

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**



Допускается к защите
Зав. кафедрой «Инженерные
коммуникации и системы»
_____ Мусаев О.М.

« ____ » _____ 2012г.

Кафедра «*Инженерные коммуникации и системы*»

на тему: «*Проектирование систем водоотведения и очистки сточных
вод железнодорожной станции и населенного пункта г.Кошрабад
Самаркандской области*»

КВАЛИФИКАЦИОННАЯ ВЫПУСКНАЯ РАБОТА

Автор: студентка группы КQ-8

Рахимова У.Р.

Руководитель: к.т.н., доцент

Охременко И.М.

Рецензент: Култасова Г.А.

ТАШКЕНТ – 2012

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКЦИОНЕРНАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ
КОМПАНИЯ
«ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ»**

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

**кафедра
«Инженерные коммуникации и системы»**

Строительный факультет, группа КQ-8, Рахимова У.Р.

Приложение к заданию выпускной квалификационной работы на тему:

**«Проектирование систем водоотведения и очистки сточных вод
железнодорожной станции и населенного пункта г.Кошрабад
Самаркандской области»**

1. Строительство ведётся в Самаркандской области.
2. Плотность населения: 1 район: $P_1=245$ чел/га;
2 район: $P_2=250$ чел/га.
3. Состав грунта: супеси.
4. Грунтовые воды на глубине 3 м.
5. Глубина промерзания грунтов 1,5 м.
6. Сейсмичность района 7-8 баллов.
7. Сброс сточных вод предусмотрен в реку Зарафшан

Глубина воды в водоёме, Н, м	Расход воды в водоёме 95% обеспеченности, Q, м ³ /сек	Скорость течения воды, V, м/с	Содержание взвешенных веществ в водоёме, мг/л	БПК ₂₀	Количество растворённого кислорода, O ₂ , мг/л	Температура воды, t°, С
4,5	5,9	1,92	41	2	5,4	14

8. Ситуационный план железнодорожной станции и населённого пункта в масштабе 1:25 000.
9. Генплан железнодорожной станции и населённого пункта в масштабе 1:5 000
10. Горизонталы проведены через каждые 5 м.

Промышленные и железнодорожные предприятия

№	Наименование предприятия	Единица измерения	Кол-во продукции	Число смен	Количество рабочих	Нормы сточных вод			Характеристика сточных вод					K _{с,тех}
						M _{об}	m _{тех}	m _{х-б}	Взвешенные вещества	БПК ₂₀	Температура	XПК	pH	
1	Ремонтно-экипировочное депо	1 вагон	21	2	285	3,14	2,80	0,34	35,00	45,00	25	50,00	10	3
2	Пассажирское здание	смена	50	3	100	0,00	0,00	0,00	50,00	45,00	22	50,00	5	1,5
3	Производство сахарного песка	1 т перерабатываемой свеклы	15	2	90	0,50	0,30	0,20	10700	240,00	18	6000	7,7	2,5
4	Шелкоткацкая фабрика	1 т шелка сырца	3	2	325	88,92	86,16	2,76	250,00	480,00	38	800	7,5	2,5
5	Заводы строительного машиностроения	1 т веса продукции	15	2	137	3,19	2,62	0,57	150,00	150,00	12	0,00	10	2,5
6	Хлебозавод	1 т готовой продукции	38	3	63	1,40	0,60	0,80	1000,00	280,00	19	420,00	7	3,5

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ	8
1.1. Природно-климатические условия	8
1.2. Геологические и гидрогеологические условия	8
1.3. Роза ветров	9
1.4. Сейсмичность района строительства	9
1.5. Мероприятия по сейсмичности	9
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	10
2.1. Выбор схемы и системы канализации	10
2.2. Проектирование сети канализации	11
2.3. Определение расчётных расходов	11
2.3.1. Определение числа жителей и площади города	11
2.3.2. Определение расчётных расходов от объектов, входящих в норму водоотведения	11
2.3.3. Определение расчётных расходов от населённого пункта	17
2.3.4. Определение расчётных расходов от железнодорожных и промышленных предприятий	17
2.3.5. Определение расчётных расходов по участкам сети	22
2.4. Гидравлический расчёт сети водоотведения	29
2.4.1. Гидравлический расчёт на программе Sb-1	29
2.5. Проектирование профиля сети	34
2.6. Выбор материала труб и оснований	35
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ СТОЧНЫХ ВОД	35
4. ГЛАВНАЯ КАНАЛИЗАЦИОННАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ	40
4.1. Подбор канализационной насосной станции	40
4.1.1. Определение расчётных режимов работы канализационной насосной станции	40
4.2. Подбор типа и количества насосов для КНС	44
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД	55
5.1. Концентрация взвешенных веществ в сточных водах	55
5.2. Концентрация органических загрязнений биологического происхождения	56
5.3. Эквивалентное и приведенное число жителей	56
6. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	57
6.1. Условия выпуска сточных вод в водоем и определение необходимой степени очистки	57
7. ВЫБОР МЕТОДОВ И СООРУЖЕНИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	61
8. РАСЧЁТ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ	

8.1. Расчет сооружений механической очистки	62
8.1.1. Расчет решеток-дробилок.	62
8.1.2. Выбор и расчет песколовков.	64
8.1.2.1. Расчет песколовков	64
8.1.2.2. Расчет песковых бункеров	65
8.1.3. Выбор и расчет первичных отстойников	66
8.2. Расчет сооружений биохимической очистки	67
8.2.1. Расчет аэротенков	67
8.2.2. Расчет вторичных отстойников	74
8.3. Доочистка сточных вод	75
8.3.1. Расчет биологических прудов	75
8.4. Обеззараживание сточных вод	78
8.4.1. Хлорирование	78
8.4.2. Расчет смесителя	79
8.4.3. Контактный резервуар	80
9. ВЫСОТНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ ПО «ВОДЕ»	81
10. РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ	84
10.1. Расчет количества осадка	84
10.2. Расчет метантенка	86
10.3. Расчет илоуплотнителя	87
10.4. Расчет иловых площадок	88
11. ВЫСОТНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ ПО «ИЛУ»	90
Литература	92

Введение

С приобретением независимости в Республике Узбекистан происходят коренные изменения во всех сферах жизни общества.

В Постановлении Президента Республики Узбекистан от 21.12.2010 г. № ПП-1446 «Об ускорении развития инфраструктуры, транспортного и коммуникационного строительства в 2011-2015 годах» определены следующие основные приоритеты развития инфраструктуры, транспортного и коммуникационного строительства в 2011-2015 гг.:

- ускоренное развитие и модернизацию железнодорожного транспорта республики, проведение реконструкции железнодорожных путей, обустройство и введение в эксплуатацию высокоскоростной железнодорожной линии Ташкент-Самарканд, осуществление электрификации железнодорожных участков до городов Бухара и Карши, обновление подвижного состава современными высокопроизводительными локомотивами, грузовыми и пассажирскими вагонами;
- расширение строительства, модернизации и реконструкции в регионах республики, особенно в сельской местности, инженерно-коммуникационных сетей – систем водоснабжения, канализации, электрификации и другие, повышение на этой основе уровня и качества обеспечения населения и хозяйствующих субъектов водой и электроэнергией, улучшение санитарно-эпидемиологической обстановки в городах и населённых пунктах.

Строительство новых жилых и общественных зданий и сооружений, объектов производственного и культурно-бытового назначения, а также реконструкция и расширение существующих строительных объектов требуют проведения большого объема работ по инженерной подготовке территорий и, в первую очередь, по проектированию систем водоснабжения и водоотведения.

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию и расчёту систем водоотведения железнодорожной станции и населенного пункта г.Кошрабад Самаркандской области.

Выпускная квалификационная работа содержит следующие разделы:

- Введение;
- краткие сведения о природных условиях;
- технологическая часть;
- определение расчетных расходов сточных вод;
- главная канализационная насосная станция;
- определение концентрации загрязнений сточных вод;
- экологические характеристики;
- выбор методов и сооружений очистки сточных вод;
- расчёт сооружений канализационной очистной станции;

1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

1.1. Природно-климатические условия

Самаркандская область расположена в центральной части Узбекистана. По численности населения и валовой промышленной продукции Самаркандская область стоит после Ташкентской и Ферганской областей. По физико-географическому расположению она находится посередине Зарафшанской долины, с севера ее обрамляют Нуратинские, с северо-востока - Туркестанские горы, а с востока и юго-востока - отроги Зарафшанского хребта.

Основная река долины - **Зарафшан**, берущая начало с ледника, питается снеговыми и ледниковыми водами. Поэтому водный режим реки довольно устойчивый, что обеспечивает равномерную работу гидроэлектростанций на протяжении года и устраняет опасность наводнений. Для более эффективного использования воды в среднем течении Зарафшана построено Каттакурганское, а в нижнем - Куюмазарское водохранилища. По каналу Эскианхор воды Зарафшана поступают в Кашкадарьинскую область. По степени использования воды ни одна река Средней Азии не может сравниться с Зарафшаном - 90% их расходуется на орошение. Подземные воды в районе находятся близко к поверхности, и хотя в их составе солей немного, все же они не годятся для питья.

В городах Самарканда сосредоточена основная промышленность области – шелкомотальные и швейные фабрики, ремонтно-механические заводы и т.д.

Климат в Самаркандской области резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха $+12 - 14^{\circ}\text{C}$. Наиболее холодный месяц январь, с минимальной температурой -26°C , наиболее жаркий месяц июль с максимальной температурой $+42^{\circ}\text{C}$. Количество осадков в году 202-414 мм.

1.2. Геологические и гидрогеологические условия

Основной водной артерией Самаркандской области как мы уже сказали является река Зарафшан. Из нее берут начало крупные каналы - Даргом, Янгиарык и др. Сбросными каналами являются Карасу, Сиаб, Янги Даргом и др.

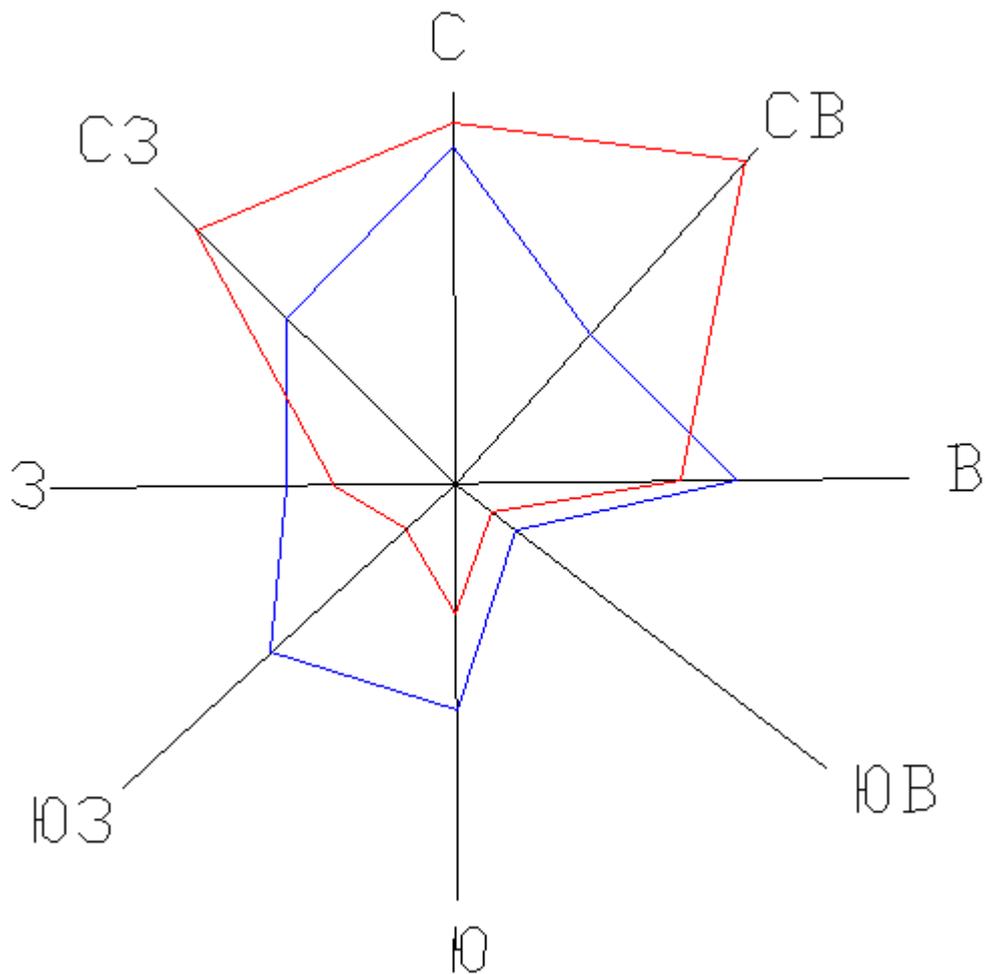
По геоморфологическому строению грунты представлены суглинками с линзами песка и гравия мощностью от 2 до 40 м; под которым залегают водонасыщенные галечники. Суглинистые грунты относятся к I и II типам просадочности.

Грунтовые воды залегают на глубине от 3 до 5 м, в отдельных районах более 10-20м. Питание грунтовых вод происходит за счет инфильтрации вод орошения и атмосферных осадков.

1.3. Роза ветров

Повторяемость направлений ветра

<i>Месяц</i>	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Январь	20/1,6	12/1,9	16/2,5	3/1,7	10/2,2	14/3,4	10/3,6	13/3,3	41
Июль	22/2,9	28/1,2	15/2,8	2/1,9	4/2,3	3/2,9	7/3,4	19/3,8	21



1.4. Сейсмичность района строительства

Сейсмичность Самаркандской области относится к 7-8 балльной зоне.

1.5. Мероприятия по сейсмичности.

При проектировании системы канализации для района с такой сейсмичностью должны выполняться следующие требования:

- 1) надлежит предусматривать мероприятия исключающие затопление территории сточными водами в случае повреждения канализационных трубопроводов и сооружений;
- 2) при выборе схемы канализации надлежит предусматривать децентрализованное размещение канализационных сооружений, если это не вызовет значительного усложнения и удорожания работ, а также расчетов, следует принимать разделение технологических элементов очистных сооружений на отдельные секции;
- 3) для коллекторов и сетей безнапорной и напорной канализации надлежит принимать все виды труб с учетом назначения трубопроводов, требуемой прочности труб, компенсационной способности стыков, а также результатов технико-экономических при этом глубина заложения всех видов труб в любых грунтах не нормируется.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Определение расчётных расходов

2.1.1. Определение числа жителей и площади города

Число жителей определяется по формуле (на каждый район):

$$N = P \cdot F, \text{ чел.}$$

где P - плотность населения, $[P] = [\text{чел/га}]$;
 F - площадь, $[F] = [\text{га}]$.

Все расчёты сведены в таблицу 2.1.

Расчет площади города и числа жителей

Таблица 2.1

<i>I район</i>					<i>II район</i>				
<i>№</i>	<i>Плотность</i>	<i>Площадь</i>		<i>Количество населения (чел)</i>	<i>№</i>	<i>Плотность</i>	<i>Площадь</i>		<i>Количество населения (чел)</i>
		<i>м²</i>	<i>га</i>				<i>м²</i>	<i>га</i>	
1	245	2142	5,4	1312	25	250	1223	3,1	764
2	245	1187	3,0	727	26	250	1072	2,7	670
3	245	567	1,4	347	27	250	754	1,9	471
4	245	1445	3,6	885	28	250	2014	5,0	1259
5	245	1210	3,0	741	29	250	1293	3,2	808
6	245	853	2,1	522	30	250	1240	3,1	775
7	245	1593	4,0	976	31	250	1747	4,4	1092
8	245	656	1,6	402	32	250	995	2,5	622
9	245	1203	3,0	737	33	250	787	2,0	492
10	245	1120	2,8	686	34	250	1718	4,3	1074
11	245	1458	3,6	893	35	250	1973	4,9	1233
12	245	1141	2,9	699	36	250	642	1,6	401
13	245	1211	3,0	742	37	250	1600	4,0	1000
14	245	1332	3,3	816	38	250	1700	4,3	1063
15	245	701	1,8	429	39	250	607	1,5	379
16	245	1098	2,7	673	40	250	1096	2,7	685
17	245	770	1,9	472	41	250	1318	3,3	824
18	245	1369	3,4	839	42	250	1627	4,1	1017
19	245	1116	2,8	684	43	250	1001	2,5	626
20	245	772	1,9	473	44	250	1119	2,8	699
21	245	771	1,9	472	45	250	2382	6,0	1489
22	245	2019	5,05	1237	46	250	2104	5,3	1315
23	245	1269	3,2	777	47	250	1432	3,6	895

<i>I район</i>					<i>II район</i>				
<i>№</i>	<i>Плотность</i>	<i>Площадь</i>		<i>Количество населения (чел)</i>	<i>№</i>	<i>Плотность</i>	<i>Площадь</i>		<i>Количество населения (чел)</i>
		<i>м²</i>	<i>га</i>				<i>м²</i>	<i>га</i>	
24	245	1325	3,3	812	48	250	790	2,0	494
				17351	49	250	2273	5,7	1421
			70,8		50	250	1762	4,4	1101
								90,7	22668
								Всего	40019

2.1.2. Определение расчётных расходов от объектов, входящих в норму водоотведения

Прачечная

Количество белья определяется по формуле (на 2 района):

$$G = \frac{a \cdot N}{1000}, \text{ кг}$$

где a - норма продукции на 1000 человек.

Расход воды в среднем в сутки определяется по формуле:

$$Q_{сут}^{cp} = \frac{n \cdot G}{1000}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где n - норма водоотведения на 1000 человек, л/кг сухого белья.

Расход воды в среднем за 1 час определяется по формуле:

$$Q_{час}^{cp} = \frac{Q_{сут}^{cp}}{T}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где T - время работы прачечной, час.

Расход воды в среднем за 1 секунду определяется по формуле:

$$q_{сек}^{cp} = \frac{Q_{час}^{cp} \cdot 1000}{3600}, \text{ л/с.}$$

Максимальный секундный расход воды определяется по формуле:

$$q_{сек}^{max} = q_{сек}^{cp} \cdot k_q, \text{ л/с}$$

где k_q - коэффициент неравномерности.

Все расчёты производятся на 2 района.

Школа

Количество мест в школе определяется по формуле:

$$G = \frac{a \cdot N}{1000}, \text{ шт}$$

где a - норма продукции на 1000 человек.

Расход воды в среднем в сутки определяется по формуле:

$$Q_{сут}^{cp} = \frac{n \cdot G}{1000}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где n - норма водоотведения на 1000 человек.

Расход воды в среднем за 1 час определяется по формуле:

$$Q_{час}^{cp} = \frac{Q_{сут}^{cp}}{T}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где T - время работы школы, час.

Расход воды в среднем за 1 секунду определяется по формуле:

$$q_{сек}^{cp} = \frac{Q_{час}^{cp} \cdot 1000}{3600}, \text{ л/с.}$$

Максимальный секундный расход воды определяется по формуле:

$$q_{сек}^{max} = q_{сек}^{cp} \cdot k_q, \text{ л/с}$$

где k_q - коэффициент неравномерности.

Все расчёты производятся на 2 района.

Больница

Количество коек в больнице определяется по формуле:

$$G = \frac{a \cdot N}{1000}, \text{ шт}$$

где a - норма продукции на 1000 человек.

Расход воды в среднем в сутки определяется по формуле:

$$Q_{сут}^{cp} = \frac{n \cdot G}{1000}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где n - норма водоотведения на 1000 человек.

Расход воды в среднем за 1 час определяется по формуле:

$$Q_{час}^{cp} = \frac{Q_{сут}^{cp}}{T}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где T - время работы больницы, час.

Расход воды в среднем за 1 секунду определяется по формуле:

$$q_{сек}^{cp} = \frac{Q_{час}^{cp} \cdot 1000}{3600}, \text{ л/с.}$$

Максимальный секундный расход воды определяется по формуле:

$$q_{сек}^{max} = q_{сек}^{cp} \cdot k_q, \text{ л/с}$$

где k_q - коэффициент неравномерности.

Все расчёты производятся на 2 района.

Баня

Количество мест в бане определяется по формуле:

$$G = \frac{a \cdot N}{1000}, \text{ шт}$$

где a - норма продукции на 1000 человек.

Расход воды в среднем в сутки определяется по формуле:

$$Q_{сут}^{cp} = \frac{n \cdot G}{1000}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где n - норма водоотведения на 1000 человек.

Расход воды в среднем за 1 час определяется по формуле:

$$Q_{час}^{cp} = \frac{Q_{сут}^{cp}}{T}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где T - время работы бани, час.

Расход воды в среднем за 1 секунду определяется по формуле:

$$q_{сек}^{cp} = \frac{Q_{час}^{cp} \cdot 1000}{3600}, \text{ л/с.}$$

Максимальный секундный расход воды определяется по формуле:

$$q_{сек}^{max} = q_{сек}^{cp} \cdot k_q, \text{ л/с}$$

где k_q - коэффициент часовой неравномерности.

Все расчёты производятся на 2 района и сведены в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Расходы от объектов, входящих в норму водоотведения

Наименование объектов	Население	Норма продукции на 1000 человек	Количество продукции	Единица измерения	Режим работы	Норма водоотведения	Расходы					
							Q _{ср.сут}	Q _{ср.час}	Q _{сек}	K _ч	Q _{max.c}	
<i>1 район</i>												
Прачечная(2)	17351	80	1388	сухое белье(кг)	16	75	208,2	13,0	3,6	1,0	3,6	
Школа (5)	17351	180	6246	ученик	16	11,5	86,3	10,8	3,0	1,5	4,5	
Больница(1)	17351	12	208	койка	24	200	41,6	1,7	0,5	2,5	1,2	
Баня (2)	17351	6	104	место	24	230	23,9	1,0	0,3	2,5	0,7	
						∑	360,0	26,5	7,4		10,0	
<i>2 район</i>												
Прачечная(2)	22668	80	1813	сухое белье(кг)	16	75	272,02	17,00	4,72	1	4,72	
Школа (6)	22668	180	8160	ученик	16	11,5	103,50	12,94	3,59	1,5	5,39	
Больница(1)	22668	12	272	койка	24	200	54,40	2,27	0,63	2,5	1,57	
Баня (2)	22668	6	136	место	24	230	31,28	1,30	0,36	2,5	0,91	
						∑	461,20	33,51	9,31		12,59	

2.1.3. Определение расчётных расходов от жилых кварталов

Расчётный участок состоит из суммы следующих расходов:

- собственный;
- транзитный (выше расположенные по данному коллектору);
- боковой;
- сосредоточенный (от БПК и объектов, входящих в нормы водоотведения).

Общий расход от населённого пункта без учёта промышленных предприятий определяется по формуле:

$$Q_{сут}^{cp} = \frac{n \cdot N}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут.}$$

где n - норма водоотведения на одного жителя, (л/сут*чел);

N - число жителей, чел.

Расход воды в среднем за 1 час определяется по формуле:

$$Q_{час}^{cp} = \frac{Q_{сут}^{cp}}{24}, \text{ м}^3/\text{час.}$$

Расход воды в среднем за 1 секунду определяется по формуле:

$$q_{сек}^{cp} = \frac{Q_{час}^{cp}}{3,6}, \text{ л/с.}$$

Расход воды от жилого квартала определяется по формуле:

$$Q_{жил.кв} = Q_{об.сут}^{cp} - Q_{сут}^{cp}, \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Средний секунднй суточный расход от жилого квартала определяется по формуле:

$$q_{жил.кв}^{cp} = \frac{Q_{жил.кв} \cdot 1000}{24 \cdot 3600}, \text{ л/с.}$$

Удельный расход определяется по формуле:

$$q_{уд} = q_{жил.кв}^{cp} \cdot F, \text{ л/с.}$$

Все расчёты производятся на 2 района и сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3

Расходы от жилых кварталов

Район	Норма водоотведения	$Q_{ср.сут}$	$Q_{ср.час}$	$q_{сек}$	$Q_{жил.кв}$	$q_{ср.жил.кв}$	F (га)	$q_{уд}$
1 район	230	2 498,5	104,1	28,9	2 138,5	24,8	70,8	0,3
2 район	160	4 692,3	195,5	54,3	4 231,1	49,0	90,7	0,5

2.1.4. Определение расчетных расходов от объектов не входящих в норму водоотведения (от промышленных предприятий)

Расчётные расходы всех предприятий рассчитываются одинаково.

Суточный расход воды определяется по формуле:

$$Q_{сут} = \frac{m \cdot M}{1000}, \text{ л/сут}$$

где m - общая норма водоотведения на единицу продукции;
 M - количество продукции, производимое в сутки.

Суточный расход технической воды определяется по формуле:

$$Q_{сут}^{tex} = \frac{m_1 \cdot M}{1000}, \text{ л/сут}$$

где m_1 - норма водоотведения на технические нужды.

Суточный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды определяются по формуле:

$$Q_{сут}^{x-б} = Q_{сут} - Q_{сут}^{tex}, \text{ л/сут.}$$

Расход технической воды в среднем за 1 секунду определяется по формуле:

$$q_{cp.сек}^{tex} = \frac{Q_{сут}^{tex} \cdot 1000}{3600 \cdot T}, \text{ л/с.}$$

Максимальный секундный расход технической воды определяется по формуле:

$$q_{max}^{tex} = k_{ч1} \cdot q_{cp.сек}^{tex}, \text{ л/с}$$

где $k_{ч1}$ - коэффициент часовой неравномерности при потреблении воды на технические нужды.

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды в среднем за 1 секунду определяется по формуле:

$$q_{cp.сек}^{x-б} = \frac{Q_{сут}^{x-б} \cdot 1000}{3600 \cdot T}, \text{ л/с.}$$

Так как на предприятиях существуют душевые кабинки для работников, следует определить расход воды на душевые расходы в холодном и горячем цехах. Для холодных цехов душевой расход составляет 30% от расхода воды на хозяйственно-бытовые нужды, а для горячих – 45%.

Максимальный секундный расход воды на хозяйственно-бытовые нужды определяется по формуле:

$$q_{max}^{x-б} = q_{cp.сек}^{x-б} \cdot k_{ч}, \text{ л/с.}$$

Максимальный секундный расход воды на душевые нужды определяется по формуле:

$$q_{max}^{душ} = q_{душ} \cdot k_{ч}, \text{ л/с.}$$

Общий секундный расход воды на предприятии определяется по формуле:

$$q_{\max} = q_{\max}^{\text{тех}} \cdot q_{\max}^{\text{х-б}} \cdot q_{\max}^{\text{душ}}, \text{ л/с.}$$

для холодных цехов $q_{\text{душ}}=30\%$ $K_q=3$
 для горячих цехов $q_{\text{душ}}=45\%$ $K_q=2.5$

$$q_{\max}^{\text{душ}} = q_{\text{душ}} * K_3; \quad K_3=1$$

$$q_{\max} = q_{\max}^{\text{тех}} + q_{\max}^{\text{хоз.быт}} + q_{\max}^{\text{душ}}$$

Эти расходы также можно вычислить по следующей формуле:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ср.(х.б.)}} = \frac{25 * n_1 + 45 * n_1}{1000}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где 25 – норма воды в холодных цехах;
 45 – норма в горячих цехах.

Чтобы знать расход воды на душевых кабинах надо знать общее число работников в цеху, общее количество душевых сеток и т.д. Например, в машиностроении пользователи душем 25% рабочих, а в пищевой промышленности 75% рабочихпользуются душем.

Продолжительность пользования душем составляет 45 минут.

Железнодорожная станция **Пассажирское здание (вокзал)**

Пассажирское здание работает круглосуточно (24 часа). В пассажирском здании также располагаются следующие помещения:

- 1.Касса;
- 2.Столовая (приготовления пищи, мойка посуды и т.д.);
- 3.Туалет;
- 4.Уборка помещений.

Расчитывается следующим образом:

$$Q_{\text{час}}^{\text{х.б.}} = Q_{\text{сут}}^{\text{х.б.}} * M, \quad \text{м}^3/\text{сут}$$

$$q_{\text{сек}} = \frac{Q_{\text{час}}}{3,6}, \quad \text{л/с}$$

$$q_{\text{сек.мах}} = q_{\text{сек}} * K, \quad \text{л/с.}$$

Сточные воды содержат только бытовые стоки.

$$m_{об}=0.53 \text{ м}^3; \quad m_{тех} = 0.33 \text{ м}^3; \quad m_{х.б}=0.2 \text{ м}^3, \quad K_{ч.тех} = 1, 15$$

Ремонтно-экипировочное депо (РЭД)

Технология производства на большинстве заводов включает процессы обмывки подвижного состава, очистки его узлов и деталей, нанесение лакокрасочных и гальванических покрытий, охлаждение оборудования, мокрую очистку пылевых выбросов и др. В этих процессах расходуется большое количество воды и образуются стоки, сильно загрязненные нефтепродуктами (до 500 мг/л) и взвешенными веществами (до 1000 мг/л).

$$m_{об}=0.65 \text{ м}^3; \quad m_{тех} = 0.45 \text{ м}^3; \quad m_{х.б}=0.2 \text{ м}^3, \quad K_{ч.тех} = 1$$

Промышленные предприятия

Хлебозавод

Все сточные воды направляются в городскую канализацию. Производственные сточные воды загрязнены в основном мучными примесями.

$$m_{об}=3.6 \text{ м}^3; \quad m_{тех} = 2.8 \text{ м}^3; \quad m_{х.б}=0.8, \quad K_{ч.тех} = 1$$

Предприятие сахарной промышленности Производство сахарного песка

Производственные сточные воды подвергаются естественной (на биопрудах, полях орошения, полях фильтрации) или искусственной (в биофильтрах или аэротенках) биологической очистки.

$$m_{об}=0.85 \text{ м}^3; \quad m_{тех} = 0.8 \text{ м}^3; \quad m_{х.б}=0.05 \text{ м}^3, \quad K_{ч.тех} = 1$$

Завод шелковых изделий

В состав загрязнений сточных вод входят: при отварке изделий из натурального шелка – серечин, мыло и др; при отварке тканей из искусственного шелка – мыло, сода, поверхностно-активные вещества; при крашении, печатании и отделке – отходы красителей, органические и минеральные кислоты, поваренная соль; синтетические поверхностно-активные вещества и т.п. Все сточные воды подвергаются усреднению и флотации.

$$m_{об}=24.16 \text{ м}^3; \quad m_{тех} = 1.76 \text{ м}^3; \quad m_{х.б}=22.4 \text{ м}^3$$

Завод строительного машиностроения

Для отвода сточных вод предусматривают следующие канализационные сети:

- 1) Стоков, загрязненных механическими примесями;
- 2) Шламовых вод;
- 3) Кислотно-щелочных стоков;
- 4) Цианосодержащих стоков;
- 5) Дождевых и условно-чистых вод;
- 6) Бытовых стоков.

После локальной очистки производственные стоки объединяют и направляют на доочистку.

Характеристика сточных вод

Производственные сточные воды содержат взвешенные вещества до 500 мг/л, нефтепродуктов до 300 мг/л и выше, а также различные соли металлов. Химически загрязненные стоки (из цехов металлопокрытий) содержат кислоты, щелочи, хром, циан, медь, никель и другие тяжелые металлы.

$$m_{об}=13.1 \text{ м}^3; \quad m_{тех} = 10.8 \text{ м}^3; \quad m_{х.б.}=2.3 \text{ м}^3$$

Все расчёты сведены в таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Расходы от железнодорожных и промышленных предприятий

№	Наименование объектов	ед. измерения	количество продукции	число смен	число работающих в смену	время работы	норма водоотведения			расходы														
							Моб щ	Мте х	Мх-б	на технологические нужды					на хозяйственно -бытовые					Душевые		Σq max		
										Qсут	Qсм	Qчас	qсек ср	Кч	qmax сек	Qсут	Qсм	Qчас	qсек ср	Кч	qmax сек		Qчас	qсек
1	Шелкоткацкая фабрика	1 т шелка сырца	3,00	2	325	16	24,1	1,76	22,4	5,28	2,64	0,33	0,092	1	0,092	67,2	33,60	4,20	1,16	2,	2,917	1,768	0,41	3,49
2	Хлебзавод	1 т готовой продукции	8,00	3	63	24	1,40	0,60	0,80	4,80	1,60	0,20	0,056	1	0,056	6,40	2,133	0,26	0,07	2	0,148	1,641	0,45	0,65
3	Заводы строительного машиностроения	1 т веса продукции	15,00	2	137	16	0,36	0,24	0,12	3,60	1,80	0,22	0,063	1	0,063	1,80	0,900	0,11	0,03	2,	0,078	5,063	1,40	1,54
4	Производство сахарного песка	1 т перерабатываемой свеклы	15,00	2	90	16	1,40	0,60	0,80	9,00	4,50	0,56	0,156	1	0,156	12,0	6,000	0,75	0,20	2,	0,521	1,406	1,40	2,08
5	Пассажирское здание	смена		3	50	24										50,0	16,66	2,08	0,57	1,	0,868			0,86
6	Ремонтно-экипировочное депо	вагон	21,00	2	285,	16	3,14	2,80	0,34	58,8	29,4	3,67	1,021	1	1,021	7,14	3,570	0,44	0,12	3	0,372	0,375	0,10	0,37
										81,4	39,9	4,99	1,387		1,387	144,	62,87	7,85	2,18		4,904		3,86	9,02

2.2 Выбор схемы и системы водоотведения

Выбор системы канализации производится на основании технико-экономических соображений и санитарных требований, зависящих от совокупности местных условий.

В проекте предусматривается объединение стоков от промышленных предприятий и жилых комплексов (кварталов): 2 железнодорожных зданий, т.е. пассажирское здание и ремонтно-экипировочное депо, а также 4 промышленных предприятий – хлебозавод, производство сахарной продукции, комбинат шелковых тканей и завод строительного машиностроения.

Схема канализации населённого пункта определяется рельефом территории и намеченным местом для размещения очистных станций.

В данной выпускной квалификационной работе централизованная схема водоотведения. При централизованной схеме сточные воды всех бассейнов водоотведения поступают по коллекторам на естественную для всего населённого пункта очистную станцию, расположенную ниже города по течению реки.

Уличная водоотводящая сеть спроектирована внутриквартальной и с пониженной стороны квартала.

Схема водоотводящей сети с пониженной стороны квартала выполняется в местности с явно выраженным уклоном в определённом направлении. В этом случае сеть трассируется с одной или с двух сторон квартала.

Относительно жилых кварталов привлечена схема водоотводящей сети по пониженной грани квартала, так как при расчёте уклона земли получили следующее неравенство: $i=0,006$ $i_{земли}=0,007$, то есть $0,006 < 0,007$.

Внутриквартальная схема применяется при благоприятной внутриквартальной планировке и выраженном рельефном уклоне местности в сторону следующего квартала.

При проектировании водоотводящей сети была выбрана неполная раздельная система. Так как данная система применяется для отвода только наиболее загрязнённых бытовых и производственных сточных вод. Атмосферные сточные воды стекают естественным путём по открытым люкам, канавам и тальвегам.

Недостатки: загрязнение водоёма дождевыми водами и затопление проездов и подземных помещений во время интенсивных дождей при спокойном рельефе местности.

1.2. Проектирование сети канализации

При трассировании канализационной сети стремятся к тому, чтобы сточная вода от населённого пункта отводилась на очистные сооружения самотечным и по возможности кратчайшим путём.

Трассирование пути начинается с нанесения на план главного коллектора, который прокладывается, начиная от самого отдалённого квартала до очистных сооружений. После выбора трассы главного коллектора на плане наносят уличные коллекторы.

Кроме того, трассировка должна быть выполнена с учётом безопасности производства строительных и ремонтных работ, в соответствии с геологическими и гидрогеологическими условиями.

2.3.5. Определение расчётных расходов по участкам сети

Расчетные расходы по участкам сети содержат в себе сосредоточенные расходы от жилых кварталов и сосредоточенные расходы от промышленных предприятий и железнодорожной станции.

$$q_{max}^{ж.кв.} = \sum q_{ср} * K_{об}, \quad K_{об} = K_{сут} * K_{ч}$$

$K_{об}$ —коэффициенты неравномерности

Коэффициент неравномерности зависит от количества расхода сточных вод.

Если расход равен $q=5$ л/с, тогда будет $K_{об}=2,5$. Если расход равен $q>5$ л/с, тогда коэффициент $K_{об}$ берется по следующей таблице:

Расходы, q	5	10	20	50	100	300	500	1000	q>1000
Коэффициент, $K_{об}$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44

$$\sum q = q^{об} + q^{дон}, \quad \sum q_{ср} = q_{max} + q_{дон}^{max.прив.},$$

$$\sum q^{max} = \sum q_{дон} + q_{max}^{ж.кв.}$$

Все расчёты сведены в таблицы 2.5 и 2.6.

Расчётные расходы по участкам сети

Таблица 2.5.

Участки	Длины	Площадь	Q _{уд.} л/с	Q _{уч.} л/с
1-2	513,10	5,4	0,35	1,87
2-3	126,10	-	0,35	0,00
3-4	99,20	-	0,35	0,00
4-5	204,20	-	0,35	0,00
5-6	147,00	-	0,35	0,00
6-7	363,00	3,4	0,35	1,20
7-8	154,95	2,7	0,54	1,45
8-9	150,70	2,0	0,54	1,06

продолжение таблицы таблица 2.5				
Участки	Длины	Площадь	Чуд. л/с	Чуч. л/с
9-10	288,00	2,5	0,54	1,34
10-11	132,75	2,50	0,54	1,35
11-12	176,00	2,80	0,54	1,51
12-13	191,75	5,96	0,54	3,22
13-14	138,15	5,26	0,54	2,84
14-15	211,10	4,41	0,54	2,38
15-75	49,40	0,00	-	0,0
16-2	369,90	0,00	0,35	0,00
17-3	78,75	2,13	0,35	0,75
18-19	196,35	2,97	0,35	1,04
19-4	335,40	3,98	0,35	1,39
20-5	151,50	3,01	0,35	1,05
21-5	164,70	2,75	0,35	0,96
22-23	155,50	1,75	0,35	0,61
23-6	165,35	1,93	0,35	0,67
24-25	192,85	2,80	0,35	0,98
25-26	239,70	0,00	0,35	0,00
26-7	110,85	0,00	0,35	0,00
27-25	154,55	3,65	0,35	1,28
28-26	236,70	2,79	0,35	0,98
29-30	422,15	0,00	0,35	0,00
30-31	228,95	0,00	0,35	0,00
31-32	187,65	0,00	0,35	0,00
32-33	270,65	1,93	0,35	0,67
33-34	25	1,93	0,35	0,68
34-8	208,40	0,00	0,54	0,00
35-30	94,25	1,42	0,35	0,50
36-31	243,45	3,61	0,35	1,26
37-32	176,85	2,85	0,35	1,00
38-39	193,80	3,31	0,35	1,16
39-40	146,90	3,06	0,54	1,65
40-41	235,35	4,37	0,54	2,36
41-42	182,40	1,61	0,54	0,87
42-10	51,55	0,00	0,54	0,00
43-10	189,15	3,30	0,54	1,78
44-45	166,75	3,03	0,35	1,06
45-46	232,40	0,00	0,35	0,00
46-47	116,70	3,03	0,35	1,06
47-48	190,60	5,05	0,35	1,77
48-49	280,50	5,04	0,54	2,72
49-50	169,80	0,00	0,54	0,00
50-13	376,9	0,00	0,54	0,00

51-52	279,05	1,64	0,35	0,57
52-46	335,70	3,33	0,35	1,17
53-54	190,30	1,89	0,54	1,02
54-55	176,70	0,00	0,54	0,00
55-50	190,30	4,30	0,54	2,32
56-57	177,45	3,17	0,35	1,11
57-58	201,50	3,23	0,54	1,75
58-59	151,75	3,10	0,54	1,67
59-60	133,90	0,00	0,54	0,00
60-61	167,00	4,93	0,54	2,66
61-62	266,25	0,00	0,54	0,00
62-63	174,50	0,00	0,54	0,00
63-14	185,50	0,00	0,54	0,00
64-62	154,30	4,00	0,54	2,16
65-62	228,25	4,25	0,54	2,29
66-63	220,95	3,58	0,54	1,93
67-68	185,80	1,52	0,54	0,82
68-69	222,50	0,00	0,54	0,00
69-70	155,60	0,00	0,54	0,00
70-71	173,15	0,00	0,54	0,00
71-15	575,15	5,68	0,54	3,07
72-68	210,40	2,74	0,54	1,48
73-69	225,05	4,07	0,54	2,20
74-70	213,90	1,98	0,54	1,07
		161,49		73,74

2.4. Гидравлический расчёт сети водоотведения

2.4.1. Гидравлический расчёт на программе Sb-1

Гидравлический расчёт сети водоотведения может быть произведён при помощи ЭВМ на программе Sb-1. Для расчёта должны быть известны длины участков в метрах, отметки земли у всех узлов, сосредоточенные расходы от железнодорожных, промышленных, социально-культурных, бытовых предприятий, а также площади кварталов, примыкающих к этому участку. Должны быть известны количество участков, узлов, общее число жителей. Средняя норма водоотведения рассчитывается по формуле:

$$q_{cp} = \frac{(q_1 \cdot N^I + q_2 \cdot N^{II})}{N^I + N^{II}}, \text{ л/сут*чел}$$

где q_1 и q_2 - норма водоотведения для I и II районов, л/сут*чел;
 N^I и N^{II} - население I и II районов, чел.

Минимальная глубина заложения лотка определяется по следующей формуле:

$$H = h_1 + i_1 \cdot l_1 + i_{кв} \cdot l_{кв} + (z_{ул} - z_{кв}) + (d_{ул} - d_{кв}), \text{ м}$$

где h_1 - наименьшая глубина заложения дворовой или уличной сети, м;
 i и l - уклоны и длины участков внутриквартальной сети от её наиболее удалённого колодца до места подключения к уличной сети;
 z - отметки поверхности земли, м;
 d - диаметры труб, мм.

Исходные данные сведены в таблицу 2.7.

Все расчёты сведены в таблицу 2.8.

Таблица 2.7

Исходные данные для гидравлического расчёта

№ узла	отметка														
1	401,49	11	389,09	21	396,56	31	400,22	41	392,16	51	398,01	61	390,37	71	385,46
2	399,84	12	388,95	22	398,34	32	398,16	42	390,82	52	397,33	62	390	72	390,76
3	398,82	13	388,77	23	396,78	33	396,88	43	391,12	53	394,53	63	389,8	73	388,74
4	398,47	14	388,66	24	398,39	34	396,55	44	399,32	54	395,64	64	392,4	74	389,64
5	396,58	15	386,05	25	397,99	35	402,66	45	398,22	55	393,64	65	387,9	75	385,19
6	395,33	16	402,58	26	395,23	36	401,72	46	397,00	56	396,57	66	386,61		
7	394,11	17	399,24	27	398,93	37	399,13	47	396,68	57	394,43	67	391,06		
8	393,94	18	402,95	28	396,40	38	397,43	48	393,80	58	392,32	68	390,00		
9	393,78	19	401,73	29	404,09	39	395,52	49	393,19	59	392,06	69	388,45		
10	390,37	20	397,59	30	401,20	40	394,05	50	392,53	60	390,51	70	386,88		

2.5. Проектирование профиля сети

Одновременно с гидравлическим расчётом самотечной водоотводящей сети составляется её продольный профиль. В установленных масштабах по трассам, проектируемых сетей вычерчивается профиль поверхности земли. На профиль с плана переносятся расчётные точки, определяется длина расчётных участков.

По профилю определяется начальное заглубление сети и участки с наибольшим и наименьшим заглублением коллектора. Затем на профиль наносятся все данные расчёта и по вычисленным отметкам вычерчивается схема трубопровода с расстановкой колодцев.

При построении профиля в дипломной квалификационной работе на нём показываются все колодцы, а лишь наносятся расчётные точки, в которых изменяются расходы, уклоны и диаметры.

Способ соединения труб в колодце по высоте принимается в зависимости от отметок уровня воды, чтобы не допустить подпора в вышележащих участках сети.

Трубы разных диаметров соединяются в колодцах, как правило, по шельгам и только в отдельных случаях по воде.

В рабочих чертежах профиль строится с указанием отметок планировки, материала труб, оснований под трубы, типа покрытия, данных о расположении трассы, углов поворота, разрезов грунтов со скважинами, координаты точек, камера колодцев.

На профиле показывается размещение всех подземных сооружений, пересекающих трассу водоотводящей сети и отметки их заложения.

Приводятся сведения об общей длине коллектора по профилю и спецификации.

2.6. Выбор материала труб и оснований

В дипломной квалификационной работе принимается пластмассовые трубы. Они изготавливаются из поливинилхлорида (ПВХ), полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП), ещё изготавливаются стеклопластиковые трубы. Наиболее экономически выгодные из этих труб – трубы из ПВХ. Все эти трубы используют для транспортировки воды с температурой до +45°C.

Пластмассовые трубы выпускаются напорные и безнапорные, гладкие и гофрированные. Сопряжение труб либо муфтовое, либо раструбное с уплотнительными резиновыми кольцами.

Для напорных и самотечных трубопроводов большого диаметра применяются трубы из стекловолокнистого полистирола.

Основание для пластиковых труб искусственное. На основной грунт обязательно устраивается песчаная подушка, как правило толщина подушки в два раза больше диаметра трубы. Также основание может быть

гравийное. Естественное основание может быть использовано для керамических, железобетонных и металлических труб.

3. Определение расчетных расходов сточных вод по часам суток

Для проектирования очистных сооружений необходимо иметь данные о количестве сточных вод и режиме их поступления по часам суток.

В задании даны расходы сточных вод от промышленных предприятий $Q_{пр}$ и железнодорожной станции $Q_{жд}$. Дано число жителей в поселке N и норма водоотведения в л/сут на одного жителя n , зная которые можно легко подсчитать суточный расход бытовых вод от поселка $Q_{быт}$ в м³/сут по формуле

$$Q_{быт} = \frac{n * N}{1000}$$

Общий суточный расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения $Q_{сут}$, составит

$$Q_{сут} = Q_{быт} + Q_{пр} + Q_{жд}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где $Q_{быт}$ - суточный расход сточных вод от жилых кварталов и объектов, входящих в норму водоотведения, м³/сут;

$Q_{пр}$ - суточный расход сточных вод от промышленных предприятий, м³/сут;

$Q_{жд}$ - суточный расход сточных вод от железнодорожных предприятий, м³/сут.

Все расчёты сведены в таблицу 3.1.

Распределение расчетных расходов по часам суток												Таблица 3.1	
Часы.	Население		Баня		Прачечная		Школа		Больница		Вокзал		
	Кч=1,51		Кч=1		Кч=1		Кч=1,5		Кч=1,5		Кч=1,5		
	%	расход	%	расход	%	расход	%	расход	%	расход	%	расход	
0 - 1 (3-смена)	1,65	148,9	12,5	1,15					0,70	0,7	1,60	0,80	
1 - 2	1,65	148,9	12,5	1,15					0,70	0,7	1,60	0,80	
2 - 3	1,65	148,9	12,5	1,15					1,30	1,2	1,60	0,80	
3 - 4	1,65	148,9	12,5	1,15					2,30	2,2	1,60	0,80	
4 - 5	1,65	148,9	12,5	1,15					3,70	3,6	1,60	0,80	
5 - 6	4,2	379,1	12,5	1,15					3,60	3,5	4,28	2,14	
6 - 7	5,8	523,5	12,5	1,15					4,60	4,4	5,88	2,94	
7 - 8	5,8	523,5	12,5	1,15					10,30	9,9	5,80	2,90	
8 - 9 (1-смена)	5,85	528,0	12,5	1,15	12,5	15,01	12,5	11,9	8,90	8,5	6,28	3,14	
9 - 10	5,85	528,0	12,5	1,15	12,5	15,01	12,5	11,9	6,60	6,3	6,28	3,14	
10 - 11	5,85	528,0	12,5	1,15	12,5	15,01	12,5	11,9	4,20	4,0	6,28	3,14	
11 - 12	5,05	455,8	12,5	1,15	12,5	15,01	12,5	11,9	4,20	4,0	4,93	2,46	
12 - 13	4,2	379,1	12,5	1,15	12,5	15,01	12,5	11,9	3,60	3,5	4,08	2,04	
13 - 14	5,8	523,5	12,5	1,15	12,5	15,01	12,5	11,9	3,60	3,5	5,68	2,84	
14 - 15	5,8	523,5	12,5	1,15	12,5	15,01	12,5	11,9	2,30	2,2	5,93	2,96	
15 - 16	5,8	523,5	12,5	1,15	12,5	15,01	12,5	11,9	6,30	6,1	5,93	2,96	
16 - 17 (2-смена)	5,8	523,5	12,5	1,15	12,5	15,01			10,50	10,1	5,70	2,85	
17 - 18	5,75	519,0	12,5	1,15	12,5	15,01			9,50	9,1	5,68	2,84	
18 - 19	5,2	469,3	12,5	1,15	12,5	15,01			7,30	7,0	4,75	2,38	
19 - 20	4,75	428,7	12,5	1,15	12,5	15,01			1,70	1,6	4,55	2,28	
20 - 21	4,1	370,0	12,5	1,15	12,5	15,01			1,60	1,5	4,23	2,11	
21 - 22	2,85	257,2	12,5	1,15	12,5	15,01			1,10	1,1	2,60	1,30	
22 - 23	1,65	148,9	12,5	1,15	12,5	15,01			0,70	0,7	1,60	0,80	
23 - 24	1,65	148,9	12,5	1,15	12,5	15,01			0,70	0,7	1,60	0,80	
Итого:	100	9025,3	300	27,59	200	240,11	100	94,9	100	96,0	100	50	

Хлеб завод					Производство сахарного песка					Шелкоткацкая фабрика				
Тех, Кч=1		Хоз-быт, Кч=2,5		душ	Тех, Кч=1		Хоз-быт, Кч=2,5		душ	Тех, Кч=1		Хоз-быт, Кч=2,5		душ
%	расход	%	расход		%	расход	%	расход		%	расход	%	расход	
12,50	5,205	12,5	1,1567	1,65										
12,50	5,205	8,12	0,7514											
12,50	5,205	8,12	0,7514											
12,50	5,205	13,65	1,2631											
12,50	5,205	8,12	0,7514											
12,50	5,205	8,12	0,7514											
12,50	5,205	8,12	0,7514											
12,50	5,205	28,25	2,6141											
12,50	5,205	19,5	1,8044	1,65	12,5	24,50	19,5	1,90	2,5313	12,5	0,1188	12,5	1,1625	0,883929
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	13,65	1,2631		12,5	24,50	13,65	1,33		12,5	0,1188	18,75	1,74375	
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	29,25	2,7066		12,5	24,50	29,25	2,85		12,5	0,1188	37,5	3,4875	
12,50	5,205	19,5	1,8044	1,65	12,5	24,50	19,5	1,90	2,5313	12,5	0,1188	12,5	1,1625	0,883929
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	13,65	1,2631		12,5	24,50	13,65	1,33		12,5	0,1188	18,75	1,74375	
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	8,12	0,7514		12,5	24,50	8,12	0,79		12,5	0,1188	6,25	0,58125	
12,50	5,205	28,25	2,6140		12,5	24,50	28,25	2,76		12,5	0,1188	37,5	3,4875	
300	124,92	300	27,76	4,95	200	392	205	20	5,06	200	1,9	200	18,6	1,77

Заводы строительного машиностроения					Ремонтно-экипировочное депо					Суммарный расход	
Тех, Кч=1		Хоз-быт, Кч=2,5		душ	Тех, Кч=1		Хоз-быт, Кч=3		душ		
%	расход	%	расход		%	расход	%	расход		%	расход
									7,605	1,6196	167,1557
										1,5260	157,4954
										1,5316	158,0717
										1,5459	159,5438
										1,5539	160,3768
										3,7959	391,7629
										5,2121	537,9278
										5,2828	545,2276
12,5	5,7375	19,5	1,455	0,820313	12,5	3,675	12,5	0,4463		6,0032	619,5761
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		5,8878	607,6646
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		5,8654	605,3595
12,5	5,7375	13,65	1,019		12,5	3,675	18,75	0,6694		5,1891	535,5549
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		4,4063	454,7661
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		5,8132	599,9706
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		5,8023	598,8470
12,5	5,7375	29,25	2,183		12,5	3,675	37,5	1,3388		5,9327	612,3044
12,5	5,7375	19,5	1,455	0,820313	12,5	3,675	12,5	0,4463	7,605	5,9303	612,0552
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		5,7095	589,2621
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		5,2036	537,0476
12,5	5,7375	13,65	1,019		12,5	3,675	18,75	0,6694		4,7867	494,0280
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		4,1860	432,0324
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		3,0804	317,9237
12,5	5,7375	8,12	0,606		12,5	3,675	6,25	0,2231		2,0225	208,7361
12,5	5,7375	28,25	2,108		12,5	3,675	37,5	1,3388		2,1131	218,0870
200	91,8	205	15,3	1,64	200	58,80	200	7,14	15,21	100	10 320,7766

4. ГЛАВНАЯ КАНАЛИЗАЦИОННАЯ НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ

4.1. Подбор канализационной насосной станции

В данной выпускной квалификационной работе канализационная насосная станция совмещена с приёмным резервуаром, в который поступают стоки от населённого пункта и железнодорожных и промышленных предприятий.

В приёмном резервуаре установлены решётки-дробилки для удаления из перекачиваемой жидкости крупных плавающих предметов.

Расчёт насосной станции начинается с построения графика почасового притока сточных вод (в сутки максимального водопотребления).

График водоотведения приведён ниже.

В данной квалифицированной выпускной работе канализационная насосная станция относится к I категории, так как в данной области не допускается перерыв или снижение подачи сточной жидкости.

Переход от часового расхода к секундному осуществляется формуле:

$$q_{\text{час}}^{\text{max}} = Q_{\text{час}}^{\text{max}} \cdot 3,6, \text{ л/сек.}$$

Расчетная подача насосной станции должна быть или немного превосходить максимальный секундный приток стоков:

$$Q_{\text{нс}} \geq Q_{\text{max}}^{\text{сек}}$$

$$Q_{\text{max}} = 619.92 \text{ м}^3/\text{час} = 172,2 \text{ л/с}$$

Насосы могут по этап но отключаться на некоторое время, в течении которого стоки накапливаются в приемной резервуаре. Включение и отключение насосов происходит по сигналам от датчиков уровней сточной жидкости в приемном резервуаре.

Приемные резервуар представляет собой регулируемую емкость, которая позволяет обеспечить продолжительную равномерную режим при неравномерном притоке сточных вод.

При не включении насоса или в случае аварийной ситуации приемный резервуар должен принять 5-ти минутный расход одного насоса в час максимального водопотребления.

$$W_{\text{мин.р}} \geq \frac{Q_{\text{max}} * 5 * 3}{60} \approx \frac{619.92 * 5 * 3}{60} = 160 \text{ м}^3 \approx 80 \text{ м}^3$$

Сравнивая выше приведенные расчеты принимается минимальная емкость приемного резервуара 80 м^3 .

При круглой форме здания насосной станции и радиус здания 6 м, и площадь будет равна

$$S = \pi * R^2 = 3.14 * 3^2 = 28.26 \text{ м}^2$$

Т.к. под приемный резервуар используется половина площади

$$S : 2 = 28.26 : 2 = 14.13 \text{ м}^2$$

При необходимой емкости резервуара в 24 м³ получаем

$$h = W_{\text{рез}} : \frac{1}{2} * S = 24 : 14.13 = 1.69 \text{ м} \approx 1,7 \text{ м}$$

высота заполнения до минимального уровня приемного резервуара. Суммарное время работы насосов в течении суток составляет

$$t = \frac{Q_{\text{сут}}}{Q_{\text{час}}^{\text{max}}} \approx \frac{10320}{619,92} = 16,66 \text{ ч}$$

Несрабатываемый уровень стоков в приемном резервуаре (1м) при

$$t = \frac{Q_{\text{сут}}}{Q_{\text{час}}^{\text{max}}} \approx \frac{10320}{619,92} = 16,66 \text{ ч}$$

При двух водоводах м аварийном выпуске во время аварии на одном водоводе второй обеспечивает 70% расчётной подачи.

Все расчёты сведены в таблицу 4.2 и 4.3.

График почасового притока сточных вод к канализационной насосной станции

Таблица 4.2.

Часы суток	%	Q м3/ч	Q л/с
0-1 3смена	1,62	167,16	46,43
1-2	1,53	157,50	43,75
2-3	1,53	158,07	43,91
3-4	1,55	159,54	44,32
4-5	1,55	160,38	44,55
5-6	3,79	391,76	108,82
6-7	5,21	537,93	149,42
7-8	5,28	545,23	151,45
8-9 1смена	6,00	619,92	172,20
9-10	5,89	607,91	168,86
10-11	5,86	605,61	168,22
11-12	5,19	535,99	148,89
12-13	4,41	455,01	126,39
13-14	5,81	600,22	166,73
14-15	5,80	599,09	166,41
15-16	5,94	613,03	170,29
16-17 2смена	5,93	612,40	170,11
17-18	5,71	589,51	163,75
18-19	5,20	537,29	149,25
19-20	4,79	494,46	137,35
20-21	4,19	432,28	120,08
21-22	3,08	318,17	88,38
22-23	2,02	208,98	58,05
23-24	2,12	218,81	60,78
ΣСумма	100,00	10326,24	2868,40

Таблица 4.3

Таблица расчета притока и расхода сточных вод из резервуара КНС. Расчет количества почасовых включений насосов

Часы суток	Приток сточных вод м3/ч	Объем сточных вод в резервуаре в начале часа	Подача насосов	Остаток сточных вод в резервуаре	Процентное время работы насосов в течении часа	Время работы насосов в течении часа (в минутах)	Количество постоянно работающих насосов	Количество включений насосов в час
1	222,59	143,14	328,51	95,204	0,87	52,3	0,0	1,56
2	213,70	143,14	328,51	70,559	0,65	39,0	0,0	1,49
3	214,22	143,00	328,51	141,779	0,65	39,1	0,0	1,99
4	215,68	143,00	328,51	71,459	0,66	39,4	0,0	2,50
5	216,68	143,00	328,51	73,680	0,66	47,0	0,0	2,01
6	573,16	143,00	739,14	60,590	0,78	45,0	1,0	1,42
7	789,76	143,00	739,14	134,190	0,53	47,0	1,0	2,94
8	788,88	143,00	739,14	133,310	0,19	55,0	2,0	2,07
9	981,12	143,00	934,60	72,053	0,15	60,0	2,0	2,50
10	1035,85	143,00	934,60	126,782	0,15	9,2	2,0	2,89
11	1027,71	143,00	934,60	118,642	0,15	51,0	2,0	2,83
12	914,52	143,00	934,60	5,452	0,15	9,2	2,0	2,04
13	691,64	143,00	739,14	36,070	0,19	49,0	1,0	2,25
14	979,14	143,00	934,60	70,072	0,15	52,0	2,0	2,49
15	975,26	143,00	934,60	66,192	0,15	47,0	2,0	2,46
16	1073,56	143,00	934,60	21,492	0,15	40,0	2,0	3,15
17	884,37	143,00	739,14	85,800	0,19	34,0	2,0	2,74

продолжение таблицы 4.3.

Часы суток	Приток сточных вод м3/ч	Объем сточных вод в резервуаре в начале часа	Подача насосов	Остаток сточных вод в резервуаре	Процентное время работы насосов в течении часа	Время работы насосов в течении часа (в минутах)	Количество постоянно работающих насосов	Количество включений насосов в час
18	934,68	143,00	934,60	25,612	0,15	60,0	2,0	2,18
19	803,94	143,00	739,14	5,370	0,19	56,0	1,0	3,04
20	845,67	143,00	739,14	47,100	0,19	11,6	1,0	3,33
21	676,53	143,00	739,14	20,960	0,19	46,0	1,0	2,15
22	510,55	143,00	739,14	18,939	0,19	60,0	1,0	0,99
23	384,61	143,00	328,51	136,489	0,44	60,0	0,0	2,69
24	472,52	143,00	328,51	15,755	0,44	60,0	0,0	3,30
сумма	2256,32							

4.2. Подбор типа и количества насосов для КНС

Выбор типа насосов и их количества производится на основании совместной работы насосов, очередности в воде действия объектов. При выборе насосов следует обеспечить минимальную величину избыточных напоров, развиваемых насосами при нормальной и аварийном типах работ. Это может быть достигнуто регулированием частоты вращающегося рабочего колеса насоса, изменением количества работающих насосов, и т.д.

Подбор насосов осуществляется программой WinCAPS 7.90.23 компании GRUNDFOS и приложен.

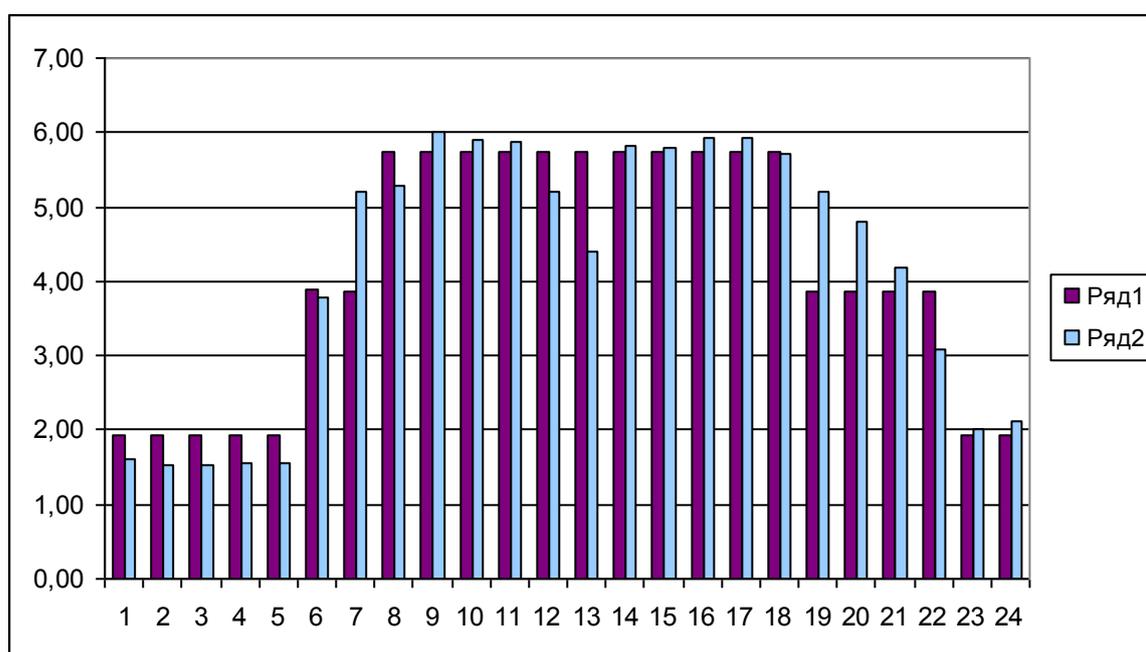


Рис. 3. График водоотведения и режима работы насосов

Применены насосы фирмы GRUNDFOS и марки S1264AM3C511

Гидравлический расчет трубопроводов Выбор материала, количества всасывающих и напорных трубопроводов

Всасывающие и напорные трубопроводы, находящиеся в помещении машинного зала могут быть выполнены из чугунных, фланцевых или стальных труб. При монтаже всасывающих и напорных коммуникаций в машинном зале стальные трубы соединяют сваркой.

Сварные соединения на стыках обеспечивают высокую степень герметичности и надежности. Фланцевые соединения при применении стальных труб делают только в местах установки задвижек, обратных клапанах монтажных патрубков.

На КНС всасывающие трубопроводы, как правило, подведен отдельно к каждому насосу, даже при раздельном расположении машинного зала и приемного резервуара.

Приемные клапаны на всасывающих трубопроводах не устанавливают, так как результате попадания на клапаны загрязнений, содержащихся в сточной жидкости, засоряется входное отверстие.

Выбор диаметров и расчет всасывающих и напорных трубопроводов

Диаметр всасывающих трубопроводов назначают с учетом экономической стороны движения жидкости, которая рекомендуется 0,7-1,5 м/с.

Диаметр входа воды ($D_{вх}$) воронки принимают равным (1,3-1,5) D_0 , где D_0 – диаметр всасывающего трубопровода, а высоту воронки принимают равной (1,3÷1,7) D_0 . На данной КНС перекачиваются расход 155 л/с двумя рабочими насосами, следовательно

$$172 \text{ л/с} : 2 = 86 \text{ л/с на одну всасывающую линию.}$$

При $Q = 86$ л/с рассчитывается по таблицам Шевелева [3], при $\varnothing 377 \times 5$ м, $V = 0,8$ м/с при длине всасывающей линии $l = 7$ м, в котором напор составляет $n_{вс} = 0,015$ м.

Для всасывающей воронки расчетные параметры будут следующими:
 $D_{вх} = 1,5 * 367 = 551$ мм.

$$\text{Высота воронки } D_0 = 367 \text{ мм} \approx 368 \text{ мм.}$$

Диаметр напорных трубопроводов в пределах КНС различают в зависимости от рекомендуемых скоростей движения сточной жидкости в них: обычно наиболее экономически выгодной принимают скорость 1,2-2,0 м/с. В данном случае каждый насос имеет свою напорную линию подающую сточную жидкость сразу в песколовку канализационных очистных сооружений т.к. КНС находится на территории канализационных очистных сооружениях.

Рассчитываемая КНС относится к сооружениям I категории надежности. И в установке принято 3 рабочих и 2 резервных насосов {1} следовательно

$$Q_{\text{нап.тр.}} = Q_{\text{нс}}/2 = 172 \text{ л/с} : 2 = 86 \text{ л/с}$$

При $Q=86 \text{ л/с}$ имеет: при $\text{Ø}377 \times 5 \text{ мм}$ (365) $V=0,822 \text{ м/с}$, при длине напорного участка $l=20 \text{ м}$, потери напора $h_{\text{нап}}=0,015 \text{ м}$.

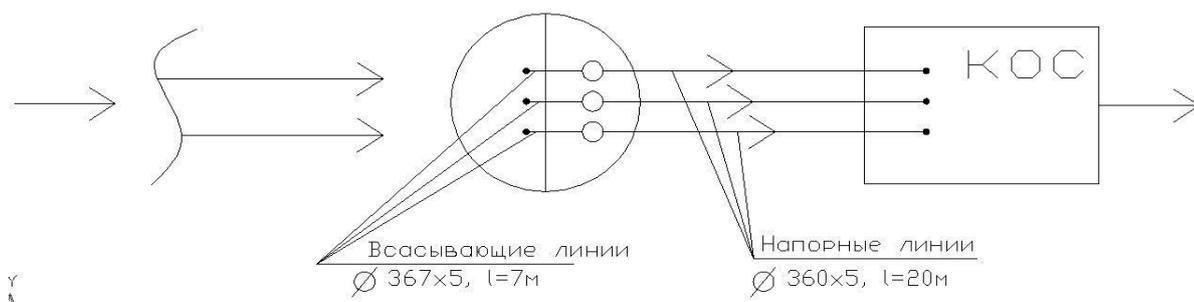
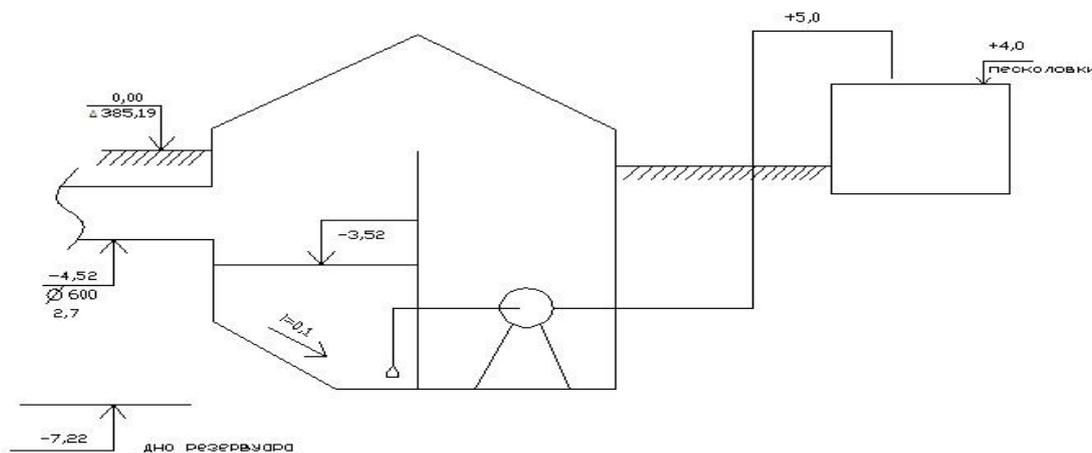


Схема расположения напорных и всасывающих линий КНС.
Определение требуемой высоты подъема насоса.

Требуемая высота подъема насоса складывается из высоты подъема (геометрической) и суммы всех напоров:

$$H = H_{\Gamma} + \sum h, \text{ м}$$



Высотная схема подачи канализационной насосной станции

$$H_{\Gamma} = Z_{\text{дна}} \text{ приемного резервуара} + Z_{\text{излив}} = 8,0 + 5,0 = 13$$

$$\sum h = h_{\text{вс}} + h_{\text{нап}} + h_{\text{н.с}} = 0,015 + 0,074 + 2 = 2,089 \text{ м}$$

$h_{\text{вс}} = 0,015$ – потери напора во всасывающих линиях.

$h_{\text{нап}} = 0,074$ – потери напора в напорных линиях.

$h_{\text{н.с}} = 2,0 \text{ м}$ – потери напора в здании насосной станции (принимаем)

Итого

$$H = 13 + 2,089 = 15,1 \text{ м}$$

Принимается $H = 16 \text{ м}$.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД

Сточные воды подразделяются на бытовые, производственные и атмосферные.

Загрязнения, содержащиеся в сточных водах, бывают минерального, органического и бактериального происхождения и могут находиться в растворенном, коллоидном и нерастворенном состояниях. Степень загрязненности сточных вод определяется по ряду показателей санитарно-химического анализа.

Для выбора методов и сооружений очистки сточных вод основными показателями являются: концентрация взвешенных веществ, БПК, ХПК, перманганатная окисляемость, рН среды, температура сточных вод, наличие ПАВ, содержание биогенных элементов - азота, фосфора и т.д.

Степень загрязнения бытовых сточных вод определяется количеством загрязняющих веществ, вносимых одним человеком в сточные воды при пользовании санитарно-техническими приборами. Для бытовых сточных вод установлено следующее количество загрязняющих веществ на одного жителя, г/сут [3]:

Следует иметь в виду, что для одних и тех же сточных вод ХПК всегда больше БПК. При этом, если отношение БПК / ХПК > 0,5, сточные воды следует направлять на сооружения биохимической очистки. В противном случае их подвергают физико - химической очистке.

Для нормального хода процесса биохимической очистки необходимо присутствие в водах биогенных элементов – азота и фосфора. По [3] содержание азота и фосфора должно удовлетворять соотношению БПК₂₀ : N : P = 100 : 5 : 1.

5.1. Концентрация взвешенных веществ в сточных водах

Концентрация взвешенных веществ, сбрасываемых от жилых кварталов и объектов, входящих в норму водоотведения, определяется по формуле:

$$C_n = \frac{a \cdot 1000}{n}, \text{ мг/л}$$

где a – концентрация взвешенных веществ, сбрасываемых одним человеком в сутки;

n – норма водоотведения [3].

Концентрация взвешенных веществ, сбрасываемых со сточными водами от промышленных предприятий, принимается либо по предприятию - аналогу, либо по данным анализов состава сточных вод, либо по [2]. В данной выпускной квалификационной работе принимаются по предприятию – аналогу.

Общая концентрация взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на очистные сооружения определяется по формуле:

$$C_{en} = \frac{C_{en1}Q_1 + \sum C_{n.ni}Q_{n.ni}}{Q_1 + \sum Q_{n.ni}};$$

где C_{en} и Q_1 – концентрация взвешенных веществ и средний суточный расход сточных вод, поступающих от жилых кварталов и объектов, входящих в нормы водоотведения;

$C_{n.ni} \div C_{n.ni}$ – концентрации взвешенных веществ, поступающих от объектов, не входящих в нормы водоотведения;

$Q_{n.ni} \div Q_{n.ni}$ – общие средние суточные расходы сточных вод объектов, не входящих в нормы водоотведения.

5.2. Концентрация органических загрязнений биологического происхождения

Концентрация органических загрязнений определяется по БПК₂₀

$$L_{en1} = \frac{b * 1000}{n}, \text{ мг/л}$$

где b – БПК неосветленной жидкости на 1 чел. в сутки.

$$L_{en} = \frac{L_{en1}Q_1 + \sum L_{nni}Q_{nni}}{Q_1 + \sum Q_{nni}};$$

где L_{en1} – концентрация по БПК сточных вод, поступающих от жилых кварталов и объектов, входящих в нормы водоотведения;

L_{nni} – концентрация сточных вод по БПК, поступающих от объектов, не входящих в нормы водоотведения.

При обработке смеси бытовых и производственных сточных вод для расчета очистных сооружений используются так называемые эквивалентные и приведенные числа жителей.

5.3. Эквивалентное и приведенное число жителей

Эквивалентное число жителей N_{ekw} – это условное количество жителей, которое вносит такую же массу загрязнений, как и данный расход производственных сточных вод и определяется по формуле:

- для взвешенных веществ

$$N_{ekv} = \frac{\sum Q_p C_p}{a},$$

где Q_p – среднесуточный расход промышленных сточных вод отдельных предприятий;

C_p – концентрация взвешенных веществ промышленных сточных вод, г/м³;

- для БПК

$$N_{ekv}^{БПК} = \frac{\sum Q_p L_p}{b_1},$$

где L_p - БПК промышленных сточных вод ;

b_1 - БПК очищенных сточных вод на 1 чел. В сутки.

Приведенное число жителей $N = N + N_{ekv}$.

Все расчёты сведены в таблицу 5.1.

Таблица 5.1

Состав сточных вод

Наименование	$Q_{сут}$	C_{en}	L_{en}	ХПК
От населения	9 483,93	309,52	357,14	404,76
Хлебзавод	157,63	1 000,00	300,00	420,00
Шелкоткацкая фабрика	22,27	100,00	150,00	300,00
Заводы строительного машиностроения	108,74	50,00	50,00	80,00
РЭД	81,15	50,00	75,00	500,00
Производство сахарного песка	417,06	30,00	20,00	45,00
Пассажирское здание (Вокзал)	50,00	50,00	45,00	50,00
Итого:	10320,78	302,05	335,23	383,23
Биологическая очистка	1,11			
Эквивалентное число жителей	По C_{en}		По L_{en}	
	47 998		77 997	
Приведённое число жителей	По C_{en}		По L_{en}	
	88 017		118 016	

6. Экологические показатели

6.1. Условия выпуска сточных вод в водоем и определение необходимой степени очистки

Процесс самоочищения водоема от загрязнений подразделяется на две стадии: перемешивание загрязненной струи массой воды и собственно самоочищение. При этом в водоеме при выпуске в него очищенных сточных вод различаются следующие зоны:

1. выпуск сточных вод;
2. практически полное смешение воды водоема и струи сточных вод;
3. зона наибольшего загрязнения;
4. зона восстановления, где заканчиваются процессы самоочищения.

Степень смешения сточных вод с водой водоема и интенсивность процесса самоочищения от многих факторов, в том числе и от

характеристики водоема (расхода воды в водоеме, скорости течения, глубины, извилистости фарватера и т.д.), а также от условий выпуска сточных вод (конструкции оголовка). Для определения степени смешения вводится коэффициент смешения:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}},$$

где Q – расход воды при 95 % обеспеченности в створе реки у места выпуска;

q – расход сточных вод, м³/с;

L – расстояние от места выпуска до расчетного створа по фарватеру реки, м.;

Коэффициент, учитывающий гидравлические факторы смешения, определяется по формуле:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi^3 \sqrt{\frac{D}{q}},$$

где φ - коэффициент извилистости реки, равный отношению расстояния по фарватеру до расчетного створа к воздушной линии;

ξ - коэффициент, учитывающий тип выпуска (при сосредоточенном, береговом выпуске $\xi = 1$, при выпуске в фарватер реки $\xi = 1.5$);

D – коэффициент турбулентной диффузии, рассчитывается по формуле:

$$D = g \frac{H_m * v_m}{M * C},$$

где H_m – средняя глубина реки на участке между выпуском и расчетным створом;

v_m – средняя скорость течения реки, м/с;

C - коэффициент Шези, м^{0.5}/с ;

M – функция коэффициента Шези (при $C \leq 60$ $M = 0.7 C + 6$, при $C > 60$ $M = 48$).

Расстояние до створа полного смешения определяется как:

$$l_{pl} = \left[\frac{2.3}{\gamma} \lg \frac{\gamma Q + q}{(1 - \gamma)q} \right]^3, \text{ м}$$

Биохимическая потребность кислорода в расчетном створе водозабора вычисляется по формуле:

$$L_{ex} = L_{en1} 10^{-k_1 t}, \text{ мг/л}$$

где L_{ex} – БПК в расчетном створе;

L_{en_1} - БПК допустимая очищенных сточных вод, подлежащих сбросу в водоем

$$L_{en_1} = \frac{\gamma Q}{q \cdot 10^{-k_1 t}} (L_N - L_r \cdot 10^{-k_2 t}) + \frac{L_N}{10^{-k_2 t}}, \text{ мг/л}$$

где L_N – предельно допустимая БПК смеси речной и сточной воды в расчетном створе, мг/л;

k_1 и k_2 – константы скорости биохимического потребления кислорода, k_1 зависит от температуры воды, а k_2 – от скорости течения и типа реки [3].

Концентрация вредных веществ в очищенных сточных водах, сбрасываемых в водоем вычисляется по формуле:

$$C_{ex} \leq \frac{\gamma Q}{q} (C_N - C_r) + C_N,$$

где C_r – концентрация данных загрязнений в воде водоема выше выпуска мг/л;

C_N – предельно допустимая концентрация загрязнений в воде водоема, мг/л.

Допустимая концентрация взвешенных веществ в сбрасываемых очищенных сточных водах определяется по формуле:

$$C_{ex} = m \left(\frac{\gamma Q}{q} + 1 \right) + C_r,$$

где m – допустимое увеличение содержания взвешенных веществ в воде водоема после сброса сточных вод (в зависимости от категории водопользования), г/м³;

C_r - содержание взвешенных веществ в водоеме до сброса сточных вод, г/м³.

Необходимая степень очистки :

- по взвешенным веществам рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{Вз.в-ва}} = \frac{C_{en} - C_{ex}}{C_{en}} \cdot 100\%;$$

- по БПК:

$$\mathcal{E}_{\text{БПК}} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{L_{en}} \cdot 100\%.$$

Все расчёты сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1

Условия выпуска сточных вод в водоем и определение необходимой степени очистки.

таблица

№	Наименования	Единица измерения	Расчет
1	Коэффициент смешения γ		1,0000
2	Расход канала реки Q м ³ /с	м ³ /с	5,90
3	Суточный расход сточных вод q м ³ /с	м ³ /с	0,119

4	Коэффициент α		1,33
5	Коэффициент турбулентной диффузии D		0,076
6	Коэффициент извилистости реки φ		1,03
7	Коэффициент сброса ζ		1,50
8	Средняя скорость течения реки V_m	м/с	1,922
9	Площадь живого сечения ω		438,75
10	Смоченный периметр χ		106,50
11	Средний уклон реки		0,0007
12	R		4,12
13	Коэффициент Шези C		35,80
14	Ширина реки B		97,5
15	Глубина реки H	м	4,5
16	Функция коэффициента Шези M		31,1
17	Расстояние до водозабора L	м	2 200,0
18	Константа скорости k_2		0,4
19	Константа температуры k_1		0,060
20	Расстояние до полного смешения l_{pl}	м	5160,27
21	Предельно допустимая БПК LN	мг/л	3,00
22	БПК водоема L_r		2,00
23	Биохимическая потребность кислорода в расчетном створе водозабора L_{ex}		53,15
24	БПК тах очищенных сточных вод, подлежащих сбросу в водоем L_{ep1}		53,38
25	L_{ep}		335,23
26	Время до створа водозабора t		0,031
27	Повышение содержания взвешенных веществ, m	мг/л	0,250
28	Количество взвешенных веществ водоема C_r	мг/г	41,00
29	Концентрация вредных веществ в очищенных сточных водах, сбрасываемых в водоем C_{ex}		53,598
30	C_{ep}		302,05
31	Допустимая степень очистки		
32	по взвешенным веществам Эвз.вещ		82,26%
33	по БПК ЭБПК		84,15%
34	Необходимая степень очистки		
35	по взвешенным веществам Эвз.вещ		95,03%
36	по БПК ЭБПК		99,11%

7. ВЫБОР МЕТОДОВ И СООРУЖЕНИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Для очистки сточных вод от населенного пункта, как правило, выбирается двух – трех ступенчатая схема, в зависимости от проведенных экологических расчетов необходимой степени очистки, включающая в себя механическую и биохимическую очистку, с обеззараживанием очищенных сточных вод; в качестве третьей ступени применяется доочистка сточных вод перед сбросом в водоем.

Механические методы очистки позволяют осаждать не более 60% взвешенных веществ и 20% БПК. Сооружения механической очистки

располагаются в технологической последовательности, позволяющей извлекать взвешенные вещества по крупностям. Первый этап механической очистки – процеживание, осуществляется на решетках или ситах, снимает загрязнения крупностью до 16 – 8 мм. Второй этап – отстаивание в поле гравитационных или центробежных сил, разделяется на две ступени: первая ступень служит для извлечения взвешенных веществ крупностью до 0.5 мм (песколовки или центрифуги и гидроциклоны); вторая ступень позволяет извлечь взвешенные вещества крупностью до 0.05 мм (отстойники разных типов).

Методы биохимической очистки почти полностью освобождают очищаемую воду от органических загрязнений биологического происхождения.

Биохимическая очистка осуществляется с помощью микроорганизмов, составляющих биоценоз активных илов или биопленок. Очистка может производиться как естественных, так и в искусственных условиях.

К сооружениям биохимической очистки в естественных условиях относятся поля орошения, поля фильтрации и биологические пруды.

Сооружениями биохимической очистки в искусственных условиях являются биофильтры и аэротенки. Степень очистки по БПК составляет 80 – 90 %. В настоящее время с экологической и эпидемиологической точек зрения предпочтительными являются сооружения искусственной биохимической очистки.

Обеззараживание очищенных сточных вод производится в том случае, когда сброс осуществляется в водоемы санитарно-бытового назначения. Обеззараживание чаще всего осуществляется хлором или гипохлоритом натрия. При сбросе в водоемы рыбохозяйственного назначения обработка хлорсодержащими реагентами не желательна.

Доочистка биологически очищенных сточных вод производится методами фильтрования через загрузку из различных материалов, микрофильтрованием и контактным осветлением. Также используются биологические пруды.

Перед спуском очищенных сточных вод в водоем они подвергаются **обеззараживанию**. Выбор реагента и метода обеззараживания производится в зависимости от характеристики водоёма – приемника сточных вод и способа дальнейшего использования очищенных сточных вод.

В зависимости от производительности станции выбираются следующие очистные сооружения.

Концентрация сточных вод	Механическая очистка	Биохимическая очистка	Доочистка
Взвеш. в-ва – от 300 до 400 мг/л, БПК – от 300 до 400 мг/л	Решетки, песколовки, первичные отстойники.	Сооружения предварительной аэрации (преаэраторы или	Фильтры или биологические пруды.

		биокоагуляторы), биофильтры с рециркуляцией или аэротенки с регенерацией активного ила, вторичное отстаивание.	
--	--	---	--

В зависимости от производительности станции выбираются следующие очистные сооружения.

№	Производительность станции очистки	Механическая очистка	Биохимическая очистка	Обеззараживание	Обработка осадков
1.	$\leq 10\ 000$ м ³ /сут.	Решетки – дробилки, тангенциальные или горизонтальные песколовки, вертикальные отстойники отдельно стоящие или в блоке емкостей.	Биофильтры высоконагружаемые или аэрофильтры, аэротенки отдельно стоящие или в блоке емкостей, вторичные вертикальные отстойники.	Электролизные установки для обеззараживания гипохлоритом натрия, смеситель лоток Паршаля, контактный резервуар.	Метантенки, аэробные стабилизаторы отдельно стоящие или в блоке емкостей, вертикальные илоуплотнители, иловые площадки.

8. Расчёт сооружений канализационной очистной станции

8.1. Расчет сооружений механической очистки.

8.1.1. Расчет решеток-дробилок.

На очистной станции применяются решетки – дробилки Monster CMD24.10-XD2.0. При расчете решеток определяются их размеры и потери напора, возникающие при прохождении через них сточных вод. Число рабочих и резервных решеток определяется в зависимости от максимального часового расхода сточных вод и принятого типа решетки [2].

Число прозоров в решетке рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{B + \delta}{b + \delta}, \text{ шт}$$

где b – ширина прозоров, м;

δ – толщина стержня, м;

B – ширина решётки, м.

После этого производится окончательный расчет для принятого типа решеток:

- рассчитывается глубина воды перед решеткой

$$h_{ym} = \frac{q_{\omega}}{2 \cdot n \cdot b \cdot v}, \text{ м}$$

где q_{ω} - расход сточных вод, м³/с;

v - скорость протекания воды через прозоры, м/с.

Скорость течения в канале перед решёткой определяется по формуле:

$$V_p = \frac{q_{\omega}}{n_p \cdot B \cdot h_{ym}}, \text{ м/с}$$

где n_p - количество решёток, штук.

Потери напора в решётке определяются по формуле:

$$h = \frac{\beta \cdot \left(\frac{\delta}{b}\right)^4}{3 \cdot V_p^2 \cdot (2 \cdot g)}, \text{ м}$$

где β - коэффициент, зависящий от формы стержней.

Общий подпор, создаваемый решеткой определяется по формуле:

$$h_{tot} = h \cdot 3, \text{ м.}$$

Все расчёты сведены в таблицу 8.1.

Таблица 8.1.

Расчёт решётки - дробилки	Ед.изм.	Monster CMD24.10- XD2.0
Расход сточных вод q	м ³ /с	0,17
Расход сточных вод Q	м ³ /ч	619,58
Производительность решётки-дробилки $Q_{реш}$	м ³ /ч	584
Количество решёток-дробилок	шт	1
Число прозоров в решетке n		4 584
Ширина решетки B	м	55,00
Ширина щелевых отверстий b	м	0,006
Толщина стержня δ	м	0,006
Скорость протекания воды через прозоры V	м/с	1,2
Глубина воды перед решёткой h_{yt}	м	0,00261
Скорость течения в канале перед решёткой v	м/с	1,13

Потери напора в решётке h	м	0,040
Общий подпор h_{tot}	м	0,119
Коэффициент, зависящий от формы стержней β		1,83

8.1.2. Выбор и расчет песколовков.

8.1.2.1. Расчет песколовков

Тип песколовки подбирается с учетом производительности очистной станции. Расчет песколовков сводится к определению их размеров в зависимости от гидравлической крупности песка и принятого типа сооружения.

Тангенциальные песколовки имеют круглую форму в плане и касательный подвод воды к ним и обеспечивают в песколовках вращательное движение (на периферии вода движется вниз, а в центре – вверх). Оно способствует поддержанию в потоке органических примесей. При этом скорость вращательного движения невелика и не препятствует выпадению песка в осадок.

Расчет тангенциальных песколовков ведётся по формуле:

$$F = \frac{Q_{\text{час}}^{\text{max}}}{n \cdot q_0}, \text{ м}^2$$

где n - число песколовков, штук;

q_0 - нагрузка на песколовку, принимается по КМК, $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{час}$.

Площадь одной песколовки определяется по формуле:

$$F_1 = \frac{F}{n}, \text{ м}^2.$$

Диаметр песколовки определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{F_1 \cdot 4}{\pi}}, \text{ м}.$$

Затем принимаем сортаментный диаметр.

Высота отстойной части песколовки определяется по формуле:

$$h_1 = \frac{D_{\text{сорт}}}{2}, \text{ м}$$

где $D_{\text{сорт}}$ - сортаментный диаметр, м.

Высота конусной части определяется по формуле:

$$h_2 = \sqrt{D_{\text{сорт}}^2 - h_1^2}, \text{ м}.$$

Объём конусной части определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{\text{сорт}}^2 \cdot h_2}{12}, \text{ м}^3.$$

Суточный объём осадка определяется по формуле:

$$V_{\text{mud}} = \frac{N_{np} \cdot 0,02}{1000}, \text{ м}^3$$

где N_{np} - приведённое число жителей по концентрации взвешенных веществ, чел.

Время заполнения определяется по формуле:

$$t = \frac{V}{V_{mud}}, \text{ сут.}$$

Все расчёты сведены в таблицу 8.2.

Таблица 8.2.

Расчёт тангенциальной песколовки

Производительность $Q_{\text{макс.час}}$	м ³ /час	18,7
Нагрузка песколовки q	м ³ /м ² *час	110
Площадь песколовок F	м ²	619,58
Число песколовок n	шт	1,30
Площадь песколовки F_1	м ²	5,6
Диаметр песколовки D	м	2
Сортаментный диаметр $D_{\text{сорт}}$	м	2,82
Высота отстойной части h_1	м	1,89
Высота конусной части h_2	м	2
Объём конусной части V	м ³	6,28
Суточный объём осадка V_{mud}	м ³	1,0
Время заполнения t	сут	0,28

8.1.2.2. Расчет песковых бункеров

В песколовках стенки песковых бункеров выполнены под углом 60° к горизонту для обеспечения сползания осадка при его откачке, которая осуществляется гидроэлеваторами. Бункеры для накопления осадка расположены в начале сооружения, где выпадает его наибольшее количество. Откачка осадка из бункеров производится гидроэлеватором. Предварительно осадок в бункерах взмучивается.

Количество осадка в сутки равен суточному объёму осадка.

$$V = V_{mud}, \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Вместимость бункеров определяется по формуле:

$$V_{\text{бун}} = V \cdot t, \text{ м}^3$$

где t - время хранения песка, сут.

Диаметр бункера определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{V_{\text{бун}} \cdot 3 \cdot 4}{\pi \cdot H \cdot n}}, \text{ м}$$

где H - высота бункера, м;

n - количество бункеров, шт.

Принимается сортаментный диаметр песковых бункеров.

Все расчёты сведены в таблицу 8.3.

Расчёт песковых бункеров

Количество осадка в сутки V	м ³ /сут	1,39
Вместимость бункеров $V_{\text{бун}}$	м ³	4,16
Время хранения песка t	сут	3
Высота бункера H	м	2,50
Число бункеров n	шт	2
Диаметр бункера D	м	1,78
Сортаментный диаметр $D_{\text{сорт}}$	м	2

8.1.3. Выбор и расчет первичных отстойников

Для улавливания из сточных вод нерастворённых загрязнений применены отстойники непрерывного действия. Первичные отстойники служат для предварительного осветления сточных вод, поступающих на биологическую очистку.

Радиальные отстойники представляют собой круглые в плане резервуары, в которых сточная вода подается в центр отстойника и движется радиально от центра к периферии. Взвешенные вещества, выпадающие в осадок из движущегося потока осветляемой воды, перемещаются в иловый приямок скребками, размещёнными на вращающейся ферме.

Расчёт радиальных отстойников начинается с определения гидравлической крупности:

$$u_0 = \frac{1000 \cdot H_{\text{set}} \cdot K_{\text{set}}}{t_{\text{set}} \cdot \left(\frac{K_{\text{set}} \cdot H_{\text{set}}}{h_1} \right)^{n_2}},$$

где H_{set} – глубина проточной части отстойника, м;

K_{set} – коэффициент использования вместимости проточной части;

t_{set} – продолжительность отстаивания, принимаемая в зависимости от концентрации взвешенных веществ и заданного эффекта очистки по взвешенным веществам, сек.;

$h_1 = 500$ мм.- величина слоя в лабораторном цилиндре;

n_2 – показатель степени, зависящий от концентрации взвешенных веществ и эффекта отстаивания (эффект отстаивания 50%), определяется по графику.

Продолжительность отстаивания t_{set} сточных вод определяется по таблице [7].

Принимаем типовой диаметр первичного радиального отстойника.

Производительность одного отстойника определяется по формуле:

$$q_{\text{set}} = 2.8 \cdot K_{\text{set}} \cdot (D_{\text{set}}^2 - d_{\text{set}}^2) \cdot (u_0 - V_{\text{tb}}), \text{ м}^3/\text{час}$$

где D_{set} - сортаментный диаметр отстойника, м;

d_{set} - диаметр впускного устройства, м;

V_{tb} - турбулентная скорость, мм/с.

Количество отстойников определяется по формуле:

$$n = \frac{q_{\text{час}}^{\text{max}}}{q_{\text{set}}}, \text{ шт.}$$

Количество осадка определяется по формуле:

$$Q_{\text{mud}} = \frac{q_{\text{час}}^{\text{max}} \cdot (C_{\text{en}} - C_{\text{ex}})}{(100 - P_{\text{mud}}) \cdot \gamma_{\text{mud}} \cdot 10^4}, \text{ М}^3/\text{ч}$$

где C_{en} - количество взвешенных веществ в отстойнике, мг/л;

C_{ex} - количество взвешенных веществ после отстойника, мг/л;

P_{mud} - влажность осадка, %;

γ_{mud} - плотность осадка, г/см³.

Общее количество осадка определяется по формуле:

$$V = Q_{\text{mud}} \cdot 8, \text{ М}^3.$$

Все расчёты сведены в таблицу 8.4.

Таблица 8.4.

Выбор и расчёт первичных отстойников		
Наименование	Ед.изм.	Радиальные
Определение гидравлической крупности u_0	мм/с	0,57
Эффект осветления	%	50,00
Глубина проточной части H_{set}	м	3,1
Коэф. использования проточ. части отстойника K_{set}		0,45
Продолжительность отстаивания t_{set}	сек	1901,37
Показатель степени n_2		0,25
Скорость рабочего потока v_{set}	мм/с	10
диаметр отстойника D_{set}	м	18
диаметр впуск. Устройства d_{en}	м	1,9
Турбулентная составляющая v_{tb}	мм/с	0,05
Производительность одного отстойника q_{set}	М ³ /ч	208,9
Количество отстойников n	шт	3,0
Количество осадка Q_{mud}	М ³ /ч	1,7
Общее количество осадка	М ³	6,81
Количество взвешенных веществ в отстойнике C_{en}	мг/л	271,84
Количество взвешенных веществ после отстойника C_{ex}	мг/л	120,82
Плотность осадка γ_{mud}	г/см ³	1,1
Влажность осадка P_{mud}	%	95

8.2. Расчет преаэраторов

Предварительная аэрация в отдельных сооружениях (преаэраторах) имеет один недостаток: когда жидкость протекает от преаэратора к отстойнику, образовавшиеся в ней хлопья вновь разрушаются. Поэтому в НИИ АКХ разработаны специальные сооружения на базе вертикальных отстойников – биокоагуляторы. Они применяются как на станциях с аэротенками, так и на станциях с биофильтрами.

Основная часть биокоагулятора – центральная камера, или зона аэрации. В эту зону сточная вода с добавленным в нее активным илом или биопленкой попадает, как обычно, протекая сначала по центральной трубе сверху вниз, и отражается от щита. В центральную камеру подается воздух в количестве 5 м^3 на 1 м^3 сточных вод через фильтросные пластины или дырчатые трубы. В результате этого в центральной камере происходит флокуляция, биокоагуляция и сорбция загрязнений.

Из центральной камеры вода по циркуляционным карманам попадает в отстойную часть, где она медленно течет снизу вверх и происходит выпадение активного ила (или биопленки) вместе с загрязнениями. В нижней части биокоагулятора вода протекает через слой осевшей взвеси (осадка), что способствует сорбции загрязнений. Продолжительность аэрации 20 мин, количество добавляемого активного ила 50...100%, биопленки – 100% от его избыточного количества. Биопленку предварительно подвергают регенерации в специальных регенераторах в течение 24 ч. Регенерация, как обычно, осуществляется продувкой воздухом.

Увеличение эффекта задержания взвешенных веществ и снижения БПК₂₀ составляет 20...25% по сравнению с вертикальными отстойниками.

Расчет биокоагулятора

Предварительно рассчитываются вертикальные отстойники, определяется их число n_o , диаметр D_s и площадь зеркала:

$$F = \frac{\pi \cdot D_s^2}{4}.$$

Объем центральной камеры одного биокоагулятора, м^3 , вычисляется по формуле, исходя из времени пребывания в ней воды $t_{\text{п}} = 20 \text{ мин} = 0,33 \text{ ч}$

$$W_{\text{к}} = \frac{t_{\text{п}} \cdot q_w}{n_{\text{б}}} = \frac{0,33 \cdot q_w}{n_{\text{б}}},$$

где q_w – общий расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$n_{\text{б}}$ – число отстойников, переоборудованных в биокоагуляторы.

Площадь зеркала центральной камеры одного биокоагулятора, м^2 ,

$$F_{\text{к}} = \frac{W_{\text{к}}}{h_{\text{к}}},$$

где h_k – высота камеры, м; обычно принимается $h_k = 4,5$ м.

Площадь циркуляционных карманов, m^2 ,

$$F_{ц.к} = 0,2F_k.$$

Площадь зеркала, m^2 , отстойной части одного отстойника

$$F_o = F - F_k.$$

Гидравлическая нагрузка на зону отстаивания

$$q_{ss} = \frac{q_w}{n_6 \cdot F_o} \leq 3 m^3 / (m^2 \cdot ч).$$

8.2.1. Расчет сооружений биологической очистки

8.2.1. Расчёт аэротенков

Аэротенки применены для неполной биологической очистки сточных вод. Аэротенки представляют собой резервуары, в которых очищаемая сточная вода и активный ил насыщаются воздухом и перемешиваются.

Сточные воды поступают в аэротенки после сооружений механической очистки. Так как концентрация взвешенных веществ в них равна 252,08 мг/л, принимаем аэротенк-вытеснитель с регенерацией активного ила.

8.2.2. Расчёт аэротенка-реактора без регенерации активного ила

Основным в расчётах аэротенков любых типов является определение периода аэрации:

Время пребывания.

$$t_{atv} = \frac{1 + \varphi a_i}{\rho_{max} C_{O_2} a_i (1 - s)} [(C_{O_2} + K_{O_2})(L_{mix} - L_{ex}) + K_1 C_{O_2} \lg \frac{L_{en}}{L_{ex}}] K_p$$

где a_i - доза ила, для аэротенков - вытеснителей принимается мг/л

φ - коэффициент игибирования продуктами распада активного ила

ρ_{max} - максимальная скорость окисления.,

C_{O_2} - концентрация растворенного кислорода (2-3мг/л)

K_1 - константа свойств органических загрязняющих веществ мг БПК_{пол}/л

K_{O_2} - константа влияния кислорода мг Ог/л.

L_{en} - начальная БПК

L_{ex} - конечная БПК с учётом степени очистки, но не менее 15мг/л

L_{mix} - БПК, определяемая с учётом разбавления рециркуляционным

расходом

$$L_{mix} = \frac{L_{en} + L_{ex} R_i}{1 + R_i}$$

a_i - доза ила: для аэротенка-смесителя без регенератора - 3г/л

для аэротенка-смесителя с регенератором- 2 - 3.5г/л.

для аэротенка- вытеснителя без регенератора- 3-5 г/л
 для аэротенка-вытеснителя с регенератором- 3.5:4.5

где
$$R_i = \frac{a_i}{\frac{1000}{J_i} - a_i} \quad \text{но не менее } 0,3$$

K_p - коэффициент, учитывающий продольное перемешивание

J_i - величина илового индекса. Определяется экспериментально при разбавлении иловой смеси до 1г/л в зависимости от нагрузки на ил. Иловый индекс равен объёму в мл, занимаемому 1г сухого вещества активного ила через 30 мин отстаивания в цилиндре. Сначала принимается по аналогу.

Скорость окисления

$$\rho = \rho_{\max} \frac{L_{ex} C_{O_2}}{(L_{ex} C_{O_2} + K_l C_{O_2} + K_{O_2} L_{ex})(1 + \varphi a_i)}$$

Количество рециркулирующего ила в аэротенках:

$$Q_p = q_w R_i$$

q_w - средний расход сточных вод за время аэрации в часы мах притока.

$$q_w = Q_{\max.1} + Q_{\max.2} + Q_{\max.3}/3$$

Нагрузка на ил:

$$q_i = \frac{24(L_{en} - L_{ex})}{a_i(1-s)t_{av}}$$

Прирост активного ила:

$$P_i = 0.8C_{cdp} + K_g L_{en}$$

где C_{cdp} - концентрация взвешенных веществ после механической очистки.

K_g - коэффициент прироста ила.

2) удельный расход воздуха:

$$q_{air} = \frac{q_{O_2}(L_{en} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3 \cdot (C_a - C_{O_2})}$$

q_{O_2} - удельный расход воздуха в мг/на 1мг снятой БПК;

K_1 - коэффициент, учитывающий принятый тип аэратора;

K_2 - коэффициент, зависящий от глубины погружения аэратора;

K_T - коэффициент, учитывающий температуру сточных вод:

$$K_T = 1 + 0,02(T_w - 20);$$

K_3 - коэффициент качества воды;

C_a - растворимость кислорода воздуха;

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20.6}\right) C_{O_2}$$

Вместимость аэротенка

$$W_{atm} = q_w * t_{atm}$$

Интенсивность аэрации

$$I_a = \frac{q_{air} H_{at}}{t_{at}}$$

Все расчёты сведены в таблицу 8.5.

Аэротенк-реактор без регенерации ила					
Время пребывания.	t	ч	4,16		
БПК поступающих сточных вод	L _{ен}		268,19		
БПК очищенных сточных вод	L _{ex}		26,82		
Доза ила	a _i	мг/л	3,00		
Зольность ила	s		0,30		
Скорость окисления	ρ	мг/ч*л	27,62		
Максимальная скорость окисления	ρ _{мах}	мг/ч*л	85,00		
Концентрация растворенного кислорода	C ₀	мг/л	2,00		
Константа	K _i	БПКполн/л	33,00		
Константа	K ₀	O ₂ /л	0,63		
Коэффициент ингибирования	φ	л/г	0,07		
Вместимость аэротенка	W _{ат}	м ³	2 557,38		
Средний макс. расход сточных вод за время аэрации в часы мах притока.	q _w	м ³ /ч	614,65		
Иловый индекс	J _i	см ³ /г	130,00		
Нагрузка на ил	q _l		662,98		
Количество	n _a		4,00		
Общее количество	n		6,00		
Глубина	H _a	м	3,20		
Объем 1-го отделения	W ₁	м ³	639,34		
Площадь	S ₁	м ²	199,80		
Ширина	B	м	9,00		
Длина	L	м	22,20		
Принимается 2 аэротенка-отстойника 2-х коридорный, объемом 648м ³ длиной 22,5м, шириной 9м и глубиной 3,2м.					
Диаметр	D	м	15,95		
Сортаментный диаметр	D1	м	15,00		
Степень рециркуляции ила	R _i		0,639		
Прирост активного ила	P ₁	мг/л	123,98		
Процент циркулирующего ила	Π	%	11,11		
C _{ен} после механической очистки	C _{сdp}	мг/л	120,82		
Количество избыточного ила	q _i	т/сут	76,20	73,9828082	3,082617
Расход циркуляционного ила	q _c	м ³ /сут	68,29		
Общий расход ила		м ³ /ч	144,50		
Удельный расход воздуха	q _{air}		9,81	8,57	6,52
Удельный расход кислорода	q _o		0,90	0,90	0,90

воздуха					
Площадь аэрируемой зоны,	f_{ar}		211,95	423,90	635,85
Площадь аэротенка,	f_{at}		3179,25	3179,25	3179,25
Соотношение f_{ar}/f_{at}			0,07	0,13	0,20
Глубина погружения аэраторов	h_a		5,00	5,00	8,00
Коэффициент, учитывающий тип аэратора	K_1		1,38	1,54	1,68
Коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов	K_2		2,92	2,92	2,92
Коэффициент качества воды	K_3		0,59	0,61	0,64
Коэффициент, учитывающий температуру сточных вод	K_T		0,96	0,96	0,96
Среднемесячная температура воды за летний период	T_w	°С	18,00	18,00	18,00
Растворимость кислорода в воде	C_a	мг/л	11,68	11,68	13,05
Растворимость кислорода в воде в зависимости от температуры и атмосферного давления	C_T	мг/л	9,40	9,40	9,40
Поправка на атмосферное давление	C_T		8,91	8,91	8,91
Средняя концентрация кислорода в аэротенке	C_o	мг/л	2,00	2,00	2,00
Интенсивность аэрации	I_a	м ³ /(м ² *ч)	11,79	10,30	12,54
Производительность аэратора по кислороду,	Q_{ma}	кг/ч	0,16	0,16	0,16
Число аэраторов для аэротенков	N_{ma}	шт	1728,86		

8.2. ДООЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

8.2.1. Расчёт биологических прудов

Для предотвращения загрязнения окружающей среды бытовые сточные воды в настоящее время, как правило, последовательно подвергаются механической и биологической очистке. После полной биологической очистки на аэротенках-вытеснителях сточные воды имеют БПК_{полн} 25 мг/л. Указанная степень очистки недостаточна для сброса в реку Чирчик сточных вод.

После биологической очистки применяется дополнительная, более глубокая очистка воды, или доочистка.

Основными задачами доочистки сточных вод являются, кроме снижения величины БПК и содержания взвешенных веществ, также уменьшение концентрации поверхностно - активных веществ, фосфора, азота трудноокисляемых и токсичных примесей, обеззараживание сточных вод и при возможности дополнительное их насыщение кислородом.

В качестве метода доочистки воды применены дополнительное отстаивание в биологических прудах.

Процессы удаления из воды в прудах остаточных загрязнений основаны, так же как и в водных объектах, на принципах самоочищения. Окисление органических соединений здесь происходит в результате жизнедеятельности аэробных бактерий в присутствии кислорода, содержащегося в воде. Дополнительное отстаивание в прудах способствует выпадению оставшихся частичек активного ила и взвешенных веществ.

Главное достоинство биологических прудов - простота их устройства и эксплуатации.

Запроектированы двухступенчатые биологические пруды с естественной аэрацией. В биологических прудах с естественной аэрацией воздух в воде растворяется через зеркальную поверхность.

Каждая ступень очищает 60%.

Время пребывания сточной воды в I ступени определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{1}{(\alpha \cdot K) \cdot \lg\left(\frac{L_a}{L_1}\right)}, \text{сут}$$

где α - коэффициент объёмного использования;

K - коэффициент неконсервативности для I ступени;

L_a - БПК_{полн} воды, поступающей в биопруды, мг/л;

L_1 - БПК_{полн} после 1 ступени, мг/л.

Время пребывания сточной воды во II ступени определяется по формуле:

$$t_2 = \frac{1}{(\alpha \cdot K) \cdot \lg\left(\frac{L_1 - L_2}{L_2 - L_2}\right)}, \text{сут}$$

где L_2 - БПК_{полн}, обусловленная вторичным загрязнением, мг/л.

Все расчёты рассчитаны на зимний и летний периоды.

За расчётный принят зимний период.

Объём каждой ступени пруда определяется по формуле:

$$V = Q_{\text{зим}} \cdot t_3, \text{м}^3.$$

Все расчёты произведены на каждую ступень.

Площадь первой ступени пруда рассчитывается на зимний и летний периоды и определяется по формуле:

$$F_1 = \frac{C_T \cdot Q_{\text{зим}} \cdot (L_a - L_1)}{(C_T - C_o) \cdot r_p \cdot \alpha}, \text{м}^2.$$

За расчётный период принимаем наибольшую площадь.

Площадь одного пруда определяется по формуле:

$$f_1 = \frac{F_1}{n_1}, \text{м}^2$$

где n_1 - количество прудов, штук.

Ширина первой ступени определяется по формуле:

$$b_1 = \sqrt{\frac{f_1}{20}}, \text{ м.}$$

Длина первой ступени определяется по формуле:

$$l_1 = \frac{f_1}{b_1}, \text{ м.}$$

Площадь второй ступени пруда рассчитывается на зимний и летний периоды и определяется по формуле:

$$F_2 = \frac{C_T \cdot Q_{\text{зим}} \cdot (L_1 - L_2)}{(C_T - C_o) \cdot r_p \cdot \alpha}, \text{ м}^2.$$

За расчётный период принимаем наибольшую площадь.

Площадь одного пруда и длина определяются аналогично первой ступени. Ширина принимается как у первой ступени.

Максимальная глубина каждой ступени определяется по формуле:

$$h = \frac{V}{F}, \text{ м.}$$

Уточнённая площадь каждой ступени биологических прудов определяется по формуле:

$$F^{ym} = \frac{V}{h_{np}}, \text{ м}^2$$

где h_{np} - принятая глубина, м.

Площадь одного пруда каждой ступени определяется по формуле:

$$f = \frac{F}{n}, \text{ м}^2.$$

где n - количество секций, штук.

Площадь каждой секции каждой ступени определяется по формуле:

$$F_c = \frac{F^{ym}}{n}, \text{ м}^2.$$

Ширина каждой ступени принимается, а длина определяется по формуле:

$$l = \frac{f}{b_{np}}, \text{ м}$$

где b_{np} - принятая ширина, м.

Все расчёты сведены в таблицу 8.7.

Таблица 8.7.

Расчёт биологических прудов			
1	Средняя температура сточных вод летом $T_{л}$	$^{\circ}\text{C}$	23,00
2	Средняя температура сточных вод зимой $T_{з}$	$^{\circ}\text{C}$	0
3	БПК _{полн.} Поступающих сточных вод La	мг/л.	26,82
4	Коэффициент объёмного использования α		0,8
5	Коэффициент неконсервативности веществ первой ступени $K_{T_{лето}}$		0,08
6	Коэффициент неконсервативности веществ первой ступени $K_{T_{зима}}$		0,02
7	Определение продолжительности пребывания сточных вод в первой ступени $t_{1л}$	сут	6,15
8	Определение продолжительности пребывания сточных вод в первой ступени $t_{1з}$	сут	23,37
9	БПК _{полн.} после первой ступени $L1$	мг/л.	8,05
10	БПК _{полн.} после второй ступени $L2$	мг/л.	3,22
11	Внутриводоемными процессами $L_{г}$ для летнего периода	мг/л.	3,00
12	Внутриводоемными процессами $L_{г}$ для зимнего периода	мг/л.	2,00
13	Коэффициент неконсервативности веществ второй ступени $K_{T_{лето}}$		0,069
14	Коэффициент неконсервативности веществ второй ступени $K_{T_{зима}}$		0,024
15	Определение продолжительности пребывания сточных вод во второй ступени $t_{2л}$	сут	24,76
16	Определение продолжительности пребывания сточных вод во второй ступени $t_{2з}$	сут	36,32
17	Объём первой ступени $V1$		241 210,69
18	Объём второй ступени $V2$		255 530,65
19	Растворимость кислорода лето $Ст$	мг/л.	8,56
20	Растворимость кислорода зима $Ст$	мг/л.	9,20
21	площадь первой ступени биологических прудов $F1л$	м ²	36 425,88
22	площадь первой ступени биологических прудов $F1з$	м ²	35 669,37
23	площадь второй ступени биологических прудов $F2л$	м ²	9 366,65
24	площадь второй ступени биологических прудов $F2з$	м ²	414,65
25	Расчётная глубина биологических прудов первой ступени $H1$	м	6,622

26	Расчётная глубина биологических прудов первой ступени Н2	м	27,281
27	Принятая глубина I ступени	м	4,5
28	Принятая глубина II ступени	м	4,5
29	Уточнённая площадь первой ступени биологических прудов F1	м2	53 602,38
30	Уточнённая площадь второй ступени биологических прудов F2	м2	56 784,59
31	Число секций		2,00
32	Площадь секции первой ступени	м2	26 801,19
33	Площадь секции второй ступени	м2	28 392,29
34	Длина первой секции	м	284
35	Ширина первой секции	м	95
36	Длина второй секции	м	300
37	Ширина второй секции	м	95

8.4. ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД

8.4.1. Хлорирование

Установка для хлорирования газообразным хлором имеет хлораторную, смеситель и контактный резервуар. Хлораторная состоит из склада хлора, хлордозаторной, насосной и вспомогательных помещений.

Расход хлора за 1 час при максимальном расходе определяется по формуле:

$$q_{xl} = \frac{D_{xl} \cdot q_{час}^{max}}{1000}, \text{ кг/час}$$

где D_{xl} - доза хлора, мг/л.

Расход хлора в сутки определяется по формуле:

$$q_{xl}^{сут} = \frac{D_{xl} \cdot Q_{сут}}{1000}, \text{ кг/сут.}$$

Количество баллонов определяется по формуле:

$$n_{бал} = \frac{q_{xl}}{S_{бал}}, \text{ шт}$$

где $S_{бал}$ - выход из одного баллона, кг/ч.

В баллонах доставляется жидкий хлор. Жидкий хлор подаётся в баллон-испаритель. Подача газообразного хлора из одного баллона 0,7 кг/ч.

Все расчёты сведены в таблицу 8.8.

Таблица 8.8.

Хлораторная

№	Наименование	Ед.изм.	Расчёт
1	Средний секундный расход воды на очистную станцию $q_{ср}$	м ³ /сек	0,12
2	Максимальный часовой расход	м ³ /час	619,58
3	Доза хлора для дезинфекции вод $D_{хл}$	г/м ³	3
4	Расход хлора за 1 ч при макс. расходе $q_{хл}$	кг/ч	1,86
5	Расход хлора в сутки $q_{хл}$ сут.	кг/сут	0,7
6	Выход из одного баллона	кг/ч	2,66
7	Количество баллонов	шт	0,4
8	Норма водопотребления на 1 кг хлора $q_{в}$	м ³	0,62
9	Расход технической воды	м ³ /час	0,74
принимается производительностью 4кг/час			

8.4.2 .Расчёт смесителя.

В качестве смесителя применён «лоток Паршаля». Принимается типовой смеситель исходя из пропускной способности.

Все расчёты сведены в таблицу 8.9.

Таблица 8.9.

Смеситель лоток Паршаля			
1	Ширина горловины	мм	500
2	Ширина подводящего лотка В	м	0,6
3	Длина лотка L	м	6,1
4	Общая длина смесителя L1	м	13,63
5	Потери напора h	м	0,2

8.4.3. Контактный резервуар.

Контактный резервуар предназначен для обеспечения расчётной продолжительности контакта очищенных сточных вод с хлором.

Объем резервуаров определяется по формуле:

$$V_{к.р.} = \frac{q_{час}^{max} \cdot T}{60}, \text{ м}^3$$

где T - продолжительность контакта хлора со сточной водой, мин.

Длина резервуара определяется по формуле:

$$L = \frac{V_{к.р.} \cdot T \cdot 60}{1000}, \text{ м.}$$

Площадь поперечного сечения определяется по формуле:

$$\omega = V_{к.р.} \div L \div n_{сек}, \text{ м.}$$

Принимаем типовой контактный резервуар исходя из пропускной способности.

Фактический объём определяется по формуле:

$$V_{\phi} = h_c \cdot b_c \cdot l_c, \text{ м}^3$$

где h_c - глубина секции, м;

b_c - ширина секции, м;

l_c - длина секции, м.

Фактическая продолжительность контакта воды с хлором в час максимального притока воды определяется по формуле:

$$T_{\phi} = \frac{n_{сек} \cdot b_c \cdot h_c \cdot L}{\frac{q_{час}^{max}}{2}} \cdot 60, \text{ мин.}$$

Количество воздуха определяется по формуле:

$$q_{air} = V_{\phi} \cdot 0,5, \text{ м}^3/\text{час.}$$

Все расчёты сведены в таблицу 8.10.

Таблица 8.10.

Контактный резервуар			
1	Объём резервуаров $V_{к.р}$	м ³	309,788
2	Продолжительность контакта хлора со сточной водой	мин.	30
3	Скорость движения сточных вод в контактных резервуарах V	мм/м	10
4	Длина резервуара L	м	18
5	Количество секций	шт	1,02
6	Площадь поперечного сечения ω	м ²	17,21
Типовой контактный резервуар			
1	Глубина секции H	м	2,8
2	Ширина секции b	м	6
3	Длина секции	м	18
4	Число коридоров n	шт	2
5	Фактический объём	м ³	302,4
6	Фактическая продолжительность контакта воды с хлором в час максимального притока воды	мин.	117,14
7	Количество воздуха	м ³ /час	151,2

8.5. Сооружения для обработки осадков

8.5.1. Метантенки

Метантенки применяются для сбраживания органического осадка из отстойников и избыточного активного ила в анаэробных условиях. Сначала работают анаэробные в основном афототрофные бактерии, которые в результате хемосинтеза выделяют кислород, а затем происходит процесс

метанового брожения с выделением газа метан. Сбраживание может происходить при температуре 35⁰С (мезофильный режим) и температуре 53⁰С (термофильный режим). Осадок, сброженный при мезофильном режиме удовлетворительно отдает воду (обезвоживается), но в нем могут сохраниться яйца гельминтов. Осадок, сброженный при термофильном режиме очень плохо обезвоживается, но обеззаражен.

Метантенки представляют собой два резервуара, между которыми расположена встроенная насосная станция. Насосами смесь ила и осадка подается наверх резервуара. Под действием гидростатического давления осадок сбраживаясь опускается вниз и выдавливается в дюкер, идущий на иловые площадки. В верхней части метантенка расположен газовый колпак для сбора газа, который затем отводится в специальные герметические металлические емкости – **газголдеры**, а оттуда на нужды станции очистки в котельную.

8.5.2. Расчет метантенков

Расчет метантенков начинается с определения следующих параметров:

1. Количество осадка из первичных отстойников по сухому веществу

$$M_{\text{mud}} = \frac{C_{\text{en}} \mathcal{E} K}{10^6} Q_w \text{ (Т)}$$

Где $K = 1.1-1.2$ коэффициент, учитывающий увеличение количества осадка за счет крупных фракций,

\mathcal{E} – эффект механической очистки – 0.6.

2. Количество избыточного активного ила по сухому веществу

$$M_{\text{a.mud}} = \left[\frac{0.8 C_{\text{en}} (1 - \mathcal{E}) + K_g L_{\text{en}} - a_t}{10^6} \right] Q_w \text{ (Т)}$$

3. Общее количество осадка и ила по сухому веществу

$$M_{\text{tot}} = M_{\text{mud}} + M_{\text{a.mud}} \text{ (Т)}$$

4. Количество абсолютно сухого беззольного вещества в осадке

$$M_{\text{mud}}^s = \frac{M_{\text{mud}} (100 - p_g) (100 - s_{\text{mud}})}{10^4} \text{ (Т)}$$

5. Количество абсолютно сухого беззольного вещества в иле

$$M_{\text{a.mud}}^s = \frac{M_{\text{a.mud}} (100 - p'_g) (100 - s_{\text{a.mud}})}{10^4} \text{ (Т)}$$

p_g, p'_g - гигроскопическая влажность соответственно 5% и 6%,

$s_{\text{mud}}, s_{\text{a.mud}}$ – зольность абсолютно сухого вещества сырого осадка и ила, соответственно 25% и 27%;

6. Общее количество осадка и ила по абсолютно сухому беззольному веществу

$$M_{\text{tot}}^s = M_{\text{mud}}^s + M_{\text{a.mud}}^s \text{ (Т)}$$

7. Объем сырого осадка

$$W_{\text{mud}} = \frac{100 \cdot M_{\text{mud}}^s}{(100 - p_{\text{mud}}) \rho_{\text{mud}}} \quad (\text{м}^3/\text{сут});$$

8. Объем избыточного активного ила

$$W_{\text{a.mud}} = \frac{100 \cdot M_{\text{a.mud}}^s}{(100 - p_{\text{a.mud}}) \rho_{\text{a.mud}}} \quad (\text{м}^3/\text{сут})$$

Где p_{mud} – влажность сырого осадка (93-95%),
 $p_{\text{a.mud}}$ – влажность ила (неуплотненного – 98%-99%, уплотненного – 97%-96%)

$\rho_{\text{mud}}, \rho_{\text{a.mud}}$ – плотность сырого осадка и активного ила, соответственно
 1.08 т/м³ и 1.03 т/м³;

9. Общий объем осадка и избыточного активного ила

$$W_{\text{tot}} = W_{\text{mud}} + W_{\text{a.mud}} \quad (\text{м}^3/\text{сут});$$

10. Средняя влажность смеси в %

$$p_{\text{mix}} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{\text{tot}}^s}{W_{\text{tot}}}\right)$$

После этого выполняются расчеты метантенков или аэробных стабилизаторов.

Для дальнейшего расчета метантенков выбирается режим работы, а затем по нему и средней влажности смеси определяются суточная доза загружаемого осадка в % D_{mt} и коэффициент K_r . Далее рассчитываются:

1. Необходимая вместимость метантенков

$$V_{\text{mt}} = \frac{W_{\text{tot}} \cdot 100}{D_{\text{mt}}};$$

2. Распад беззольного вещества в %

$$R_r = R_{\text{lim}} - K_r D_{\text{mt}}, \quad \text{где } R_{\text{lim}} = \frac{R_{\text{mud}} \cdot M_{\text{mud}}^s + R_{\text{a.mud}} \cdot M_{\text{a.mud}}^s}{M_{\text{tot}}^s},$$

$R_{\text{mud}} = 53\%$ - для осадка,

$R_{\text{a.mud}} = 44\%$ - для избыточного активного ила;

3. Количество распавшегося беззольного вещества

$$G_{\text{tot}} = M_{\text{tot}}^s \cdot \frac{R_r}{100} \quad (\text{т});$$

4. суточный массовый выход газа при его объемной массе 1 кг/м³ и принимаемый объем газгольдеров, которых должно быть не менее 2-х

$$G_g = G_{\text{tot}} \cdot m_{\text{v.g}} \quad (\text{м}^3/\text{сут}); \quad V_g = \frac{G_g \cdot (2 \div 4)}{24} \quad (\text{м}^3)$$

Все расчеты сведены в таблицу 8. 11

Таблица 8.11.

Расчет метантенков			
1	Количество осадка из первичных отстойников по сухому веществу M_{mud}	т/сут	2,24
2	Коэффициент, учитывающий увеличение количества осадка за счет крупных фракций K		1,2
3	Эффект механической очистки ε		0,6
4	Количество избыточного активного ила по сухому веществу $M_{a.mud}$	т	1,93
5	Общее количество осадка и ила по сухому веществу M_{tot}		4,18
6	Гигроскопическая влажность pg, pg'	%	5
7	$smud, sa.mud$ – зольность абсолютно сухого вещества сырого осадка и ила	%	25
8	Количество абсолютно сухого беззольного вещества в осадке M_{smud}	т	1,60
9	Количество абсолютно сухого беззольного вещества в иле $M_{sa.mud}$	т	1,38
10	Общее количество осадка и ила по абсолютно сухому беззольному веществу M_{stot}		2,98
11	$pmud$ – влажность сырого осадка	%	95
12	$pa.mud$ – влажность ила	%	98
13	$pmud, pa.mud$ Плотность сырого осадка и активного ила	т/м ³	1,1
14	Объем сырого осадка W_{mud}	м ³ /сут	29,08
15	Объем избыточного активного ила $W_{a.mud}$	м ³ /сут	62,58
16	Общий объем осадка и избыточного активного ила W_{tot}	м ³ /сут	91,66
17	Средняя влажность смеси $pmix$	%	96,75

8.5.3. Газгольдеры

При сбраживании осадков в метантенках образуется газ, состоящий в основном из метана (60...67% метана, 30...33% углекислоты, 1...2% водорода, около 0,5% азота). Этот газ должен использоваться в теплоэнергетическом хозяйстве очистной станции и близрасположенных объектов.

Учитывая неравномерность выхода газа из метантенков, в целях его сбора, хранения и максимального использования, а также для регулирования давления в газовой сети и в метантенках на очистных станциях следует предусматривать мокрые газгольдеры. Объем газгольдеров рассчитывается исходя из 2–4-часового выхода газа. Давление газа под колпаком газгольдера принимается 0,0015...0,0025 МПа (150...250 мм вод. ст.).

Число газгольдеров обычно принимается не менее двух (оба рабочие).

Устанавливают газгольдеры обычно на тупиковых ответвлениях газовой сети. Расстояние от газгольдера до котельной и других помещений

должно быть не менее 30 м и не менее высоты дымовой трубы, до внутриплощадочных дорог – не менее 20 м.

Для отвода газа из метантенков в газгольдеры и для подачи его из газгольдеров в котельную на очистной станции прокладывается газовая сеть. Для подачи воды в мокрые газгольдеры к ним прокладывают водопровод, для обогрева газгольдеров – паропровод.

Газопроводы рассчитывают как обычные тупиковые газовые сети исходя из расхода газа, выходящего из метантенков. При расчете газопроводов учитывают потери напора по длине трубопроводов и на местные сопротивления; при назначении диаметров газопроводов скорости в них назначают не более 10 м/с. При определении расхода газа в газопроводах следует учитывать коэффициент неравномерности выхода газа из метантенков, величина которого принимается 1,5...2.

Таблица 8.12.

<i>Расчет метантенка и газгольдера</i>			
1	Необходимая вместимость метантенков	м ³	1078,3
2	Суточная доза загружаемого осадка	%	8,5
3	Распад беззольного вещества Rr	%	68,3
4	Rlim		73,8
5	Rmud для осадка	%	53
6	Количество распавшегося беззольного вещества Gtot	т	2,03
7	Суточный массовый выход газа Gg	м ³ /сут	2,17
8	принимаемый объем газгольдеров Vg	м ³	0,36
Принимаем два метантенка по 500 м ³ , верхний конус 1,45 м, цилиндрической части 5м, нижнего конуса 1,7, Строительный объем 652 м ³			
Принимаем 2 газгольдера			

9. ВЫСОТНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ ПО «ВОДЕ».

При высотном расположении очистных сооружений учитываются расчетные потери напора в сооружениях, соединительных коммуникациях и измерительных устройствах. Так как длина коммуникаций очистных станций сравнительно невелика, то потери напора на местные сопротивления в них значительно превышают потери напора по длине лотков и труб. Суммарные потери напора на расчетных участках определяются по формуле:

$$h = h_i + \Sigma h_m = i \cdot l + \Sigma \zeta \frac{v^2}{2g}, \text{ м.}$$

Потери напора в самих очистных сооружениях находятся расчетом. Размеры лотков и трубопроводов на территории очистной станции определены гидравлическим расчетом из условия пропуска максимального секундного расхода с коэффициентом 1.4. Распределительные лотки на очистных станциях приняты прямоугольного

сечения. Наполнение напорных трубопроводов, транспортирующих илы и осадки, принимается полным.

Сопряжение труб и лотков при гидравлическом расчете высотного положения очистных сооружений следует производить «по воде».

Гидравлический расчет сооружений на очистных станциях с аэротенками рекомендуется начинать с определения положения аэротенков. Аэротенки расположены наполовину заглубленными в грунт – этим определяется отметка воды в них. Отметки остальных сооружений определяются расчетом в зависимости от отметки воды в аэротенке.

Все расчёты сведены в таблицу 9.1.

Исходя из этих расчётов составлена высотная схема очистных сооружений «по воде».

Расчетный участок	Расход q л/с	Длина L м	Размеры лотков и труб			Скорость V м/с	Уклон i	Потери по длине h _l	Вид местного сопротивления	Формулы для расчета местных сопротивлений	ζ	Потери на местные сопр h _м	Σh=h _l +h _м
			D, b м	h/d, h/b	Глубина h, м								
1-2		<u>Насосная станция с отделением решёток</u>											
2-3	120,47	57,6	0,4	1	0,215	1,03	0,0037	0,2152512	2 пов. На 90 ⁰	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,19	0,128 7	0,3439
3-4	240,95	15	0,6	0,84	0,504	0,96	0,0017	0,0255	вход в прямоуг. канал		1,20	0,112 7	0,1382
4-5	120,47	5,9	0,5	0,91	0,455	0,52	0,0006	0,00354	Разделение потока тройник, поворот на 90 ⁰	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,50	0,041 3	0,0449
5-6	<u>120,47</u>	<u>Песколовка</u>											
6-7	120,47	5,9	0,5	0,91	0,455	0,52	0,0006	0,00354					0,0035
7-8	240,95	32,5	0,6	0,87	0,522	0,93	0,0016	0,052	Слияние потока тройник	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	3,00	0,264 5	0,3165
8-9	-	<u>Водоизмерительный лоток</u>											
9-10	240,95	67,8	0,6	0,88	0,528	0,92	0,0016	0,10848					0,1085
10-11	120,47	29	0,5	0,81	0,405	0,71	0,0012	0,0348	Разделение потока, распределительная чаша	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,50	0,077 1	0,1119
11-12	<u>120,47</u>	<u>Радиальный I-ый отстойник</u>											
12-13	120,47	36,8	0,5	0,7	0,35	0,81	0,0016	0,05888					0,0589
13-14	240,95	46,3	0,6	0,87	0,522	0,92	0,0016	0,074016	Слияние потока, тройник под 120 ⁰	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,20	0,103 5	0,1776
14-15	60,24	41,7	0,5	0,8	0,4	0,61	0,0012	0,05004	Слияние потока, крестовина	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,20	0,045 5	0,0956
15-16	<u>60,24</u>	43,35	0,5	0,8	0,4	0,6	0,0018	0,07803					0,0780
16-17	80,32	19,63	0,5	0,77	0,385	0,69	0,0013	0,025519	Разделение потока, поворот на 90 ⁰	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,20	0,058 2	0,0838
17-18	<u>120,47</u>	<u>Аэротенк-реактор с периодическим действием</u>											

Расчетный участок	Расход q л/с	Длина L м	Размеры лотков и труб	Скорость V м/с	Уклон i	Потери по длине h _l	Вид местного сопротивления	Формулы для расчета местных сопротивлений	ζ	Потери на местные сопр h _м	Σh=h _l +h _м			
20-21	241,08	60	0,6	0,871	0,5226	0,926	0,0016	0,096					0,0960	
21-22	120,47	63,61	0,76	0,81	0,6156	0,9	0,0015	0,095415	Разделение потока тройник, поворот на 90°	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,20	0,099 1	0,1945	
22-23	<u>120,47</u>	<u>Биологический пруд</u>												0,4000
23-24	120,47	61,5	0,5	0,71	0,355	0,8	0,0016	0,0984	Слияние потока, тройник под 90°, увеличение скорости	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,50	0,097 9	0,1963	
24-25	240,95	116	0,6	0,871	0,5226	0,926	0,0016	0,1856					0,1856	
25-26	<u>240,95</u>	<u>Смеситель "лоток Паршаля"</u>												0,5
26-27	240,95	24	0,6	0,871	0,5226	0,92	0,0016	0,0384	Слияние потока	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,20	0,103 5	0,1419	
27-28	120,47	9,61	0,7	0,709	0,4963	0,812	0,0016	0,015376	Разделение потока тройник, поворот на 90°	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,20	0,080 7	0,0960	
28-29	<u>120,47</u>	<u>Контактный резервуар</u>												0,2
29-30	120,47	9,61	0,5	0,709	0,3545	0,812	0,0016	0,015376	Слияние потока, тройник под 120°	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,50	0,100 8	0,1162	
30-31	240,95	12,03	0,6	0,87	0,522	0,9	0,0016	0,019248	Слияние потока, тройник под 90°, увеличение скорости	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,20	0,099 1	0,1183	
31-32	<u>240,95</u>	<u>Колодец вход в трубу</u>								вход в трубу	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	0,50	0,000 0	0,0000
32-33	240,95	10	0,8	0,88	0,704	0,92	0,0016	0,016	выпуск в реку	$\zeta \cdot v^2 / (2 \cdot g)$	1,00	0,086 3	0,1023	

продолжение таблицы 9.1.					
воды		лотка		земли	
Нач.	Кон.	Нач.	Кон.	Нач.	Кон.
386,79	386,58	386,58	386,36	383,05	383,04
386,24	386,21	385,73	385,71	383,04	382,98
386,07	386,07	385,62	385,61	382,98	382,96
386,02	386,02	385,02	385,02	382,96	382,94
385,92	385,92	385,47	385,46	382,94	382,90
385,92	385,86	385,39	385,34	382,90	382,86
385,55	385,44	385,05	384,94	382,86	382,83
385,44	385,33	384,91	384,80	382,83	382,78
385,22	385,19	384,82	384,78	382,78	382,74
384,94	384,94	381,84	381,84	382,74	382,70
384,94	384,69	384,59	384,34	382,70	382,66
384,63	384,55	384,11	384,03	382,66	382,56
384,38	384,33	383,98	383,93	382,56	382,44
384,23	384,15	383,83	383,75	382,44	382,33
384,08	384,05	383,69	383,67	382,33	382,21
383,75	383,75	380,55	380,55	382,15	382,10
383,45	383,42	383,05	383,02	382,10	382,08
383,25	383,18	382,73	382,66	382,08	382,05
383,08	382,99	382,56	382,47	382,05	382,00
382,98	382,89	382,37	382,27	382,05	381,94
382,49	382,09	377,99	377,59	381,94	381,77
381,89	381,79	381,53	381,43	381,77	381,71
381,54	381,35	381,01	380,83	381,71	381,64
381,17	381,17	380,17	380,17	381,64	381,58
380,92	380,88	380,39	380,35	381,58	381,52
380,78	380,76	380,28	380,27	381,52	381,45
380,68	380,68	377,88	377,88	381,45	381,40
380,58	380,57	380,23	380,21	381,40	381,35
380,45	380,43	379,93	379,91	381,35	381,30
380,43	380,43	379,73	379,73	381,30	381,27
380,33	380,31	379,62	379,61	381,27	381,23

10. РАСЧЕТ СООРУЖЕНИЙ ОБРАБОТКИ ОСАДКОВ

В процессах механической и биологической очистки сточных вод на очистных сооружениях образуются различного вида осадки, содержащие органические и минеральные компоненты.

Степень распада органического вещества при аэробной стабилизации значительно меньше, чем при анаэробных процессах, но оставшаяся часть достаточно стабильна. После аэробной стабилизации осадки уплотняются в улоуплотнителях.

10.1. Расчёт количества осадка

Количество избыточного активного ила по сухому веществу определяется по формуле:

$$M_{a.mud} = \frac{0,8 \cdot C_{en} \cdot (1 - \varepsilon) + K_g \cdot L_{en} - a_t}{10^6} \cdot Q_{cym}, \text{ т/сут}$$

где ε - эффект механической очистки.

Количество осадка из первичных отстойников по сухому веществу определяется по формуле:

$$M_{mud} = \frac{C_{en} \cdot \varepsilon \cdot M_{a.mud}}{10^6} \cdot Q_{cym}, \text{ т/сут.}$$

Общее количество осадка и ила по сухому веществу определяется по формуле:

$$M_{tot} = M_{mud} + M_{a.mud}, \text{ т/сут.}$$

Количество абсолютно сухого беззольного вещества в осадке определяется по формуле:

$$M_{mud}^s = \frac{M_{mud} (100 - p_g)(100 - s_{mud})}{10^4}, \text{ т}$$

где p_g - гигроскопическая влажность, %;

s_{mud} - зольность абсолютно сухого вещества сырого осадка, %.

Количество абсолютно сухого беззольного вещества в иле определяется по формуле:

$$M_{a.mud}^s = \frac{M_{a.mud} (100 - p_g')(100 - s_{a.mud})}{10^4}, \text{ т}$$

где p_g' - гигроскопическая влажность, %;

$s_{a.mud}$ - зольность абсолютно сухого вещества ила, %.

Общее количество осадка и ила по абсолютно сухому беззольному веществу определяется по формуле:

$$M_{tot}^s = M_{mud}^s + M_{a.mud}^s, \text{ т.}$$

Объем сырого осадка определяется по формуле:

$$W_{mud} = \frac{100 \cdot M_{mud}^s}{(100 - p_{mud}) \rho_{mud}}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где p_{mud} - гигроскопическая влажность, %;

ρ_{mud} - плотность сырого осадка, т/м³.

Объем избыточного активного ила определяется по формуле:

$$W_{a.mud} = \frac{100 \cdot M_{a.mud}^s}{(100 - p_{a.mud}) \rho_{a.mud}}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где $p_{a.mud}$ - гигроскопическая влажность, %;

$\rho_{a.mud}$ - плотность активного ила, т/м³.

Общий объем осадка и избыточного активного ила определяется по формуле:

$$W_{tot} = W_{mud} + W_{a.mud}, \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Средняя влажность смеси определяется по формуле:

$$p_{mix} = 100 \cdot \left(1 - \frac{M_{tot}^s}{W_{tot}}\right), \%$$

Все расчёты сведены в таблицу 10.1.

Таблица 10.1.

№	<i>Расчёт количества осадка</i>		
1	Количество осадка из первичных отстойников по сухому веществу M_{mud}	т/сут	27,46
2	Коэффициент, учитывающий увеличение количества осадка за счет крупных фракций K		1,2
3	Эффект механической очистки \mathcal{E}		0,6
4	Количество избыточного активного ила по сухому веществу $M_{a.mud}$	т/сут	14,68
5	Общее количество осадка и ила по сухому веществу M_{tot}	т/сут	42,14
6	Гигроскопическая влажность p_g, p_g'	%	6
7	$S_{mud}, S_{a.mud}$ – зольность абсолютно сухого вещества сырого осадка и ила	%	27
8	Количество абсолютно сухого беззольного вещества в осадке M_{mud}^s	т	18,84
9	Количество абсолютно сухого беззольного вещества в иле $M_{a.mud}^s$	т	10,07
10	Общее количество осадка и ила по абсолютно сухому беззольному веществу M_{stot}^s	т	28,92
11	p_{mud} – влажность сырого осадка	%	93
12	$p_{a.mud}$ – влажность ила	%	98
13	Объем сырого осадка W_{mud}	м ³ /сут	249,26
14	Объем избыточного активного ила $W_{a.mud}$	м ³ /час	20,38
15	Общий объем осадка и избыточного активного ила W_{tot}	м ³ /сут	269,64
16	Средняя влажность смеси p_{mix}	%	89,27

10.2. Расчет илоуплотнителя

Количество избыточного активного ила определяется по формуле:

$$C_{mud} = P_i - a_t, \text{ мг/л.}$$

Часовой расход избыточного активного ила определяется по формуле:

$$Q_{mud} = \frac{C_{mud} \cdot 100 \cdot Q_{cym} \cdot 0.1}{24 \cdot 10^4 \cdot \rho_{mud} \cdot (100 - P_{mud})}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где ρ_{mud} - влажность активного ила, %;

P_{mud} - плотность ила, т/м³.

Общее количество ила и осадка определяется по формуле:

$$Q = Q_{mud} \cdot Q'_{mud}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где Q'_{mud} - часовой расход осадка сточных вод, м³/час.

Максимальное количество жидкости, отделяемой в процессе уплотнения определяется по формуле:

$$Q_{max} = \frac{Q \cdot (P_{en} - P_{ex})}{100 - P_{ex}}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где P_{en} - влажность поступающего ила, %;

P_{ex} - влажность уплотнённого ила, %.

Общая площадь илоуплотнителя определяется по формуле:

$$F = \frac{Q}{q_f}, \text{ м}^2$$

где q_f - расчётная нагрузка на зеркало уплотнения, м³/м²*ч.

Диаметр одного илоуплотнителя определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{3.14 \cdot 2}}, \text{ м.}$$

Принимаем сортаментный диаметр.

Высота рабочей зоны определяется по формуле:

$$H = q_f \cdot t, \text{ м}$$

где t - продолжительность уплотнения, час.

Высота илоуплотнителя определяется по формуле:

$$H_{tot} = H + 0.7 + 0.3, \text{ м.}$$

Все расчёты сведены в таблицу 10.3.

Таблица 10.2.

Расчёт илоуплотнителя			
№	Наименование	Ед.изм.	Расчёт
1	Количество избыточного активного ила C_{mud}	мг/л	130,929
2	Вынос активного ила из вторичных отстойников a_t	мг/л	14
3	Прирост активного ила в аэротенках P_i	мг/л	144,93
4	Часовой расход избыточного активного ила Q_{mud}	м ³ /ч	10,24

5	Влажность активного ила ρ_{mud}	%	95
6	Плотность ила ρ_{mud}	т/м ³	1,1
7	Часовой расход осадка сточных вод Q_{mud}	м ³ /ч	8,19
8	Общее количество ила и осадка Q	м ³ /ч	95
9	Максимальное количество жидкости, отделяемой в процессе уплотнения Q_{max}	м ³ /ч	99
10	Влажность уплотненного ила P_{ex}	%	1,7
11	Влажность поступающего ила P_{en}	%	12
12	Расчётная нагрузка на зеркало уплотнения q_f	м ³ /м ² *ч	4,32
13	Продолжительность уплотнения t	час	0,1
14	Общая площадь илоуплотнителя F	м ²	22,7
15	Диаметр одного илоуплотнителя D	м	0,028
16	Сортаментный диаметр илоуплотнителя	м	0,1
17	Высота рабочей зоны H	м	22,8
18	Высота илоуплотнителя H_{tot}	м	3,8

10.3. Расчет иловых площадок

Иловые площадки являются одними из первых сооружений обработки осадка сточных вод. Иловые площадки предназначены для естественного обезвоживания осадков, образующихся на станции очистки сточной воды. Иловые площадки в большей степени, чем другие сооружения и системы очистки сточных вод и обработки осадка, зависят от климатических, природных факторов.

Количество уплотнённого осадка и ила определяется по формуле:

$$W_{oc} = (Q_{mud} \cdot 1.03 + Q'_{mud} \cdot 1.08) \cdot 24, \text{ кг/сут.}$$

Полезная площадь иловых площадок определяется по формуле:

$$F = \frac{W_{oc} \cdot 365}{K_f \cdot K_t}, \text{ м}^2$$

где K_f - нагрузка осадка на иловые площадки, кг/м²;

K_t - климатический коэффициент.

Площадь одной площадки определяется по формуле:

$$F_1 = \frac{F}{n}, \text{ м}^2$$

где n - количество площадок, штук.

Площадь одной карты определяется по формуле:

$$f = \frac{F_1}{n_k}, \text{ м}^2$$

где n_k - количество карт, штук.

Ширина карты определяется по формуле:

$$b = \sqrt{\frac{f}{2}}, \text{ м.}$$

Длина карты определяется по формуле:

$$l = \frac{f}{b}, \text{ м.}$$

Принимаем типовую ширину карты.

Принятая длина карты определяется по формуле:

$$l_{np} = b_{np} \cdot 2, \text{ м.}$$

Тогда площадь карты определяется по формуле:

$$f_k^{ym} = b_{np} \cdot l_{np}, \text{ м}^2.$$

Следовательно, ширина площадки равна ширине двух карт. Длина площадки равна длине двух карт.

Площадь карт определяется по формуле:

$$f_k = f_k^{ym} \cdot n_k, \text{ м}^2.$$

Площадь площадок определяется по формуле:

$$F_{пл} = f_k \cdot n, \text{ м}^2.$$

Все расчёты сведены в таблицу 10.4.

Таблица 10.4.

<i>Расчёт иловых площадок</i>			
№	Наименование	Ед.изм.	Расчёт
1	Количество уплотнённого осадка и ила	кг/сут	297,16
2	Климатический коэффициент К		1,45
3	Нагрузка осадка на иловые площадки D	кг/м ²	75
4	Полезная площадь иловых площадок F	м ²	997,4
5		га	0,1
6	Количество площадок		2
7	Площадь площадки F1	м ²	498,7
8	Количество карт на площадке		4
9	Площадь карты f	м ²	124,7
10	Ширина карты b	м	7,9
11	Длина карты l	м	15,8
12	Принятая ширина карты	м	24
13	Принятая длина карты	м	48
14	Площадь карты f	м ²	1152
15	Ширина площадки	м	48
16	Длина площадки	м	96
17	Площадь площадки принятая F1	м ²	4608
18	Площадь площадок	м ²	9216

11. ВЫСОТНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ ПО «ИЛУ».

После окончания расчета высотной установки очистной станции составляется профиль движения воды от приемной камеры до выпуска очищенной воды в водоем. Затем, от первичного отстойника выполняется гидравлический расчет движения осадков и смеси осадков и илов по сооружениям обработки осадков и вычерчивается профиль «по илу».

Все расчёты сведены в таблицу 11.1.

Исходя из этих расчётов составлена высотная схема очистных сооружений «по илу».

Таблица 11.1.

Гидравлический расчёт "по илу"

Участки	Длина участка l, м	Размеры лотков и труб		Уклон	Потери напора h, м	Отметки, м				
		Ширина или диаметр, м	Уровень ила, h м			Отметка ила		Дно лотка или трубы		
						нач	кон	нач	кон	
	<i>Аэротенк реактор</i>					372,00	372,00	372,00	372,00	
1 - 2	20,32	0,16	0,16	0,01	0,20315	372,00	371,79	371,84	3171,63	
2 - 3	<i>Камера</i>					371,79	374,87	371,79	374,87	
3 - 4	16,015	0,16	0,15	0,008	0,12812	374,87	374,74	3174,72	374,59	
4 - 5	<i>Насосно-воздуходувная станция</i>									
5 - 6	91,53	0,16	0,16	0,008	0,73224	374,74	374,01	374,58	3173,85	
6 - 7	13,335	0,16	0,16	0,008	0,10668	374,01	373,90	373,85	373,74	
7 - 8	<i>Распределительная чаша</i>									
8 - 9	15,725	0,16	0,16	0,01	0,15725	372,44	372,28	372,28	372,12	
9 - 10	<i>Илоуплотнители</i>					372,28	369,18	372,28	369,18	
10 - 11	7,715	0,16	0,16	0,01	0,07715	369,18	369,11	369,02	368,95	
11 - 12	<i>Иловая насосная станция</i>					369,11	374,92	369,11	374,92	
12 - 13	26,46	0,16	0,16	0,01	0,2646	374,92	374,66	374,76	374,50	
13 - 14	66,01	0,16	0,16	0,01	0,6601	374,66	374,00	374,50	373,84	
14 - 15	<i>Метантенки</i>					0,6601	371,00	374,00	374,50	373,84
15 - 16	<i>Иловые площадки</i>					0,6601	370,95	373,95	374,00	373,80

Состав и размещение сооружений в плане

Состав сооружений очистки сточных вод необходимо определять в зависимости от состава и количества загрязнений, от характеристики и количества сточных вод, требуемой степени их очистки, способа обработки осадка и местных условий, условиям использования или сброса очищенных сточных вод в водные объекты. Он должен соответствовать нормам строительного проектирования и принципам охраны окружающей среды.

В составе сооружений следует предусматривать:

- устройства для равномерного распределения сточных вод и осадка между отдельными элементами сооружений и для выключения их из работы, опорожнения и промывки.,
- устройства для измерения расхода сточных вод и осадка.,
- возможность установки первичных преобразователей для контроля качества сточных вод и осадка
- вспомогательные здания и сооружения.

Общая схема

1 - Подводящий коллектор, подходящий в виде дюкера, который является наилучшим решением подачи без насосной станции, к приемной камере. Если такая подача невозможна, тогда подводящий коллектор подходит к приемному резервуару насосной станции.

2 – Шиберы – затворы, устанавливаемые на лотках и в сооружениях для регулирования и перекрытия подачи сточных вод.

3 - Распределительные лотки и трубопроводы.

4- Решётки с прозорами не более 16мм и механизированные грабли для снятия загрязнений или решётки - дробилки (комминутора), которые устанавливаются или в здании решеток, если сточные воды поступают из приемной камеры, или в отделении приемного резервуара насосной станции.

Число решеток не менее - 2 (одна рабочая, одна резервная). От решеток с механизированными граблями отбросы по транспортеру поступают на дробилки, от которых отходит трубопровод для отвода дробленых отбросов. Рекомендуется отбросы направлять на сбраживание вместе с переработкой осадка из первичных отстойников.

5 - Песколовки -не менее двух, обе рабочие устанавливаются после здания решеток или насосной станции. В зависимости от конструкции осадок из них удаляется с помощью гидроэлеватора или эжектора, к которым подводится трубопровод технической воды. Исключение составляют тангенциальные песколовки. Осадок удаляется на песковые площадки или в песковые бункеры, к которым подводится трубопровод

промывки осадка и отводной трубопровод для отвода фильтрата на начало сооружений.

С песковых площадок производится погрузка песка на транспорт.

6- Первичные отстойники - не менее двух - все отстойники рабочие. В состав вспомогательных сооружений входят:

6.1 Распределительный лоток или распределительная чаша.

6.2-Резервуар сырого осадка

6.3-Насосная станция сырого осадка, оборудованная плунжерными насосами.

6.4-Трубопровод сырого осадка

7 - Аэротенк-реактор - число секций не менее двух, все рабочие, кроме этого в состав вспомогательных сооружений входят:

1.1 Лотки, подающие иловую смесь во вторичные отстойники.

1.2 Лотки, подающие возвратный активный ил из вторичных отстойников.

1.3 Воздуходувная станция (объединяется с иловой насосной станцией) и отходящая от нее к аэротенкам система воздуховодов.

8.2- Иловые насосы или эжекторы для подачи рециркуляционного (возвратного) ила и избыточного активного ила в стабилизаторы или илоуплотнители перед метантенками.

9 - Сооружения доочистки, в которые входят

9.1.2- Реагентное хозяйство

9.1.4 – Хлорирование поступающей на доочистку воды.

9.2- Биопруды, устанавливаются вместо фильтров.

10.- Сооружения обеззараживания сточных вод:

10.1 -Смеситель - лоток Паршалля, или ершовый смеситель.

10.2 -Хлораторная со складом хлора

10.3 -Контактные резервуары не менее двух, с подводом воздуховодов от воздуходувной станции для барбатажа и отводом осадка на иловые площадки.

11.- Аварийный сброс, проходящий от сооружений механической очистки до смесителя.

12.- Выпуск в водный объект

13 - Илоуплотнители - не менее двух, в состав вспомогательных сооружений входят:

13.1 -Скважина технической воды.

13.2 – Камера промывки ила или сброженного осадка.

13.3 – Трубопроводы или дюкеры для подачи уплотненного ила на метантенки или уплотненного осадка на иловые площадки.

13.4 – Трубопроводы для отвода отжатой воды, сброс которой предусмотрен перед аэротенками.

14.- Метантенки - не менее двух, в конструкцию входит совмещенная насосная станция, подающая смесь наверх метантенка, дюкер, отводящий

сброженный осадок на иловые площадки, газопроводы, отходящие от газового колпака.

15 - Газгольдеры- не менее двух, газ от которых поступает на нужды станции очистки в котельную.

16 - Иловые площадки.

17 - Дренажные насосные станции.

18 - Погрузка удобрений на транспорт

19 - Проходная.

20 - Административный лабораторный корпус.

21 - Гараж.

22. – Котельная.

23. Склад.

Генеральный план станции очистки сточных вод.

Генеральный план станции очистки сточных вод проектируется на основе схемы использования и охраны природных вод и генерального плана населенного пункта. Технические решения генерального плана и очередность их осуществления должны основываться на сравнении показателей возможных вариантов. Топографической основой генплана служит план в горизонталях масштаба 1:500 или 1:1000.

Площадку очистных сооружений надлежит располагать, как правило, с подветренной стороны для господствующих ветров теплого периода года по отношению к жилой застройке и ниже населённого пункта по течению водотока. Рельеф площадки должен обеспечить самотечное прохождение основного потока сточных вод через сооружения.

Территория очистной станции должна быть ограждена. Часто это делается с учётом правил техники безопасности. Поля фильтрации допускается не ограждать. Блокирование в одном здании различных помещений, а также прямоугольных емкостей, следует производить во всех случаях, когда это не противоречит условиям технологического процесса, санитарно-гигиеническим, противопожарным и сейсмическим требованиям и целесообразно по условиям планировки, конструктивных требований и технико-экономических соображений.

Санитарно-защитные зоны от канализационных сооружений до границ зданий жилой застройки следует принимать по КМК 2.04.03- 97.

Высотное расположение сооружений.

При высотном расположении очистных сооружений учитываются расчетные потери напора в сооружениях, соединительных коммуникациях и измерительных устройствах. Так как длина коммуникаций очистных станций сравнительно невелика, то потери напора на местные сопротивления в них обычно значительно превышают потери напора по

длине лотков и труб. Суммарные потери напора на расчетных участках следует определять по формуле

$$h = h_l + \Sigma h_m = i \cdot l + \Sigma \zeta \frac{v^2}{2g}$$

Наполнение напорных трубопроводов, транспортирующих илы и осадки, принимается полным, минимальный диаметр – 150 мм. Оптимальные скорости, при которых не происходит выпадения взвеси зависят от характера сточных вод и принимаются в пределах :

- для сырой сточной воды0.9÷1 м/с;
- воды, прошедшей песколовку.....0.75÷1 м/с;
- осветленной воды.....0.6÷1 м/с ;
- очищенной воды.....0.5÷1 м/с.

Сопряжение труб и лотков при гидравлическом расчете высотного положения очистных сооружений следует производить «по воде».

Гидравлический расчет сооружений на очистных станциях с аэротенками рекомендуется начинать с определения положения аэротенков. Аэротенки обычно располагают наполовину заглубленными в грунт – этим определяется отметка воды в них. Отметки остальных сооружений определяются расчетом в зависимости от отметки воды в аэротенке.

Литература

1. Каримов И.А. Узбекистан на пороге достижения независимости. – Т.: Узбекистон, 2011 – 383 с.
2. Постановление Президента Республики Узбекистан от 21.12.2010 г. № ПП-1446 «Об ускорении развития инфраструктуры, транспортного и коммуникационного строительства в 2011-2015 годах», 2011
3. КМК 2.04.03-97 «Канализация, Наружные сети и сооружения» – Т: Республиканский комитет по строительству и архитектуре, 1998 – 380 с.
4. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/Учебник для ВУЗов: - М.: АСВ, 2002 – 704 с.
5. Гудков А.Г. Водоотводящие системы и сооружения. – Вологда: ВоГТУ, 2001. – 40 с.
6. Василенко А.А. Водоотведение – К: Выща школа. 1988 –254 с.
7. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И., Примеры расчетов канализационных сооружений – М: Стройиздат, 1987, - 255 с.
8. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация.
9. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. Г.М. Федоровского. М., Госстройиздат, 1963.
10. Лукиных А.А., Лукиных Н.А., Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. Изд. 4-е. М.. Стройиздат, 1974.
11. СНиП 2.04.03-85.Канализация. Наружные сети и сооружения. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. - 72 с.
12. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. - М.: Стройиздат, 1985. - 136 с.
13. Ласков Ю.М. и др. Примеры расчетов канализационных сооружений/Ю.М.Ласков, Ю.Ю.Воронов, В.И.Калицун. - М.: Стройиздат, 1987.-255 с.
14. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры расчетов. - М.: Стройиздат, 1971. - 303 с.
15. Очистка сточных вод: Учебное пособие для вузов/М.П.Лапицкая, Л.И.Зуева, Н.М.Балаескул, Л.В.Кулешова. - Минск: Высшая школа, 1983.- 255 с.
16. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / Н.И.Лихачев, И.И.Ларин, С.А.Хаскин и др. Под общей редакцией В.Н.Самохина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1981. - 639 с.