

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

ИНЖЕНЕРНО – СТРОИТЕЛЬНЫЙ
институт
ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



Г.В. Сакаш

подпись

инициалы, фамилия

« 20 »

06 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.06 «Водоснабжение и водоотведение»

код – наименование направления

Водоснабжение поселка численностью 2000 человек

тема

Руководитель



подпись, дата

доцент, канд.тех.наук

Т.Я. Пазенко

Выпускник



подпись, дата

А.Г Свентский

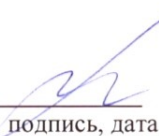
Консультант



подпись, дата

Г.В. Сакаш

Норма контроль



подпись, дата

Т.Я. Пазенко

Красноярск 2016

ВВЕДЕНИЕ

Водоснабжение является важнейшим аспектом современной жизни человека. Потребность обеспечения качественной питьевой водой потребителей при условии осуществления наибольшего удобства пользования водой, при минимальной стоимости, лучшей простоте и хорошей надёжности пользования системой водоснабжения. В наше время правительство РФ поставило условие создания сельских населённых пунктов с высоким уровнем коммунально-бытовых услуг, что позволит привлечь кадры в сельские поселения. Поднять сельскохозяйственное производство, обеспечить продовольственное снабжение страны, а так же повысить её экономическую устойчивость. На сегодняшний день централизованное водоснабжение населённых пунктов сельской местности одно из ключевых составляющих решения поставленной задачи. В социокультурном развитии поселковые и сельские поселения отстают от города так как отсутствуют благоустроенное жильё, коммунальные услуги, и зачастую - плохое медицинское обслуживание. Наиболее важным фактором, считаю - обеспечение выполнения комплексной программы развития агропромышленного хозяйства нашей страны, так же способствующие сближению культурно-бытовых аспектов жизни города и деревни является налаживание системы постоянного водоснабжения сельских населённых пунктов, деревенских поселений, животноводческих ферм. Для этого необходимо обеспечить: гарантированно-постоянное обеспечение населения поселков и сел водой надлежащего качества в необходимом количестве для питьевых и хозяйственных целей, как в жилом массиве, так и при выполнении сельскохозяйственных работ на полях; водопой крупнорогатого скота на фермах и пастбищах, в нужном количестве и приемливого качества; автоматизация доставки и разбора воды; резервирование противопожарных запасов. Решать такие вопросы нужно путём строительства новых и более эффективных существующих сельскохозяйственных систем водоснабжения.

Забор воды для водоснабжения рассчитываем из подземных водоисточников. Подземные воды практически не подвержены влиянию негативных факторов.

1. Основная часть

1.1 Определение расходов воды

Место положения поселка Кемеровская область. Расположен он в 5 км севернее г. Новокузнецка. С г. Новокузнецк поселок связан автомагистралью. В поселке отсутствует система железнодорожного сообщения, ближайшая ж/д станция находится в г. Новокузнецке, осуществляющая товарные операции и погрузочно-разгрузочные работы.

Существующий жилой фонд поселка представлен в виде двух- и трехэтажных строений. В поселке имеется своя инфраструктура: общеобразовательная школа, детсад, стадион, магазины, клуб, баня. Количество постоянно проживающих жителей в поселке не превышает 2000 человек.

В поселке так же имеется молокоприемный пункт, гостиница на 20 мест и местный здравпункт на 40 посещений. В жилых домах поселка проведен внутренний водопровод, канализация, а так же централизованное горячее водоснабжение.

Территория расположения поселок находится в зоне умеренно-континентального климата с холодной зимой и сравнительно нежарким летом. Среднегодовая температура воздуха не превышает 6,2 °С. Самым холодный месяцем является Январь со средней температурой -39 °С, а самый тёплый месяц – Июль со средней температурой +25 °С. Годовые колебания температур составляют около 20 °С. Среднегодовое количество осадков, в среднем, составляет около 705мм.

Местность проектируемого объекта характеризуется равнинным рельефом местности. Глубина промерзания грунта данной местности не более 2,1м. Глубина залегания грунтовых вод составляет 1,8м от поверхности земли.

Вода насосной станции, при помощи водоводов, подаётся к водонапорной башне и далее в разводящую водонапорную сеть посёлка. От башни в во-

допроводную сеть поступает такое количество воды, которое покрывает всю потребность жителей поселка. Таким образом, регулировку подачи воды насосной станции осуществляет напорная башня.

Наполнение бака водонапорной башни происходит в часы малого водоразбора, когда насосная станция подаёт воду в избытке. Расход объема воды, накопленного в баке происходит в часы максимального водопотребления. НС подаёт воду без высоких расходов, по равномерному графику. Благодаря этому, не требуется большая мощность насосной станции, уменьшается диаметр водовода. Данные сооружения работают с более равномерной нагрузкой, что увеличивает коэффициент их использования и повышает экономические показатели.

Ствол башни представлен в виде цилиндра, состоящего из сборных ребристых колец, наружным диаметром 3,0 м, высотой 15 м, массой 3,8 т.

В процессе эксплуатации прочность обеспечивают в преднапряжённых затяжках внутри ствола, установленных непосредственно после сборки колец. Фундамент выполнен из монолитного железобетона марки М 200 в виде восьмигранной плиты. Цоколь башни выполнен из монолитного железобетона. Цоколь оборудован дверным проёмом размером $0,76 \times 2,08$ м.

Перекрытие подземной части ствола выполняется из монолитной железобетонной плиты. Лестницы представляют собой металлические конструкции, опёртые на болтах к железобетонным площадкам через каждые 4 м по высоте. Вместимость цилиндрического бака – 50 м^3 .

Оборудование башни состоит из напорно-разводящей, переливной и сливной труб. Напорно-разводящий стояк принят $d = 150$ мм, конструктивно в целях предупреждения образования ледяной пробки в холодное время года. Сливная и переливная трубы объединяются в одну трубу, в подземной части башни и выводится за пределы башни.

Для проектирования системы водоснабжения и последующей её эксплуатации необходимы следующие данные: количество потребляемой воды; режим её потребления.

Объём водопотребления зависит от числа потребителей. Расчётное число водопотребителей населённого пункта устанавливается с учётом перспективы развития данного населенного пункта на 10 –15 лет. Данные о планируемом развитии региона, а так же числе и составе водопотребителей получают непосредственно в администрациях и являются статистическими.

Потребителями воды в населенных пунктах являются: промышленные предприятия; население, применительно для индивидуальных нужд, коммунально-бытовые учреждения, сельское хозяйство.

Водоснабжение будет обеспечиваться внутренним водопроводом, централизованным горячим водоснабжением и канализацией.

Норма водопотребления населением составит 220 л/сут·чел. Расход воды на полив зеленных насаждений – 50 л/сут·чел.

Среднесуточный расход в поселке рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{ср.сут.}} = \frac{q \cdot N}{1000}; \text{ м}^3/\text{сут.} \dots \dots \dots (1)$$

Где q – среднесуточная норма водопотребления, л/сут;

N – количество жителей и водопотребителей, чел.

Для надежной и бесперебойной работы системы водоснабжения её рассчитывается по максимальному суточному расходу:

$$Q_{\text{макс сут}} = K_{\text{сут}} \cdot Q_{\text{срсут}}; \text{ м}^3/\text{сут.} \dots \dots \dots (2)$$

где $K_{\text{сут}}$ – коэффициент суточной неравномерности, для посёлков 1,3.

Среднечасовой расход в сутки максимального потребления воды определяется по формуле

$$Q_{\text{срчас}} = \frac{Q_{\text{макс сут}}}{24}; \text{ м}^3/\text{ч} \dots \dots \dots (3)$$

Среднечасовой расход воды используют для расчёта сооружений, обеспечивающих равномерную подающих воду в течении суток.

Сооружения систем водоснабжения, подающих воду неравномерно в течение суточного промежутка времени, рассчитывают с учётом колебаний часовых расходов:

$$Q_{\text{max.сут.}} = K_{\text{ч}} \cdot Q_{\text{ср.ч.}}; \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4)$$

где $K_{\text{ч}}$ – коэффициент часовой неравномерности, для жилой зоны 2

Поскольку, условно считается, что в течение часа расход остаётся постоянным, то расчёт секундного расхода в час максимального водопотребления:

$$q_{\text{max.с.}} = \frac{Q_{\text{max.час.}} \cdot 1000}{3600}; \text{ л/с} \quad (5)$$

Необходимое количество воды на хозяйственно-питьевое водоснабжение поселка, а так же производственного сектора и его благоустройства представлено в таблице 1.

Таблица 1 –Суточные и часовые расходы воды

Наименование	Ед. из.	Кол-во	Норма водопо- треб- ления	$q_{\text{ср.сут.}}$ $\text{м}^3/\text{сут}$	$K_{\text{сут}}$	$Q_{\text{maxсут.}}$ $\text{м}^3/\text{сут}$	$Q_{\text{ср.ч}}$ $\text{м}^3/\text{час}$	$K_{\text{час}}$	$Q_{\text{max.час}}$ $\text{м}^3/\text{час}$	$q_{\text{max.с}}$ л/с
Жилищно–коммунальный сектор										
Население про- живаюающее в зданиях оборудо- ванных внут- ренним водо- проводом	Чел.	1800	220	396	1,3	514,8	21,45	2	42,9	11,92
Магазин	1 раб.место	10	250	2,5	1,3	3,25	0,14	2	0,27	0,075
Администра- тивное здание	1 раб.место	25	20	0,5	1,3	0,65	0,027	2	0,054	0,015
Баня	1 посетит.	60	180	10,8	1,3	14,04	0,585	2	1,17	0,325
Школа	1 ученик	384	40	15,36	1,3	19,968	0,832	2	1,66	0,462
Детский сад	1 ребенок	140	150	21	1,3	27,3	1,138	2	2,28	0,632
Клуб	1 место	150	10	1,5	1,3	1,95	0,081	2	0,16	0,045
Мед. пункт	1 больной	40	15	0,6	1,3	0,78	0,033	2	0,065	0,018
Гостиница	1житель	20	230	4,6	1,3	5,98	0,249	2	0,498	0,138
Полив зеленых насаждений	1житель	1800	50	90	-	11,25	0,469	-	3,13	0,869
Итого	-	-	-	542,86	-	599,97	25	-	52,19	14,5

Производственный сектор										
Молокоприемный пункт с сепараторным отделением	т/год	20000	2	109	-	109	4,56	-	4,56	1,27

На территории поселка расположен молокоприемный пункт, где происходит приемка молока от производителей, где оно охлаждается усредняется, сепарируется и направляется для переработки на заводы.

Сепараторные отделения применяются для приемки молока и частичного его сепарирования. Полученные сливки охлаждают и отправляют на заводы для дальнейшей переработки. При этом, полученное обезжиренное молоко пастеризуют и охлаждают, часть его возвращается поставщикам для выпойки телят, а часть перерабатывается на обезжиренный творог и белок - казеин.

На предприятиях молочной промышленности 90 % общего объема водопотребления расходуется на производственные нужды: на охлаждение молока и молочных продуктов, мытье сыров, восстановление сухого молока; промывку технологического оборудования; мытье тары, включая автомобильные цистерны, для котельных и холодильных установок.

Система водоснабжения в основных производственных и вспомогательных цехах обработки и переработки молока относится к прямоточной с повторным использованием отработанной воды.

Оборотная вода используется в холодильных установках, компрессорных, пластинчатых теплообменниках и вакуум-выпарных установках.

Отработанная вода от охлаждения молочных продуктов (нагретая) в аппаратах повторно используется для горячего водоснабжения, как носитель тепла для питания котлов, наружное мытье автомобильных цистерн, после охлаждения применяется для полива территории и т.д.

Для проектирования водопроводных сооружений необходимо знать распределение расходов воды по часам суток.

Невозможно определить точно, в какие часы суток и какой из водопотребителей израсходовал то или иное количество воды, поэтому проектируют общий суточный график расхода воды всего населенного пункта в целом. Распре-

деление расходов воды по часам суток на хозяйственно-питьевые нужды поселка представлены в таблице 2.

Таблица 2 –Распределение расходов воды по часам суток

Часы суток	Расход воды в населенном пункте		Расход воды на нужды местной промышленности	Расход воды на молоко-приемном пункте, м ³ /ч			Полив зеленых насаждений	Всего	
	в % от общего расхода	в м ³ /ч от общего расхода	м ³ /ч	На технологические нужды	Хозяйственно-питьевые нужды	Душевые нужды рабочих	м ³ /ч	м ³ /ч	%
0-1	0,75	3,86	9,29	4,56		1,25	11,25	30,21	3,2
1-2	0,75	3,71	9,29	4,56	0,107		11,25	28,91	3,1
2-3	1	5,15	9,29	4,56	0,107		11,25	30,36	3,2
3-4	1	5,15	9,29	4,56	0,107		11,25	30,36	3,2
4-5	3	15,44	9,29	4,56	0,107		11,25	40,65	4,3
5-6	5,5	28,31	9,29	4,56	0,107			42,27	4,5
6-7	5,5	28,31	9,29	4,56	0,107			42,27	4,5
7-8	5,5	28,31	9,29	4,56	0,107			42,27	4,5
8-9	3,5	18,02	9,29	4,56		1,25		33,12	3,5
9-10	3,5	18,02	9,29	4,56	0,285			32,15	3,4
10-11	6	30,89	9,29	4,56	0,285			45,02	4,8
11-12	8,5	43,76	9,29	4,56	0,285			57,89	6,1
12-13	8,5	43,76	9,29	4,56	0,285			57,89	6,1
13-14	6	30,89	9,29	4,56	0,285			45,02	4,8
14-15	5	25,74	9,29	4,56	0,285			39,88	4,2
15-16	5	25,74	9,29	4,56	0,285			39,88	4,2
16-17	3,5	18,02	9,29	4,56		3,13		35,00	3,7
17-18	3,5	18,02	9,29	4,56	0,107			31,98	3,4
18-19	6	30,89	9,29	4,56	0,107			44,85	4,7
19-20	6	30,89	9,29	4,56	0,107			44,85	4,7
20-21	6	30,89	9,29	4,56	0,107			44,85	4,7
21-22	3	15,44	9,29	4,56	0,107		11,25	40,65	4,3
22-23	2	10,30	9,29	4,56	0,107		11,25	35,50	3,8
23-24	1	5,15	9,29	4,56	0,107		11,25	30,36	3,2
Всего	100	514,65	229,96	109,44	3,49	5,63	90	946,17	100

Водопроводная сеть проектируется на основе плана архитектурной планировки посёлка. При этом принимается во внимание конфигурацию посёлка, распределение улиц, кварталов, общественных и производственных зданий и сооружений; расположение наиболее крупных потребителей ферм, производств, к которым необходимо подводить водопроводные магистрали; рельеф местности, который влияет на выбор места установки водонапорной башни и расположение главных магистралей. При начертании сети трубопроводов на

плане населённого пункта необходимо стремиться к охвату всех водопотребителей и учитывать обеспечение бесперебойности и надёжности подачи воды при возможно наименьшей её стоимости. Для водоснабжения поселка принимаем водопроводную сеть кольцевого типа.

1.2 Определение вместимости бака водонапорной башни и РЧВ

Регулирующие ёмкости позволяют обеспечить почти равномерную работу насосной станции, так как отпадает необходимость пиковых расходов, а следовательно уменьшается диаметр водоводов и сетей. Для компенсации несоответствий режима работы насосной станции второго подъема и режима водопотребления поселка в системе водоснабжения предусмотрена водонапорная башня, которая выполняет роль напорно-регулирующего сооружения.

Разводящая водонапорная сеть должна подавать в посёлок требуемый расход воды с необходимым напором и обеспечивать нормальный её разбор. Наиболее интенсивная работа сети происходит в часы максимального водоразбора, когда по трубам проходят максимальные расходы и потери напора в них достигают наибольших значений.

Полная вместимость водонапорной башни состоит из регулирующего объема $W_{рег}$ и неприкосновенного десятиминутного противопожарного запаса воды $W_{пож}$ для тушения одного наружного и одного внутреннего пожара.

$$W_{б} = W_{рег} + W_{пож} \dots\dots\dots(6)$$

Пожарный запас определяется в объёме десятиминутного расхода воды на тушение одного пожара. Количество пожаров в населенном пункте и на промышленном предприятии, а так же расход воды, необходимый для тушения одного пожара принимаем по СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности». М.: изд-во МЧС России 2009 г., соответственно принимаем один пожар, расход воды 10 л/с.

Определение вместимости водонапорной башни в процентах приведено в таблице 3.

Таблица 3– Определение вместимости водонапорной башни в процентах

Часы суток	В % от суточного расхода воды				
	Водопотребление	Подача воды насосами НС-II	Поступление воды в баки	Расход воды из баков	Остаток воды в баках %
0-1	3,2	3,5	0,3		1,1
1-2	3,1	3,5	0,4		1,5
2-3	3,2	3,5	0,3		1,8
3-4	3,2	3,5	0,3		2,1
4-5	4,3	4,6	0,3		2,4
5-6	4,5	4,6	0,1		2,5
6-7	4,5	4,6	0,1		2,6
7-8	4,5	4,6	0,1		2,7
8-9	3,5	3,5	0,0		2,7
9-10	3,4	3,5	0,1		2,8
10-11	4,8	4,6		-0,2	2,6
11-12	6,1	4,8		-1,3	1,3
12-13	6,1	4,8		-1,3	0,0
13-14	4,8	4,7		-0,1	0
14-15	4,2	4,6	0,4		0,4
15-16	4,2	4,6	0,4		0,8
16-17	3,7	3,5		-0,2	0,6
17-18	3,4	3,5	0,1		0,7
18-19	4,7	4,6		-0,1	0,6
19-20	4,7	4,7	0,0	0,0	0,6
20-21	4,7	4,6		-0,1	0,5
21-22	4,3	4,6	0,3		0,8
22-23	3,8	3,5		-0,3	0,5
23-24	3,2	3,5	0,3		0,8

Из таблицы видно, что регулирующая ёмкость бака составляет 2,8 % от суточного расхода, т.е. объем резервуаров чистой воды определяется по формуле

$$W_{рез} = \frac{Q_{об} \cdot W_{рез} \%}{100} = \frac{2,8 \cdot 946,16}{100} = 26,5 м^3 \dots\dots\dots (7)$$

$$W_{\text{пож}} = \frac{n \cdot g \cdot 3600 \cdot 10}{1000 \cdot 60} = \frac{1 \cdot 10 \cdot 3600 \cdot 10}{1000 \cdot 60} = 6 \text{ м}^3 \dots\dots\dots (8)$$

Тогда общий объём составит:

$$W_{\text{с}} = 26,5 + 6 = 32,5 \text{ м}^3 \dots\dots\dots (9)$$

Давление в трубопроводах зависит не только от положения пьезометрических линий, но и от высоты положения этих точек на местности. Пьезометрический напор в трубах, отсчитанный от поверхности земли, называется свободным напором.

Минимальный свободный напор устанавливают в зависимости от этажности здания: при одноэтажной застройке он составит 10 м, а при большей этажности на каждый этаж прибавляют до 4 м. Точка сети, в которой свободный напор в часы мах водопотребления будет наименьшим, называется диктующей. Принимаем водовод от башни до первого узла из полиэтиленовых труб (ПНД-полиэтилен низкого давления), диаметром 90 мм. Длина водовода составит 80 м.

Высота водонапорной башни определяется по формуле

$$H_{\text{с}} = 0,855 \cdot \sqrt[3]{W_{\text{ВБ}}}$$

где $H_{\text{с}}$ – высота бака.

Диаметр бака башни определяем по формуле

$$D_{\text{с}} = 1,2 \cdot \sqrt[3]{W_{\text{ВБ}}} = 1,2 \cdot \sqrt[3]{32,5} = 3,8 \text{ м} \dots\dots\dots (10)$$

где $D_{\text{с}}$ – диаметр бака;

$$H_{\text{с}} = 0,855 \cdot \sqrt[3]{32,5} = 3 \text{ м} \dots\dots\dots (11)$$

Принимаем стандартную высоту башни равную 3м.

В системах водоснабжения, чаще всего, принимается суточное регулирование, за счёт чего происходит выравнивание колебаний часовых расходов во-

ды. Регулирующая ёмкость водонапорной башни определяется по суточным графикам водопотребления и подачи воды насосной станцией.

Для компенсации несоответствия режимов работы, очистных сооружений и режимов работы насосных станций второго подъема необходима регулирующая емкость, каковой и являются резервуары чистой воды. Определение регулирующей емкости резервуара чистой воды приведено в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение регулирующей емкости резервуара чистой воды

Часы суток	В % от суточного расхода воды				
	НС - I	НС-II	Поступление воды в РЧВ	Расход воды из РЧВ	Остаток воды в РЧВ
0-1	4,16	3,5		-0,7	2,0
1-2	4,16	3,5		-0,7	1,3
2-3	4,16	3,5		-0,7	0,7
3-4	4,16	3,5		-0,7	0
4-5	4,17	4,6	0,4		0,4
5-6	4,17	4,6	0,4		0,9
6-7	4,17	4,6	0,4		1,3
7-8	4,17	4,6	0,4		1,7
8-9	4,16	3,5		-0,7	1,1
9-10	4,16	3,5		-0,7	0,4
10-11	4,17	4,6	0,4		0,8
11-12	4,17	4,8	0,6		1,5
12-13	4,17	4,8	0,6		2,1
13-14	4,17	4,7	0,5		2,6
14-15	4,17	4,6	0,4		3,1
15-16	4,17	4,6	0,4		3,5
16-17	4,17	3,5		-0,7	2,8
17-18	4,17	3,5		-0,7	2,1
18-19	4,17	4,6	0,4		2,6
19-20	4,17	4,7	0,5		3,1
20-21	4,17	4,6	0,4		3,5
21-22	4,17	4,6	0,4		4,0
22-23	4,16	3,5		-0,7	3,3
23-24	4,16	3,5		-0,7	2,6

Объём резервуаров чистой воды определяется по формуле

$$W_{РЧВ} = W_{рег} + W_{пож} + W_{соб.н.} \dots\dots\dots(12)$$

$$W_{рез} = \frac{946,16 \cdot 4}{100} = 37,47 м^3 \dots\dots\dots(13)$$

Дополнительный объём для хранения трёхчасового противопожарного запаса определяется на один пожар в населённом пункте и один на промышленном предприятии.

$$W_{пож} = 3 \cdot (n_{Н.П.} \cdot g_{Н.П.} + 0,5 \Pi_{ПП} g_{ПП}) \cdot 3,6 = 3 \cdot (1 \cdot 10 + 1 \cdot 10) \cdot 3,6 = 216 м^3 \dots\dots\dots(14)$$

Расход воды на собственные нужды составит:

$$W_{соб.н} = 0,05 \cdot Q_{сут} = 0,05 \cdot 946,16 = 47,3 м^3 \dots\dots\dots(15)$$

Объём резервуаров чистой воды равен:

$$W_{рчв} = 37,47 + 216 + 47,3 = 378 м^3 \dots\dots\dots(16)$$

Принимаем два типовых резервуара объемом 250 м³ каждый, глубиной 3,5 м и габаритными размерами 6 × 12 м.

1.3 Гидравлический расчет кольцевой сети

Для устройства водопроводной сети поселка принимаем полиэтиленовые трубы (ПНД) среднего типа «СЛ» согласно СП 31.13330.2012 с рекомендованными неметаллическими трубами, так как проектируется объединенный хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод, минимальный диаметр сети принимаем не менее 100 мм.

Объединенный хозяйственно-питьевой и противопожарный водопровод при возникновении пожара должен обеспечивать подачу хозяйственно питьевого расхода и расхода на тушение пожара.

Так как число жителей в поселка составляет 2000 человек, то расход воды на тушение одного пожара в поселке равен $q_{пож} = 10$ л/с, вероятность числа одновременных пожаров – 1. Продолжительность тушения пожара составляет 3 часа (СП 8.13130.2009).

Для тушения пожара принимаем систему низкого давления. По принципу работы системы пожаротушения низкого давления, вода из гидрантов водопроводной сети забирается передвижными насосами пожарных машин, и нагнетается по рукавам до места пожара.

На случай пожара, поверочный расчёт кольцевой сети предусматривает нагрузку каждого участка на величину расхода, на наружное пожаротушение.

Гидравлический расчет сети сводится к определению диаметров трубопроводов, потерь напора в вследствие гидравлических сопротивлений и скоростей движения воды. Для расчета кольцевой сети необходимо знать распределение воды по ее участкам. Гидравлический расчет сети производим по методу Лобачева – Кросса, на случай максимального водоразбора и на случай пожара.

Расчет сети на случай максимального водоразбора:

1) На генеральном плане нанесем кольцевую сеть так, чтобы была возможность подключить к ней все кварталы и предприятия;

2) Пронумеруем узловые точки и определим длину каждого участка сети по отдельности;

3) Пронумеруем кольца, число проектируемых колец в сети 2;

4) Определим удельное водопотребление по формуле:

$$q_{уд.} = \frac{Q_{max} - Q_{II}}{\sum \ell} = \frac{57,89 - 4,845}{441 \cdot 3,6} = 0,033 \text{ л/с на 1 п. м.}, \dots\dots\dots(17)$$

где $Q_{max} = 57,89 \text{ м}^3/\text{ч}$ – общий часовой расход воды максимального водопотребления, л/с;

$Q_{II} = 4,845 \text{ м}^3/\text{ч}$ – сосредоточенный расход воды, отбираемый потребителем;

$\sum \ell$ – суммарная длина водопроводной сети, м.

5) Определим путевой расход по каждому участку сети по формуле

$$Q_{\Pi} = q_{уд.} \cdot \ell, \dots\dots\dots(18)$$

где ℓ – длина каждого участка, м.

Результаты расчетов представим в таблице 5.

Таблица 5 – Путевые расходы по участкам

Номер участка	Длина участка, м	Путевой расход, Q_{Π} , л/с
1-2	22	0,735108
2-3	39	1,303146
3-4	39	1,303146
4-5	63	2,105082
5-6	52	1,737528
6-7	52	1,737528
7-8	60	2,00484
8-1	49	1,637286
2-5	65	2,17191
	$\Sigma \ell = 441$	$\Sigma = 14,73557$

б) Найдем значение узловых расходов $Q_{узн.}$. Путевые расходы на участках приводятся к узловым расходам. Узловой расход равен полусумме путевых расходов, примыкающих к узлу. Результаты расчетов приведены в таблицы 6.

Таблица 6 – Узловые расходы на участках

Номер узла	Номера участков, примыкающих к узлу	$Q_{узн.}$, л/с
1	1-2, 1-8	1,19
2	1-2, 2-3, 2-5	2,11
3	2-3, 3-4	1,30
4	3-4, 4-5	1,70
5	4-5, 5-6, 2-5	3,01
6	5-6, 6-7	1,74
7	6-7, 7-8	1,87
8	7-8, 8-1	1,82
Сумма:		14,74

При известной конфигурации сети, заданных значениях длин ее участков, мест и величин отборов воды из сети может быть намечено неограниченное количество вариантов распределения расходов воды по ее участкам. В каждом из таких вариантов необходимо обеспечить заданные величины отборов воды и удовлетворить условия баланса расходов в узлах, где сумма расходов, подходящих к узлу, равна сумме расходов, включая узловой отбор, отводимых от него.

Предварительные расходы воды на случай максимального водоразбора и пожара представлены на рисунках 1 и 2.

Гидравлическая увязка водопроводной сети на случай максимального водоразбора приведена в таблице 7, а на случай пожара в таблице 8.

Таблица 7 – Гидравлическая увязка водопроводной сети на случай максимального водоразбора

№ кольца	№ участка	Длина- участка ℓ , м	Предварительное распределение воды							
			q , л/с	$d_{но-луч}$, мм	S	v , м/с	σ	$S = S_0 \cdot \sigma$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
I	2-3	39	4,28	90	0,000632	0,869	1,036	0,025527	0,109257	-0,47
	3-4	39	2,98	90	0,000632	0,605	1,12	0,027597	0,082239	-0,25
	4-5	63	1,28	90	0,000632	0,26	1,357	0,054013	0,069137	-0,09
	5-2	65	1	90	0,000632	0,203	1,434	0,058890	0,058890	0,06
								сумма:	0,319523	-0,74
II	1-2	22	7,39	125	0,000112	0,775	1,05	0,002596	0,019188	-0,14
	2-5	65	1	90	0,000632	0,203	1,434	0,058890	0,058890	-0,06
	6-5	52	0,77	90	0,000632	0,51	1,17	0,038439	0,029598	0,02
	6-7	52	2,51	90	0,000632	0,39	1,23	0,040410	0,101429	0,25
	7-8	60	5,68	125	0,000112	0,6	1,123	0,007574	0,043018	0,24
	8-1	49	7,5	125	0,000112	0,786	1,05	0,005783	0,043372	0,33
								сумма:	0,295494	0,65

Окончание таблицы 7

№ кольца	№ участка	Исправление №1				
		$\Delta q_n = \frac{-\Delta h}{2 \sum (S \cdot q)}$, л/с	$Q_{см}$	$Q_{испр}$, л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
I	2-3	-1,16		3,12	0,079605	-0,25
	3-4	-1,16		1,82	0,050227	-0,09
	4-5	-1,16		0,12	0,006482	0,00
	5-2	1,16	1,09	3,25	0,191393	0,62
						0,28

II	1-2	1,09		8,48	0,022018	-0,19
	2-5	1,09	1,16	3,25	0,191393	-0,62
	6-5	-1,09		1,86	0,071496	-0,13
	6-7	-1,09		1,42	0,057382	0,08
	7-8	-1,09		4,59	0,034762	0,16
	8-1	-1,09		6,41	0,037069	0,24
					сумма:	-0,46

Таблица 8 – Гидравлическая увязка сети на случай пожара

№ кольца	№ участка	Длина-участка ℓ , м	Предварительное распределение воды							
			q , л/с	$d_{получ}$, мм	S	v , м/с	σ	$S = S_0 \cdot \sigma \cdot \ell$	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
I	2-3	39	6,75	90	0,000632	1,37	0,93	0,022915	0,154679	-1,04
	3-4	39	5,48	90	0,000632	1,112	0,98	0,024147	0,132328	-0,73
	4-5	63	3,78	90	0,000632	0,767	1,06	0,042192	0,159484	-0,60
	5-2	65	3,5	90	0,000632	0,71	1,08	0,044352	0,155233	0,54
								сумма:	0,601724	-1,83
II	1-2	22	12,39	125	0,000112	1,299	0,94	0,002324	0,028800	-0,36
	2-5	65	3,5	90	0,000632	0,71	1,08	0,044352	0,155233	-0,54
	6-5	52	4,27	90	0,000632	0,867	1,03	0,033839	0,144493	-0,62
	6-7	52	7,51	90	0,000632	1,524	0,91	0,029897	0,224525	1,69
	7-8	60	10,68	125	0,000112	1,12	0,98	0,006609	0,070585	0,75
	8-1	49	12,5	125	0,000112	1,311	0,941	0,005183	0,064783	0,81
								сумма:	0,688420	1,73

Продолжение таблицы 8

№ кольца	№ участка	Исправление №1				
		$\Delta q_n = \frac{-\Delta h}{2 \sum (S \cdot q)}$, л/с	$Q_{см}$	$Q_{испр}$, л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
I	2-3	-1,52		5,23	0,119856	-0,63
	3-4	-1,52		3,96	0,095624	-0,38
	4-5	-1,52		2,26	0,095353	0,22
	5-2	1,52	1,26	6,28	0,278533	1,75
				сумма:	0,589366	0,96
II	1-2	1,26		13,65	0,031725	-0,43
	2-5	1,26	1,52	6,28	0,278533	-1,75
	6-5	1,26		1,86	0,062941	-0,12
	6-7	-1,26		6,25	0,186855	1,17
	7-8	-1,26		9,42	0,062258	0,59
	8-1	-1,26		11,24	0,058253	0,65
				сумма:	0,680564	0,11

Окончание таблицы 8

№ кольца	№ участка	Исправление №2				
		$\Delta q_n = \frac{-\Delta h}{2 \sum (S \cdot q)}$, л/с	$Q_{см}$	$Q_{испр}$, л/с	$S \cdot q$	$h = S \cdot q^2$
I	2-3	0,81		6,04	0,138418	-0,836
	3-4	0,81		4,77	0,115183	-0,549
	4-5	-0,81		1,45	0,061178	0,089
	5-2	-0,81	0,082	5,55	0,246244	1,367
				сумма:		0,070

II	1-2					-0,430
	2-5	0,082	-0,81	5,552	0,246256	-1,367
	6-5			1,860	0,062941	-0,117
	6-7			6,250	0,186855	1,168
	7-8			9,420	0,062258	0,586
	8-1			11,240	0,058253	0,655
	сумма:					0,495

1.4 Расчет водозабора

В геологическом положении района проведения работ, проектируемый поселок расположен во впадине. По схеме гидрогеологического районирования данный участок относится к артезианскому бассейну. С точки зрения гидрологии, данная территория характеризуется интенсивным водообменом в осадочном слое на глубину не более 300 м. Наиболее благоприятным, для проектирования хозяйственно питьевого водоснабжения является водоносный комплекс верхних типовых отложений.

Вскрытая мощность отложений горизонта колеблется от 30 до 60 м, понижение на 12 м. Воды пресные, с минерализацией порядка 0,32 г/л, гидрокарбонатно-кальциевые, мягкие и умеренно жёсткие (преимущественно гидрокарбонатная жесткость воды), общая жёсткость $0,2 - 2,7 \frac{\text{мг} \cdot \text{экв}}{\text{л}}$, содержание железа (+2) 2,5 мг/л.

С санитарном отношении воды чистые, здоровые. Водонасосный комплекс подземного источника является основным источником водоснабжения.

Продолжительность использования источника определится эксплуатационными запасами воды самого источника, а так же расчетной производительностью водозабора.

Расчет производительности водозабора при его равномерной работе:

$$Q_{\text{сут.р}} = \alpha \cdot Q_{\text{сут}} = 1.03 \cdot 946,16 = 974,54 \text{ м}^3/\text{сут} \dots \dots \dots (19)$$

$$Q_{\text{ч.р}} = \frac{Q_{\text{сут.р}}}{24} = \frac{974,54}{24} = 40,6 \text{ м}^3/\text{ч} \dots \dots \dots (20)$$

где α – коэффициент, учитывающий расход вод на собственные нужды (производственные) очистных сооружений;

$Q_{\text{сут}}$ – полезная производительность водозабора, $\text{м}^3/\text{сут}$;

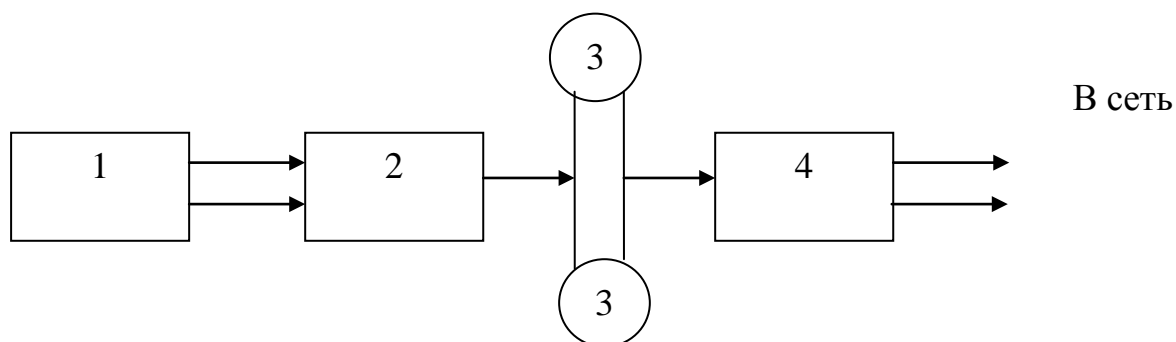
$Q_{ч.р.}$ – полезная производительность водозабора, м³/ч.

Результатом гидрогеологических и геологических изысканий явились следующие данные, необходимые для проектирования и расчета водозабора:

- мощность водоносного пласта $m = 12$ м;
- водоносный горизонт сложен из песков средней крупности;
- глубина залегания подошвы водоносного пласта ниже поверхности земли на 51,5 м;
- статический уровень находится на глубине около 40 м от поверхности земли, т.е. источник водоснабжения – безнапорные воды.

В данной работе в качестве водозахватного сооружения принята водозаборная скважина как наиболее распространенный тип водозахватного устройства, соответствующего данным условиям залегания водоносного пласта и его мощности.

Состав и схема расположения сооружений водоснабжения, принятых в работе, приведены на рисунке 3.



1 – водозаборные сооружения (скважины); 2 – сооружения очистки и водоподготовки; 3 – резервуары чистой воды; 4 – насосная станция II подъема.

Рисунок 3 – Состав и схема расположения сооружений водоснабжения

Рабочая конструкция скважины

Прежде чем принимать окончательную эксплуатационную конструкцию скважины, составляют ее схему (рабочую конструкцию), затем производят расчет основных параметров: приток воды к скважине и пропускной способности фильтра.

Конструкция скважины включает в себя следующие основные элементы:

- колонна обсадных труб;
- технические колонны труб;
- эксплуатационную колонну;
- цементная защита;
- фильтр скважины, которая представляет собой водоприемную часть с отстойником и надфильтровой трубой.

Начальный и конечный диаметры скважины принимаются в зависимости от сортамента труб, способа бурения, конструктивных размеров фильтра и насоса. Скважины крепятся несколькими колоннами обсадных труб, число которых зависит непосредственно от глубины скважины и выхода колонн труб. Колонна обсадных труб наибольшего диаметра называют кондуктором. Эти трубы не входят в число непосредственных технических колонн. Глубина опускания колонны обсадных труб назначается до первого водонепроницаемого пласта с заходом в этот пласт на 1 м.

Приток воды к скважине зависит от диаметра рабочей части фильтра и в меньшей степени от его длины. Поэтому, для уменьшения количества скважин, а следовательно для увеличения притока $Q_{\text{скв}}$ назначаем максимальное значение диаметра труб, чтобы получить максимально допустимый при этом способе бурения диаметр фильтра.

После анализа гидрогеологических условий, в данной работе, выбран вариант бурения скважин на основной водоносный горизонт из песчаников средней крупности.

Проектные параметры скважин:

- способ бурения скважин – роторный;
- глубина залегания скважин – 51,5 м;
- статический уровень – 40м;
- полный проектный дебит – 946,16 м³/сут.

Тип и конструкция фильтра

Фильтры устанавливаются в скважинах при отборе воды из рыхлых пород. Фильтр состоит из водоприемной (рабочей) части, надфильтровой трубы и отстойника. Длина надфильтровой трубы зависит от конструкции скважины.

В качестве подошвы водоносного пласта рассматривается песок (с средним размером фракции песка).

Согласно справочным данным могут быть применены следующие виды фильтров: фильтр стержневой, спиральный, фильтр с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, применение сеток квадратного плетения, штампованного листа из нержавеющей стали с песчано-гравийной обсыпкой.

Принимаем фильтр сетчатый (рис. 4). Фильтр состоит из рабочей водоприемной части, надфильтровой трубы и отстойника. Каркас фильтра изготовлен из высокопрочного материала, коррозионно-стойкого и не токсичного по отношению к воде.

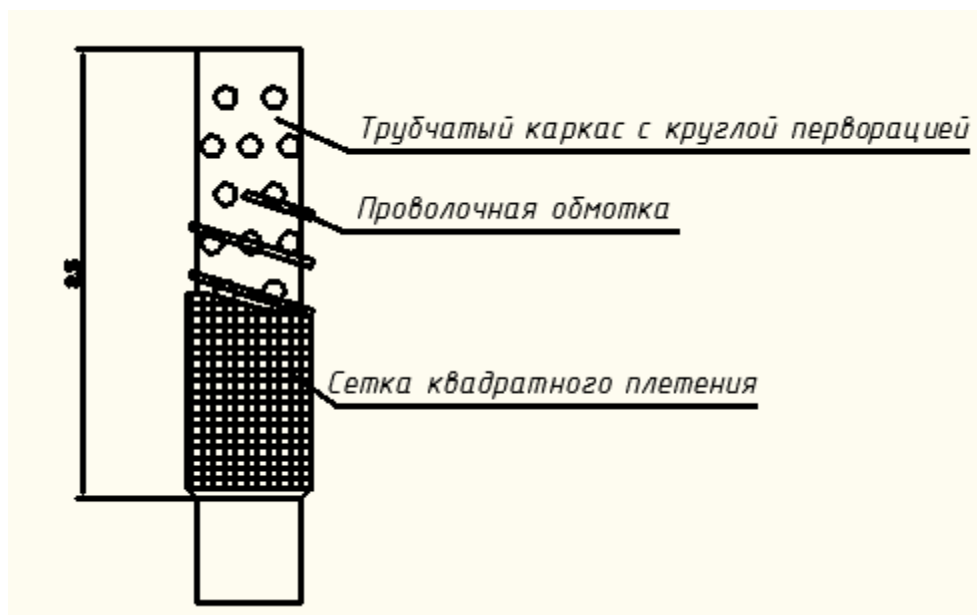


Рисунок 4 – Фильтр сетчатый

Основной задачей гидрогеологического расчета является определение дебита скважин и снижения уровня грунтовых вод в процессе эксплуатации водозаборного сооружения.

Одновременно с решением поставленных задач на основе расчетов уточняют схему расположения водозаборных скважин, их количество и размеры.

Производительность скважины определяется по формуле

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot k_\phi \cdot m \cdot s}{\lg \frac{R}{r}} = \frac{2,73 \cdot 10 \cdot 12 \cdot 1,5}{0,47} = 1046 \text{ м}^3 / \text{сут} \dots\dots\dots(21)$$

где k_ϕ – коэффициент фильтрации, 15 м/сут;

S – допустимое понижение уровня подземных вод 1,5 м;

Соединение водоприемной поверхности фильтра водозаборных скважин, осуществляется через надфильтровую трубу с помощью сальника, с эксплуатационной колонной. В пластах с мощностью более 10 м, длина рабочей водоприемной части фильтра определяется по формуле

$$L_\phi = (0,5\dots0,8) \cdot m, \text{ м} \dots\dots\dots(22)$$

$$L_\phi = 0,8 \cdot 12 = 9 \text{ м.}$$

Диаметр фильтра определяется по формуле

$$D_\phi = \frac{Q_{\max}}{\pi \cdot l_\phi \cdot v_\phi} = \frac{946,16}{3,14 \cdot 9 \cdot 140} = 0,24 \text{ м}^3 / \text{сут} \dots\dots\dots(23)$$

где V_ϕ – максимально допустимая скорость притока воды к фильтру, определенная по эмпирической зависимости;

$$V_\phi = 65^3 \sqrt{k} = 65^3 \sqrt{10} = 140 \dots\dots\dots(24)$$

Принимаем 2 скважины, 1 рабочую и 1 резервную.

Выбор водоподъемного оборудования

В качестве водоподъемного оборудования рационально применить насос ЭЦВ, кроме агрегата в комплект поставки входят: изоляция в виде ленты и гильзы для водонепроницаемого присоединения токопроводящего кабеля к клеммам электродвигателя насоса. Устье скважины оборудуется герметичным оголовком, в плитах которого существуют отверстия для пропуска трёхжильного кабеля электропитания агрегата ЭЦВ, кабель датчика сухого хода, уровнемер с датчиком, для периодического замера уровня воды в скважине.

Учёт объёма забираемой из источника воды производится счётчиком холодной воды. В случае демонтажа счётчика на ремонт допускается кратковременная установка на его место патрубка к фланцам. Для предотвращения обратного тока в скважину при остановке ЭЦВ, трубопровод оборудован обратным клапаном. Автоматический режим работы агрегата ЭЦВ в скважине обеспечивается комплексом устройств марки «Каскад», с формированием сигналов на пуск и остановку от датчиков уровней водонапорной башни.

Насосная станция (НС) – это комплекс гидротехнических сооружений и насосно-агрегатного оборудования, предназначенного для забора воды из источника и поставку воду в систему водоснабжения. В зависимости от расположения в общей схеме водоснабжения насосные станции могут быть первого и второго подъема.

На территории поселка запроектированы насосные станции первого и второго подъема, которые забирают воду из скважин и подают её в резервуары чистой воды, затем из резервуаров - потребителю.

Согласно расчётному расходу $39,4\text{ м}^3/\text{час}$ и напору 65 м принимаем насос ЭЦВ 8 – 40 – 65, количество ступеней 5, масса насоса 95 кг, потребляемая мощность составляет 11 кВт, частота вращения вала 2850 мин^{-1} .

1.5 Расчет и проектирование насосных станций

1.5.1 Насосная станция I подъема

Насосные станции систем водоснабжения представляет собой сложный комплекс сооружений и энергетического оборудования, обеспечивающих подачу воды согласно нуждам потребителя. Состав сооружений данного вида, их конструктивные особенности, тип и число основного и вспомогательного оборудования определяются исходя из принципов комплексного использования водных ресурсов и природы источника, с учетом назначения насосной станции и предъявляемых к ней технологических, санитарных и экологических требований.

Насосные станции 1-го подъема забирают воду из источника водоснабжения и подают её на стадию водоподготовки (водоочистные сооружения) при этом, если не требуется очистка воды, непосредственно в резервуары, распределительную сеть, водонапорную башню, либо другие сооружения.

Состав сооружений и оборудования, как и вся схема водоснабжения, должны соответствовать условиям будущей бесперебойной эксплуатации при непрерывно изменяющихся размерах и режиме водопотребления в данном районе на основе плана развития реконструкции и модернизации.

Запроектирована насосная станция I подъема с погружными насосами и забором воды из скважин, предназначенных для хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения жилого массива и производственных предприятий.

Определение требуемого напора НС

Требуемый напор насосов НС – 1 при подаче воды на очистные сооружения определяют по формуле

$$H = H_{\text{ст}} + h_{w,\text{вс}} + h_{w,\text{н}} + 1 \dots \dots \dots (25)$$

где $H_{\text{ст}}$ – статический напор, т.е. разность отметок уровней воды в источнике и в смесителе, м;

$h_{w,\text{вс}}, h_{w,\text{н}}$ – потери напора соответственно во всасывающем и нагнетательном трубопроводах;

1 – запас напора на излив воды из трубопровода.

Статический напор определяют по формуле

$$H_{\text{ст}} = H_S - H_{\text{г.н.}} \dots\dots\dots(26)$$

где H_S – геометрическая высота всасывания, т.е. разность отметок оси насоса и самого низкого уровня воды в водоприемном колодце, м;

$H_{\text{г.н.}}$ – геометрическая высота нагнетания, т.е. разность отметок оси насоса и уровня воды в сооружениях (куда она подается), определяемая из условия подачи воды в смеситель очистной станции.

$$H_{\text{ст}} = (184,5 - 182,3) = 52,3 \text{ м.}$$

Потери напора соответственно во всасывающем трубопроводе:

$$h_{w, \text{вс}} = h_{\text{входа}} + h_{\text{выхода}} + h_{\text{колена}} \dots\dots\dots(27)$$

$$h_{w, \text{вс}} = 1,5 \text{ м}$$

Потери напора соответственно в нагнетательном трубопроводе:

$$h_{w, \text{вс}} = i \cdot l \dots\dots\dots(28)$$

где i – гидравлический уклон;

l – длина трубопровода от скважины до резервуара.

$$h_{w, \text{вс}} = 0,006 \cdot 50 = 0,3 \text{ м}$$

$$H = 52,3 + 1,5 + 0,37 + 1 = 55,17$$

Принимаем скважинный насос ЭЦВ 8 – 40 – 65 (один рабочий и один резервный) со следующими техническими характеристиками:

- подача – 40 м³/ч;
- напор – 65 м;

- количество ступеней – 5;
- мощность электродвигателя – 11 кВт;
- частота вращения– 2850об/мин;
- напряжение – 380В;
- масса насоса – 95 кг.

Оборудование для промывки скважины при заиливании

Заиливание скважины – это засорение водозаборной части и фильтра мелким илом. Из-за конструктивных особенностей фильтр не способен уловить мельчайшие частички ила, поэтому, в процессе эксплуатации, они проникают в скважину и оседают на дне. Наиболее доступным из способов является, про-чистка скважины методом прокачки. Он заключается в выкачивании из нее как можно большего количества воды, с помощью которой захватываются и удаляются осевшие на дне загрязнения. Для прокачки воды необходим мощный насос, способный качать воду вместе с содержащейся в ней грязью, илом и песком. Такой насос может прокачивать воду даже с мелкими камнями, диаметром до 0,5 сантиметра.

Перед прокачкой необходимо взболтать воду поданной через шланг струёй воздуха, – при этом слежавшийся на дне осадок равномерно распределится в объеме воды и большая часть его удалится при откачке. Выкачиваемую воду можно сливать в любое удобное место, соблюдая чистоту возле скважины. Для производства монтажа устанавливаем грузоподъемное оборудование. Так как скважина оборудована павильоном, то для спуска насоса на глубину 51,5 м подбираем подъемник типа таль.

Подбор насоса для прокачки

Принимаем центробежный погружной насос ЦНП 100/80, со следующими техническими характеристиками:

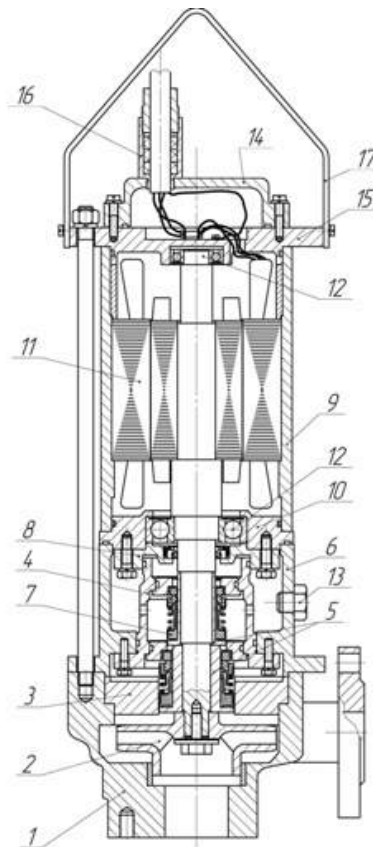
- подача – 100 м³/ч;
- напор – 80 м;
- КПД насоса – 68 %;
- мощность электродвигателя – 45 кВт;
- частота вращения– 3000 об/мин;
- масса– 440 кг;
- температура перекачиваемой среды от +3...+60 °С.

Подбор грузоподъемного оборудования

Принимаем таль электрическую канатную марки 2ТЭ – 320, г/п 3,2 т, со следующими техническими характеристиками:

- высота подъема – 70 м;
- установленная мощность – 2×5,0+2×0,37 кВт;
- радиус поворота – путь прямой;
- наибольшая нагрузка на колесо– 8,5 кН;
- масса тали – 1360кг.

Вид центробежного погружного насоса и электрической тали представлены на рисунках 5 и 6



1. Корпус насоса; 2. Колесо рабочее; 3. Диск; 4. Гильза; 5. Втулка; 6. Масляная ванна; 7. Торцевое уплотнение; 8. Крышка подшипника; 9. Корпус; 10. Передний щит; 11. Ротор; 12. Подшипник; 13. Пробка; 14. Крышка; 15. Щит зданий; 16. Гермовод; 17. Грузоподъемная проушина.

Рисунок 5 – Центробежный погружной насос



Рисунок 6– Таль электрическая

1.5.2 Насосная станция II подъема

Насосами станции II подъема очищенная вода подается из резервуаров чистой воды (РЧВ) непосредственно к потребителю. Поэтому подачу насосной станции II подъема определяют в зависимости от режима водопотребления населенного пункта.

Напор насосов станции II подъема определяют после полного расчета сети. Напор на станции должен быть достаточным для обеспечения требуемого свободного напора в сети населенного пункта с учетом потерь напора сети и рельефа местности.

Энергоэффективность насосной станции II подъема достигается применением частотного регулирования насосных агрегатов. Преобразователь частоты поддерживает постоянный напор при переменном расходе, что обеспечивает надежную работу сети.

Определение отметок резервуара

Заглубление резервуара задается из условия минимальной выемки грунта котлована под сооружение, которое не должно превышать половины высоты резервуара.

Отметку дна резервуара определяем по формуле

$$Z_{д} = Z - H / 2 = 183,7 - (3,5 / 2) = 181,95 \text{ м}, \dots\dots\dots(29)$$

где Z – отметка земли у резервуара, $Z = 183,7$ м;

H – высота резервуара, $H = 3,5$ м.

Максимальный уровень воды в резервуаре определяем по формуле

$$Z_{max} = Z_{д} + h_{max} = 181,95 + 2,63 = 184,58 \text{ м}, \dots\dots\dots(30)$$

где h_{max} – максимальная высота слоя воды в резервуаре, определяем по формуле

$$h_{max} = W_{pчв} / F_{pчв} = 378 / (72 + 72) = 2,63 \text{ м}, \dots\dots\dots(31)$$

где $W_{pчв}$ – полный объем резервуаров чистой воды;

$F_{pчв}$ – площадь резервуаров.

Отметку воды противопожарного запаса определяем по формуле

$$Z_{п} = Z_{д} + h_{п} = 181,95 + 1,5 = 183,45 \text{ м}, \dots\dots\dots(32)$$

где $h_{п}$ – максимальная высота слоя противопожарного запаса воды, определяем по формуле

$$h_{п} = W_{пп} / F_{pчв} = 216 / (72 \cdot 2) = 1,5 \text{ м}, \dots\dots\dots(33)$$

где $F_{pчв}$ – площадь резервуара;

$W_{пп}$ – неприкосновенный противопожарный объем в одном резервуаре, определяем по формуле

$$W_{пл} = W_{пож} / N = 216 / 2 = 113 \text{ м}^3, \dots\dots\dots(34)$$

где $W_{пож}$ – неприкосновенный противопожарный запас воды

N – количество резервуаров, $N = 2$.

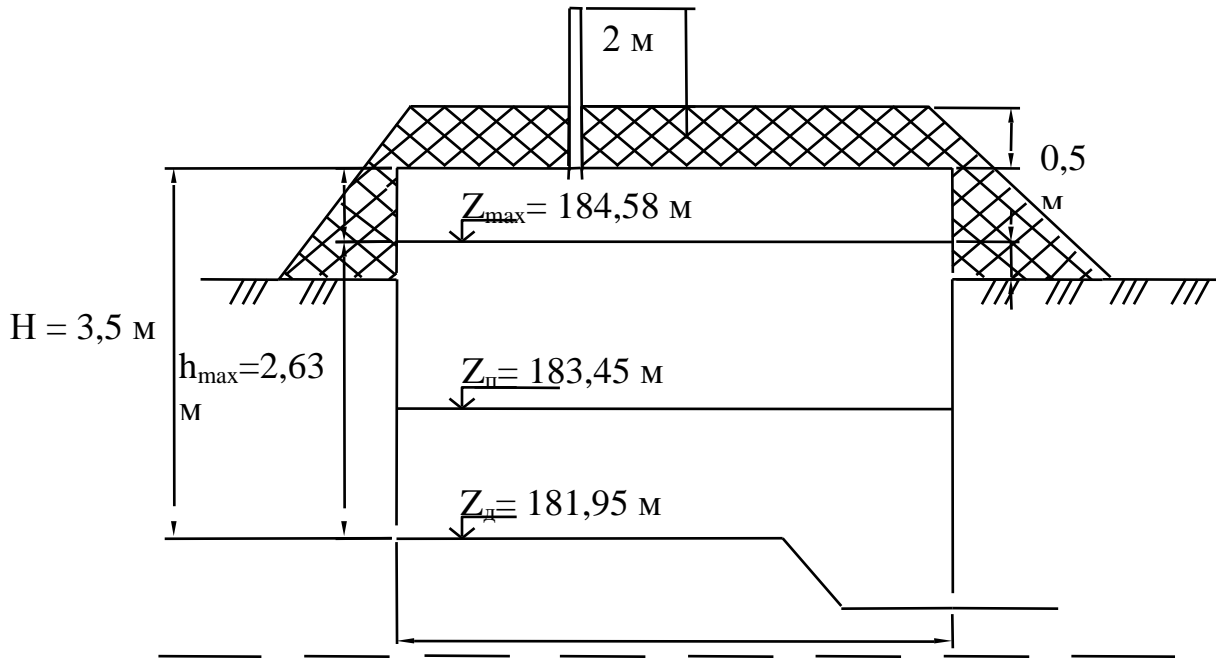


Рисунок 7 – Расчетная схема резервуара чистой воды

Определение диаметров всасывающих и напорных трубопроводов

Количество всасывающих линий на насосной станции первой категории, не зависит от количества насосов, при этом должно быть не менее двух. Следовательно принимаем две всасывающие линии.

Диаметр всасывающего трубопровода определяем по скорости движения воды в нем ($V_{вс.л} = 1,0 - 1,8 \text{ м/с}$) и расходу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{вс.л}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0109}{3,14 \cdot 1,3}} = 0,1 \text{ м} = 100 \text{ мм}, \dots\dots\dots(36)$$

Диаметр напорного трубопровода определяем по скорости движения воды в нем ($V_{н.л} = 1,5 - 2,5$ м/с) и расходу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{вс.л}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0109}{3,14 \cdot 1,7}} = 0,09 \text{ м} = 90 \text{ мм}, \dots\dots\dots (37)$$

Определение требуемого напора насосов станции II подъема

Полную высоту подъема воды насосов определяем по формуле

$$H_{II} = (h_{вс.л} + h_{вн.л}) + H_{св} = (1,5 + 5,211) + 18 = 24,71 \text{ м}, \dots\dots\dots (38)$$

где $h_{вс.л}$ – потери напора во всасывающем трубопроводе;

$h_{вн.л}$ – потери напора в напорных коммуникациях;

$H_{св}$ – требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке.

Потери напора во всасывающем трубопроводе определяем по формуле

$$h_{вс.л} = S_{0 \text{ вс.л}} \cdot L_{вс.л} \cdot Q_{вс.л}^2 + h_{квс} = 0,0002214 \cdot 80 \cdot 0,0109^2 + 1,5 = 1,5 \text{ м}$$

где $h_{квс}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на всасывающей линии $h_{квс} = 1,5$ м;

$L_{вс.л}$ – длина всасывающего трубопровода, $L_{вс.л} = 80$ м;

$S_{0 \text{ вс.л}}$ – удельные сопротивления труб, $S_{0 \text{ вс.л}} = 0,0002214$, согласно таблицам Ф. А. Шевелева;

$Q_{вс.л}$ – расчетные расходы всасывающих линий, $Q_{вс.л} = 0,0109$ м³/с.

Потери напора в напорных коммуникациях определяем по формуле

$$h_{вн.л} = h_{вн.л} + h_{кн} = 3,211 + 2 = 5,211 \text{ м}, \dots\dots\dots (40)$$

где $h_{кн}$ – потери напора в коммуникациях внутри насосной станции, на напорной линии $h_{кн} = 2,0$ м.

Требуемый свободный напор над поверхностью земли в диктующей точке определяем по формуле

$$H_{св} = 4 \cdot (n - 1) + 10 = 4 \cdot (3 - 1) + 10 = 18 \text{ м}, \dots\dots\dots(41)$$

где n – число этажей самого высокого здания в населённом пункте, $n = 3$;

10 – запас напора необходимый для обеспечения подачи воды в здание.

Подбор насосов

Насосное оборудование насосной станции II подъема, работает совместно, в параллельном режиме подачи воды в водовод, т.е. несколько насосов подают воду в одну систему.

Подбор марки насосов производится по следующим критериям: количеству подаваемой воды (подаче) $Q_n = 39,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ и создаваемому напору $H_n = 24,71 \text{ м}$.

Принимаем 1 рабочий насос и 1 в резерве марки НВ 40 – 160/158 фирмы Grundfos со следующими техническими характеристиками:

- диаметр рабочего колеса – 158 мм;
- скорость вращения рабочего колеса от 2890 - 2910 мин⁻¹;
- мощность электродвигателя – 5,5 кВт.

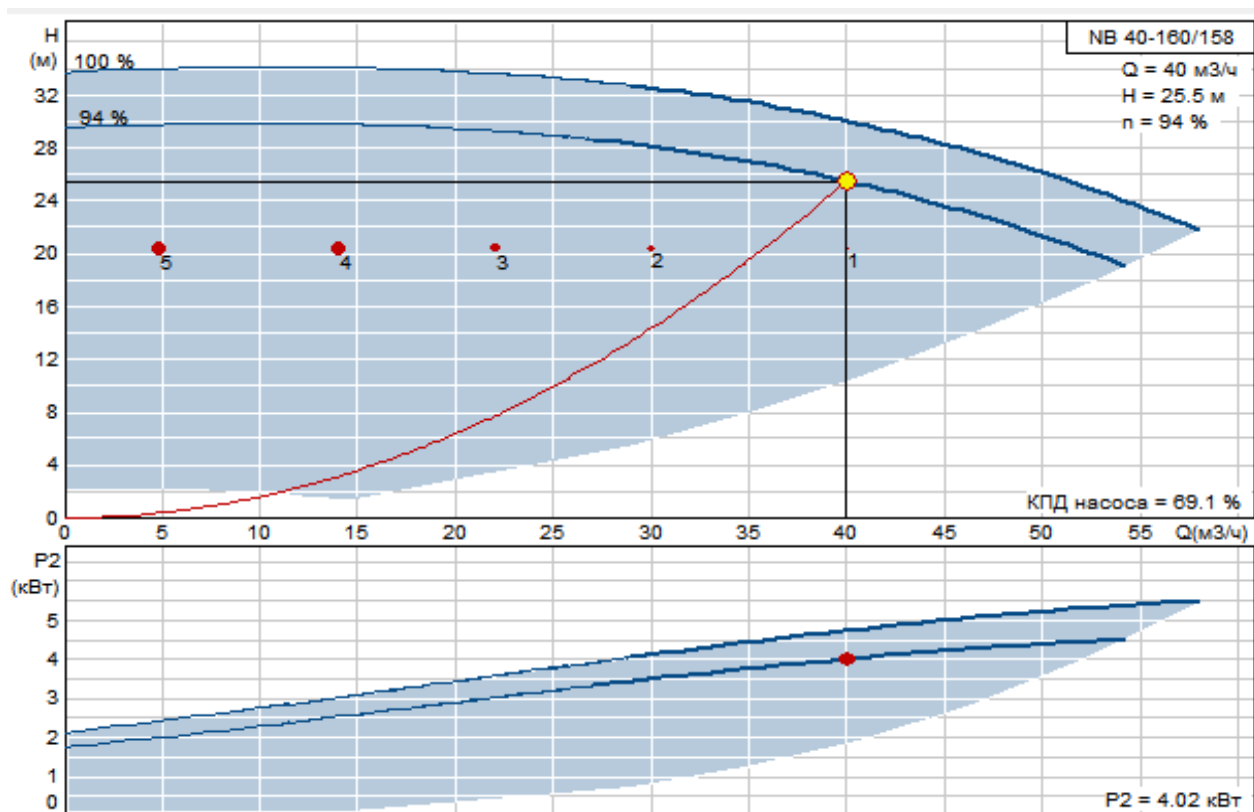


Рисунок 8 – Технические характеристики насоса марки НВ 40 – 160/158

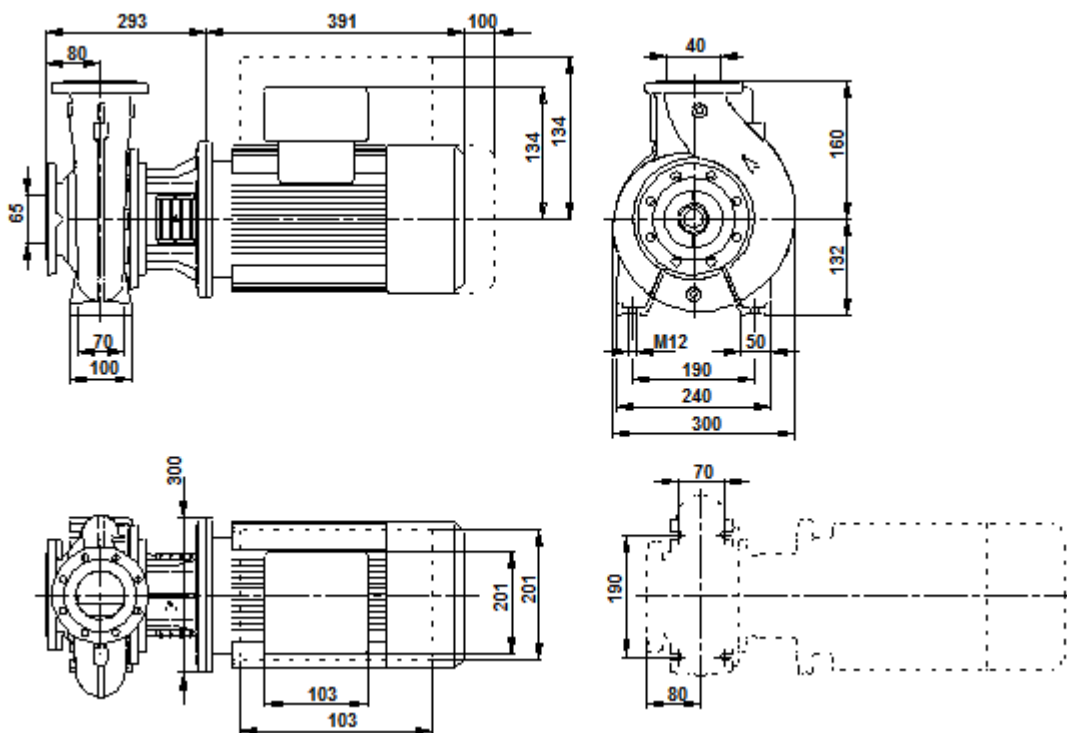


Рисунок 9 – размеры насоса



Рисунок 10 – Насос марки НВ 40 – 160/158

Определение отметки оси насоса

Геодезическая отметка расположения рабочего колеса насоса назначается из условий обеспечения быстрого надежного запуска насоса и безкавитационной его работы во всех возможных режимах эксплуатации станции; при этом, несомненно, учитываются требования экономики.

Геометрическая высота всасывания не должна превышать допустимого значения вакуумметрической высоты.

С целью упрощения расчетов по определению отметки оси насосов приведем расчеты при штатном режиме работы насосной станции для выбранных насосов по требуемым значениям подачи и напора, создаваемого в сети.

Отметка оси насоса определяется из условия откачки воды из РЧВ до дна и не должна превышать величину:

$$Z_{o.n} < Z_D + H_s = 181,95 + 1,38 = 183,33 \text{ м}, \dots\dots\dots(42)$$

где Z_D – отметка дна резервуара, $Z_D = 181,95$ м;

H_s – максимальная высота всасывания насоса, определяем по формуле

$$H_s = 10 - \Delta h_{\text{дон}} - h_{\text{нас}} - h_{\text{вс.л}} = 10 - 7 - 0,12 - 1,5 = 1,38 \text{ м}, \dots\dots\dots(43)$$

где $\Delta h_{\text{дон}}$ – допустимая высота всасывания, принимается по характеристике выбранного насоса на соответствующую подачу, $\Delta h_{\text{дон}} = 7$ м;

$h_{\text{нас}}$ – напор, соответствующий давлению насыщенных паров, $h_{\text{нас}} = 0,12$ м;

$h_{\text{вс.л}}$ – потери во всасывающей линии, $h_{\text{вс.л}} = 1,5$ м.

Для повышения надежности оборудования, а также, с целью упрощения запуска насосных агрегатов, корпус насоса располагаем под заливом от расчетного уровня напорного запаса. В данном случае отметка оси насоса не должна превышать величины:

$$Z_{o.n} < Z_{II} - (B + 0,2) = 183,45 - (0,132 + 0,2) = 183,12 \text{ м}, \dots\dots\dots(44)$$

где Z_{II} – отметка слоя воды неприкосновенного противопожарного запаса, $Z_{II} = 183,45$ м;

B – расстояние от оси насоса до верха корпуса, которое принимается в соответствии с габаритными размерами насоса, $B = 0,132$ м.

Отметку оси насосов принимаем наименьшую из вычисленных $Z_{o.n} = 183,12$ м.

Отметку фундамента под насос определяем по формуле

$$Z_{\phi} = Z_{o.n} - a = 183,12 - 0,132 = 182,9 \text{ м}, \dots\dots\dots(45)$$

где a – расстояние от оси насоса до подошвы лап, $a = 0,132$ м.

Отметку пола машинного зала насосной станции определяем по формуле

$$Z_{\text{пол}} = Z_{\phi} - h_{\phi} = 182,9 - 0,2 = 182,7 \text{ м}, \dots\dots\dots(46)$$

где h_{ϕ} – возвышение фундамента над полом, $h_{\phi} = 0,2$ м.

2. Водоподготовка.

2.1 Установка обезжелезивания воды

В качестве источника водоснабжения приняты грунтовые воды. Качественный состав грунтовых вод представлен в таблице 9.

Таблица 9 –Качественный состав грунтовых вод

Показатели	Концентрация	ПДК мг/л	ЛПВ мг/л
Железо	3,5мг\л	0,3	Т
Щелочность	1,1млг-экв\л	-	-
Взвешенные вещества	0,6 мг\л	+0,25	-
Цветность	10 град	20	-
Марганец	0,001 мг\л	0,01	О/Л
Кальций	8,7	180	С/Т
Магний	3,2	40	С/Т

В подземной воде источника наблюдается повышенная концентрация железа выше ПДК примерно в 10 раз. Для удаления ионов железа принимаем безреагентную гидроавтоматическую установку.

Установка обезжелезивания компактная, гидроавтоматическая, безреагентная предназначена для очистки воды из подземных источников от соединений железа до предельно-допустимой концентрации не более 0,3 мг/л согласно требованиям СанПиН2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», Минздрав России 2000 г.

Совместно с удалением железа, в установке происходит очистка исходной воды от растворенных газов, таких как сероводород, двуокись углерода, метан и др., устранения мутности и запахов, нитритов и нитратов, взвешенных и коллоидных частиц, уменьшение цветности, карбонатной жесткости, происходит стабилизация воды.

Вода после очистки становится пригодной для использования ее в хозяйственно-питьевом водоснабжении потребителей.

Преимущества установки:

- самостоятельная, гидроавтоматическая промывка плавающей фильтрующей загрузки;
- отсутствие дополнительных емкостей и насосов, предназначенных для промывки фильтра,
- отсутствие компрессор для подачи воздуха в исходную воду;
- эксплуатация установки практически не требует участия человека и сводится к наблюдению за режимом работы насосов I и II подъема;
- установка поставляется в сборе, полностью готовой к работе, в комплектации с баком для фильтрата, требуется лишь подключение установки к трубопроводу подачи исходной воды, насосу второго подъема и к месту слива промывочной воды, расход воды на самопромывку составляет 1,5 % суточной производительности установки;
- наличие возможности увеличения производительности установки путем блокировки;
- повышенная надежность установки;
- отсутствие вторичного загрязнения воды благодаря применению некорродирующих современных полимерных материалов.

Материалы, используемые для изготовления установки, имеют гигиенические сертификаты и разрешение Министерства здравоохранения России.

Техническая характеристика установки:

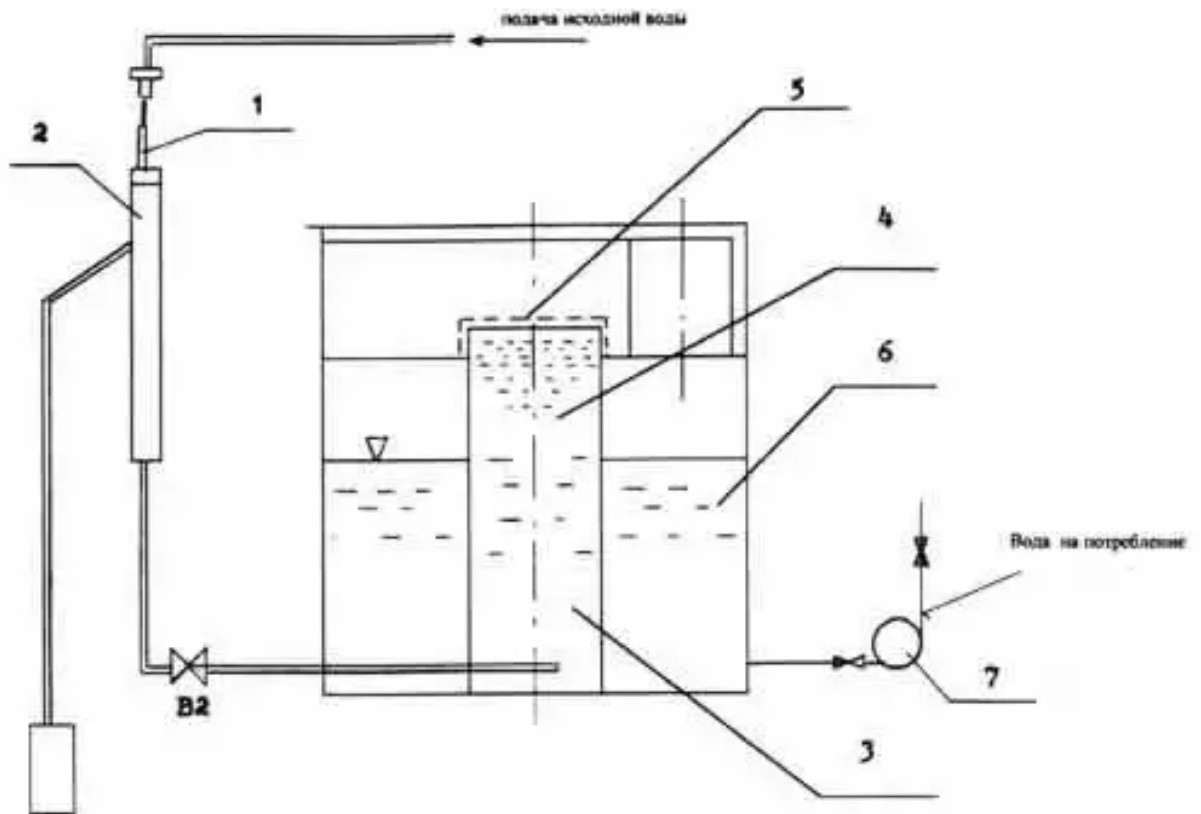
Производительность установки равна 400 м³/сут.

Давление исходной воды перед аэратором установки 0,40 МПа.

Высота верхней точки установки 5,8 м.

Принимаем три установки, две рабочие и одну резервную.

Принципиальная схема установки представлена на рисунке 11.



1 - аэратор; 2 - гидроробот; 3 - фильтр; 4 - плавающая полимерная фильтрующая загрузка; 5 - удерживающая сетка; 6 - бак чистой воды; 7 - насос второго подъема.

Рисунок 11 – Принципиальная схема установки

Описание установки обезжелезивания

Исходная вода насосом I подъема, после забора из скважины подается на аэратор-дегазатор, где происходит интенсивный процесс окисления железа кислородом воздуха и удаление этим же воздухом растворенных в воде газов.

Обработанная таким образом вода поступает на гидроавтоматические фильтры с плавающей фильтрующей загрузкой, где происходит окончательная очистка от нерастворимых примесей.

По мере загрязнения фильтрующей загрузки, фильтр с помощью гидроробота автоматически включается в режим самопромывки, после окончания которой, также самостоятельно включает новый цикл фильтрования. Очищенная

вода поступает на установку обеззараживания воды, а затем в бак чистой воды и далее насосом второго подъема подается потребителю.

Характеристика установки:

Производительность 400 м³/сут;

Давление воды перед азраторами установки 0,4 мРа;

Диаметр установки 3,0 м;

Высота верхней точки 5,8 м;

Объем бака чистой воды (фильтрата) 8,2 м³;

Расход воды на самопромывку 6,0 м³;

Режим промывки фильтров – гидроавтоматический;

Допускаемый перерыв в работе установки в течение суток – 8 ч;

(При минусовой температуре окружающего воздуха остановка запрещается).

Требование к исходной воде:

Концентрации:

- общее железо до 15 мг/л;

- свободная двуокись углерода от 100 до 120 мг/л;

- растворенный сероводород до 8 мг/л;

- перманганатная окисляемость до 8,5 мг О₂/л;

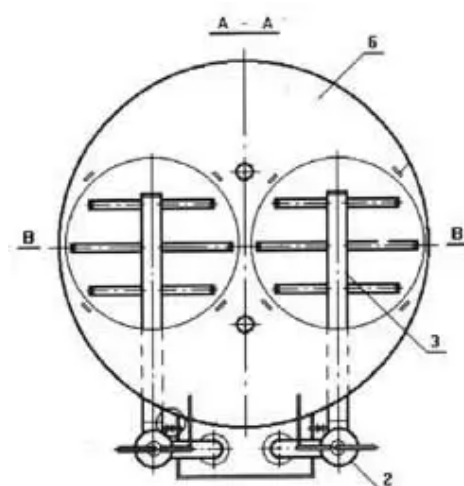
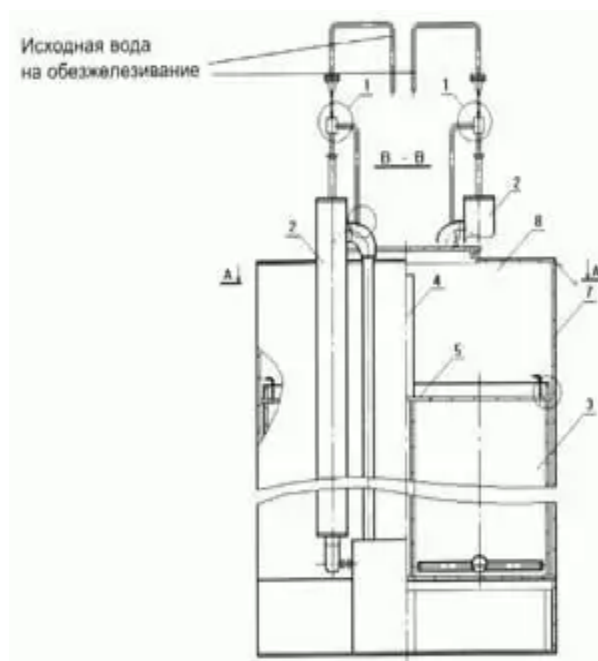
- общая щелочность более 2 мг-экв/л;

- рН более 6,8;

- колли-индекс до 3;

- форма химического соединения железа в воде Fe(НСО₃)₂ .

План и разрез установки обезжелезивания производительностью 400 м³/сут. приведена на рисунке 12



1 - аэратор; 2 - гидроробот; 3 - фильтры; 4 - переливные баки; 5 - удерживающая сетка; 6 - бак чистой воды; 7 - бак воды для промывки фильтров; 8 - сборник промывной воды

Рисунок 12—План и разрез установки обезжелезивания производительностью 400 м³/сут.

Плавающая фильтрующая загрузка

Плавающая загрузка состоит из гранул по плотности меньше, чем плотность воды, поэтому эти гранулы всплывают и образуют "плавающий песок", т.е плавающую фильтрующую загрузку. В качестве фильтрующего материала в данной установке используется сорбент «ОДМ-2ф» - гранулированный филь-

трующий материал имеющий терракотовый оттенок, изготовленный из природного материала. Токсичность водной вытяжки из сорбента удовлетворяет МР ЦОС ПВ Р 005-95. По содержанию радионуклидов - однородный и соответствует требованиям НРБ-96 ГН 2.6.1.054 - 96.

- 1) Средняя насыпная масса, : 680 – 720 кг/м³,
- 2) Удельная развитая поверхность, : 120 – 180 м²/г.
- 3) Полная сорбционная емкость, : 1,3 г/г.
- 4) Влагоемкость, : 80 – 95 %.
- 5) Условная механическая прочность, : 0,85 %.
- 6) Измельчаемость, : 0,22 %.
- 7) Истираемость, : 0,09 %.
- 8) Общая пористость, : 80 %.
- 9) Объем внутренних пор: до 0,6, см³/г.
- 10) Огнеупорность, : 1400 °С.
- 11) Маслоёмкость по нефтепродуктам, : 900 мг/г.
- 12) Ионнообменная ёмкость, : до 1,2 мг-экв/г. (по растворённым солям Cr, Ni и др. тяжёлых металлов).
- 13) Ионнообменная ёмкость по CaO, MgO, : до 950 мг/г.
- 14) Пористость межзерновая, : 42 – 52 %.

Применение сорбента позволяет:

- 1) Удалять ионы и оксиды железа;
- 2) Снижать pH щелочных вод со стабилизацией до показателя pH от 6,5 до 8,0;
- 3) Проводить тонкую очистку от нефтесодержащих продуктов;
- 4) Снижать содержание радионуклидов и тяжёлых цветных металлов;
- 5) Снижать содержание фосфатов, азотосодержащих соединений и хлоридов

2.2 Установка обеззараживания воды

Подбор ультрафиолетовой установки для обеззараживания воды

Технология обеззараживания все более широко применяется в системах водоподготовки как альтернатива окислительным методам. Это обусловлено простотой, безопасностью и экономичностью в процессе эксплуатации. У ультрафиолетовой установки (УФО) отсутствует какое – либо воздействие на химический состав воды, что позволяет просто и дешево решать задачу обеззараживания, не используя химические реагенты, не создавая токсичных побочных продуктов.

Применение УФО позволяет:

- обеспечить высокую эффективность обеззараживания хозяйственно-питьевой воды в отношении широкого спектра микроорганизмов;
- полностью отказаться от применения процесса хлорирования, существенно повысить надежность и безопасность систем водоснабжения;
- исключить возможность образования в обрабатываемой воде побочных токсичных продуктов, характерных для технологий хлорирования, и в ряде случаев, озонирования;
- исключить строительство дорогостоящих сооружений, необходимых для технологий хлорирования и особенно озонирования, требующих соблюдения специальных мер по технике безопасности и снизить нагрузку на окружающую природную среду;
- обеспечить низкое энергопотребление, в 5–8 раз ниже совокупного энергопотребления озонаторных комплексов;
- обеспечить более низкую стоимость эксплуатации систем обеззараживания, чем при использовании технологии хлорирования, озонирования.

Для обеззараживания воды принимаем бактерицидную установку ультрафиолетовой дезинфекции УДВ – 4А 300Н – 10 – 150, которая разработана НПО «ЛИТ», со следующими техническими характеристиками:

- производительность установки из подземного источника – 87 м³/ч;
- доза УФ облучения – 25 мДж/см²;

- потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления – 40 см вод.ст.;
- потребляемая мощность камеры обеззараживания и пульт управления – 1,12 кВт;
- потребляемая мощность насоса промывочного – 0,25 кВт;
- ёмкость камеры обеззараживания – 42 дм³;
- масса камеры обеззараживания – 49 кг;
- масса пульта управления – 42 кг;
- масса промывочного насоса – 6 кг;
- количество ламп в камере – 5 шт;
- срок службы лампы, не менее – 12000 ч;

Вид ультрафиолетовой установки представлен на рисунке 13



Рисунок 13 – Установка ультрафиолетовой дезинфекции

3. Охрана окружающей среды

3.1 Характеристика проектируемого объекта

В данной работе разработана система водоснабжения поселка расчетной численностью 2000 человек.

Микрорайон застроен в основном частными двух и трехэтажными домами, которые оборудованы внутренним водопроводом и канализацией, централизованным горячим водоснабжением

На территории поселка дополнительно размещены: клуб, столовая, школа, детский сад, баня, больница, отделение полиции и пожарная часть, молочно-товарная ферма, ферма молока, строящиеся гостиничный и спортивный комплексы.

3.2 Характеристика источника водоснабжения

Подземные воды имеют следующие характеристики:

- динамический уровень – 142,2 м;
- статический уровень – 143,7 м;
- мощность водоносного пласта – 12 м;
- коэффициент фильтрации – 45 м/сут;
- грунты – суглинки, мощностью слоя 40 м, пески средней крупности, мощностью слоя 10 м.

Данные по качественному составу воды источника приведены в таблице 10

Оценка качества воды подземного источника произведена в соответствии с нормативными документами.

Таблица 10 – Исходные данные и нормативные требования к качеству воды водных объектов хозяйственно-питьевого назначения

Показатели	Единицы измерения	Качество воды в скважине	Нормативные требования к водоемам хозяйственно-питьевого назначения
------------	-------------------	--------------------------	---

			ПДК, мг/л	ЛПВ	Класс опасности
Общие требования к составу и свойствам воды					
Взвешенные вещества	мг/л	0,5	1,5	-	-
Плавающие Примеси		отсутствие	отсутствие		
Окраска	см	отсутствие	не должна обнаруживаться в столбике 20 см		
Запахи	балл	0-1	не должна приобретать запах интенсивностью более 2 баллов непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки		
Температура	°С	8	не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет		
Водородный показатель (рН)		7,5	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5		
Минерализация Воды	мг/л	320	1000		
Растворенный кислород	мг O ₂ /л	4,5	Не менее 4		
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	мг O ₂ /л	4	2	-	-
Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	мг O ₂ /л	84	-	-	-
Химические вещества					
Железо	мг/л	2,5	0,3	о/л	3
Азот нитратный	мг/л	13,5	9,1	с/т	3
Жесткость	ммоль/л	2,7	7	с/т	4

Окончание таблицы 10

Показатели	Единицы измерения	Качество воды в скважине	Нормативные требования к водоемам хозяйственно-питьевого назначения
------------	-------------------	--------------------------	---

			ПДК, мг/л	ЛПВ	Класс опасно- сти
Бактериологические показатели					
Возбудители кишечных инфекций		отсут- ствие	отсут- ствие		
Термотолерантные колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	отсут- ствие	Не более 100		
Колифаги	БОЕ/100 мл	отсут- ствие	Не более 10		
Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших		отсут- ствие	Не должны содержаться в 25 л воды		
Общие колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	5	Не более 1000		
Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии		отсут- ствие	$\sum (A_i / Y B_i) \leq 1$		

Качество воды после обработки должно соответствовать требованиям, предъявляемым к водам хозяйственно-питьевого назначения.

Нормативные требования по содержанию вредных веществ в питьевой воде представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Нормативные требования по содержанию вредных веществ в питьевой воде

Показатели	Ед. изм.	Качество воды в скважине	Нормативные требования к качеству питьевой воды		
			ПДК, мг/л	ЛПВ	Класс опасности
Обобщенные показатели					
Водородный показатель	единицы рН	7,5	в пределах 6-9		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	320	1000		
Жесткость общая	мг-экв./л	2,9	7,0		
Окисляемость перманганатная	мг/л	10	5,0		
Фенольный индекс	мг/л	0,013	0,25		
Неорганические вещества					
Железо	мг/л	2,5	0,3	о/л	3
Азот нитратный	мг/л	13,5	9,1	с/т	3
Жесткость	ммоль/л	2,7	7	с/т	4

Качество воды и нормативные требования по микробиологическим и паразитологическим показателям, также по органолептическим показателям и радиационной безопасности приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Нормативные требования к качеству питьевой воды по микробиологическим, паразитологическим и органолептическим показателям

Показатели	Единицы измерения	Качество воды в скважине	Нормативы
микробиологические и паразитологические показатели			
Термотолерантные колиформные	Число бактерий в	Отсут-	Отсут-

бактерии	100 мл	ствие	ствие
Показатели	Единицы измерения	Качество воды в реке	Нормативы
Общие колиформные бактерии	Число бактерий в 100 мл	Отсутствие	Отсутствие
Общее микробное число	Число образующих колонии бактерий в 1 мл	5	Не более 50
Колифаги	Число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	Отсутствие	Отсутствие
Споры сульфитредуцирующих-лостридий	Число спор в 20 мл	Отсутствие	Отсутствие
Цисты лямблий	Число цист в 50 л	Отсутствие	Отсутствие
органолептические показатели			
Запах	баллы	0-1	2
Привкус	"-"	Отсутствие	2
Цветность	градусы	65	20
Мутность	ЕМФ мг/л (по каолину)	95	2,6 1,5
Радиологические показатели			
Общая α -радиоактивность	Бк/л	Отсутствие	0,1
Общая β -радиоактивность	Бк/л	Отсутствие	1,0

По данным таблицы 12, объект может быть использован в качестве источника хозяйственно-питьевого назначения, после удаления солей железа и применения технологии обеззараживания. Для удаления солей железа принимаем безреагентную гидроавтоматическую установку, обеззараживание осуществляется на установке УДВ – 5А300Н – 10 – 150.

3.3 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на окружающую среду

В результате штатного функционирования данного технологического процесса образуются:

- жидкие отходы (промывные воды);

Жидкие отходы – это промывные воды после промывки фильтров.

Оценка воздействия на атмосферный воздух

Учитывая, что при обеззараживании используется установка УФО газовых выбросов не будет.

3.4 Проектирование зон санитарной охраны

Зона санитарной охраны водного объекта, как источника водоснабжения (скважин) должна состоять из трех поясов: первого пояса – это пояс строгого режима, второго и третьего – режимов ограничения.

Санитарно – оздоровительные и защитные водоохранные мероприятия устанавливаются для каждого пояса зоны санитарной охраны в соответствии с его назначением.

В окрестности водозабора устанавливается зона санитарной охраны, в которой осуществляется спец. мероприятия, исключающие возможность поступления поллютантов в водозабор и водоносный пласт в районе водозабора.

При организации зоны санитарной охраны учитывается вид загрязнений (биологическое, химическое, радиационное), определяющий их стабильность и возможную длину пути продвижения в водоносном пласте.

Первый пояс зоны санитарной охраны источника

Границы первого пояса зоны санитарной охраны объекта водоснабжения устанавливается на расстоянии не менее 30 м от водозабора (при использовании защищенных подземных вод защищенными являются напорные воды). Граница первого пояса санитарной охраны удалена от крайних скважин на 50 м.

Второй пояс зоны санитарной охраны источника

Границы второго пояса санитарной охраны источника определяется гидродинамическими расчетами. Основным параметром, определяющим расстояние от границ второго пояса зоны санитарной охраны до водозабора, является расчетное время продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, которое должно быть достаточным для эффективного самоочищения воды. Поскольку скважины расположены в III климатическом районе и не имеют непосредственной гидравлической связи с открытым водоёмом, то принимаем $T_m = 200$ суток.

Расчёт границ второго пояса при скорости $< 0,01$ м/сут в направлении поперек естественного потока определяют по формуле

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T_m}{3,14 \cdot m_{cp} \cdot n}} \dots \dots \dots (47)$$

где Q – производительность водозабора, м³/сут.;

T_m – расчетное время продвижения микробного загрязнения, сут.;

m_{cp} – средняя мощность водоносного горизонта, м;

n – пористость пород водоносного пласта, для среднепористых пород, принимаем 0,3 – 0,35.

$$R = \sqrt{\frac{946,16 \cdot 200}{3,14 \cdot 12 \cdot 0,35}} = \sqrt{3733,1} = 61 \text{ м}$$

При принятом расчетном времени, принимаем $R = 61$ м, т.е. граница второго пояса устанавливается на расстоянии не менее 61 м.

На территории второго пояса запрещается:

- загрязнение территории нечистотами, мусором, навозом и размещение промышленными отходами;

- размещение складов ГСМ, ядохимикатов, удобрений, накопителей, шламохранилищ;
- применение и внесение удобрений и ядохимикатов;
- расположение пастбищ в прибрежной полосе шириной до 300м;
- добыча песка и гравия и др. полезных ископаемых из водохранилища и дноуглубительные работы.

Третий пояс зоны санитарной охраны источника

Границы третьего пояса зоны санитарной охраны предназначены для защиты подземных вод от химических поллютантов или радиохимического загрязнения воды до водозабора. Расчетное время продвижения загрязнений должно быть по принятой продолжительности эксплуатации водозабора, но не менее 25 лет (25 – 50 лет $\approx 10^4$), то принимаем $T_x = 10^4$ лет.

Расстояние до границ третьего пояса определяют по формуле

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T_x}{3,14 \cdot m_{cp} \cdot n}}, \dots\dots\dots(48)$$

где Q – производительность водозабора, м³/сут.;

T_x – продолжительность эксплуатации водозабора, лет;

m_{cp} – средняя мощность водоносного горизонта, м;

n – пористость пород водоносного пласта, для среднепористых пород, принимается 0,3 – 0,35.

$$R = \sqrt{\frac{946,16 \cdot 10^4}{3,14 \cdot 12 \cdot 0,35}} = \sqrt{717440,1} = 847 \text{ м}$$

При принятом расчетном времени, принимаем $R = 847$ м, т.е. граница третьего пояса устанавливается на расстоянии не менее 847 м.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе разработана система водоснабжения поселка численностью 2000 человек из подземного источника. Определены расчетные расходы воды, выбран материал труб и проведен гидравлический расчет сети в двух случаях: на случай максимального водоразбора и на случай пожара. Запроектированы одна рабочая скважина и одна в резерве, оборудованные насосом марки ЭЦВ,

глубиной 51,5 м. Для получения воды питьевого качества принята безреагентная гидроавтоматическая установка для удаления железа, производительностью 400 м³/сут. Обеззараживание воды предусмотрено на установке УДВ 4А 300Н – 10 – 150, которая разработана НПО «ЛИТ».

Запроектированы два резервуара чистой воды объемом 250 м³ каждый. Вода из резервуаров чистой воды забирается насосами насосных станции второго подъема и подается потребителям. На насосной станции второго подъема запроектировано 1 рабочий и один резервный насос фирмы Grundfos.

Проектные решения разработаны в соответствии с заданием на проектирование и техническими условиями на водоснабжение по объекту. Технические решения, принятые в проекте, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»
Москва 2012 г.

2 СП 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности». М.: изд – во МЧС России 2009 г.

3 Золотова Е.Ф., Асс Г.Ю. «Очистка воды от железа, марганца, фтора и сероводорода»: учебное пособие / Е.Ф. Золотова-М.: Стройиздат, 2012. - 176 с.

4 Кульский Л.А. «Основы химии и технологии воды»: учебное пособие / Л.А. Кульский-Киев: Наукова думка, 2011. - 568 с.

5 Труфанов А.И. «Формирование железистых подземных вод»: учебное пособие /А.И. Труфанов М., Наука, 2012, 132

6 Румянцева Л.П. «Брызгальные установки при обезжелезивании воды»: научное издание / Л.П. Румянцева- М.: Стройиздат, 2007. - 180 с

7 Новиков В.К., Михайлова Э.М. «Методы очистки природных вод от соединений марганца, железа и других загрязняющих веществ»: научное пособие / В.К. Новиков, Э.М. Михайлова - М.: Институт экономики ЖКХ АКХ им. К.Д. Памфилова, 2014. - 52 с.

8 Плотников Н.А., Алексеев В.С. «Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод»: научное пособие / Н.А. Плотников, В.С. Алексеев М., Стройиздат, 2014 – 154 с.

9 Кулаков В.В., Труфанов А.И. «Закономерности распространения железа и марганца в подземных водах Приамурья»: сборник научных статей Гидрогеохимия региона Байкало - Амурской магистрали. Скт-Петербург, ВСЕГЕИ, 2012 - 22 – 28 с.

10 Чайковский Г.П., Матаруева И.А., Кравцов Ю.Ф. «Железобактерии и их влияние на процесс обезжелезивания подземных вод»: «Гидравлика и водоснабжение» / Г.П. Чайковский, И.А. Матаруева, Ю.Ф. Кравцов: Межвузовский сборник научных трудов.- Хабаровск: РИО ХПИ, 2005. с.111 - 120.

11 Алексеев В.С., Коммунар Г.М., Янбуллатова Ф.К. «Расчеты установок обезжелезивания подземных вод в водонапорных пластах»: «Водоснабжение и санитарная техника» / В.С. Алексеев, Г.М. Коммунар, Ф.К. ЯнбуллатоваС.- Петербург:2013. –150 – 210 с.

12 Крайнов С.Р., Соломин Г.А., Закутин В.П. «Железо в подземных водах хозяйственно - питьевого назначения»: Обзор ВИЭМС. Сер. «Гидрогеология и инженерная геология». / С.Р. Крайнов, Г.А. Соломин, В.П. ЗакутинМ., ВИЭМС, 2005г.

13 «Технические записки по проблемам воды» /Справочное пособие фирмы Дегремон - М.: Стройиздат, 2013.- 1064 с.

14 «Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения». Справочник /Б.Н. Репин, С.С. Запорожец, В.И. Ереснов и др.; Под ред. Б.Н. Репина.– М.: Высш.шк.,1995.– 431 с.

15 СанПиН 2.1.4.1074–01«Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» М.: Минздрав России 2001

16 ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». М.: Минздрав России , 2003

17 МУ 2.1.4. 719-98 «Санитарный надзор за применением ультрафиолета при подготовке питьевой воды».

18 СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» Госкомсанэпиднадзор РФ, 2002 г.

19 Н.А. Карамбиров «Сельскохозяйственное водоснабжение» Аграрпромиздат 1986 г.

20 В.С. Оводов «С/х водоснабжение и обводнение», Колос 1984г.

В.М. Усаковский «Водоснабжение в сельском хозяйстве», Аграрпромиздат 1989 г.

21 В.Ф. Чабаяевский «Насосы и насосные станции», Аграрпромиздат 1989 г.

22 В.П. Логинов, Л.М. Шуссер «Справочник по с/х водоснабжению»,Аграрпромиздат 1992г.

23 «Насосы центробежные и осевые» 1972г.

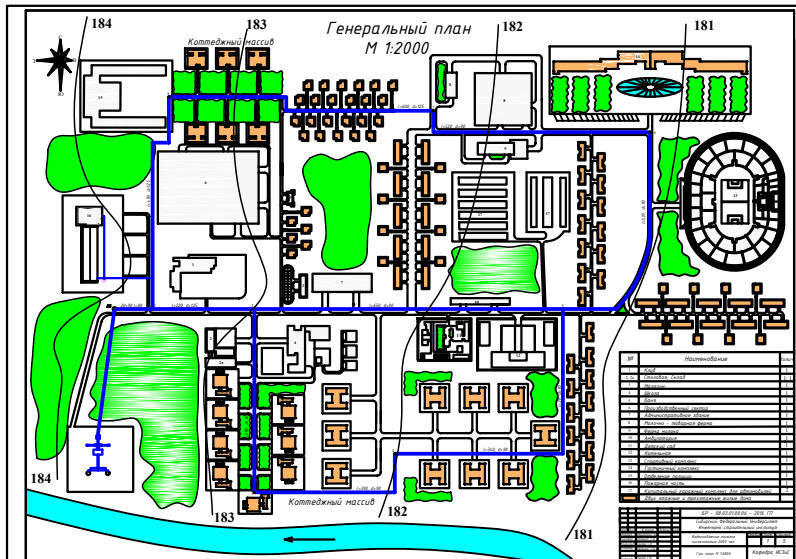
24 ГОСТ 2761-84. «Источники централизованного хозяйственно - питьевого водоснабжения. Правила выбора и оценки качества». -М.: Издательство стандартов, 1985. -7 с.

25 СТО 4.2–22–20014«Система менеджмента качества. Организация учета и хранения документов». – Введ. 22.12.20014. – Красноярск : ИПК СФУ, 20014. – 41 с.

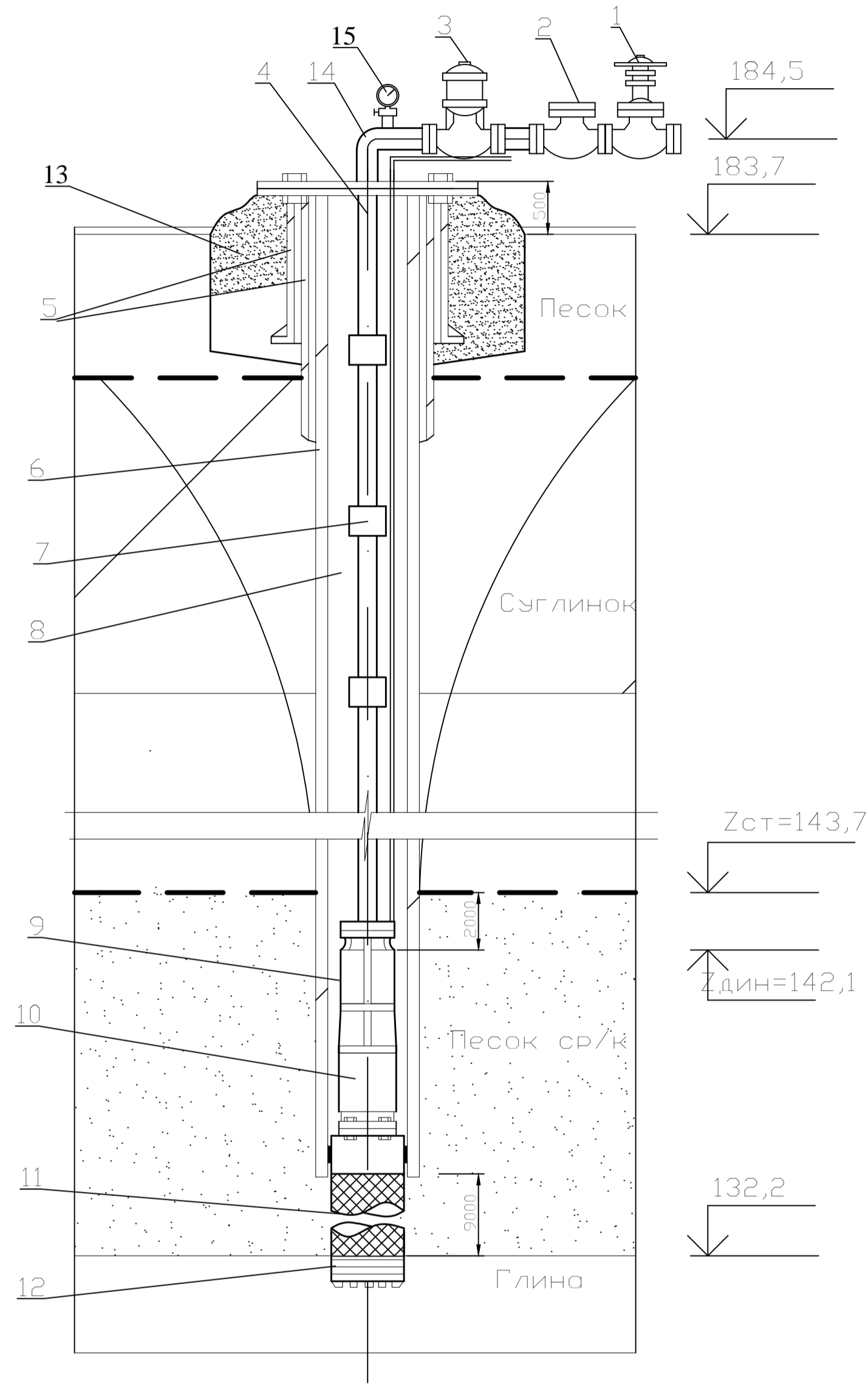
26 Правдзик Б.К. «Курс водоснабжения»: учебник / Б.К. Праздник - С.-Петербург:2013. - 284 с.

27 Николадзе Г.И. «Улучшение качества подземных вод»: учебное пособие / Г.И. Николадзе - М.: Стройиздат, 2007. - 240 с.

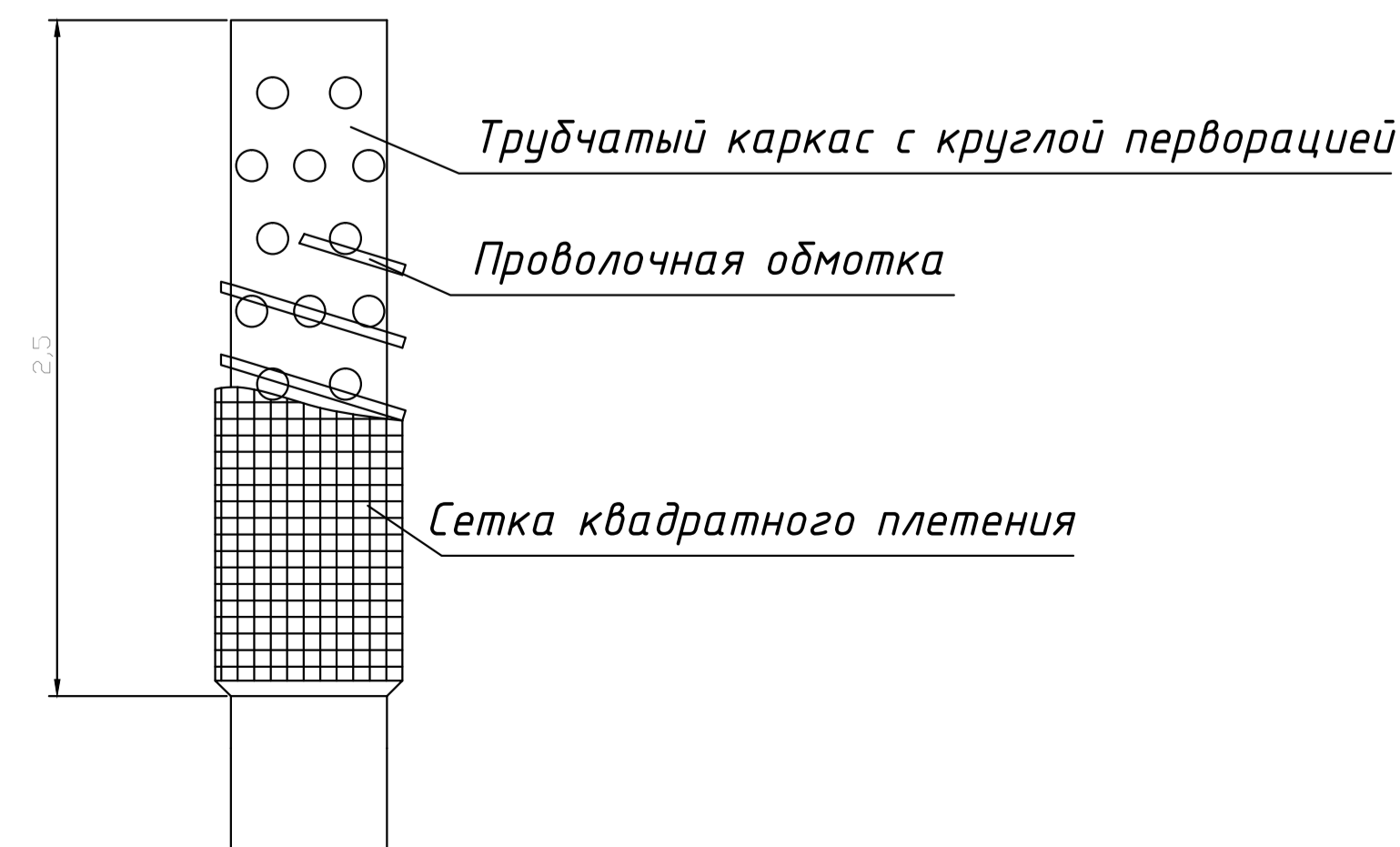
28 Мамонтов К.А. «Обезжелезивание воды в напорных установках»: учебное пособие / К.А. Мамонтов-М.: Стройиздат, 2014. -94 с.



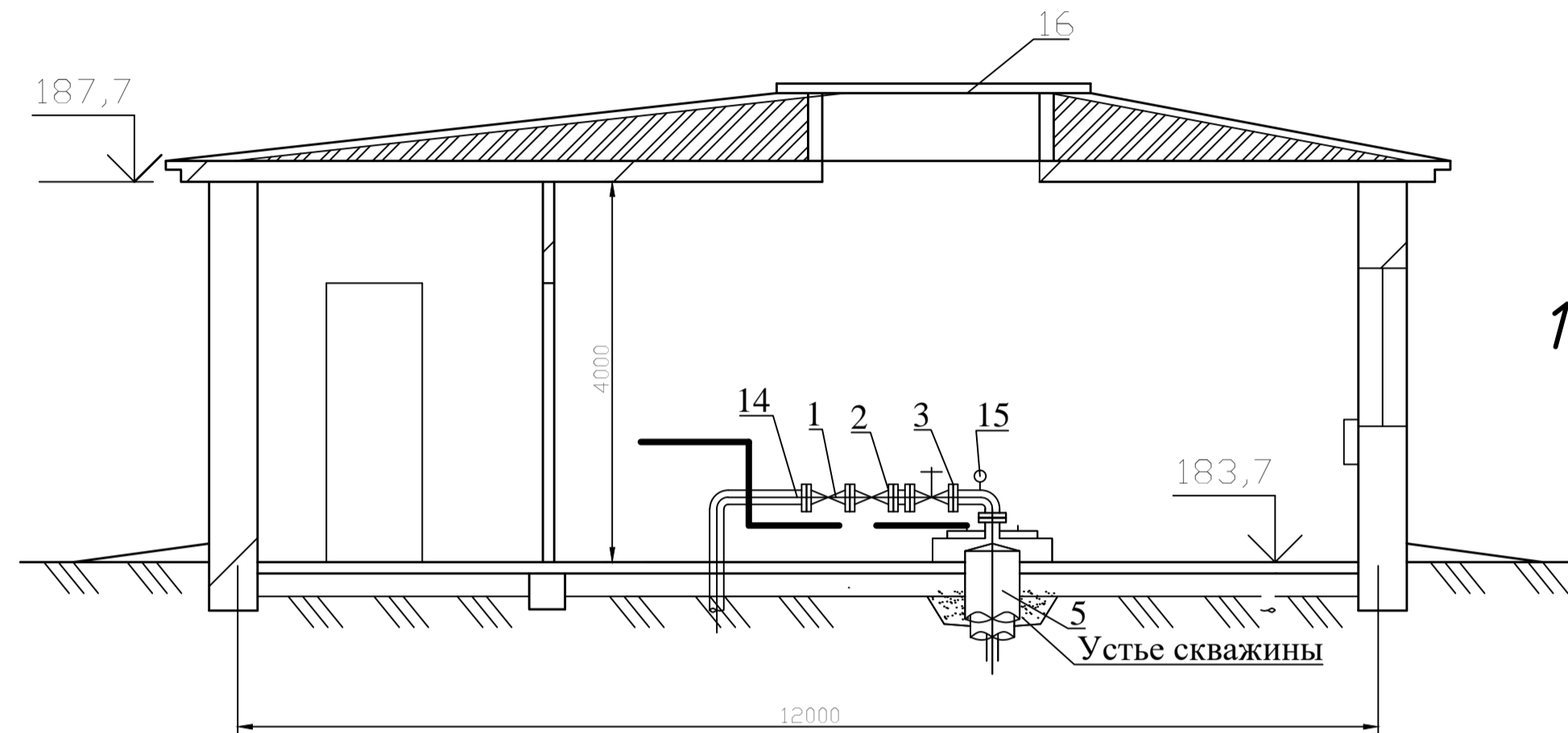
Технический разрез скважины



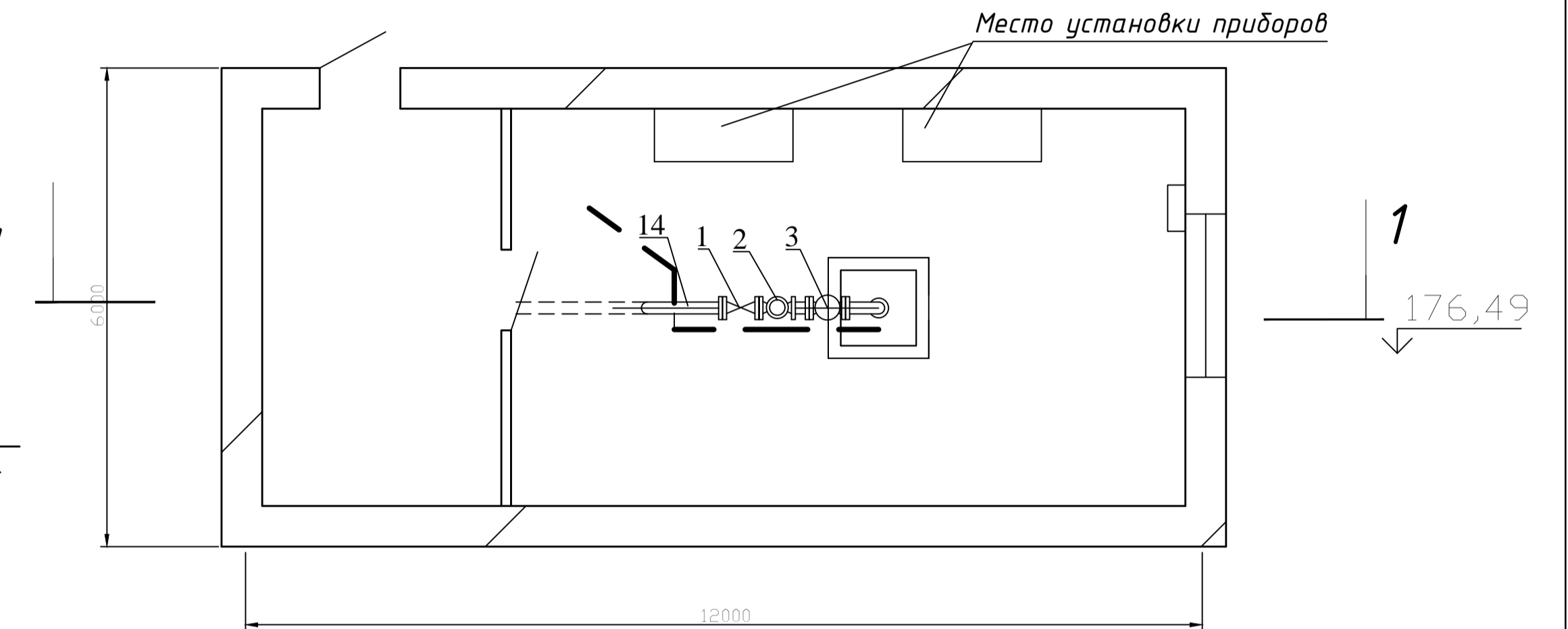
Фильтр водозаборной скважины



Разрез 1-1 М1:100



План НС-1 наземного типа Q=946,16 м³/сут М1:100



Геолого - технический разрез

Масштаб	Геолог. индекс	Номер слоя	Глубина подошвы слоя	Мощность слоя	Категория пород по буримости	Наименование пород	Геологический разрез	Конструкция скважины	Основные проектные данные скважины	Условия производства работ
1:100	Q4	1	50	50	I	Суглинки		300 мм	1. Местонахождение скважины: Кемеровская область 2. Глубина скважины: 515 м. 3. Обсадка трубами diam. 300 мм в интервале 0,0-271,0 м. 4. Геологический возраст водоносных пород - С1. 5. Глубина залегания урвня подземных вод 51 м. 6. Фильтр Бурение будет осуществляться роторным способом станком УГБ-ЭЖК (УЖС-22). Для удаления с забоя разрушенной породы используется вода. В качестве прибойной жидкости используется желтома. Остатки отхода требуется электротехнический насос ЭЦВ 8-40-65. В конце отбора производится 1 проба воды на пены химической природы. Конструкция скважины должна быть выполнена ГПР.	1. Задвижка 2. Обратный клапан 3. Вантуз 4. Напорная колонна Д 215 5. Защитные колонны труб 6. Эксплуатационная колонна Д 300 7. Соединительная муфта 8. Токпроводящий кабель 9. Насос ЭЦВ 8-40-65 10. Двигатель 11. Фильтр 12. Отстойник 13. Цементация затрубного пространства 14. Присоединительный трубопровод Д 150 15. Манометр 16. Монтажный люк
					III	Песок средней крупности		250 мм		
					II	Глина плотная		Водоупор - глина		

Экспликация

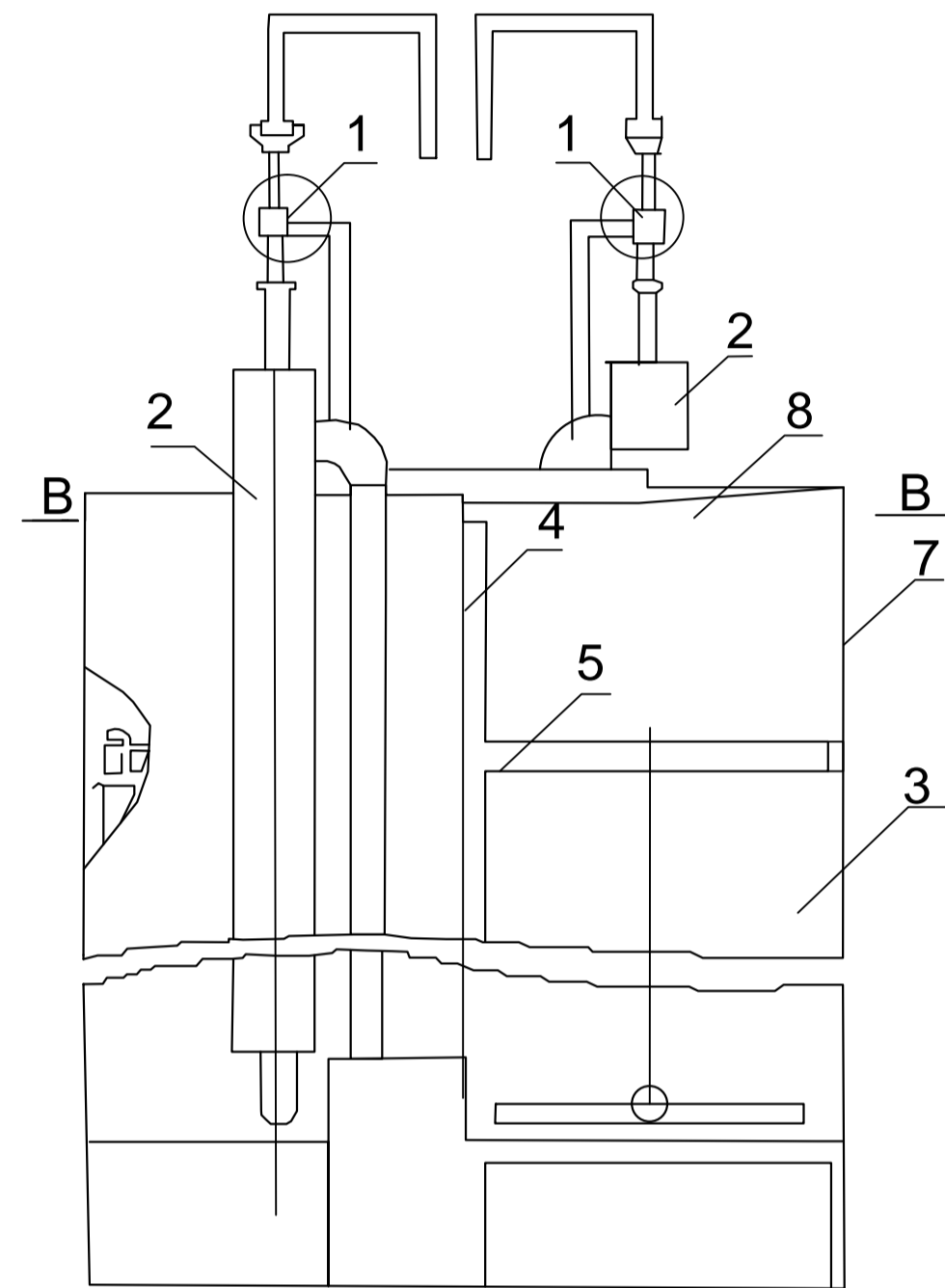
N	Наименование	Прим.
1	Задвижка	
2	Обратный клапан	
3	Вантуз	
4	Напорная колонна Д 215	
5	Защитные колонны труб	
6	Эксплуатационная колонна Д 300	
7	Соединительная муфта	
8	Токпроводящий кабель	
9	Насос ЭЦВ 8-40-65	
10	Двигатель	
11	Фильтр	
12	Отстойник	
13	Цементация затрубного пространства	
14	Присоединительный трубопровод Д 150	
15	Манометр	
16	Монтажный люк	

BR - 08.03.01.00.06 - 2016 ВЗ			
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм./Лист	N докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Светский А.		
Руковод.	Пазенко Т.Я.		
Консульт.	Сакаш Г.В.		
Н.контр.	Пазенко Т.Я.		
Водоснабжение поселка численностью 2000 чел.		Стадия	Листов
		2	5
Технический разрез скважины.			

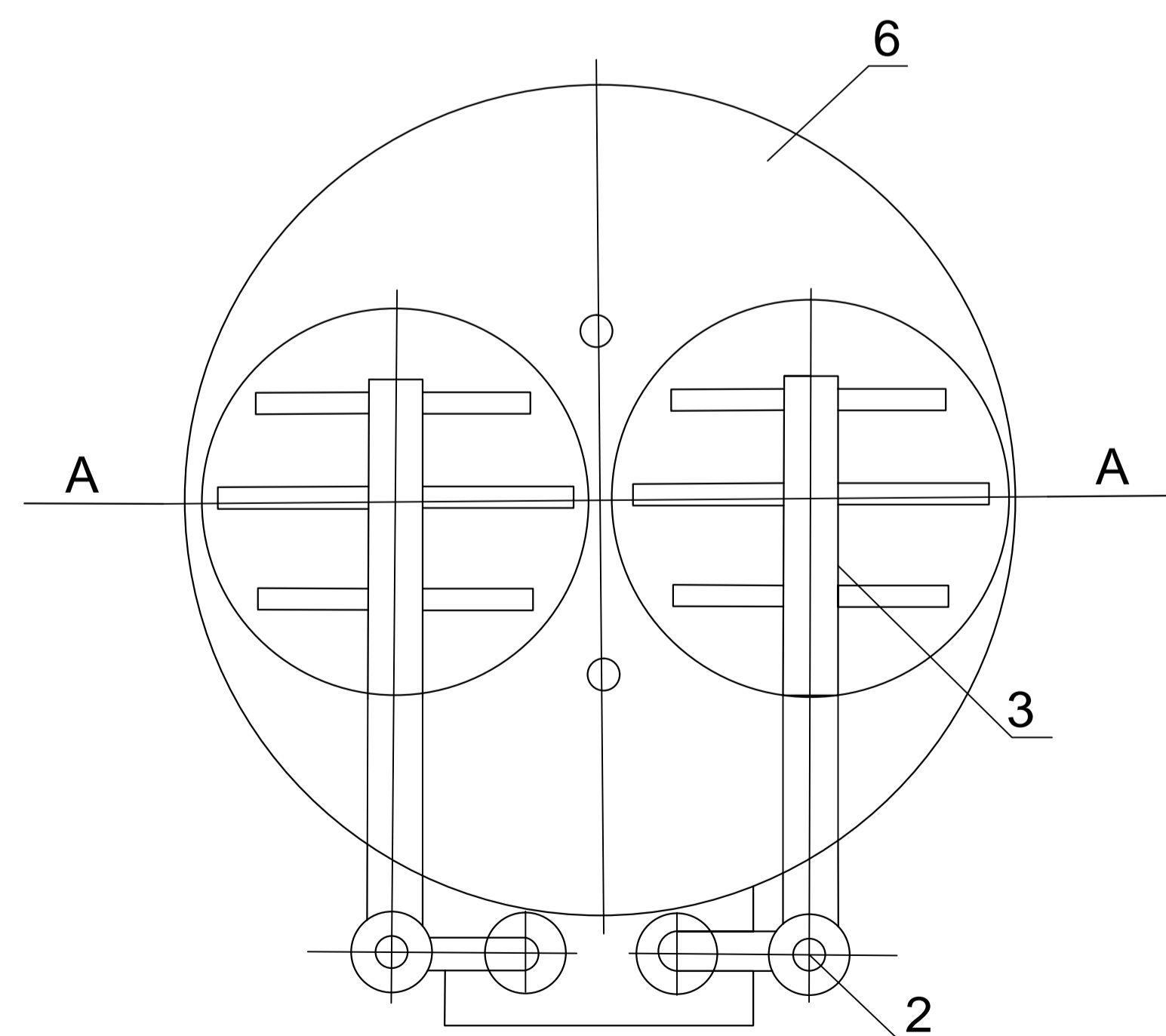
СХЕМА СТАНЦИИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ И ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ

Разрезы А-А; В-В

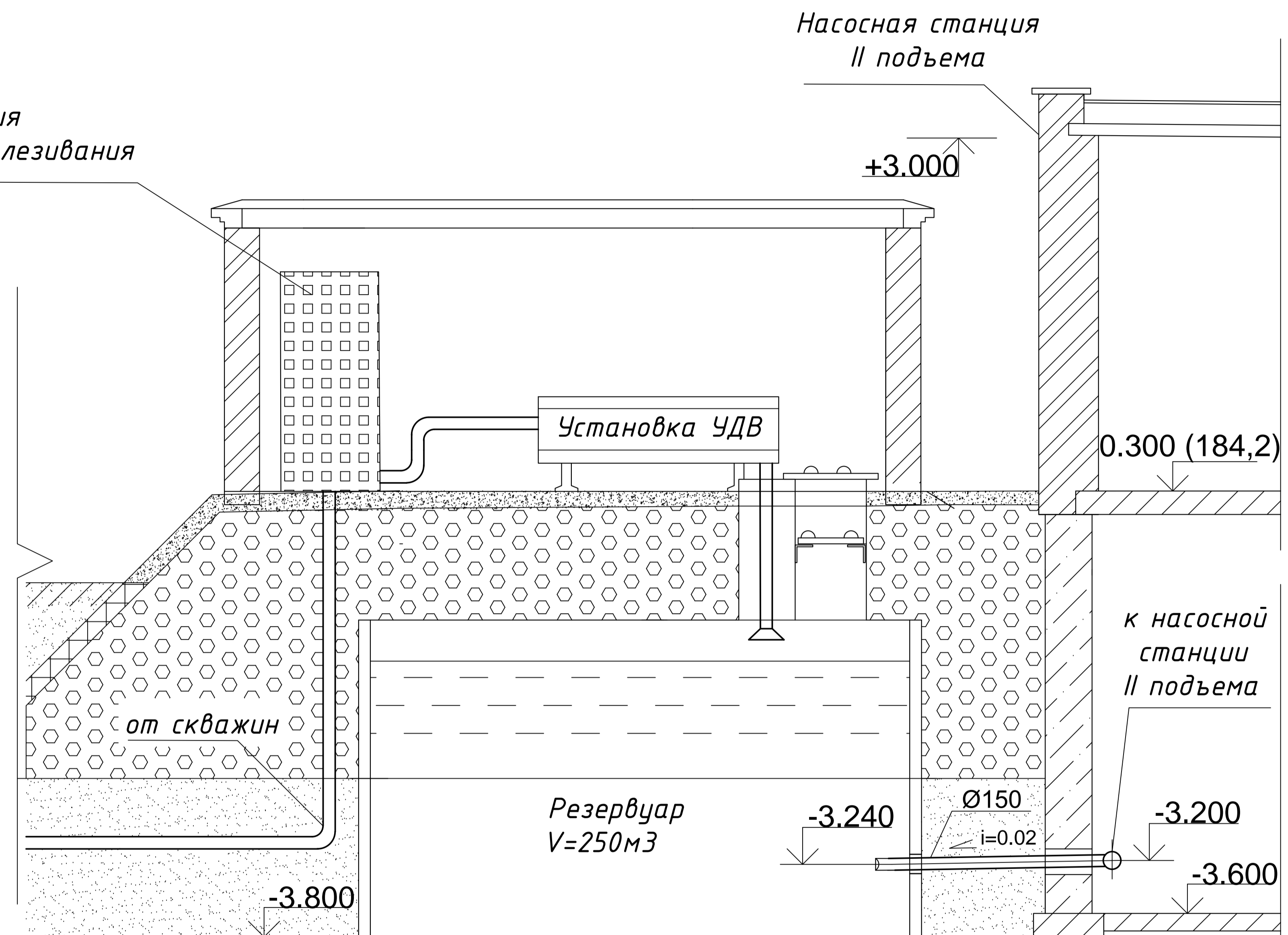
Разрез А-А



Разрез В-В

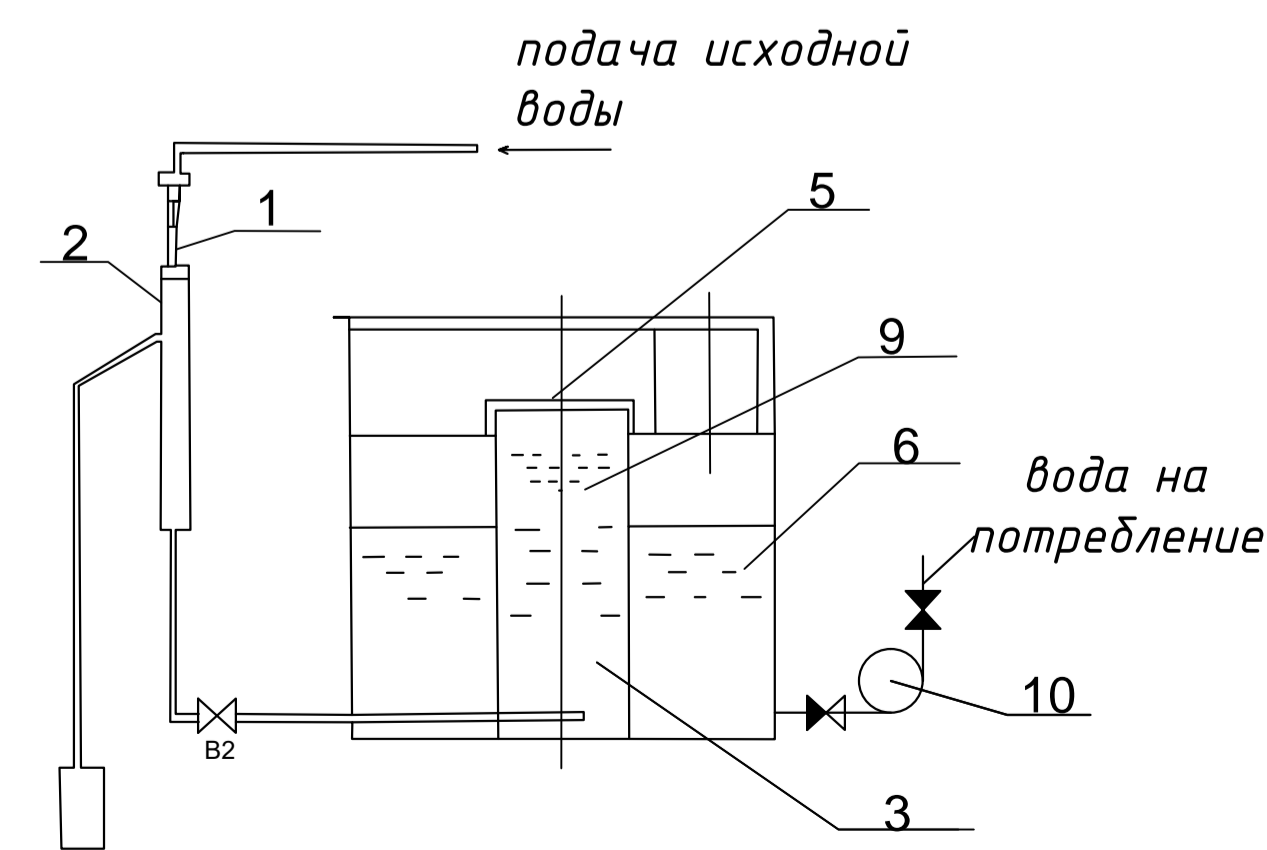


Станция обезжелезивания



Принципиальная схема установки обезжелезивания

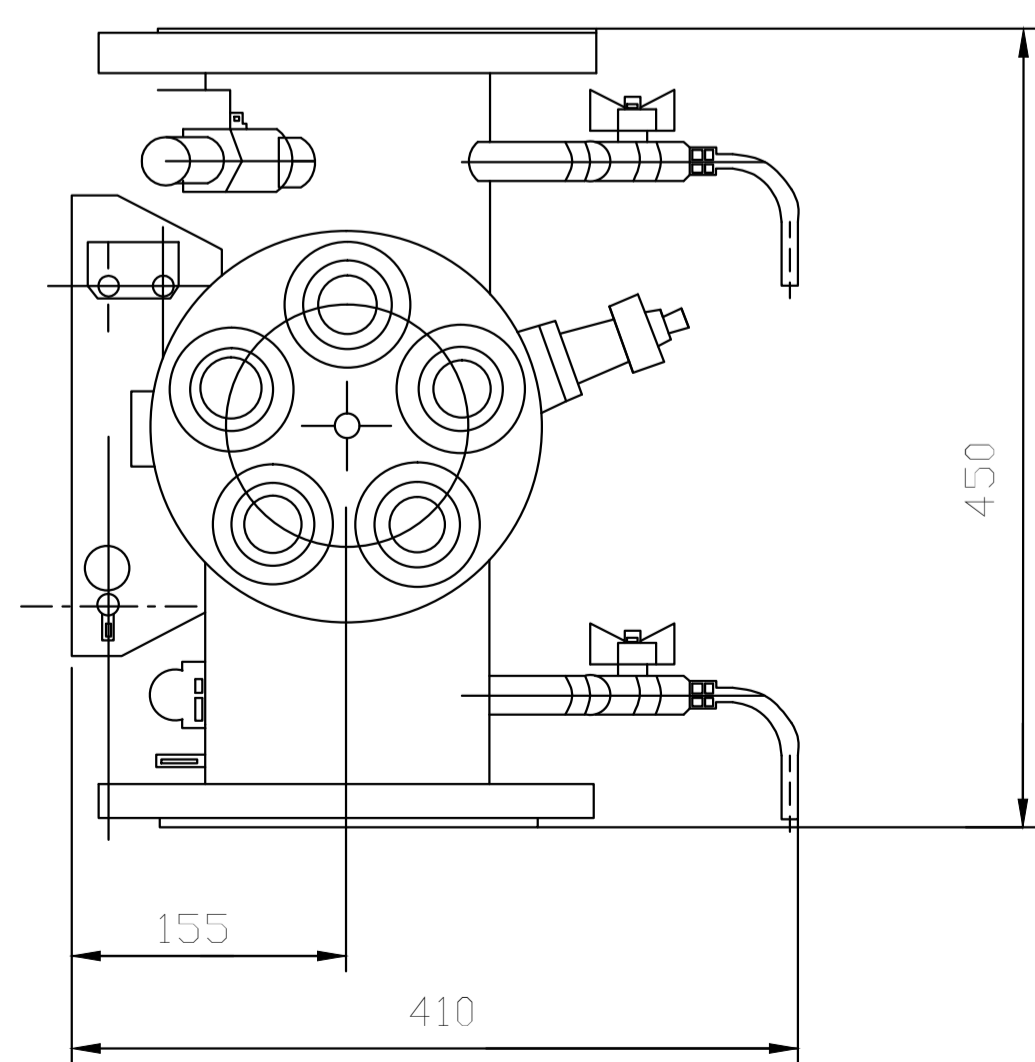
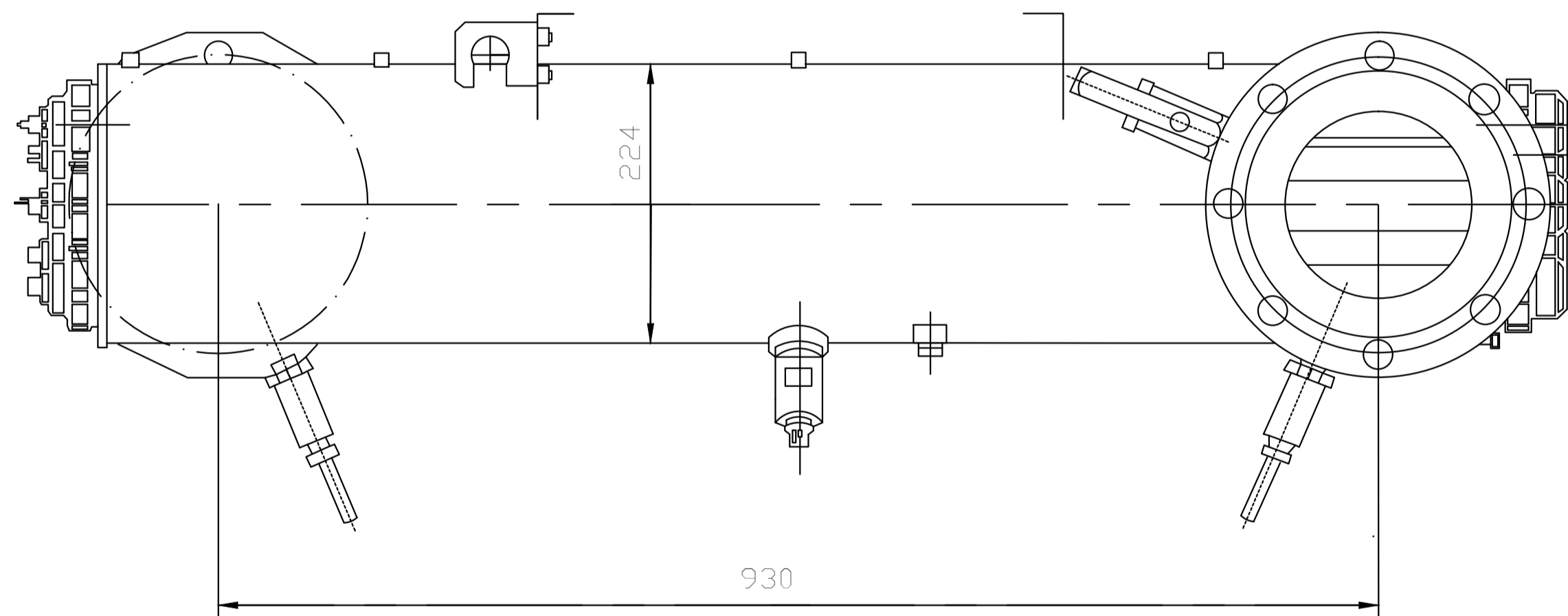
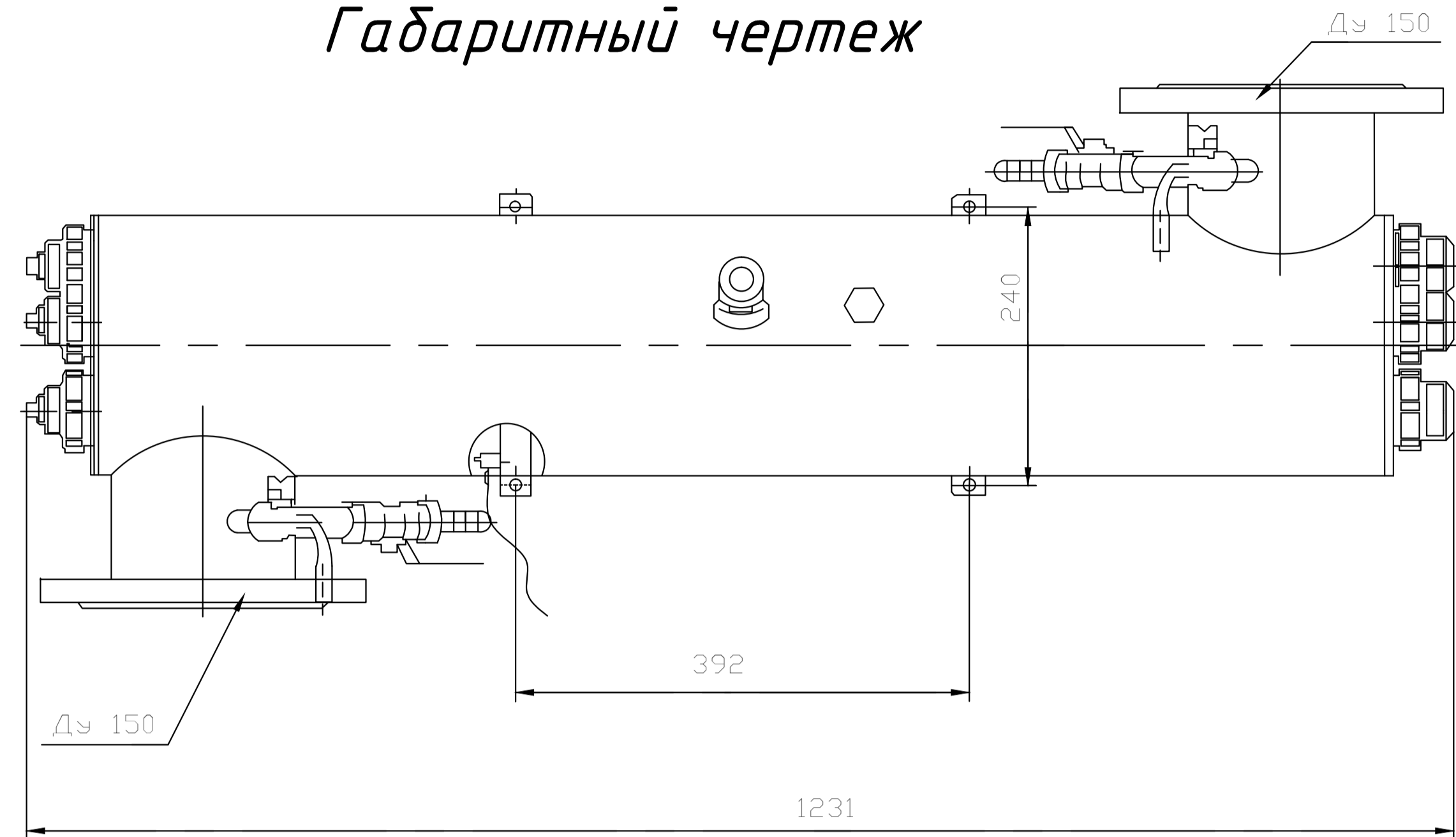
- 1 - аэратор ;
- 2 - гидроробот;
- 3 - фильтр;
- 4 - переливные баки;
- 5 - удерживающая сетка;
- 6 - бак чистой воды;
- 7 - Бак воды для промывки фильтров;
- 8 - Сборник промывной воды;
- 9 - Плавающая полимерная фильтрующая загрузка;
- 10 - Насос второго подъема.



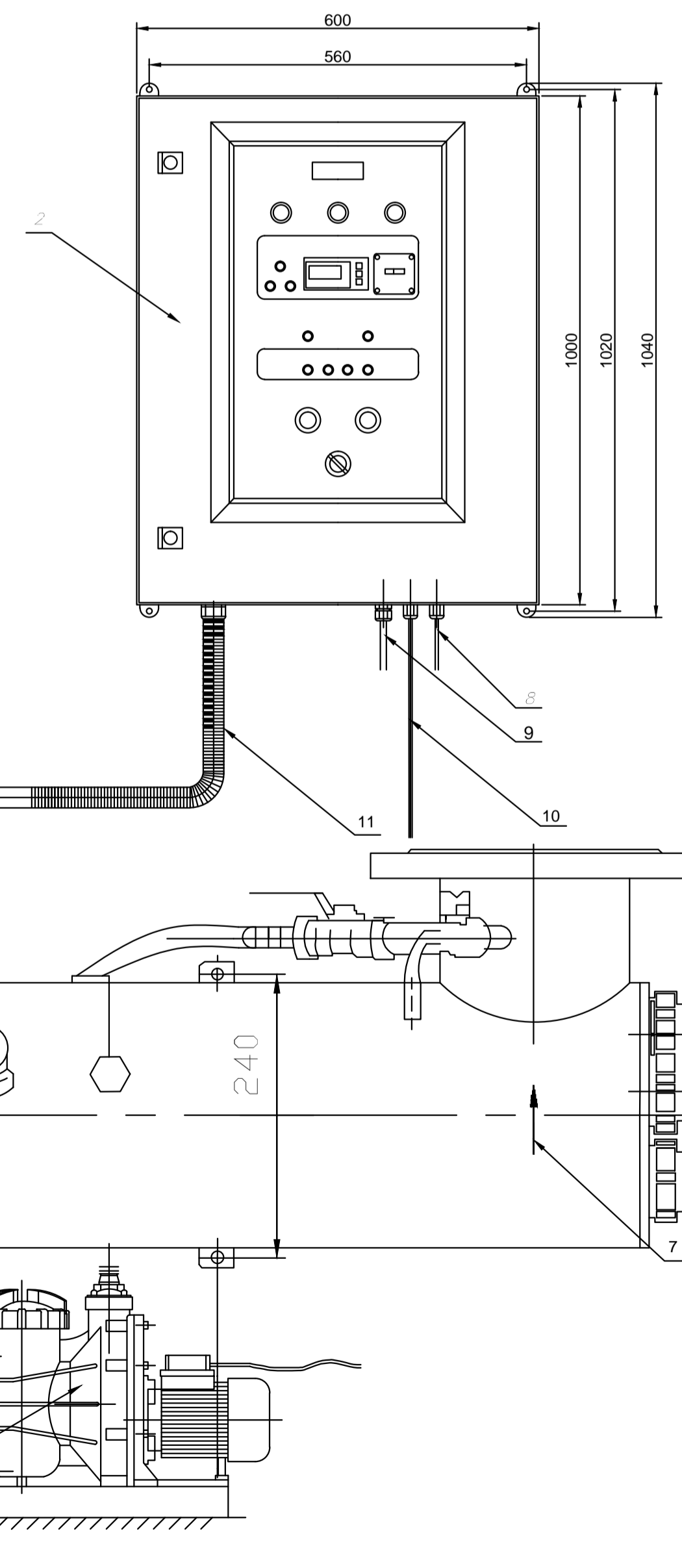
БР - 08.03.01.00.06 - 2016 СО			
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм/Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Светский А.		
Руковод.	Пазенко Т.Я.		
Консульт.	Сакаш Г.В.		
Н.контр.	Пазенко Т.Я.		
Зав.каф.	Сакаш Г.В.		
Водоснабжение поселка численностью 2000 чел.		Стадия	Лист
Станция обезжелезивания и обеззараживания		3	5
			Кафедра ИСЭИС

УСТАНОВКА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ УДВ-5А300Н-10-150

Габаритный чертеж



Монтажный чертеж



Технические характеристики

№	Наименование показателей	Значение	Ед. изм.
1	Производительность установки	87	м ³ /ч
2	Доза УФ облучения, не менее	25	мДж/см
3	Потери напора за счет гидравлического сопротивления	66	см вод.ст.
4	Минимальный и максимальный расходы	20 - 140	м ³ /ч
5	Рабочее давление в камере обеззараживания	1(10)	МПа (бар)
6	Тип лампы	ДБ-300Н	
7	Количество ламп в камере	5	шт
8	Срок службы лампы	12000	ч
9	Количество включений / выключений в течение срока службы	2000	
10	Напряжение питания	220±10%	В
11	Частота питающего напряжения	50	Гц
12	Потребляемая мощность промывочного насоса	0,25	кВт
13	Потребляемая мощность камеры обеззараживания и пульта	1,4	кВт
10	Масса камеры обеззараживания	50	кг
11	Масса пульта управления	62	кг
12	Масса промывочного насоса	6	кг
13	Объем камеры обеззараживания	42	кг

Спецификация

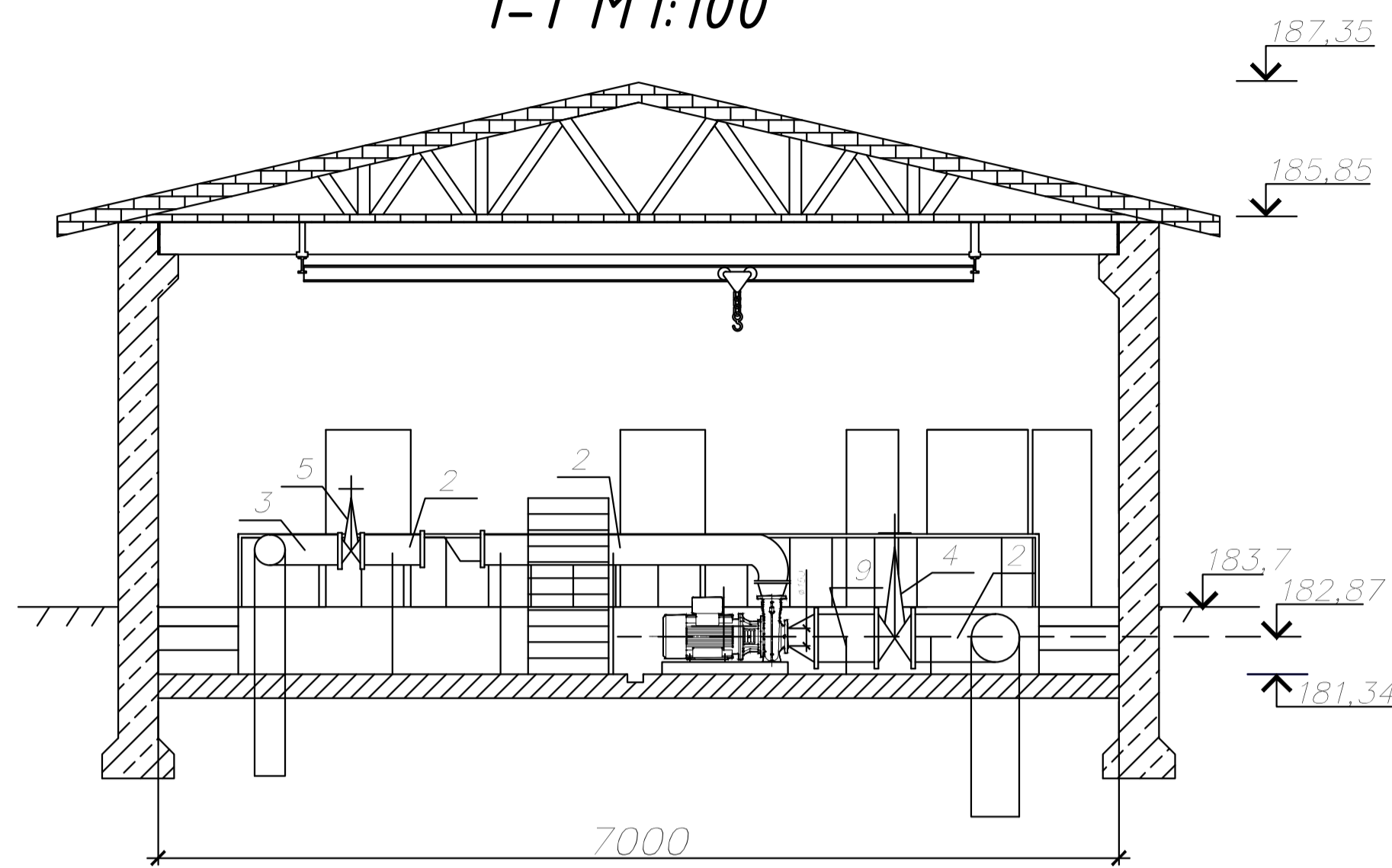
№	Наименование	Примечание
1	Корпус камеры обеззараживания	1231x450x410
2	Пульт управления	800x600x252
3	Насос промывочный	512x210x345
4	Зона извлечения ламп	
5	Провод заземления	
6	Подвод воды	
7	Отвод воды	
8	Кабель дистанционного управления	
9	Кабель силовой	
10	Кабель УФ датчика	
11	Кабели ламповые	

				БР - 08.03.01.00.06 - 2016 УДВ		
				Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	И докум.	Подпись	Дата	Водоснабжение поселка численностью 2000 чел.	Стандия
Разраб.	Свентский А.					Лист
Руковод.	Лазенко Т.Я.					4
Консульт.	Сакаш Г.В.					5
Н.контр.	Лазенко Т.Я.					

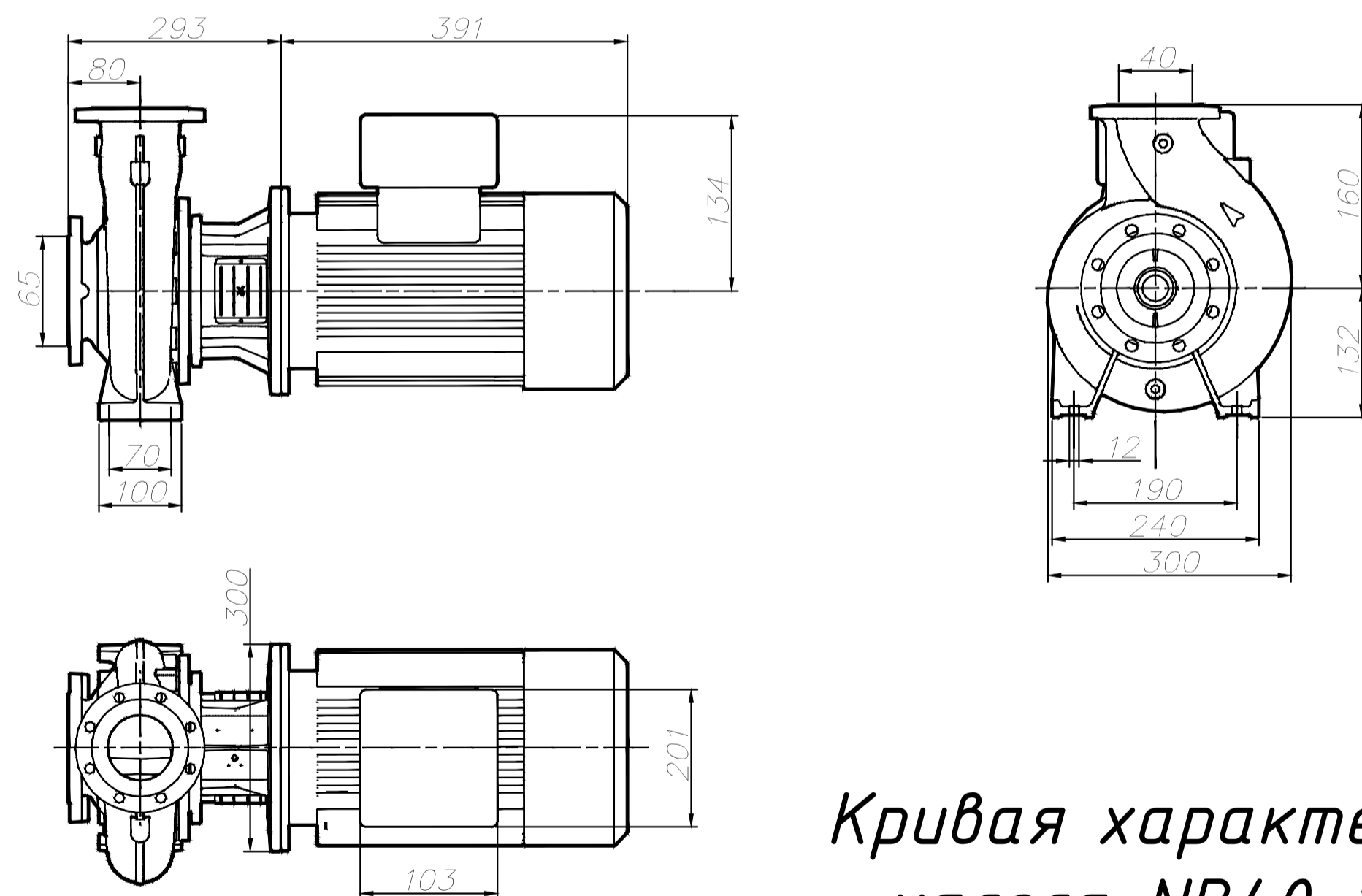
НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ II -го ПОДЪЕМА

План на отметке 182,87 М1:100

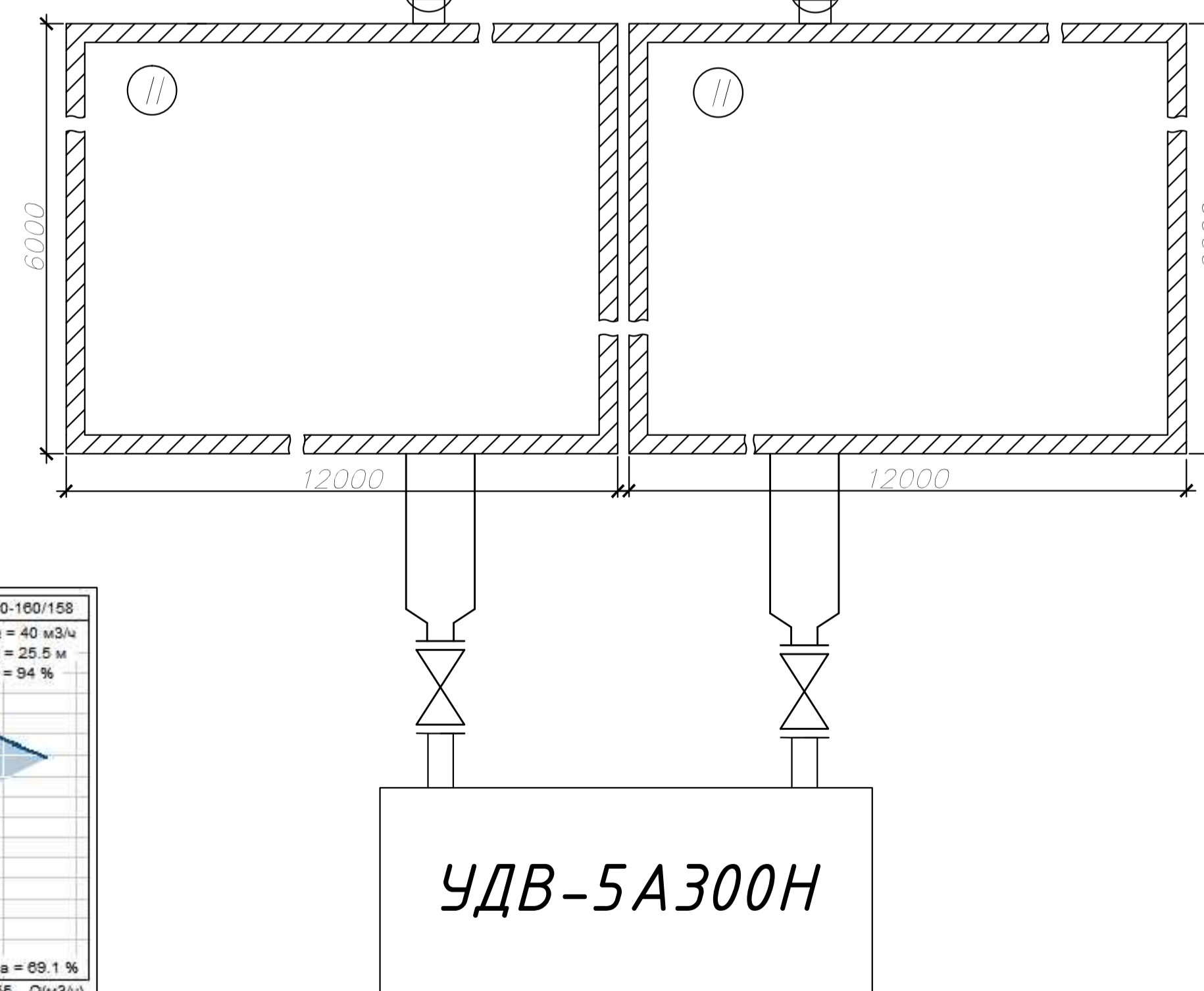
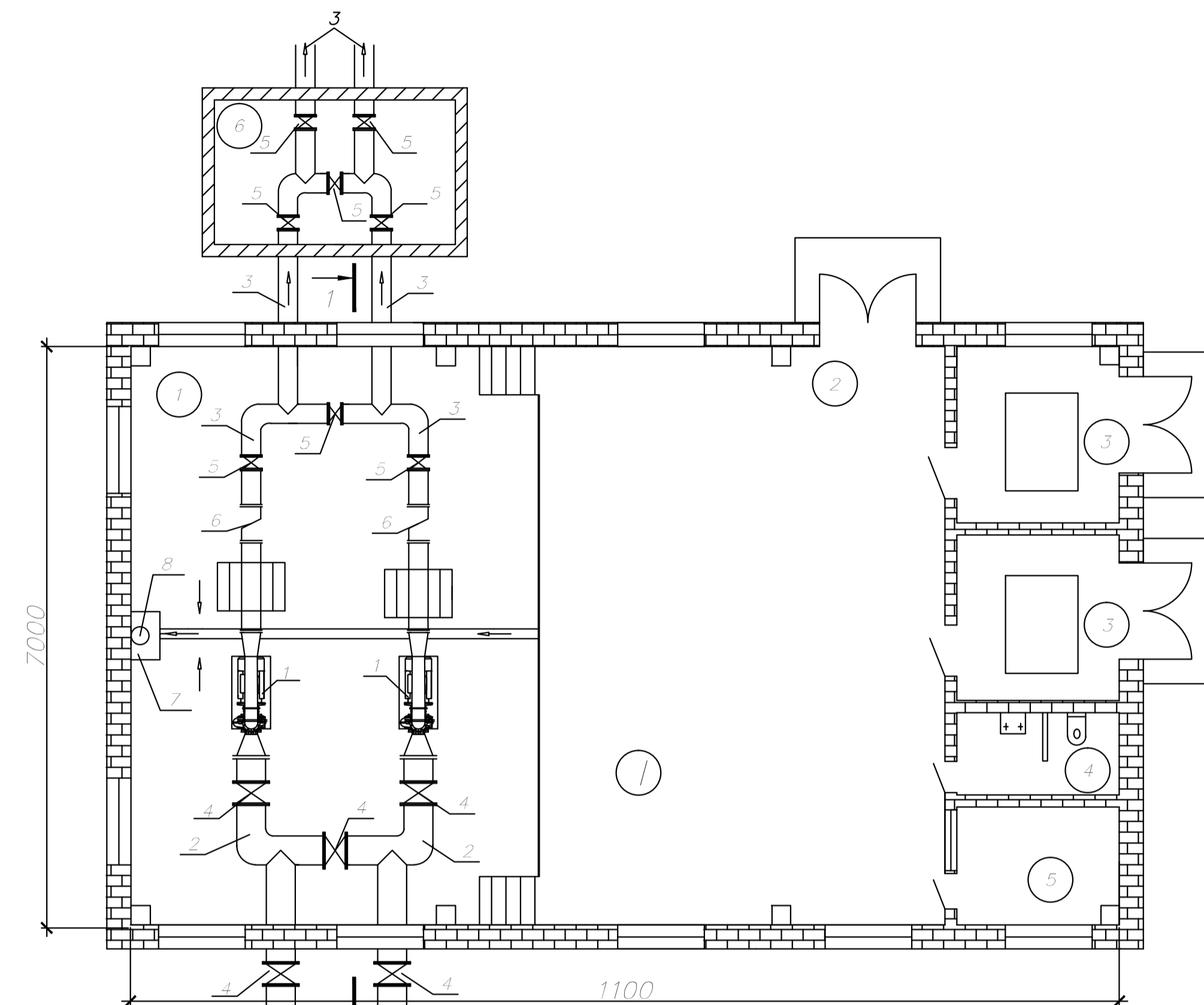
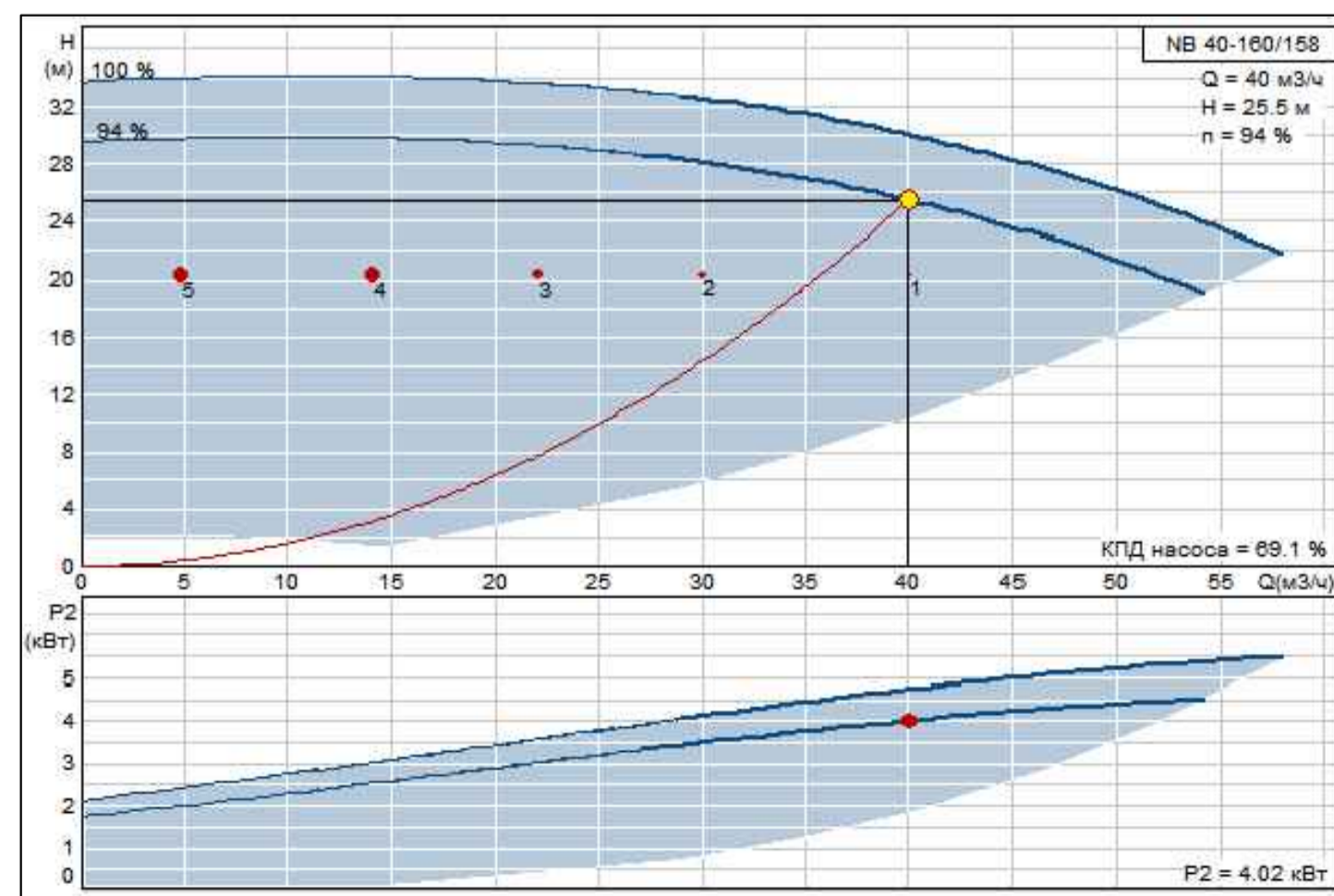
1-1 М1:100



Габаритные размеры насоса Grundfos NB40-160/158



Кривая характеристики насоса NB40-160/158



Экспликация помещений

№	Наименование	Площадь	Кат. пом.	Кол-во
I	Здание насосной станции	77	Д	1
II	РЧВ	36	Д	2
1	Машинный зал	28	Д	1
2	Монтажная площадка	28	Д	1
3	Трансформаторная подстанция	28	Г	2
4	Санузел	28	Д	1
5	Диспетчерская	15	Д	1
6	Камера переключения напорных линий	28	Д	1

Спецификация

№	Наименование	Марка ГОСТ	Кол-во шт.	Ед. изм.
1	Насос Grundfos	NB40 - 160/158	2	шт.
2	Всасывающий трубопровод d=400 мм	ГОСТ 18599-2001		м
3	Напорный трубопровод d=300 мм	ГОСТ 18599-2001		м
4	Задвижка Ду на всасывающем трубопроводе	ГОСТ 9698-86	7	шт.
5	Задвижка Ду на напорном трубопроводе	ГОСТ 9698-86	8	шт.
6	Обратный клапан	ГОСТ 27477-87	2	шт.
7	Дренажный приемок		1	шт.
8	Дренажный насос ГНОМ	ВКС1/16А-2Г	1	шт.
9	Опорная стойка		2	шт.

БР - 08.03.01.00.06 - 2016 НС

Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт

Изм.	Лист	И докум.	Подпись	Дата	Вводоснабжение поселка численностью 2000 чел.	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Светский А.						5	5
Руковод.	Лазенко Т.Я.							
Консульт.	Сакаш Г.В.							
Н.контр.	Лазенко Т.Я.							