Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Инженерно-строительный

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
ИСЗиС
_____ Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
« 19 » 06 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Реконструкция инженерных сетей спортивно-оздоровительного лагеря

Пояснительная записка

Руководитель 19.06.17 доцент, к.т.н. Л.В. Приймак
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник 19.06.17 А.Е. Павлов
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2017

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

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
институт

Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
_____ Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
« _____» _____ 2017 г.

БАКАЛАВСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

Реконструкция инженерных сетей спортивно-оздоровительного лагеря

Руководитель _____ _____ Л.В. Приймак
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ А.Е. Павлов
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Реконструкция инженерных сетей спортивно-оздоровительного лагеря» содержит 61 страниц текстового документа, 26 использованных источников, 4 листов графического материала.

ДЕТСКИЙ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЙ ЛАГЕРЬ, СИСТЕМА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ВОДОЗАБОРНОЕ СООРУЖЕНИЕ (СКВАЖИНА), НАРУЖНЫЕ СЕТИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И КАНАЛИЗАЦИИ, ОЧИСТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, РАСЧЁТНЫЕ РАСХОДЫ СТОЧНЫХ ВОД, ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ, ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДА.

Объект реконструкции – спортивно-оздоровительный лагерь (масштаб 1:500).

Цели реконструкции спортивно-оздоровительного лагеря – обеспечение комфортных условий проживания детей во время организации тренировочных сборов, иных спортивных мероприятий и отдыха в период каникул

Выпускная квалификационная работа состоит из двух разделов.

В первом разделе «Инженерные сети спортивно-оздоровительного лагеря»:

– определено расчетное водопотребление и водоотведение;

– выполнена трассировка водопроводных и водоотводящих сетей для каждого объекта водопотребления;

– приведены расчёты технологических параметров схем водоподготовки и очистки сточных вод;

– рассчитана системы бассейна (определение величины циркуляционного расхода, параметры напорного фильтра, выбор насосного оборудования, расчет теплообменника).

Во втором разделе «Бестраншейная прокладка трубопровода»:

– разработаны схемы и выполнен расчёт бестраншейной прокладки водопроводной сети методом горизонтально направленного бурения;

– определены объемы земляных работ, выполняемых механизированным и ручным способами;

– на основании исходных и рассчитанных параметров сделан предварительный выбор комплекта необходимых машин, механизмов и оборудования;

– составлен календарный план производства работ.

Все расчёты, представленные в выпускной квалификационной работе, выполнены с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ …… 5
1 Расчёт инженерных сетей спортивно-оздоровительного лагеря …… 5
1.1 Общие сведения о состоянии инженерных систем …… 5
1.2 Расчет водозабора из подземного источника …… 8
1.2.1 Определение категории водозабора …… 8
1.2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения …… 8
1.2.3 Расчёт конструкции скважины …… 8
1.2.4 Гидрогеологический расчет скважины …… 10
1.2.5 Определение уровней воды в скважине …… 11
1.2.6 Подбор основного и вспомогательного оборудования …… 13
1.2.7 Строение павильона и устья скважины …… 16
1.3 Система водоподготовки …… 16
1.4 Спортивный плавательный бассейн …… 20
1.4.1 Система водоснабжения бассейна …… 20
1.4.2 Расчет системы бассейна …… 21
1.4.3 Расчет напорного фильтра …… 21
1.4.4 Расход воды, восполняющий потери …… 24
1.4.5 Переливная емкость …… 25
1.4.6 Подбор насосов …… 26
1.4.7 Расчет теплообменника …… 26
1.4.8 Система «наполнение – опорожнение» …… 27
1.5 Система водоотведения …… 29
1.5.1 Расчетные расходы хозяйственно-бытовых сточных вод …… 29
1.5.2 Расчёт расходов ливневых сточных вод …… 32
1.5.3 Аккумулирующая емкость …… 35
1.5 4 Жироприемная камера …… 35
1.5 5 Вертикальный отстойник …… 37
1.5.6 Напорный фильтр …… 39
1.5.7 Насосная установка для подачи сточных вод от фильтра на блок доочистки …… 43
1.5.8 Блок биологической очистки …… 44
1.5.9 Бактерицидная установка …… 45
1.5.10 Расчет шламонакопителя …… 46
1.5.11 Вакуум-фильтр …… 46
1.5.12 Иловые площадки …… 47
2 Бестраншейная прокладка трубопровода …… 49
2.1 Технология прокладки …… 49
2.2 Расширение скважины …… 50
2.3 Протягивание трубопровода …… 50
2.4 Методы монтажа ГНБ …… 50
2.5 Производство работ по бестраншейной прокладке с применением технологии ГНБ …… 51

2.6 Расчет бестраншейной прокладки методом ГНБ …….…….. 52
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ ……. 54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ …… 55
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ …….. 56

ВВЕДЕНИЕ

Детский лагерь находится в Красноярском крае. Лагерь работает в 3 смены по 21 дню. В нём отдыхают дети возрастом 6-15 лет, общим числом до 600 человек.

В лагере открыты кружки и секции, ежедневно проводятся развлекательные мероприятия и спортивные соревнования.

Для организации досуга детей в лагере есть открытый бассейн, спортзал, спортплощадки для подвижных спортивных игр и тенниса. В отдельном корпусе обустроена библиотека, актовый зал, оборудованный аудио- и видеотехникой. На берегу реки оборудован пляж.

Реконструкция инженерных сетей спортивно-оздоровительного лагеря – это комплексна задача, цели которой – обеспечение комфортных условий проживания детей во время организации тренировочных сборов, иных спортивных мероприятий и отдыха в период каникул.

Обслуживание проживающих в лагере должно осуществляться в соответствии с современными требованиями, а также с соблюдением гигиенических нормативов, предъявляемыми СЭС.

Заданием на выполнение выпускной квалификационной работы приняты наиболее частые случае, наблюдаемые при техническом осмотре инженерных систем подобных объектов, введённых в эксплуатацию около 40-50 лет назад:

1) разрушение соединительных элементов водозаборного сооружения и износ зумпфа (эксплуатационной части подземного водозабора) более чем на 95 %;
2) нарушения в эксплуатации сооружений водоподготовки и очистки сточных вод, низкая эффективность существующих сооружений или их полное отсутствие;
3) износ инженерных сетей.

1 Расчёт инженерных сетей спортивно-оздоровительного лагеря

1.1 Общие сведения о состоянии инженерных систем лагеря

При анализе системы водоснабжения выявлен химический и микробиологический состав воды подземного источника водоснабжения и на основе этих данных доказано разрушение соединительных элементов водозаборного сооружения и износ зумпфа (эксплуатационной части подземного водозабора) более чем на 95 %.

При подборе технологической схемы водоподготовки необходимо учитывать биозагрязнение, вследствие чего образуются различного рода отложения и обрастания. Помимо этого, ряд случаев отказа оборудования также обуславливается наличием биопленки, и веществ, выделяемых в процессе метаболизма обрастателей.

Микроорганизмы, прикрепившиеся к стенкам трубопроводов, образовывают достаточно толстый слой, обладающий высокой прочностью на разрыв, в последствии увеличивается площадь твердой поверхности, создаваемой самими обрастателями. Это приводит к тому, что последующие клетки могут оседать и прикрепляться к поселившимся ранее. Таким образом, на поверхности появляются обрастатели второго, третьего и более высоких порядков.

В результате прогрессирующей колонизации поверхности на ней формируются сообщества со сложной многоярусной структурой.

Качественный и количественный анализ биообрастаний представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Качественный и количественный анализ биообрастаний

Классификационная принадлежность	Количество в 100 мл	Вред, наносимый инженерным сооружениям
Anabaena	206667	Образуют плотную биопленку, вызывая уменьшение диаметров трубопроводов, провоцируют повышение давления и порывы. Продукты жизнедеятельности вызывают коррозийные изменения инженерных сетей и оборудования
Aphanizomenon	154000	
Microcystis	156500	
Melozira granulate	2 колонии взрослых микроорганизмов состоит из 180000 клеток	
Stephanodiscus hantzschii	30667	
Stephanodiscus astraea	30000	
Oscillatoria putrida	2 колонии взрослых микроорганизмов состоит из 180000 клеток	Водоросли этого рода образуют налеты на трубопроводах, оборудовании и сооружениях, создавая эффект «мокрой стены»
Arthrospira major	200000	

Для предложения реконструкции действующей схемы был проведён анализ исследуемого стока и расчет превышения ПДК (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Исходные данные состава сточных вод, поступающих с оздоровительного лагеря и превышения ПДК

Наименование	Фактический сброс, мг/л	ПДК, мг/л	Превышение, раз
pH	6,2	6,5-8,5	норма
Взвешенные вещества	204	204,25	норма
ХПК	3919	15	261,3
$БПК_{полн}$	2015	3	671,7
Аммоний-ион (NH_4)	32,2	1,5	21,5
Фосфат-ион (PO_4)	25,6	3,5	7,3
Фосфат-ион (P) (расч.)	7,27	1,14	6,4
АПАВ	1,47	0,5	2,9
НПАВ	2,5	0,1	25
Жиры	0,29	0,1	29

Биообрастания сокращают исходное сечение трубопроводов, которые в свою очередь теряют пропускную способность на 20-60% в течение 10-15 лет, а некоторых случаях даже в течение первых 4-6 лет эксплуатации, изменяют гидравлический режим работы водопроводов внутренней сети, деятельностью микроорганизмов обусловлено от 50 до 80% коррозионных повреждений трубопроводов и внутренних поверхностей очистного оборудования, резервуаров чистой воды.

Рекомендации по компоновке схемы очистки стока.

Эффективность работы таких систем в значительной степени зависит от рационально скомпонованной технологической схемы очистки стока.

Оборотная схема: аккумулирующая емкость → вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой → блок биологической доочистки → напорный фильтр → блок доочистки → бактерицидная установка «Лазурь-М-5К» → водопроводная сеть.

Эффективность очистки стока предлагаемой технологической схемы представлены, в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Эффективность очистки стока технологической схемы

Показатели	Исходная концентрация, мг/л	Отстойник		Флотатор		Биологическая очистки		Уф-обеззараживание	
		Концентрация, мг/л	%	Концентрация, мг/л	%	Концентрация, мг/л	%	Концентрация, мг/л	%
Взвешенные вещества	204	81,6	60	40,8	50	36,7	10	36,7	0
ХПК	3919	2312,21	41	462,4	80	187,3	60	187,3	0
БПК	1550	1550	0	620,0	60	109,4	82	109,4	0
Аммоний-ион	32,2	32,2	0	25,8	20	21,2	18	21,2	0
Фосфат-ион (PO_4)	25,6	25,6	0	20,5	20	0,236	99	0,236	0
Фосфат-ион Р	7,27	7,27	0	5,8	20	0,1	99	0,067	0
АПАВ	1,47	1,47	0	1,2	15	0,3	78	0,28	0
НПАВ	2,5	2,5	0	1,1	55	0,022	98	0,022	0
Жиры	0,29	0,29	0	0,1	80	2,3	0	2,3	0
Биополютанты	34353066	34353066	0	34353066,0	0	34353066,0	0	20820040,0	61

Вывод: При анализе системы водоснабжения выявлен химический и микробиологический состав воды подземного источника водоснабжения и на основе этих данных доказано разрушение соединительных элементов водозаборного сооружения и износ зумпфа (эксплуатационной части подземного водозабора) более чем на 95 %.

1.2 Расчет водозабора из подземного источника

1.2.1 Определение категории водозабора

Водозабор относится ко 2 категории надежности. Величина допускаемого снижения подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды недолжна превышать 30%; длительность снижения подачи не должна превышать 10 суток.

Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 часов.

1.2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения

В основе классификации подземных водозаборных сооружений лежит глубина залегания водоносного пласта. В данных условиях 47 м, глубина залегания более 30 м. Мощность водоносного пласта 20 м, что более 25 м и коэффициент фильтрации равен 10 м/сут, что более, чем 0,12 м/сут. На основании принятых данных проектируется скважина. Для сооружения скважины используется роторный способ бурения. Суть способа состоит в разрушении пород инструментом, который вращается вокруг оси с одновременным созданием вертикальной нагрузки за счет веса бурового снаряда. Разбуренная порода непрерывно выносится из скважины восходящим потоком рабочего глинистого раствора, который подается по бурильным трубам грязевым насосом.

1.2.3 Расчет скважины

Расчет скважины начинается с определения притока воды к скважине-дебита:

$$Q_c = \frac{2{,}73 \cdot K_ф \cdot m \cdot S}{log\left(\frac{R}{r}\right)} \qquad (1.1)$$

где $K_ф$ – коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

R и r – соответственно радиус влияния депрессионной воронки и радиус скважины, м.

S – понижение принимается в размере 10 % от m, т.е. $S = 0{,}1 \cdot 20 = 2$ м.

$$Q_c = \frac{2{,}73 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 2}{\log\left(\frac{100}{0{,}2}\right)} = 404{,}4 м$$

Диаметр фильтра:

$$Д_ф = \frac{Q_c}{\pi \cdot l_ф \cdot V_ф} \qquad (1.2)$$

где Q_c – подача насоса, м^3/сут;

$l_ф$ – длина рабочей водоприемной части фильтра, м, принимается в пластах с мощностью более 10 м

$L_ф$ =(0,5-0,8)m = 0,5 · 20 = 10 *м,*

где $V_ф$ – скорость фильтрации, м^3/сут.

$$V_ф = 65 \cdot \frac{\sqrt{Кф}}{3} \qquad (1.3)$$

$$V_ф = 65 \cdot \frac{\sqrt{10}}{3} = 140{,}04 \text{ м}^3/\text{сут}$$

$$Д_ф = \frac{404{,}4}{3{,}14 \cdot 10 \cdot 140{,}04} = 0{,}1 \text{ м}$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб:

$$D_э = D_ф + 50, \qquad (1.4)$$

где $D_ф$ – диаметр фильтра, мм.

$D_э$ = 100 + 50 = 150 мм = 0,15 м.

Внутренний диаметр направляющей трубы равен:

$D_н$ = $D_э$ + 100 =150 + 100 = 250 мм = 0,25 м,

где $D_э$ – диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм.

Диаметр забоя:

$D_з$ = $D_ф$/4 = 100/4 = 25 мм = 0,025 м.

1.2.4 Гидрогеологический расчет скважины

Гидрогеологические расчеты водозаборных сооружений производят на основании законов движения подземных вод с учетом гидравлических условий состояния подземного потока (напорный и безнапорный), при той или иной степени схематизации гидрогеологической обстановки. Схема притока воды в одиночной скважине изображена на рисунке 1.1.

Обычно для расчетов выделяют три основные схемы водоносных пластов: неограниченные по площади распространения, изолированные и слоистые горизонты, к которым относятся артезианские бассейны; полуограниченные пласты и пласты – полосы – долины рек; ограниченные по площади распространения пласты. Кроме того, учитывают также расположение водоприемной части скважины в пласте, намеченном к эксплуатации: водоприемная часть вскрывает пласт на полную мощность (совершенная скважина) или не на полную (несовершенная скважина).

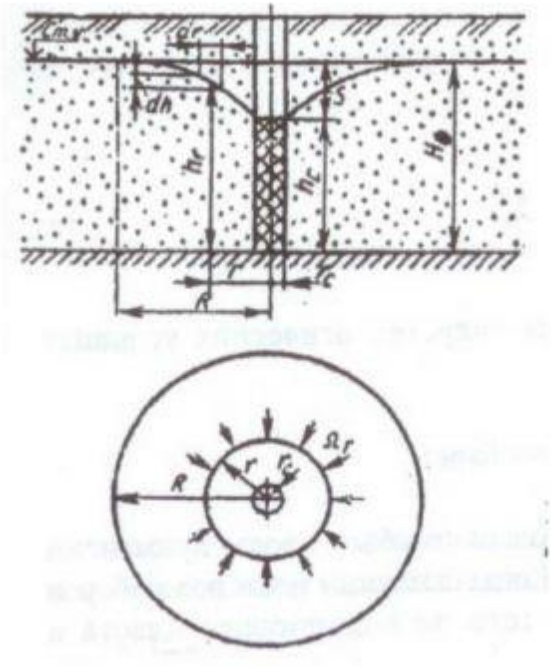


Рисунок 1.1 – Схема притока воды в одиночной скважине

В каждой одиночно работающей скважине расположенной в напорном пласте мощностью М, через любую цилиндрическую поверхность Ω_r пласта, очерченную вокруг скважины радиусом r, при коэффициенте фильтрации пород пласта $К_ф$ и диаметре фильтра скважины D_c в условиях установившегося движения расход воды будет одинаковым:

$$Q_c = \Omega_r \cdot v_r = \Omega_r \cdot k \cdot i_r = -2 \cdot \pi \cdot r \cdot M \cdot k \cdot -\left(\frac{dt}{dr}\right) \qquad (1.5)$$

где i_r – гидравлический градиент потока на расстоянии r от оси скважины.

$$t_r = \left(\frac{dh}{dt}\right) \tag{1.6}$$

В результате интегрирования этого уравнения получаем известное выражение Дюпюи, связывающее параметры скважины и ее дебит с понижением уровня *s* в скважине:

$$Q_c = \frac{2{,}73 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 2}{log\left(\frac{100}{0{,}2}\right)} = 404{,}4$$

Уравнение кривой напоров (напорной линии):

$$h_r = H_0 - \frac{Q_c}{2\pi \cdot K_ф \cdot m} \cdot \ln\left(\frac{R}{r}\right) \tag{1.7}$$

$$h_r = 20 - \frac{404{,}4}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 10 \cdot 20} \cdot ln\left(\frac{100}{0{,}2}\right) = 19{,}14 \text{ м}$$

Количество скважин:

$$n = \frac{Q_{общ}}{Q_c} \tag{1.8}$$

где $Q_{общ}$ – общий суточный расход воды на технологические нужды, собственные нужды и обмыв оборудования, м^3/сут.

$$n = \frac{358{,}31}{404{,}4} = 0{,}88 \approx 1 \text{ шт. + 1 резервная.}$$

1.2.5 Определение уровней воды в скважине

Отметка статического горизонта воды 331,7 м.

Расчётная отметка динамических уровней воды в скважинах, м:

$$Z_{раст.дин} = Z_{стат.ур} - S_i \tag{1.9}$$

где $Z_{стат.ур}$ – отметка статического уровня воды в скважине, м;

S_i – понижение уровня воды в i-ой скважине, м.

$Z_{раст.дин1}$ = 331,7−2=329,7 м,

$Z_{раст.дин1}$ = 331,7−2,3=329,4 м.

Понижение уровня воды в j-ой скважине:

$$S_j = S_i \cdot k \tag{1.10}$$

где $S\ i$ – понижение уровня в i-ой скважине, м;
k – величина, показывающая увеличение понижения уровня.

$S_1 = S$ = 4,2 м,

S_1 = 2·1,15 = 2,3 м.

Срезка уровня воды в скважине n + 1 при откачке воды со скважины n с понижением уровня S_n:

$$t_{ij} = \frac{3}{7} \cdot S_i \tag{1.11}$$

где t_{ij} – срезка в j-ой скважине от воздействия i-ой скважины на расстоянии 50 м.

$$t_{ij} = \frac{3}{7} \cdot 2 = 0{,}86 \text{ м},$$

$$t_{ij} = \frac{3}{7} \cdot 2{,}3 = 0{,}99 \text{ м},$$

Дебит скважины с учётом срезки:

$$Q_n = Q_n \cdot \left(1 - \frac{t_{n.n.} - 1}{S_n}\right) \tag{1.12}$$

$$Q_n = 8{,}68 \cdot \left(1 - \frac{0{,}86 + 1}{2}\right) = 0{,}61 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$Q_n = 8{,}68 \cdot \left(1 - \frac{0{,}99 + 1}{2{,}3}\right) = 1{,}17 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

1.2.6 Подбор основного и вспомогательного оборудования

Каждое водозаборное сооружение оснащено основным и вспомогательным оборудованием. К основному оборудованию относятся: насосные агрегаты, затворы, водоводы – самотечные или сифонные, всасывающие и напорные, а также, запорная арматура. К вспомогательному оборудованию относятся гидроэлеваторы для откачки осадка из водоприёмных камер; компрессоры, вакуум-насосы, дренажные насосы; грузоподъёмные устройства и механизмы; устройства для промывки фильтра.

Водоподъёмные установки и регулирующие ёмкости

Для автономных систем водоснабжения применяются автоматизированные водоподъемные устройства, включающие в себя насос, регулирующую ёмкость и приборы автоматического регулирования, при которых насос периодически подаёт или прекращает подачу воды в регулирующую ёмкость в зависимости от уровня воды в безнапорном (открытом) баке или давления в напорном гидропневматическом баке. Работа водоподъёмной установки характеризуется частотой включения насоса в единицу времени, зависящей от регулирующего объёма бака. Безнапорный бак размещается в высшей точке системы на отметке, обеспечивающей необходимый напор в системе. В напорном гидропневмобаке необходимый напор создаётся давлением сжатого воздуха, передающимся на воду через эластичную мембрану.

Тип водоподъёмного оборудования зависит от вида водозаборного сооружения, глубины водоносного горизонта, дебита водоисточника, а также условий водопотребления. Для автономных систем водоснабжения могут применяться насосы различных типов: консольные, консольные многоблочные, вихревые, погружные, бытовые, а также комплектные водоподъёмные устройства. Насосы могут размещаться в колодце или подземной камере. Для подъёма из водозаборных скважин, как правило, применяются погружные насосы. Работу насосов следует применять в повторнократковременном режиме совместно с регулирующей ёмкостью. Производительность насосов при этом должна составлять не менее максимального часового расхода воды.

Полный напор насосной установки:

$$H_p = H_{geom} + \sum H_{total} + H_f \qquad (1.13)$$

где H_{geom} – геометрическая высота подъёма воды от динамического уровня воды в водозаборном сооружении до расчётной точки (наиболее высоко расположенного прибора), 46 м;

ΣH_{total} – потери напора при движении воды до расчётной точки, м;

H_f – необходимый свободный напор в расчётной точке, 4 м.

Потери напора при движении воды до расчётной точки:

$$\sum H_{total} = H_{geom} - (H_{отмостки} + H_{пола} + 0,5), \text{ м} \quad (1.14)$$

где $H_{отмостки}$ – высота отмостки над уровнем земли, 0,5 м;

$H_{пола}$ – толщина пола, 0,35м;

0,5 – высота обсадной трубы над уровнем пола, м.

ΣH_{total} = 33,3−(0,5 + 0,35 + 0,5) = 1,35 м,

Полный напор насосной установки:

H_p = 33,3 + 1,35 + 4 = 38,65 м.

Насосное оборудование

Параметры насосного оборудования, которые соответствовали бы требованиям надёжности подачи воды и работы сооружения в целом, находят методом подбора по результатам расчётов.

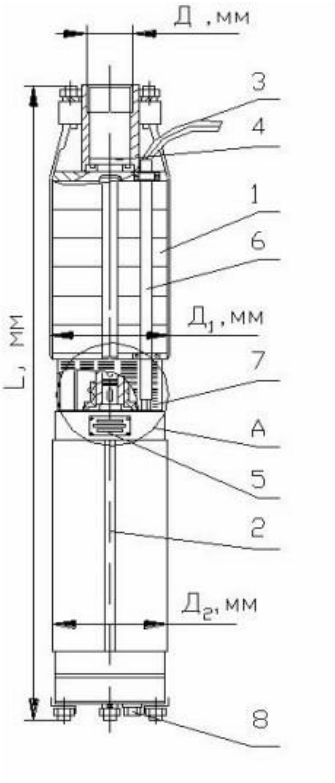
С учётом того, что расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику с прогнозом на 15 лет, подобран насос большей подачи, чем в расчётах.

В качестве насоса принимаем насос типа ЭЦВ8-65-70. Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с сетью с помощью труб Ø150 мм. Трубы соединяются с помощью фланцев.

В таблице 1.4 приведены технические характеристики насоса 2ЭЦВ4-25-65. Габаритные размеры насоса приведены ниже в таблице 1.4. Насос 2ЭЦВ4-25-65 представлен на рисунке 1.2.

Технические характеристики насоса марки 2ЭЦВ4-25-65:

- подача насоса – 25 м^3/ч;
- напор – 65 м;
- потребляемый ток – 49 А;
- мощность электродвигателя – 1,0 кВт;
- диаметр – 100 мм;
- масса – 35 кг.



1 – насосная часть; 2 – электродвигатель; 3 – провода токопроводящие; 4 – клапан; 5 – табличка; 6 – кожух защитный; 7 – сетка защитная; 8 – сливная пробка

Рисунок 9 – Насос типа ЭЦВ

Грузоподъёмное оборудование

Для монтажа и демонтажа оборудования скважины применяем грузоподъемное устройство. Монтаж и демонтаж скважинного насоса предусматривается через люк павильона.

Для этого используют различные типы грузоподъёмных механизмов (ручные тали, кран-балки, козловые и мостовые краны), которые выбираются с учетом размеров сооружений, компоновки технологического оборудования, его размеров и максимальной массы поднимаемого элемента.

Для подъёма и опускания насоса в скважину применяем электрическую таль марки Т 050 грузоподъёмностью 0,5 т. Она состоит из самоходной тележки, перемещающейся по подвесному монорельсу, и тали. Характеристики тали приведены ниже в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технические характеристики тали Т 050

Высота подъёма, м	Размеры тали, мм			Установленная мощность, кВт	Радиус поворота пути, м	Наибольшая нагрузка на колесо, кН
	L	L1	L2			
6,3	710	195	138	0,55+0,12	прямой	2,3

1.2.7 Строение павильона и устья скважины

Павильон устраивают над водозаборной скважиной. Он предназначен для размещения оборудования скважины, предотвращения несанкционированного доступа к скважине и оборудованию, защиты от неблагоприятных погодных условий.

Павильон устанавливается на подготовленном основании, выровненном и укреплённом слоем щебня. Вокруг здания устраивается отмостка в виде глиняного замка.

Высота павильона состоит из следующих составляющих:

$$H_n = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0{,}3, \text{ м} \quad (1.14)$$

где h_1 – высота монорельса грузоподъёмного оборудования; 0,5 м;

h_2 – минимальное расстояние от тали до крюка 0,8 м;

h_3 – высота строповки груза, 0,5 м;

h_4 – высота груза, 1,735 м длина насоса;

h_5 – минимальное расстояние от груза до пола, 0,5 м;

0,3 м – расстояние от монорельса до перекрытия.

$$H_n = 0{,}5 + 0{,}8 + 0{,}5 + 1{,}735 + 0{,}5 + 0{,}3 = 4{,}3 \text{ м},$$

Высота верхнего строения определяется с учётом строительного высотного шага, равного 0,3 м. Исходя из этого, высота павильона будет на $H_п = 4{,}3 \approx 4{,}5$ м.

1.3 Система водоподготовки

Вода каждого источника водоснабжения имеет индивидуальный химический состав. Это обусловлено географическим расположением источника, глубиной залегания эксплуатируемого водоносного пласта и составом слагающих его пород. Природная вода крайне редко соответствует нормам питьевого водоснабжения, а тем более требованиям, предъявляемым производителями водонагревательного и бытового оборудования, которое всегда есть в современном доме.

Для подготовки воды предложена станция водоподготовки с узлом обеззараживания, представленная 4 рефайнерами марки EcoWater типа ERR3002 R30 и комплексная установка с УФ-обработкой – «Лазурь-М30».

Рефайнеры – это комплексные специализированные автоматические системы умягчения и очистки воды, содержащей высокие концентрации хлора и солей жесткости. Снижение содержание этих веществ обеспечивается с помощью современных наполнителей, не требующих применения агрессивных химических реагентов. Они объединяют в себе: умягчение; обезжелезивание; уда-

ление хлорорганических соединений. Уникальные показатели надежности обеспечиваются высокой эффективностью работы шести- и восьмипозиционных клапанов. Рефайнеры EcoWater полностью автоматизированы и частично энергонезависимы – все настройки и собранные данные после отключения питания сохраняются в памяти системы до 48 часов.

Общие характеристики:

– полнопроходное подсоединение диаметром 1";
– минимальное гидравлическое сопротивление системы;
– точная установка времени для контроля регенерации;
– экономный расход реагента для регенерации;
– регенерация восходящим потоком раствора реагента;
– безопасное электропитание 24 В, 50 Гц.

Типы наполнителей:

– рабочий материал – гранулированный кокосовый уголь и двухкомпонентные ионообменные смолы (Rohm &haas);
– подложка – очищенный кварц;
– регенерирующий агент – поваренная соль.

Основные показатели EcoWater ERR3002 R30:

– жесткость воды (максимальная) – 18 мг-экв/л;
– рабочий поток (максимальный) – 1,8 $м^3$/ч;
– падение давления 0,8 бар;
– ёмкость (максимальная) – 37200 мг/экв;
– рабочее давление 1,4-8,7 бар;
– рабочая температура – 1-37°С;
– ёмкость солевого резервуара – 110 кг;
– расход воды на регенерацию 170 л;
– время на регенерацию 90 мин;
– количество гравия 3,6 кг.

Водопотребителями детского оздоровительного лагеря являются отдыхающие – дети, педагогический штат и работники, обеспечивающие сервисное обслуживание лагеря.

Количество отдыхающих на расчетный период принято 569 человек. Застройка предусматривается двухэтажными зданиями.

Нормы расхода воды согласно по СП 31.13330-2012 и составляют 160 л/сут на 1 человека. Водопотребители расходуют воду в течение суток неравномерно со значительными колебаниями в различные часы. Для определения объёмов регулирующих сооружений системы водоснабжения необходимо знать максимальный требуемый расход и составить график водопотребления в течение суток.

Расчетный (средний за год) суточный расход воды на хозяйственно-питьевые нужды в населенном пункте:

$$Q_{сут.max} = k_{сут.max} \cdot Q_c \quad (1.15)$$

$$Q_{сут.min} = k_{сут.min} \cdot Q_c \quad (1.16)$$

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 ($k_{сут.max}$ = 1,1-1,3; $k_{сут.min}$ = 0,7-0,9).

$Q_{сут.max}$ = 1,1·91,04 = 100,14 м^3/сут,

$Q_{сут.min}$ = 0,7·91,04 = 63,73 м^3/сут.

Часовые расходы воды определяются с учетом коэффициентов часовой неравномерности водопотребления максимального $k_{ч.max}$ и минимального $k_{ч.min}$, которые вычисляем по формулам:

$$k_{ч.max} = \alpha_{max} \cdot \beta_{max} \quad (1.17)$$

$$k_{ч.min} = \alpha_{min} \cdot \beta_{min} \quad (1.18)$$

где α – коэффициент, учитывающий степень благоустройства зданий, режим работы предприятий и другие местные условия (α_{max} = 1,2-1,4)

β – коэффициент, принимаемый по [1], учитывающий количество жителей в населенном пункте (β_{max} = 1,6).

$k_{ч.max}$ =1,2·1,6 = 1,92 ;

$k_{ч.min}$ = 0,4 · 0,1 = 0,04 ;

Максимальные и минимальные часовые расходы воды населением из водопроводной сети:

$$q_{ч.max} = \frac{k_{ч.max} \cdot Q_{ч.max}}{24}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.19)$$

$$q_{ч.max} = \frac{1{,}92 \cdot 100{,}14}{24} = 8{,}01 \text{ м}^3/\text{ч},$$

В лагере предусматривается расход воды на полив зеленых насаждений, улучшенных покрытий дорог и на нужды пожаротушения.

Расход на полив принят 60 л/сут на одного человека:

$$Q_{полтв} = \frac{N \cdot q_{полив}}{1000} \quad (1.20)$$

$$Q_{полтв} = \frac{570 \cdot 60}{1000} = 34{,}14 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расходы воды на нужды местной промышленности принято как 10% от максимального суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды:

$Q_{м.п} = 0{,}1 \cdot Q_{сут.max} = 0{,}1 \cdot 100{,}14 = 10{,}014$ м^3/сут,

На собственные нужды принято 10% от максимального суточного расхода на хозяйственно-питьевые нужды:

$Q_{с.н.} = 0{,}1 \cdot Q_{сут.max} = 0{,}1 \cdot 100{,}14 = 10{,}014$ м^3/сут.

Согласно [6] принят один пожар, на наружное тушение которого потребуется 5 л/с. На период пополнения пожарного запаса воды допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды до 70% расчетного расхода, а подача воды на производственные нужды производится по аварийному графику. Время пополнения пожарных запасов – 24 часа, продолжительность тушения пожара – 3 часа. Тушение пожара предусматривается из пожарных гидрантов и пожарных кранов.

$$Q_{пож} = \frac{q_{пож} \cdot n_{пож}}{1000} \quad (1.21)$$

где $q_{пож}$ – расход воды на наружное пожаротушение на один пожар, 5 л/сут.

$$Q_{пож} = \frac{5 \cdot 1}{1000} = 54 \; м^3/сут,$$

Расчетные расходы воды на хозяйственно-питьевые нужды в сутки максимального и минимального водопотребления определяем по формулам:

$$Q_{общ} = Q_{сут.max} + Q_{полив} + Q_{с.н} + Q_{пож} + Q_{м.п.} + Q_{басс} \quad (1.22)$$

$Q_{общ} = 100{,}4 + 34{,}14 + 10{,}014 + 54 + 10{,}014 + 150 = 358{,}31$ м^3/сут.

1.4 Спортивный плавательный бассейн

Тип бассейна – циркуляционный, переливной;
Назначение бассейна – спортивный;
Объем воды в бассейне: 600 м^3 (b = 25 м; l = 16 м; h = 1,1-2,5 м)
Площадь водного зеркала бассейна 404,11 м^2
Температура воды 26-28 ^{o}C
Температура воздуха в бассейне 29-31 ^{o}C
Относительная влажность воздуха 60-70 %

Химико-биологический состав рециркуляционной воды: ОВП – 780 мВ, жесткость – 7,0 мг-экв/л, pH – 7,2 Fe – 0,2 мг/л, $(SO_4)^{2-}$ – 375 мг/л, хлориды – 435 мг/л, NO_3^- – 35 мг/л, КОЕ – 14000, PO_4^{3-} – 4,7 мг/л, взвешенные вещества – 800 мг/л.

1.4.1 Система водоснабжения бассейна

Для переливного бассейна предусматривается система оборотного водоснабжения, позволяющая повторно использовать очищенную воду и снизить общее водопотребление и эксплуатационные затраты. Эта система включает в себя оборудование для фильтрации, подогрева и обеззараживания воды.

Опорожнение и наполнение бассейна из системы водоснабжения. происходит ежегодно Холодная и горячая вода подается в смеситель, где смешивается до необходимой температуры (28°С), затем вода поступает в бассейн и наполняет его.

После заполнения бассейна водой электромагнитные клапаны на трубопроводе закрываются и установка оборотного водоснабжения готова к работе.

Вода из переливных лотков и донных сливов попадает в накопительные емкости через электромагнитный клапан, управляемый регулятором уровня воды, снабженного датчиками уровня, установленными в накопительных емкостях.

После заполнения накопительных емкостей, регулятор уровня подает сигнал на включение насосов, которые перекачивают воду далее. Вода насосами подается на фильтровальные установки.

После прохождения фильтра вода поступает на подогрев, где нагревается до заданной температуры и поддерживается автоматически в необходимых пределах. Температура воды на выходе в бассейн не должна превышать 35 ºС. Предусмотрен нагрев воды с помощью теплообменника. Для повышения надежности дезинфекции проектом принята УФ-обеззараживающая установка «Лазурь М-100» с ультразвуком.

После прохождении водой УФ-установки производится контроль уровня pH. Затем вода поступает на проходной проточный ножной душ и в ванну бассейна.

Подача рециркулируемой воды в ванну производится через регулируемые донные впускные форсунки, расположенные в дне бассейна.

Подпитка бассейна осуществляется водой из системы водоснабжения лагеря, автоматически по сигналам от датчиков уровня воды. Процесс заполнения чаши бассейна водой, полностью автоматический.

1.4.2 Расчет системы бассейна

Определение величины циркуляционного расхода

Оборотная система водообмена предусматривает повторное и многократное использование воды после ее очистки и дезинфекции. В зависимости от назначения бассейна и обеспечения необходимого водообмена (времени рециркуляции) принимается величина циркуляционного расхода воды, подаваемого в ванну бассейна.

Оптимальный циркуляционный расход определяется тремя условиями: режимом эксплуатации, гидравлическим смешением и водным режимом с учетом качества подаваемой воды.

Период полного водообмена в чаше бассейна T согласно СанПиН 2.1.4.1188-03 (табл. 1) не должен превышать 8 часов.

Требуемый циркуляционный расход:

$$Q_{цир} = \frac{V}{T} + 2 \cdot q_{н.д.} \qquad (1.23)$$

где V – объем воды бассейна, м^3;

T – время полного водообмена, 8 ч;

$q_{н.д.}$ – расход воды на проходной проточный ножной душ, м^3/ч.

$$Q_{цирк} = \frac{600}{8} + 2 \cdot 0{,}42 = 75{,}84 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При оборотной системе водообмена наиболее загрязненными в ванне бассейна являются верхний слой воды и слой у дна, поэтому ванна оборудуется донными подающими форсунками и донным сливом.

Отбор воды осуществляется через переливные трапы и донные сливы.

1.4.3 Расчет напорного фильтра

Напорный фильтр представляет собой закрытый стальной резервуар. Его применяют без гравийных подстилающих слоев, с трубчатым дренажем для отвода профильтрованной воды. Дренаж представляет собой коллектор, прохо-

дящий по оси поперечного сечения фильтра, с ответвлениями. В напорных фильтрах применяют специальные дренажные колпачки, через щели которых проходит вода. На трубчатых ответвлениях привариваются ниппели. На ниппели навинчиваются дренажные щелевые колпачки. Поверх дренажа насыпают фильтрующий материал, он укладывается слоями с возрастающей книзу крупностью зерен. В процессе фильтрования фильтр постоянно заполнен водой, выше поверхности фильтрующего материала.

В режиме фильтрации вода подается сверху фильтрующего материала и отводится снизу – через дренаж.

Площадь напорного фильтра определяется по формуле:

$$F = \frac{Q_{сут}}{T \cdot v_{с.н.} - 3{,}6 \cdot n \cdot (w1 \cdot t1 + w2 \cdot t2 + w3 \cdot t3) - n \cdot t4 \cdot v_{р.н.}} \qquad (1.24)$$

где $Q_{сут}$ – производительность фильтра, *м*^{3}/*сут*;

T – продолжительность работы в течении суток;

$v_{р.н.}$ – расчетная скорость фильтрования, м/ч;

n – число промывок фильтров в сутки;

w_1 и t_1 – интенсивность в *л/с·м*^{2} и продолжительность в ч первоначального взрыхления фильтрующей загрузки;

w_2 и t_2 – интенсивность подачи воды в л/с ·м^2 и продолжительность в ч водовоздушной промывки;

w_3 и t_3 – интенсивность в л/с ·м^2 и продолжительность в ч отмывки;

t_4 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки.

$$F = \frac{1820{,}16}{24 \cdot 40 - 3{,}6 \cdot 0{,}5 \cdot (10 \cdot 0{,}017 + 4 \cdot 0{,}083 + 10 \cdot 0{,}034) - 0{,}5 \cdot 0{,}33 \cdot 40} = 1{,}9 \text{ м}^2$$

Диаметр фильтра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} \qquad (1.25)$$

где F – площадь фильтра, м.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}9}{3{,}14} = 1{,}56} \text{ м}$$

Принят фильтр для общественных бассейнов ММС (Франция): производительность 76 м^3/ч, скорость фильтрации 40 м/ч, диаметр фильтра 1800 мм, площадь фильтрации 2,0 м^2, высота фильтрующего слоя 1 м), со встроенной автоматической обратной промывкой, в количестве 2 шт. (1 резервный).

Фильтрующий материал:

1) песок кварцевый с крупностью зерен 0,8-1,8 мм, высота слоя 600 мм.

2) антрацит дробленый с крупностью зерен 1,5-2,5 мм, высота слоя 400 мм.

При фильтровании происходит загрязнение фильтрующего материала, требующее его очистки. Промывку фильтрующего материала необходимо осуществлять в зависимости от интенсивности эксплуатации бассейна, но не реже одного раза в неделю. При загрязнении фильтрующего материала давление в фильтре повышается и по показанию манометров, расположенных на панели, можно определить необходимость дополнительной промывки, значение на верхнем манометре не должно превышать 1,5 бар.

В режиме промывки фильтра схема движения воды выглядит следующим образом: вода из ванны подается насосом в фильтр, далее проходит обратным потоком через фильтр (снизу вверх) и сбрасывается в канализацию.

Общий расход воды на промывку одного фильтра:

$$q_{\text{пр}} = f \cdot w \tag{1.26}$$

где f – площадь фильтрации (в плане), м^2;

w – интенсивность промывки, л /с· м^2

$q_{пр} = 2 \cdot 10 = 20$ *л /с.*

Распределительная система фильтра

Диаметр коллектора распределительной системы напорного фильтра $d_{\text{кол}}$ = 125 мм. С каждой стороны коллектора размещаются ответвления в виде горизонтальных труб различного наружного диаметра (4-63 мм; 12-50 мм, 8-20 мм), привариваемых к коллектору под прямым углом на взаимных расстояниях 97 мм (между стенками труб).

На штуцерах ответвлений укрепляются пластиковые щелевые дренажные колпачки ФЭЛ.

Необходимая суммарная площадь щелей в дренажных колпачках должна быть 0,8-1% рабочей площади фильтра:

$$\sum f_{щ} = 0{,}008 \cdot \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \tag{1.27}$$

где D – диаметр фильтра, м.

$$\sum f_{щ} = 0{,}008 \cdot \left(\frac{3{,}14 \cdot 1{,}62}{4} \right) = 0{,}016 \text{ м}^2$$

Площадь щелей на каждом колпачке ФЭЛ составляет $f_{щ}$ = 420 мм^2 .

Общее число колпачков на ответвлениях распределительной системы:

$$n = \frac{\sum f_{щ}}{f_{щ}} = \frac{0{,}016}{0{,}000420} = 38 \text{ шт.} \qquad (1.28)$$

где $f_{щ}$ – площадь, м^2.

Так как фильтр имеет в плане круглое сечение, то ответвления будут разной длины, а именно: 0,81 м; 0,78 м; 0,73 м; 0,64 м; 0,51 м; 0,34 м.

Суммарная длина всех ответвлений распределительной системы фильтра D = 1,8 м составит:

L=4 ·(0,81 + 0,78 + 0,73 + 0,64 + 0,51 + 0,34) = 15,24 *м.*

Среднее расстояние между дренажными колпачками: $e = \frac{L}{n} = \frac{15{,}24}{39} = 0{,}97$ м

Количество промывной воды, приходящейся на один колпачок:

$$q_{колп} = \frac{0{,}02}{39} = 0{,}0005 \text{ м}^3\text{/сут.}$$

1.4.4 Расход воды, восполняющий потери

Расход воды, восполняющий потери, возникающие во время эксплуатации ванны бассейна:

$$Q_{под} = q_{унос} + q_{пр} \qquad (1.29)$$

где $q_{унос}$ – потери воды на испарение, унос и разбрызгивание, м^3/сут;
$q_{пр}$ – расход воды на промывку фильтра, м^3/сут.

$$q_{унос} = 0{,}0064 \cdot F \qquad (1.30)$$

где F – площадь зеркала воды, м^2.

$q_{унос}$ = 0,0064·320 = 2,048 м^3/сут.

Общий объем потерь, равный объему подпитки свежей водопроводной воды составит: $Q_{под}$ = 2,048 + 5,5 = 7,6 м^3/сут.

1.4.5 Переливная емкость

Для хранения воды, периодически вытесняемой занимающимися и ее волновым переливом, а также промывной воды, устанавливается накопительная емкость. Емкость необходимо конструировать таким образом, чтобы обеспечить равномерное прохождение воды в ней, и располагать так, чтобы, при максимальном уровне ее заполнения, в подводящем трубопроводе не возникало застоя или обратного тока воды.

Полезный объем накопительной емкости рассчитывают по формулам

$$V = V_1 + V_2 + V_3,$$

$$V = \frac{0{,}075 \cdot F}{a}$$

$$V_2 = 0{,}04 \cdot F$$

$$V_3 = W_{пр}$$

где V_1 – объем воды, вытесненной посетителями, м^3;
V_2 – объем воды, вытесненной волнами, м^3;
V_3 – объем промывной воды фильтра, м^3;
F– площадь зеркала воды бассейна, м^2;
A – площадь зеркала воды на одного человека, м^2.
0,075 – средний объем воды, вытесненный одним человеком, м^3;
0,04 – средняя высота волны, м.

$$V = \frac{0{,}075 \cdot 320}{8} = 3 \text{ м}^3$$

$$V_2 = 0{,}04 \cdot 320 = 12{,}8 \text{ м}^3$$

$$V_3 = 0{,}034 \text{ м}^3$$

$$V = 3 + 12{,}8 + 0{,}034 = 15{,}834 \text{ м}^3 .$$

Подобраны горизонтальные цилиндрические емкости из стеклопластика объемом 10 м^3 в количестве 2 шт. со следующими характеристиками: длина – 5700 мм; диаметр – 1500 мм;

Емкость оборудована блоком управления переливом NR-12-TRS-2, позволяющим выполнять следующие функции:
– регулирование уровня воды;
– защита насоса фильтровальной установки от работы «всухую»;
– принудительное включение.

1.4.6 Подбор насосов

Насосы служат для подачи воды из накопительных емкостей на фильтры и далее в систему водоподготовки, обеспечивая циркуляцию воды в бассейне, а также промывку фильтров.

Насосы должны обеспечивать заданный напор, а также рассчитаны на пропуск расхода на промывку одного фильтра.

Принят насос с префильтром для общественных бассейнов Speck Badu 93 110 (бронза, производительность 110 м^3/ч, напряжение 380 В, мощность 6,7 кВт, класс защиты IP55, число оборотов двигателя 2840 об/мин).

1.4.7 Расчет теплообменника

Основной функцией теплообменника является подогрев циркуляционной воды и подпиточной воды, подаваемой из водопровода на покрытие потерь воды в процессе эксплуатации, также учитывается покрытие потерь тепла в трубах, конвекция и излучение во время испарения воды в ванне бассейна.

Теплообменник оснащен датчиком температуры, защитой от перегрева и управляющим блоком с исполнительным электромагнитным клапаном на греющей воде с предварительной очисткой воды грязевым фильтром.

Мощность теплообменника определяется по формуле

$$Q_m = \frac{V_б \cdot C \cdot T}{t} + \left(Q_{КП} \cdot F\right) \qquad (1.31)$$

где $V_б$ – объем воды в бассейне, м^3

C – удельная теплоемкость воды, 1,163 Вт/кг;

T – разность температур между свежей и требуемой водой, °С;

t – время первоначального нагрева, ч;

$Q_{кп}$ – компенсация теплопотерь во время нагрева, 120 Вт/м^2;

F – площадь зеркала воды бассейна, м^2.

$$Q_m = \frac{600 \cdot 1{,}163 \cdot (28 - 22)}{24} + (120 \cdot 320) = 38{,}57 \text{ кВт}$$

Принят один теплообменник из нержавеющей стали Procopi Climexel ET-NU (тип установки – горизонтальный, мощность 60 кВт).

1.4.8 Система «наполнение – опорожнение»

Наполнение чаши бассейна производится от магистральных линий системы водоснабжения. Продолжительность наполнения ванны бассейна не должна превышать 48 часов (п. 10.18 СП 31-113-2004 «Бассейны для плавания»).

Диаметр трубопровода, необходимый для заполнения бассейна:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{сеч}}{\pi}} \cdot 10^3 \qquad (1.32)$$

где $S_{сеч}$ – площадь живого сечения воды, м^2;

$$S_{сеч} = \frac{V_б}{T \cdot 3600 \cdot v} \qquad (1.33)$$

где $V_б$ – объем воды в бассейне, м^3;

T – время заполнения бассейна водой, ч;

v – скорость движения воды в трубопроводе, м/с.

$$S_{сеч} = \frac{600}{48 \cdot 3600 \cdot 1{,}5} = 0{,}0023 \text{ м}^2,$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}0023}{3{,}14}} \cdot 10^3 = 0{,}054 \text{ м}.$$

Для заполнения бассейна принимаем полипропиленовый трубопровод DN75 мм, с толщиной стенки 6,9 мм.

Планируемая частота заполнения чаши составит 1 раз в год. Качество воды, поступающей на заполнение бассейна, должно соответствовать нормам СанПиН 2.1.4.1074-01 и СанПиН 2.1.4.1188-03.

Величина подпитки свежей водопроводной водой во время эксплуатации бассейна составляет 8,59 м^3/сут. На основании таблиц для гидравлического расчета Ф.А. Шевелева принимаем диаметр трубы подпитки 16 мм.

Подача воды в ванну предусмотрена со дна бассейна и организована так, чтобы вода распределялась по всей ванне равномерно. Количество подающих форсунок определяем из условия одна форсунка на 8 м^2 зеркала воды бассейна (В.С. Кедров, Ю.В. Кедров, В.А. Чухин «Плавательные бассейны).

Общее число впускных форсунок – 51.

Пропускная способность форсунки составляет 5 м^3/ч.

Подвод воды к форсункам осуществляется по трубам ПВХ диаметром 20 мм.

Отвод воды из ванн бассейнов на рециркуляцию предусматривается через переливные желоба и через дно бассейна.

Минимальное сечение переливного желоба, проектируемого без уклона, определяется по формуле

$$S = \frac{0{,}063 \cdot N}{L} + 0{,}0003 \cdot \left(\frac{Q_ц}{k \cdot n} \right) \tag{1.34}$$

где N – число одновременно занимающихся, чел.;

L – длина переливного желоба, м;

$Q_ц$ – циркуляционный расход м^3/ч;

k – коэффициент, равный 1 при одностороннем подходе воды к сливному отверстию;

n – число сливных отверстий.

$$S = \frac{0{,}063 \cdot 40}{84{,}8} + 0{,}0003 \cdot \left(\frac{75{,}84}{1 \cdot 37} \right) = 0{,}03 м^2.$$

Количество выпускных отверстий в переливных желобах – 37 шт.

Диаметр – 63 мм. Размещаются отверстия по длине через 2,3 м.

Опорожнение производится по данным химико-биологических анализов, но не реже одного раза в год в период профилактики оборудования и помещений.

Опорожнение бассейна для технологических нужд производится в систему канализационной сети.

Дополнительная очистка воды перед её сбросом в канализацию не требуется.

Продолжительность стока воды при опорожнении ванны – 24 часа.

Количество донных сливов, необходимых для опорожнения и рециркуляции воды в бассейне определяются исходя из расхода воды при опорожнении.

При заданном времени опорожнения расход воды составит:

$$Q_{опорож} = \frac{V_б}{T} \tag{1.35}$$

где $V_б$ – объем бассейна, м^3;

T – продолжительность опорожнения, ч.

$$Q_{опорож} = \frac{600}{24} = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Принято 2 донных слива с диаметром отводящих труб 50 мм.

Диаметр общего отводящего коллектора:

$$D=_{отв.кол.}=\frac{\sqrt{4\cdot Q_{опорож}}}{v\cdot\pi\cdot 3600} \quad (1.35)$$

где $Q_{опорож}$ – расход воды при опорожнении, м^3/ч;

v – скорость движения воды, м/с.

$$D=_{отв.кол.}=\frac{\sqrt{4\cdot 25}}{1{,}5\cdot 3{,}14\cdot 3600}=0{,}08 \text{ м}$$

Принята труба из ПВХ диаметром 80 мм.

Для возможного полного слива воды из чаши бассейна донные сливы располагаются с уклоном дна 0,1 к месту его установки.

1.5 Система водоотведения

1.5.1 Расчетные расходы хозяйственно-бытовых сточных вод

Согласно п. 4.12 СП 30.13330.2012 расчетный расход сточных вод от выпуска определяется по формуле

$$q^{sl}=\frac{q_{hr}^{tot}}{3{,}6}+K_s\cdot q_0^s \quad (1.36)$$

где q_{hr}^{tot} – часовой расход сточных вод на расчетном участке, л/с;

S – коэффициент, принимаемый по таблице 1 в зависимости от числа приборов N и длины трубопровода;

q^s_0 – расчетный максимальный расход стоков от прибора с максимальным водоотведением, л/с.

Расчетные расходы q^{tot}_{hr} (л/ч) и максимальные секундные расходы q^s_0 (л/с) сточных вод принимаются по таблице А1 прил. А СП 30.13330.2012 (табл. 1.6).

Гидравлический и геодезический расчёты хозяйственно-бытовой водоотводящей сети приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.6 – Расчетные расходы сточных вод для санитарно-технического оборудования в зданиях разного назначения

Санитарно-техническое оборудование	Расчетные часовые расходы сточных вод q_{hr}^{tot}, *л /с*							Ма
	Жилые здания	Бани, прачечные, производственные помещения, мастерские, гаражи	Учебные заведения, общеобразовательные учреждения, администаративные здания, НИИ	Медучереждения, дома отдыха, санатории, дошкольные образовательные учереждения, промтоварные магазины	Гостиницы, общежития, школы-интернаты, объекты физкультурного и физкультур-но-досугового назначения	Предприятия общественного питания, продовольственные магазины	Спортивные сооружения, театры, кинотеатры, общественные туалеты	
Мойка со смесителем	10	10	20	20	15	250	250	
Душ индивиду-ального пользо-вания	12	300	-	-	25	-	25	
Ванна длинной 1500-1700 мм	22	250	-	320	28	-	28	
Гигиенический душ (биде)	1	1	1	1	1	1	1	
Унитаз со смыв-ным бачком	4	12	14	12	12	12	90	
Писсуар	-	10	10	10	10	10	20	
Умывальник со смесителем	5	20	5	12	10	40	40	

Таблица 1.7 – Гидравлический и геодезический расчёты водоотводящей сети К1

Номер участка	Длинна участка, м	Расход q, л/с	Диаметр D, мм	Ско-рость V, м/с	Уклон трубы i	Падение *h*, м	Отметки, м				Глубина заложения, м	
							земли		лотка трубы			
							начало	конец	начало	конец	начало	конец
1-2	52	17,65	250	0,87	0,0065	0,25	354,97	352,77	352,77	349,77	2,2	2,54
2-3	108	35,19	250	1,03	0,0065	0,03	352,31	348,87	349,77	345,63	2,54	3,24
3-4	61	52,77	300	1,09	0,006	0,04	348,87	343,4	345,63	339,79	3,24	3,6
4-5	61	70,40	350	1,1	0,005	0,27	343,4	338,92	339,79	335,01	3,6	3,91
5-6	54	70,40	350	1,1	0,005	0,18	338,92	336,63	335,01	332,45	3,91	4,18
7-8	160	17,59	250	0,87	0,005	0,03	357,09	347,09	355,27	343,85	2,2	3,24
8-9	25	35,10	250	1,03	0,0065	1,51	347,09	343,4	343,85	339,99	3,24	3,4
9-10	232	35,10	250	1,03	0,004	0,20	343,4	339,68	339,99	334,77	3,4	4,91
10-6	51	105,5	400	1,1	0,004	0,39	339,68	336,63	334,77	331,52	4,91	5,11
6-11	99	105,5	400	1,1	0,004	0,4	336,63	334,82	331,52	329,31	5,11	5,5
11-	70	105,5	400	1,1	0,004	0,28	334,82	334,5	329,31	328,6	5,5	5,91

1.5.2 Расчёт расходов ливневых сточных вод

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на поверхности рассматриваемого предприятия в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожного покрытия, определяется по формуле

$$W_г = W_д + W_т + W_м, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.37)$$

где $W_д$ – среднегодовой объем дождевых вод, м^3/год;
$W_т$ – среднегодовой объем талых вод, м^3/год;
$W_м$ – среднегодовой объем поливомоечных вод, м^3/год.

Среднегодовой объем дождевых вод (м^3/год) определяется формуле

$$W_д = 10 \cdot h_д \cdot \Psi_д \cdot F, \text{ м}^3/\text{год} \quad (1.38)$$

где $h_д$ – высота слоя осадков за теплый период года, м;
$\Psi_д$ – общий коэффициент стока дождевых вод, определяемый как средневзвешенная величина из частных значений для площадей стока с различным видом поверхности с учетом придорожной полосы и объектов придорожного сервиса:

$$\psi_д = \frac{\sum(\psi_i \cdot F_i)}{F}$$

(1.39)

где Ψ_i – коэффициент стока для поверхности данного типа;
F_i – площадь поверхности, характеризуемая Ψ_i, га;
F – общая площадь стока, га.

Высота слоя осадков за теплый год, $h_д$ = 367 мм (апрель-октябрь).

Коэффициент стока дождевых вод:

$$\psi_д = \frac{F_к \cdot \psi_к + F_{гп} \cdot \psi_{гп} + F_а \cdot \psi_а + F_г \cdot \psi_г}{F} \quad (1.40)$$

где $\psi_а$ – коэффициент стока для асфальтобетонных покрытий дорог, 0,7;
$\psi_г$ – коэффициент стока для газонов, 0,1;
$\psi_к$ – коэффициент стока для кровли, 0,7;
$\psi_{гп}$ – коэффициент стока для грунтовых поверхностей, 0,2;
$F_а$ – площадь асфальтобетонных покрытий дорог, 0,085 га;
$F_г$ – площадь газонов, 0,154 га;
$F_к$ – площадь кровли, 0,015 га;

$F_{гп}$ – площадь грунтовых поверхностей, 0,003 га;
F – общая площадь водосбора, 0,257 га.

Значения общего коэффициента стока для различных типов поверхности водосбора представлены в таблице 1.8.

$$\psi_{д} = \frac{0{,}015 \cdot 0{,}7 + 0{,}003 \cdot 0{,}2 + 0{,}85 \cdot 0{,}7 + 0{,}154 \cdot 0{,}1}{0{,}257} = 0{,}339$$

Годовое количество дождевых вод:

$W_{д}$ = 10·376·0,339·0,257 = 319,74 *м*^{3}/*год*.

Годовое количество талых вод определяем по формуле:

$$W_{т} = 10 \cdot h_{т} \cdot \Psi_{т} \cdot F \text{, м}^3\text{/год} \qquad (1.41)$$

где $h_{т}$ – высота слоя осадков за холодный период года (ноябрь – март), 104 мм;
$\Psi_{т}$ – коэффициент стока талых вод, 0,6.

$W_{т}$ = 10 ·104 ·0,6 ·0,257 = 160,37 м^3/год.

Годовое количество поливомоечных вод, стекающих с площади стока, определяется по формуле:

$$W_{М} = 10 \cdot m \cdot k \cdot F_{М} \cdot \Psi_{М} \text{, м}^3\text{/год} \qquad (1.41)$$

где m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий (1,2-1,5 л/м^2 на одну мойку);
k – среднее количество моек в году;
$F_{М}$ – площадь территории, подвергающаяся мойке, га;
$\Psi_{М}$ – коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается равным 0,5).

$W_{М}$=10·1,35·40·0,085·0,5 = 22,95 м^3/год.

Годовой объем сточных вод

$W_{г}$ = 319,74 + 160,37 + 22,95 = 503,06 м^3/год.

Таблица 1.8 – Общий коэффициент стока для различных типов поверхности водосбора

Вид поверхности стока	Значение коэффициента стока $\psi_{д}$
Газоны	0,1
Кровля зданий	0,7
Асфальтовые покрытия	0,7

Грунтовые поверхности	0,2

Суточный расход поверхностных вод определяется с использованием данных по среднему в году количеству дождливых дней по формуле:

$$q_{сут} = \frac{W_Д}{t_{Д1}} \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.42)$$

где $W_д$ – годовое количество дождевых вод, м^3/сут;

$t_{Д1}$ – среднее в году количество дождливых дней, 90.

$$q_{сут} = \frac{319{,}74}{9} = 3{,}55 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Часовой расход поверхностного стока определяется с использованием данных по средней продолжительности дождя в течение суток по формуле:

$$q_{час} = \frac{q_{сут}}{t_{Д2}} \text{ ,м}^3/\text{ч}$$

(1.43)

где $q_{сут}$ – суточный расход поверхностных вод, м^3/сут;

$t_{Д2}$ – средняя продолжительность дождя в течении суток (определяется по данным предоставленным региональным центром Росгидромета), 3 часа.

$$q_{час} = \frac{3{,}55}{3} = 1{,}18 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Суточный расход талого стока определяется с использованием данных по среднему количеству дней интенсивного таяния снега по формуле:

$$q_{сут} = \frac{W_Т}{t_{Т1}} \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.44)$$

где $W_Т$ – годовой объем талых вод, м^3/год;

$t_{Т1}$ – среднее в году количество дней интенсивного таяния снега, 10 дней.

$$q_{сут} = \frac{160{,}37}{10} = 16{,}04 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Часовой расход талых стоков определяется с использованием данных по средней продолжительности таяния снега в течение суток по формуле

$$q_{час} = \frac{q_{сут}}{t_{T2}} \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1.45)$$

где $q_{сут}$ – суточный расход талых вод, м^3/сут;

t_{T2} – средняя продолжительность таяния снега в течении суток принятых 10 дней составляет 10 часов.

$$q_{час} = \frac{16{,}04}{10} = 1{,}6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Максимальный часовой расход сточных вод для расчета ПДС определяется как максимальное значение из часовых расходов дождевых стоков и талых вод: $Q_{час}$ =1,6 м^3/ч.

1.5.3 Аккумулирующая емкость

Объем аккумулирующей емкости равен максимальному остатку воды в промежуток времени 5-6 часов $W_{акк}$ = 39,78 м^3.
Принята аккумулирующая емкость с размерами в плане 4,5×5×2,5 м.

1.5.4 Жироприемная камера

Жироловка предназначена для отделения и задержания жиров и минеральных масел из сточных вод, направляемых в очистные сооружения из кухонь, ресторанов, мясоперерабатывающих и других предприятий.

Используется как отдельная очистная единица в самостоятельной изолированной канализационной системе. Жироуловитель (жироотделитель), как правило, применяют в качестве начальной системы улавливания и удаления неэмульгированных жиров и масел из сточных вод и проектируется, обычно, вне здания, непосредственно на выпусках канализации. Защищает бытовую канализацию от жирового загрязнения, а очистные сооружения от снижения эффективности процессов очистки и проблем в эксплуатации.

Жироуловитель представляет собой цилиндрический моноблочный резервуар- емкость, образующими два отстойника, в которых происходит отделение песка, осадка и жира.

Все модели жироуловителей имеют технический колодец, предназначенный для обслуживания и откачки накопленного ила и жира.

Сточные воды поступают через подводящий патрубок в первую камеру жироуловителя, где происходит осаждение взвешенных веществ и отделение частиц жира от воды в результате разницы их удельных плотностей.

Предварительно очищенные стоки, попадают в камеру отстаивания где происходит окончательное осветление сточной воды. Очищенные стоки через выходной патрубок направляются на дальнейшую доочистку на флотаторе.

Осадок и жировой слой находится в жироуловителе до момента его удаления, например, при помощи ассенизационной машины. Диаметр D = 4,5 *м.*

$$V_p = \frac{q \cdot 1000}{\pi d^2 \cdot 4}, \text{ мм/с} \tag{1.46}$$

$$V_p = \frac{0{,}001167 \cdot 1000}{3{,}14 \cdot 4{,}5^2 \cdot 4} = 0{,}037 \text{ мм/с}$$

Коэффициент учитывающий влияние механических примесей на всплывание жиросодержащих веществ:

$$\alpha = 0{,}0015 \cdot \frac{K_Ж}{K_{мп}} + 0{,}875 \tag{1.47}$$

где $K_ж$ – концентрация жира в воде, мг/л;

$K_{м.п}$ – концентрация механических примесей в воде, мг/л.

$$\alpha = 0{,}0015 \cdot \frac{0{,}29}{142{,}8} + 0{,}875 = 0{,}875$$

Скорость всплывания частиц жира:

$$U = \frac{\alpha(112 - 93 \cdot \gamma_ж) \cdot 10^{0{,}0143 \cdot d}}{1000} \tag{1.48}$$

где $\gamma_ж$ – удельный вес жира;

d – расчетный диаметр частицы жиросодержащих, мкм.

$$U = \frac{0{,}875(112 - 93 \cdot 0{,}89) \cdot 10^{0{,}0143 \cdot 100}}{1000} = 0{,}69$$

Рабочая глубина жироприемника:

$$H = 12{,}5 \cdot \left(\frac{D}{0{,}312 \cdot \frac{U}{\sqrt{V_p}} - 0{,}00018 \cdot V^2} \right) \tag{1.49}$$

$$H = 12{,}5 \cdot \left(\frac{4{,}5}{0{,}312 \cdot \frac{0.69}{\sqrt{0{,}037}} - 0{,}00018 \cdot 0{,}037^2} \right) = 2{,}8 \text{ м.}$$

Продолжительность всплывания жиросодержащих частиц:

$$t_B = \frac{H}{U \cdot 3{,}6} = \frac{2{,}8}{0{,}69 \cdot 3{,}6} = 2{,}6 \text{ ч.}$$

Количество осадка, удерживаемого в жироприемнике:

$$W_{ос} = \frac{24 \cdot Q_ч \cdot K_{мп} \cdot Э}{\gamma_{ос}(100 - P) \cdot 10^6} \qquad (1.50)$$

где $Э$ – эффект очистки по взвешенным веществам, %;
P – влажность осадка.

$$W_{ос} = \frac{24 \cdot 6{,}5 \cdot 142{,}8 \cdot 60}{1{,}5(100 - 97{,}5) \cdot 10^6} = 0{,}019 \text{ м}^3\text{/сут}$$

Объем выпускаемых обводненных жиропродуктов:

$$W = \frac{24 \cdot Q_ч \cdot (C_{исх} - C_{ост})}{\gamma \cdot 10^6} \qquad (1.51)$$

где $C_{исх}$ – исходная концентрация жира, мг/л;
$C_{ост}$ – остаточная концентрация, 60% от исходной, мг/л.

$$W = \frac{24 \cdot 6{,}5 \cdot (0{,}29 - 0{,}116)}{0{,}89 \cdot 10^6} = 0{,}00002 \text{ м}^3\text{/сут}$$

Потери:

$Q_п = W + W_{ос}$, м^3/сут (1.53)

$Q_п = 0{,}00002 + 0{,}019 = 0{,}019$ м^3/сут

Суточный расход:

$Q_{сут} = Q_{сут} - Q_П$, м^3/сут (1.54)

$Q_{сут} = 155{,}62 + 0{,}019 = 155{,}6$ м^3/сут $= 6{,}5$ м^3/ч.

1.5.5 Вертикальный отстойник

Вертикальные отстойники представляют собой цилиндрические, а иногда квадратные или многоугольные в плане резервуары.

Сточная жидкость подводится к жироприемной камере, а затем опускается по ней вниз и попадает в камеру отстаивания.

Диаметр отстойника:

$$D = \frac{\sqrt{(F + f_{жк}) \cdot 4}}{\pi}$$

(1.54)

где F – площадь отстойника, м^2.

Площадь отстойника:

$$F = \beta \frac{Q_ч}{3{,}6 \cdot V_p \cdot N} \qquad (1.55)$$

где N – количество отстойников, шт.;

$V_р$ – расчетная скорость восходящего потока воды, м/с.

$$F = 1{,}3 \frac{6{,}5}{3{,}6 \cdot 0{,}6 \cdot 1} = 2{,}53 \text{м.}$$

$$D = \frac{\sqrt{(2{,}53 + 3{,}14) \cdot 4}}{3{,}14} = 2{,}7 \approx 3 \text{ м.}$$

Период работы между сбросами осадка:

$$T = \frac{W_{ос} \cdot N \cdot \delta}{Q_ч \cdot (C - m)} \qquad (1.56)$$

где δ – концентрация уплотненного осадка, г/см^3;

C – концентрация взвешенных веществ, поступающих в отстойник, мг/л;

$W_{ос}$ – объем конической осадочной части отстойника, м^3.

Объем конической осадочной части отстойника:

$$W_{oc}=\frac{\pi}{3}\cdot h_K\cdot\left[\left(\frac{D}{2}\right)^2+\left(\frac{d}{2}\right)^2+\left(\frac{D}{2}\cdot\left(\frac{d}{2}\right)\right)\right] \quad (1.57)$$

$$W_{oc}=\frac{3{,}14}{3}\cdot 1{,}67\cdot\left[\left(\frac{3}{2}\right)^2+\left(\frac{0{,}2}{2}\right)^2+\left(\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{0{,}2}{2}\right)\right)\right]=4{,}14 \text{ м}^3.$$

$$T=\frac{4{,}14\cdot 1\cdot 20000}{6{,}5\cdot(57{,}12-22{,}8)}=574 \text{ ч.}$$

Высота конической осадочной части:

$$h_K=\frac{D-d}{2\cdot tan(90^0-\alpha)}$$

(1.58)

где α – угол наклона конической части, 50-55°;

D – диаметр отстойника, м;

d – диаметр трубопровода для сброса осадка, d = 200 мм.

$$h_K=\frac{3-0{,}2}{2\cdot tan(40^0)}=1{,}67 \text{ м.}$$

Количество воды, теряемой при сбросе осадка:

$$q_{oc}=\frac{K_p\cdot(C-m)}{\delta_{cp}}\cdot 100\%=\frac{1{,}5\cdot(57{,}12-22{,}8)}{20000}\cdot 100\%=25\%$$

где $\delta_{СР}$ – концентрация взвешенных веществ, мг/л.

Потери расход воды в отстойнике приняты 0,25 % от 155,62 и равны 0,39 м^3/сут.

С учетом потерь расход воды в отстойнике:

$Q_{сут}$ = 155,62 − 0,39 = 155,23 м^3/сут.

1.5.6 Напорный фильтр

Сточные воды с помощью насосной установки подаются в здание очистных сооружений на напорные фильтры.

Напорные фильтры применяют при частичном осветлении воды, используемой для технических целей, при мутности исходной воды до 300 мг/л.

Напорный фильтр представляет собой закрытый стальной резервуар, рассчитанный на внутреннее давление до 6 атм. В ряде случаев это позволяет подавать профильтрованную воду в разводящую сеть труб с достаточным напором, данные о напорных фильтрах в таблицах 1.9 и 1.10.

Продолжительность фильтроцикла в напорном фильтре обусловливается предельной потерей напора в фильтрующей загрузке и дренаже до 15 м вод. ст.

Кроме дренажной системы для отвода отфильтрованной воды и распределения воды при промывке устраивается распределительная система, по которой подаётся сжатый воздух. Подача воды на напорный фильтр и отвод промывной воды осуществляется либо через воронку, обращённую широким концом кверху, либо по кольцевой дырчатой трубе.

Таблица 1.9 – Данные о напорных фильтрах

Материал загрузки	Крупность зёрен в мм	Коэффициент неоднородности	Скорость фильтрации м/ч	Интенсивность промывки, л/с м^2	
				водяной	воздушной
Песок кварцевый	0,8-1,8	1,8	10-12	6-8	15-20
То же	1,5-2,5	2	13-15	6-8	18-25
Активированный уголь	0,8-1,8	1,8	10-12	6-8	13-15
То же	1,5-2,5	2	13-15	6-8	16-20
Nortex ВСБ	3-5	0,5	13-14	4-5	10-12

Примечание. Гравийные поддерживающие слои не устраиваются.

Фильтрующая загрузка.

Nortex ВСБ – представляет собою смесь полимерных материалов определенного состава и оригинальной структуры. В состав полимерной композиции входят специально модифицированные полиолефины.

Изготавливается и поставляется ВСБ-полимер в гранулированном виде. ВСБ-полимер обладает высокой коалесцирующей способностью по отношению к различным нефтепродуктам, маслам и жирам природного или искусственного происхождения.

Таблица 1.10 – Основные размеры напорных вертикальных фильтров с пороэластановой загрузкой

Диаметр фильтра, мм	Высота слоя загрузки, мм	Размеры фильтра по высоте, мм			Размеры фильтра в плане, мм			Диаметры основных трубопроводов, мм		
		H	H1	H3	L	L1	L2	d	d1	d2
700	1000	1873	349	134	568	407	476	63	25	25
1000	1000	2675	492	192	812	583	680	80	50	50
1500	1000	2962	643	193	860	602	955	125	80	50
1000	1000	3235	738	236	885	685	1170	150	80	50

2600	1000	3512	820	220	1400	808	1500	200	100	80
3000	1000	3745	850	290	1706	690	1730	250	125	100
3400	1000	3870	850	250	1700	982	1930	250	125	100

По своей коалесцирующей способности ВСБ-полимер превышает известный коалесцирующий материал полипропилен более чем в 10 раз. ВСБ-полимер обладает также определенной сорбционной способностью по отношению к нефти и нефтепродуктам. Поэтому данный материал может быть использован в качестве коалесцирующей насадки и поглотителя в высокоэффективных коалесцирующих и адсорбционных фильтрах, предназначенных для очистки воды от нефтепродуктов.

Регенерация – промывка горячей водой. Утилизация – сжиганием, захоронением на полигонах промышленных отходов. Гарантированный срок работы с учетом регенерации – не менее одного года.

Площадь фильтра определяется по формуле

$$F = \frac{Q_{сут}}{T \cdot V_{PH} - 3{,}6 \cdot n \cdot (w_1 \cdot t_1 + w_2 \cdot t_2 + w_3 \cdot t_3) - n \cdot t_4 \cdot V_{PH}}$$

(1.59)

где T – продолжительность работы станции в течении суток в ч;

V_{PH}– расчётная скорость фильтрования в м/ч;

n – число промывок фильтров за сутки;

w_1 и t_1 – интенсивность (л/с)· м^2 и продолжительность первоначального взрыхления фильтрующей загрузки;

t_4 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, час.

$$F = \frac{155{,}62}{24 \cdot 14 - 3{,}6 \cdot 2 \cdot (5 - 0{,}1) - 2 \cdot 0{,}33 \cdot 14} = 0{,}31 \text{ м.}$$

Диаметр определён по формуле

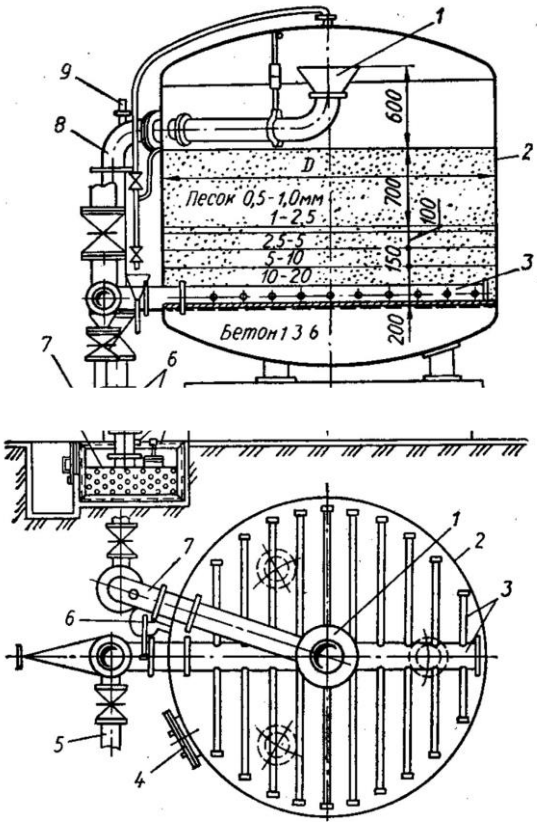
$$D = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0{,}31 \cdot 4}{3{,}14}} = 0{,}63 \text{ м.} \qquad (1.60)$$

Принят 1 напорный + 1 резервный фильтр с пороэластановой загрузкой Nortex ВСБ Ø700 мм.

Типоразмеры:

H = 1873 мм; H1 = 349 мм; L = 568 мм; L1 =407 мм; L2 = 476 мм.

Схема напорного вертикального фильтра представлена на рисунке 1.3.



1 – воронка; 2 – корпус; 3 – дренажная система; 4 – люк; 5 – трубы для отвода фильтрата; 6 – поплавок; 7 – лоток для промывной воды; 8 – трубопровод; 9 – предохранительный клапан

Рисунок 1.3 – Напорный вертикальный фильтр

Расчёт распределительной системы напорного фильтра.

Проектируется вертикальный напорный фильтр 700 мм.

Площадь песчаной загрузки фильтра = 0,38 м^2.

Интенсивность промывки ω = 5 л/с· м^2.

Общий расход воды на промывку на один фильтр $q_{пр}$ = 0,38·5 = 1,92 л/с = 0,00192 м^3/с.

Длина ответвлений:

С каждой стороны коллектора размещается по 6-7.

Расстояния между осями ответвлений 0,10 м, следовательно, количество ответвлений 14 шт.

Расход, поступающий в коллектор равен 0,001164 м^3/с, следовательно, расход на одно ответвление составляет 0,000083 м^3/с, исходя из этого находим диаметр ответвления, он равен 15 мм.

Так как фильтр имеет в плане круглое сечение, то ответвления будут разной длины: 0,11 м; 0,24 м; 0,29 м; 0,31 м.

1.5.7 Насосная установка для подачи сточных вод от фильтра на блок доочистки

Самозаполняющаяся насосная станция бытового назначения, оснащена датчиком сухого хода, датчиком давления. Благодаря системе ACTIVE исключаются гидравлические удары, ограничение количества запусков, обеспечивается стабильное давление внутри гидравлической системы.

Температура перекачиваемой жидкости от 0 до 35 ºС.

Способны работать при наличии в воде воздушных пузырьков и газа.

Питание 220-230 В/50 Гц.

Глубина всасывания до 8 м.

Максимальное рабочее давление 8 бар.

Технические характеристики автоматической насосной станции серии ACTIVE SYSTEM представлены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Технические характеристики автоматической насосной станции

Модель	Расход, $м^3/ч$	Напор, м	Максимальная мощность, кВт	Диаметр входного патрубка
Active J/JI/JC 92 M	0,6-4,8	36,2-17,6	0,75	2
Active J/JI/JC 132 M	0,6-4,8	48,3-27,2	1	2

Автоматические насосные установки повышения давления, предназначены для бытового применения в небольших системах водоснабжения гражданского и промышленного назначения, для сельскохозяйственных установок, для моек и т. д. Данные насосные установки созданы на основе следующих насосов:

– JET, JETINOX, JETCOM, EUROINOX – самовсасывающие насосы с превосходной всасывающей способностью даже при наличии в воде пузырьков воздуха.

Незаменимы в случае, когда вода подается из колодцев или, существуют какие-либо трудности при всасывании;

– EURO, EUROCOM – многоступенчатые центробежные насосы с низким уровнем шума, работают при положительном давлении во всасывающем патрубке.

Система ACTIVE помогает повысить давление в системе, когда оно недостаточное или периодически падает.

Система ACTIVE – установленный на насос блок, который:

1) контролирует насос,
2) управляет насосом в автоматическом режиме,
3) ограничивает количество пусков насоса,
4) гарантирует стабильное давление в гидравлической системе,
5) позволяет отрегулировать минимальное давление в гидравлической системе.

Принцип работы.

Система ACTIVE представляет собой устройство управления насосом со встроенной электронной платой. Встроенный микропроцессор собирает и обрабатывает данные по давлению и расходу воды, что позволяет насосу работать в

оптимальных условиях. Даже при незначительном потреблении воды насос включается при падении давления в системе до установленного потребителем значения (1,5-2,5 атм). В случае утечек в системе или при малом водопотреблении система ACTIVE ограничивает число пусков насоса.

Исключение гидроударов: при прекращении водопотребления насос останавливается с задержкой по времени (около 10 с). При прекращении подачи воды в насос система ACTIVE останавливает его, после чего периодически делает попытки запуска насоса.

Система ACTIVE не требует никаких регулировок или технического обслуживания.

Подобрана автоматическую насосную станцию Active J 92 M.

1.5.8 Блок биологической очистки

Сооружения для биологической очистки хозяйственно-бытовых и приравненных к ним по составу производственных сточных вод применяются там, где нет возможности сбрасывать стоки в городской канализационный коллектор.

Приняты два блока биологической очистки ЭКО-Р-200 производства ООО «ЭКОЛАЙН» Тольятти с габаритными размерами: диаметр 3 м, длина 8 м.

Состав и технологические параметры комплексов очистных сооружений ЭКО-Р-200: производительность – 200 м^3/сут, потребляемая мощность – 25кВт, Размеры площадки 15×20 м^2.

Блок глубокой биологической доочистки представлен на рисунке 1.4.

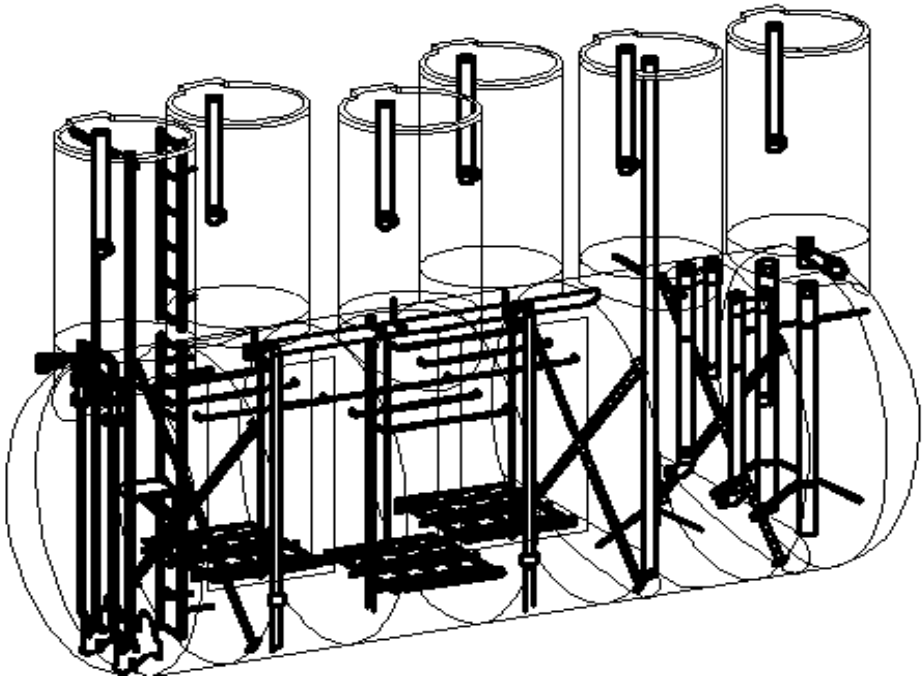


Рисунок 1.4 – Блок глубокой биологической доочистки

1.5.9 Бактерицидная установка

После биологической доочистки сточная вода насосами подается на обеззараживание.

В качестве блока обеззараживания применена кавитационная установка, представляющаясобой новое поколение устройств для обеззараживания воды. Их отличает практически полное уничтожение патогенных микроорганизмов и превращение токсичных органических соединений в нетоксичные нейтральные химические соединения.

Использование кавитационных установок позволяет производить обеззараживание без биообрастания и соляризации поверхностей излучателей.

Установки выпускаются производительностью 500 л/ч, 1000 л/ч, 3000 л/ч, 5000 л/ч, 10000 л/ч, 30000 л/ч, 50000 л/ч, 100000 л/ч, 250000 л/ч, 500000 л/ч. Они просты в эксплуатации, малогабаритны, малоэнергичны (<10 Вт-1000 л/ч), долговечны (до 12000 ч). Могут работать от сети 220 В, 50-60 Гц, а также от солнечных батарей, аккумуляторов и т.д.

Подбор данной установки был осуществлён на основе гидродинамического способа возбуждения кавитации, заключающемся в создании каверн за обтекаемыми телами в потоке жидкости. К их числу относятся аппараты с лопастными кавитирующими крыльчатками, вращение которых в жидкой среде создаёт кавитационное поле пульсирующих давлений (несколько тысяч атмосфер), оказывающих на жидкость силовое воздействие, и различные кавитационные мельницы с кавитирующими механизмами на базе центробенжных насосов.

Работа кавитационных аппаратов основана на использовании энергии кавитационных пузырьков, выделяющихся при их пульсации по симметричной схеме с образованием полей пульсирующих давлений (4-10 тыс. атм); ассиметричном схлопывании каверн с образованием ударных кумулятивных микроструек (скорость 100-500 м/с, давление 1-2 тыс. атм).

Расход сточных вод после блока биологической очистки составляет 4,175 $м^3$/ч, поэтому подбираем установку Лазурь М-5К.

Бактерицидная установка Лазурь М-5К представлена на рисунке 1.5.

Для подачи оборотной воды на предприятие «АгроНик», после бактерицидной установки Лазурь М-5К установлена автоматическая насосная станция Active J 92 M.

Рисунок 1.5 – Бактерицидная установка Лазурь М-5К

1.5.10 Расчет шламонакопителя

При объемном весе осадка сточных вод в шламонакопителе 0,509 т/м^3.

Объем шламонакопителя при расчете четырехчасового запаса осадка равен:

$$W_{шн} = \gamma \cdot Q_ч \cdot 4 \cdot \rho \qquad (1.61)$$

$W_{шн}$ = 0,509·6,5·4·1,9 = 16,3 м^3.

Принят шламонакопитель диаметром 2,2 м, следовательно, его высота равна:

$$H = \frac{W_{ш.н.}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \qquad (1.62)$$

$$H = \frac{16{,}3}{\frac{3{,}14 \cdot 2{,}2^2}{4}} = 4{,}3 \text{ м.}$$

Из шламонакопителя насосом DAB NOVA 200 M-NA мощность 0,35 КВт, осадок перекачивается на обезвоживание в вакуум-фильтр.

1.5.11 Вакуум-фильтр

Объем уплотненного осадка:

$$W_{упл} = \frac{W_{зн} \cdot 80{,}5}{97{,}5} = \frac{3{,}9 \cdot 80{,}5}{97{,}5} 3{,}22 \text{ м}^3. \qquad (1.63)$$

где W – объем поступающего за сутки осадка, м^3.

Объем зоны накопления:

$$W_{зн} = \frac{T \cdot Q_{сут} \cdot (C_p - m)}{20000} \text{ м}^3 \qquad (1.64)$$

где T – работа между очистками, 3 ч.

$$W_{зн} = \frac{3 \cdot 155{,}62 \cdot 257{,}87}{20000} = 3{,}9 \text{ м}^3.$$

Расчет вакуум-фильтрации по сухому веществу:

$$M_{сух}=\frac{W_{упл}\cdot(100\cdot B_{л})\cdot\gamma_{ос}}{100} \qquad (1.65)$$

где $B_л$ – влажность осадка после шламонакопителя, 80,5 %;

$\gamma_{ос}$ – объемный вес осадка, 0,466 т/м^3.

$$M_{сух}=\frac{3{,}22\cdot(100\cdot 80{,}5)\cdot 0{,}466}{100}=0{,}29 \text{ т/сут}$$

Требуемая площадь вакуум-фильтров:

$$F_{вф}=\frac{M_{сух}\cdot 1000}{T_{вф}\cdot K} \qquad (1.65)$$

где $T_{вф}$ – время работы вакуум-фильтров в сутки, 16 ч;

K – коэффициент характеризующий нагрузку на 1 м2 поверхности вакуум фильтров, 24.

$$F_{вф}=\frac{0{,}29\cdot 1000}{16\cdot 24}=0{,}76 \text{ м}^2$$

Подобран вакуум-фильтр БОН1-1,0-1У с техническими характеристиками: площадь – 1 м^2, размер барабана 1000×370 мм, мощность – 1,1 кВт, габаритные размеры – 1800×1600×1700 мм, масса – 980 кг.

Обезвоженный осадок (кек) направляется для обезвреживания на иловые площадки, а фугат направляется в голову сооружений с помощью автоматической насосной станции Active J 92 M.

1.5.12 Иловые площадки

Количество осадка:

$$W_{ос}=\frac{Q_{сут}\cdot(C-m)\cdot 365}{10^6}, \text{ т/год} \qquad (1.66)$$

$$W_{ос^{в.в.}}=\frac{155{,}62\cdot(204-1{,}03)\cdot 365}{10^6}=11{,}94 \text{ т/год.}$$

Объем осадка с учетом обезвоживания:

$$V_{ос} = \frac{W \cdot 100}{(100 - P) \cdot \gamma} \qquad (1.67)$$

где P – влажность осадка после вакуум-фильтра, %;

γ – объемный вес осадка после вакуум-фильтра, т/м^3.

$$V_{ос} = \frac{11{,}94 \cdot 100}{(100 - 64{,}4) \cdot 0{,}424} = 79{,}1 \text{ м}^3/\text{год}$$

Площадь иловых площадок:

$$F = \frac{V_{ос}}{h \cdot 10^4} \cdot 1{,}5 \cdot 3 \qquad (1.69)$$

где h – глубина иловых площадок, м;

1,5 – коэффициент увеличения иловых площадок с учетом подъездных путей;

3 – коэффициент, учитывающий уплотнение осадка в течении трех лет.

$$F = \frac{79{,}1}{1 \cdot 10^4} \cdot 1{,}5 \cdot 3 = 0{,}035 га = 350 м^2$$

2. Бестраншейная прокладка трубопровода

Горизонтально направленное бурение (ГНБ) – технология, не требующая прокладывания траншей, и обеспечивающая альтернативную прокладку трубопроводов. Она имеет преимущества перед традиционным методом открытой разработки.

ГНБ может осуществляться с небольшими повреждениями поверхности, требует меньше рабочего пространства, осуществляется гораздо быстрее, чем традиционный метод прокладки трубопроводов, отличается высоким качеством и возможностью выполнения работ в местах, где традиционные методы не применимы. Немаловажным фактором остается и экологическая сторона применения подобных технологий.

2.1 Технология прокладки

ГНБ представляет собой сверление небольшого направляющего отверстия с использованием технологии слежения и управления сверлом с поверхности.

Сущность метода состоит в использовании специальных буровых машин, буров, штанг, которые осуществляют предварительное бурение по заранее рассчитанной траектории с последующим расширением скважины и протаскиванием в образующуюся полость трубопровод.

Направляющая скважина располагается от поверхности земли под углом 8-20, и достигнув необходимой глубины, переходит в горизонтальное положение.

Прокладка трубопроводов по технологии ГНБ осуществляется в два этапа:

– бурение пилотной скважины на заданной проектом территории.

– расширение скважины и протягивание трубопровода.

Бурение пилотной скважины – особо ответственный этап, от которого зависит конечный результат.

Осуществляется при помощи породоразрушающего инструмента – буровой головки со скосом в передней части и встроенным датчиком сигнала местонахождения буровой головки.

Буровая головка имеет отверстия для подачи специального бурового раствора, который закачивается в скважину и образует суспензию с размельченной породой.

Буровой раствор уменьшает трение, предохраняет скважину от обвалов, охлаждает породоразрущающий инструмент, разрушает породу и очищает скважину от ее обломков, вынося их на поверхность.

Строительство пилотной скважины завершается выходом буровой головки в заданной проектом точке.

2.2 Расширение скважины

Расширение скважины осуществляется после завершения пилотного бурения. При этом буровая головка отсоединяется от буровых штанг и вместонее присоединяется риммер-расширитель обратного действия. Приложением тягового усилия с одновременным вращением риммер протягивается через створ скважины и направлении буровой установки, расширяя пилотную скважину до необходимого для протаскивания трубопровода диаметра.

Для обеспечения беспрепятственного протягивания трубопровода через расширенную скважину ее диаметр должен на 25-30% превышать максимальный диаметр трубы.

2.3 Протягивание трубопровода

На противоположной от буровой установки стороне скважины располагается готовая плеть трубопровода. К переднему концу плети крепиться приспособление для протягивания труб с воспринимающим тяговое усилие вертлюгом и риммером. Вертлюг вращается с буровой нитью и риммером, и в тоже время не передает вращательные движения на трубопровод. Таким образом, буровая установка затягивает в скважину плеть протягиваемого трубопровода по проектной траектории.

Технология ГНБ уникальна тем, что она позволяет изменять при необходимости направления прокладки в любом направлении, огибая на своем пути возможные препятствия. Если почвы могут вызывать коррозию труб, то требуется защита. Надежной защитой является покрытие трубопровода полиэтиленовым рукавом. Он крепится поперечными нахлестами липкой ленты с расстоянием между собой около 60 см. Чтобы обезопасить полиэтилен в местах соединений, на оба конца соединения труб плотно наматывается пластиковая соединительная лента.

2.4 Методы монтажа ГНБ

Бестраншейная прокладка трубопроводов методом ГНБ выполняется двумя методами:

1) Картриджный метод. Включает в себя последовательное соединение труб во время прокладки и предпочтительней, когда прямой или изогнутый участок трубопровода ограничен. Данный метод прокладки требует значительно меньше места для прямых участков трубопровода, чем сборочный метод.

2) Метод линейной конструкции. Метод, представляет собой протягивание через направляющую скважину уже соединенного трубопровода. При использовании этого метода необходимо располагать достаточно большим пространством, которое позволило бы сначала расположить трубы над землей в непосредственной близости от направляющей скважины.

2.5 Производство работ по бестраншейной прокладке с применением технологии ГНБ

Подготовка строительства с применением технологии ГНБ выполняется в соответствии с положением пунктов 5.2.1; 5.2.2; 5.2.3; 5.2.4; 5.2.6.1 [34].
До начала процесса бурения выполняются следующие операции:

– проводится контроль исправности и работоспособности локальной системы;

– датчики бурильной головки выбираются в соответствии с проектной глубиной бурения и необходимой точностью прокладки трубопровода;

– разрабатываются проекты производства работ, технологические карты и инструкции по применению комплекта бурового оборудования;

– после завершения работ по прокладке трубопровода строительная площадка освобождается от временных сооружений и благоустраивается в соответствии с проектом.

Технология бестраншейной прокладки коммуникаций методом горизонтально-направленного бурения. Проектирование бестраншейной прокладки коммуникаций с применением ГНБ.

При проектировании участков бестраншейной прокладки коммуникаций методом ГНБ оборудование выбирается в зависимости от инженерногеологических условий данного участка и расчетного внутреннего диаметра проектируемого трубопровода.

Планово-высотные показатели участков бестраншейной прокладки коммуникаций назначаются исходя из положений общего проекта этих коммуникаций. Глубина заложения труб из ПНД диаметрами 100-300 мм лимитируется минимальным расстоянием от поверхности до свода скважины прокладываемого трубопровода в устойчивых грунтах не менее двух диаметров скважины, в неустойчивых грунтах-н не менее трех диаметров скважины.

Максимальная глубина заложения труб составляет 20 м. Расстояние между стартовой и приемной шахтами назначается до 300 м.
В продольном профиле положение участка бестраншейной прокладки по величине и направлению уклона не лимитируется и назначается по общему проекту.

Характеристики труб, используемых при бестраншейной прокладке трубопроводов, приведены в [35] и [36].

Последовательность прокладки трубопроводов из ПНД диаметрами 100-300 мм приведена выше.

При выполнении расчетов труб на прочность следует принимать давление вышележащего слоя грунта с учетом сводообразования, временную подвижную нагрузку, собственную массу труб и транспортируемой жидкости, давления транспортируемой жидкости, а также физико-механические характеристики грунтов в зоне трубопровода.

Стартовые и приемные шахты рекомендуется размещать в местах, свободных от застройки, от зеленых насаждений и подземных коммуникаций.

Стартовая шахта оборудуется грузоподъемными устройствами для доставки элементов трубопровода.

Глубина стартовой шахты назначается с учетом расстояния от оси трубопровода до днища шахты. Конструкция крепи стартовой шахты в проекте должна рассчитываться на восприятие горного и гидростатического давления. В случае недостаточной несущей способности грунта в проекте необходимо предусматривать специальные способы производства работ. На свободных территориях рекомендуется проектировать стартовый котлован прямоугольного очертания с целью возможного увеличения длины монтажных секций трубопровода. В стесненных условиях и при глубине шахты более 10 м, как правило, принимают круговое очертание с минимально возможными размерами.

В зависимости от инженерно-геологических изысканий и градостроительных условий, глубины заложения, применяемого оборудования, формы и размеров сечения шахт в проекте определяется способ их сооружения.

Допускаются различные способы сооружения стартовых и приемных шахт:

– опускной колодец, в том числе с использованием тиксотропной рубашки;

– стена в грунте;

– буросекущие сваи;

– забивное шпунтовое ограждение;

– забивная деревянная крепь с использованием инвентарных швеллерных колец и рамного крепления;

– котлованы с откосами с креплением торцевых стен.

2.6 Расчет бестраншейной прокладки методом ГНБ

Определяем вертикальное и боковое давление грунта на жесткую трубу из ПНД с наружным диаметром $D_н$ = 210 мм, укладываемую методом ГНБ на большой глубине в супеси. Объемный вес грунта 2,68 кг/см^3. Угол внутреннего трения φ = 20 град.

Расчетный пролет разгружающего свода:

$$B = Dн \cdot \left[1 + tan^2 \cdot \left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]$$

Высота разгружающего свода при коэффициенте прочности f = 0,6 по формуле

$$h_{св} = \frac{B}{2 \cdot f}$$

Расчетная сила вертикального давления на трубу с коэффициентом перегрузки n = 1,5.

$$J_B = n \cdot g_B \cdot D_H = n \cdot h_{CB} \cdot \gamma \cdot D_H = \frac{n \cdot \gamma \cdot D_H^2}{2 \cdot f \cdot \left[1 + tan \cdot \left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)\right]}$$

Расчетное боковое давление с коэффициентом перегрузки n2 = 0,8:

Величины JB для труб диаметрами 200 мм в грунтах Г-2 на глубине Н = 2,8 м составляют 17,3 кН/м.

Значения Q для труб диаметрами 100-300 мм и коэффициентов запаса прочности приведены в таблице 4.3-4.7. [36].

Соотношение Q и JB для труб диаметром 300 мм для глубины 2,8 м равно 17,3/3,4 = 5,08. Для труб диаметром 100-300 мм это соотношение лежит в пределах 1,5-3,3.

Таким образом, при прокладке труб из ПНД диаметром 100-300 мм методом ГНБ нагрузка от грунта на трубы в 2-5 раз меньше, чем при прокладке в траншее с обратной засыпкой.

Из таблицы 4.3-4.7 [36] видно, что коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку для труб диаметром 100-300 мм на глубине 2,8 м лежат в пределах 1,4-3,0.

Для грунта, представленного смесью супеси и кварцита, значения f = 0,6, φ = 20,

Расчетный пролет разгружающего свода определим по формуле (9.1)

B = 21,0·(1+0,49)= 31,29 см.

Высота разгружающего свода определим по формуле (9.2), $h_{св}$ = 26,08 *см.*

Расчет давления грунта для всех категорий грунта возможен при $h_{св}$ > 70. Допустимое внутреннее давление для труб диаметром 100-300 мм при нагрузках от грунта и транспорта при Н = 2,8 м и по [36] лежит в пределах 30,0-8,0МПа. Коэффициенты запаса прочности при такой нагрузке и при $P_{раб}$ = 1,6 МПа лежат в пределах 17,3-5,0.

При укладке труб методом ГНБ коэффициенты запаса прочности возрастут как минимум в 3-4 раза.

Эти расчеты показали, что давление грунта на трубу, уложенную методом ГНБ намного меньше, чем на трубу, уложенную в траншее или насыпи.

Следует отметить, что полученные расчетные данные для труб диаметрами 100-300 мм справедливы также для труб диаметрами 1000 мм и выше.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АПАВ – анионоактивное поверхностно-активное вещество;
БПК – биологическое потребление кислорода;
ГНБ – горизонтальное направленное бурение;
ЗСО – зоны санитарной охраны;
КОЕ – колонии-образующие единицы;
МРОТ – минимальный размер оплаты труда;
НПАВ – неионоактивное поверхностно-активное вещество;
ПАВ – поверхностно-активное вещество;
ПДС – предельно допустимый сброс;
ПДК – предельно-допустимая концентрация;
ПНД – полиэтилен низкого давления;
ХПК – химическое потребление кислорода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы реконструкции инженерных сетей автономно расположенного спортивно-оздоровительного лагеря с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.

Детский лагерь находится в Красноярском крае. Лагерь работает в 3 смены по 21 дню. В нём отдыхают дети возрастом 6-15 лет, общим числом до 300 человек.

На территории лагеря расположены 4 двухэтажных жилых корпуса, административный корпус, столовая и бассейн открытого типа.

В первом разделе «Инженерные сети спортивно-оздоровительного лагеря»:

– определено расчетное водопотребление и водоотведение (соответственно 146,5 м^3/сут и 155,6 м^3/сут);

– выполнена трассировка водопроводных и водоотводящих сетей для каждого объекта водопотребления;

– рассчитаны конструктивные элементы и приняты основные технические характеристики водозаборной скважины;

– приведены расчёты технологических параметров схем водоподготовки и очистки сточных вод;

– рассчитана системы бассейна (определение величины циркуляционного расхода, параметры напорного фильтра, выбор насосного оборудования, расчет теплообменника).

Во втором разделе «Бестраншейная прокладка трубопровода»:

– разработаны схемы и выполнен расчёт бестраншейной прокладки водопроводной сети методом горизонтально направленного бурения;

– определены объемы земляных работ, выполняемых механизированным и ручным способами;

– на основании исходных и рассчитанных параметров сделан предварительный выбор комплекта необходимых машин, механизмов и оборудования;

– составлен календарный план производства работ.

Все расчёты, представленные в выпускной квалификационной работе, выполнены с учётом действующих нормативных документов и справочной литературы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 128 с.

2 СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 13.06.2012. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 120 с.

3 СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 91 с.

4 СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 65 с.

5 СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

6 СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности.

7 СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности.

8 СП 31-113-2004 Бассейны для плавания.

9 Репин, Б.Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: справочник / Б.Н. Репин. – Москва: Высш. шк., 1995. – 431 с.

10 Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. Москва: Стройиздат, 1984. – 116 с.

11 Абрамов, Н.Н. Водоснабжение / Н.Н. Абрамов. – Москва: Стройиздат, 1974. – 480 с.

12 Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Водозаборные сооружения: в 3 т. / М.Г Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда: ВоГТУ, 2001. – Т 1. – 209 с.

13 Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов / Л.А. Кульский [и др.]. – Киев: Будвельник, 1972. – 424 с.

10 Москвитин, Б.А. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / А.С. Москвитин, Б.А. Москвитин, Г.М. Мирончик. – Москва: Стройиздат, 1984. – 192 с.

11 Кожинов, В.Ф. Очистка питьевой и технической воды / В.Ф. Кожинов. – Москва: Стройиздат, 1971. – 304 с.

12 Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Очистка и кондиционирование природных вод: в 3 т. / М.Г Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда: ВоГТУ, 2001. – Т 2. – 324 с.

13 Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Системы распределения и подачи воды: в 3 т. / М.Г Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда: ВоГТУ, 2001. – Т 1. – 188 с.

14 СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – Взамен СанПиН 4630-88: введ. 22.06.2000. – Москва: Минздрав России, 2000. – 45 с.

15 ГН 2.1.5.1315−03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Взамен ГН 2.1.5.689-98 : введ. 27.04.2003. – Москва : Минздрав России, 2003. – 152 с.

16 ГОСТ 2761-84* Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. – Взамен ГОСТ 17.1.3.03-77 : введ. 27.11.1984. – Москва: Минздрав СССР, 1984. – 12 с.

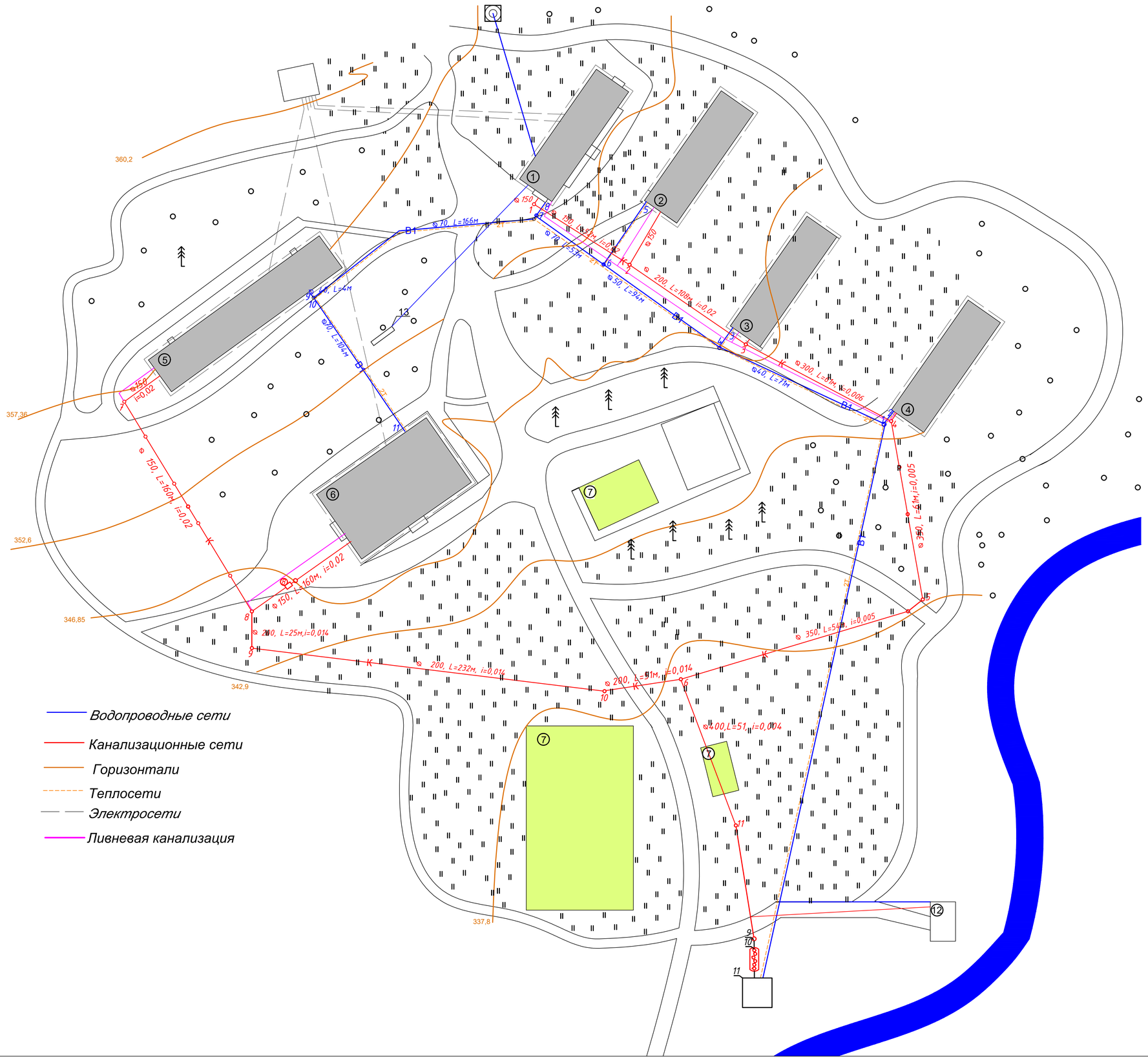
17 СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Взамен СанПиН 2.1.4.559-96 : введ. 26.09.2001. – Москва: Минздрав России, 2001. – 54 с.

18 Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации : справочник монтажника / А.А. Александров [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1988. – 576 с.

19 ТСН 40-303-2003 Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микротоннелепроходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования: введ. 03.08.2004. – Москва: Госстрой России, 2004. – 65 с.

20 СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – Взамен СанПиН 2.1.4.027-95: введ. 26.02.2002. – Москва: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ, 2002. – 14 с.

Генплан детского оздоровительного лагеря М1:1000

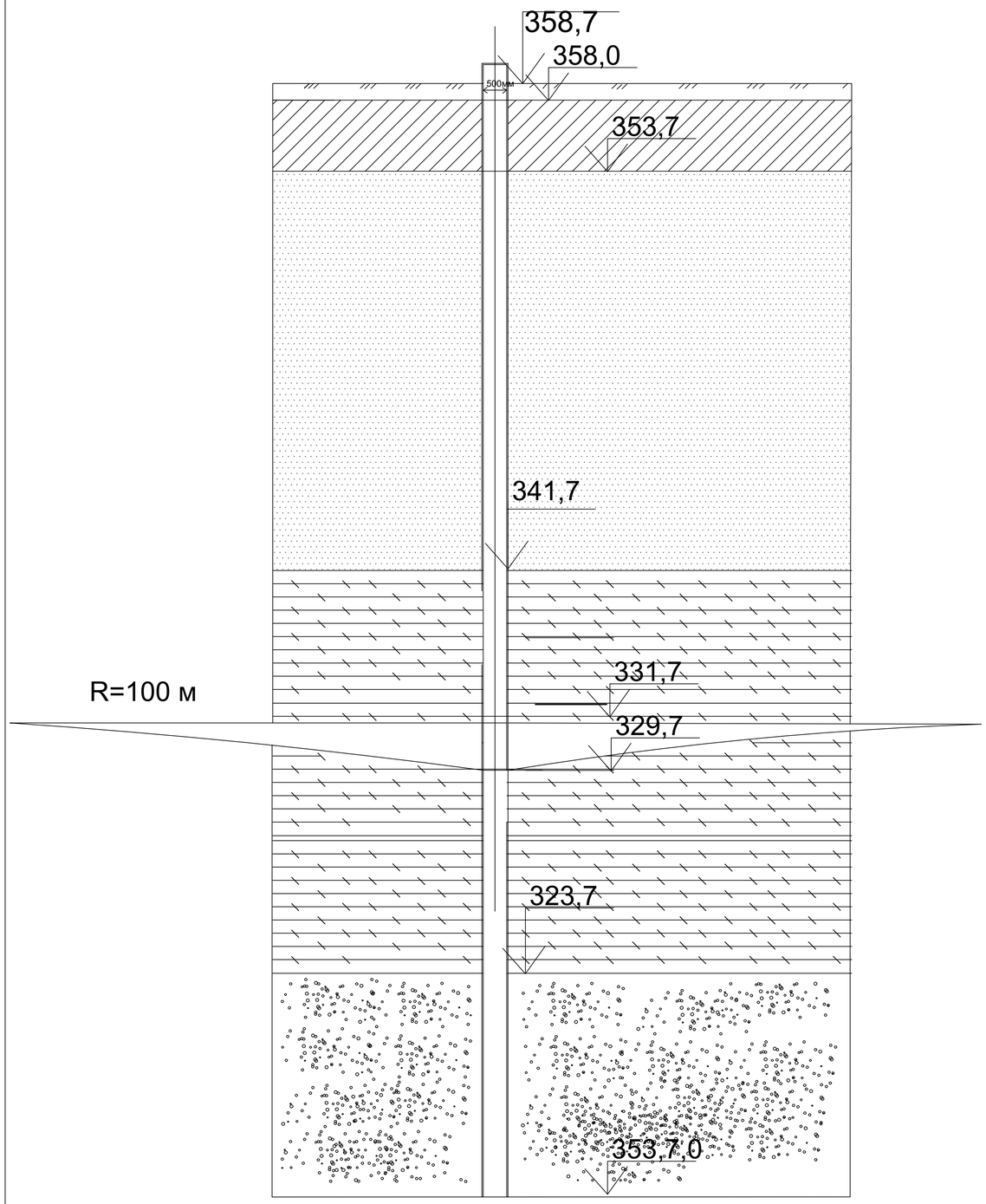


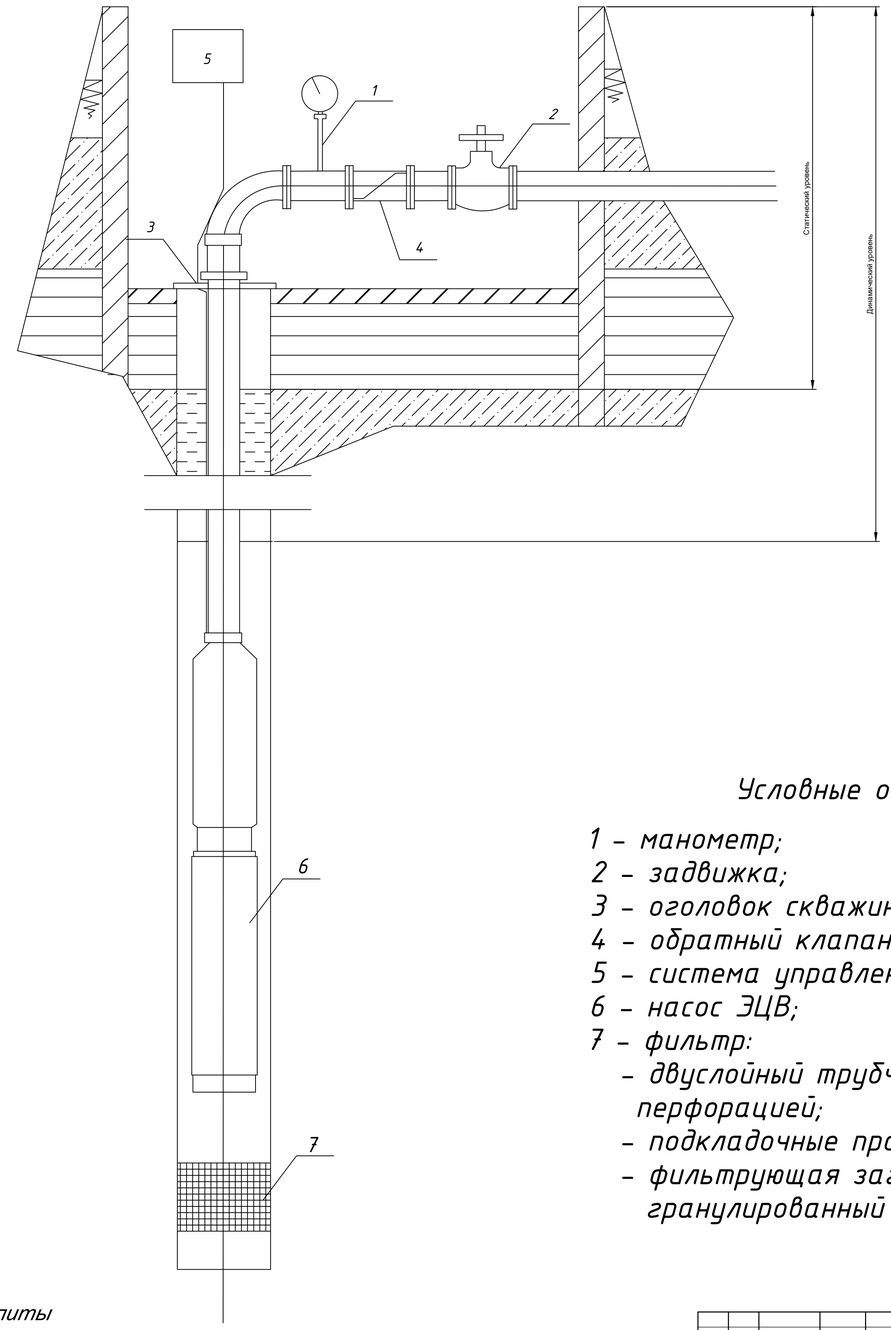
Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Жилой корпус № 1	
2	Жилой корпус № 2	
3	Жилой корпус № 3	
4	Жилой корпус № 4	
5	Административный корпус	
6	Столовая	
7	Спортивная площадка	
8	Жироуловитель	
9	Разделительная камера	
10	Блок глубокой доочистки	
11	Здание очистных сооружений	
12	Бассейн	
13	Емкость накопительная	

					БР 08.03.01.00.06-2017		
Изм	Лист	№докум	Подп.	Дата	СФУ ИСИ	Лит. / Масса / Масштаб	
Разраб.		Павлов А.Е.					
Пров.		Приймак Л.В.				Лист 1	Листов 7
Н. контр.		Приймак Л.В.			Генплан детского оздоровительного лагеря М1:1000	Кафедра ИСЗиС	
Зав.каф.		Сакаш Г.В.					

Аппаратурное оформление устья скважины





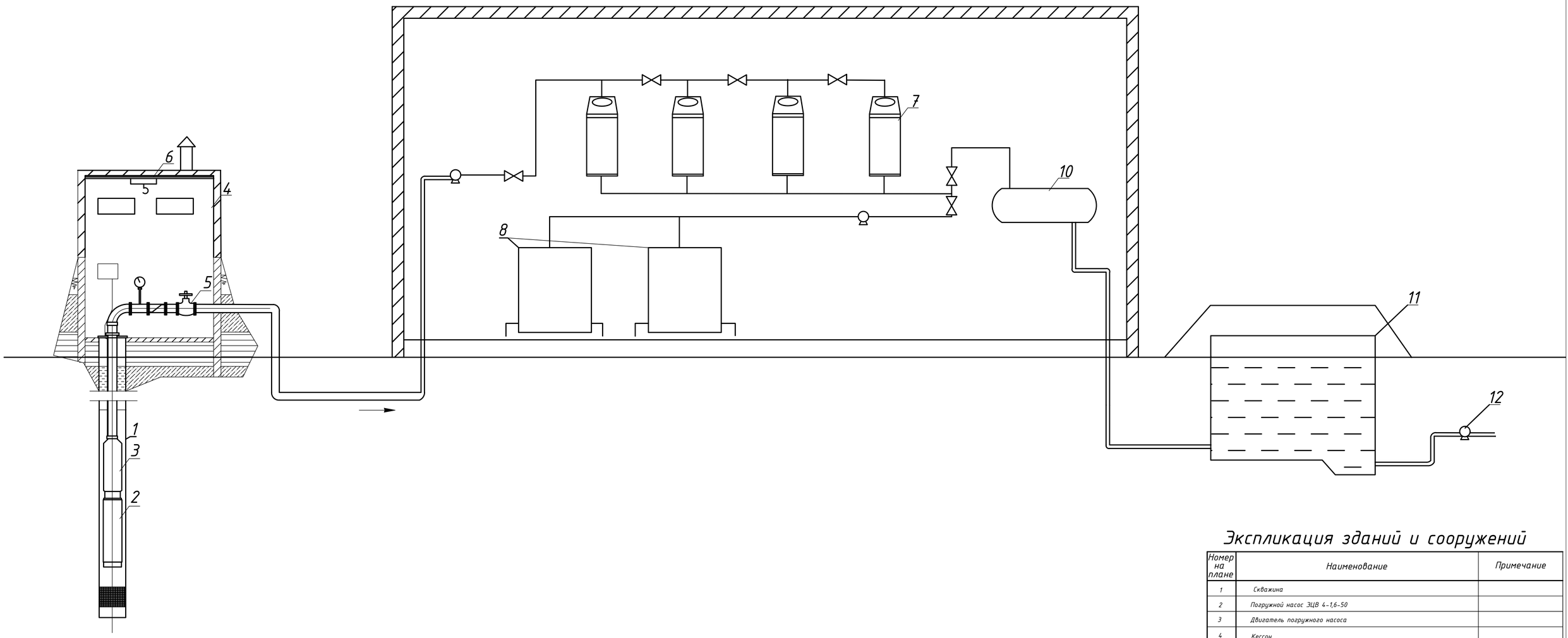
- Гравелистый грунт
- Суглинки
- Аргиллиты
- Песчаник
- Почвенно- растительный слой

Условные обозначения

1 – манометр;
2 – задвижка;
3 – оголовок скважины;
4 – обратный клапан;
5 – система управления;
6 – насос ЭЦВ;
7 – фильтр:
- двуслойный трубчатый каркас с щелевой перфорацией;
- подкладочные продольные стержни;
- фильтрующая загрузка МЖФ гранулированный с размером гранул 1,6 мм.

					БР 08.03.01.00.06–2017			
Изм	Лист	№докум	Подп.	Дата	СФУ ИСИ	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Павлов А.Е.				Лист 2	Листов 6	
Пров.		Приймак Л.В.						
Н. контр.		Приймак Л.В.			Геолого-технический разрез скважины. Аппаратурное оформление устья скважины	Кафедра ИСЗиС		
Зав.каф.		Сакаш Г.В.						

Технологическая схема водоподготовки

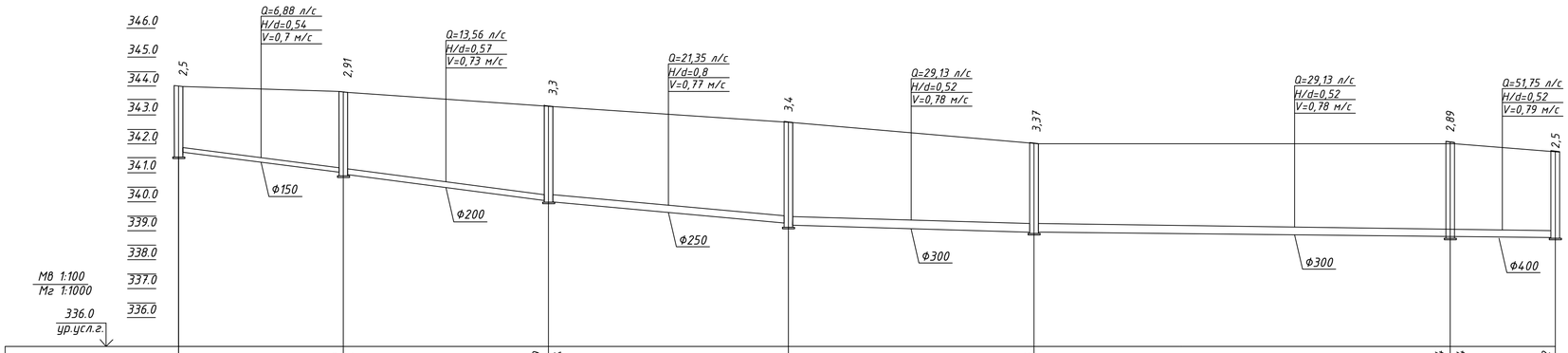


Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Скважина	
2	Погружной насос ЭЦВ 4-1,6-50	
3	Двигатель погружного насоса	
4	Кессон	
5	Водорегулирующая и запорная арматура	
6	Грузоподъемное оборудование	
7	Рефайнеры EcoWater ERR3002 R30	
8	Баки с регулирующим раствором	
9	Насос для регулирующего раствора	
10	Лазурь М-30	
11	Резервуар чистой воды	
12	Насосная станция второго подъема	

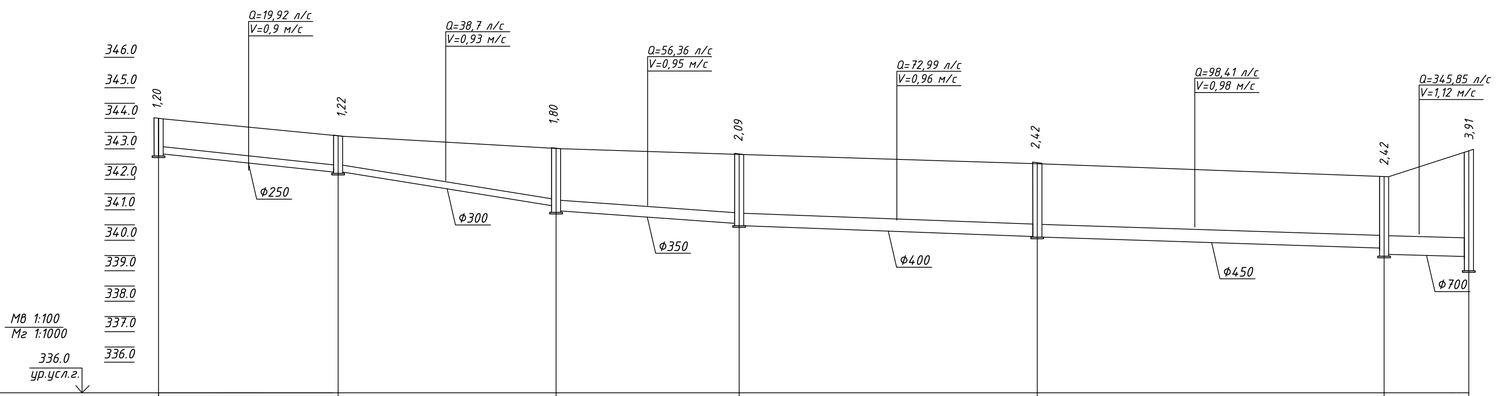
					БР 08.03.01.00.06-2017			
Изм	Лист	№докум	Подп.	Дата	СФУ ИСИ	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Павлов А.Е.						
Пров.		Приймак Л.В.				Лист 3	Листов 6	
Н. контр.		Приймак Л.В.			Технологическая схема водоподготовки	Кафедра ИСЗиС		
Зав.каф.		Сакаш Г.В.						

Продольный профиль канализации К1



Отметка низа или лотка трубы	341,45	340,99	340,94	340,59	340,54	340,12	340,26	339,96	339,84	339,34	337,82
Проектная отметка земли	343,95	343,90	343,89	343,71	343,21	341,84	341,69
Натуральная отметка земли	343,95	343,90	343,89	343,71	343,21	341,84	341,69
Обозначение трубы и тип изоляции	Трубопровод из полиэтиленовых гофрированных труб с двухслойной стенкой "Прагма РосПайп" тип B PP-B U DN/OD200 SN10										
Основание	Естественное										
Уклон, ‰ / Длина	57,44	0,008	125,01	0,005	229,6	144,06	0,004	36,00	0,003
Расстояние	57,44	71,54	83,47	85,54	144,06	36,00
Номер колодца,точки, угол поворота	КК1-1	КК1-2	КК1-3	КК1-4	КК1-5	КК1-11	ЛОС

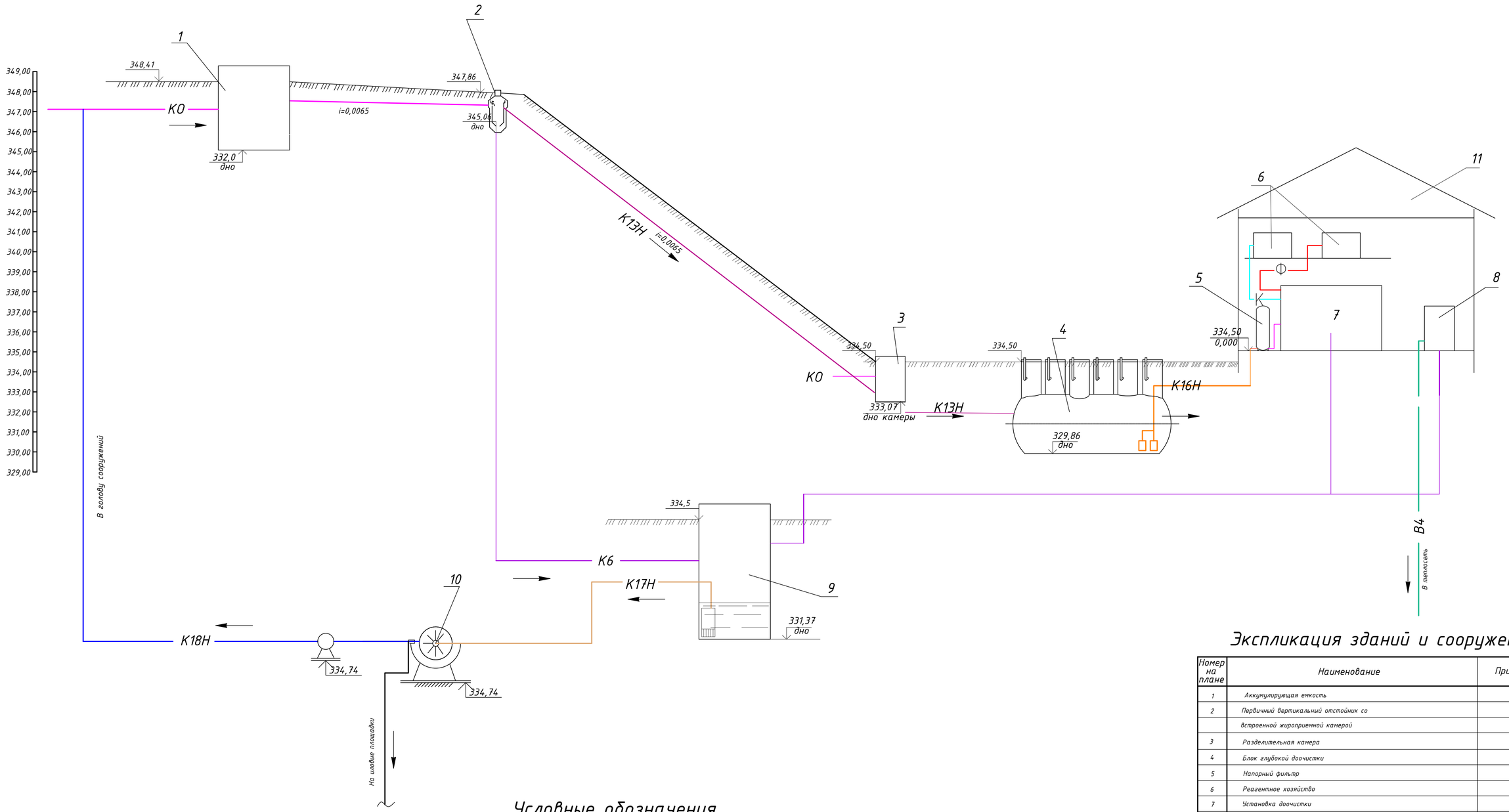
Продольный профиль канализации К2



Отметка низа или лотка трубы	342,68	342,21	342,16	341,80	341,75	341,57	341,52	340,84	340,79	339,84	339,34	338,90
Проектная отметка земли	343,88	343,43	343,60	343,94	343,21	341,20	342,81
Натуральная отметка земли	343,88	343,43	343,60	343,94	343,21	341,20	342,81
Обозначение трубы и тип изоляции	Трубопровод из полиэтиленовых гофрированных труб с двухслойной стенкой "Прагма РосПайп" тип B PP-B U DN/OD200 SN10											
Основание	Естественное											
Уклон, ‰ / Длина	58,89	0,008	71,49	0,005	60,06	0,003	97,79	0,025	113,75	0,002	27,9	0,019
Расстояние	57,44	71,54	83,47	85,54	144,06
Номер колодца,точки, угол поворота	КК2-1	КК2-2	КК2-3	КК2-4	КК2-5	КК2-11

						БР 08.03.01.00.06-2017	
Изм	Лист	№докум	Подп.	Дата	СФУ ИСИ	Лит. / Масса / Масштаб	
Разраб.		Павлов А.Е.					
Пров.		Приймак Л.В.				Лист 4	Листов 6
Н. контр.		Приймак Л.В.			Продольный профиль канализации К1 Продольный профиль канализации К2	Кафедра ИСЗиС	
Зав.каф.		Сакаш Г.В.					

Схема очистки сточных вод



Условные обозначения

- КО – трубопровод производственно-бытовых стоков;
- К13Н – напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- К16Н – напорный трубопровод сточных вод после глубокой очистки;
- В4 – падающий водопровод производственной оборотной воды;
- К6 – трубопровод осадка;
- Ф – трубопровод флокулянта;
- К – трубопровод коагулянта

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Аккумулирующая емкость	
2	Первичный вертикальный отстойник со	
	встроенной жироприемной камерой	
3	Разделительная камера	
4	Блок глубокой доочистки	
5	Напорный фильтр	
6	Реагентное хозяйство	
7	Установка доочистки	
8	Установка Лазурь М-5К	
9	Шламонакопитель	
10	Вакуум-фильтр	
11	Здание очистных сооружений	

					БР 08.03.01.00.06-2017			
Изм	Лист	№докум	Подп.	Дата	СФУ ИСИ	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Павлов А.Е.						
Пров.		Приймак Л.В.				Лист 5	Листов 6	
Н. контр.		Приймак Л.В.			Схема очистки сточных вод	Кафедра ИСЗиС		
Зав.каф.		Сакаш Г.В.						

Календарный план производства работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Затраты труда		Принятый состав звена	Число рабочих	Число смен	Продолжительность процесса, дни	График работы			
				рабочих, чел.-ч	машин, маш.-ч					Рабочие дни			
										1	2	3	4
1	Отрывка вручную приямков и углублений	мі	8,06	3,42	–	Трубоукладчик 3 разряд - 2	2	3	1				
2	Добор не мерзлого грунта вручную при выкидке грунта на одну сторону котлована	мі	0,3	7,81	–	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	1				
3	Крепление торцевых стенок котлована	мl	17,28	5,76	–	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 2	3	3	2				
4	Устройство деревянной упорной стенки	1 упор	2	12,5	–	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	1				
5	Подача и монтаж строительного оборудования	1 установка	2	15,46	0,23	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 машинист 5 разряд - 1	3	3	1				
6	Подача и укладка звеньев труб на направляющие	м	14,5	10,64	0,52	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	3				
7	Прокладка трубы диаметром 200 мм домкратом	м	14,5	7,2	–	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	2				
8	Сварка стыков звеньев труб	1 стык	2	12,5	–	Сварщик 5 разряд - 1	1	3	1				
9	Демонтаж строительного оборудования и поднятие на поверхность	1 установка	2	9,5	0,23	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 машинист 5 разряд - 1	3	3	1				
10	Разборка креплений котлованов	мl	17,28	4,32	–	Трубоукладчик 5 разряд - 2 4 разряд - 1	3	3	1				

Технические характеристики

1	Длина/Ширина/Высота	3090/1020/ 1400
2	Вес сухой (со штангами)	5350 кг
3	Модель двигателя	Д-243-202Н
4	Мощность	59,6 кВт
5	Топливный бак	110 л
6	Масляный бак	165 л

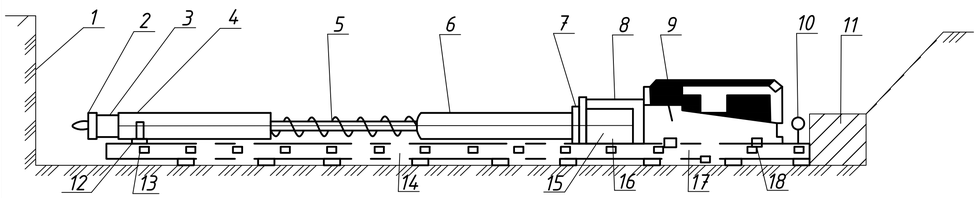
Рабочие характеристики

1	Максимальный крутящий момент	2600 нм
2	Скорость вращения	0-100 об/мин
3	Сила подачи/Сила протяжки	7,5/12,5 т
4	Подача воды	160 л/мин
5	Давление воды	60бар

Параметры бурения

1	Рабочая длина буровых штанг	1,0 м
2	Диаметр	64 мм
3	Резьба на штангах	Правая по ТУ
4	Диаметр пилотного бурения	90 мм
5	Максимальное расширение	560мм
6	Максимальная длина бурения	200 м

Схема установки для горизонтального бурения



Протягивание трубопровода через буровой канал на буровую установку

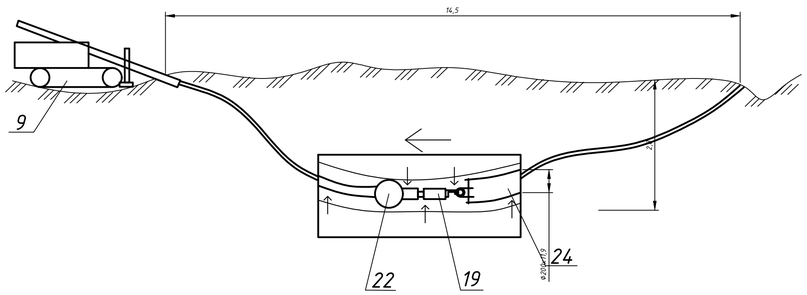
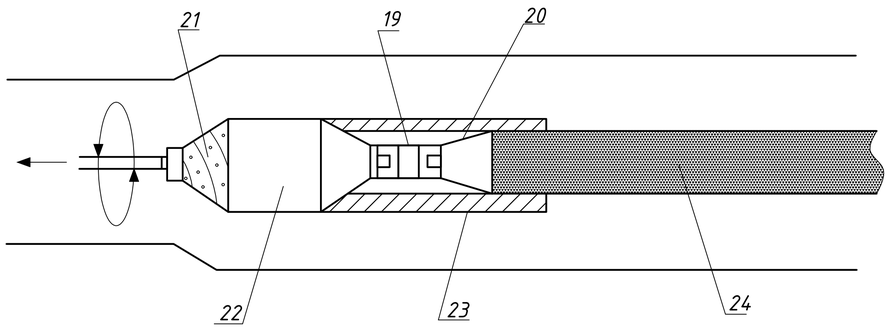


Схема протаскивания трубопровода в буровой канал с расширителем



Условные обозначения

1 - Стена карьера;
2 - Буровая головка;
3 - Отклоняющая головка;
4 - Отклоняющий шарнир;
5 - Шнек;
6 - Обсадная труба;
7 - Переходник толкателя обсадной трубы;
8 - Толкатель обсадной трубы;
9 - Буровая установка;
10 - Силовой блок (гидравлические замки и гидроцилиндры);
11 - Ограничитель обратного хода;
12 - Главная опора;
13 - Переходник опоры;
14 - Удлинитель направляющей;
15 - Зажимной патрон шпинделя;
16 - Лопастной шнек для отвода породы;
17 - Главная направляющая;
18 - Ролики с крюками;
19 - Вертлог;
20 - Распорный ниппель;
21 - Отверстия для подачи буровой смеси;
22 - Расширитель;
23 - Защитная гильза;
24 - Полиэтиленовая труба.

Спецификация

Позиция	Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, шт	Примечание
1	Установка горизонтального бурения УГНБ-3М4		1	
2	Пилот буровой со сменным ножом		1	
3	Расширитель Ф250 мм		1	
4	Вертлог протяжки 10 т		1	
5	Захват для пластиковой трубы Ф110 мм		1	
6	Паук цепной на три ветви		1	
7	Строп цепной		1	
8	Скоба соединительная Ф35 мм		1	
9	Серьга с наружной резьбой		1	
10	Серьга с внутренней резьбой		1	

Изм	Лист	№докум	Подп.	Дата	БР 08.03.01.00.06-2017		
Разраб.		Павлов А.Е.			СФУ ИСИ	Лит. / Масса / Масштаб	
Пров.		Приймак Л.В.				Лист 6	Листов 6
Н. контр.		Приймак Л.В.			Календарный план производства работ. Схемы производства работ по бестраншейной прокладки трубопровода	Кафедра ИСЗиС	
Зав.каф.		Сакаш Г.В.					