

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

Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 20 ____ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01. Строительство
по направлению

«Разработка отдельной схемы водоотведения для вахтового поселка горно-
обогащительной фабрики»
тема

Руководитель	_____	<u>к.т.н., доцент</u>	<u>Ю.В. Гаврилова</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Б. М. Тулуш</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____		<u>Ю.В. Гаврилова</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка отдельной схемы водоотведения для вахтового поселка Талнахской горно-обогатительной фабрики» содержит 81 страниц текстового документа, 21 использованных источников.

ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА, ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ, МЕХАНИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ, БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ, ИОНООБМЕННАЯ УСТАНОВКА, РАСЧЕТ УЩЕРБОВ, ПРИЧИНЕННЫХ ВОДНОМУ ОБЪЕКТУ ЗА СБРОС, ВОДООТВЕДЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Объект ВКР – Сточные воды горно-обогатительной фабрики промышленного и хозяйственно-бытового происхождения.

Цели ВКР:

- произвести анализ существующей технологической схемы очистки сточных вод рудного производственного комплекса предприятий;
- разработать отдельную схему водоотведения и подобрать аппаратное оформление локальных очистных сооружений для каждого типа стоков;
- произвести эколого-экономическое обоснование предлагаемой технологии.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, была рассчитана отдельная схема водоотведения с компоновкой локальных очистных сооружений с максимально возможным заданным эффектом очистки стока.

В аппаратном оформлении предложено: высоконагружаемый биофильтр, напорный сорбционный фильтр, ионообменная установка, блок обеззараживания УДВ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
1 Технологическая часть	5
1.1 Определение расчетных расходов	5
1.1.1 Расчет хозяйственно-бытовых сточных вод	5
1.1.2 Расчет производственных сточных вод	9
1.1.3 Расчет поверхностного стока	12
1.2 Существующая технология очистки	18
1.3 Раздельная схема очистки стоков промышленной зоны с технологией оборотной системы водопользования	21
1.3.1 Раздельная схема очистки стоков промышленной зоны с технологией оборотной системы водопользования	21
1.3.2 Расчет технологии очистки хозяйственно-бытового стока	23
1.3.2.1 Расчет и подбор накопительного резервуара	23
1.3.2.2 Расчет тонкослойного отстойника	24
1.3.2.3 Расчет биофильтра	28
1.3.2.4 Расчет распределительной системы биофильтра	34
1.3.2.5 Расчет вторичного вертикального отстойника	39
1.3.2.6 Обеззараживание сточных вод	43
1.3.3 Расчет технологии очистки для промышленных сточных вод	46
1.3.3.1 Расчет горизонтальной нефтеловушки	46
1.3.3.2 Расчет напорного сорбционного фильтра	50
1.3.3.3 Расчет распределительной системы напорного фильтра	53
1.3.3.4 Расчет ионообменной установки	56
1.3.3.5 Обеззараживание производственных сточных вод	71
2 Эколого-экономическое обоснование	73
2.1 Размер вреда от сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод	73
Заключение	77
Список использованных источников	78

ВВЕДЕНИЕ

Рабочий поселок расположен на севере Красноярского края на правом берегу реки Норильской в 25 км от г. Норильск.

В поселке функционирует горно-обогатительная фабрика, которая перерабатывает богатые руды месторождений с получением никелевого, медного и пирротинового концентратов.

Водоотведение сточных вод промышленного предприятия и прилегающего к нему поселка осуществляется общесплавным методом, то есть смешением хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод, с последующим отведением их в сооружения открытого типа, которые занимают огромные площади.

Так как у фабрики локальные очистные сооружения разработаны только для очистки производственных вод, показатели качества воды, которую сливают в реку, не соответствуют нормам. Это является основной проблемой.

По мимо смешения вод, в 2007 году комиссией Росприроднадзора РФ были установлены множественные нарушения экологических норм, в том числе отмечаются многочисленные проливы концентратов обогащения Талнахской обогатительной фабрики вдоль трассы пульпопровода.

Исходя из выше перечисленных проблем, целью своей выпускной квалификационной работы я задал разработать отдельную систему очистки стоков промышленной зоны с технологией оборотной системы водопользования.

Создание таких систем должно обеспечить рациональное использование воды во всех технологических процессах, максимальную утилизацию компонентов сточных вод, оптимальные санитарно-

гигиенические условия работы обслуживающего персонала и исключение загрязнения окружающей природной среды.

1 Технологический расчет

1.1 Определение расчетных расходов

В настоящее время водоотведение промышленной зоны осуществляется общесплавным методом. Сточные воды рабочего поселка и горно-обогатительной фабрики смешиваются и отправляются на локальные очистные сооружения ТОФ, затем отводятся в сооружения открытого типа. После чего часть очищенной воды идет в оборот, часть сливается по рельефу либо сбрасывается в реку.

1.1.1 Расчет хозяйственно-бытовых сточных вод

Рабочий поселок расположен на севере Красноярского края на правом берегу реки Норильской.

Население рабочего поселка промышленной зоны составляет на расчетный период 2,387 тысяч человек.

Нормы расхода воды приняты в соответствии с [1] и составляют для благоустроенной застройки района севера – 300л/сут на 1 человека,

Расчетный (средний за год) суточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод от рабочего поселка промышленной зоны ТОФ

$$\text{—} \quad (1)$$

где — удельная норма водоотведения, л/сут на чел.;

N – число жителей района, чел.

_____, м³/сут

Так как поступление сточных вод в течение суток неравномерно (со значительными колебаниями в различные часы), чтобы обеспечить требуемую пропускную способность распределительной сети труб и других сооружений системы водоотведения необходимо определить максимальный и минимальный требуемый расход.

(2)

(3)

где $k_{сут\ max}$ и $k_{сут\ min}$ – соответственно максимальный и минимальный коэффициенты суточной неравномерности водопотребления, учитывающие уклад жизни населения, режим работы промышленных предприятий, степень благоустройства зданий и изменение водопотребления по сезонам года и дням (принимаются $k_{сут.max} = 1,1-1,3$; $k_{сут.min} = 0,7-0,9$).

, м³/сут

, м³/сут

Расходы по часам суток заносим в сводную таблицу 1

Таблица 1 – Неравномерность отведения хозяйственно-бытовых сточных вод

Часы суток	Количество хозяйственно-бытовых сточных вод	
	%	м ³ /ч
0-1	2,3	19,76
1-2	2,3	19,76
2-3	2,3	19,76
3-4	2,3	19,76
4-5	2,3	19,76
5-6	3,5	30,07
6-7	4,8	41,24
7-8	6,1	52,41
8-9	7,1	61,01
9-10	7,1	61,01
10-11	7,1	61,01
11-12	5,4	46,40
12-13	3,5	30,07
13-14	3,5	30,07
14-15	3,5	30,07
15-16	4,8	41,24
16-17	6	51,55
17-18	6	51,55
18-19	6	51,55
19-20	4,3	36,95
20-21	2,9	24,92
21-22	2,3	19,76
22-23	2,3	19,76
23-24	2,3	19,76
Итого	100,00	859,32

Показатели качества сточной воды, рассчитываются исходя из нормы на одного человека принимаемой по [1].

Концентрация загрязнений бытовых сточных вод

$$\text{—————} \quad (4)$$

где a – количество загрязнений поступающих от одного человека г/чел · сут;

q_v – норма водоотведения, л/чел · сут.

По взвешенным веществам

$$\text{—————} \quad ,$$

По БПК полному

$$\text{—————} \quad ,$$

По азоту аммонийных солей

$$\text{—————} \quad ,$$

По фосфатам:

$$\text{—————} \quad ,$$

По хлоридам:

_____ ,

По СПАВам:

Таблица 2 – Показатели качества воды хозяйственно-бытовых сточных вод

Показатели качества воды	, г/сут	, мг/л
Взвешенные вещества	65	216,6
БПК _{полн}	72	240
Азот аммонийных солей N	8	26,6
Фосфаты P ₂ O ₅	3,3	11
Хлориды	1,6	5,3
СПАВ	2,5	8,3

1.1.2 Расчет производственных сточных вод

Талнахская обогатительная фабрика перерабатывает богатые медно-никелевые руды рудников "Октябрьский", "Таймырский", «Скалистый» с получением концентратов для металлургических предприятий комбината: медного, никелевого, пирротинового.

Обогащительная фабрика находится в 25 км от г. Норильска. Основные сооружения фабрики находятся в пределах отметок от 106,5 м до 97,05 м Балтийской системы высот.

Низина, в которой расположены основные сооружения фабрики, характеризуется типичным моренным ландшафтом с большим количеством холмов и озер.

Согласно постановлению главы администрации г. Норильска от 25.05.92 г. № 589 за Талнахской обогатительной фабрикой закреплены следующие земельные участки таблица 3.

Таблица 3 – Земельные участки ТОФ

Объект	Площадь
ТОФ	39,9 га
пруд-окислитель	211,92 га
пруд-накопитель	12,18 га
трасса трубопроводов	10,25 га
база отдыха	5,47 га

Водоотведение промышленного предприятия находится как сумма расходов на безвозвратные потери воды, хозяйственно – питьевые, производственные нужды.

Фабрика на технологические нужды потребляет свежую техническую воду с реки Норильской. к основным потребителям. К ним относятся:

- пробоотбор и прободоставка РСЛ;
- охлаждение маслостанций шаровых мельниц ИФЦ;
- охлаждение нагнетателей сжатого воздуха;
- приготовление реагентов;
- пеногашение желобов и карманов флотомашин ОК-130;
- для поддержания уровня пруда-накопителя.

Расход сточных вод на нужды предприятия определяется суммой расходов идущих на безвозвратные потери предприятия, производственных и бытовых сточных вод.

$$, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (5)$$

$$, \text{ м}^3/\text{ед} \quad (6)$$

где n – норма расхода воды на единицу продукции, $\text{м}^3/\text{ед.т.год}$;

M – количество выпускаемой продукции в год, т/год.

Расчет безвозвратных потерь ТОФ

$$. \text{ м}^3/\text{год}$$

Расчет расхода сточных вод на технические нужды предприятия

$$. \text{ м}^3/\text{год}$$

Расчет бытовых сточных вод на нужды предприятия

$$. \text{ м}^3/\text{год}$$

Поступления сточной воды по часам суток, сводится в таблицу 5.

На очистку поступает расход воды без учета на безвозвратные потери.

Таблица 4 –Средний расход технической воды на очистку

N	Наименование расхода			
		м ³ / год	м ³ / сут	м ³ / ч
1	Техническая вода	1 058 600	2900,27	120,84
2	Бытовая	47 400	129,86	5,41
		1 106 000	3 030,13	126,25

1.1.3 Расчет поверхностного стока

Общая площадь водосбора – 51,87 га, в том числе:

- площадь кровли и асфальтобетонных (водонепроницаемых) поверхностей – 13,02 га;
- площадь зеленых насаждений, газонов – 26,88 га;
- площадь грунтовых поверхностей – 7,98 га;
- булыжные или щебеночные мостовые – 3,99 га.

Среднегодовой объем поверхностного стока W (м³/год), образующегося на территории предприятия в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожного покрытия, определяется как сумма объёмов дождевых W_d , талых W_m и поливомоечных W_m сточных вод по формуле

$$W_z = W_d + W_m + W_m, \text{ м}^3 \quad (7)$$

где W_d , W_m , W_m – среднегодовые объемы дождевых, талых и поливомоечных вод соответственно, м³.

Среднегодовой объем дождевого стока W_d при высоте слоя осадков за теплый период года (апрель – октябрь) $h_d = 348$ мм определяется по формуле

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot \Psi_d \cdot F, \text{ м}^3 \quad (8)$$

где h_d – слой осадков за теплый период года (количество дождевых вод);

Ψ_d – общий коэффициент стока дождевых вод;

F – площадь поверхности стока, га.

Общий коэффициент стока дождевых вод Ψ_d рассчитан как средневзвешенная величина с учётом частных значений Ψ_{di} для площадей стока с различным видом поверхности

$$(9)$$

где – значения общих коэффициентов стока для различных видов поверхности;

F_i – площадь различных видов поверхностей стока, га.

Среднегодовой объём дождевого стока:

$$W_d = 10 \cdot 348 \cdot 0,263 \cdot 51,87 = 47473,5 \text{ м}^3.$$

Среднегодовой объём талого стока при высоте слоя осадков за холодный период года (ноябрь – март) $h_m = 202$ мм определяется по формуле

$$W_m = 10 \cdot h_m \cdot \Psi_m \cdot F, \text{ м}^3 \quad (10)$$

где h_m – слой осадков за холодный период года (количество талых вод);

Ψ_m – общий коэффициент стока талых вод;

F – площадь поверхности стока, га.

$$W_m = 10 \cdot 202 \cdot 0,263 \cdot 51,87 = 27556,45 \text{ м}^3.$$

Годовой объем поливомоечных вод, стекающих с площади стока, определяется по формуле

$$W_m = 10 \cdot m \cdot k \cdot \Psi_m \cdot F_m, \text{ м}^3 \quad (11)$$

где m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий (согласно [2] 0,2-1,5 л/м²);

k – среднее количество моек в году, 100-120;

F_m – площадь поверхности, подвергающейся мойке, га;

Ψ_m – коэффициент стока для поливомоечных вод, $\Psi_m = 0,5$.

$$W_m = 10 \cdot 1,5 \cdot 100 \cdot 0,5 \cdot 3,02 = 2265 \text{ м}^3.$$

Таким образом, годовой объем поверхностного стока:

$$W_2 = 47473,5 + 27556,45 + 2265 = 77294,95 \text{ м}^3.$$

Расчетные объемы поверхностного стока при отведении на очистку определяются из условия приёма в аккумулирующую ёмкость большего из рассчитанных дождевого $W_{оч}$ и талого $W_{m.сут}$ суточных объёмов поверхностных сточных вод.

Объем дождевого стока определяется по формуле

$$W_{оч} = 10 \cdot h_a \cdot \Psi_{mid} \cdot F, \quad (12)$$

Максимальный слой осадков за дождь h_a принят равным 10 мм.

Средний коэффициент стока для расчетного дождя Ψ_{mid} определен как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока Ψ_i для разного вида поверхностей по таблице 10 [2].

Объем дождевого стока:

$$W_{оч} = 10 \cdot 10 \cdot 0,32 \cdot 51,87 = 1659,8 \text{ м}^3.$$

Максимальный суточный объем талых вод в середине периода снеготаяния, отводимых на очистные сооружения определяется по формуле

$$W_{m. сум} = 10 \cdot h_c \cdot a \cdot \Psi_m \cdot F \cdot K_y, \quad (13)$$

где F – площадь стока (10,5 га);

Ψ_m – общий коэффициент стока талых вод $\Psi_m = 0,6$;

h_c – слой талых вод за 10 дневных часов $h_c = 20$ мм;

a – коэффициент, учитывающий неравномерность снеготаяния, $a = 0,5$;

K_y – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега определен по формуле 14:

$$K_y = 1 - F_y / F, \quad (14)$$

где F_y – площадь, очищаемая от снега включая площадь кровель, оборудованных внутренними водостоками, га (5-15 % от общей площади территории).

$$K_y = 1 - (0,15 \cdot 51,87) / 51,87 = 0,85$$

Максимальный суточный объём талых вод:

$$W_{m.сут} = 10 \cdot 20 \cdot 0,5 \cdot 0,6 \cdot 51,87 \cdot 0,85 = 2645,37 \text{ м}^3$$

Полезный объём аккумулирующей ёмкости принят по большему расчётному расходу: $W_{m.сут} = 2645,37 \text{ м}^3$.

Объём аккумулирующей ёмкости с учётом накопления выделяемого осадка:

$$W_{ак} = 2645,37 \cdot 1,1 = 2909,9 \text{ м}^3.$$

Таблица 5 – Сводная таблица водоотведения предприятия

Часы суток	Промышленное предприятие			Поверхно стный сток	Суммарное		На очистку
	Безвозвратн ые потери	Бытовые	Производствен ные		м ³ /ч	%	
	м ³ /ч	м ³ /ч	м ³ /ч				
0-1	120,84	3,79	4586,69	0,33	4731,41	4,15	124,96
1-2	120,84	5,41	4586,69	0,33	4733,03	4,15	126,58
2-3	120,84	5,41	4586,69	0,33	4733,03	4,15	126,58
3-4	120,84	6,49	4586,69	0,33	4734,11	4,15	127,66
4-5	120,84	6,49	4586,69	0,33	4734,11	4,15	127,66
5-6	120,84	6,49	4586,69	0,33	4744,42	4,16	127,66
6-7	120,84	5,41	4586,69	0,33	4754,51	4,17	126,58
7-8	120,84	3,79	4586,69	0,33	4764,06	4,18	124,96
8-9	120,84	3,79	4586,69	0,33	4772,66	4,19	124,96
9-10	120,84	5,41	4586,69	0,33	4774,28	4,19	126,58
10-11	120,84	5,41	4586,69	0,33	4774,28	4,19	126,58
11-12	120,84	6,49	4586,69	0,33	4760,75	4,18	127,66
12-13	120,84	6,49	4586,69	0,33	4744,42	4,16	127,66
13-14	120,84	6,49	4586,69	0,33	4744,42	4,16	127,66
14-15	120,84	5,41	4586,69	0,33	4743,34	4,16	126,58
15-16	120,84	3,79	4586,69	0,33	4752,89	4,17	124,96

Окончание таблицы 5

16-17	120,84	3,79	4586,69	0,33	4763,20	4,18	124,96
17-18	120,84	5,41	4586,69	0,33	4764,82	4,18	126,58
18-19	120,84	5,41	4586,69	0,33	4764,82	4,18	126,58
19-20	120,84	6,49	4586,69	0,33	4751,30	4,17	127,66
20-21	120,84	6,49	4586,69	0,33	4739,27	4,16	127,66
21-22	120,84	6,49	4586,69	0,33	4734,11	4,15	127,66
22-23	120,84	5,41	4586,69	0,33	4733,03	4,15	126,58
23-24	120,84	3,79	4586,69	0,33	4731,41	4,15	124,96
ИТОГО	2900,27	129,86	110080,55	7,97	113977,9	100	3038,1

Показатели качества воды, поступающие на очистку, приведены в таблице 6

Таблица 6 – Показатели качества воды, поступающие на очистку

Показатели качества	Единицы измерения	Количество
Прозрачность	см	15,7
Взвешенные вещества	мг/л	360
Цвет		Серый
Запах	балл	5
рН		6,8
Общая жесткость	мг-экв/л	4
Карбонатная жесткость	мг-экв/л	3,5
Щелочность общая	мг-экв/л	3,5
Сухой остаток	мг/л	1000
Прокаленный остаток	мг/л	900
Ca ⁺	мг/л	57
Mg ⁺	мг/л	14,6
Cl ⁻	мг/л	405
SO ₂ ²⁻	мг/л	32

Окончание таблицы 6

Fe _{общ}	мг/л	0,2
Окисляемость перманганатная	мгО/л	24
K ⁺ +Na ⁺	мг/л	282,5
NH ₃	мг/л	1,1
NO ₃ ⁻	мг/л	0,022
NO ₂ ⁻	мг/л	0,3
БПК ₅	мгО ₂ /л	36,8
БПК _{полн}	мгО ₂ /л	48,9
Токсичные вещества H ₂ S	мг/л	76,3

1.2 Существующая технология очистки

Станция биологической очистки сточных вод КС комплект-1-25СБ+Ф-М, производительностью 25 м³/сут предназначена для биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, а так же (при необходимости регулирования нагрузки на очистных ТОФ) производственные воды предприятия

Таблица 7 – Показатели качества воды поступающие на очистку

Показатели качества	Единицы измерения	Диапазон колебания
Взвешанные вещества	мг/л	270,0
БПК _{полн}	мг/л	544,4
Аммиак	мг/л	131,5

Окончание таблицы 7

Нитриты	мг/л	0,25
Нитраты	мг/л	3,9
Фосфаты	мг/л	20,4
Железо общее	мг/л	2,4
Нефтепродукты	мг/л	0,3
Сухой остаток	мг/л	775
Сульфаты	мг/л	201,3
Хлориды	мг/л	149,9
АПАВ	мг/л	0,178
Окраска		
Запахи	Балл	6
Температура	°С	+6-+20
рН		9,26
Растворенный кислород	мгО ₂ /л	1
ХПК	мл	980
Общие колиформные бактерии	КОЕ/100мл	НВЧ > 24000
Колифаги	БОЕ/100мл	2
Термотолирантные бактерии	КОЕ/100мл	НВЧ > 24000
Фекальные стрептококи	КОЕ/100мл	60
Патогенные организмы		не обнаружены



Рисунок 1 - Технологическая схема очистки сточных вод : MR – механическая решетка, У- усреднитель, ББО – блок биологической очистки, БД – биореактор доочистки, ФО - фильтры осветлитель, УФ – блок обеззараживания УФ.

Оборудование станции состоит из блоков: усреднения сточных вод (приемный резервуар-усреднитель), механической и биологической очистки, приготовления и дозирования коагулянта, тонкой очистки, обеззараживания, обработка осадка.

На данные момент водоотведение предприятия и рабочего поселка осуществляется общесплавным способом, то есть смешением хозяйственно-бытовых и промышленных стоков, существующая технология очистки сточной воды имеет низкую эффективность. На основании данных, предоставленных региональным центром стандартизации, метрологии и испытаний Талнахской обогатительной фабрикой, протоколом испытаний №2429 от 27.03.15г, качество воды после очистки следующее

Таблица 8 – Показатели качества сточной воды, выпускаемые в водоем

Показатели качества	Единицы измерения	Диапазон колебания
Взвешанные вещества	мг/дм ³	6,8
БПК _{полн}	мг/дм ³	3,11
Нитраты	мг/дм ³	0,72
Фосфаты	мг/дм ³	0,16

Окончание таблицы 8

Железо общее	мг/дм ³	0,32
Нефтепродукты	мг/дм ³	0,03
Сульфаты	мг/дм ³	201,3
Хлориды	мг/дм ³	664,7
АПАВ	мг/дм ³	0,01
Цинк	мг/дм ³	0,079
Медь	мг/дм ³	0,011
Марганец	мг/дм ³	0,032
Минерализация воды	мг/дм ³	1403,8
Азот аммонийный	мг/дм ³	0,37
ХПК		29

С целью повышения эффективности очистки промышленных сточных вод и для обеспечения «нулевого сброса» разрабатывается новая технологическая схема, предусматриваемая отдельную очистку промышленного стока и сточной хозяйственно-бытовой воды.

1.3 Раздельная схема очистки стоков промышленной зоны с технологией оборотной системы водопользования

Применение замкнутых водооборотных систем при проектировании предприятий позволяет размещать эти объекты в районах с ограниченными водными ресурсами, но обладающими благоприятными экономико-географическими условиями. Такое инженерно-экологическое направление является наиболее прогрессивным и перспективным, позволяя одновременно решать проблемы водообеспечения и охраны окружающей среды.

В качестве технических решений для организации оборотных систем водопользования в тяжелых климатических условиях является внедрение локальных очистных установок блочно-модульного типа.

1.3.1 Технологическая схема раздельной очистки сточных вод

На таких установках сточные воды очищаются до норм сброса в водоем рыбохозяйственного значения, что также позволяет использовать восстановленные сточные воды для технических целей: подпитка систем охлаждения и теплоснабжения (в теплый и холодный периоды года), полив территории, водоснабжение санузлов, подпитка оборотных систем очистки автомоек.



Рисунок 1 - Технологическая схема очистки бытовых сточных вод : МР – механическая решетка, АЕ- аккумулирующая емкость, ВО – вертикальный отстойник, БФ – биофильтр, О – вторичный отстойник, УФ – блок обеззараживания УФ.



Рисунок 2 - Технологическая схема очистки сточных вод : МР – механическая решетка, У- усреднитель, НЛ – нефтеловушка, СНФ – скорый напорный фильтр, ИУ – ионообменная установка, УФ – блок обеззараживания УФ.

1.3.2 Расчет технологии очистки хозяйственно-бытового стока.

После обработки на установке «ЛКОУ-400» очищенные сточные воды восстановлены для повторного использования в техническом водоснабжении.

На представляемом объекте восстановленные сточные воды подвергаются дополнительному обеззараживанию гипохлоритом натрия и ультрафиолетовым облучением и направляются в систему технического водоснабжения.

1.3.2.1 Расчет и подбор накопительного резервуара

Подбираем накопительный бак расчетом на 3х часовое поступление сточных вод.

$$q_{\max}=58,99 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$W_6=156,97 \text{ м}^3$$

Принимаем 2 накопительных бака НЕ-80-3200 следующих характеристик:

Объем – 80 м³;

Диаметр – 3200 мм;

Длина – 10000 мм;

Масса – 3,56.

Дальнейший расчет сооружений ведем на средний часовой расход, так как бак накопитель усредняет поступление сточных вод до $q_{\text{ср}}=35,8 \text{ м}^3/\text{ч}$.

1.3.2.2 Расчет тонкослойного отстойника

Исходная вода поступает в приемный карман отстойника. Далее поток осветляемой воды направляется в зону с тонкослойным блоком, где организована противоточная схема движения воды и осадка. Наиболее крупные хлопья, осаждаясь в слоях небольшой высоты, захватывают более мелкие частицы и, накапливаясь, сползают по наклонной поверхности тонкослойных элементов.

Осадок собирается в нижней конической части отстойника, откуда периодически выводится через трубопровод сброса осадка. Осветленная вода через верхнее зубчатое переливное устройство поступает в секцию осветленной воды, откуда самотеком отводится по трубопроводу осветленной воды.

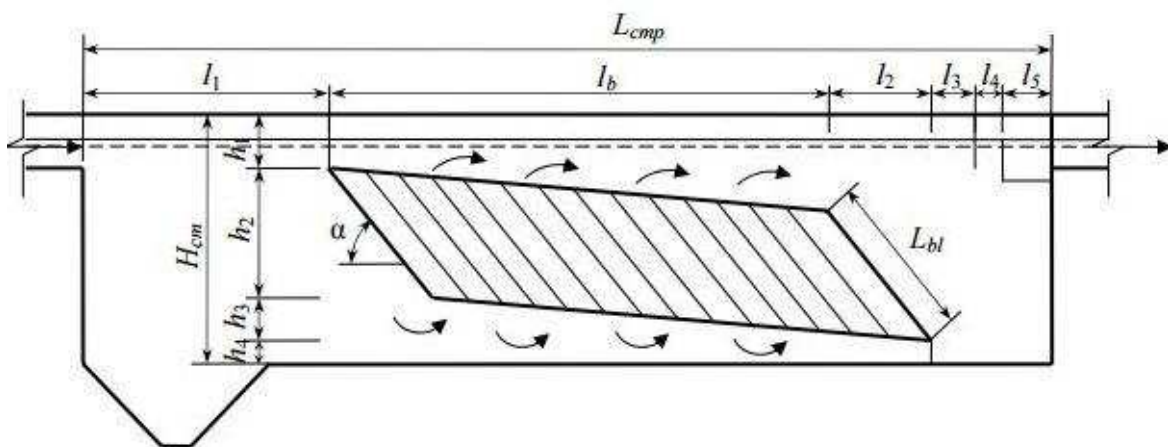


Рисунок 3 – Расчетная схема тонкослойного отстойника с противоточной схемой работы.

Задаемся исходными данными:

Гидравлическая крупность $=0,3\text{мм/с}$;

Глубина проточной части в отстойнике $=0,2$, м;

Коэффициент использования объема проточной части отстойника $=0,7$;

Длина пластин в ярусе

$$\text{---}, \text{ м} \quad (15)$$

где v – скорость рабочего потока принимается в соответствии с [1];

h – высота яруса тонкослойного блока, м, равная $=0,2$, м.

$$\text{---}, \text{ м}$$

Назначается количество отделений отстойника, не менее двух, $n=10$ шт.

Ширина одного тонкослойного блока (секции отстойника) $=2-6$ м;

Длина зоны тонкослойного отстаивания определяется в соответствии с [3]

$$\text{---}, \text{ м} \quad (16)$$

где Q – максимальный часовой расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$$\text{---}, \text{ м}$$

Находится общая расчетная длина отстойника по формуле

$$L, \text{ м} \quad (17)$$

где L_1 – длина зоны выделения крупных примесей, равная 1-1,5м;

$L_2 = 0,3 \text{ м}; L_3 = 0,05-0,1 \text{ м}; L_4 = 0,4-0,5 \text{ м}.$

$$L, \text{ м} \quad (18)$$

где α – угол наклона пластины к горизонту, равный 45-60°.

$$L, \text{ м}$$

$$3,91, \text{ м}$$

Общая высота отстойника

$$H, \text{ м} \quad (19)$$

где H_1 принимается 0,6 м; $H_2 = 0,4-0,5 \text{ м};$

$$H, \text{ м} \quad (20)$$

$$H, \text{ м}$$

, м

Исходя из расчетных габаритов отстойника, принимаю тонкослойный отстойник марки ОТ – 40, следующих технических характеристик

Таблица 9 – Технические характеристики отстойника

Марка	, м ³ /ч	Объем конусов сбора осадка, м ³	Габариты LxВxН, мм	Масса нетто/с водой, кг	Э, %
ОТ – 40	40	2,52	6 495×2 088×2 400	3 587/22 300	90

Определяем количество осадка, удаляемого за сутки:

$$\text{_____}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (21)$$

Где _____ – суточный расход сточных вод, м³/сут;

_____ – концентрация механических примесей в воде, 216,67 мг/л;

_____ – эффект задержания осаждающихся примесей, 90%;

_____ – влажность осадка, 95%;

_____ – объемная масса частиц осадка, 2,65 т/м³.

$$\text{_____}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды, поступающий на следующее сооружение равен

$$, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (22)$$

$$, \text{ м}^3/\text{ч}$$

1.3.2.3 Расчет биофильтра

Биофильтр – это сооружение, в котором сточная вода фильтруется через загрузочный материал, покрытый биологической пленкой (биопленкой), образованной колониями микроорганизмов. Биофильтр состоит из следующих частей:

- фильтрующей загрузки, помещенной в резервуар круглой или прямоугольной формы в плане (тело биофильтра);
- водораспределительного устройства, для равномерного орошения сточной водой поверхности загрузки;
- дренажного устройства для удаления профильтрованной жидкости;
- воздухораспределительного устройства для поступления воздуха внутрь биофильтра.

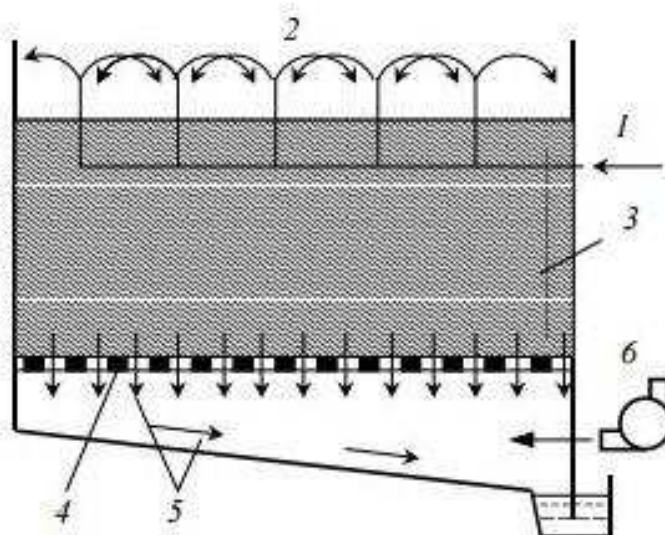


Рисунок 4 – Разрез биофильтра.

1 – Подача сточной воды; 2 – Водораспределительное устройство; 3 – Фильтрующая загрузка; 4 – Дренажное устройство; 5 – Очищенная сточная вода; 6 – Воздухораспределительное устройство;

В соответствии с [4] применяем высоконагружаемый биофильтр

Высоконагружаемые биофильтры применяют для полной и неполной биологической очистки на станциях производительностью до 50000 м³/сут, их размещают на открытом воздухе. Загрузка имеет рабочую высоту 2÷4 м, крупность материала загрузки составляет от 40 до 70 мм. Допустимое значение БПК_{полн} сточных вод без рециркуляции составляет 300 мг/л. Гидравлическая нагрузка составляет 10÷30 м³/(м²·сут).

Аэрофильтры требуют равномерного орошения всей поверхности с возможно малыми перерывами в подаче воды и поддержание повышенной нагрузки по воде.

Коэффициент биофильтра определяется по формуле

где $C_{полн}$ и $C_{очищ}$ – концентрация БПК_{полн} в поступающей и очищенной сточной воде, мг/л;

Исходя из среднезимней температуры сточной воды T_w и значения K_{af} по таблице 10 находится высота биофильтра H_{af} , гидравлическая нагрузка q_{af} и удельный расход воздуха q_a

Таблица 10

q_a , м ³ / м ³	H_{af} , м	Коэффициент K_{af} при T_w °С, H_{af} , м, и q_{af} , м ³ /(м ² сут)											
		$T_w=8$			$T_w=10$			$T_w=12$			$T_w=14$		
		$q_{af}=10$	$q_{af}=20$	$q_{af}=30$	$q_{af}=10$	$q_{af}=20$	$q_{af}=30$	$q_{af}=10$	$q_{af}=20$	$q_{af}=30$	$q_{af}=10$	$q_{af}=20$	$q_{af}=30$
8	2	3,02	2,32	2,04	3,38	2,5	2,18	3,76	2,74	2,36	4,3	3,02	2,56
	3	5,25	3,53	2,89	6,2	3,96	3,22	7,32	4,64	3,62	8,95	5,25	4,09
	4	9,05	5,37	4,14	10,4	6,25	4,73	11,2	7,54	5,56	12,1	9,05	6,54
10	2	3,69	2,89	2,58	4,08	3,11	2,76	4,5	3,36	2,93	5,09	3,67	3,16
	3	6,1	4,24	3,56	7,08	4,74	3,94	8,23	5,31	4,36	9,9	6,04	4,84
	4	10,1	6,23	4,9	12,3	7,18	5,68	15,1	8,45	6,88	16,4	10	7,42
12	2	4,32	3,88	3,01	4,76	3,72	3,28	5,31	3,98	3,44	5,97	4,31	3,7
	3	7,25	5,01	4,18	8,35	5,55	4,78	9,9	6,35	5,14	11,7	7,2	5,72
	4	12	7,35	5,83	14,8	8,5	6,2	18,4	10,4	7,69	23,1	12	8,83

Среднезимняя температура сточной воды $T_w=14$ °С;

Высота биофильтра $H_{af}=4$ м;

Гидравлическая нагрузка $q_{af}=10$ м³/(м²сут);

Удельный расход воздуха $q_a = 10$ м³/м³

Среднее значение БПК_{полн} в смеси стоков перед фильтром

, мг/л

(24)

где — наименьшее ближайшее к значение из таблицы

мг/л

Коэффициент рециркуляции:

(25)

Общая площадь биофильтра

$$\text{—————}, \text{ м}^2 \tag{26}$$

где — суточный расход сточной воды, м³/сут;

$$\text{—————} \quad \text{м}^2$$

Число и размеры секций зависят от способа распределения сточной воды по поверхности. Обычно количество секций принимают не менее 2-х и не более 6-8.

В практике проектирования применяют биофильтры прямоугольной формы в плане размерами сторон 3х3, 3,6х4, 9х12, 12х12, 15х15, 12х18 м и др., с высотой слоя загрузки 2,3 и 4 м, а так же круглой формы в плане диаметром 6, 12, 18, 24, 30 м, с высотой слоя загрузки 2, 3, 4 м.

Принимаем высоконагружаемый биофильтр круглый в плане диаметром 6 м, м², =4 м, с количеством секций =5.

Объем загрузки рассчитывается по формуле

$$\text{—————}, \text{ м}^3 \tag{27}$$

$$\text{—————}, \text{ м}^3$$

Определяется объем избыточной биопленки, выносимой во вторичный отстойник

$$\text{—————}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (28)$$

где — удельное количество биопленки, равное 8 г/(чел сут);

— влажность биопленки, 96%;

— количество БПК_{полн} в сточной воде на одного жителя в сутки, 40 г/(чел сут).

$$\text{—————}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Учитывая потери, расход, поступающий на вторичный отстойник равен $857,74 - 1,03 = 856,71 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Определяем расход воздуха для биофильтра

$$\text{—————}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (29)$$

$$\text{м}^3/\text{сут} = 600,4 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Подбираем 1 вентилятор низкого давления ЭВР-3, производительностью 400+4000 м³/ч, напором 15+60 мм, и мощностью двигателя 1-1,7 кВт.

В качестве загрузки применяем шунгит

Шунгит обладает сорбционной способностью к широкому ряду органических веществ: жирным высокомолекулярным кислотам, веществам лигноуглеводного комплекса древесных и торфяных гидролизатов, водорастворимых смол гидролиза, гуминовым веществам, пестицидам, ПАВ, спиртам, фенолам, нефтепродуктам, к ряду неорганических веществ (соединениям железа, марганца, шестивалентного хрома, фосфора и др.), а также к газообразным соединениям (хлор, оксиды серы).

Наличием в системе шунгит – вода высокоактивного кислорода объясняется способность шунгита очищать воду от частиц радикальной природы, очищать воду от ряда металлов, окисляя их и переводя в нерастворимую форму.

Шунгитовый сорбент способен к многократной регенерации, восстанавливая полностью сорбционную активность.

1.3.2.4 Расчет распределительной системы биофильтра

Реактивные вращающиеся оросители

Состоят из двух, четырех или шести дырчатых труб, консольно закрепленных на общем стояке, в который подается вода из распределительной камеры. Стояк может вращаться вокруг своей оси. Вода поступает из стояка в радиальные трубы и через отверстия выливается из них. Под действием реактивной силы истечения воды распределитель

вращается (см. рис. 2.5). Расчет реактивного оросителя состоит в определении его размеров, числа распределительных труб, количества отверстий, напора воды, частоты вращения стояка. Скорость истечения из отверстий принимается не менее 0,5 м/с, диаметр отверстий – не менее 10 мм, напор воды очень небольшой – не менее 0,5÷1 м

Определяем максимальный расход сточных вод на одну секцию биофильтра

$$Q_{max} = \dots, \tag{30}$$

где Q_{max} – расход сточных вод, м³/с;

$$D = \dots,$$

Диаметр реактивного оросителя

$$D = \dots, \text{ м} \tag{31}$$

где D – диаметр биофильтра, м;

$$D = \dots, \text{ м}$$

Количество распределительных труб принимает 2. Закрепляются консольно на стояке.

Требуемый диаметр

$$\frac{Q}{v} \sqrt{2n} = d, \text{ мм} \quad (32)$$

где Q – средний расход сточных вод, м³/с;

v – скорость в начале распределительной трубы, м/с;

n – число принятых секций биофильтра.

$$\frac{Q}{v} \sqrt{2n} = d, \text{ мм}$$

Число отверстий на каждой распределительной трубе

$$\frac{Q}{v} \sqrt{2n} = d \quad (33)$$

$$\frac{Q}{v} \sqrt{2n} = d \quad \text{шт}$$

Расстояние от оси стояка до каждого отверстия рассчитываем в соответствии с

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}, \text{ м} \quad (34)$$

Расчеты сводим в таблицу

Таблица 11 – Расстояние от оси стояка до каждого отверстия

№	, м		, м	№	, м		, м	№	, м		, м
1	5,8	36	483,33	13	5,8	36	1742,68	25	5,8	36	2416,67
2			683,54	14			1808,47	26			2464,53
3			837,16	15			1871,94	27			2511,47
4			966,67	16			1933,33	28			2557,56
5			1080,77	17			1992,83	29			2602,83
6			1183,92	18			2050,61	30			2647,33
7			1278,78	19			2106,80	31			2691,09
8			1367,07	20			2161,53	32			2734,15
9			1450,00	21			2214,91	33			2776,54
10			1528,43	22			2267,03	34			2818,29
11			1603,04	23			2317,99	35			2859,44
12			1674,32	24			2367,84	36			2900,00

Частота вращения реактивного оросителя

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} \text{ мин}^{-1} \quad (35)$$

где — диаметр отверстий, 10 мм.

$$\text{_____} \text{ мин}^{-1}$$

Требуемый напор у реактивного оросителя

$$\text{_____} \text{ _____} \text{ _____} \text{ _____} \text{ , м} \tag{36}$$

где k – модуль расход, л/с определяется в соответствии с

$$\text{_____} \text{ _____} \text{ _____} \text{ _____} \text{ , м}$$

Так как величина напора меньше минимальной, назначаем напор у оросителя, равный $= 0,5$ м. Распределительные трубы располагаем на 0,2 м выше поверхности загрузки.

1.3.2.5 Расчет вторичного вертикального отстойника

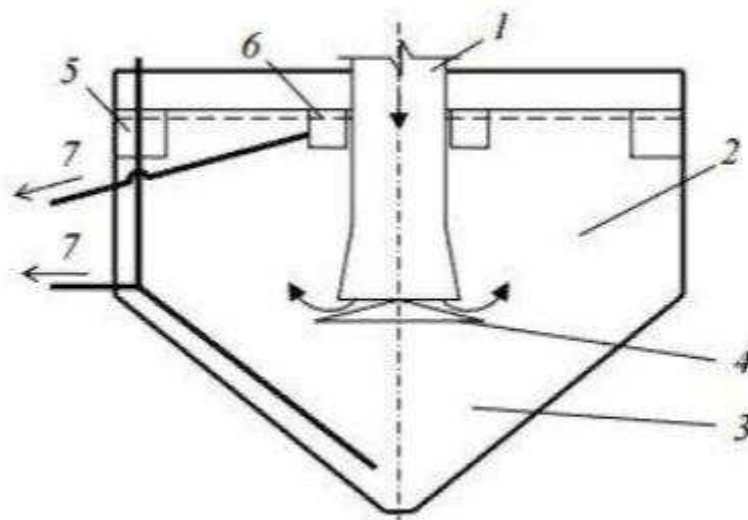


Рисунок 5 – Вторичный вертикальный отстойник

1 – Центральная труба; 2 – зона отстаивания; 3 – осадочная часть; 4 – отражательный щит; 5 – периферийный сборный лоток; 6 – кольцевой лоток; 7 – удаление осадка.

Вторичные отстойники в технологической схеме располагаются после сооружений по биологической очистке, служат для выделения активного ила или отмершей биопленки из очищенной сточной воды.

Нагрузка воды на поверхность отстойника

$$m^3/(m^2 \cdot ч) \quad (37)$$

где λ – гидравлическая крупность биопленки, при полной биологической очистке, 1,4 мм/с ,

коэффициент использования объема отстойника; для вертикальных отстойников $\eta = 0,35$.

$$m^3/(m^2 \cdot ч)$$

Принимаем количество отделений отстойника равное 3

Площадь одного отделения

$$\text{_____}, m^2 \tag{38}$$

$$\text{_____},$$

где _____ средний расход сточных вод, $m^3/ч$

Диаметр отстойника

$$\frac{\text{_____}}{\text{_____}} m \tag{39}$$

где _____ диаметр центральной трубы, м

$$\frac{\text{_____}}{\text{_____}}, \tag{40}$$

где _____ – средний расход сточных вод, $m^3/с$

$$\frac{\text{_____}}{\text{_____}} m$$

Округляем диаметр до сортаментного значения 0,4 м

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} \quad \text{м}$$

Принимаем типовой отстойник диаметром 4 м.

Рассчитывается диаметр раструба и отражательного щита

$$\text{---}, \text{м} \quad (41)$$

$$\text{---}, \text{м} \quad (42)$$

м

,м

Высота щели между низом центральной трубы и поверхностью отражательного щита

$$\text{---} \text{---}, \text{м} \quad (43)$$

где — скорость движения воды в щели, 0,02 м/с.

_____ , м

Общая высота цилиндрической части отстойника

$$, \text{ м} \quad (44)$$

где – высота нейтрального слоя, 0,3 м;

– высота борта, 0,5 м;

$$\text{ м} \quad (45)$$

Высота конусной части отстойника

м

где – угол наклона конической части отстойника 60°;

м

Общая высота отстойника

$$, \text{ м} \quad (46)$$

,М

Суточное количество осадка по формуле

$$\text{—————}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (47)$$

, м³/сут

Принимаю 2 типовых вторичных отстойника 902-2-23.

Таблица 12 – Технические характеристики вторичного вертикального отстойника

Номер типового проекта	Материал	Диаметр, мм	Строительная высота, м		Пропускная способность м ³ /ч, при времени отстаивания, ч	
					1,5	1
902-2-23	Монолитный железобетон	4000	2,1	1,8	-	22,1

1.3.2.6 Обеззараживание сточных вод

Наиболее распространенным способом обеззараживания воды в настоящее время является хлорирование. Однако, этот способ не свободен от ряда недостатков. Токсичность хлора требует особых мер предосторожности

при его хранении, транспортировании, дозировании. Необходим постоянный контроль за дозой активного хлора очищенной воде. Очищенная вода содержащая активный хлор недопустима для оборотных систем в связи с образованием побочных веществ.

Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением.

Расчетный бактерицидный поток рассчитывается по формуле

$$F_0 = \frac{Q_0 \cdot \alpha \cdot k \cdot \lg \cdot (P_0 \div P)}{1563,4 \cdot \eta \cdot \eta_0} \quad (48)$$

где $Q_{\text{час}}$ - расчетный расход обеззараживаемой воды в м³/ч;

α - коэффициент поглощения облучаемой воды см⁻¹, для обработанной воды из поверхностных источников водоснабжения 0,3 см⁻¹.

k - коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, принимаемый равным 2500 ;

P_0 - количество бактерий в 1 л воды, максимальное расчетное загрязнение исходной воды принимаемое равны коли - индексу $P_0=1000$;

P - количество бактерий после облучения;

η - коэффициент использования бактерицидного потока , для установок с погруженным источником погружения 0,9;

η_0 - коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических свойств и конструктивного типа установки, равным 0,9.

Вт

Расход электроэнергии на обеззараживание воды вычисляется по формуле

$$\text{--- Вт ч/м}^3 \quad (49)$$

где N – мощность, потребляемая одной установкой;

$$\text{--- Вт ч/м}^3$$

Потребляемое количество установок составит:

$$n = F_6 \div N_n \quad (50)$$

На основании расчетов выбираем установку УДВ-1А500НО-10-100-Н.

Таблица 13 – Технические характеристики бактерицидной установки

Марка УДВ-1А500НО-10-100-Н.	Q, м ³ /ч	Количество ламп, шт	Потребляемая мощность, кВт	Габариты LxVxH, м
Камера обеззараживания	50	1	0,65	1387x212x286
Пульт управления				400x218x500
Блок промывки				465x211x280

1.3.3 Расчет технологии очистки для промышленных сточных вод

1.3.3.1 Расчет горизонтальной нефтеловушки

Горизонтальная нефтеловушка представляет собой отстойник, разделенный продольными стенками на параллельные секции.

Одновременно с извлечением нефтепродуктов в нефтеловушках осуществляется удаление механических примесей. Применение нефтеуловителей необходимо для нормальной работы трубопроводных коммуникаций и различных распределительных устройств. Отсутствие нефтеловушек приводит к нарушению работы комплекса очистных сооружений, способствует выходу из строя оборудования.

Сточные воды поступают через входной патрубок в первый отсек, где происходит успокоение потока и гравитационное отделение примесей.

Далее очистка стоков происходит на контактном коалесцентном сепараторе, на поверхности которого происходит слияние и укрупнение капель нефтепродуктов.

Первично осветленная вода направляется во второй отсек, разделённый горизонтальной перегородкой с установленными на ней фильтрующими цилиндрическими элементами, при помощи которых происходит задержание мелкодисперсных взвесей. Из верхней части второго отсека вода отводится через выходной патрубок.

Пропускная способность нефтеловушки $q=127,66 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Назначается ширина секции $B=3\text{м}$, и глубина отстаиваемого слоя воды $H_{\text{set}}=1,2\text{м}$.

Гидравлическая крупность частиц

$$\text{---}, \text{мм/с} \tag{51}$$

где ρ_w и ρ_n – объемные массы воды и нефти, т/м³;

d – крупность всплывающих частиц, м;

μ – динамический коэффициент вязкости сточной воды, Па·с.

При отсутствии данных по кинетике допускается принимать $\mu = 0,4-0,6$ мм/с.

Принимается скорость движения воды $v = 3-10$ мм/с.

Определяется продолжительность всплывания частиц по формуле

$$\text{---} \tag{52}$$

В зависимости от соотношения v/u_0 принимается коэффициент A , учитывающий турбулентность потока воды a

v/u_0	0,1	10	15	20
A	1,2	1,5	1,65	1,75

Коэффициент $a=1,62$

Длина отстойной части нефтеловушки

$$— , \text{ м} \quad (53)$$

$$— \text{ м}$$

По длине отстойной части подходит типовая нефтеловушка 902-2-161. LxВxН: 30x3x3,6. Число секций n=2. Так как сооружение таких габаритов не целесообразно, принимаем 2 нефтеловушки Argel T-20 1 группы:

Таблица 14 – Технические характеристики горизонтальной нефтеловушки

Модель	Q	Кол-во фильтров	L	В	Диаметр патрубков	Рабочий объем	Масса, т	
	м ³ /ч	шт	м	м	Мм	м ³	сухая	с водой
Argel T-20	72	2	6	1,5	200	10,1	0,5	10,6

Продолжительность отстаивания определяется по формуле в соответствии с [3]

$$— , \text{ ч} \quad (54)$$

$$— , \text{ ч}$$

Определяем количество осадка, выделяемого за сутки:

$$\text{—————}, \text{ м}^3/\text{сут ч} \quad (55)$$

где — суточный расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{сут}$;

— концентрация механических примесей в воде, 270 мг/л ;

— эффект задержания осаждающихся примесей, $98,75\%$;

— влажность осадка, 95% ;

— объемная масса частиц осадка, $2,65 \text{ т/м}^3$.

$$\text{—————}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Количество нефтепродуктов задерживаемых в сутки

$$\text{—————}, \text{ м}^3/\text{сут ч} \quad (56)$$

где , — концентрация нефтепродуктов в исходной и осветленной воде, мг/л ;

— объемная масса обводненных нефтепродуктов, $0,95 \text{ т/м}^3$.

_____ , м³/сут

Расход воды, поступающий на следующее сооружение

, м³/сут (57)

, м³/сут

1.3.3.2 Расчет напорного сорбционного фильтра

Исходная вода в режиме фильтрации поступает на вход автоматического многоходового управляющего клапана, который направляет поток в верхнее распределительное устройство. Вода проходит фильтрующий слой и через нижнее распределительное устройство поступает в водоподъемную трубу. Очищенная вода по водоподъемной трубе поступает в управляющий клапан и отводится из фильтра под остаточным давлением.

Фильтрующий слой (кварцевый песок) обеспечивает очистку воды от механических примесей.

Автоматическую обратноточную промывку загрузки обеспечивает управляющий клапан, при этом поток исходной воды по водоподъемной трубе через нижнюю распределительную систему подается в нижнюю часть фильтрующего слоя. При восходящем движении воды создается псевдооживленный слой, зерна расширившегося фильтрующего материала соударяются друг с другом, задержанные ими загрязнения оттираются и

попадают в промывную воду, которая удаляется через верхнее распределительное устройство и отводится в дренаж.

Определение площади фильтра

$$(58) \quad \frac{Q_{\text{п}}}{n \cdot \tau \cdot v \cdot (1 + \alpha \cdot \tau \cdot \beta)}, \quad \text{м}^2$$

где $Q_{\text{п}}$ – полезная производительность, м³/ч;

τ – продолжительность работы станции в течении суток ч;

v – расчетная скорость фильтрования, м/с;

α – интенсивность в л/с м² и продолжительность в ч первоначального взрыхления загрузки;

β – интенсивность в л/с м² и продолжительность в ч водовоздушной промывки;

γ – интенсивность в л/с м² и продолжительность в ч отмывки загрузки;

n – количество промывок в сутки, шт;

$$\frac{Q_{\text{п}}}{n \cdot \tau \cdot v \cdot (1 + \alpha \cdot \tau \cdot \beta)}, \quad \text{м}^2$$

Принимаем установку УНФ 80х96х3.

Таблица 15 – Характеристики установки

Модель установки	, м ³ /ч	Кол-во корпусов	, мм	, м ²	, м ²	, м	, т Кварц.п/антрацит
УНФ 80х96х3	75,4	3	2000	3,14	9,42	1,0	13,2/4,575

Загрузка фильтра

Загрузка фильтра представляет собой 2 слоя:

1-ый слой – Гранодиорит, высота слоя 0,6м;

2-ой слой – Гидроантрацит N, высота слоя 0,6м.

Таблица 16 – Показатели эффективности

Показатели качества	, мг/л	, мг/л	Э, %
Взвешенные вещества	360	14,4	96
Нефтепродукты	150	6	96
Fe _{общ}	0,2	0,008	96
Общая жесткость	4	0,16	96
Щелочность общая	3,5	0,14	96
Сухой остаток	1000	500	50
Ca ⁺	57	57	-
Mg ⁺	14,6	14,6	-
Cl ⁻	405	405	-
SO ₂ ²⁻	32	32	-
Окисляемость	24	24	-

перманганатная			
$K^+ + Na^+$	282,5	282,5	-

1.3.3.3 Расчет распределительной системы напорного фильтра

Проектируется напорный вертикальный фильтр с наружным диаметром 2,0 м.

Площадь песчаной загрузки 3,14 м²

Интенсивность промывки $\omega = 8 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$

Через площадь фильтра, находим внутренний радиус фильтра $R=0,95 \text{ м}$.

Промывочная вода подается через нижнюю распределительную систему в нижнюю часть фильтрующего слоя. При восходящем движении воды создается псевдооживленный слой, зерна расширившегося фильтрующего материала соударяются друг с другом, задержанные ими загрязнения оттираются и подаются в промывочную воду, которая удаляется через верхнее распределительное устройство и отводится в дренаж.

Общий расход промывочной воды

$$q_{\text{пр}} = \omega \cdot f, \text{ м}^3/\text{с} \quad (59)$$

$$q_{\text{пр}} = 8 \cdot 3,14 = 25,12 \text{ л/с} = 0,02512 \text{ м}^3/\text{с}$$

Диаметр коллектора распределительной системы напорного фильтра при скорости входа промывочной воды $v_{np} = 2,0$ м/с будет равным $d_{кол} = 125$ мм/с.

Учитывая внутренний диаметр фильтра рассчитываем длину и количество ответвлений

$$N_{отв} = 6 \text{ шт} ; R=0,95 \text{ м}$$

Суммарная длина всех ответвлений распределительной системы:

$$L = N_{отв} \cdot R , \text{ м} \tag{60}$$

$$L = 6 \cdot 0,95 = 5,7 \text{ м}$$

Суммарная площадь щелей в дренажных колпачках ВТИ-5 равна

$$\text{—————} , \text{ м}^2 \tag{61}$$

$$\text{—————} \text{ м}^2$$

Площадь щелей на каждом колпачке ВТИ-5 $f_{щ} = 0,000192 \text{ м}^2$.

Общее число колпачков на ответвлениях распределительной сети:

$$\text{---}, \text{ шт} \quad (62)$$

$$\text{---} \quad \text{шт}$$

Среднее расстояние между дренажными колпачками:

$$\text{---}, \text{ м} \quad (63)$$

$$\text{---} \quad \text{м} = 260 \text{ мм}$$

Расход промывочной воды на 1 колпачок:

$$\text{---}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (64)$$

$$\text{---} \quad \text{м}^3/\text{с}$$

Скорость прохода воды через щели колпачка определяем по формуле:

$$\text{---}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (65)$$

$$\text{---}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Расход промывочной воды на одно ответвление:

$$q_{\text{дд.отв}} = n \cdot q_{\text{колп}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (66)$$

$$q_{\text{дд.отв}} = 4 \cdot 0,0011 = 0,0044 \text{ м}^3/\text{с}$$

1.3.3.4 Расчет ионообменной установки

Необходимо рассчитать ионообменную установку для обезвреживания сточных вод после их предварительной механической очистки при следующих исходных данных: расход сточных вод 1519,05 м³/сут.; поступление сточных вод на установку равномерное; ионный состав сточных вод приведен в таблице 17.

В качестве первой ступени ионообменной установки принимается, Н-катионовые фильтры, загруженные КУ-1.

Таблица 17 - Содержание катионов и анионов в сточной воде

Ионы	Содержание веществ, г/м ³	Расход вещества, г/м ³ на 1 г-экв/м ³	Содержание вещества, г-экв/м ³
1	2	3	4
Катионы			
Ca ⁺	57	20,04	2,84

Mg ²⁺	14	12,16	1,15
Na ⁺ + K ⁺	282,5	34,87	8,1
Σ[K]	353,5	-	12,09
Анионы			

Окончание таблицы 17

Cl ⁻	405	35,46	11,42
SO ₄ ²⁻	32	48,03	0,67
Σ[A]	437	-	12,09

Ионообменная очистка осуществляется путем последовательного фильтрования через катиониты и аниониты.

В процессе очистки иониты насыщаются и их регенерируют. Перед регенерацией иониты взрыхляют. Катиониты регенерируются слабыми растворами кислот, а аниониты - слабыми растворами щелочей (таблица 15). Затем производится отмывка ионитов.

Продуктами регенерации являются элюаты - растворы кислот и щелочей, содержащие извлекаемые из ионитов компоненты.

Первые порции элюатов являются наиболее концентрированными по извлекаемым компонентам. Их нейтрализуют или, что наиболее целесообразно, из них утилизируют ценные продукты. Нейтрализацию производят путем смешения кислот и щелочных элюатов, а также дополнительно вводят кислоты или щелочи.

Таблица 18 - Характеристика реагентов для регенерации ионитов

Реагент	ёа - удельный расход реагента 100 % концентрации, ч/г-экв	m - число суток на которое рассчитан запас реагентов	б концентрация реагентов, %	γ удельный вес концентрированного реагента, т/м ³
1	2	3	4	5
H ₂ SO ₄	120-125	20-40	62-92,5	1,55-1,83

NaOH	60-70	20-40	42	1,45
------	-------	-------	----	------

Метод ионного обмена отличается относительно высокой стоимостью и усложняет эксплуатацию сооружений, поэтому целесообразность его применения должна быть подтверждена соответствующими технико-экономическими расчетами.

В качестве первой ступени ионообменной установки принимаем Н - катионитовые фильтры, загруженные КУ - 1 (таблица 19).

По форме катиониты представляют собой зерна неправильной формы черного цвета.

Катиониты КУ-1 применяются при водород- и натрий катионировании, так как имеют в своем составе не только карбоксильную, но и сульфогруппу.

В воде катиониты набухают, но не растворяются. Увеличение объема катионита при замачивании характеризуется коэффициентом набухания, который достигает величины 1,4.

Катиониты являются пожаро - и взрывобезопасными продуктами, не оказывают токсического воздействия на организм.

Упаковывают катиониты массой по 20–25 кг в льно-джуто-кенафные мешки или в мешки из специальной ткани с вкладышами из полиэтиленовой пленки. При крупных поставках упаковка катионитов производится в мягкие специализированные контейнеры типа МКР.

Катиониты хранят в упакованном виде в чистых и сухих складских помещениях при температуре воздуха не ниже плюс 2 °С, на расстоянии не менее 1 м от отопительных приборов, в местах, не подвергающихся попаданию прямых солнечных лучей. Замороженные катиониты перед применением выдерживают в помещении при 10–20 °С в таре изготовителя в течение 2–4 суток.

Таблица 19 - Показатели качества катионита КУ-1

Наименование марки катионита	Страна-изготовитель	Сырье применяемое для изготовления	Диаметр зерна, мм	Насыпная плотность, т/м ³	Коэффициент набухания	Полная обменная способность г-экв/м ³
1	2	3	4	5	6	7
Катионит КУ-1	СССР	SO ₃ H, COOH	0,2-0,3	0,74	1,4	650

Расчет катионитовых фильтров

Объем катионита определяется по формуле

$$\text{---} \quad (67)$$

где α - коэффициент для учета воды на собственные нужды установки (1,2-1,35);

Q - полезный расход обезвреживаемых сточных вод, м³/сут;

n - число фильтроциклов в сутки (2÷4);

W - рабочая обменная способность катионита, г-экв/м³;

$$\text{---} \quad (68)$$

где β - коэффициент эффективности регенерации при удельном расходе H₂SO₄ ч/г-экв, поглощенных катионитов (0,9-0,91);

γ - коэффициент для учета снижения обменной способности катионита (0,8-0,9);

- полная обменная способность катионита КУ-1 равная 650 г-экв/м³;

q - удельный расход воды на отмывку одного кубического метра Н-катионита 4-6 м³ на 1 м³ катионита.

Определяем общую площадь катионитовых фильтров, принимая высоту загрузки равной 2500 мм (H_к):

— (69)

Рассчитаем скорость фильтрования воды через катионитовые фильтры. Она не должна превышать 10 м/ч согласно п.п. 6.299 СНиП 2.04.03-85:

— (70)

Площадь одного фильтра, определяется по формуле

— (71)

где d - диаметр катионитового фильтра, принимается равным 2,6 м ([2] приложение 4 таблица 2).

Количество фильтров, определяется по формуле

$$— \tag{72}$$

где F_n – площадь катионитовых фильтров, 9,9 м²;

f_n – площадь одного фильтра, 5,31 м².

Принимается 2 рабочих и 1 резервный катионитовых фильтров.

Суммарная площадь катионитовых фильтров, определяется по формуле

$$\tag{73}$$

где N – количество фильтров, 2 шт.;

f_n – площадь одного фильтра, 5,31 м².

Скорость фильтрации воды, величина которой при нормальном режиме не должна превышать 25 м/ч, а при форсированном - 30 м/ч.

Скорость фильтрации воды через катионитовые фильтры, определяется по формуле

_____ (74)

где $Q_{\text{сум}}$ – полезный расход обессоленной воды, 1519,05 м³/сут;

ΣF_{H} – суммарная площадь катионитовых фильтров, 10,62 м².

В качестве второй ступени ионообменной установки принимается анионитовые фильтры со слабоосновным анионитом АН-18.

Расчет анионитовых фильтров

Площадь анионитовых фильтров первой ступени, определяется по формуле

_____ (75)

где $Q_{\text{сум}}$ – полезный расход обессоленной воды, 1519,05 м³/сут;

n – число регенераций за сутки, 2;

T – продолжительность работы каждого фильтра между регенерациями, 7,55ч.;

V_{A} – расчетная скорость фильтрования, 18м/ч.

Расчетная скорость фильтрования:

_____ (76)

где W – рабочая обменная способность анионита, для АН-18 1000 г-экв/м³;

H_A – высота загрузки анионитового фильтра, 2-2,5м;

T – продолжительность работы каждого фильтра между регенерациями, 7,55ч.;

$[A]$ – содержание анионитов сильных кислот в сточной воде, $11,42 + 0,67 = 12,09$ г-экв/м³;

Продолжительность работы каждого фильтра между регенерациями, определяется по формуле

$$T = \frac{W \cdot H_A}{[A] \cdot n} \quad (77)$$

где t_1 – продолжительность взрыхления анионита, 0,25 ч;

t_2 – продолжительность пропуска через анионит регенерационного раствора щелочи, 1,2 ч;

t_3 – продолжительность промывки анионита после регенерации, 3ч;

n – число регенераций за сутки, 2-3.

—

Площадь одного фильтра, определяется по формуле

(78)

где d – диаметр анионитового фильтра, 2м ([2] приложение 4 таблица 2).

Количество фильтров, определяется по формуле

(79)

где F_A – площадь анионитовых фильтров, 5,58м²;

f_A – площадь одного фильтра, 3,14 м².

Принимается 2 рабочих и 1 резервный анионитовых фильтра.\

Суммарная площадь анионитовых фильтров определяется по формуле

(80)

где N – количество фильтров, 2шт.;

f_A – площадь одного фильтра, 3,14 м².

Фактическая скорость фильтрации, определяется по формуле

где $Q_{\text{сум}}$ – полезный расход обессоленной воды, 1519,05 м³/сут;

n – число регенераций за сутки, 2;

T – продолжительность работы каждого фильтра между регенерациями, 7,55ч.;

F_A – площадь анионитовых фильтров, 5,58м²;

Регенерацию катионитов представляем 8-10%-ным раствором кислоты, анионитов –5-7%-ным раствором щелочи. Для регенерации ионообменных фильтров устраивается кислотное хозяйство, которое включает в себя:

- цистерны для хранения реагента;
- бак-мерник концентрированной кислоты;
- бак для регенерационного раствора;
- вакуум-насосы;
- кислотные насосы.

Серная кислота поставляется в железнодорожных цистернах в виде 100%-ного раствора, затем концентрированная серная кислота перекачивается в стационарные цистерны (цистерны-хранилища) с месячным запасом хранения реагента. Характеристики реагентов для регенерации ионитов представлены в таблице 17.

Расчет регенерационного хозяйства

Емкость цистерны для хранения запаса серной кислоты, определяется по формуле

(82)

где α_1 – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды установки, 1,143;

$Q_{\text{сум}}$ – производительность, 1519,05 м³/сут;

ΣK – сумма катионов, 12,09 г-экв/м³;

a – удельный расход реагента 100% концентрации, 120 г/г-экв для H₂SO₄;

m – число суток, на которое рассчитан запас реагентов, 20-40сут;

b – концентрация реагента, 62 %;

γ – удельный вес концентрированного реагента, 1,55 т/м³

Принимаем 3 рабочих и 1 резервную цистерны. По каталогу выбираем цистерну химическую из нержавеющей и низколегированной стали 964876 со следующими характеристиками:

- объём – 18 м³;
- грузоподъёмность – 25 т;
- нагрузка на ССУ – 9000 кг;
- нагрузка по оси – 22500 кг.

По аналогии определяем количество цистерн для щёлочи.

Ёмкость цистерны для хранения запаса NaOH, определяется по формуле

(83)

где α_1 – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные установки, 1,143;

$Q_{\text{сум}}$ – производительность, 1519,05 м³/сут;

ΣA – сумма анионитов, 12,09 г-экв/м³;

a – удельный расход реагента 100% концентрации, 60 г/г-экв для NaOH;

m – число суток, на которое рассчитан запас реагентов, 20-40 сут;

b – концентрация реагента, 42 %;

y – удельный вес концентрированного реагента, 1,45 т/м³.

Принимаем 2 рабочих 1 резервную цистерны.

По каталогу выбираем цистерну химическую из нержавеющей и низколегированной стали 96487К со следующими характеристиками:

- объём – 22 м³;
- грузоподъёмность – 30,8 т;
- нагрузка на ССУ – 11100 кг;
- нагрузка по оси – 26700 кг.

Емкость мерника для H₂SO₄, определяется по формуле

(84)

где α_1 – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды установки, 1,143;

$Q_{\text{час}}$ – производительность, 63,3 м³/ч;

a – удельный расход реагента 100% концентрации, 120 г/г-экв для H₂SO₄;

ΣK – сумма катионитов, 12,09 г-экв/м³;

n – число рабочих ионитовых фильтров, 2;

- концентрация реагента, 62 %;
 - удельный вес концентрированного реагента, 1,55 т/м³;
 - продолжительность работы катионитового фильтра, 10,5 ч:
- p – число регенераций, на которое принимают запас реагента в мернике,
1-3.

Подбираем баки-мерники по каталогу.

Принимаем 2 бака-мерника объемом 0,5 м³: $D_{нар}=810$ мм, $H_{стр.}=1345$ мм, вес - 313 кг, и 1 бак объемом 0,15 м³: $D_{нар}=500$ мм, $H_{стр.}=1060$ мм, вес - 132 кг

Емкость бака-вытеснителя для NaOH, определяется по формуле

(85)

где α_1 – коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды установки, 1,143;

$Q_{час}$ – производительность, 64,2 м³/ч;

ΣK – сумма катионитов, 12,09 г-экв/м³;

a – удельный расход реагента 100% концентрации, 60 г-экв для NaOH;

n – число рабочих ионитовых фильтров, 2;

b – концентрация реагента, 42%;

γ – удельный вес концентрированного реагента, 1.45 т/м³;

t – продолжительность работы ионитового фильтра, 10,5 ч:

- p – число регенераций, на которое принимают запас реагента в мернике,
1-3.

Принимаем бак-вытеснитель 2 шт. объемом 0,5 м³: D_{нар}=850 мм, H_{стр.}=1764 мм, вес- 470 кг.

Емкость бака с водой для взрыхления катионита, определяется по формуле

$$\text{-----} \tag{86}$$

где $\omega_{\text{взр}}$ – интенсивность взрыхления, 3-5 л/с·м²;

F_Н – площадь катионитовых фильтров, 10,62 м²;

t_в – продолжительность взрыхления, 15-20 мин.

Емкость бака с водой для взрыхления анионита, определяется по формуле

$$\text{-----} \tag{87}$$

где $\omega_{\text{взр}}$ – интенсивность взрыхления, 3-5 л/с·м²;

F_А – площадь анионитовых фильтров, 6,28 м²;

t_в – продолжительность взрыхления, 15-20 мин.

При перекачке растворов щелочей и кислоты устраивают два кислотостойких насоса(один рабочий и один резервный).

Подача кислоты и щёлочи из цистерны-хранилища в бак-мерник происходит за счёт вакуума, создаваемого насосом. Затем с помощью эжектора (чаще насоса) кислота или щёлочь поступает в бак регенерационного раствора. Для перекачки регенерационного раствора принимаем насосы. Условия подбора насоса: напор до 20 м, химически устойчивы.

При разбавлении щелочи до требуемой концентрации непосредственно в трубопроводе подача насоса определяется по следующей формуле

$$\text{-----} \quad (88)$$

где $V_{щ}$ – концентрация насыщенного раствора щелочи 26-56 %;

$V_{щ}$ – скорость движения раствора щелочи через анионитовую загрузку, 3- 5 м/ч;

$K_{щ}$ – концентрация регенерационного раствора щелочи, 5-7 %;

F_A – общая площадь анионитовых фильтров, м².

При разбавлении кислоты до требуемой концентрации непосредственно в трубопроводе подача насоса определяется по следующей формуле

$$\text{-----} \quad (89)$$

где V_K – концентрация насыщенного раствора щелочи 95 %;

V_K – скорость движения раствора щелочи через анионитовую загрузку, 3- 5 м/ч;

K_K – концентрация регенерационного раствора щелочи, 8-10 %;

F_K – общая площадь катионитовых фильтров, m^2 .

В таблице 20 приведены технические показатели ионитовых фильтров.

Таблица 20 – Технические показатели ионитовых фильтров

Технические показатели	Ионитовые фильтры	
	Катионитовые	Анионитовые
Производительность, $m^3/сут$	1519,05	1519,05
Материал загрузки	КУ-1	АН-18
Число рабочих фильтров	2 рабочих 1 резервный	2 рабочих 1 резервный
Скорость фильтрования СВ, м/ч	6,0	16,25
Продолжительность работы каждого фильтра между регенерациями	7,55	7,55
Рабочая обменная способность, г-экв/ m^3	650	1000
Число регенераций в сутки	2	2
Регенерационный раствор и его концентрация	10% раствор H_2SO_4	7% раствор NaOH
Ёмкость цистерн, m^3	18 (3шт)	22 (2шт)
Модификация	964876	96487K
Ёмкость бака-мерника для кислоты, m^3	0,5(2 шт.), 0,15(1шт.)	-
Ёмкость бака-вытеснителя для щелочи, m^3	-	0,5(2 шт.)
Объём воды для взрыхления ионитов, m^3	95,6	56,5

1.3.3.5 Обеззараживание производственных сточных вод

Наиболее распространенным способом обеззараживания воды в настоящее время является хлорирование. Однако, этот способ не свободен от ряда недостатков. Токсичность хлора требует особых мер предосторожности при его хранении, транспортировании, дозировании. Необходим постоянный контроль за дозой хлора.

Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением. Расчетный бактерицидный поток рассчитывается по формуле

$$F_0 = \frac{Q_0 \cdot \alpha \cdot k \cdot \lg \cdot (P_0 \div P)}{1563,4 \cdot \eta \cdot \eta_0} \quad (90)$$

где $Q_{\text{час}}$ - расчетный расход обеззараживаемой воды в м³/ч;

α - коэффициент поглощения облучаемой воды см⁻¹, для обработанной воды из поверхностных источников водоснабжения 0,3 см⁻¹.

k - коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, принимаемый равным 2500 ;

P_0 - количество бактерий в 1 л воды, максимальное расчетное загрязнение исходной воды принимаемое равны коли - индексу $P_0=1000$;

P - количество бактерий после облучения;

η - коэффициент использования бактерицидного потока , для установок с погруженным источником погружения 0,9;

η_0 - коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических свойств и конструктивного типа установки, равным 0,9.

Вт

Расход электроэнергии на обеззараживание воды вычисляется по формуле

$$S = \frac{N_n}{Q_{\text{час}}} \text{Вт} \cdot \text{ч/м}^3$$

(91)

где N – мощность, потребляемая одной установкой;

— Вт ч/м³

Потребляемое количество установок составит:

$$n = F_6 \div N_n \quad (92)$$

—

На основании расчетов выбираем установку УДВ-3А500НО-10-150-Н.

Таблица 21 – Технические характеристики бактерицидной установки

Марка УДВ-3А500НО-10-150-Н.	Q, м ³ /ч	Количество ламп, шт	Потребляемая мощность, кВт	Габариты LxVxH, м
Камера обеззараживания	135	3	1,65	1499x352x413
Пульт управления				635x252x760
Блок промывки				465x211x280

2 Эколого-экономический расчет

2.1 Размер вреда от сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод

Исчисление размера вреда, причиненного водным объектам, осуществляется при выявлении нарушения водного законодательства, наступление которых устанавливается по результатам государственного контроля и надзора в области использования и охраны водных объектов на основании натуральных обследований, инструментальных определений, измерений и лабораторных анализов.

Исчисление размера вреда основывается на компенсационном принципе оценки и возмещения размеров вреда по величине затрат, необходимых для установления факта причинения вреда и устранения его причин и последствий. В том числе затрат, связанных с разработкой проектно-сметной документации, и затрат, связанных с ликвидацией допущенного нарушения и восстановлением состояния водного объекта до показателей, наблюдаемых до выявленного нарушения, а также для устранения последствий нарушения.

Рассчитываем размер вреда для существующей схемы очистки Талнахской обогатительной фабрики

, тыс.руб.

где K_1 – коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов);

K_2 – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года;

K_3 – коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития;

– таксы для исчисления размера вреда от сброса i -го загрязняющего вещества в водные объекты ,тыс. руб./т;

– масса сброшенного i -го загрязняющего вещества определяется по каждому загрязняющему веществу, т;

– коэффициент, учитывающий интенсивность негативного воздействия загрязняющих веществ на водный объект.

Масса сброшенных загрязняющих веществ

, т

где – расход сточных вод с превышением содержания i -го загрязняющего вещества $\text{м}^3/\text{ч}$;

– средняя фактическая за период сброса концентрация i -го загрязняющего вещества в сточных водах, определяемая по результатам анализов аккредитованной лаборатории как средняя арифметическая из общего количества результатов анализов (не менее 3-х) за период времени T , мг/л;

– допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в пределах норматива допустимого сброса (НДС) или лимита сброса при его наличии на период проведения мероприятий по снижению сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, мг/л;

– продолжительность сброса сточных вод с повышенным содержанием загрязняющих веществ, с момента обнаружения сброса и до его прекращения, ч;

Таблица 22 – Расчёт размера вреда от сброса сточных вод

Наименование загрязняющего вещества (класс опасности)	ПДК, мг/л	Такса Н, тыс. руб./т	Масса сброшенно го загрязняю щего вещества М,т	Коэффици ент $K_{из}$	Размер вреда от сброса загрязняющего вещества У, тыс. руб.
БПК _{полн}	3	170	0,00005617	1	0,035999353
Фосфаты(4)	0,15	510	0,000005106	1	0,0098173062
Железо общее(4)	0,1	280	0,000112341	1	0,1185871596
Сульфаты(4)	100	5	0,051727832	1	0,9750696332
Хлориды(4)	300	5	0,186230408	1	3,5104431908
Цинк(3)	0,01	670	0,000035234	1	0,0889975606
Медь(3)	0,001	12100	0,000005106	2	0,465840804
Марганец	0,01	4350	0,000011234	2	0,368463966
Минерализация воды	1000	10	0,206196432	1	7,7736054864
Итоговая сумма(за 72х часовой сброс), тыс.руб					13,35

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы, была предложена и рассчитана отдельная схема водоотведения горно-обогатительной фабрики с компоновкой локальных очистных сооружений с максимально возможным заданным эффектом очистки сточных вод технического и хозяйственно-бытового назначения.

Предлагаемая технология позволяет реализовать программу экологической безопасности и ресурсосбережения «нулевым сбросом».

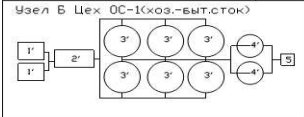
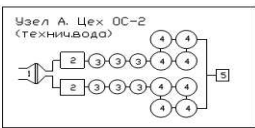
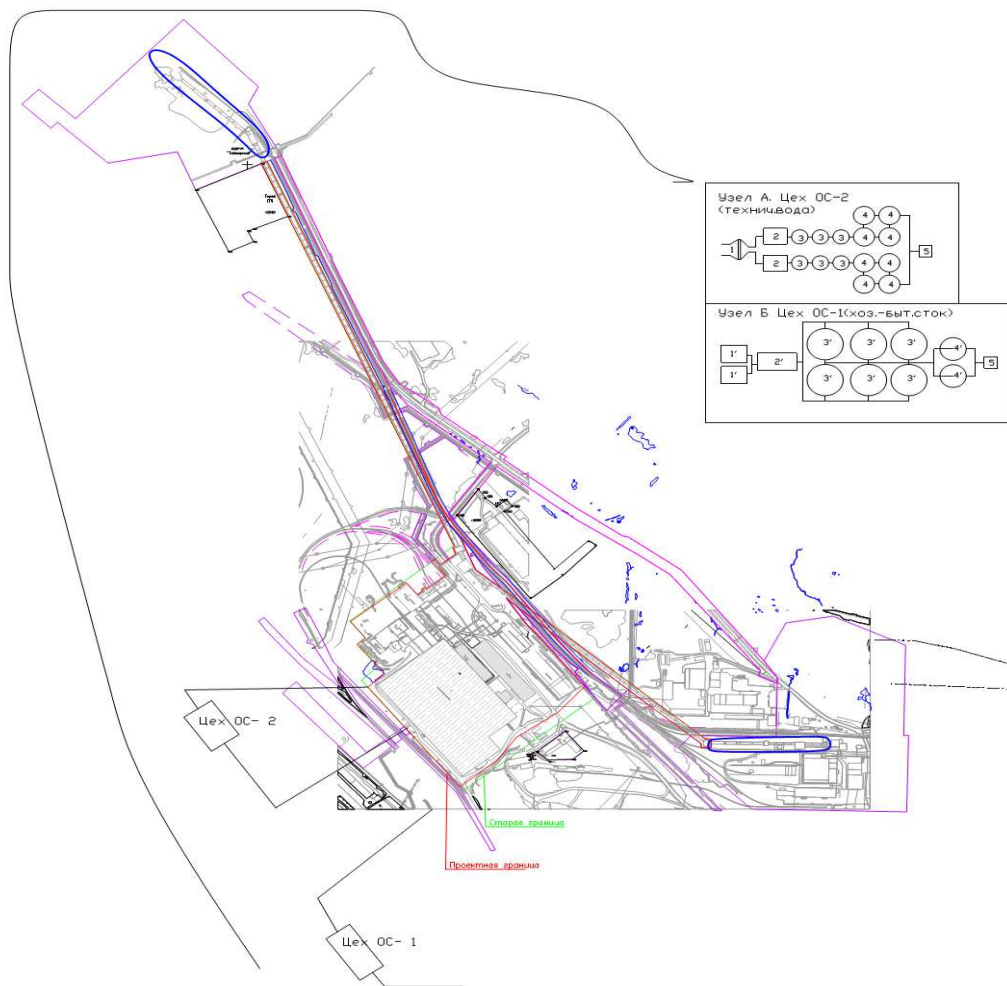
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (Изменением N1).
2. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения. Справочник/Б.Н. Репин – М.: Высш. Шк., 1995 – 430 с.
3. Дубровская О.Г., Евстигнеев В.В., Кулагин В.А. Кондиционирование сточных вод энергетических систем и комплексов.// Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 6 (2011 – 4). P 665-675.
4. Гудков А.Г. Механическая очистка сточных вод. Учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2003 – 156с.
5. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. М., Стройиздат, 1971. 304 с.
6. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России 2010г.
7. ГН 2.1.5.1315–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М.: Минздрав России , 2003.
8. Гудков А.Г. Биологическая очистка сточных вод. Учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2002 – 127 с.
9. Эколого-экономические проблемы систем водоснабжения и водоотведения. Эколого-экономическая оценка на водные объекты: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост.: Л.В. Приймак, О.Г. Дубровская, И. В. Андруняк. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015 – 38с.
10. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Взамен СанПиН 2.1.4.559-96 : введ. 26.09.2001. – Москва: Минздрав России, 2001 – 54 с.
11. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации : справочник монтажника / А.А. Александров [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1988 – 576 с.

12. Брежнев, В.И. Охрана труда при эксплуатации систем водоснабжения и канализации / В.И. Брежнев, В.М. Трескунов. – Москва : Стройиздат, 1976 – 25с.
13. 13.СНиП 2.07.01-89 Пособие по водоснабжению и канализации городских и сельских поселений. Введ. 06.09.1992. – Москва: Стройиздат, 1992. – 144 с.
14. ГСН 81-05-02-2001 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. Введ. 19.06.2001. – Москва : Стройиздат, 1991 – 68 с.
15. Экономические расчеты в курсовых и дипломных проектах : учеб. пособие для строит. вузов / под ред. Ю.П. Панибратова. – Москва : Высшая школа, 1984 – 175 с.
16. 16.Техника, технология и организация траншейной прокладки трубопроводов: методические указания к курсовому проекту для студентов 4 курса специальности 270112 «Водоснабжение и водоотведение». – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т; Ин-т архитектуры и стр-ва, 2007. – 37 с.
17. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1 Механизированные и ручные земляные работы/Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1986 – 224 с.
18. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. Справочник монтажника/А.А. Александров и др. – М.: Стройиздат, 1988 – 576 с.
19. Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации газоснабжения /Под ред. С.М. Шифрина. – Л.: Стройиздат, 1976 – 385 с.
20. Укрупненные показатели стоимости строительства (УПСС). Здания и сооружения внеплощадочных систем водоснабжения и канализации промышленных предприятий / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1980 – 144 с.
21. Укрупненные показатели стоимости строительства (УПСС). Здания и сооружения внеплощадочных систем водоснабжения и канализации

промышленных предприятий / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1995. – 144 с.

Генеральный план площадки горно-обогатительной фабрики М 1:5000



Условные обозначения

- 1-механическая решетка
- 2-нефтеловушка
- 3-сорбционные напорные фильтры
- 4-ионообменная установка воды
- 5-блок обеззараживания

- 1'-накопительный резервуар
- 2'-первичный отстойник
- 3'-высоконагружаемые биофильтры
- 4'-вторичные вертикальные отстойники
- 5-блок обеззараживания

Цех ОС- 2

Цех ОС- 1

Старая граница

Проектная граница

Согласовано

Имя, Фамилия, Подпись, И.И.И., Дата, №

ВКР – 08.03.01.06 – 2019					
Сибирский федеральный университет Инженерно-Строительный-Институт					
Имя, Фамилия, Дата	№ док.	Подп.	Дата	Страница	Листов
Разработчик	Легко С.М.			1	5
Проверенный	Габриелью В.В.				
Конструктор	Габриелью В.В.				
Исполнитель	Габриелью В.В.				
Имя, Фамилия, Подпись, И.И.И., Дата	Генеральный план площадки			Кафедра ИСЗиС	

ВЫСОКОНАГРУЖАЕМЫЙ БИОФИЛЬТР М 1:1000

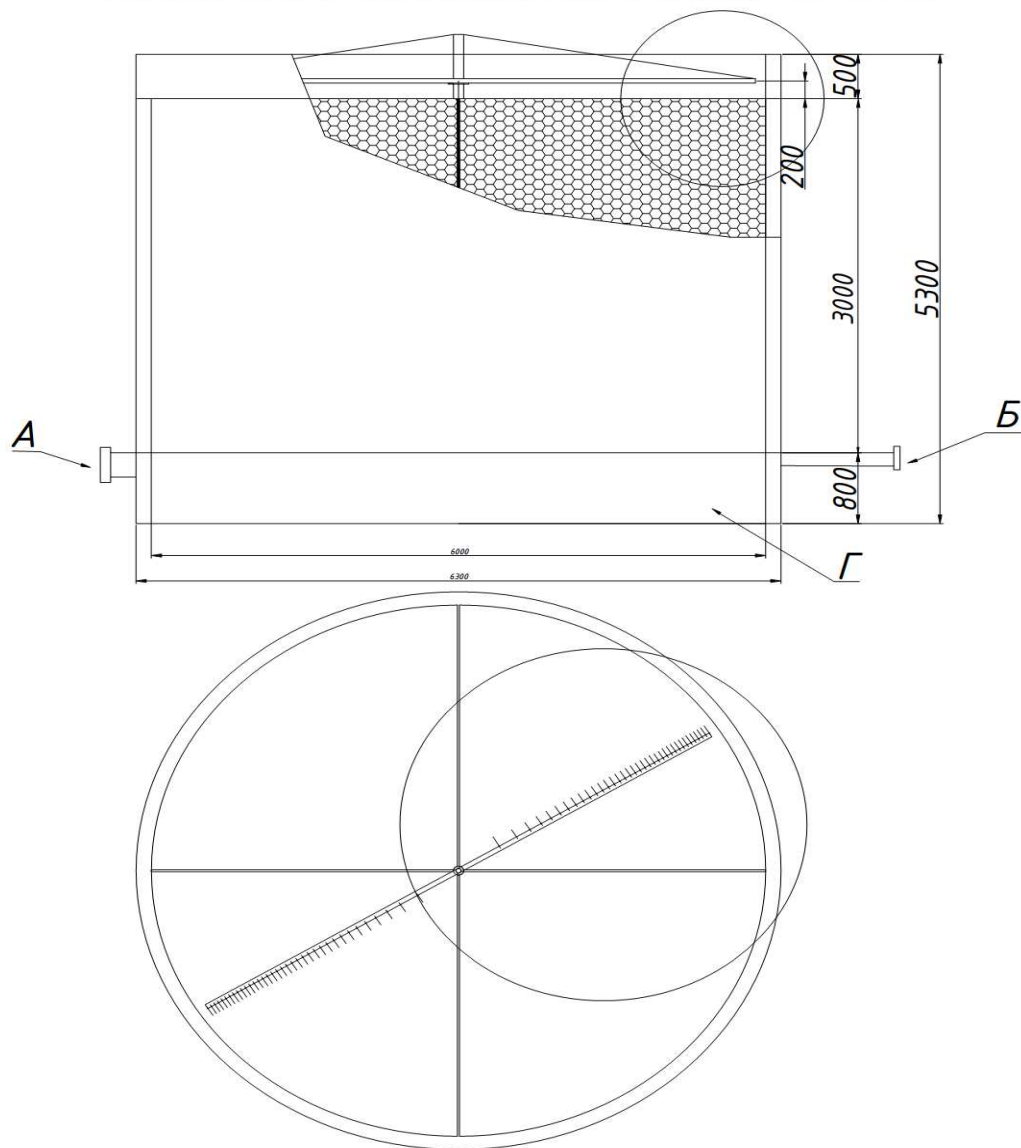


Схема загрузки биофильтра

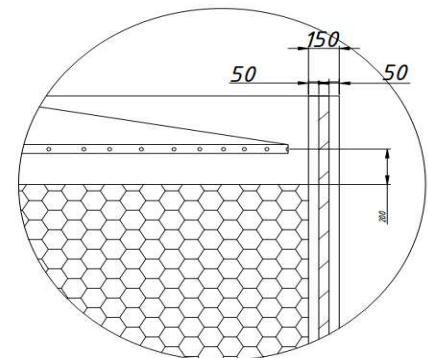
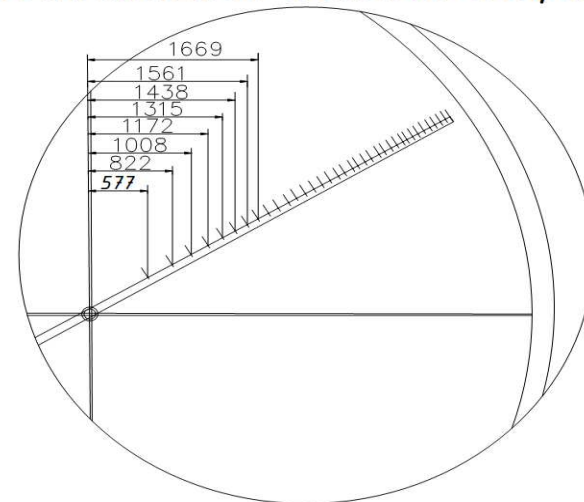


Схема распределительной системы биофильтра



Экспликация

Обозначения	Назначение	Диу	Тип присоединения
A	Вход воды	100	Фланец ПВХ (d100)
Б	Выход очищенной воды	150	Фланец ПВХ (d100)
В	Отбор проб исходной воды	15	Труба ПВХ
Г	Дренаж	15	Труба ПВХ

Загрузка высоконагружаемого фильтра:

Керамзит с распределенным биоценозом

Шунгит

Распределительная система биофильтра: d=50мм

Изм.	Исполн.	Дата	Изм.	Дата

ВКР-08.03.01.06-2019
 Сибирский федеральный университет
 Инженерно-Строительный Институт

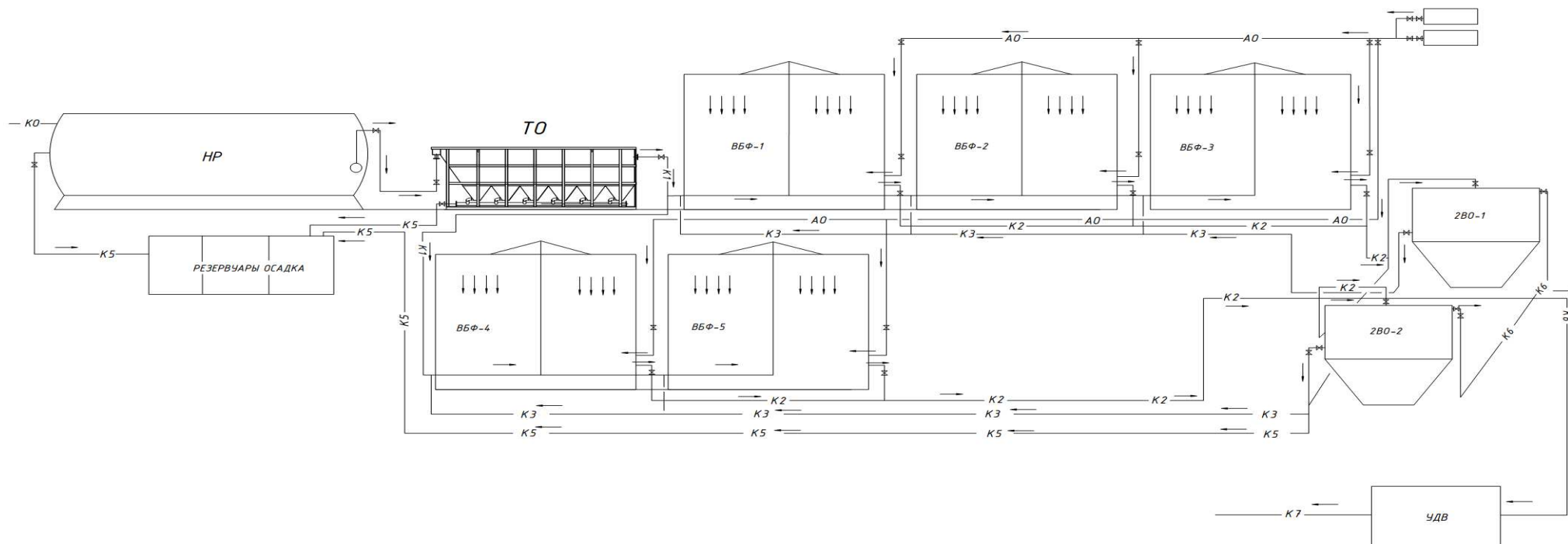
Разработана распределительная система водоотведения для впитывающего слоя высоконагружаемого биофильтра

Высоконагружаемый биофильтр

2	5
---	---

Кол. листов: 5
 Выполнил: []
 Проверил: []
 Дата: []

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД



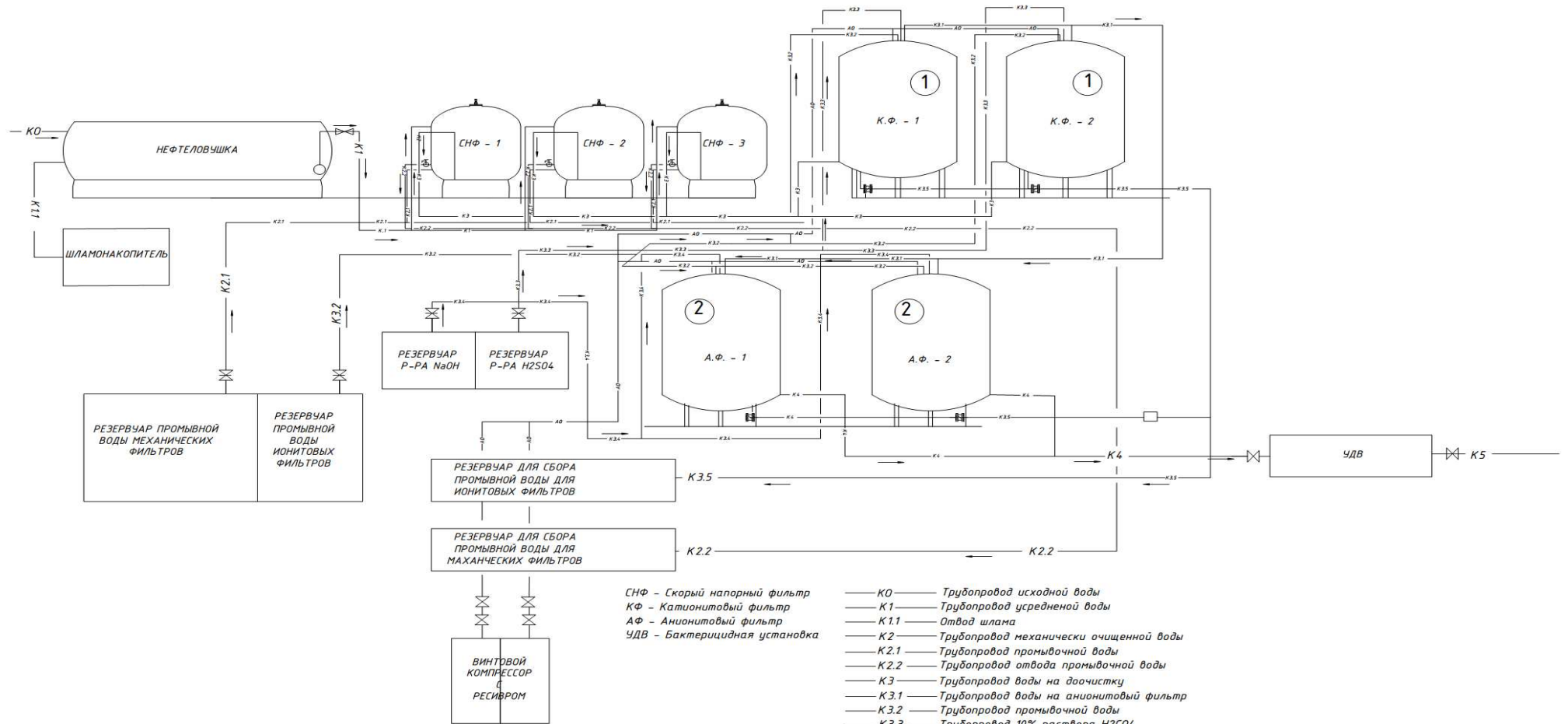
HP – Накопительный резервуар
 ТО – Тонкослойный отстойник
 ВБФ – Высоконагружаемый фильтр
 2ВВ0 – Вторичный вертикальный отстойник
 УДВ – Бактерицидная установка

— K0 — Трубопровод исходной воды
 — K1 — Трубопровод воды на механическую очистку
 — K2 — Трубопровод воды на биологическую очистку
 — K3 — Трубопровод рециркуляции осадка
 — K4 — Трубопровод промывочной воды
 — K5 — Трубопровод отвода воды
 — K6 — Трубопровод воды на обеззараживание
 — K7 — Трубопровод очищенной воды
 — A0 — Воздухопровод

Исполнено	Проверено	Согласовано

ВКР-08.03.01.06-2019			
Сибирский федеральный университет			
Инженерно-Строительный Институт			
Исполнитель	Григорьев В.И.	Разработка раздельной схемы водоотведения для дворового сектора	Лист
Проверенный	Григорьев В.И.	технико-экономической оценки	3
Утвержденный	Григорьев В.И.	Технологическая схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод	5
Исполнитель	Мельникова Л.И.		Кафедра ИСЭиС

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СТОЧНЫХ ВОД



СНФ - Скорый напорный фильтр
 КФ - Катионитовый фильтр
 АФ - Анионитовый фильтр
 УДВ - Бактерицидная установка

— КО — Трубопровод исходной воды
 — К1 — Трубопровод усредненной воды
 — К1.1 — Отвод шлама
 — К2 — Трубопровод механически очищенной воды
 — К2.1 — Трубопровод промывочной воды
 — К2.2 — Трубопровод отвода промывочной воды
 — К3 — Трубопровод воды на доочистку
 — К3.1 — Трубопровод воды на анионитовый фильтр
 — К3.2 — Трубопровод промывочной воды
 — К3.3 — Трубопровод 10% раствора H2CO4
 — К3.4 — Трубопровод 7% раствора NaOH
 — К3.5 — Трубопровод сбора промывочной воды
 — К4 — Трубопровод воды на обеззараживание
 — А0 — Подача воздуха на взрыхление загрузки
 — К5 — Трубопровод очищенной воды

Составитель	
Проверил	
Инженер	
Старший инженер	
Инженер-проектировщик	

				ВКР-08.03.01.06-2019		
				Сибирский федеральный университет		
				Инженерно-Строительный-Институт		
Разработчик	Габрилова Ю.В.	Проверил	Габрилова Ю.В.	Разработка технологической схемы водовведения для водозабора поселка жилищно-коммунального хозяйства	Листы	4
Корректор	Габрилова Ю.В.	Инженер	Габрилова Ю.В.	Технологическая схема очистки технических сточных вод	Лист	5
Нач. к-та	Габрилова Ю.В.	Инженер	Габрилова Ю.В.			
Нач. к-та	Матвеева Л.И.	Инженер	Матвеева Л.И.			

СОРБЦИОННЫЙ НАПОРНЫЙ ФИЛЬТР М 1:1000

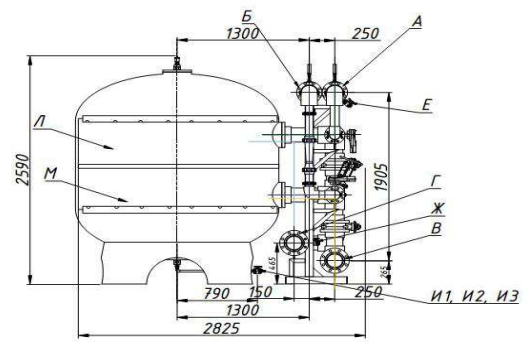
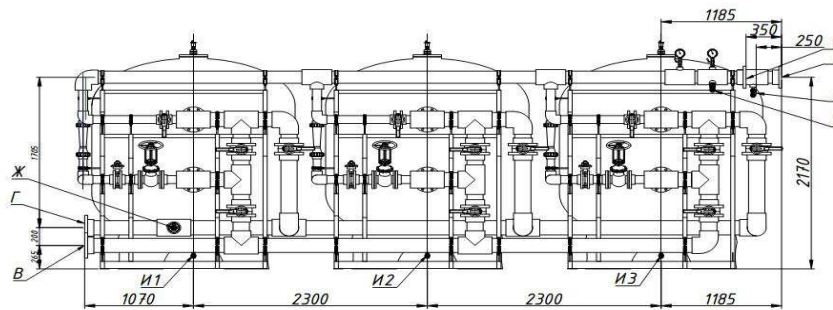
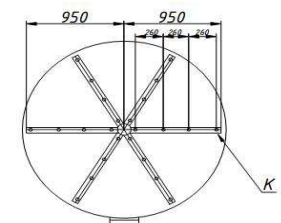
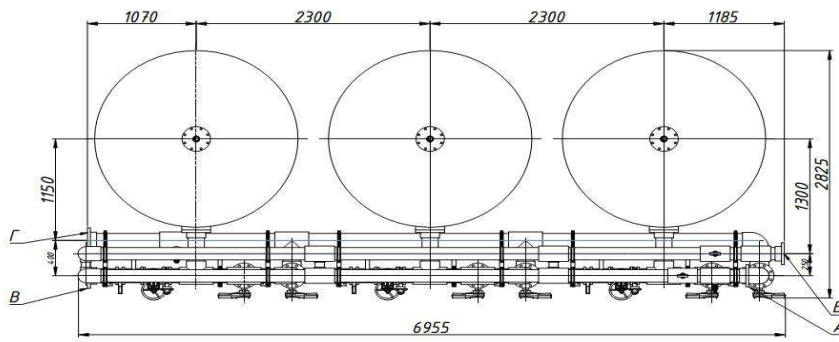


Схема распределительной системы фильтра



Экспликация

Обозначение	Назначение	Ди	Тип присоединения
А	Вход воды	125	Фланец ПВХ (d140)
Б	Выход очищенной воды	125	Фланец ПВХ (d140)
В	Вход проточной воды	125	Фланец ПВХ
Г	Выход проточной вод и пробная вытравка	125	Фланец ПВХ
Д	Отвар проб очищенной воды	15	Труба ПВХ
Е	Отвар проб исходной воды	15	Труба ПВХ
Ж	Отвар проб проточной воды	15	Труба ПВХ
И1, И2, И3	Дренаж	15	Труба ПВХ
К	Распределительная система	50	

ВКР-08.03.01.06-2019
 Сибирский федеральный университет
 Инженерно-Строительный-Институт

Исполнитель	Проверен	Утвержден	Дата	Место	Подпись	Лист	Листов
Разработчик	Григорьев В.И.					5	5
Проверен	Гаврилова В.В.						
Утвержден	Гаврилова В.В.						
Исполнитель	Матвеева А.И.						

Разработана распределительная система водовыведения для водовывода посевки сорбционно-напорного фильтра
 Чертёж сорбционного напорного фильтра
 Кафедра ИСЭиС


Исполнитель	Проверен	Утвержден	Дата	Место	Подпись

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

Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 А.И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

« 5 » 07 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01. Строительство
по направлению

«Разработка отдельной схемы водоотведения для вахтового поселка горно-
обогащительной фабрики»

тема

Руководитель

 05.07.

к.т.н., доцент

подпись, дата должность, ученая степень

Ю.В. Гаврилова

инициалы, фамилия

Выпускник

 05.07.

подпись, дата

Б. М. Тулуш

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 05.07.

подпись, дата

Ю.В. Гаврилова

инициалы, фамилия

Красноярск 2019