадей отверстий в трубе к площади его поперечного сечения.

$$h = \frac{3,3}{0,35^{1,8}} \cdot \frac{0,64^2}{19,6} = 0,23 \text{ м}$$

Определение потерь напора в водосборных лотках:

$$h = \left(\frac{2,2}{W} + 1 \right) \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (89)$$

$$h = \left(\frac{2,2}{0,35} + 1 \right) \cdot \frac{V^2}{2g} = 7,3 \cdot \frac{0,64^2}{19,6} = 0,13 \text{ м}$$

Определение потерь напора в дырчатых трубах для удаления осадка из осадкоуплотнителя:

$$h = \left(\frac{2,2}{W} + 1 \right) \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (90)$$

где V – скорость движения воды в трубе.

$$h = \left(\frac{2,2}{0,35} + 1 \right) \cdot \frac{1,17^2}{19,6} = 1,76 \text{ м}$$

Определение потерь напора в дырчатых трубах для сбора и отвода воды из зоны уплотнения:

$$h = \left(\frac{2,2}{W} + 1 \right) \cdot \frac{V^2}{2g} = 0,23 \text{ м}$$

Общие потери напора в осветлителе равны:

$$H_{\text{осв}} = 0,23 + 0,13 + 1,76 + 0,23 = 2,35 \text{ м.}$$

48. Расчет скорых фильтров

Определение размеров фильтра:

$$F_{\phi} = \frac{Q_{\text{сут}}}{m \cdot V_{\text{рн}} - 3,6 \cdot n \cdot W \cdot t_1 - n \cdot t_2 \cdot V_{\text{рн}}} \quad (91)$$

Где $Q_{\text{сут}}$ – полезная производительность станции очистки, м³/сут;

m – продолжительность работы станции в течении суток, часах;

$V_{рн}$ – расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме;

n – количество промывок каждого фильтра в сутки;

W – интенсивность промывки;

t_1 – продолжительность промывки, 0,1ч;

t_2 – время простоя фильтра в связи с промывкой, 0,33ч.

$$F_{\phi} = \frac{29572,5}{24 \cdot 12,9 - 3,6 \cdot 2 \cdot 17 \cdot 0,1 - 2 \cdot 0,33 \cdot 12,9} = \frac{29572,5}{295,68} = 100 \text{ м}^2$$

Количество фильтров равно:

$$N = 0,5\sqrt{F} = 0,5\sqrt{100} = 5 \text{ шт}$$

Площадь одного фильтра равна 25 м² с размерами в плане 5х5 м.

Скорость фильтрования при форсированном режиме:

$$V_{\phi} = 12,9 \cdot \frac{5}{5-1} = 16,1 \frac{\text{м}}{\text{ч}} < 17 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

49. Подбор состава загрузки фильтра

Загрузка фильтров принята согласно СанПиН 2.1.4.1074 – 01.

Высота фильтрующего слоя $h_{\phi} = 1,8$ м.

Диаметр зерен колеблется в пределах (0,8 – 2) мм.

Эквивалентный диаметр зерен измеряется в пределах (1 – 1,2) мм.

Коэффициент неоднородности (1,5 – 1,8).

Поддерживающие слои имеют высоту 500 мм и крупность зерен от 2 – х до 40 мм.

Фильтрующий слой: горелые породы (эквивалентный диаметр от 1,12 до 1,23, коэффициент неоднородности не более 2, истираемость 0,1 – 0,15 % по массе, измельчаемость 0,02 – 0,1 % по массе, плотность 2,37 – 2,56 т/м³, пористость 51 – 58 %). Добыча породы происходит в Кемеровской области

Киселевского угольного месторождения «Дальние горы»). Горелые породы по своей структуре имеют хорошо развитую поверхность, высокую природную пористость и стабильно высокую механическую прочность. Эти свойства минерала позволяют производить из него высокоэффективный фильтрующий материал. Суммарный износ которого составляет менее 0,25 % в год при пористости 58 %. Использование данной породы в качестве загрузки фильтров позволяет улучшить качество очистки воды, увеличить скорость фильтрации, повысить стабильность напора воды, увеличить межпромывочные циклы, а так же позволяет снизить расходы промывных вод и электроэнергии.

Поддерживающий слой: керамзит.

Скорость фильтрования $V_{\phi} = 1,2 - 1,4$ м/ч.

Скорость фильтрования при форсированном режиме $V_{фор} = 1,4 - 1,7$ м/ч.

Интенсивность промывки 16 – 18 л/с·м².

50. Расчет распределительной системы фильтра

Количество промывочной воды, необходимое для одного фильтра:

$$q_{пр} = F \cdot W \quad (92)$$

где W – интенсивность промывки, л/с·м²;

F – площадь фильтров.

$$q_{пр} = \frac{100}{5} \cdot 17 = 340 \text{ л/с}$$

Диаметр коллектора распределительной системы равен 600 мм при скорости $V_{кол} = 1,14$ м/с, то есть лежит в пределах от 1 – 1,2 м/с.

Площадь дна фильтра, приходящаяся на каждое ответвление распределительной системы при расстоянии между ними $m=0,27$ м и наружном диаметре коллектора $D_{кол} = 630$ мм, составит:

$$f_{отв} = \frac{(5-0,63)}{2} \cdot 0,27 = 0,59 \text{ м}^2$$

Расход промывной воды, поступающей через одно отверстие составляет:

$$g_{\text{отв}} = f_{\text{отв}} \cdot W = 0,59 \cdot 17 = 9,9 \text{ л/с}$$

Диаметр труб ответвления принимаем $d_{\text{отв}} = 80$ мм (ГОСТ 3262–75), тогда $V_{\text{отв}} = 1,99$ л/с (1,8 – 2) л/с.

В нижней части ответвлений под углом 45 к вертикали предусматриваются отверстия $d = 14$ мм.

Отношение площади всех отверстий в отверстиях распределительной системы $\sum f_0$ к площади фильтра принято равным 0,25%.

При площади одного фильтра $F = 20$ м² суммарная площадь отверстий составит $\sum f_0 = \frac{0,25 \cdot 20}{100} = 0,05 \text{ м}^2 = 500 \text{ см}^2$.

При диаметре отверстий 14 мм площадь отверстия $f_{\text{отв}} = 1,54 \text{ см}^2$.

Общее количество отверстий в распределительной системе каждого фильтра:

$$n_0 = \frac{\sum f_0}{f_{\text{отв}}} = \frac{500}{1,54} = 324 \text{ шт}$$

Общее количество ответвлений на каждом фильтре составит:

$$n = \frac{4,0}{0,27} \cdot 2 = 30 \text{ шт}$$

Количество отверстий, приходящееся на одно ответвление:

$$n_0 = \frac{324}{30} = 10,8 = 11 \text{ шт}$$

При длине одного ответвления:

$$l_{\text{отв}} = \frac{(5-0,63)}{2} = 2,18$$

Шаг оси отверстий на ответвлении

$$l_0 = \frac{l_{\text{отв}}}{11} = \frac{2,18}{11} = 200 \text{ мм}$$

Рекомендуется 200 – 250 мм.

Отверстия располагаются в нижней части трубы в два ряда под углом 45 к верхней оси трубы.

Для удаления воздуха из трубопроводов, подающих воду на промывку фильтра предусмотрены стояки воздушники диаметром 75 мм с автоматическим устройством для выпуска воздуха.

51. Расчет устройств для сбора и отвода воды при промывке фильтра

Расход промывной воды, приходящейся на один желоб при их количестве – 3:

$$g_{\text{ж}} = \frac{340}{3} = 113,3 \text{ л/с}$$

Расстояние между осями желобов составляет $4/3 = 1,33 \text{ м} < 2 \text{ м}$.

Ширина желоба равна:

$$B_{\text{ж}} = k \cdot \sqrt{\frac{d_{\text{час}}^2}{(1,57+a)^3}} \quad (93)$$

где $v = 1,57+a$ – величина постоянная

a – отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины равно 1–1,5;

k – коэффициент равный для желобов с треугольными основаниями 2,1.

$$B_{\text{ж}} = 2,1 \cdot \sqrt{\frac{113,3^2}{(1,57 + 1,5)^3}} = 0,45 \text{ м}$$

Высота прямоугольной части желоба:

$$h_{\text{ж}} = 0,75B = 0,34 \text{ м}$$

Полезная высота желоба:

$$h_{\text{п}} = 1,25B = 0,56 \text{ м}$$

Конструктивная высота желоба с учетом толщины стенки равна:

$$h_k = h + 0,06 = 0,56 + 0,06 = 0,64 \text{ м}$$

Скорость движения воды в желобе $V = 0,61 \text{ м/с}$.

Высота кромки желоба над поверхностью фильтрующей загрузки при $H=1,8$ и $l=45\%$ по формуле:

$$\Delta h_{\text{ж}} = \frac{H \cdot e}{100} + 0,3 \quad (94)$$

где H – высота фильтрующего слоя;

e – относительное расширение фильтрующей загрузки, %.

$$\Delta h_{\text{ж}} = \frac{1,8 \cdot 25}{100} + 0,3 = 0,75 \text{ м}$$

Так как конструктивная высота желоба $h_{\text{жс}} = 0,64 \text{ м}$ меньше $\Delta h_{\text{жс}}$ на $0,11 \text{ м}$ по СНИП необходимо $(0,5 - 0,6) \text{ м}$, поэтому принимаем $\Delta h_{\text{жс}} = 0,7 \text{ м}$.

Расход воды на промывку фильтра:

$$P = \frac{W \cdot t_1 \cdot f \cdot 60 \cdot N}{Q_{\text{час}} \cdot T_p \cdot 1000} \cdot 100\% \quad (95)$$

где T_p – продолжительность работы фильтра между двумя промывками:

$$T_p = T_0 - (t_1 + t_2 + t_3)$$

T_0 – продолжительность работы фильтроцикла 12 ч ;

t_3 – продолжительность сброса первого фильтра в сток $0,17 \text{ ч}$;

$$T_p = 12 - (0,1 + 0,33 + 0,17) = 11,4 \text{ ч}$$

При $Q = 1233,2 \text{ м}^3/\text{ч}$, $W = 17 \text{ л/с} \cdot \text{м}^2$, $N = 5$ и $f = 20 \text{ м}$ расход воды на промывку:

$$P = \frac{17 \cdot 20 \cdot 6 \cdot 60 \cdot 5}{1233,2 \cdot 11,4 \cdot 1000} \cdot 100 = 4,35\%$$

Так как количество фильтров менее бти, определяем дополнительную высоту фильтров по формуле:

$$H_{\text{доп}} = \frac{W}{\sum F_c} \quad (96)$$

где W – оббъем воды, накапливающийся за время промывки одного фильтра;

$\sum F$ – суммарная площадь сооружений, в которых происходит накопление ВОДЫ.

$$H_{\text{доп}} = \frac{132,4}{1396,86} = 0,09 \text{ м} = 9 \text{ см}$$

52. Определение потерь напора при промывке фильтра

а) потери напора в отверстиях труб распределительной системы фильтра

$$h = \left(\frac{2,2}{W^2} + 1 \right) \cdot \frac{V_{\text{кол}}^2}{2g} + \frac{V_p^2 \cdot T}{2g} \quad (97)$$

где V_{pt} – скорость движения воды в распределительных трубах, м/с;

$$h = \left(\frac{2,2}{0,18^2} + 1 \right) \cdot \frac{1,14^2}{19,62} + \frac{1,99^2}{19,62} = 4,74 \text{ м}$$

б) потери напора в фильтрующем слое

$$h_{\phi} = (a + b \cdot W) \cdot H_{\phi} \quad (98)$$

где $a=0,85$, $b=0,004$ – параметры для пород с крупностью зерен от 1 до 2;

$$h_{\phi} = (0,85 + 0,068) \cdot 1,8 = 1,65 \text{ м}$$

в) потери напора в поддерживающих слоях

$$h = 0,022 \cdot H_{\text{пс}} \cdot W \quad (99)$$

$$h = 0,022 \cdot 0,5 \cdot 17 = 0,18 \text{ м}$$

г) потери напора в трубопроводе подводящем промывочную воду к общему коллектору распределительной системы при $g = 340$ л/с, $d = 500$ мм, $V = 1,63$ м/с, $i = 0,0069$, тогда при длине трубопровода 30 м:

$$h = i \cdot l = 0,00669 \cdot 30 = 0,2 \text{ м}$$

е) потери напора на местные сопротивления в фасонных частях:

$$h_{\text{мс}} = \sum \xi \frac{V^2}{2g} \quad (100)$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления, зависит от его вида, размера и конструктивного выполнения:

Для колена $\xi = 0,984$;

Для задвижки $\xi = 0,26$;

Для тройника $\xi = 0,92$;

V – скорость в трубопроводе подающем промывочную воду к фильтрам.

$$h_{\text{мс}} = (2 \cdot 0,984 + 0,26 + 0,92) \cdot \frac{1,63^2}{2 \cdot 9,81} = 0,42 \text{ м}$$

Полная величина потерь напора при промывке скорого фильтра составит:

$$\sum h = 4,74 + 1,5 + 0,18 + 0,2 + 0,42 = 7,19 \text{ м}$$

Геометрическая высота подъема воды от дна резервуара чистой воды до верхней промывки желобов под фильтрами равна:

$$h_p = 0,6 + 2,3 + 4,8 = 7,8 \text{ м}$$

где 0,7 – высота кромки желоба над поверхностью фильтра;

2,3 – высота загрузки фильтра;

4,8 – глубина воды в резервуаре чистой воды.

Напор, который должна создавать башня при промывке фильтров, равен:

$$H = h_{\Gamma} + \sum h + h_{\text{зн}} = 7,8 + 7,19 + 1,5 = 16,49 \text{ м}$$

где $h_{\text{зн}}$ – запас напора (на первоначальное загрязнение фильтра).

Для промывки фильтров используется башня. Емкость бака рассчитывается на две промывки: $W_{\text{промыв}} = 132,4 \text{ м}^3$. Принимаем башню с баком емкостью 300 м^3 ТП 901–5–44.87.

Насос для подачи воды в башню хранения промывной воды 8к18. Производительность насоса $(220 - 360) \text{ м}^3/\text{ч}$, напор $20,7 - 15 \text{ м}$.

Вода после промывки фильтра подается в резервуар накопитель, расположенный за территорией очистной станции, рассчитанный на 2 промывки – 300 м^3 . Затем насосами 8к18, расположенными в насосной станции фекальных вод подается к смесителю. Осадок, при помощи гидроэлеваторов направляется на сушку.

53. Определение диаметров трубопроводов

Определение диаметров трубопроводов сведено в таблицу 22.

Таблица 22 – Гидравлический расчет трубопроводов

№ п.п	Назначение трубопроводов	Q, л/с	V, м/с	D, мм	Рекоменд. скорость
1	2	3	4	5	6
1	Для подачи осветленной воды на все фильтры	343	1,15	600	0,8–1,2
2	Тоже, на один фильтр	85,7	1,13	300	0,8–1,2

1	2	3	4	5	6
3	Подача фильтрата в резервуар чистой воды (со всех фильтров)	343	1,63	500	1,0–1,5
4	Подача промывной воды в распределительную систему	340	1,63	500	1,5–2,0
5	Для отвода промывной воды в сток	340	1,63	500	1,5–2,0
6	Для отвода первого фильтрата с одного фильтра	87,7	1,13	300	1,0–1,5

54. Расчет хлорной установки

Хлорирование воды производится перед резервуаром чистой воды.

Для хлорирования часовой расход гипохлорита натрия составит:

$$g''_{\text{хл}} = \frac{Q_{\text{сут}} \cdot D''_{\text{х}}}{24} = \frac{29572,5 \cdot 1}{24000} = 1,2 \text{ кг/ч}$$

где $D''_{\text{х}}$ – доза гипохлорита натрия для хлорирования, равна $D''_{\text{х}} = 1 \text{ мг/дм}^3$.

Общий расход гипохлорита натрия составит:

$$g_{\text{общ}} = g'_{\text{хл}} + g''_{\text{хл}} = 4,9 \frac{\text{кг}}{\text{час}} = 118 \text{ кг/сут}$$

Так как производительность хлораторной менее 250 кг/ч помещение состоит из двух залов – хлораторной и аппаратной с одним общим выходом.

В аппаратной установлено два вакуумных хлоратора ЛОНИИ-100КМ: пределы регулирования производительности по расходу гипохлорита натрия 2 – 8 кг/ч; пределы давления воды на входе эжектора 0,25 – 0,5 кгс/см²; рабочее давление воды перед эжектором 0,4 – 0,5 кгс/см².

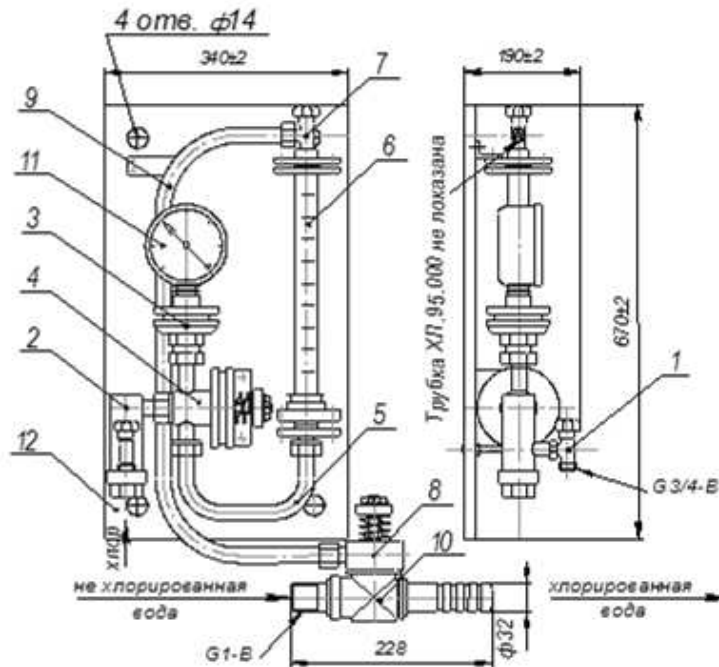


Рисунок 9 – Сборочный чертеж хлоратора ЛОНИИ – 100КМ: 1 – кран запорный; 2 – фильтр; 3 – камера мембранная; 4 – клапан редукционный; 5 – трубка; 6 – ротаметр; 7 – регуляторы расхода; 8 – клапан запорный; 9 – трубка; 10 – эжектор; 11 – мановакуумметр; 12 – панель

Количество растворных и расходных баллонов:

$$n = \frac{Q_{\text{хл}}}{S_{\text{бал}}} = \frac{4,9}{0,5} = 9 \text{ шт}$$

где $Q_{\text{хл}}$ - часовой расход гипохлорита натрия, кг/с;

$S = 0,5-0,7$ кг/ч – съём гипохлорита натрия с одного баллона без искусственного подогрева при $t = 18^{\circ}\text{C}$.

Всего за сутки потребуется:

$$n = \frac{118}{55} = 3 \text{ баллона}$$

где 55 – емкость стандартного баллона (ГОСТ 949–73).

В помещении хлораторной находится еще 50% суточной потребности в баллонах – 2 баллона.

Кроме того при хлораторной предусматривается хранение трех суточного запаса хлора. Количество баллонов в складе составит: $3 \times 3 = 9$ баллонов.

Склад хлора имеет отдельный вход. Основной запас хлора находится на расходном складе, рассчитанном на месячную потребность в гипохлорите натрия:

$$n_{\text{бал}} = \frac{118 \cdot 30}{55} = 65 \text{ шт}$$

Доставка баллонов со склада на очистную станцию производится автомобилем.

55. Расчет резервуара чистой воды

Емкость резервуаров чистой воды определяется из выражения:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{р}} + W_{\text{п}} + W_{\text{ф}} \quad (101)$$

где $W_{\text{ф}}$ – запас воды на промывку фильтра и другие нужды станции, м^3 ;

$W_{\text{п}}$ – пожарная емкость резервуаров, м^3 ;

$W_{\text{р}}$ – регулирующая емкость резервуаров чистой воды, м^3 .

$$W_{\text{р}} = 3Q_{\text{п}} + \sum Q_{\text{max}}^{\text{сут}} - 3Q_1 \quad (102)$$

где $Q_{\text{п}}$ – часовой пожарный расход, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_{max} – суммарный расход за 3 часа максимального водопотребления;

Q_1 – количество воды, подаваемое насосами НС – I.

$$\sum Q_{\text{max}} = 3 \cdot 0,01 \cdot 4,55 \cdot 26631,97 = 3640 \text{ м}^3$$

$$\sum Q_1 = 3 \cdot 0,01 \cdot 4,17 \cdot 29572,5 = 3700 \text{ м}^3$$

$$3Q_{\text{п}} = 810 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{р}} = 810 + 3640 - 3700 = 750 \text{ м}^3$$

Определение регулирующей емкости:

$$W_p = (4,17 - 2,71) \cdot 5 = 7,3\%$$

$$W_p = Q_{\text{сут}} \cdot 7,3 = 0,01 \cdot 26631,97 \cdot 7,3 = 1945 \text{ м}^3$$

$$W_{\phi} = 264,8 \text{ м}^3$$

где $W_{\text{сн}}$ – объем воды в резервуаре на собственные нужды станции – 2130,5 м³.

Общий объем резервуаров чистой воды составит:

$$W_{\text{общ}} = 1945 + 750 + 264,8 + 2130,5 = 6090,3 \text{ м}^3$$

Принимаем два резервуара емкостью $W = 3000 \text{ м}^3$ каждый.

56. Автоматика и технический контроль

Регулирование подачи промывной воды к фильтрам.

Для контроля за скоростью подачи промывной воды, расходом промывной воды за время одной промывки на станциях очистки устанавливают автоматическое регулирование подачи промывной воды к фильтрам.

Скорость фильтрования сквозь толщу фильтра должна быть постоянной.

Наблюдение за скоростью фильтрования производится при помощи поплавкового устройства. Поплавок должен находиться все время на одном и том же уровне.

Но этого не происходит, потому что в процессе эксплуатации фильтр засоряется. Скорость фильтрования постепенно уменьшается, уровень воды над слоем фильтра увеличивается, следовательно, поплавковое устройство будет повышаться.

При определенном наивысшем уровне поплавок обслуживающий персонал производит вывод системы на промывку. Промывная вода поступает из водонапорной башни.

57. Система регулирования подачи промывной воды к фильтрам

Для удаления из воды мелкодисперсных и коллоидных частиц, не задержанных в отстойниках и осветлителях, используют обычные скорые фильтры с инертной зернистой загрузкой. Вода на фильтр подводится под уровень воды, т.е. под небольшим напором. При таком способе увеличение сопротивления загрузки в одном из фильтров или вывод фильтра на промывку влечет за собой перераспределение воды по другим фильтрам. Скорость фильтрования регулируется по расходу воды, прошедшей через фильтр, а общая производительность – по уровню в резервуарах чистой воды. По такой схеме работают все напорные фильтры. На станциях небольшой производительности применяют регуляторы скорости фильтрования прямого действия (поплавковые с дроссельной заслонкой или гидравлические).

Схема автоматической системы регулирования производительности фильтра с автоматическим задатчиком реализует зависимость скорости фильтрования от уровня в открытом подводящем коллекторе. Система применяется только в тех случаях, когда между фильтрами имеется гидравлическая связь. Восстановление фильтрующей способности фильтра связано с рядом операций, производимых в определенной последовательности с заданной продолжительностью: отключение фильтра от общей магистрали (0,5 – 1 мин); включение промывных насосов (напорного резервуара) и воздуходувок и водовоздушное взрыхление загрузки (3 – 5 мин); отключение воздуходувок (процесс промывки 5 – 10 мин); спуск первого фильтрата после промывки (3 – 5 мин); включение фильтра в рабочий цикл (1 – 2 мин).

Выполнение перечисленных операций связано с открытием и закрытием пяти-шести задвижек на каждом фильтре, включением и отключением насосов и воздуходувок. При большом числе фильтров выполнение этих операций возможно только при дистанционном или автоматическом управлении.

В канале, подающем воду на фильтры, устанавливают уровнеметр с электрическим датчиком. На трубопроводах отвода фильтрата каждого фильтра

устанавливают сужающее устройство как измеритель скорости фильтрации с электрическим датчиком и регулятор открытия фильтрационной задвижки. Датчик уровня служит датчиком для регуляторов скорости фильтрации всех фильтров. При нарушении равновесия между подачей воды от насосов I подъема и отводом фильтрованной воды, например при отключении одного фильтра на промывку, уровень воды в канале начнет увеличиваться. При этом датчик уровня задает новую увеличенную скорость фильтрации всем остальным фильтрам. По истечении некоторого времени нарушенное равновесие восстановится при каком то новом уровне воды в канале. Таким путем автоматически устанавливается скорость фильтрации, соответствующая колебаниям притока воды от насосов I подъема.

В схеме предусматривается аварийная сигнализация, когда скорость фильтрации или уровень в канале выходит за установленные пределы.

Задача автоматизации фильтров заключается не только в оперативном и надежном управлении переключательными операциями, но и в том что, чтобы добиться максимальной продолжительности фильтроцикла с наименьшими затратами воды.

58. Защита трубопроводов от коррозии

58.1 Катодная защита трубопроводов от почвенной коррозии

Катодная поляризация осуществляется с помощью наложенного тока от внешнего источника энергии, обычно выпрямителя, который преобразует переменный ток промышленной частоты в постоянный. Защищаемая конструкция соединяется с отрицательным полюсом внешнего источника выпрямленного тока, так что она действует в качестве катода. Второе анодное заземление соединяется с положительным полюсом источника тока так, что он действует в качестве анода.

В дипломном проекте предусмотрена катодная защита, потому что защищаемая конструкция и анодное заземление находятся в электрическом

контакте, защита от коррозии достигается с помощью металлических проводников, через выпрямитель, обеспечивающий катодную поляризацию.

Катодная защита регулируется путем поддержания необходимого защитного потенциала, который измеряется между конструкцией и электродом сравнения (ЭС). Прибор для измерения поляризационного потенциала устанавливается на каждые 200 метрах.

Катодная защита используется совместно с изоляционными покрытиями, нанесенными на наружную поверхность защищаемого сооружения. Поверхностное покрытие уменьшает необходимый ток на несколько порядков. Для катодной защиты стали плотность тока выбирают 0,01 – 0,2 мА/м².

По мере разрушения покрытия и оголения металла, катодный ток должен возрасти для обеспечения защиты сооружения.

58.2 Расчет и проектирование катодной защиты

Данные:

Первый трубопровод:

- Диаметр трубы ($D_{т1}$) 219 мм
- Толщина трубы ($\delta_{т1}$) 6 мм
- Длина трубопровода 1 3030 мм
- Удельное сопротивление грунта (ρ_3) 34,4 Ом
- Переходное сопротивление «труба-земля» $1 \cdot 10^5$ Ом·м

Второй трубопровод:

- Диаметр трубы ($D_{т2}$) 273 мм
- Толщина трубы ($\delta_{т2}$) 7 мм
- Длина трубопровода 2 870 мм
- Удельное сопротивление грунта (ρ_3) 34,4 Ом
- Переходное сопротивление «труба-земля» $1 \cdot 10^5$ Ом·м

Третий трубопровод:

- Диаметр трубы ($D_{т3}$) 325 мм

- Толщина трубы ($b_{т3}$) 8 мм
- Длина трубопровода 3..... 3013 мм
- Удельное сопротивление грунта (ρ_3)34,4 Ом
- Переходное сопротивление «труба-земля» $1 \cdot 10^5$ Ом·м

Четвертый трубопровод:

- Диаметр трубы ($D_{т4}$) 406.4 мм
- Толщина трубы ($b_{т4}$) 8 мм
- Длина трубопровода 4..... 1490 мм
- Удельное сопротивление грунта (ρ_3)34,4 Ом
- Переходное сопротивление «труба-земля» $1 \cdot 10^5$ Ом·м

58.3 Принципиальная схема действия катодной защиты

Катодную защиту подземных трубопроводов почвенной коррозии осуществляют путем образования на защищаемом металле отрицательного защитного потенциала по отношению к окружающей коррозионной среде (катодная поляризация).

Для этого трубопровод соединяют с отрицательным полюсом внешнего источника постоянного тока, так что он действует в качестве катода, а положительный полюс источника соединяют с анодным заземлителем под действием разности потенциалов «труба–земля», ток из грунта вытекает в трубопровод, защищая его от коррозии.

Катодную защиту используют совместно с наружными изоляционными покрытиями, что уменьшает необходимый ток на несколько порядков. По мере разрушения покрытия в процессе эксплуатации и оголения металла катодный ток должен возрастать для обеспечения защиты трубопровода.

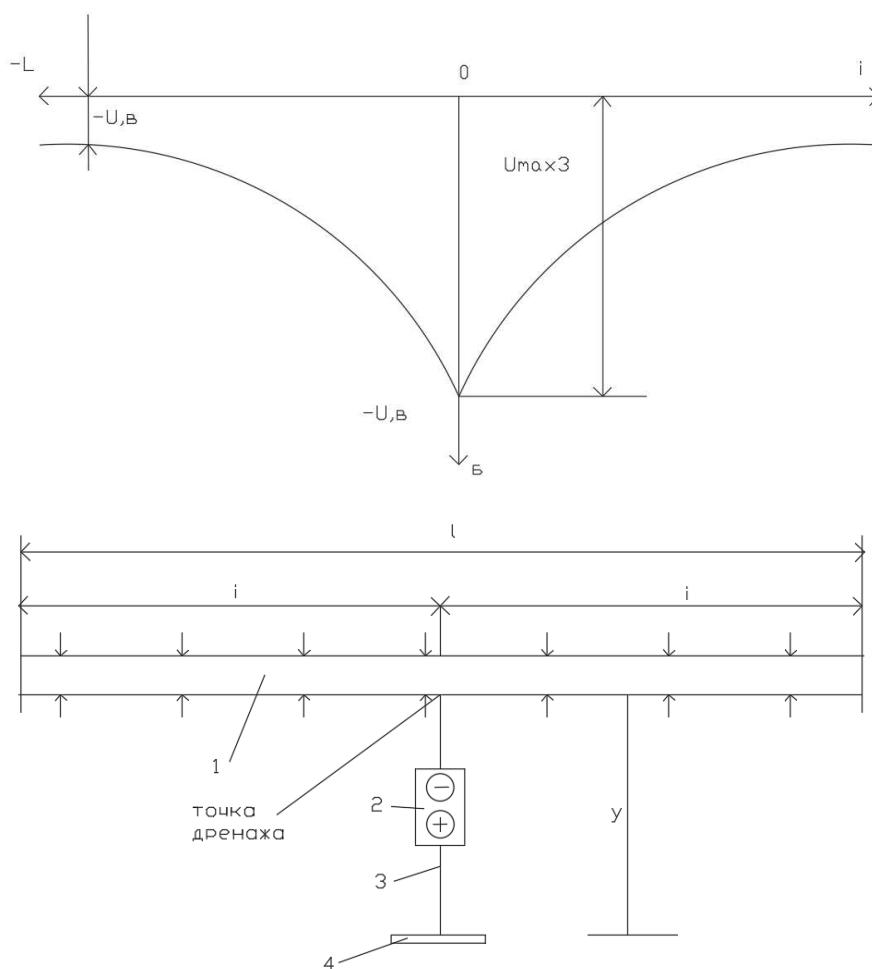


Рисунок 10 – Схема катодной защиты подземного трубопровода и диаграмма распределения разности потенциалов «труба–земля»: 1-трубопровод, 2-катодная станция, 3-дренажная электролиния, 4-анодное заземление.

Максимальное значение защитной разницы потенциалов находится у точки дренажа, лежащей против анода. По мере удаления от точки дренажа вдоль трубопровода значение наложенной разности потенциалов уменьшается. Для изолированных трубопроводов значительное повышение наложенной разности потенциалов сказывается вредное влияние на адгезию покрытия к металлу.

58.4 Расчет установки катодной защиты

Основными элементами установки катодной защиты являются: катодная станция (источник постоянного тока), анодное заземление и дренажная электролиния.

Для расчета УКЗ последовательно определяют:

- Первичные параметры (продольное сопротивление трубопровода и переходное сопротивление «труба—земля»), а затем вторичные параметры (входное сопротивление трубопровода и постоянная распространения вдоль трубопровода);
- Расстояние между трубопроводом и анодным заземлением;
- Сила тока катодной установки;
- Параметры анодного заземления;
- Параметры дренажной электролинии;
- Параметры катодной станции.

58.5 Электрические параметры трубопровода

Электрические параметры трубопровода объединяют в себя выше упомянутые первичные и вторичные параметры.

Продольное сопротивление трубопровода, R_T , Ом/м, находим по формуле:

$$R_T = \frac{\rho_T}{\pi(D_T - \delta_T)} \quad (103)$$

где ρ_T - удельное сопротивление металла для стали $\rho_m = 0,098$ Ом · м²/м.

$$R_{T1} = \frac{0,098}{3,14(219-6) \cdot 20} = 732 \cdot 10^{-6} \text{ Ом/м}$$

$$R_{T2} = \frac{0,098}{3,14(273-7) \cdot 20} = 5,87 \cdot 10^{-6} \text{ Ом/м}$$

$$R_{T3} = \frac{0,098}{3,14(325-8) \cdot 20} = 4,92 \cdot 10^{-6} \text{ Ом/м}$$

$$R_{T4} = \frac{0,098}{3,14(406,4-8) \cdot 20} = 3,92 \cdot 10^{-6} \text{ Ом/м}$$

Переходное сопротивление (R_n), «труба–земля» для усиленного типа защитного покрытия толщиной 0,35 мм равно $1 \cdot 10^5 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2$.

Постоянную распространения тока вдоль трубопровода, характеризующую протяженность зоны катодной защиты α , 1/м, рассчитывают по формуле:

$$\alpha = \sqrt{\frac{R_T}{R_n}} \quad (104)$$

$$\alpha_1 = \sqrt{\frac{7,32 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^5}} = 8,55 \cdot 10^{-6} \text{ 1/м}$$

$$\alpha_2 = \sqrt{\frac{5,87 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^5}} = 5,87 \cdot 10^{-6} \text{ 1/м}$$

$$\alpha_3 = \sqrt{\frac{4,92 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^5}} = 7,01 \cdot 10^{-6} \text{ 1/м}$$

$$\alpha_4 = \sqrt{\frac{3,92 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^5}} = 6,26 \cdot 10^{-6} \text{ 1/м}$$

Входное сопротивление трубопровода в точке дренажа при одинаковых электрических параметрах левого и правого плеча защищаемого трубопровода Z_H , Ом, находят по формуле:

$$Z_H = \frac{\sqrt{R_T \cdot R_n}}{2} \quad (105)$$

$$Z_{H1} = \frac{\sqrt{7,32 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^5}}{2} = 0,427 \text{ Ом}$$

$$Z_{H2} = \frac{\sqrt{5,87 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^5}}{2} = 0,383 \text{ Ом}$$

$$Z_{H3} = \frac{\sqrt{4,92 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^5}}{2} = 0,350 \text{ Ом}$$

$$Z_{H4} = \frac{\sqrt{3,92 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^5}}{2} = 0,313 \text{ Ом}$$

58.6 Основные параметры установки катодной защиты

При проектировании УКЗ протяженность защитной зоны равна 1550 м. минимальную наложенную разность потенциалов «труба–земля» U_{min} , В, рассчитывают по формуле:

$$U_{min} = U_{max} - U_l = -1,22 - (-0,67) = -0,55 \text{ В} \quad (106)$$

где U_{max} – максимальный защитный потенциал, В;

U_l – усредненное значение потенциала «труба–земля», В.

Максимальную допустимую разность потенциалов «труба–земля» U_{max} , В, определяют по формуле:

$$U_{max} = U_{max3} - U_l = -1,52 - (-0,57) = -0,95 \text{ В} \quad (107)$$

Кратчайшее расстояние от трубопровода до анодного заземления γ м, находят из уравнения:

$$\gamma = \frac{K_B \cdot U_{min} \cdot \rho_3 \cdot e^{\alpha l}}{2 \cdot \pi \cdot Z_B (U_{max} - K_B \cdot U_{min} \cdot e^{\alpha l})} \quad (108)$$

где K_B – коэффициент, учитывающий взаимовлияние соседних катодных установок, равное 1;

ρ_3 – удельное сопротивление земли, равное 34,4 Ом;

l – протяженность плеча защиты, равное:

$$1 - \frac{3030}{2} = 1515 \text{ м};$$

$$2 - \frac{870}{2} = 435 \text{ м};$$

$$3 - \frac{3013}{2} = 1506,5 \text{ м};$$

$$4 - \frac{1490}{2} = 745 \text{ м};$$

$$\gamma_1 = \frac{1 \cdot 0,55 \cdot 34,4 \cdot 2,72^{8,55 \cdot 10^{-6} \cdot 1515}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,427(0,95 - 1 \cdot 0,55 \cdot 2,72^{8,55 \cdot 10^{-6} \cdot 1515})} = 17,88 \text{ м}$$

$$\gamma_2 = \frac{1 \cdot 0,55 \cdot 34,4 \cdot 2,72^{7,66 \cdot 10^{-6} \cdot 435}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,383(0,95 - 1 \cdot 0,55 \cdot 2,72^{7,66 \cdot 10^{-6} \cdot 435})} = 20,39 \text{ м}$$

$$\gamma_3 = \frac{1 \cdot 0,55 \cdot 34,4 \cdot 2,72^{7,01 \cdot 10^{-6} \cdot 1506,5}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,350(0,95 - 1 \cdot 0,55 \cdot 2,72^{7,01 \cdot 10^{-6} \cdot 1506,5})} = 22,22 \text{ м}$$

$$\gamma_4 = \frac{1 \cdot 0,55 \cdot 34,4 \cdot 2,72^{6,26 \cdot 10^{-6} \cdot 745}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,313(0,95 - 1 \cdot 0,55 \cdot 2,72^{6,26 \cdot 10^{-6} \cdot 745})} = 24,37 \text{ м}$$

Силу тока в цепи катодной установки в начальный расчетный период эксплуатации (при новом изоляционном покрытии) I_h , А, определяют по формуле:

$$I_H = \frac{U_{min}}{Z_B + \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot \gamma}} \quad (108)$$

$$I_{H1} = \frac{0,55}{0,427 + \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 17,88}} = 0,75 \text{ А}$$

$$I_{H2} = \frac{0,55}{0,383 + \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 20,39}} = 0,84 \text{ А}$$

$$I_{H3} = \frac{0,55}{0,350 + \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 22,22}} = 0,92 \text{ А}$$

$$I_{H4} = \frac{0,55}{0,313 + \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 24,37}} = 1,02 \text{ А}$$

Силу тока в цепи катодной установки в конечный расчетный период эксплуатации, I_h , А, определяем по формуле:

$$I_K = \frac{U_{max}}{Z_B + \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot \gamma}} \quad (109)$$

$$I_{K1} = \frac{0,95}{0,427 + \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 17,88}} = 1,3 \text{ А}$$

$$I_{к2} = \frac{0,95}{0,383 + \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 20,39}} = 1,45 \text{ A}$$

$$I_{к3} = \frac{0,95}{0,350 + \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 22,22}} = 1,59 \text{ A}$$

$$I_{к4} = \frac{0,95}{0,313 + \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 24,37}} = 1,76 \text{ A}$$

Находим значение γ по номограмме при $\rho = 34,4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, значение $P = 7.5$:

$$\gamma = \frac{P}{Z_B} \quad (110)$$

$$\gamma_1 = \frac{7,5}{0,427} = 17,56$$

$$\gamma_2 = \frac{7,5}{0,383} = 19,58$$

$$\gamma_3 = \frac{7,5}{0,350} = 21,42$$

$$\gamma_4 = \frac{7,5}{0,313} = 23,96$$

58.7 Параметры анодного заземления

Анодные заземления характеризуются сопротивлением растеканию, стабильностью этого сопротивления в течение года, длительностью срока службы, стоимостью сооружения заземления и его эксплуатации.

Уменьшение роста варикости заземлителей продлевает срок их службы и улучшает стабильность работы УКЗ. Для заземления растворения анодов, их помещают в активатор, представляющий собой коксовую модель, которая имеет низкое удельное сопротивление $\rho = 0,25 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Техническая характеристика основных анодных заземлителей.

Тип заземлителя – АК – 3

Материал электрода – сталь.

$l_э$ – электрода = 1000 мм;

$d_э$ – диаметр электрода = 40 мм;

l_3 – длина заземлителя = 1420 мм;

d_3 – диаметр заземлителя = 18 мм;

H_3 – глубина установки электрода = 1500 мм.

Сопротивление растеканию электрода, установленного горизонтально в грунте $R_{Г}$, Ом, когда $l_3 < H_3$, определяют по формуле:

$$R_{Г} = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_3} \cdot \ln \frac{2l_3}{d_3} \quad (111)$$

$$R_{Г1} = \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,423} \cdot \ln \frac{2 \cdot 1,000}{0,040} = 6,54 \text{ Ом}$$

$$R_{Г2} = \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,423} \cdot \ln \frac{2 \cdot 1,000}{0,040} = 6,54 \text{ Ом}$$

$$R_{Г3} = \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,423} \cdot \ln \frac{2 \cdot 1,000}{0,040} = 6,54 \text{ Ом}$$

$$R_{Г4} = \frac{34,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,423} \cdot \ln \frac{2 \cdot 1,000}{0,040} = 6,54 \text{ Ом}$$

Расстояние между электродами $S = 2 \cdot l_3 = 2 \cdot 1,000 = 1$, м.

Число электродов в заземлении n , определяем по формуле:

$$n = I_k \cdot \sqrt{\frac{51,5 \cdot R_3 \cdot C_3}{C_a \cdot \eta \cdot \eta_3 \cdot \eta_n}} \quad (112)$$

где C_3 – стоимость 1 кВт электроэнергии;

C_a – стоимость одного электрода;

η_3 – КПД катодной станции = 0,75;

η – коэффициент экранирования электродов = 0,7;

η_n – коэффициент использования электрода = 0,8. $n_1 = 1,3 \cdot$

$$\sqrt{\frac{51,5 \cdot 6,54 \cdot 2,52}{23959 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 0,8}} = 0,351 = 1 \text{ шт} \quad n_2 = 1,45 \cdot$$

$$\sqrt{\frac{51,5 \cdot 6,54 \cdot 2,52}{23959 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 0,8}} = 0,391 = 1 \text{ шт} \quad n_3 = 1,59 \cdot$$

$$\sqrt{\frac{51,5 \cdot 6,54 \cdot 2,52}{23959 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 0,8}} = 0,429 = 1 \text{ шт} \quad n_4 =$$

$$1,76 \cdot \sqrt{\frac{51,5 \cdot 6,54 \cdot 2,52}{23959 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 0,8}} = 0,475 = 1 \text{ шт}$$

Общее сопротивление растеканию анодного заземления R_3 , Ом можно выразить:

$$R_3 = F \cdot \frac{R_э}{N} \quad (113)$$

где F – коэффициент сопротивления для групп электродов, определяют:

$$F = 1 + \frac{\rho_э}{\pi \cdot S \cdot R_э} \cdot \ln 0,66 \cdot N \quad (114)$$

$$F = 1 + \frac{34,4}{3,14 \cdot 1 \cdot 6,54} \cdot \ln 0,66 \cdot 1 = 1,3 \quad (\text{для всех})$$

$$R_3 = 1,3 \cdot \frac{6,54}{1} = 8,5 \text{ Ом} \quad (\text{для всех})$$

Срок службы одного заземления T , год, определяется по формуле:

$$T = \frac{m_э}{k_э \cdot g_э \cdot I_{э,ср}} \quad (115)$$

где $m_э$ – масса металла заземления = $\frac{\pi \cdot 1 \cdot 1,000 \cdot (0,04)^2}{4} \cdot 7850 = 39,4$ кг

$k_э$ – коэффициент неравномерности растворения заземления = 1,3;

$g_э$ – потери массы металла заземления вследствие анодного растворения = 1 кг/А·год;

$I_{э,ср}$ – среднее значение тока, стекающего с заземления равно:

$$1 - \frac{I_H + I_K}{2} = \frac{0,75 + 1,3}{2} = 1,025$$

$$2 - \frac{I_H + I_K}{2} = \frac{0,84 + 1,45}{2} = 1,145$$

$$3 - \frac{I_H + I_K}{2} = \frac{0,92 + 1,59}{2} = 1,255$$

$$4 - \frac{I_H + I_K}{2} = \frac{1,02 + 1,76}{2} = 1,39$$

$$T_1 = \frac{39,4}{1,3 \cdot 1,1,025} = 29,57 \text{ лет}$$

$$T_2 = \frac{39,4}{1,3 \cdot 1,1,145} = 26,5 \text{ лет}$$

$$T_3 = \frac{39,4}{1,3 \cdot 1,1,255} = 24,15 \text{ лет}$$

$$T_4 = \frac{39,4}{1,3 \cdot 1,1,39} = 21,8 \text{ лет}$$

59. Экономическое обоснование решений по водоснабжению населенного пункта и промышленных предприятий

59.1. Исходная информация для оценки принимаемого решения

Для правильной оценки экономических показателей и обоснования эффективности строительства проектируемого объекта водохозяйственного назначения необходимо знать:

- состав зданий и сооружений проектируемого объекта водохозяйственного назначения, сроки их службы (амортизации) и производственные мощности всего объекта и его отдельных сооружений (общие площади, строительные объёмы и т.п.);
- перечень и производительность оборудования, монтируемого и устанавливаемого на проектируемом объекте, сроки его службы (амортизации, полезного использования);
- сроки строительства проектируемого объекта водохозяйственного назначения в целом, в том числе отдельных зданий, сооружений и сроки монтажа оборудования;
- примерные сроки и порядок ввода (единовременно) эксплуатацию проектируемых мощностей;
- характер производственных процессов на проектируемом объекте, виды и объёмы производства продукции (оказываемых услуг);

- примерные производственную и организационно-управленческую структуры, которые будут создаваться для эксплуатации проектируемого объекта;
- виды и объёмы потребляемых материально-технических ресурсов (расход основных материалов, сырья (реагентов), трудозатраты на единицу продукции или услуг) при производстве основных видов продукции (работ, услуг) на проектируемом объекте при его эксплуатации.

При использовании типовых проектов и решений из паспортов следует выписать все технико-экономические показатели, удельные расходы средств, материалов, энергии и эксплуатационные показатели по каждому сооружению или оборудованию.

Для составления календарного и сетевого графика строительства (по разделу ПОС) выписать трудозатраты (в человеко-днях) по основным сооружениям, зданиям и трубопроводам.

Для выбора рационального метода водоподготовки были определены основные параметры инвестиционной деятельности. Выбор более экономичного варианта производился на основе сравнения суммарных денежных потоков от инвестиционной и операционной деятельности нескольких вариантов.

Вариант 1 – технологическая схема водоподготовки с горизонтальными отстойниками и скорым фильтром с загрузкой из горелой породы.

Вариант 2 – технологическая схема водоподготовки с осветлителем со взвешенным слоем осадка и скорым фильтром с загрузкой из горелой породы.

59.2 Расчет капитальных вложений

Капитальные вложения – это инвестиции в основной капитал (основные средства), в том числе затраты на новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий,

приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-изыскательские работы и другие затраты. Объектами капитальных вложений по российскому законодательству являются находящиеся в частной, государственной, муниципальной и иных формах собственности различные виды вновь создаваемого и (или) модернизируемого имущества.

Прежде чем вкладывать большие суммы на длительные сроки, необходимо тщательно обосновать целесообразность таких вложений, определить их направления, объёмы и источники, рассчитать оптимальные сроки. Эти вопросы решаются путём разработки инвестиционных проектов и программ.

Стоимость нового оборудования, трубопроводов, материалов и реагентов по прайс-листам торговых фирм, или производителей.

Результаты расчетов капитальных вложений по вариантам приводятся в форме таблиц и приведены таблицы 23 – 24.

Таблица 23 – Объектная смета, вариант 1

Наименование зданий, сооружений и работ	Ед. изм	Кол-во	Стоимость единицы, руб. за 1 м/шт.	Общая стоимость, руб.	Примечание
Водопроводные сети					
1	2	3	4	5	6
D = 159	м	3050,00	1107,14	3376777,00	прайс-лист "Склад Металла"
D = 219	м	3030,00	1676,31	4492519,73	прайс-лист "Склад Металла"
D = 273	м	870,00	2182,01	9731764,60	прайс-лист "Склад Металла"
D = 325	м	3013,00	3148,46	9508354,23	прайс-лист "Склад Металла"
D = 406	м	1490,00	6577,29	8682025,00	прайс-лист "Склад Металла"
D = 600	м	210,00	7809,33	7106488,78	прайс-лист "Склад Металла"

1	2	3	4	5	6
D = 700	м	130,00	9837,09	1278822,13	прайс-лист "Склад Металла"
Вихревой смеситель	шт.	1	164900,00	329800,00	прайс-лист "ЭкоПромКомпа ния"
горизонтальные отстойники со встроенными камерами хлопьеобразования	шт.	6	416850,00	2501100,00	
Скорый фильтр	шт.	8	165750,00	1657500,00	прайс-лист "ЭкоПромКомпа ния"
Резервуар чистой воды	шт.	2	167400,00	502200,00	
Шламоуплотнитель	шт.	1	120900,00	120900,00	прайс-лист "Природосберега ющие экономические системы инженерного оборудования"
Резервуар промывной воды	шт.	1	81000,00	81000,00	прайс-лист "Енисейпром"
Вакуумный фильтр	шт.	1	85000,00	85000,00	прайс-лист "Енисейпром"
Расходный бак	шт.	1	10800,00	10800,00	прайс-лист "Западно- Сибирская ТПК"
Растворный бак для коагулянта	шт.	2	5800,00	11600,00	прайс-лист "Западно- Сибирская ТПК"
Воздуходувки ВК-3	шт.	3	72400,00	217200,00	прайс-лист "Енисейпром"
насос для перекачки коагулянта	шт.	4	72400,00	289600,00	прайс-лист "ООО СтойТехКомлект "

1	2	3	4	5	6
Водоприемный колодец, совмещенный с НС-I: - площадь застройки здания 144 м ² ; - общая площадь здания 180 м ² ; - плоские сетки 1500x2000; - насосное оборудование 2 рабочих и 2 резервных Д1000-40; - подвесной однобалочный кран грузоподъемностью 2 т.;	шт.	1	170683000,00	170683000,00	
НС-II: - площадь застройки здания 198 м ² ; - общая площадь здания 288 м ² ; - насосное оборудование 2 рабочих и 2 резервных Д2000-100; - подвесной однобалочный кран грузоподъемностью 2 т.;	шт.	1	150542000,00	150542000,00	
Склад коагулянта S=81 м ²	шт.	1	39800,00	39800,00	
насос подачи осадка на обработку	шт.	3	35600,00	106800,00	прайс-лист "ООО СтойТехКомлект "
насос подкачки промывной воды	шт.	1	72400,00	72400,00	прайс-лист "ООО СтойТехКомлект "

1	2	3	4	5	6
насос - дозатор щелочи	шт.	1	187500,00	187500,00	прайс-лист "ООО СтойТехКомлект "
растворный бак щелочи	шт.	1	5800,00	5800,00	прайс-лист "Западно- Сибирская ТПК"
Струйный распределитель суспензий реагентов (тип IV)	шт.	4	1720,00	6880,00	прайс-лист "Енисейпром"
Итого в ценах на 2019				376547097,33	
НДС 20%				67778477,52	
ИТОГО				444325574,85	

Таблица 24 - Объектная смета, вариант 2

Наименование зданий, сооружений и работ	Ед. изме рени я	Кол-во	Стоимость единицы, руб. за 1 м/шт.	Общая стоимость, руб.	Примечание
Водопроводные сети					
1	2	3	4	5	6
D = 159	м	3050,00	1107,14	3376777,00	прайс-лист "Склад Металла"
D = 219	м	3030,00	1676,31	4492519,73	прайс-лист "Склад Металла"
D = 273	м	870,00	2182,01	9731764,60	прайс-лист "Склад Металла"
D = 325	м	3013,00	3148,46	9508354,23	прайс-лист "Склад Металла"
D = 406	м	1490,00	6577,29	8682025,00	прайс-лист "Склад Металла"
D = 600	м	210,00	7809,33	7106488,78	прайс-лист "Склад Металла"
D = 700	м	130,00	9837,09	1278822,13	прайс-лист "Склад Металла"

1	2	3	4	5	6
Вихревой смеситель	шт.	1	164900,00	329800,00	прайс-лист "ЭкоПромКомпа ния"
Осветлители со слоем взвешенного осадка.	шт.	6	277900,00	1667400,00	
Скорый фильтр	шт.	10	110500,00	1105000,00	прайс-лист "ЭкоПромКомпа ния"
Резервуар чистой воды	шт.	2	167400,00	502200,00	
Шламоуплотнитель	шт.	1	120900,00	120900,00	прайс-лист "Природосберега ющие экономические системы инженерного оборудования"
Резервуар промывной воды	шт.	1	81000,00	81000,00	прайс-лист "Енисейпром"
Вакуумный фильтр	шт.	1	85000,00	85000,00	прайс-лист "Енисейпром"
Водоприемный колодец, совмещенный с НС-I: - площадь застройки здания 144 м ² ; - общая площадь здания 180 м ² ; - плоские сетки 1500x2000; - насосное оборудование 2 рабочих и 2 резервных Д1000-40; - подвесной однобалочный кран грузоподъемностью 2 т.; - производительность 73756 м ³ /сут.	шт.	1	170683000,00	170683000,00	
Расходный бак	шт.	1	10800,00	10800,00	прайс-лист "Западно- Сибирская ТПК"

1	2	3	4	5	6
Растворный бак для коагулянта	шт.	2	5800,00	11600,00	прайс-лист "Западно-Сибирская ТПК"
Воздуходувки ВК-3	шт.	3	72400,00	217200,00	прайс-лист "Енисейпром"
Склад коагулянта S=81 м ²	шт.	1	39800,00	39800,00	
НС-II: - площадь застройки здания 198 м ² ; - общая площадь здания 288 м ² ; - насосное оборудование 2 рабочих и 2 резервных Д2000-100; - подвесной однобалочный кран грузоподъемностью 2 т.; - преобразователь частоты серии «Combi Vario» мощностью от 200 Вт до 300 кВт.	шт.	1	150542000,00	150542000,00	
насос для перекачки коагулянта	шт.	4	72400,00	289600,00	прайс-лист "ООО СтойТехКомлект"
насос подачи осадка на обработку	шт.	3	35600,00	106800,00	прайс-лист "ООО СтойТехКомлект"
насос подкачки промывной воды	шт.	1	72400,00	72400,00	прайс-лист "ООО СтойТехКомлект"
насос - дозатор щелочи	шт.	1	187500,00	187500,00	прайс-лист "ООО СтойТехКомлект"
растворный бак щелочи	шт.	1	5800,00	5800,00	прайс-лист "Западно-Сибирская ТПК"

1	2	3	4	5	6
Струйный распределитель суспензий реагентов (тип IV)	шт.	4	1720,00	6880,00	прайс-лист "Енисейпром"
Итого в ценах на 2019				376089247,33	
НДС 20%				67696064,52	
ИТОГО				443785311,85	

59.3 Определение сметной стоимости строительства

Сводный сметный расчет стоимости строительства сведен в таблицы 25 –

26.

Таблица 25 – Сводный сметный расчет, вариант 1

№ смет и расчетов	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Сметная стоимость руб.				Общая сметная стоимость, руб.
		строительных работ	монтажных работ	оборудования приспособлений	прочих затрат	
1	2	3	4	5	6	7
P-1	<u>Глава 1</u> Подготовка территории строительства	2665953,45			1777302,30	4443255,75
	итого по главе 1	2665953,45			1777302,30	4443255,75
объектная смета	<u>Глава 2</u> Основные объекты строительства. Основной производственный корпус	266595344,91	111081393,71	53319068,98		444325574,85
	итого по главе 2	266595344,91	111081393,71	53319068,98		444325574,85
P-2	<u>Глава 3</u> Объекты подсобного и обслуживающего назначения	39989301,74	16662209,06	7997860,35		64649371,14
	итого по главе 3	39989301,74	16662209,06	7997860,35		64649371,14
P-3	<u>Глава 4</u> Объекты энергетического хозяйства	19728055,52	8220023,13	3945611,10		31893689,76
	итого по главе 4	19728055,52	8220023,13	3945611,10		31893689,76
P-4	<u>Глава 5</u> Объекты транспортного хозяйства и связи	11996790,52				11996790,52
	итого по главе 5	11996790,52				11996790,52

1	2	3	4	5	6	7
P-5	<u>Глава 6</u> Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло -и газоснабжения	13862957,94	5776232,47	2772591,59		22411782,00
	итого по главе 6	13862957,94	5776232,47	2772591,59		22411782,00
P-6	<u>Глава 7</u> Благоустройство и озеленение территории	10663813,80				10663813,80
	итого по главе 7	10663813,80				10663813,80
	Итого по главам 1-7	365502217,87	141739858,38	68035132,02	1777302,30	577054510,57
P-7	<u>Глава 8</u> Временные здания и сооружения	10965066,54	4252195,75			15217262,29
	итого по главе 8	10965066,54	4252195,75			15217262,29
	Итого по главам 1-8	376467284,41	145992054,13	68035132,02	1777302,30	592271772,86
P-8	<u>Глава 9</u> Прочие работы и затраты. Зимнее удорожание	11181078,35	4335964,01			15517042,35
P-9	Перевозка строительной организации				5761880,76	5761880,757
P-10	Премирование за ввод объектов				4839979,84	4839979,84
	итого по главе 9	11181078,35	4335964,01		10601860,59	26118902,95
	Итого по главам 1-9	387648362,76	150328018,14	68035132,02	12379162,89	618390675,81

1	2	3	4	5	6	7
P-11	<u>Глава 10</u> Содержание дирекции строящегося предприятия				4328734,73	4328734,73
	итого по главе 10				4328734,73	4328734,73
P-12	<u>Глава 11</u> Подготовка эксплуатационных кадров				6183906,76	6183906,76
	итого по главе 11				6183906,76	6183906,76
P-13	<u>Глава 12</u> Проектные и изыскательские работы				18551720,27	18551720,27
	итого по главе 12				18551720,27	18551720,27
	Итого по главам 1-12	387648362,76	150328018,14	68035132,02	41443524,66	647455037,57
P-15	В том числе возвратных сумм					2282589,34
	Всего					645172448,23

Таблица 26 – Сводный сметный расчет, вариант 2

Номер смет и расчетов	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Сметная стоимость руб.				Общая сметная стоимость, руб.
		строительных работ	монтажных работ	оборудования приспособлений	прочих затрат	
1	2	3	4	5	6	7
Р-1	<u>Глава 1</u> Подготовка территории строительства	2662711,87			1775141,25	4437853,12
	итого по главе 1	2662711,87			1775141,25	4437853,12
объектная смета	<u>Глава 2</u> Основные объекты строительства. Основной производственный корпус	266271187,11	110946327,96	53254237,42		443785311,85
	итого по главе 2	266271187,11	110946327,96	53254237,42		443785311,85
Р-2	<u>Глава 3</u> Объекты подсобного и обслуживающего назначения	39940678,07	16641949,19	7988135,61		64570762,87
	итого по главе 3	39940678,07	16641949,19	7988135,61		64570762,87
Р-3	<u>Глава 4</u> Объекты энергетического хозяйства	19704067,85	8210028,27	3940813,57		31854909,68
	итого по главе 4	19704067,85	8210028,27	3940813,57		31854909,68
Р-4	<u>Глава 5</u> Объекты транспортного хозяйства и связи	11982203,42				11982203,42

1	2	3	4	5	6	7
	итого по главе 5	11982203,42				11982203,42
Р-5	<u>Глава 6</u> Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло -и газоснабжения	13846101,73	5769209,05	2769220,35		22384531,13
	итого по главе 6	13846101,73	5769209,05	2769220,35		22384531,13
Р-6	<u>Глава 7</u> Благоустройство и озеленение территории	10650847,48				10650847,48
	итого по главе 7	10650847,48				10650847,48
	Итого по главам 1-7	365057797,53	141567514,48	67952406,95	1775141,25	576352860,21
Р-7	<u>Глава 8</u> Временные здания и сооружения	10951733,93	4247025,43			15198759,36
	итого по главе 8	10951733,93	4247025,43			15198759,36
	Итого по главам 1-8	376009531,46	145814539,92	67952406,95	1775141,25	591551619,57
Р-8	<u>Глава 9</u> Прочие работы и затраты. Зимнее удорожание	11167483,08	4330691,84			15498174,92
Р-9	Перевозка строительной организации				5754874,79	5754874,789
Р-10	Премирование за ввод объектов				4834094,82	4834094,82
	итого по главе 9	11167483,08	4330691,84		10588969,61	26087144,53
	Итого по главам 1-9	387177014,54	150145231,75	67952406,95	12364110,86	617638764,10

1	2	3	4	5	6	7
P-11	<u>Глава 10</u> Содержание дирекции строящегося предприятия				4323471,35	4323471,35
	итого по главе 10				4323471,35	4323471,35
P-12	<u>Глава 11</u> Подготовка эксплуатационных кадров				6176387,64	6176387,64
	итого по главе 11				6176387,64	6176387,64
P-13	<u>Глава 12</u> Проектные и изыскательские работы				18529162,92	18529162,92
	итого по главе 12				18529162,92	18529162,92
	Итого по главам 1-12	387177014,54	150145231,75	67952406,95	41393132,77	646667786,01
P-15	В том числе возвратных сумм					2279813,90
	Всего					644387972,11

59.4 Расчет годовых эксплуатационных затрат

Годовые эксплуатационные затраты складываются по отдельным элементам годовых затрат по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_p + C_{\text{з/пл}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{ам}} + C_n + C_v + C_m, \quad (116)$$

где C_p – стоимость реагентов, руб;

C_v – стоимость воды на собственные нужды, руб;

C_m – стоимость тепловой энергии на отопление, горячее водоснабжение и технологические нужды, руб;

$C_{\text{з/пл}}$ – заработная плата обслуживающего персонала с отчислениями на социальное страхование, руб;

$C_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии, руб;

$C_{\text{тр}}$ – затраты на текущий ремонт, руб;

$C_{\text{пр}}$ – прочие затраты, руб;

$C_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления, руб;

C_n – платежи за загрязнение окружающей среды, руб.

Расчет отдельных элементов затрат эксплуатационных расходов базируется на исходных данных, разрабатываемых в различных разделах проекта:

- технологического – годовая потребность в отдельных видах реагентов, материалов, воды на собственные нужды, численность обслуживающего персонала по отдельным категориям работающих;
- электротехнического – годовой расход электроэнергии, расчетная величина присоединяемой и заявленной мощности энергоприемников;

При расчете отдельных составляющих эксплуатационных расходов используются такие данные, полученные от заказчика:

- стоимость единицы потребляемых реагентов, материалов, тепловой и электрической энергии, топлива, воды, средняя годовая заработная плата по отдельным категориям работающих, районный коэффициент на

заработную плату, месторасположение поставщиков реагентов и топлива, вид транспорта и расстояние перевозки каждым видом транспорта от поставщика до объекта;

- себестоимость, определенная в проекте, исходя из расчета годовых эксплуатационных затрат, не может служить основанием для расчета с другими потребителями, пользующимися услугами системы водоснабжения и канализации.

Фактическая себестоимость определяется организацией, осуществляющей эксплуатацию системы водоснабжения и канализации, в зависимости от условий эксплуатации.

Для определения полной себестоимости воды необходимо к себестоимости, определенной по формуле, добавить тариф на воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем.

59.5 Расходы на заработную плату

Расходы на заработную плату обслуживающего персонала определяются умножением численности обслуживающего персонала на показатель среднегодовой заработной платы, рассчитанной на одного работающего соответствующей категории с учетом районного коэффициента.

Доплаты за работу в ночное время, праздничные и выходные дни, премиальные вознаграждения принимаются в размере 20% от заработной платы.

Налоговые отчисления в государственные внебюджетные фонды от фонда заработной платы составляют 26 %.

Годовой фонд оплаты труда с учетом всех социальных отчислений составит:

$$C_{з/n} = МРОТ \cdot 1,5 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot Ч \cdot n \cdot 12, \quad (117)$$

где 12 – количество месяцев в году, мес.

МРОТ – минимальный месячный размер заработной платы, устанавливаемый в Российской Федерации соответствующим решениями, 11280 руб./117мес.

1,26 – коэффициент, учитывающий отчисления от суммы заработной платы единого социального налога в государственные внебюджетные фонды;

1,5 – коэффициент, учитывающий северные надбавки к заработной плате;

1,2 – коэффициент, учитывающий прочие выплаты (выслуга лет, премии, дополнительные отпуска и т.д.);

n – квалификация категории работника; ($n=1,2$ для рабочих и техников, $n=0,7$ для МОП, $n=3$ для ИТР, $n=2$ для лаборантов, $n=2$ тех. службы);

$Ч$ – численность обслуживающего персонала на водозаборных сооружениях. На данных очистных сооружениях обслуживающий персонал составляет:

Вариант 1:

- ИТР – 7 чел;

- МОП – 3 чел;

- техник – 6 чел;

- лаборант – 6 чел.

$$C_{з/nИТР} = 6760 \cdot 1,5 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 7 \cdot 3 \cdot 12 = 3863583,36 \text{ руб.}$$

$$C_{з/nМОП} = 6760 \cdot 1,5 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 0,7 \cdot 12 = 386358,34 \text{ руб.}$$

$$C_{з/nтехник} = 6760 \cdot 1,5 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 12 = 1324657,15 \text{ руб.}$$

$$C_{з/н\text{лаборант}} = 6760 \cdot 1,5 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 2 \cdot 12 = 2207761,92 \text{ руб.}$$

$$\sum C_{з/н} = 3863583,36 + 386358,34 + 1324657,15 + 2207761,92 = 7782360,77 \text{ руб.}$$

Вариант 2:

- ИТР – 5 чел;
- МОП – 3 чел;
- техник – 6 чел;
- лаборант – 3 чел.

$$C_{з/н\text{ИТР}} = 6760 \cdot 1,5 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 12 = 2759702,40 \text{ руб.}$$

$$C_{з/н\text{МОП}} = 6760 \cdot 1,5 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 0,7 \cdot 12 = 386358,34 \text{ руб.}$$

$$C_{з/н\text{техник}} = 6760 \cdot 1,5 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 6 \cdot 1,2 \cdot 12 = 1324657,15 \text{ руб.}$$

$$C_{з/н\text{лаборант}} = 6760 \cdot 1,5 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 12 = 1103880,96 \text{ руб.}$$

$$\sum C_{з/н} = 2759702,40 + 386358,34 + 1324657,15 + 1103880,96 = 5574598,85 \text{ руб.}$$

59.6 Стоимость электроэнергии

Затраты на электроэнергию определяются по тарифам энергосистемы, снабжающей водопроводно-канализационное предприятие. При этом следует учитывать, что это наиболее значимая статья затрат отражающая расход только на технологические нужды связанные непосредственно с очисткой и транспортированием воды т. е. электроэнергию потребляют электродвигатели и трансформаторы рабочих агрегатов системы водоснабжения (водоотведения).

Величина затрат на электроэнергию определяется удельным расходом энергии на 1 м³ реализованной воды (сточной жидкости) и тарифом за 1 кВт-ч электроэнергии.

Тариф на оплату электроэнергии зависит от общей установленной (присоединенной) мощности электродвигателей и трансформаторов. Если она меньше или равна 750 кВт, то ее оплата осуществляется по одноставочному тарифу, т.е. по счетчику за потребленную электроэнергию. Если оплачиваемая мощность электродвигателей и трансформаторов больше 750 кВт, то расчет осуществляется по двухставочному тарифу: за установленную (присоединенную) мощность электродвигателей и трансформаторов (независимо от количества потребляемой электроэнергии) и потребленную энергию (по счетчику).

Оплата трансформаторов и умножения действующих тарифов на силовую энергию, расходуемую на подъем воды, создание необходимого напора в сети и на оплату присоединенной мощности электрооборудования (электродвигателей, трансформаторов, насосов, и т.д.) - по данным дипломного проекта и согласно методике задаваемой руководителем.

Годовой расход потребляемой электроэнергии определяем по формуле

$$N = \frac{P \cdot K_0 \cdot \sum N}{\cos \varphi}, \quad (118)$$

где P – коэффициент, учитывающий трансформаторный резерв, $P = 1,5$;

K_0 -коэффициент, учитывающий электросветильную нагрузку, $K_0 = 1,05$;

$\sum N$ – сумма мощностей всех рабочих электроприемников;

$\cos \varphi$ – коэффициент, мощности электродвигателя, $\cos \varphi = 0,9$.

$$N' = \frac{1,5 \cdot 1,05 \cdot 339,60}{0,9} = 594,30 \text{ кВт}$$

$$N'' = \frac{1,5 \cdot 1,05 \cdot 345,00}{0,9} = 603,75 \text{кВт}$$

Годовой расход потребляемой электроэнергии определяется по формуле

$$W = 365 \cdot 24 \cdot P \cdot K_0 \cdot \sum N, \quad (119)$$

$$W^I = 365 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 594,30 = 7809102,00 \text{кВт} / \text{год}$$

$$W'' = 365 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 603,75 = 7933275,00 \text{кВт} / \text{год}$$

Стоимость электроэнергии считается по одноставочному тарифу:

$$C_{эл} = \frac{T_2 \cdot W}{10^6}, \quad (120)$$

где T_2 – ставка за электроэнергию для потребителей с присоединенной мощностью, $T_2 = 410,39$;

$$C_{эл}^I = \frac{410,39 \cdot 7809102,00}{10^6} = 3204,78 \text{тыс.} \cdot \text{руб} / \text{МВт}$$

$$C_{эл}^{II} = \frac{410,39 \cdot 7933275,00}{10^6} = 3255,74 \text{тыс.} \cdot \text{руб} / \text{МВт}$$

59.7 Стоимость воды на собственные нужды

Затраты на воду C_v , руб., определяется из расчетного годового расхода на собственные нужды и тарифов на воду:

$$C_v = Q_{соб} \cdot C_e / 1000, \quad (121)$$

где $C_e = 11,02$ руб./м³ – тариф на питьевую воду;

$Q_{соб}$ – расход воды на собственные нужды.

$$Q_{соб}^I = \frac{25 \cdot n_1 \cdot 365}{1000}, \quad (122)$$

где n_1 – число рабочих.

Вариант 1

$$Q_{соб}^I = \frac{25 \cdot 22 \cdot 365}{1000} = 200,75 \text{ м}^3/\text{год}$$

Вариант 2

$$Q_{соб}^I = \frac{25 \cdot 17 \cdot 365}{1000} = 155,15 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отсюда стоимость воды на собственные нужды будет составлять:

Вариант 1

$$C_{в} = \frac{11,02 \cdot 200,75}{1000} = 2,21 \text{ тыс. руб.}$$

Вариант 2

$$C_{в} = \frac{11,02 \cdot 155,15}{1000} = 1,71 \text{ тыс. руб.}$$

59.8 Амортизационные отчисления

Стоимость амортизационных отчислений определяется на основе норм амортизации и сметной стоимости строительства объекта. $C_{ам}$, руб, определяем по формуле

$$C_{ам} = \sum_{i=1}^m (K_i \cdot H_i), \quad (123)$$

где K_i - текущая стоимость основных фондов;

H_i - норма амортизационных отчислений: ($H_j=4,5\%$ для труб, $H_j=2-2,5\%$ для зданий и сооружений, $H_j=8-10\%$ для оборудования).

$$C^I_{ам} = 0,08 \cdot 6205620,00 + 0,045 \cdot 49076677,33 + 0,02 \cdot 321264800,00 = 9130196,08 \text{ руб.}$$

$$C^{II}_{ам} = 0,08 \cdot 5747770,00 + 0,045 \cdot 49076677,33 + 0,02 \cdot 321264800,00 = 9093568,08 \text{ руб.}$$

59.9 Затраты на текущий ремонт и прочие расходы

Затраты на текущий ремонт C_{mp} , руб, принимается в размере 1% от сметной стоимости строительства объекта и определяется по формуле:

$$C_{mp} = 0,01 \cdot K , \quad (124)$$

где K – сумма капитальных вложений, руб.

$$C^I_{mp} = 0,01 \cdot 645172448,23 = 6451724,48 \text{ руб.}$$

$$C^{II}_{mp} = 0,01 \cdot 644387972,11 = 6443879,72 \text{ руб.}$$

Прочие расходы C_{np} , руб, принимаются в размере 20% от суммы амортизационных отчислений $C_{ам}$ и заработной платы обслуживающего персонала $C_{з/пл}$ по формуле

$$C_{np} = 0,2 \cdot (C_{ам} + C_{з/пл}), \quad (125)$$

$$C^I_{np} = 0,2 \cdot (9130196,08 + 7782360,77) = 3382511,37 \text{ руб.}$$

$$C^{II}_{np} = 0,2 \cdot (9093568,08 + 5574598,85) = 2933633,39 \text{ руб.}$$

$$C^I = 7782360,77 + 3204780,00 + 9458671,80 + 2210,00 + 9130196,08 + 6451724,48 + 3382511,37 + 309260,00 = 39721714,50 \text{ руб./год}$$

$$C^{II} = 5574598,85 + 3255740,00 + 8627996,10 + 1710,00 + 9093568,08 + 6443879,72 + 2933633,39 + 309260,00 = 36240386,14 \text{ руб./год}$$

59.10 Себестоимость получения 1м³ воды

Себестоимость 1м³ воды, определяется по формуле

$$C_c = \frac{\Pi}{Q_{год}}, \quad (126)$$

$$C_c^I = \frac{142949306,22}{26920940,00} = 5,31 \text{ руб./м}^3.$$

$$C_c^{II} = \frac{139342461,68}{26920940,00} = 5,17 \text{ руб./м}^3$$

где $Q_{год}$ – годовое количество очищаемой воды 26920940 м³/год.

Π – приведенные затраты, руб./год;

$$\Pi = E \cdot KB + C_{экспл}, \quad (127)$$

где E – абсолютный показатель экономической эффективности капитальных вложений, $E=0,16$.

$$\Pi^I = 0,16 \cdot 645172448,23 + 39721714,50 = 142949306,22 \text{ руб}$$

$$\Pi^{II} = 0,16 \cdot 644387972,11 + 36240386,14 = 139342461,68 \text{ руб}$$

59.11 Расчет окупаемости водозаборных сооружений

Окупаемость очистных сооружений:

$$P = \frac{K_a}{C_{FR}}, \quad (128)$$

где ПП- планируемая прибыль, определяется если $C/c > T_{\text{вив}}$ по формуле

$$\text{ПП} = (\text{Ц} - C/c) Q_{\text{год}}, \quad (129)$$

$$\text{ПП}^I = (6,39 - 5,31) \cdot 26920940,00 = 28266987,00$$

$$\text{ПП}^{\text{II}} = (6,22 - 5,17) \cdot 26920940,00 = 31074615,20$$

где Ц – цена продукции;

$$\text{Ц} = C/c \cdot 1,18 \cdot 1,02, \quad (130)$$

$$\text{Ц}^I = 5,31 \cdot 1,18 \cdot 1,02 = 6,39 \text{ руб.}$$

$$\text{Ц}^{\text{II}} = 5,17 \cdot 1,18 \cdot 1,02 = 6,22 \text{ руб.}$$

$$P^I = 142949306,22 / 28266987,00 = 5,0 \text{ года}$$

$$P^{\text{II}} = 139342461,68 / 31074615,20 = 4,7 \text{ года}$$

Окупаемость очистных сооружений по 1 варианту произойдет за 5 лет.

Окупаемость очистных сооружений по 2 варианту произойдет за 4,7 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный дипломный проект посвящен решению важной проблемы – водоснабжению города и промышленных предприятий. Состояние системы жизнеобеспечения отражает уровень развития любого населенного пункта.

Был выполнен гидравлический расчет для определения расхода на хозяйственно – питьевые нужды населения и промышленных предприятий, подобраны оптимальные диаметры трубопроводов и конструкция сети.

Посчитаны и запроектированы НС – I и НС – II, определены зоны санитарной охраны.

Расчитаны и запроектированы два варианта станции водоподготовки.

Была рассчитана защита трубопроводов от коррозии.

Приведено экономическое обоснование решений по водоснабжению населенного пункта и промышленных предприятий.

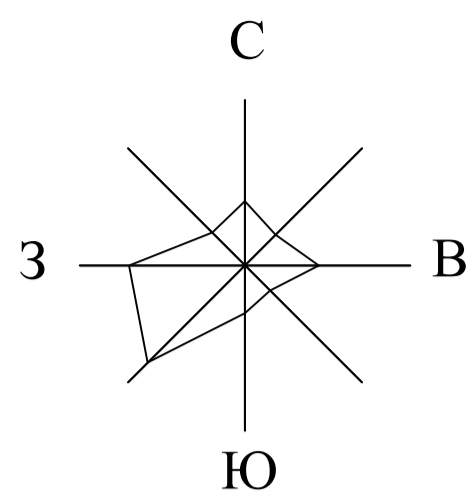
Решения применяемые в работе соответствуют заданию на проектирование и требованиям технических регламентов, стандартов, своду правил, действующих на территории Российской Федерации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СанПиН 2.1.4.1074 – 01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
- 2 СП 131.13330.2011 «СНиП 23 – 01 – 99* Строительная климатология».
- 3 СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
- 4 СП21.13330.2012 «СНиП 2.01.09 – 91 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах».
- 5 СП 10.131130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.
- 6 Орлов Е.В. Инженерные системы зданий и сооружений водоснабжения и водоотведение. Учебное пособие М.: Издательство Ассоциации строительных вузов 2015г. 216 с.
- 7 Иван Полосин, Борис Новосельцев, Владимир Хузин, Мария Жерлыкина Инженерные системы зданий и сооружений М.: Academia2012ш 304 с.
- 8 Б.Т. Бадагуев Эксплуатация инженерных систем М.: Альфа – Пресс 2012г. 360 с.
- 9 Колова А.Ф. Пазенко Т.Я., Курилина Т.А. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики: Учебно – методический комплекс Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014г.
- 10 Г.Н. Музалевская Инженерные сети городов и населенных пунктов М.: Ассоциации строительных вузов 2006г, 148 с.
- 11 Рульнов А.А., Евстафьев К.Ю. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. Учебник – 2 изд. Инфра – М, 2014г. 192 с.
- 12 СП31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.

- 13 Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб (Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф., М.: ООО «Бастет», 2007).
- 14 СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требование пожарной безопасности.
- 15 СП 75.1333.2011 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы.

Генеральный план города М1:500

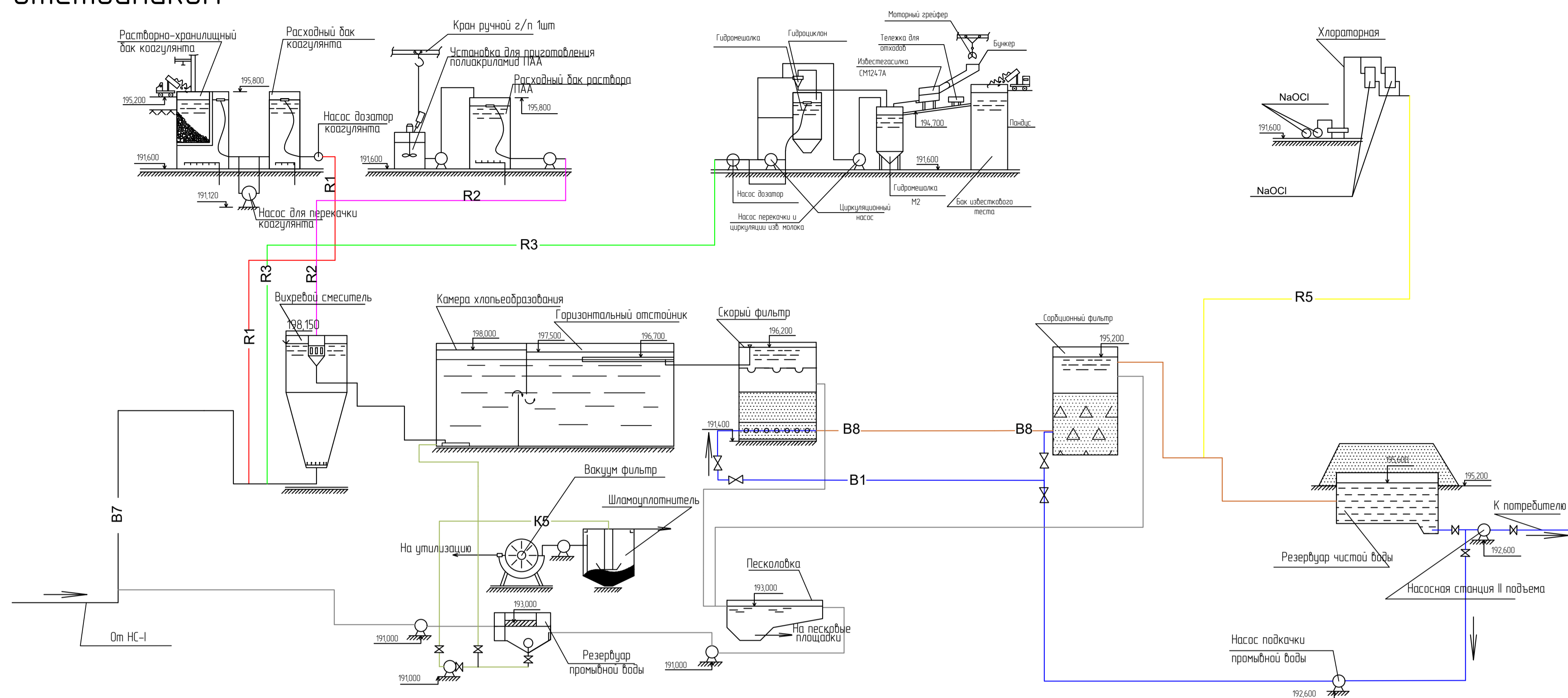


№	Наименование	Кол-во
1	Школа	1
2	Детский сад	1
3	Дом культуры	1
4	Стадион	1
5	Сквер, парк	3
6	Административное здание	1
7	Поликлиника	1
8	Гаражи	1

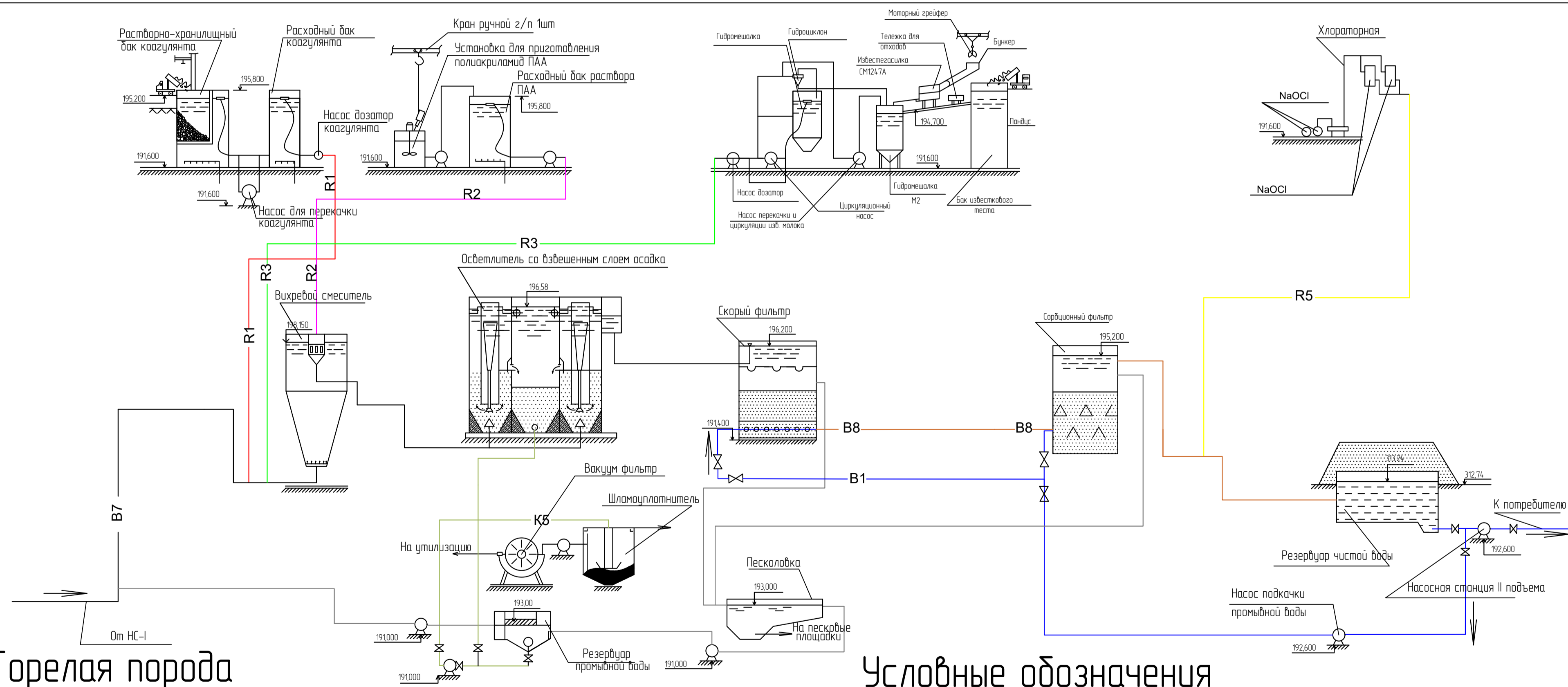
ВКР-08.03.01.06-2019					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол-во	Лист	Мдк	Подпись	Дата
Разраб.	Корчагин А.В.				
Проверил	Курилина Т.А.				
Консульт.	Курилина Т.А.				
Руковод.	Курилина Т.А.				
Начник					
Зав.Каф.	Матвеева А.И.				
Проектирование системы водоснабжения города				Страница	Лист
				1	9
Генеральный план города. М1:500				Кафедра ИСЗиС	

Высотная схема обработки воды

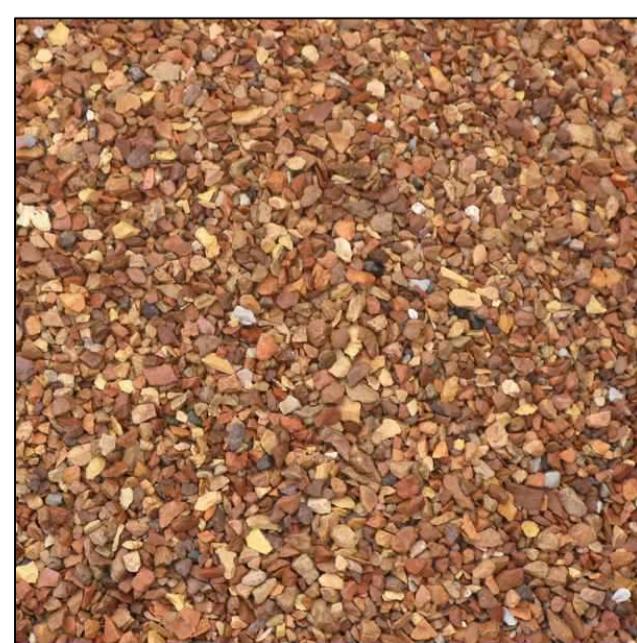
Вариант с горизонтальным отстойником



Вариант с осветлителем



Горелая порода



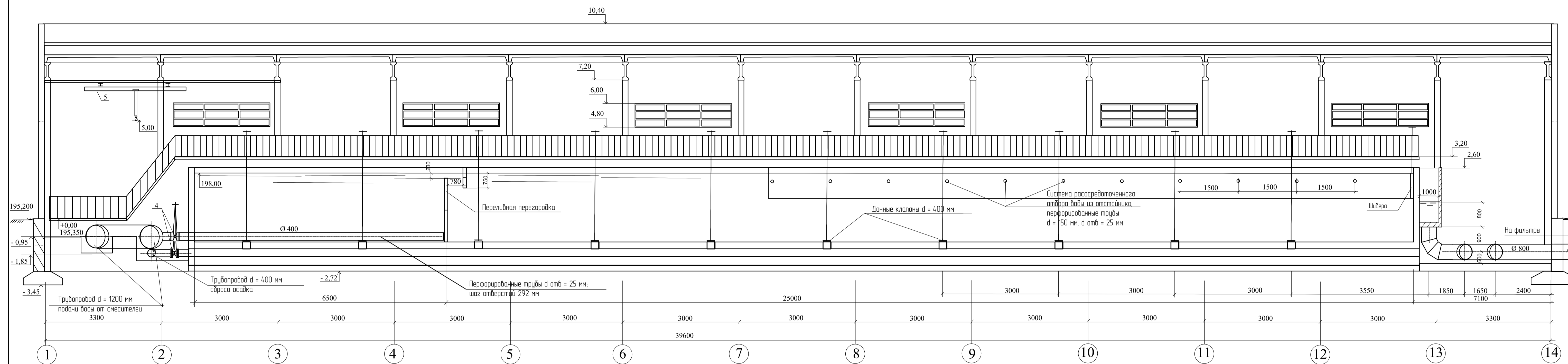
Условные обозначения

- B1- Трубопровод чистой и промывной воды
- B7- Трубопровод исходной воды
- B8- Трубопровод осветленной воды
- R1- Трубопровод раствора коагулянта
- R2- Трубопровод раствора полиакриламида
- R3- Трубопровод известкового молока
- R5- Трубопровод подачи хлора
- R6- Трубопровод раствора кремнефтористого натрия
- K5- Трубопровод отвода осадка
- A0- Трубопровод сжатого воздуха

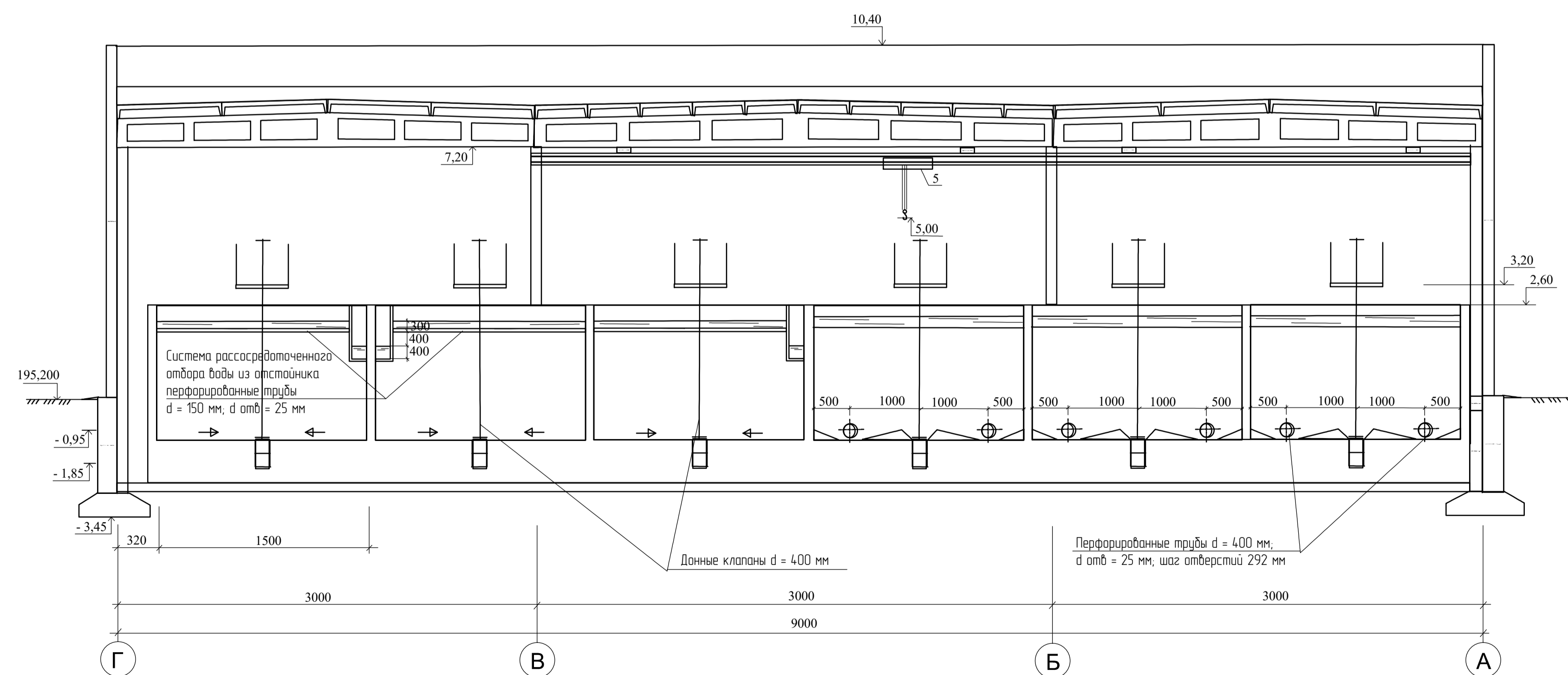
ВКР-08.03.01.06-2019					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч	Лист	МДок.	Подпись	Дата
Разраб.	Карчагин А.В.				
Проверил	Курилина Т.А.				
Консульт.	Курилина Т.А.				
Руковод.	Курилина Т.А.				
Инжентр.					
Зав.Каф.	Матвеев А.И.				
Проектирование системы водоснабжения города				Страница	Лист
Высотная схема обработки воды				2	9
				Кафедра ИСЭИС	

Горизонтальный отстойник со встроенной камерой хлопьеобразования

Разрез I-I



Разрез II-II



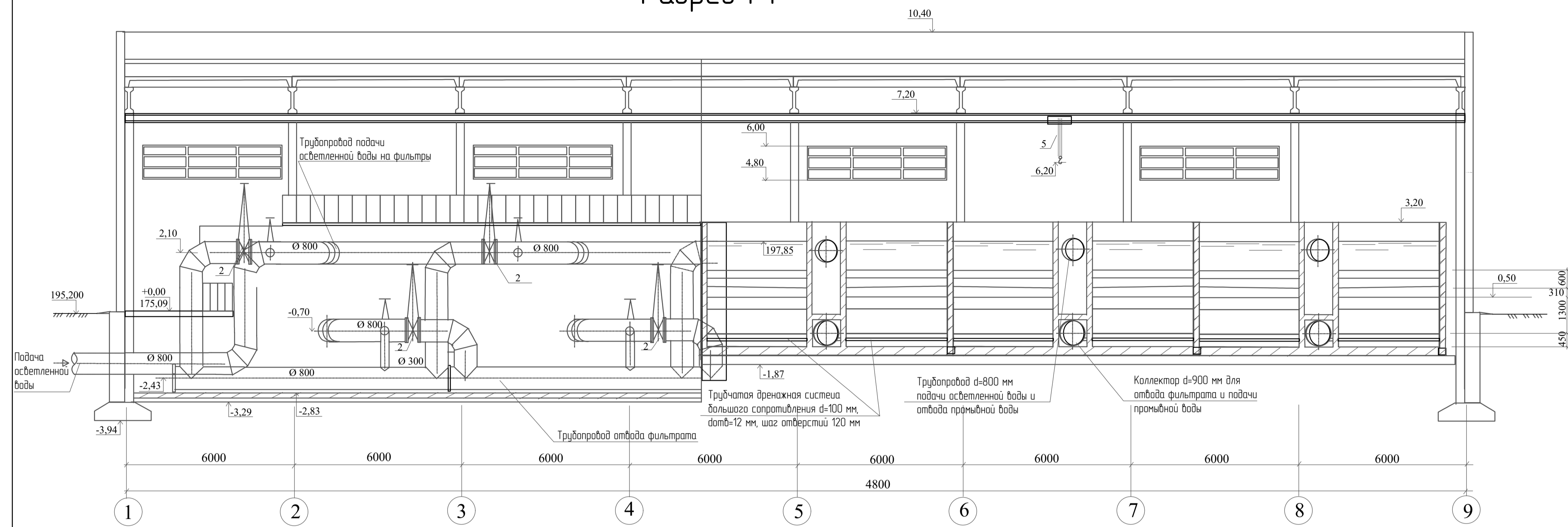
Спецификация

Поз.	Обозначения	Наименование	Кол.	Масса ед. кз	Примеч.
		Задвижка с электроприводом			
1	30с914нж1	$\varnothing 1200$	3	1800	
2	30с914нж1	$\varnothing 800$	20	1049	
3	30ч906бр	$\varnothing 400$	18	300	
4	30ч906бр	$\varnothing 300$	20	310	
5	ГОСТ 7890 - 73	Кран подвесной однобалочный гр - тья 2 т	2	895	

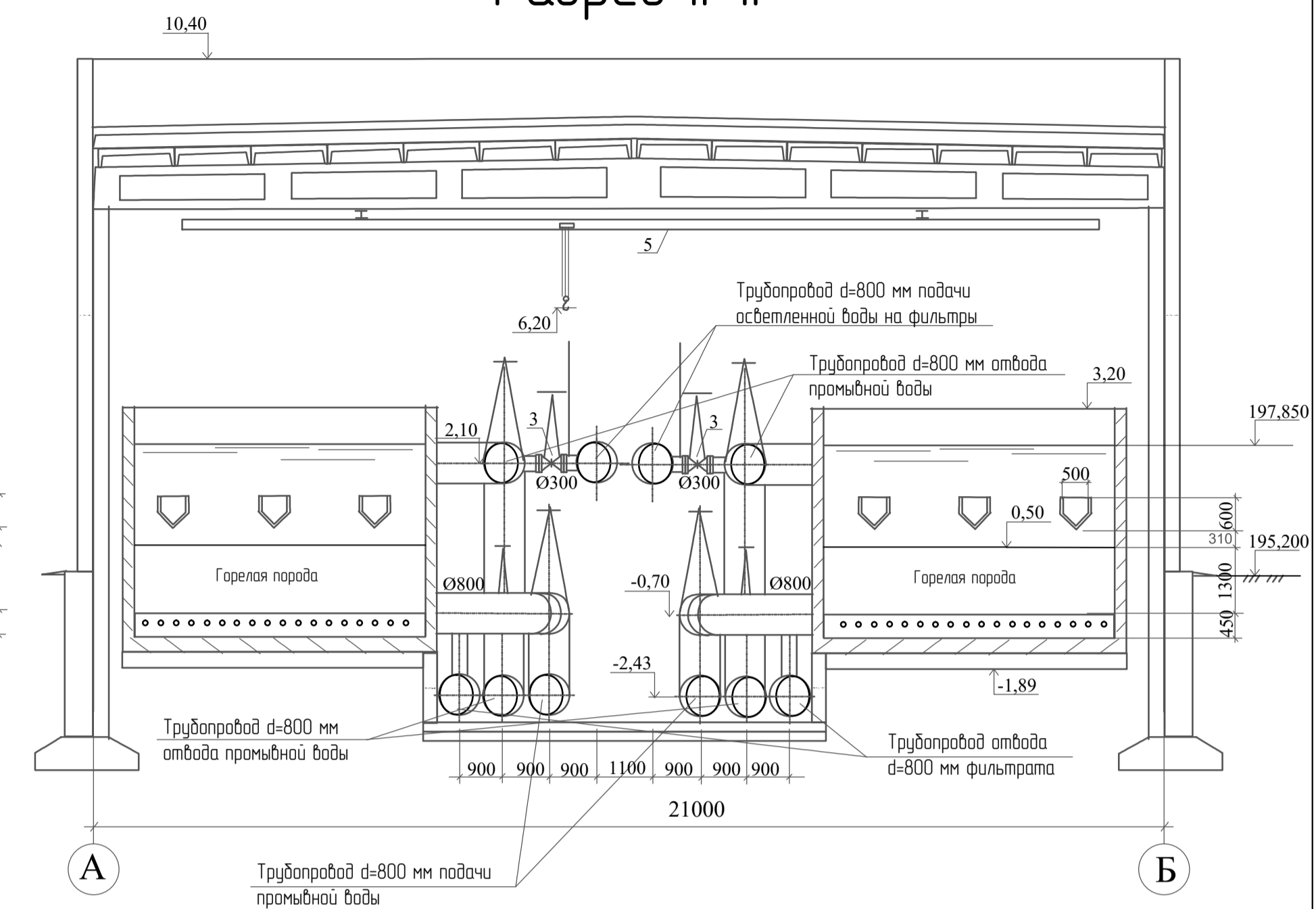
ВКР-08.03.01.06-2019					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч	Лист	МДок	Подпись	Дата
Разраб	Карчагин А.В.				
Проверил	Курилина Т.А.				
Консульт.	Курилина Т.А.				
Руковод.	Курилина Т.А.				
Начитр.					
Зав.Каф.	Матвеевко А.И.				
Проектирование системы водоснабжения города				Стадия	Лист
Горизонтальный отстойник со встроенной камерой хлопьеобразования; Разрез I-I; Разрез II-II				3	9
					Кафедра ИСЭиС

Блок фильтров

Разрез I-I

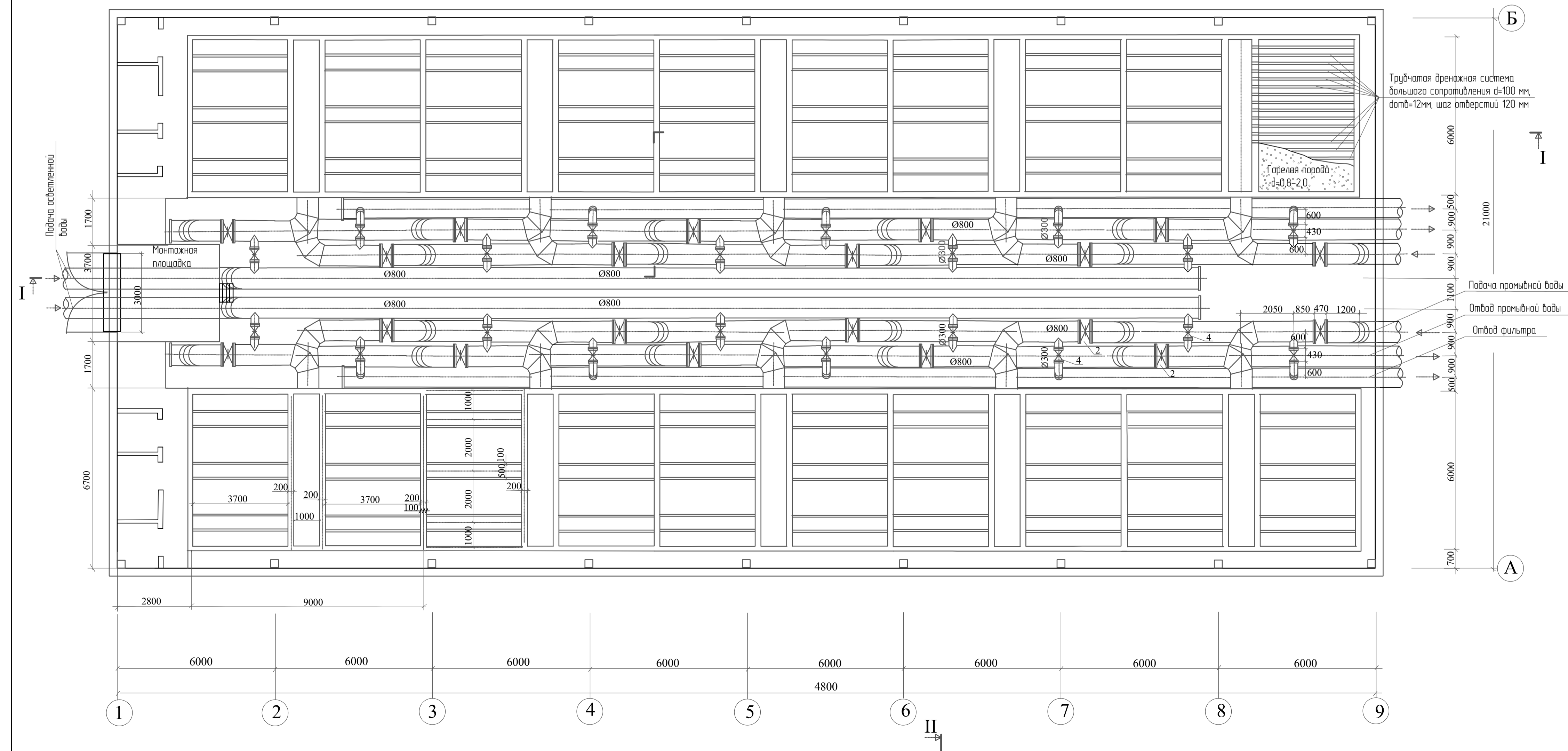


Разрез II-II



План блока фильтров на отметке + 3,20

II-I



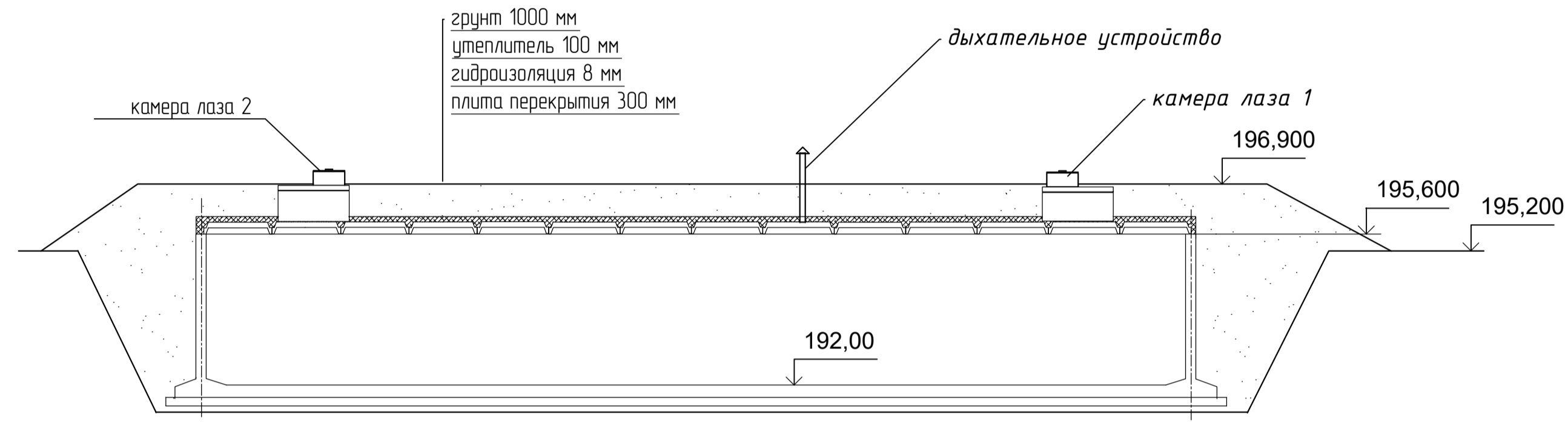
Фрагмент загрузки фильтра

Наименование загрузки	Пределы крупности загрузки	Высота слоя, мм
Горелая порода	d=0,8-2,0	1800
Щелевые пластмассовые трубы	dотб=2 мм	450

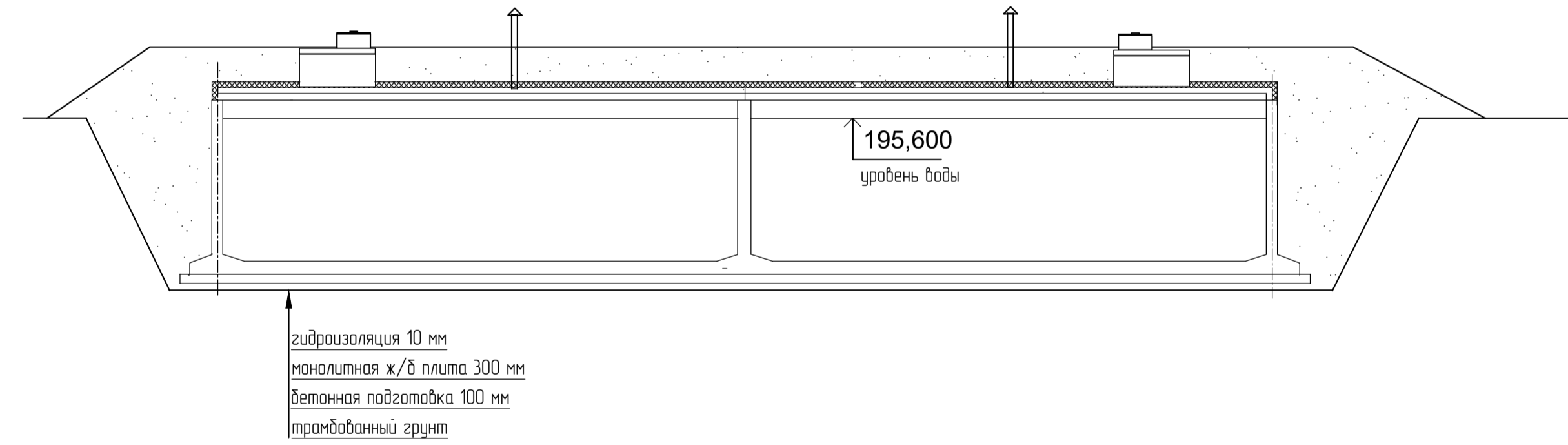
					ВКР-08.03.01.06-2019				
					Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колуч	Лист	М.Док.	Подпись	Дата	Проектирование системы водоснабжения города	Стая	Лист	Листов
Разраб	Карчагин А.В.						5	9	
Проверил	Куркина Т.А.								
Консульт	Куркина Т.А.								
Руковод	Куркина Т.А.								
Инж.отр.						Блок фильтров. План. Разрез I-I. Разрез II-II			
Зав.Каб.	Матвеевко А.И.					Кафедра ИСЗиС			

Резервуар чистой воды

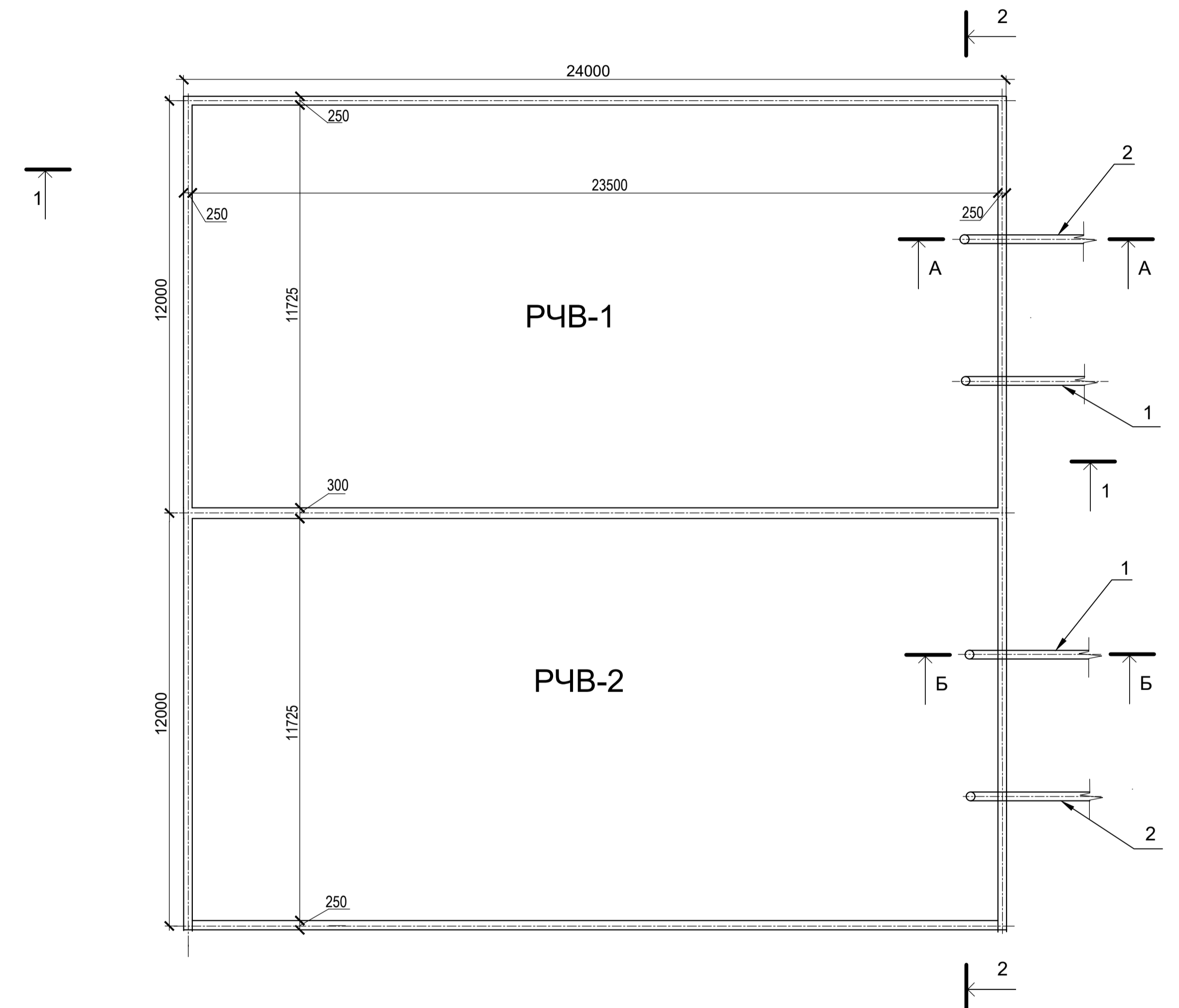
Разрез I-I



Разрез II-II



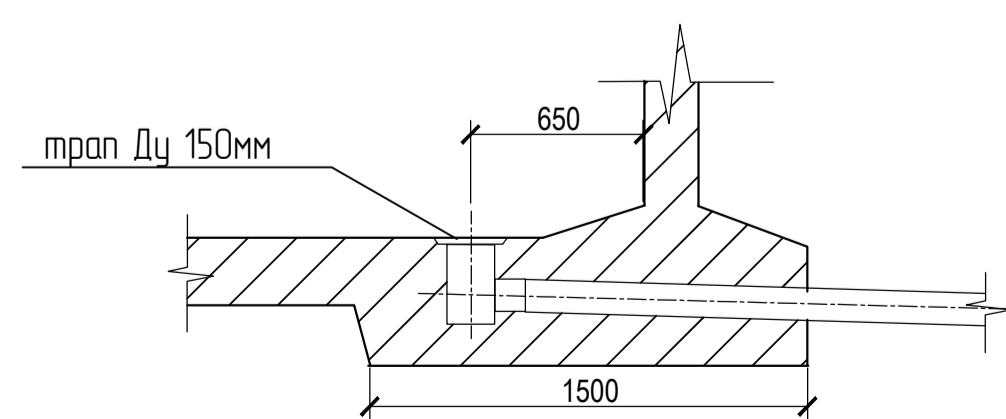
Резервуары чистой воды (РЧВ) план резервуара



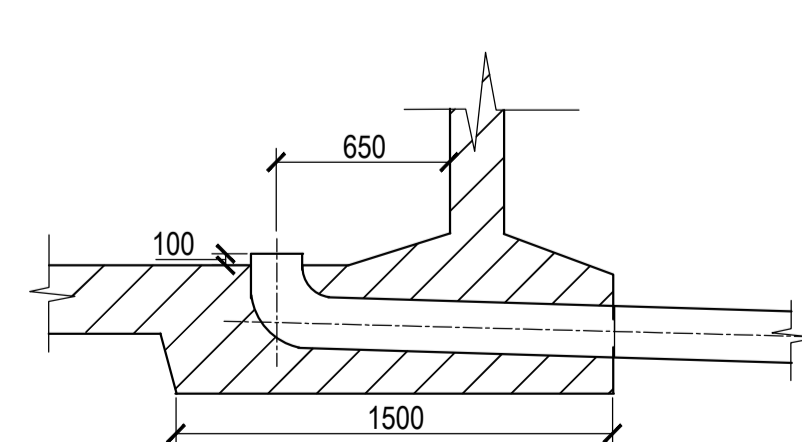
Технические требования

1. Поз. 1 спускной трубопровод выполнить полиэтиленовой трубой Ду 150мм, монтировать при заливке монолитной плиты, подключить через трап Ду 150мм.
2. Поз. 2 отводящий трубопровод выполнить полиэтиленовой трубой Ду 250мм, монтировать при заливке монолитной плиты, выше дна на 100мм.
3. Внутреннюю гидроизоляцию резервуаров выполнить горячим битумом за два раза по праймеру, по плитам перекрытия выполнить наружную оклеечную в два слоя.

A-A

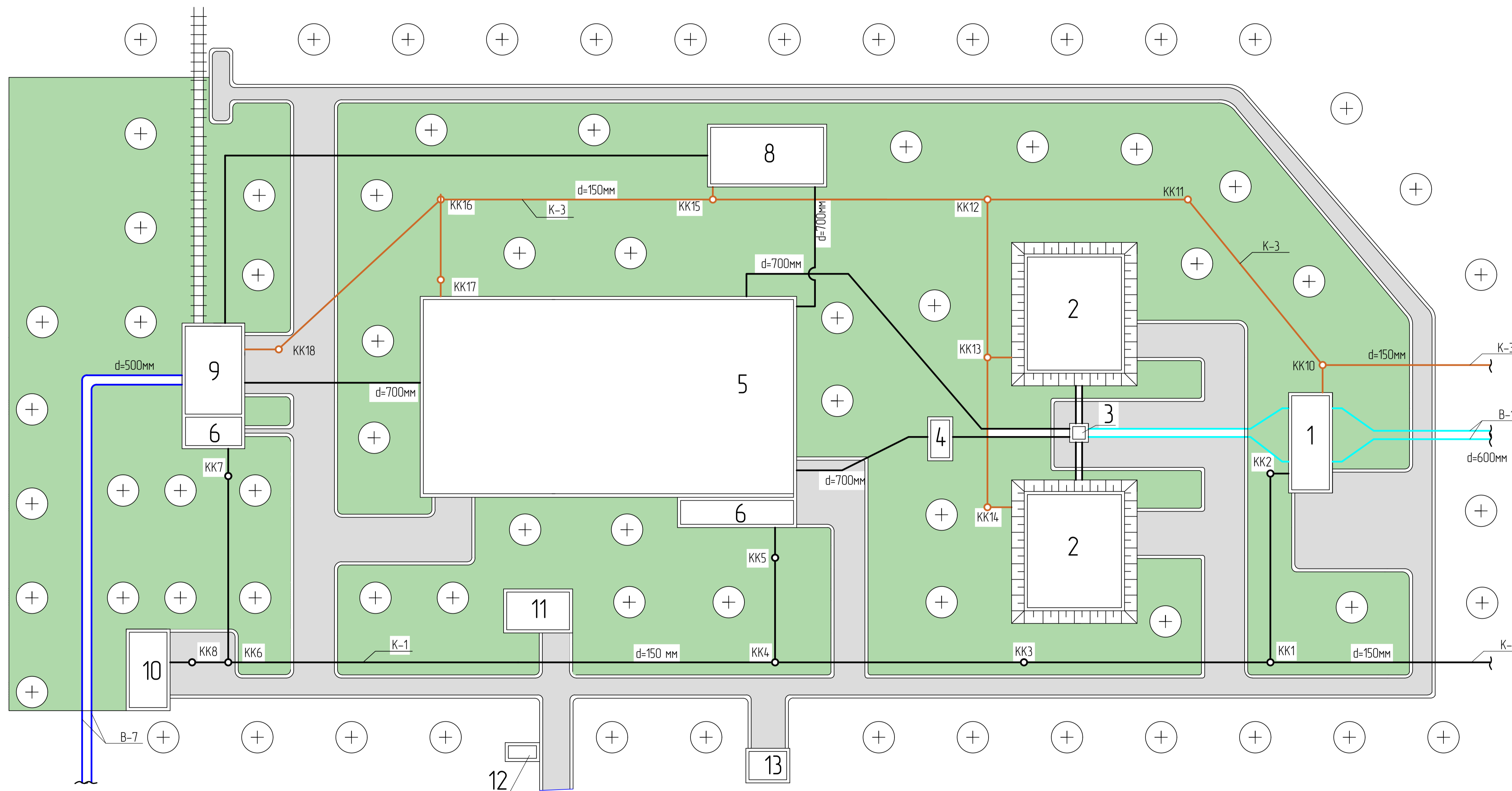
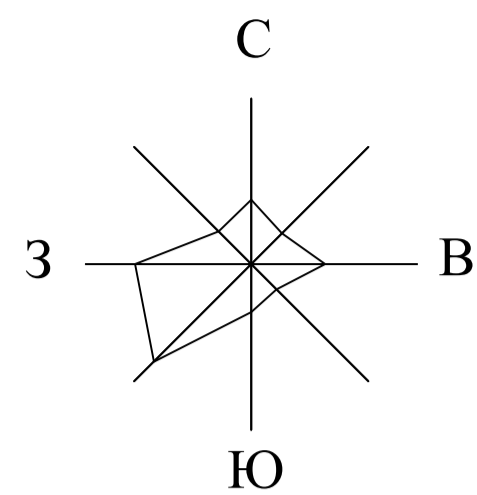


B-B



						ВКР-08.03.01.06-2019			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Колуч	Лист	МДок	Подпись	Дата	Проектирование системы водоснабжения города	Стадия	Лист	Листов
Разраб	Карчагин А.В.					Резервуар чистой воды. План. Разрез I-I, Разрез II-II. Узлы А-А, Б-Б	6	9	Кафедра ИСЗиС
Проверил	Курилина Т.А.								
Консульт.	Курилина Т.А.								
Руковод.	Курилина Т.А.								
Инж.Зав.Каф.	Матвеев А.И.								

Генеральный план водопроводных очистных сооружений



Обозначения трубопроводов

№ поз	Наименование
— B-1 —	Трубопровод хозяйственно-питьевого назначения
— B-7 —	Трубопровод речной воды
— K-1 —	Трубопровод бытовой канализации
— K-3 —	Трубопровод производственной канализации

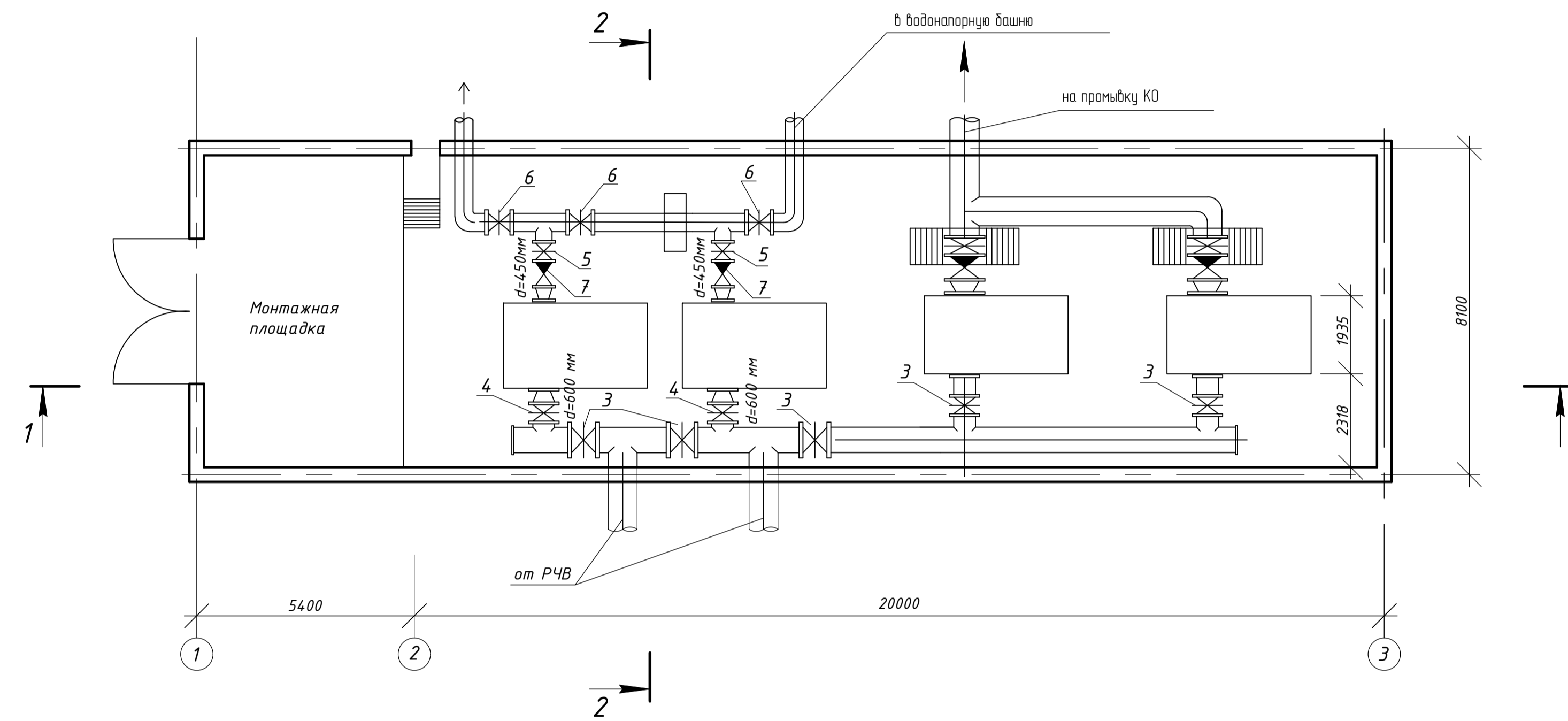
Экспликация блоков площадки очистных сооружений

№ поз	Наименование
1	Здание насосной станции 2-го подъема
2	Резервуары чистой воды
3	Камера переключения
4	Здание насосной станции для подачи прамывной воды
5	Блок фильтров
6	Блок вспомогательных помещений
8	Сооружение повторного использования прамывной воды
9	Блок реагентного хозяйства
10	Гараж
11	Песковое хозяйство
12	Проходная
13	Хлораторная и склад гипохлорита натрия

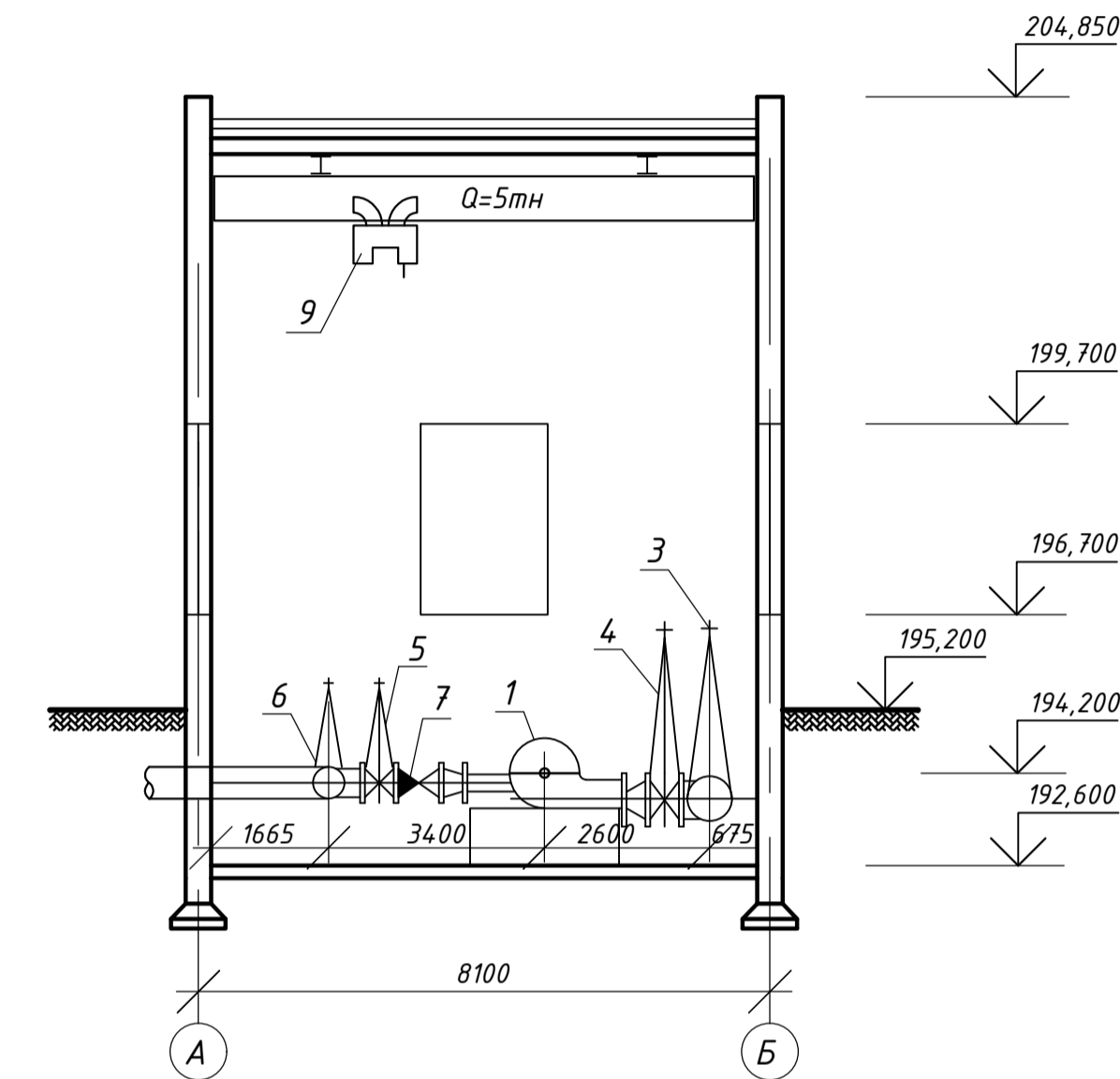
Изм.	Колуч.	Лист	Мдк.	Подпись	Дата	ВКР-08.03.01.06-2019			
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт						Проектирование системы водоснабжения города	Стадия	Лист	Листов
							7	9	
Разраб. Карчагин А.В. Проверил. Курякина Т.А. Консульт. Курякина Т.А. Руководитель. Курякина Т.А. Исполнитель. Матвеева А.И.						Генеральный план водопроводных очистных сооружений		Кафедра ИСЗиС	

Насосная станция II подъема

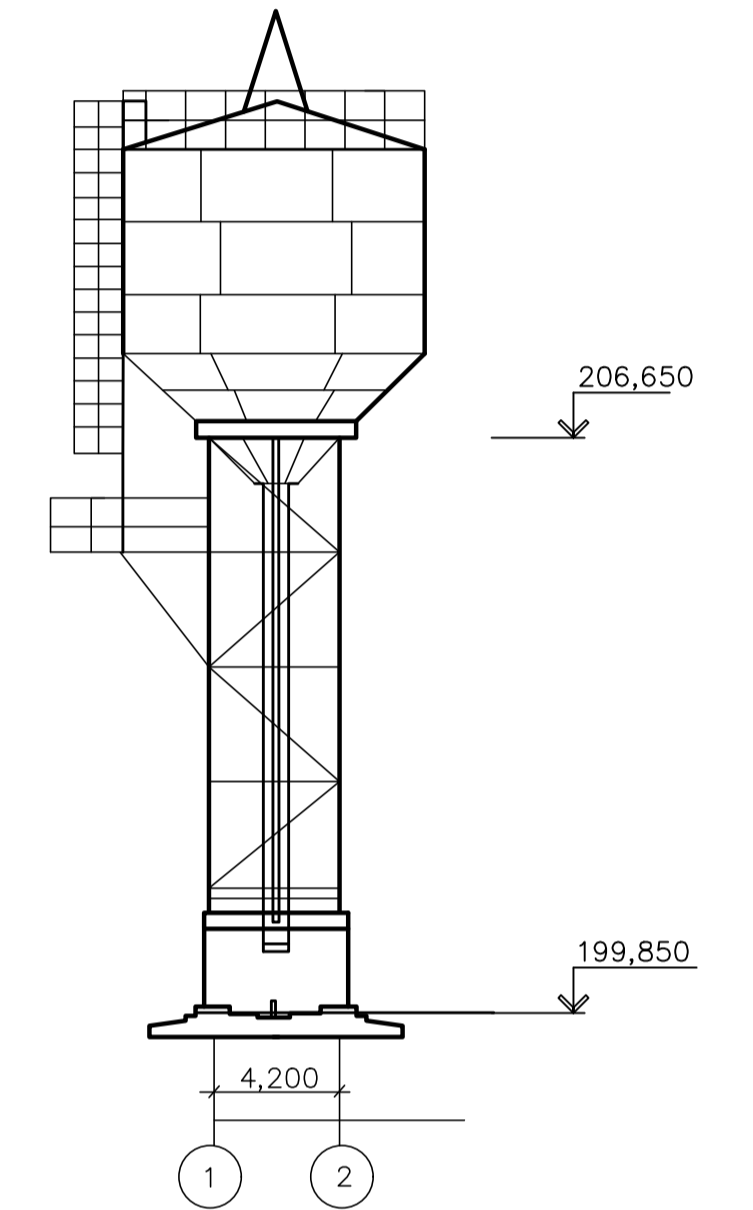
План



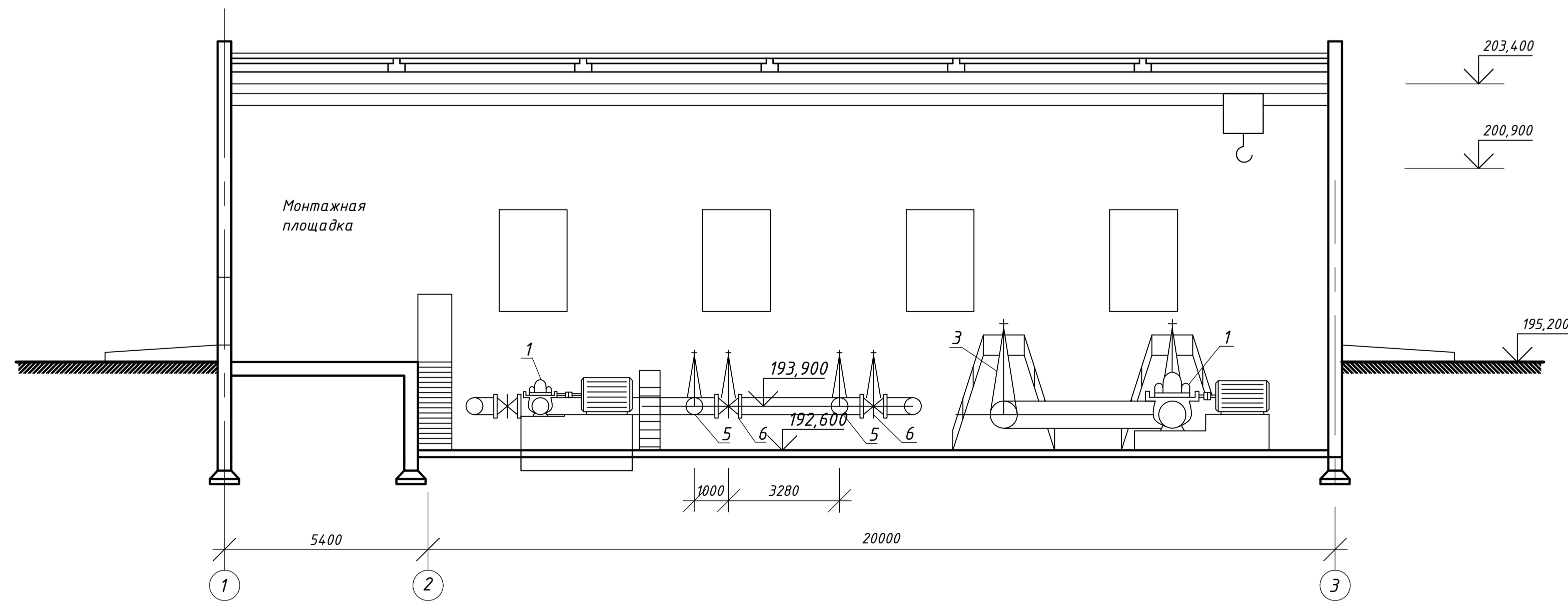
Разрез 2-2.



Водонапорная башня
ТП "Б.901-3-25"



Разрез 1-1.



Спецификация

Поз.	Наименование	Размер	Марка	Ед. измер.	Кол-во
1	Насос с электродвигателем	-	Д800-57	агр	4
2	Насос с электродвигателем	-	Д2500-17	агр	2
3	Задвижка клиновья с эл.приводом	d=700мм	30с927бр	шт	9
4	Задвижка клиновья с эл.приводом	d=600мм	30с914кж1	шт	4
5	Задвижка параллельная	d=450мм	30425бр	шт	4
6	Задвижка параллельная	d=500мм	30414бр	шт	5
7	Обратный клапан	d=450мм	1941бр	шт	4
8	Обратный клапан	d=700мм	1941бр	шт	2
9	Кран подвесной электрический	Q=5тн l=8,4м	однобалочный	комп.	1

ВКР-08.03.01.06-2019					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч	Лист	МДок	Подпись	Дата
Разраб	Корчагин А.В.				
Проверил	Курилина Т.А.				
Консульт	Курилина Т.А.				
Руковод	Курилина Т.А.				
Инжстр					
Зав.Каф.	Матвеевко А.И.				
Проектирование системы водоснабжения города				Стадия	Лист
Насосная станция II подъема. План. Разрез 1-1. Разрез 2-2. Водонапорная башня				8	9
Кафедра ИСЭиС					

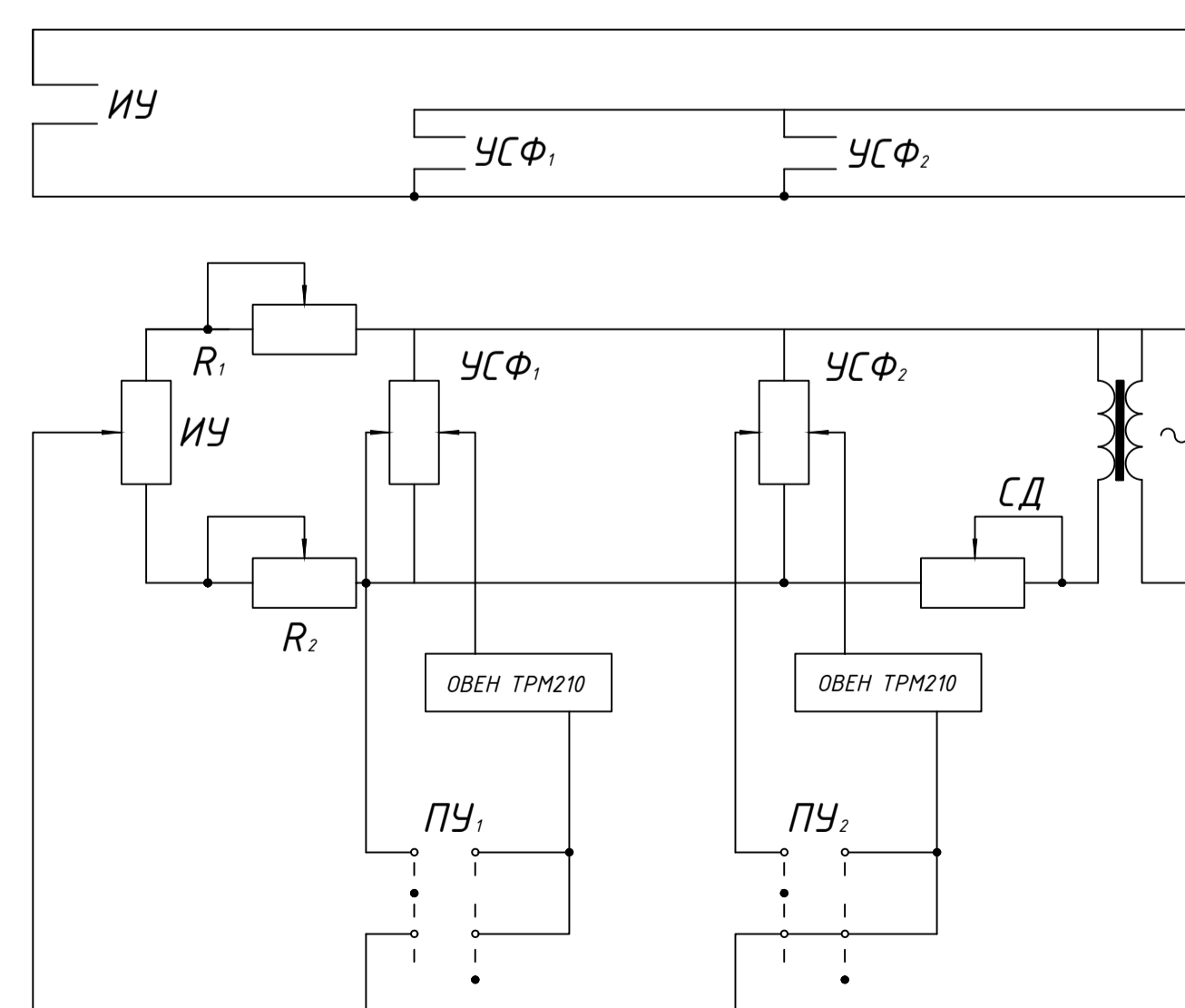
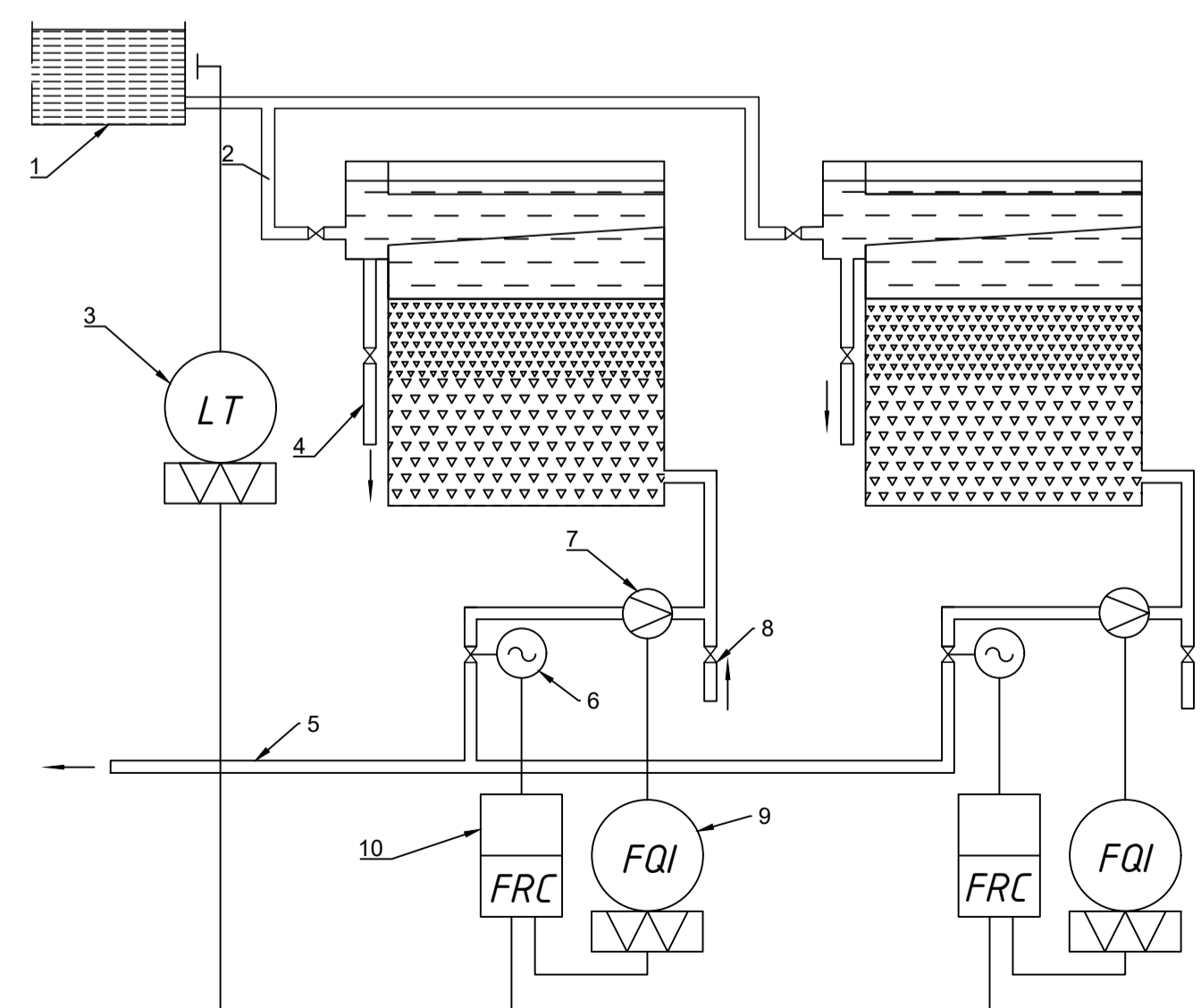
Технико-экономическое сравнение показателей

Наименование показателей	Ед. изм.	Инвестиционные проекты	
		Вариант 1	Вариант 2
Капитальные вложения	руб.	645172448,23	644387972,11
Эксплуатационные затраты	руб./год	39721714,50	36240386,14
Приведенные затраты	руб.	142949306,22	139342461,68
Себестоимость очистки	руб./м ³	5,31	5,17
Планируемая прибыль	руб.	28266987,00	31074615,20
Срок окупаемости	год	5,0	4,7

Гистограмма технико-экономического сравнения вариантов



Схема автоматизации



Условные обозначения

- 1 – канал;
- 2 – трубопровод подачи воды на фильтр;
- 3 – уровнемер. Прибор для измерения уровня с контактным устройством бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей);
- 4 – трубопровод отвода промывной воды;
- 5 – трубопровод фильтра;
- 6 – задвижка на трубопроводе фильтра;
- 7 – сужающее устройство;
- 8 – трубопровод подачи промывной воды;
- 9 – измеритель скорости фильтрования. Прибор для измерения расхода интегрирующий показывающий, установленный по месту (любой счетчик-расходомер с интегратором);
- 10 – регулятор скорости фильтрования. Прибор для измерения расхода регистрирующий, регулирующий, установленный на щите ;

Спецификация

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечания
ИУ	Измеритель уровня	2	
УСФ1	Задатчик	2	
УСФ2	Задатчик	2	
R1	Реостат 1	1	
R2	Реостат 2	1	
ОВЕН ТРМ210	Регулятор	2	
ПУ1	Переключатель 1	1	
ПУ2	Переключатель 2	1	
СД	Добавочное сопротивление	1	


VKP-08.03.01.06-2019							
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт							
Изм.	Кол.уч.	Лист	Мдк.	Подпись	Дата		
Разраб.	Корчагин А.В.						
Проверил	Курилина Т.А.						
Консульт.	Курилина Т.А.						
Руковод.	Курилина Т.А.						
Исполн.							
Зав.Каф.	Матвеев А.И.						
Проектирование системы водоснабжения города					Страница	Лист	Листов
Технико-экономическое сравнение показателей. Схема автоматизации					9	9	
					Кафедра ИСЗиС		

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко

« 3 » 07 2019 г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 – Строительство 08.03.06 – Водоснабжение и водоотведение
код – направление специальности

Проектирование систем водоснабжения населенного пункта и промышленных
предприятий
тема


Руководитель

 3.06.19
подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

Т.А. Курилина
инициалы, фамилия

Выпускник

 3.06.19
подпись, дата

А.В. Корчагин
инициалы, фамилия

Нормоконтроль

 3.06.19
подпись, дата

Т.А. Курилина
инициалы, фамилия