

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

Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование
20.03.02.06 Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,
обводнения и водоотведения
Разработка технологической схемы оборотного водопользования предприятия
молочной промышленности с использованием
подземного источника водоснабжения

Научный руководитель _____ к.т.н доцент О.Г. Дубровская
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ Д.Д. Ахтамова
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ О.Г.Дубровская
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологической схемы оборотного водопользования предприятия молочной промышленности с использованием подземного источника водоснабжения» содержит 62 страницы текстового документа, 12 используемых источников, 6 листов графического материала.

ПРЕДПРИЯТИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, РАСЧЕТ СКВАЖИНЫ, ВОДОПОДГОТОВКА, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ, НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ, ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ.

Объект проектирования – предприятие молочной промышленности в масштабе 1:200.

Выпускная квалификационная работа состоит из четырех разделов.

В разделе «Водоснабжение предприятия молочной промышленности» произведен расчет необходимых расходов воды, расчет водозаборных сооружений, определен режим насосной станции и РЧВ, разработана технологическая схема водоподготовки и подобраны основные сооружения очистки природных вод, произведен гидравлический расчет сети.

В разделе «Эколого-экономические показатели» установлена оценка воздействия на атмосферный воздух при сооружении скважины и рассчитаны зоны санитарной охраны источника водоснабжения.

В разделе «Научный эксперимент по оценке эффективности кавитационного метода обеззараживания природных и оборотных вод» приведен сравнительный анализ различных методов обеззараживания и выявлен наиболее рациональный, отвечающий требованиям водоподготовки природных и оборотных вод.

В разделе «Автоматизация» разработана схема автоматизации фильтрационной установки.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Общие сведения.....	6
1.1 Требования к качеству воды, применяемой на нужды различных предприятий	6
1.2 Состав природной воды предприятия молочной промышленности.....	8
1.3 Методы подготовки природных вод.....	9
2 Расчет водозабора из подземного источника	12
2.1 Определение категории водозабора	12
2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения.....	12
2.3 Расчетные расходы питьевых вод в системе водоснабжения предприятия.....	12
2.4 Расчет скважины.....	16
2.5 Гидрогеологический расчет скважины	17
2.6 Определение уровней воды в скважине	19
2.7 Подбор основного и вспомогательного оборудования	20
2.7.1 Водоподъемные установки и регулирующие ёмкости	20
2.7.2 Насосное оборудование.....	21
2.7.3 Грузоподъемное оборудование.....	22
2.7.4 Строение павильона и устья скважины	23
2.7.5 Выбор арматуры	23
3 Режим работы насосной станции первого подъема	24
4 Система водоподготовки	27
4.1 Расчет фильтрационной установки	28
4.2 Расчет установки для реагентного умягчения воды с вихревыми реакторами.....	30
4.3 Расчет и внедрение УФ-установки для обеззараживания воды.....	32
4.4 Установки с источниками бактерицидного излучения	34
4.5 Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением	36
4.6 Вакуум - фильтр.....	37
4.7 Технологическая схема водоподготовки.....	39
5 Расчет сети водоснабжения предприятия	39
5.1 Гидравлический расчет трубопроводов	39
5.1.1 Трассировка водопроводной сети предприятия.....	39
5.1.2 Расходы воды на участках водопроводной сети.....	40
6 Эколого-экономические показатели	41
6.1 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду	41
6.2 Расчет выбросов пыли при сооружении скважин.....	41
6.3 Оценка воздействия на атмосферный воздух	42
6.4 Расчет зон санитарной охраны	42
6.5 Расчет границ поясов ЗСО	43

7 Научный эксперимент по оценке эффективности кавитационного метода обеззараживания природных и оборотных вод	47
7.1 Цель проведения эксперимента	47
7.2 Сравнение методов обеззараживания.....	47
7.3 Лабораторный суперкавитационный стенд	47
8 Автоматизация.....	50
8.1 Автоматизация процесса оборотного водопользования при наличии фильтрационной установки	50
8.2 Энергосбережение в насосных установках	54
8.3 Автоматизация работы насосных станций.....	56
8.4 Датчики уровня.....	58
Заключение	60
Список сокращений	61
Список использованных источников	62

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших вопросов защиты окружающей среды является охрана водного бассейна. Данная проблема дала начало развитию одного из направлений научно-технического прогресса – переход к малоотходным, ресурсосберегающим технологиям и технологиям замкнутого цикла. Такие технологии позволят наносить меньший вред окружающей среде и рационально использовать водные ресурсы.

Предприятия молочной промышленности являются потребителями большого количества чистой воды для нужд производства. Исходя из этого, стоит отметить необходимость в надежном и способном обеспечить хозяйственно-питьевые и производственные нужды предприятия природном источнике водоснабжения, воды которого будут проходить тщательную водоподготовку и соответствовать всем необходимым требованиям пищевой, и в частности молочной промышленности, а также увеличить мощности систем оборотного и повторного использования вод, разрабатывать и внедрять на предприятия бессточные системы водопользования.

Оборотное использование очищенных вод для технического водоснабжения позволит в ряде районов нашей страны полностью ликвидировать существующий дефицит ресурсов пресной воды для производственных нужд.

Воду, подаваемую для некоторых производственных нужд, зачастую необходимо подвергать такой же тщательной очистке, как и воду для питьевых целей. Нередко оказывается необходимой еще более глубокая обработка воды. В таких случаях обязательно не только устранение мутности воды, но и резкое снижение содержания в ней солей кальция, магния, железа. Все это, конечно, усложняет процессы водоподготовки.

Частичная замена природных пресных вод, расходуемых на предприятиях, оборотными водами позволит решить проблему ликвидации дефицита водных ресурсов и предотвратить истощение запаса пресных вод. Одним из наиболее радикальных путей необходимого сокращения потребления свежей воды является создание замкнутых систем промышленного водоснабжения, основанных на многократном использовании для производственных целей оборотных вод, очищенных до норм, отвечающих требованиям к качеству технической воды.

В данной бакалаврской работе предложено решение компоновки технологической схемы водоподготовки на базе теорий процессов фильтрации, умягчения и обеззараживания.

1 Общие сведения

1.1 Требования к качеству воды, применяемой на нужды различных предприятий

На промышленных предприятиях вода расходуется на самые различные нужды, но преимущественно ее используют для следующих основных целей.

1) Для охлаждения действующих агрегатов, например конденсаторов паровых турбин, холодильников доменных и мартеновских печей и т.д. Эта вода должна быть освобождена от избытка взвешенных веществ, которые, осажаясь, засоряют охлаждающие устройства. Охлаждающая вода не должна содержать сероводорода и железа и иметь карбонатную жесткость не выше 2–7 мг-экв/л (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Требования к качеству воды, применяемой для охлаждения агрегатов промышленных предприятий

Показатели качества воды	Допустимое содержание в охлаждающей воде в мг/л	Примечание
Мутность	50-200	В зависимости от типа холодильников
Сероводород	0,5	-
Железо	0,1	-
Гипс	1500-200	В зависимости от общего содержания в воде сульфатов $MgSO_4$ и Na_2SO_4
Карбонатная жесткость в мг-экв/л	2-7	При температуре нагрева охлаждающей воды 20-50°C

2) Для питания котлов вода должна быть в большей степени освобождена от взвеси, солей жесткости и растворенного кислорода. Питательная вода для современных котлов высокого давления должна быть полностью умягчена, обескремнена, обескислорожена, должна иметь минимальный плотный остаток. Ориентировочные требования к качеству котловой и питательной воды для котлов различных типов приведены в табл. 1.2.

3)

Таблица 1.2 – Ориентировочные расчетные нормы котловой и питательной воды для котлов различных типов

Показатели	Котлы					
	Жаротрубные (5-15 атм)	Водотрубные (15-25 атм)	Большой производительности (25-50 атм)	Высокого давления (50-100 атм)	Барабанные (100-185 атм)	Прямоточные (100-150 атм) и прямоточные на около- и сверхкритическом (215-300 атм)

Продолжение таблицы 1.2

Общая жесткость в мг-экв/л	0,35	0,15	0,05	0,035	0,005	0,003
Содержание в мг/л:						
кремниевой кислоты	Не нормируется					0,02
кислорода O ₂	1	0,5	0,01	0,01	0,01	0,01
свободной углекислоты	Следы					
смазочных масел	10	5	2	1	0,5	Следы
натриевых соединений	Не нормируется					0,02
соединений железа	-	-	-	-	0,01	
соединений меди	-	-	-	-	0,005	
нитритов и нитратов	-	-	-	-	0,02	
pH	-	-	Не ниже 7		7-8,5	

4) Для очистки выпускаемой продукта, например для протравления стали, очистки текстиля, пищевых продуктов и т.д., когда вода подлежит той или иной предварительной обработке в зависимости от ее технического назначения. Требования к качеству воды, применяемой для этих целей, приведены в табл. 1.3.

5) Как составная часть выпускаемой продукции, например на консервных заводах, в производстве пива, молочной продукции и т.д. Для этих целей вода проходит такую же тщательную подготовку, как и в хозяйственно-питьевых водопроводах.

Таблица 1.3 – Требования к качеству технической воды предприятия молочной промышленности

Наименование показателя	Норматив
pH	6,0-9,0
Железо (Fe), мг/дм ³ , не более	0,3
Жесткость общая, моль/м ³ , не более	7,0
Марганец (Mn), мг/дм ³ , не более	0,1
Медь (Cu ²⁺), мг/дм ³ , не более	1,0
Полифосфаты остаточные (PO ³⁻⁴), мг/дм ³ , не более	3,5
Сульфаты (SO ⁻⁴), мг/дм ³ , не более	500
Сухой остаток, мг/дм ³ , не более	1000
Хлориды (Cl), мг/дм ³ , не более	350
Цинк (Zn ²⁺), мг/дм ³ , не более	5,0

Данные таблиц 1.1–1.3 показывают, что многие отрасли производства предъявляют высокие требования к качеству используемой воды.

Воду, применяемую для очистки выпускаемого продукта, подвергают различной обработке в зависимости от технологии производства. Как видно из табл. 1.3, для предприятия по переработке молока требуется достаточно умягченная вода.

Имеет значение также содержание железа, присутствие которого в воде недопустимо при производстве молочной продукции.

1.2 Состав природной воды предприятия молочной промышленности

Таблица 1.4 – Результаты испытаний пробы природной воды

Вид пробы	Наименование показателей	Наименование НД на метод испытаний	Значение показателя	
			фактического	нормы по НД
Природная вода (подземный источник)	Взвешенные вещества, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.254-2009	21	100
	ХПК, (окисляемость перманганатная) мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.210-2005	15,6	5
	БПК ₅ , мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97	Не обнаружено	-
	Растворенный кислород, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:3.101-97	0,05	14
	СПАВ, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.247-07	Менее 0,01	-
	АПАВ, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.15-95	Менее 0,03	-
	Азот нитратный, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.4-95	2,5	45
	Сульфаты, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.159-2000	17,7	500
	Фосфаты, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.248-07	7,0	3,5
	Нефтепродукты, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1.272-2012	Менее 0,03	0,05
	Железо общее, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.50-96	3,4	0,3
	Сероводород, мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.109-97	Менее 0,01	0,03
	Щелочность, мг/дм ³	ГОСТ 31957-2012	7,2	6,5
	Кальций, мг-экв/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:3. 95-97	2,36±0,35	-
	Магний, мг-экв/дм ³	ПНД Ф 14.1;2.95-97	1,11±0,23	-
	Жесткость, мг-экв/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:3. 98-97	8,48±0,31	7
	ОМЧ (общее микробное число)	ГОСТ 24849-2014	Не обнаружены	Не более 50 в 1 мл
Термотолерантные Колиформные бактерии	ГОСТ 24849-2014	Не обнаружены	отсутствие	

Объектом исследования является подземный источник водоснабжения предприятия молочной промышленности ООО «АгроНик» «Никольское», находящийся в с. Никольское Красноярского края.

В табл. 1.4 представлены химические и микробиологические показатели подземного источника водоснабжения.

Превышение предельно допустимых концентраций наблюдается по ХПК, растворенному кислороду, железу, щелочности, кальцию, магнию и жесткости.

Качественный и количественный состав подземных вод в качестве источника водоснабжения молокозаводов и их свойства зависят от времени года, взаимодействия подземных вод с вмещающими породами, условиями водообмена. Учитывая данное положение, система водоподготовки должна обладать большими резервами для достижения необходимого качества при экстремальных значениях загрязнения природных вод. Если все эти нюансы рассмотрены, тогда и система водоодготовки будет работать действительно эффективно.

1.3 Методы подготовки природных вод

Фильтрация

Методы водоподготовки и водоочистки определяют исходя из результатов анализов исходной воды и тех требований, которые предъявляются к качеству очищенной воды. Но самым первым и необходимым методом является механическая фильтрация, для которой используются фильтры механической очистки. Основная задача механической очистки – удаление из воды таких загрязнителей, как ил, песок, окалина, а также различных твердых включений размером в несколько микрон. Кроме того, с помощью фильтрации можно улучшить органолептические качества воды. Фильтрование основывается на прохождении очищаемой воды через пористый слой фильтрующего материала, на котором происходит задержание частиц определенного размера. По своему принципу фильтрация схожа с процеживанием, однако с ее помощью можно проводить как грубую, так и тонкую очистку. широкое распространение, как в крупных установках водоочистки, так и в бытовых фильтрах малой производительности.

В зависимости от размера частиц насыпного материала, фильтрование может быть следующих типов:

- процеживание - размеры пор насыпного материала меньше диаметра взвесей. Данный тип фильтрования чаще всего используется в фильтрах с неткаными волокнистыми материалами.
- пленочное фильтрование задерживает мелкие примеси: крупные вирусы, бактерии, коллоиды. При этом фильтрующий материал обволакивается пленкой. Данный тип фильтрования используется после так называемого подготовительного этапа водоподготовки, когда крупные взвеси уже удалены. Используются мелкозернистые насыпные фильтры;
- объемное фильтрование - тип фильтрования, когда взвеси несколько раз проходят через фильтр, меняя скорость и направление движения. Данный процесс характерен для фильтров с крупнозернистым насыпным материалом.

Помимо типов фильтрования различают и разные типы самих фильтров. Условно их можно разделить по нескольким критериям:

- по давлению, под которым они работают: а) напорные и б) безнапорные, или открытые;
- по количеству слоев фильтрующего материала: а) однослойные, б) двухслойные, в) многослойные;

– по скорости фильтрования: а) скорые (до 12 м/ч), б) медленные (до 0,3 м/ч), в) сверхбыстрые (до 100 м/ч).

Самыми эффективными считаются фильтры с несколькими фильтрующими слоями, при этом плотность фильтрующего материала в каждом слое и размеры частиц различны. Если учесть направление фильтрования сверху-вниз, то верхний слой обладает наименьшей плотностью - в нем задерживаются крупные частицы, к последнему нижнему слою плотность фильтрующего материала увеличивается. В самом нижнем слое вода освобождается от самых мелких загрязнений. Подобные фильтры для осветления воды эффективны для очистки воды от частиц размером >10 мкм.

Обезжелезивание

В воде изначально содержится много железа, которое негативно отражается как на качестве воды, так и на качестве готовой продукции, в производстве которой она участвует. Во-первых, железо придает воде неприятный запах и вкус. Во-вторых, повышенное содержание железа в воде приводит к образованию пятен и разводов на конечном продукте. В-третьих, в теплоэнергетических системах возможно образование ржавчины из-за воды с высоким содержанием железа.

На сегодняшний день для обезжелезивания воды используется комплекс мер. Требования к качеству воды с точки зрения содержания железа и других элементов прописаны в СНиП 2.04.02-84.

К методам обезжелезивания воды относятся:

– аэрация упрощенная и на специальных устройствах. В основе метода лежит способность воды выделять железа, которое, при фильтровании воды через зернистый слой, остается на поверхности зерен. При содержании железа более 10 мг/л аэрация воды производится на специальных аппаратах - дегазаторах, или вентиляторных градирнях.

– сухое фильтрование - это метод водоподготовки, при котором воздушно-водная эмульсия пропускается через фильтр с сухой зернистой загрузкой. При этом создается вакуум из-за большого нагнетания воздуха., который впоследствии отсасывается из поддонного пространства.

– коагуляция, флокуляция, осветление применяются для освобождения воды от коллоидных примесей, в составе которых может находиться железо. В воду вводятся специальные химические реагенты - коагулянты и флокулянты. С их помощью мелкие частицы слипаются, образуя хлопья, которые затем осаждаются на дно емкости.

Помимо вышеописанных методов водоподготовки, также широко применяются деманганация воды (выведения магния), озонирование (дезинфекция, обесцвечивание, устранение запахов и вкусов),

ультрафиолетовое обеззараживание, электрохимические методы (электрокоагуляция, электрофлотация, электродиализ).

Умягчение

Умягчение воды – это также один из методов водоподготовки, который основывается на удалении из воды солей кальция и магния с помощью ионного обмена. В этом случае происходит обмен ионов кальция и магния на ионы натрия. В случае повышенного содержания солей жесткости, перед процессом умягчения следует пройти ступень деманганации и обезжелезивания.

2 Расчет водозабора из подземного источника

2.1 Определение категории водозабора

Данный водозабор относится ко 2 категории надежности. Величина допускаемого снижения подачи воды на хозяйственно – питьевые нужды не должна 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.

2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения

В основе классификации подземных водозаборных сооружений лежит глубина залегания водоносного пласта, в данных условиях 80 м, глубина залегания более 30 м. Мощность водоносного пласта 35 м, что более 25 м и коэффициент фильтрации равен 15 м/сут, что более, чем 0,12 м/сут. На основании этих данных проектируем скважину.

Для сооружения скважины используем 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.

2.3 Расчетные расходы питьевых вод в системе водоснабжения предприятия

При расчете водопотребления предприятия молочной промышленности учитываются все виды расходов воды с учетом всех потребителей.

Основные объемы потребляемой воды на предприятии расходуются на переработку молока, обслуживающий персонал предприятия, а также на эксплуатацию самой системы водоснабжения:

$$Q = Q_{\text{сут.мах}} + Q_{\text{н.р}} , \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.1)$$

где $Q_{\text{сут.мах}}$ – расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{\text{н.р}}$ – непредвиденные расходы воды в системе водоснабжения, $\text{м}^3/\text{сут}$.

При проектировании систем водоснабжения предприятия по переработке молока, среднесуточное водопотребление на производственные нужды принимается по ВНТП-Н-97.

Для переработки цельного молока требуется

$$Q_{\text{пер}} = 3,5 \cdot 2,6 = 9,1 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для производства заменителей цельного молока требуется

$$Q_{\text{зам}} = 50 \cdot 1,2 = 60 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для производства сухого молока требуется

$$Q_{\text{сух}} = 7,5 \cdot 0,5 = 3,75 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для обеспечения водой персонал предприятия

$$Q_{\text{раб}} = 16 \cdot 0,04 = 0,64 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный суточный расход на производственные и хозяйственно-питьевые нужды предприятия определяются по формуле

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{пер}} + Q_{\text{зам}} + Q_{\text{сух}} + Q_{\text{раб}}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.2)$$

где $Q_{\text{пер}}$ - суточный расход воды для переработки цельного молока, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{\text{зам}}$ - суточный расход на производство заменителей цельного молока, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{\text{сух}}$ - суточный расход на производство сухого молока, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$Q_{\text{раб}}$ - суточный расход для обеспечения водой персонал предприятия, $\text{м}^3/\text{сут}$.

$$Q_{\text{сут}} = 9,1 + 60 + 3,75 + 0,64 = 73,49 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расчетный расход воды в сутки наибольшего водопотребления:

$$Q_{\text{сут.мах}} = Q_{\text{сут}} \cdot K_{\text{сут.мах}}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (2.3)$$

где $Q_{\text{сут}}$ - расчетный суточный расход на производственные и хозяйственно-питьевые нужды предприятия, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$K_{\text{сут.мах}}$ - коэффициент суточной неравномерности, принимается согласно СП 31.13330.2012, 5.2.

$$Q_{\text{сут.мах}} = 73,49 \cdot 1,2 = 88,19 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Непредвиденные расходы воды при эксплуатации системы водоснабжения приняты 5% от расчетного максимального суточного расхода воды:

$$Q_{н.р} = 0,05 \cdot Q_{сут.маx} , м^3/сут \quad (2.4)$$

$$Q_{н.р} = 0,05 \cdot 88,19 = 4,41 м^3/сут$$

$$Q = 88,19 + 4,41 = 92,6 м^3/сут$$

Водопотребление предприятием молочной промышленности является случайным процессом изменения расходов воды во времени, поэтому при расчете систем водоснабжения необходимо учитывать изменения расходования воды в отдельные часы суток.

Суммарное водопотребление предприятием по часам суток представлено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Водопотребление предприятия по часам суток

Часы водопотребления	Расход воды на нужды предприятия		Расход воды на непредвиденные расходы		Суммарный расход	
	%	м ³	%	м ³	%	м ³
0-1	-	-	4,16	0,18	0,19	0,18
1-2	-	-	4,16	0,18	0,19	0,18
2-3	-	-	4,16	0,18	0,19	0,18
3-4	-	-	4,16	0,18	0,19	0,18
4-5	-	-	4,16	0,18	0,19	0,18
5-6	-	-	4,16	0,18	0,19	0,18
6-7	6,25	5,51	4,16	0,18	6,14	5,69
7-8	6,25	5,51	4,16	0,18	6,14	5,69
8-9	6,25	5,51	4,16	0,18	6,14	5,69
9-10	6,25	5,51	4,16	0,18	6,14	5,69
10-11	6,25	5,51	4,17	0,18	6,14	5,69
11-12	6,25	5,51	4,17	0,18	6,16	5,69
12-13	6,25	5,51	4,17	0,18	6,16	5,69
13-14	6,25	5,51	4,17	0,18	6,16	5,70
14-15	6,25	5,51	4,17	0,18	6,16	5,70
15-16	6,25	5,51	4,17	0,19	6,16	5,70
16-17	6,25	5,51	4,17	0,19	6,16	5,70
17-18	6,25	5,51	4,17	0,19	6,16	5,70
18-19	6,25	5,51	4,17	0,19	6,16	5,70
19-20	6,25	5,51	4,17	0,19	6,16	5,70
20-21	6,25	5,51	4,17	0,19	6,16	5,70
21-22	6,25	5,51	4,17	0,19	6,16	5,70
22-23	-	-	4,17	0,19	0,21	0,19
23-24	-	-	4,17	0,19	0,21	0,19
Сумма	100	88,19	100	4,41	100	92,6

2.4 Расчет скважины

Расчет скважины начинается с определения притока воды к скважине – дебита и определяется по формуле

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot K_\phi \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (2.5)$$

где K_ϕ – 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 12% от m , т.е. $S = 0,12 \cdot 35 = 4,2$ м.

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 35 \cdot 4,2}{\lg \frac{250}{0,2}} = 1943,7 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Теперь определим диаметр фильтра по формуле

$$D_\phi = \frac{Q_c}{\pi \cdot l_\phi \cdot V_\phi}, \quad (2.6)$$

где Q_c – подача насоса, м³/сут;

l_ϕ – длина рабочей водоприемной части фильтра, м, принимается в пластах с мощностью более 10 м по формуле

$$l_\phi = (0,5 \div 0,8)m, \quad (2.7)$$

$$l_\phi = (0,5 \div 0,8)35 = 0,6 \cdot 35 = 21 \text{ м.}$$

V_ϕ – скорость фильтрации, м³/сут определяется по формуле

$$V_\phi = 65 \cdot \sqrt[3]{K_\phi}, \quad (2.8)$$

$$V_\phi = 65 \cdot \sqrt[3]{15} = 160,3 \text{ м}^3/\text{сут.},$$

$$D_\phi = \frac{1943,7}{3,14 \cdot 21 \cdot 160,3} = 0,20 \text{ м.}$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб определяется по формуле

$$D_3 = D_\phi + 50, \quad (2.9)$$

где D_{ϕ} – диаметр фильтра, мм.

$$D_3 = 200 + 50 = 250 \text{ мм} = 0,25 \text{ м.}$$

Внутренний диаметр направляющей трубы равен:

$$D_n = D_3 + 100, \quad (2.10)$$

где D_3 – диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм.

$$D_n = 250 + 100 = 350 \text{ мм} = 0,35 \text{ м.}$$

Диаметр забоя:

$$D_z = D_{\phi}/4, \quad (2.11)$$

$$D_z = 0,2/4 = 0,05 \text{ м.}$$

Тип фильтра и область его применения представлена в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Тип фильтра и область его применения

Тип фильтра	Материал для изготовления	Особенности конструкции	Область применения
С ребристой водоприемной поверхностью	Фильтровые элементы колец или сегментов из пластмасс. Стержни $\phi 10$ мм из стеклопластика	Скважность каркаса до 20...25%. Ребристость в большинстве случаев продольная. Шаг ребер подбирается в зависимости от состава каптируемых пород.	Крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые пески. Подземные воды характеризуются коррозионными свойствами.

2.5 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 2.1.

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).

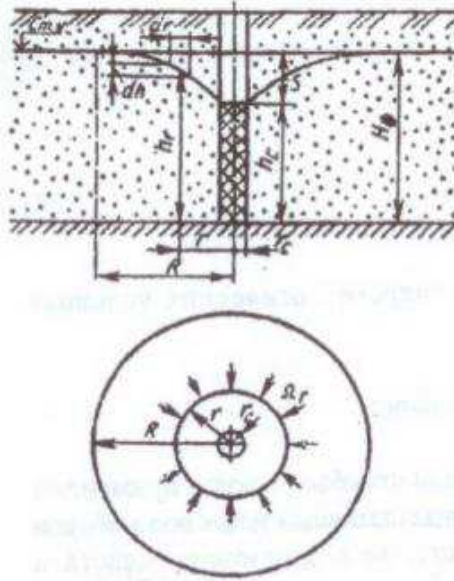


Рисунок 2.1 – Схема притока воды в одиночной скважине

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

$$Q_c = \Omega_r \cdot v_r = \Omega_r \cdot k \cdot i_r = -2\pi r M k \frac{dh}{dr}, \quad (2.12)$$

где i_r – гидравлический градиент потока на расстоянии r от оси скважины, $i_r = -\frac{dh}{dr}$.

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

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 35 \cdot 4,2}{\lg \frac{250}{0,2}} = 1943,7 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

А также уравнение кривой напоров (напорной линии):

$$h_r = H_0 - \frac{Q_c}{2 \cdot \pi \cdot k_\phi \cdot m} \ln \frac{R}{r}, \quad (2.13)$$

$$h_r = 37,1 - \frac{1943,7}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 35} \ln \frac{250}{0,2} = 35,27 \text{ м.}$$

Определяем количество скважин:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c}, \quad (2.14)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общий суточный расход воды на технологические нужды, собственные нужды и обмыв оборудования, м³/сут.

$$n = \frac{88,19}{1943,7} = 0,05 \text{ шт} \approx 1 \text{ шт} + 1 \text{ резервная.}$$

2.6 Определение уровней воды в скважине

Отметка статического горизонта воды составляет -2,500 м.

Определяем расчётную отметку динамических уровней воды в скважинах, м:

$$Z_{\text{расч.дин}} = Z_{\text{стат.ур}} - S_i, \quad (2.15)$$

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

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

$$Z_{\text{расч.дин1}} = -2,5 - 4,2 = -6,7 \text{ м,}$$

$$Z_{\text{расч.дин2}} = -2,5 - 4,83 = -7,33 \text{ м,}$$

Понижение уровня воды в j -ой скважине:

$$S_j = S_i \cdot k, \quad (2.16)$$

где S_i – понижение уровня в i -ой скважине, м;

k – величина, показывающая увеличение понижения уровня.

$$S_1 = S = 4,2 \text{ м,}$$

$$S_2 = 4,2 \cdot 1,15 = 4,83 \text{ м,}$$

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

$$t_{ij} = \frac{3}{7} \cdot S_i, \quad (2.17)$$

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

$$t_{1,2} = \frac{3}{7} \cdot 4,2 = 1,8 \text{ м},$$

$$t_{2,1} = \frac{3}{7} \cdot 4,83 = 2,07 \text{ м},$$

Дебит скважины с учётом срезки:

$$Q'_n = Q_n \cdot \left(1 - \frac{t_{n,n} + 1}{S_n}\right), \quad (2.18)$$

$$Q'_1 = 80,99 \cdot \left(1 - \frac{2,8}{4,2}\right) = 26,99 \text{ м}^3/\text{час},$$

$$Q'_2 = 80,99 \cdot \left(1 - \frac{3,07}{4,83}\right) = 29,51 \text{ м}^3/\text{час},$$

2.7 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.

2.7.1 Водоподъёмные установки и регулирующие ёмкости

Для автономных систем водоснабжения следует применять автоматизированные водоподъёмные 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, м:

$$H_p = H_{\text{geom}} + \sum H_{\text{total}} + H_f, \quad (2.19)$$

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

$\sum H_{\text{total}}$ – 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, м:

$$\sum H_{\text{total}} = H_{\text{geom}} - (H_{\text{отмостки}} + H_{\text{пола}} + 0,5), \quad (2.20)$$

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

$H_{\text{пола}}$ – толщина пола, 0,35 м;

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

$$\sum H_{\text{total}} = 46 - (0,5 + 0,35 + 0,5) = 1,35 \text{ м.}$$

Итак, полный напор насосной установки, м:

$$H_p = 46 + 1,35 + 4 = 51,35 \text{ м.}$$

2.7.2 Насосное оборудование

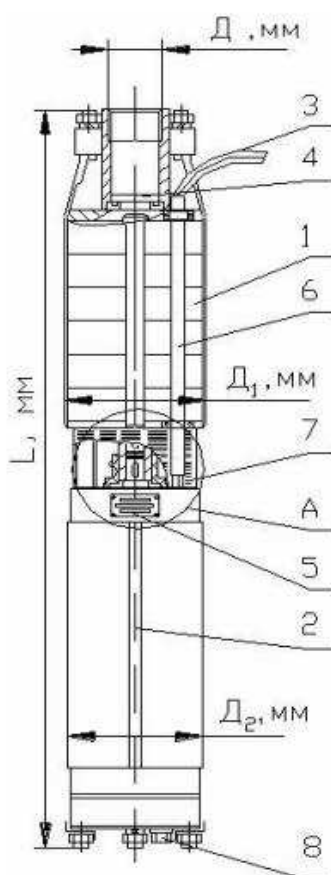
Параметры насосного оборудования, которые соответствовали бы требованиям надёжности подачи воды и работы сооружения в целом, находят методом подбора по результатам расчётов.

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

В качестве насоса принимаем насос типа КМ80-65-160. Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с сетью с помощью труб Ø150 мм. Трубы соединяются с помощью фланцев. В таблице 2.3 приведены технические характеристики насоса КМ80-65-160. Насос КМ80-65-160 представлен на рисунке 2.2.

Таблица 2.3 – Технические характеристики насоса марки КМ80-65-160

Подача насоса, м ³ /ч	Напор, м	Потребляемый ток, А	Мощность электродвигателя, кВт	Диаметр, мм	Масса, кг
65	70	49	22	186	115



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

Рисунок 2.2 – Насос типа КМ

2.7.3 Грузоподъемное оборудование

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

Для этого используют различные типы грузоподъемных 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 подъема и опускания насоса в скважину применяем электрическую таль марки Т 050 грузоподъемностью 0,5 т. Она состоит из самоходной тележки, перемещающейся по подвесному монорельсу, и тали. Характеристики тали приведены ниже в табл. 2.4.

Таблица 2.4 – Технические характеристики тали Т 050

Высота подъема, м	Размеры тали, мм			Установленная мощность, кВт	Радиус поворота пути, м	Наибольшая нагрузка на колесо, кН	Масса тали, кг
	L	L ₁	L ₂				
6,3	710	195	138	0,55+0,12	прямой	2,3	65

2.7.4 Стрoение 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 укрепленном слое щебня. Вокруг здания устраивается отмостка в виде глиняного замка.

Высота павильона состоит из следующих составляющих:

$$H_{\text{п}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + 0,3, \quad (2.21)$$

где h_1 – высота монорельса грузоподъемного 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.

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

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

2.7.5 Выбор арматуры

В зависимости от выбранной марки насоса производится выбор запорной арматуры. Согласно диаметру напорного трубопровода, принимаем задвижку

марки ЗАО “САРАТОВЭНЕРГОМАШКОМПЛЕКТ” ЗС 150.16.4310. Технические характеристики задвижки приведены в табл. 2.5.

Таблица 2.5 – Технические характеристики задвижки марки ЗС 150.16.4310

Диаметр, мм	Строительная длина, мм	Масса, кг	Температура рабочей среды, °С	Материал корпуса
150	403	70	до +425	сталь

Обратный клапан исключает обратный поток воды в системе и является обязательным элементом в системе водоснабжения. Выбираем клапан марки ЗАО “САРАТОВЭНЕРГОМАШКОМПЛЕКТ” КО 150.16.3312. Технические характеристики клапана приведены в табл. 2.6.

Таблица 2.6 – Технические характеристики клапана марки КО 150.16.3312

Ду, мм	Н, мм	L, мм	Давление рабочей среды, МПа	Температура рабочей среды, °С	Масса, кг
150	275	480	1,6	до + 425	74

Манометр подбирается по диапазону давлений в системе и служит для её гидравлической настройки и визуальной контролю за текущим давлением в системе водоснабжения. Выбираем манометр марки ТМ-510Р.00.(0–0,6Мра)G1/2.150С.1,5. Технические характеристики манометра приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7 – Технические характеристики манометра ТМ-510Р

D	A	b(b ₁)	H	SW	G	b ₂
100	14	36,5	59	22	G1/2	50

Для гидроизоляции скважины от сточных и талых вод, а также для изоляции от посторонних предметов и промерзания скважины, устанавливаем кессон. Скважинный кессон – это цилиндрический или квадратный короб, установленный над скважиной. Кессон – это большая водонепроницаемая бочка с горловиной. Выбираем марку кессона POLEXKESSON 12/25. Габаритные размеры – 2000 × 3000 мм.

3 Режим работы насосной станции первого подъема

По назначению и месту расположения в общей схеме системы водоснабжения насосные станции различают: первого подъема, второго подъема.

Насосные станции первого подъема забирают воду из сеточных отделений (колодцев) водозаборных сооружений и подают ее на очистные сооружения, а если очистка воды не требуется – в регулирующие емкости или непосредственно в сеть потребителя.

Насосные станции первого подъема являются составной частью комплекса водозаборных сооружений.

Насосные станции второго подъема подают воду из резервуаров чистой воды в водопроводную сеть населенного пункта. Располагаются они, как правило, на территории очистной станции в отдельно стоящих зданиях или совмещаются в одном здании со станцией водоподготовки.

Режим работы насосной станции второго подъема, как правило, достаточно близок режиму водопотребления.

Режим работы насосной станции представлен в таблице 3.

Для компенсации несоответствия режима водопотребления поселком в системе водоснабжения предусматривают РЧВ.

Полная вместимость РЧВ:

$$W_{\text{рчв}} = W_{\text{регул}} + W_{\text{пожар}} + W_{\text{сн}}, \text{ м}^3 \quad (3.1)$$

где $W_{\text{регул}}$ – регулирующий объем РЧВ, м^3 ;

$W_{\text{пожар}}$ – неприкосновенный противопожарный запас воды, м^3 ;

$W_{\text{сн}}$ – запас воды на собственные нужды, м^3 .

Регулирующий объем РЧВ:

$$W_{\text{регул}} = \alpha_{\text{max}} \cdot \frac{Q_{\text{сут. max}}}{100}, \text{ м}^3 \quad (3.2)$$

где α_{max} – максимальный остаток воды в баке, % ;

$Q_{\text{сут. max}}$ – максимальный суточный расход воды, $\text{м}^3/\text{сут.}$

$$W_{\text{регул}} = 31,72 \cdot \frac{88,19}{100} = 27,97 \text{ м}^3$$

Режим работы насосной станции приведен в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Определение режима работы насосной станции первого подъема

Часы водопотребления	Водопотребление, %	Режим работы НС-I, %	Подача воды в РЧВ, %	Расход воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
1	2	3	4	5	6
0-1	0,19	4,16	3,97	1,25	11,87
1-2	0,19	4,16	3,97	1,25	15,84
2-3	0,19	4,16	3,97		19,81
3-4	0,19	4,16	3,97		23,78
4-5	0,19	4,16	3,97		27,75
5-6	0,19	4,16	3,97		31,72
6-7	6,14	4,16		1,98	29,74
7-8	6,14	4,16		1,98	27,76
8-9	6,14	4,17		1,97	25,79
9-10	6,14	4,17		1,97	23,81
10-11	6,14	4,17	0,70	1,97	21,83
11-12	6,16	4,17	0,70	1,99	19,86
12-13	6,16	4,17	1,17	1,99	17,89
13-14	6,16	4,17	1,17	1,99	15,92
14-15	6,16	4,17	0,24	1,99	13,93
15-16	6,16	4,17		1,99	11,94
16-17	6,16	4,17		1,99	9,95
17-18	6,16	4,17		1,99	7,96
18-19	6,16	4,17		1,99	5,97
19-20	6,16	4,17		1,99	3,98
20-21	6,16	4,17		1,99	1,99
21-22	6,16	4,17		1,99	0
22-23	0,21	4,17	3,96		3,96
23-24	0,21	4,17	3,96		7,92
	100	100	22,62	22,62	

Противопожарный запас воды в РЧВ определяется по формуле

$$W_{\text{пожар}} = \frac{t \cdot Q_{\text{п}}}{24}, \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

где $Q_{\text{п}}$ – расход воды на пожаротушение, $\text{м}^3/\text{ч}$;
 t – время тушения пожара, принимается согласно п. 6.3 СП 8.13130.2009, 3 ч.

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot n \cdot q, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.4)$$

где n – количество пожаров, принимается согласно п. 6.2 СП 8.13130.2009, 1 пожар;

q – расход воды на пожаротушение, принимается по таблице 1 СП 8.13130.2009, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$Q_{\text{п}} = 3,6 \cdot 1 \cdot 20 = 72 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$W_{\text{пож}} = \frac{3 \cdot 72}{24} = 9 \text{ м}^3$$

Запас воды на собственные нужды принимается в соответствии СП 31.13330.2012 (п. 9.6) от расчётного максимального суточного расхода воды:

$$W_{\text{сн}} = 5\% \cdot Q_{\text{сут.мах}}, \text{ м}^3 \quad (3.5)$$

где $Q_{\text{сут.мах}}$ – максимальный суточный расход воды, $\text{м}^3/\text{сут}$

$$W_{\text{сн}} = 0,05 \cdot 88,19 = 4,41 \text{ м}^3$$

$$W_{\text{рчв}} = 27,97 + 9 + 4,41 = 41,38 \text{ м}^3.$$

Принимаю 1 резервуар объемом 50 м^3 . Размеры типового резервуара – $3 \times 6 \times 3,51 \text{ м}$.

4 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. Использование неподготовленной воды неизбежно приводит к увеличению затрат в том числе на защиту здоровья.

Подземные воды Емельяновского района имеет повышенное содержание железа 3,4-4,2 мг/л, что превышает ПДК в 12-14 раз.

К традиционным методам обезжелезивания воды относятся: окислительное обезжелезивание, аэрация, каталитическое окисление с фильтрацией, обезжелезивание мембранным и ионообменным методом, биологические обезжелезивание.

В качестве водоочистки от железа на данном водозаборе установлен напорный фильтр с загрузкой МЖФ – каталитическая фильтрующая загрузка для удаления растворенного в воде железа. МЖФ играет роль катализатора реакции окисления соединений железа кислородом воздуха, которым вода насыщается при предварительной аэрации. Продукты окисления железа осаждаются на гранулах загрузки. Физические свойства материала обеспечивают качественную фильтрацию, загрузка легко очищается от осажденных частиц путем обратной промывки. Достоинствами фильтрующей загрузки МЖФ являются: относительно продолжительный срок службы, широкий температурный диапазон использования. МЖФ не теряет активности при истирании, так как его химический и фазовый состав одинаков во всем объеме гранулы. Есть данные, что МЖФ не слеживается даже при 100%-ном заполнении межгранульного пространства продуктами гидролиза.

4.1 Расчет фильтрационной установки

Площадь напорного фильтра определяют по формуле

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot v_{\text{р.н}} - 3,6 \cdot n (w_1 t_1 + w_2 t_2 + w_3 t_3) - n \cdot t_4 \cdot v_{\text{р.н}}}, \text{ м}^2 \quad (4.1)$$

где $Q_{\text{сут}}$ - производительность фильтра (полезная) в м³/сут;

$v_{\text{р.н}}$ - расчетная скорость фильтрования, м/ч;

n – число промывок фильтров за сутки;

w_1 и t_1 – интенсивность в л/сек·м² и продолжительность в ч первоначального взрыхления фильтрующей загрузки;

$w_2 t_2$ – интенсивность подачи воды в л/сек·м² и продолжительность в ч воздушной промывки;

$w_3 t_3$ - интенсивность в л/сек·м² и продолжительность отмывки в ч;

t_4 – продолжительность простоя фильтра из-за отмывки в ч.

При заданной полезной производительности установки с напорными фильтрами $Q_{\text{сут}}=2000$ м³/сут, площадь напорного фильтра составит:

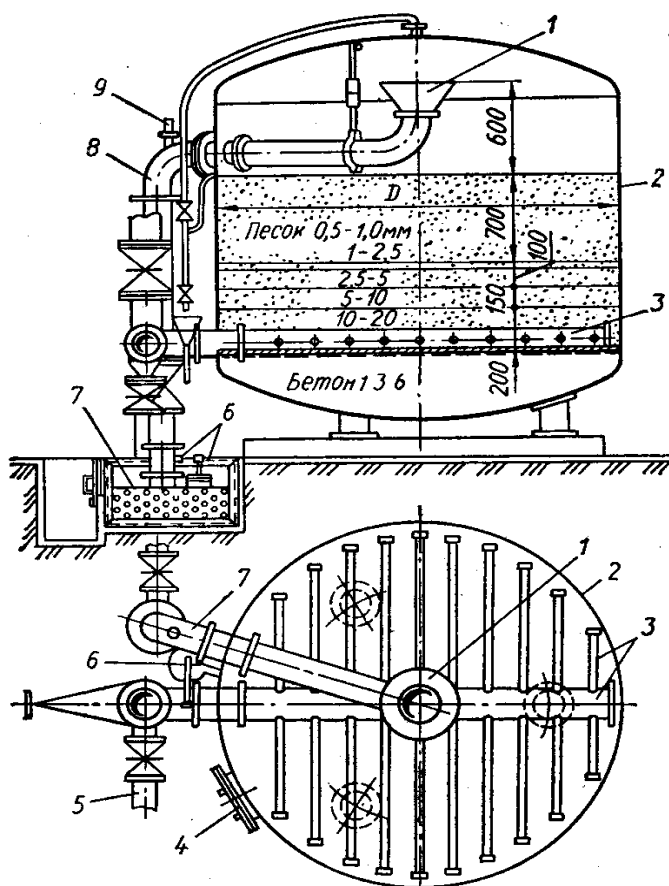
$$F = \frac{2000}{24 \cdot 11 - 3,6 \cdot 2 (8 \cdot 0,017 + 4 \cdot 0,083 + 8 \cdot 0,034) - 2 \cdot 0,33 \cdot 11} = 7,96 \text{ м}^2$$

Количество напорных фильтров при площади одного фильтра $f = 7,1 \text{ м}^2$ [см. табл. 47] должно быть: $N = \frac{F}{f} = \frac{7,96}{7,1} \approx 1$. Принимаем один рабочий фильтр и один резервный.

Типоразмеры:

$H = 1873 \text{ мм}$; $H_1 = 349 \text{ мм}$; $L = 568 \text{ мм}$; $L_1 = 407 \text{ мм}$; $L_2 = 476 \text{ мм}$.

Схема напорного вертикального фильтра представлена на рисунке 4.1.



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 4.1 – Схема вертикального напорного фильтра

Расчёт распределительной системы напорного фильтра.

Проектируется вертикальный напорный фильтр $\varnothing 700 \text{ мм}$.

Площадь песчаной загрузки фильтра $f = 0,38 \text{ м}^2$.

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

Общий расход воды на промывку на один фильтр $q_{\text{пр}} = 0,38 \cdot 8 = 3,04 \text{ л/сек} = 0,00304 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Длина ответвлений:

С каждой стороны коллектора размещается по 6-7. Принимаем между осями ответвлений $0,10 \text{ м}$, следовательно, количество ответвлений принимаем

14 шт. Расход, поступающий в коллектор равен $0,001164 \text{ м}^3/\text{с}$, следовательно, расход на одно ответвление составляет $0,000083 \text{ м}^3/\text{с}$, 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.

4.2 Расчет установки для реагентного умягчения воды с вихревыми реакторами

Умягчение воды может быть осуществлено следующими основными способами:

- 1) реагентным;
- 2) катионитовым;
- 3) термическим.

Нередко представляется целесообразным комбинировать эти способы, удаляя часть солей жесткости реагентным способом, а остаток их — катионированием, либо применять реагентный способ в комбинации с термическим способом умягчения воды.

Из реагентных способов умягчения воды наиболее распространен известково-содовый способ. Сущность его состоит в переводе растворенных в воде солей Ca^{2+} и Mg^{2+} в малорастворимые CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$, выпадающие в осадок.

Вихревой реактор представляет собой резервуар в виде усеченного конуса с верхней цилиндрической частью. В отличие от вихревой камеры хлопьеобразования он имеет небольшой угол конусности ($15\text{--}20^\circ$) и примерно на половину своей высоты заполнен так называемой контактной массой — мелким кварцевым песком или мраморной крошкой диаметром $0,2\text{--}0,3$ мм, находящимися во взвешенном состоянии во время работы реактора. Количество контактной массы должно составлять 10 кг на 1 м^3 объема реактора.

Необходимая для реагентного умягчения воды известь в виде раствора или известкового молока вводится в нижнюю часть реактора. Зерна контактной массы, служащие центрами кристаллизации карбоната кальция, который получается при умягчении воды, постепенно обволакиваются CaCO_3 , увеличиваясь в диаметре до $1,5\text{--}2$ мм. Вследствие этого контактную массу частично заменяют 2 раза в неделю, выпуская излишек по трубопроводу, примыкающему к нижней части реактора. Свежая контактная масса вводится при помощи эжектора в плоскости верхнего слоя загрузки.

Заданный расход $2000 \text{ м}^3/\text{сут}$ или $83 \text{ м}^3/\text{ч}$. Исходная вода содержит 21 мг/л взвешенных веществ и $1,34 \text{ мг/л}$ магния.

Принимаем один реактор. Расход умягчаемой воды на один реактор составит $Q_{\text{ч}} = 83 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $q_{\text{с}} = 0,023 \text{ м}^3/\text{с}$.

Площадь верхнего поперечного сечения реактора на уровне водоотводящих устройств должна быть:

$$f_B = \frac{q_c}{v_B} = \frac{0,023}{0,006} \approx 3,8 \text{ м}^2 \quad (4.2)$$

где v_B – скорость движения воды в верхней части конуса(принимается в пределах 0,004_0,006 м/с), м/с.

Тогда диаметр верхней части реактора $d_B = 2,2$ м.

Диаметр нижнего сечения реактора принимаем $d_H = 0,5$ м. Следовательно, площадь нижней части реактора $f_H = 0,196 \text{ м}^2$.

Скорость движения воды в нижней части конуса:

$$v_H = \frac{q_c}{f_H}, \text{ м/с} \quad (4.3)$$

$v_H = \frac{0,023}{0,196} = 0,12$ м/с, т.е. в 8-10 раз меньше требуемой, так как скорость v_H обычно принимают равной 0,8–1 м/с. При столь недостаточной скорости движения воды необходимо установить в нижней части реактора коническую вставку.

Угол конусности принимаем 20° , тогда высота усеченного конуса будет равна:

$$h = \frac{1}{2}(d_B - d_H) \operatorname{ctg} \frac{20^\circ}{2}, \text{ м} \quad (4.4)$$

$$h = \frac{1}{2}(2,2 - 0,5) \cdot 5,67 = 4,82 \text{ м}$$

Объем реактора вычисляется по формуле

$$W = \frac{1}{3} h (f_B + \sqrt{f_B f_H} + f_H), \text{ м}^3 \quad (4.5)$$

$$W = \frac{1}{3} \cdot 4,82 (3,8 + \sqrt{3,8 \cdot 0,196} + 0,196) = 7,31 \text{ м}^3$$

Вес контактной массы, необходимой для загрузки одного реактора:

$$G_K = W \cdot 10, \text{ кг} \quad (4.6)$$

где 10 – количество контактной массы, необходимое на 1 м³ объема реактора, кг.

$$G_K = 7,31 \cdot 10 = 73,1 \text{ кг}$$

Принимаем высоту загрузки реактора контактной массой, равной: $h_3 = 0,5h \approx 2,41$ м.

Диаметр реактора на высоте 2,41 м от нижнего сечения будет составлять:

$$d_1 = (h_3 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2})^2 + d_H, \text{ м} \quad (4.7)$$

$$d_1 = (2,41 \cdot 0,18)^2 + 0,5 = 0,69 \text{ м, тогда площадь этого сечения } f_1 = 0,374 \text{ м}^2$$

Объем реактора в пределах заполнения его контактной массой:

$$W_1 = \frac{1}{3} \cdot 2,41 (0,374 + \sqrt{0,374 \cdot 0,196} + 0,196) = 0,676 \text{ м}^3$$

Насыщение водой контактной массы в занимаемом ею объеме реактора составит:

$$p_B = 100 - \frac{G_K}{W_1 g_0 \cdot 1000} \cdot 100, \% \quad (4.8)$$

где g_0 при удельном весе контактной массы (в плотном объеме) составит 1,65.

$$p_B = 100 - \frac{73,1}{0,676 \cdot 1,65 \cdot 1000} \cdot 100 = 99 \%$$

Потеря напора в реакторе на 1 м высоты контактной массы в среднем составляет 0,35 м. Таким образом, полная потеря напора в загрузке $h_{п.з} = 0,35 h_3 = 0,35 \cdot 2,41 = 0,84 \text{ м}$.

Потеря напора при выходе воды из падающего сопла со скоростью $v = 1 \text{ м/с}$ и $\mu = 0,9$:

$$h_c = \frac{v^2}{\mu^2 \cdot 2g}, \text{ м} \quad (4.9)$$

$$h_c = \frac{1}{0,81 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,06 \text{ м}$$

Сумма потерь напора в реакторе:

$$\sum h = h_{п.з} \pm h_c, \text{ м} \quad (4.10)$$

где $h_{п.з}$ – полная потеря напора в загрузке, м;

h_c – потеря напора при выходе воды из падающего сопла, м.

$$\sum h = 0,84 + 0,06 = 0,9 \text{ м}$$

4.3 Расчет и внедрение УФ-установки для обеззараживания воды

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

Обеззараживающее действие хлора проявляется не мгновенно, а требует двухчасового контакта воды с хлором. Хлор действует только на вегетативные виды бактерий; спорообразующиеся бактерии при обычных дозах хлора не погибают. Ввиду всех описанных выше недостатков наиболее эффективным будет являться обеззараживание воды при помощи УФ-установки. Этот способ полностью автоматичен, не требует введения в воду дополнительных реагентов, не влияет на органолептические свойства воды и действует не только на вегетативные бактерии, но и на бактериальные споры. Действие бактерицидного облучателя практически мгновенно, вода, прошедшая через установку, может сразу же поступать в промышленный цикл.

Обеззараживание воды происходит вследствие фотохимического воздействия на бактерии, находящиеся в воде, ультрафиолетовой бактерицидной энергией, излучаемой специальными лампами.

Расход электроэнергии на обеззараживание 1 м³ воды из поверхностных источников бактерицидным излучением, составляет до 30 кв.ч.

Основными факторами, влияющими на процесс обеззараживания воды бактерицидными облучателями, являются: а) бактерицидный поток используемых источников облучения; б) поглощение излучения водой; в) сопротивляемость бактерий воздействию бактерицидных лучей.

Для обеззараживания воды могут быть использованы аргоно-ртутные лампы низкого давления, типа БУВ-30 и БУВ-60П, ртутно-кварцевые лампы высокого давления типа ПРК-7 и РКС-2,5.

Характеристика ламп для бактерицидного облучения дана в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Характеристика ламп для бактерицидного облучения

Тип лампы	Потребляемая мощность электрической энергии, Вт	Номинальная мощность лампы Вт·ч	Напряжение, В		Сила тока на лампе, А	Бактерицидная облученность, мкВт/см ² ·м	Бактерицидный поток в лампе, Вт	
			В сети	На лампе			Номинальный	Расчетный
БУВ-15	19	15	127	57	0,3	12	1,2	0,8
БУВ-30	36	30	220	110	0,32	30	3,2	2
БУВ-30П	38	30	127	46	0,65	21	2,5	1,7
БУВ-60П	72	60	220	100	0,65	100	6	4
ПРК-7	1000	1000	220	135	8	-	50	35
РКС-2,5	2500	2500	220	850	3,4	-	125	50-75

4.4 Установки с источниками бактерицидного излучения

Применение бактерицидного излучения для обеззараживания воды возможно как при размещении этих источников в воздухе над поверхностью облучаемой воды, так и при погружении их в воду в кварцевых чехлах, защищающих их от влияния температуры воды. Установки для обеззараживания воды делятся на два типа: с не погруженными и погруженными источниками бактерицидного излучения. В данном проекте используется второй тип.

В конструктивном отношении данная установка представляет собой несколько последовательно соединенных герметических камер, в которых размещены бактерицидные лампы. Они предназначены для обеззараживания воды в напорной системе водопроводов с рабочим давлением до 5 атмосфер.

Обеззараживаемая вода проходит непрерывным потоком через несколько камер, подвергаясь бактерицидному воздействию ламп. Лампы размещены в кварцевых чехлах. Внутри каждой камеры находится по четыре перегородки, при помощи которых вода дважды приближается к источнику бактерицидного излучения, занимающему центральную часть камеры. Установка при помощи переходных патрубков присоединяется к напорному трубопроводу.

Каждая секция производительностью 30 м³/час состоит из последовательно соединенных камер (от 2 до 5, в зависимости от расчета).

Технические характеристики бактерицидного облучателя приведены в табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Технические характеристики бактерицидного облучателя

Наименование показателей	Единица Измерения	Значение		
		Вода из поверхностного источника	Вода из подземного источника	Вода, прошедшая глубокую очистку
Производительность установки	м ³ /ч	60	87	133
Доза УФ облучения	мДж/см ²	25	25	25
Потери напора в установке за счет гидравлического сопротивления	см вод.ст.	19	40	92
Минимальный и максимальный расходы	м ³ /ч	20..140		
Условный диаметр входного и выходного патрубков камеры обеззараживания	мм	150		
Рабочее давление в камере обеззараживания, не более	МПа (бар)	1(10)		
Разрежение в камере обеззараживания, не более	МПа (бар)	-0,01 (-0,1)		

Тип лампы		ДБ 300Н
Наименование показателей	Единица Измерения	Значение

Продолжение таблицы 4.2

Тип воды		Вода из поверхностного источника	Вода из подземного источника	Вода, прошедшая глубокую очистку
Количество ламп в камере	шт	10		
Срок службы лампы, не менее	ч	12000		
Напряжение питания	В	220±10%		
Коэффициент мощности, не менее		0,96		
Габариты:				
– камера обеззараживания – пульт управления – насос промывочный	мм	1231x450x410 800x600x252 512x210x345		
Объем камеры обеззараживания	дм ³	42		

УФ-облучатель изображен на рисунке 4.2.

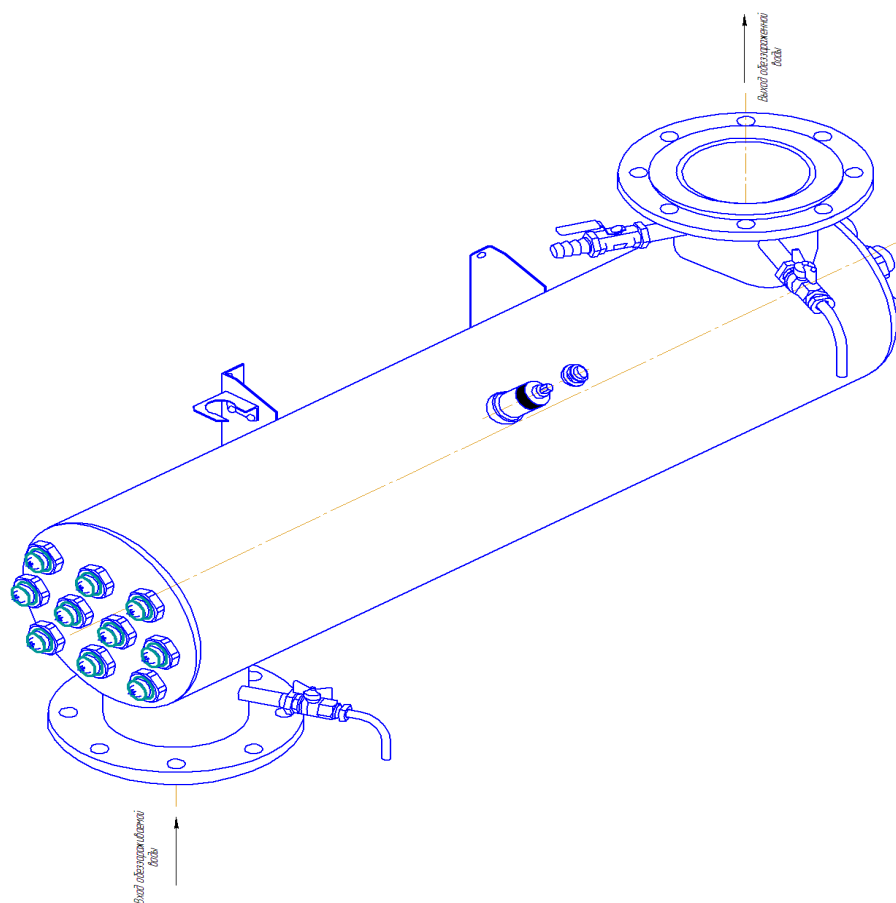


Рисунок 4.2 – УФ-облучатель

4.5 Расчет установки для обеззараживания воды бактерицидным излучением

Расчетный бактерицидный поток рассчитывается по формуле

$$F_0 = \frac{Q_{\text{час}} \cdot \alpha \cdot \log(P \div P_0)}{1563,4 \cdot \mu \cdot \mu} \quad (4.11)$$

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

α - коэффициент поглощения облучаемой воды см⁻¹, для чистых подземных вод из глубоких скважин 0,1 см⁻¹.

K - коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, принимаемый равным 2500;

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

P - количество бактерий после облучения;

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

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

$$F_6 = \frac{3,06 \cdot 0,1 \cdot \log(248)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 0,001$$

Расход электроэнергии на обеззараживание воды вычисляется по формуле

$$S = \frac{N_n}{Q_{\text{час}}}, \text{ Вт} \cdot \text{ч/м}^3 \quad (4.12)$$

где N – мощность потребляемая одной лампой;

$$S = \frac{60}{3,06} = 19,6 \text{ Вт} \cdot \text{ч/м}^3$$

Потребляемое количество ламп составит:

$$n = \frac{F_6}{N_n} \quad (4.13)$$

$$n = \frac{0,001}{60} \approx 1$$

4.6 Вакуум - фильтр

Объем уплотненного осадка:

$$W_{\text{упл}} = \frac{W_{\text{з.н}} \cdot 80,5}{97,5}, \text{ м}^3 \quad (4.14)$$

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

где W – объем поступающего за сутки осадка.

Объем зоны накопления:

$$W_{\text{з.н}} = \frac{T \cdot Q_{\text{сут}} \cdot (C_p - m)}{\delta}, \text{ м}^3 \quad (4.15)$$

где T – работа между очистками, 3 ч.

$$W_{\text{з.н}} = \frac{3 \cdot 100,83 \cdot 257,87}{20000} = 3,9 \text{ м}^3.$$

Расчет вакуум – фильтрации по сухому веществу:

$$M_{\text{сух}} = \frac{W_{\text{упл}} \cdot (100 - B_{\text{л}}) \cdot \gamma_{\text{ос}}}{100}, \quad (4.16)$$

где $B_{\text{л}}$ – влажность осадка после шламонакопителя, 80,5 %;
 $\gamma_{\text{ос}}$ – объемный вес осадка, 0,466 т/м³.

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

Требуемая площадь вакуум – фильтров:

$$F_{\text{в.ф.}} = \frac{M_{\text{сух}} \cdot 1000}{T_{\text{в.ф.}} \cdot K}, \quad (4.17)$$

где $T_{\text{в.ф.}}$ – время работы вакуум-фильтров в сутки, 16 ч;
 K – коэффициент характеризующий нагрузку на 1 м² поверхности вакуум фильтров, 24.

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

Подбираем вакуум-фильтр БОН1-1,0-1У.

4.7 Технологическая схема водоподготовки

Схема водоподготовки, используемая на предприятии молочной промышленности, включает в себя следующие процессы очистки воды: фильтрация путем прогонки через напорный фильтр, загруженный каталитически активным гранулированным фильтрующим материалом МЖФ, умягчение при помощи реагентного умягчителя с вихревыми реакторами и обеззараживание установкой с источниками бактерицидного излучения (рис.4.3)

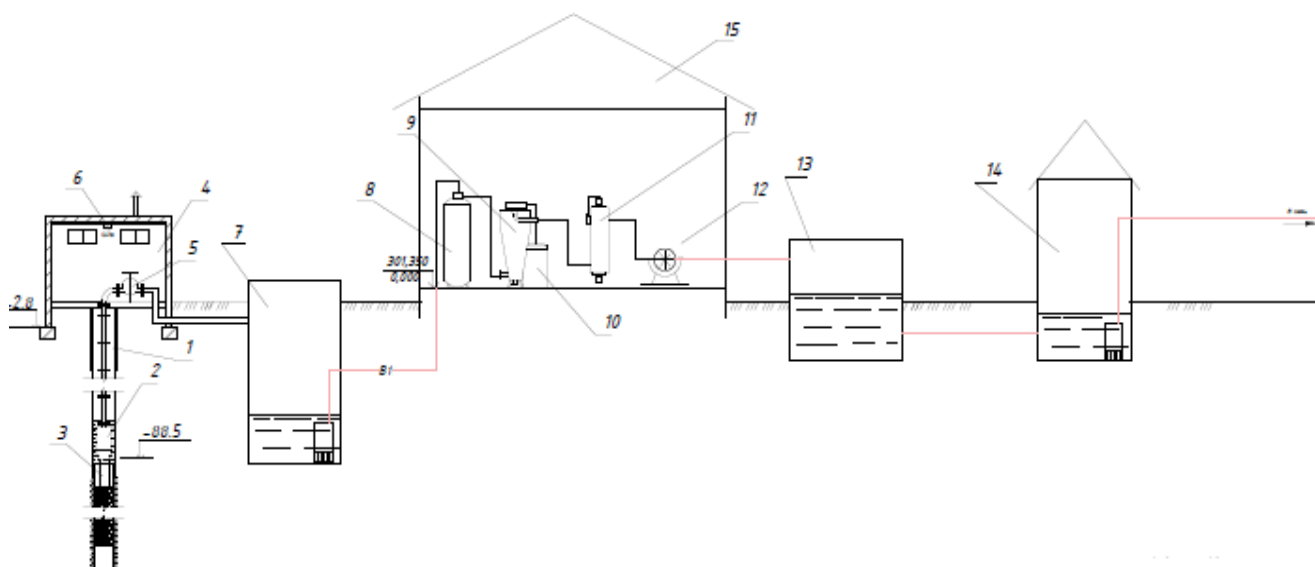


Рисунок 4.3 – Технологическая схема водоподготовки

1 – скважина; 2 – погружной насос; 3 – двигатель погружного насоса; 4 – кессон; 5 – водорегулирующая и запорная арматура; 6 – грузоподъемное оборудование; 7 – насосная станция подачи воды на водоподготовку; 8 – напорный фильтр; 9 – установка для умягчения воды с вихревым реактором; 10 – солевой бак; 11 – установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами; 12 – вакуум-фильтр; 13 – резервуар чистой воды; 14 – насосная станция второго подъема; 15 – здание водоподготовки.

5 Расчет сети водоснабжения предприятия

5.1 Гидравлический расчет трубопроводов

Гидравлический расчет сводится к определению диаметра труб, потерь напора вследствие гидравлических сопротивлений и скорости движения воды.

5.1.1 Трассировка водопроводной сети предприятия

Для водоснабжения предприятия принята тупиковая схема наружных водопроводных сетей.

При трассировке водоводов необходимо стремиться к их минимальной длине с учетом естественных и искусственных препятствий, обеспечения

возможности проезда и применения техники при строительстве и эксплуатации водоводов, к минимальному отчуждению земли и с учетом границ землепользования. Подключение водоводов (двух и более) к магистральной сети должно производиться к различным ремонтным участкам.

5.1.2 Расходы воды на участках водопроводной сети

Расчет расходов воды на участках водопроводной сети производится согласно СП 30.13330.2016.

Максимальный секундный расход воды на расчетном участке сети:

$$q = 5q_0\alpha \quad ,\text{л/с} \quad (5.1)$$

где q_0 – секундный расход воды водозаборной арматурой, согласно СП 30.13330.2016, л/с;

α – коэффициент, определяемый в соответствии с таблицами Б.1 и Б.2 СП 30.13330.2016 в зависимости от общего числа приборов N и вероятности их действия P на расчетном участке.

Вероятность действия санитарно-технических приборов на участках сети:

$$P = \frac{q_{hr,u} \cdot U}{3600 \cdot q_0 \cdot N} \quad (5.2)$$

где $q_{hr,u}$ – норма расхода воды в час наибольшего водопотребления, согласно СП 30.13330.2016, л;

U – количество потребителей на расчетном участке, чел;

q_0 – расход воды прибором, согласно СП 30.13330.2016, л/с;

N – число санитарно-технических приборов на расчетном участке, шт.

Расчет расходов воды на участках водопроводной сети представлен в табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Расчет расходов на участках водопроводной сети

№ участка	Число водоразборных приборов N, шт.	Количество потребителей U, чел	Норма расхода воды в час наибольшего водопотребления $q_{нр,u}$, л/ч	Расход воды прибором, q_0 , л/с	Вероятность действия приборов, P	NP	α	Расчетный расход воды на расчетном участке q , л/с	Диаметр труб d, мм	Скорость течения воды v , м/с	Длина расчетного участка l, м	Потери напора h, м	
												Уклон 1000 i	Расчетные потери на участке li , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B1-5-B1-4	1	16	3,7	0,3	0,055	0,055	0,283	0,425	25	0,75	4,25	73,5	0,31
B1-4-B1-3	1	16	3,7	0,3	0,055	0,055	0,283	0,425	25	0,75	0,80	73,5	0,06
B1-3-B1-2	2	16	3,7	0,3	0,027	0,054	0,280	0,42	25	0,84	14,26	91,3	1,30
B1-2-B1-1	2	16	3,7	0,3	0,027	0,054	0,280	0,42	32	0,47	35,19	21,6	0,76
B1-1-BV	2	16	3,7	0,3	0,027	0,054	0,280	0,42	32	0,47	16,19	21,6	0,35

6 Эколого-экономические показатели

6.1 Технология водоподготовки с точки зрения возможного антропогенного воздействия на природную среду

В результате водоподготовки происходит воздействие на водный объект за счет изъятия воды путем бурения скважины.

6.2 Расчет выбросов пыли при сооружении скважин

При расчете загрязнений атмосферы пылевыми выбросами при бурении скважин исходят из того, что практически все буровые станки выпускаются промышленностью со средствами пылеочистки.

Расчет максимальных разовых выбросов определяют по формуле

$$Q_3 = \frac{n \cdot z \cdot (1 - \eta)}{3600}, \text{ г/с} \quad (6.1)$$

где n – количество одновременно работающих буровых станков, при использовании бурового станка БСШ-1 величина $n = 1$;

z – количество пыли, выделяемое при бурении одним станком, г/ч;

η – эффективность системы пылеочистки в долях (для рукавного фильтра – 0.95%).

$$Q_3 = \frac{1 \cdot 396 \cdot (1 - 0.95)}{3600} = 0,0055 \text{ г/с}$$

В качестве мероприятий по снижению выбросов пыли при сооружении скважин предлагается применить пневматический бурильный молоток для бурения мокрым способом.

$$Q_3 = \frac{n \cdot z \cdot (1 - \eta)}{3600}, \text{ г/с} \quad (6.2)$$

$$Q_3 = \frac{1 \cdot 360 \cdot (1 - 0.95)}{3600} = 0,005 \text{ г/с}$$

Количество снижения пыли определяется как разница между традиционным бурением и предлагаемым:

$$Q = Q_{\text{трад}} - Q_{\text{предл}} = 0,0055 - 0,005 = 0,0005 \text{ г/с} \quad (6.3)$$

6.3 Оценка воздействия на атмосферный воздух

Для обеззараживания воды на данной станции водоподготовки применяется установка с бактерицидным излучением, которая не производит выбросов в атмосферу. При обеззараживании воды методом хлорирования требуется соблюдение ряда достаточно проблематичных условий. Например, использования специальной системы добавления химиката в воду и его хранения. Основной проблемой при этом становятся токсичные продукты, остающиеся в воде после хлорирования и выбрасываемые в атмосферу.

6.4 Расчет зон санитарной охраны

Организация зон санитарной охраны (ЗСО) водозаборов подземных вод - одно из основных мероприятий по защите от загрязнения подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Для предотвращения загрязнения водозабора подземных вод вокруг него создается ЗСО, состоящая из трех поясов, в которых осуществляются специальные мероприятия, исключающие возможность поступления загрязнений в водозабор и в водоносный пласт в районе водозабора.

Первый пояс ЗСО – пояс строгого режима. Он включает территорию расположения водозаборов, площадок расположения всех водопроводных сооружений и водоподводящего канала. Устанавливается в целях устранения возможности случайного или умышленного загрязнения воды источника в месте расположения водозаборных и водопроводных сооружений. Граница первого пояса ЗСО устанавливается в расстоянии не менее 30 м от водозабора - при использовании защищенных подземных вод и в расстоянии не менее 50 м - при использовании недостаточно защищенных подземных вод. Так как прилегающая территория предприятия включает в себя преимущественно лесонасаждения, а используемые подземные воды относятся к защищенным, то границы первого пояса составляют 30 м во все стороны.

Второй пояс ЗСО предназначен для защиты водоносного горизонта от микробных загрязнений; поскольку второй пояс расположен внутри третьего пояса, он предназначен также для защиты и от химического загрязнения. Он рассчитывается с учетом времени продвижения микробного загрязнения воды до водозабора, устанавливается в зависимости от климатических районов и определяется по формуле

$$R_2 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м} \quad (6.4)$$

где Q – расход скважины, м³/сут;

T_M – время микробного продвижения к скважине, 5÷10 суток;

m – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость водоносного пласта 0,22 м.

$$R_2 = \sqrt{\frac{1943,7 \cdot 5}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,22}} = 20,05 \text{ м.}$$

Третий пояс ЗСО предназначен для защиты подземных вод от химических загрязнений. Расположение границы третьего пояса ЗСО также определяется гидродинамическими расчетами, исходя из условия, что если за ее пределами в водоносный пласт поступят химические загрязнения, они или не достигнут водозабора, перемещаясь с подземными водами вне области питания, или достигнут водозабора, но не ранее расчетного времени T_H . Расчет ведется по следующей формуле

$$R_3 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_H}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м} \quad (6.5)$$

где Q – расход скважины, $\text{м}^3/\text{сут}$;

T_H – время эксплуатации скважины, $10 \div 35$ лет;

m – мощность водоносного пласта, м;

n – пористость водоносного пласта $0,22$ м.

$$R_3 = \sqrt{\frac{1943,7 \cdot 35}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,22}} = 53,04 \text{ м.}$$

Средний пояс строгой охраны определяется как среднеарифметическое второго и третьего поясов ЗСО:

$$R = \frac{R_2 + R_3}{2}, \text{ м} \quad (6.6)$$

где R_2 – второй пояс ЗСО, м;

R_3 – третий пояс ЗСО, м.

$$R = \frac{20,05 + 53,04}{2} = 36,55 \text{ м.}$$

6.5 Расчет границ поясов ЗСО

На основании СанПиН 2.1.4.1110-02 и проектной документации рассчитываем радиусы I, II, III поясов ЗСО водозаборного сооружения из подземного водоисточника, состоящего из 1 рабочей скважины, при следующих гидрогеологических параметрах:

где Q – суммарный водоотбор на водозаборе – $13900 \text{ м}^3/\text{сут}$;

m – средняя мощность зоны активной фильтрации водоносного горизонта на участке водозабора – 35 м ;

n – пористость водовмещающих пород – 0,04;
 i - уклон подземного потока – 0,004;
 K_{ϕ} – коэффициент фильтрации водовмещающих пород – 15 м/сут
 q – расход естественного потока:

$$q = K_{\phi} \cdot m \cdot i, \text{ м}^2/\text{сут}. \quad (6.7)$$

В данном случае дебит водозабора полностью компенсируется естественным потоком, а речные воды не участвуют в питании водозабора. Расстояние от водозабора до реки $X_0=400$ м.

Первый пояс ЗСО по исходным данным определяется радиусом 30 м.

Расчет границ второго пояса основан на методике НИИ ВОДГЕО, расчетное время T_m (время продвижения микробного заражения) принимается равным 200 суток, т.к. водоносный горизонт на площадке водозабора напорный неограниченный пласт и не имеет непосредственной связи с водоемом. Согласно данной методике второй пояс ЗСО рассчитывается как для одиночных скважин, так и для компактных групп взаимодействующих скважин.

Расчет аналитической координаты X_B водораздельной точки:

$$X_B = X_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{Q}{\pi \cdot X_0 \cdot q}} \quad (6.8)$$

где X_0 – расстояние от реки до водозабора;
 Q – дебит водозабора;
 q – удельный расход потока подземных вод.

$$X_B = 400 \cdot \sqrt{1 - \frac{1943,7}{3,14 \cdot 2,1 \cdot 400}} = 203,96.$$

Погрешности отклонения:

$$X_B^1 = \frac{X_B}{X_0} \quad (6.9)$$

$$X_B^1 = \frac{203,96}{400} = 0,51$$

Общий радиус границы второго пояса находится по формуле

$$R_2 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_m}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ м} \quad (6.10)$$

$$R_2 = \sqrt{\frac{1943,7 \cdot 200}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,04}} = 297,4 \text{ м}$$

Погрешность отклонения:

$$T^1 = \frac{q \cdot T_M}{X_o \cdot m \cdot n}, \text{ м} \quad (6.11)$$

$$T^1 = \frac{21 \cdot 200}{400 \cdot 35 \cdot 0,04} = 7,5 \text{ м}$$

Расстояние вверх по потоку движения подземных вод:

$$R = R_q + \Delta R, \text{ м} \quad (6.12)$$

$$R = 3000 + 272 = 3272 \text{ м}$$

$$\Delta R = \Delta R^1 \cdot X_o, \text{ м} \quad (6.13)$$

где $\Delta R^1 = 0,68 \text{ м}$;

R_q - расстояние, преодолеваемое частицами воды при движении со скоростью бытового потока q , м.

$$\Delta R = 0,68 \cdot 400 = 272 \text{ м}$$

$$R_q = \frac{T_M \cdot q}{m \cdot n}, \text{ м} \quad (6.14)$$

$$R_q = \frac{200 \cdot 21}{35 \cdot 0,04} = 3000 \text{ м}$$

Расстояние вниз по потоку r определяется по формуле

$$r = r^1 \cdot X_o, \text{ м} \quad (6.15)$$

где значение $r^1 = 0,6$;

$$r = 0,6 \cdot 400 = 240 \text{ м}$$

Ширина ЗСО находится по формуле

$$d = \frac{2 \cdot Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n \cdot L}, \text{ м} \quad (6.16)$$

где $L = R + r$. (6.17)

$$L = R + r = 3272 + 240 = 3512 \text{ м}$$

$$d = \frac{2 \cdot 1943,7 \cdot 200}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,04 \cdot 3512} = 50 \text{ м}$$

Общая ширина II пояса ЗСО будет равна:

$$2 \cdot d = 2 \cdot 50 = 100 \text{ м} \quad (6.18)$$

Таким образом, размеры II пояса ЗСО данного водозабора следующие:
общий радиус (R_2) = 297,4 м;
вверх по потоку (R) = 3272 м;
вниз по потоку (r) = 240 м;
общая ширина ($2d$) = 100 м.

Для определения границ ЗСО третьего пояса расчетное время T_x (время продвижения химического загрязнителя – 25-50 лет (выражается в сутках)) принимается равным периоду эксплуатации водозабора 12775 суток настоящего времени.

В изолированном пласте расчет границы III пояса ЗСО производится по формуле

$$R_3 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_x}{\pi \cdot m \cdot n}}, \text{ км} \quad (6.19)$$

$$R_3 = \sqrt{\frac{1943,7 \cdot 12775}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,04}} = 2376,66 \text{ км.}$$

7 Научный эксперимент по оценке эффективности кавитационного метода обеззараживания природных и оборотных вод

7.1 Цель проведения эксперимента

Цель: Определение эффективности метода кавитации при обеззараживании природных подземных вод. Выбор режима кавитации для устранения биообрастаний при компоновке оборотной системы водоподготовки предприятия молочной промышленности с качеством воды, соответствующим европейским стандартам и [33] регламентирующему 3 категорию технической воды.

7.2 Сравнение методов обеззараживания

Существующие способы водоподготовки питьевой и производственной воды являются в основном реагентными и, оказывая бактерицидный эффект, ухудшают химический состав и органолептические свойства воды. Среди химических методов обеззараживания самым распространенным на данный момент времени является хлорирование. Однако, многочисленные данные свидетельствуют о том, что хлорирование питьевой воды вызывает высокие уровни мутагенной активности и токсичности, выявленные с помощью различных биотестов. Еще одна причина, из-за которой хлорирование нельзя считать достаточно надежным методом обеззараживания – существование хлоррезистентной микрофлоры: хлорустойчивые формы, относящиеся к условнопатогенным и патогенным микроорганизмам. Даже небольшое количество остаточного хлора токсично для фауны водоемов.

Из физических методов обеззараживания наибольшее применение нашел ультрафиолетовый метод обеззараживания, как безреагентный и экологически чистый. Однако, безреагентный способ УФ-обеззараживания так же имеет ряд недочетов, например, требуется высокая степень прозрачности исходной воды, отсутствие взвеси, способ малоэффективен при уничтожении спорообразующих бактерий, вирусов, грибов, водорослей и плесени.

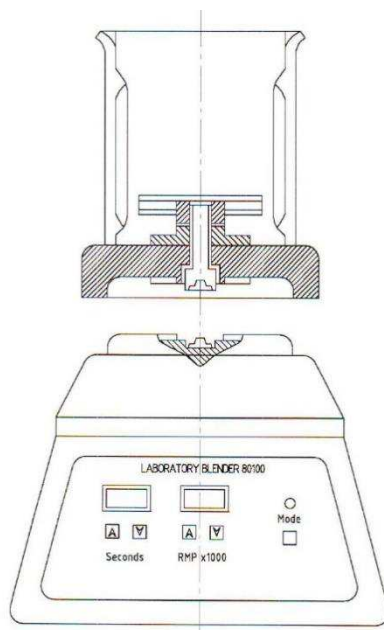
Кавитационная технология обеззараживания лишена этих недостатков. Она менее энергозатратна по сравнению с УФО и озонированием, более экологична по сравнению с хлорированием.

7.3 Лабораторный суперкавитационный стенд

Экспериментальные исследования эффективности кавитационной технологии производились на лабораторном блендере (лабораторном стенде кавитационной технологии).

Конструкция усовершенствованного лабораторного блендера основана на применении в качестве рабочего органа суперкавитирующей крыльчатки, что позволяет исследовать жидкие композиции с высоким процентом содержания

твердых частиц. Известно, что количество и размеры кавитационных пузырьков, генерируемых за СК-крыльчаткой, не зависят от количества и спектр ядер кавитации в жидкости, а определяются гидродинамическими параметрами течения (скорость обтекания лопастей, температурой, длиной образующейся суперкаверны и т.д.). Изменяя параметры, можно регулироваться размеры и количество кавитационных пузырьков, а, следовательно, и степень кавитационной обработки на жидкую среду. В качестве рабочего органа генератора кавитации использована двухлопастная крыльчатка с клиновидным профилем с различными углами раскрытия клина. Рабочие числа оборотов регулировались до 12000 об/мин, что обеспечило получение чисел кавитации до $x = 0,05$. Схема управления позволяет плавно изменять частоту вращения ротора, поддерживать число оборотов независимо от изменяющейся нагрузки и фиксировать время обработки. Мощность электродвигателя $N_{эл} = 270$ Вт, ёмкость реактора 300 мл. СК-винт изготавливался из алюминиевого сплава Д16Т. Основной и дополнительный гидротормоз препятствует циркуляционному движению воды в направлении вращения вала, повышая эффективность кавитационной обработки.



1 – гидротормоз; 2 – рабочая камера; 3 – СК-крыльчатка; 4 – вал кавитатора; 5 – дополнительный гидротормоз; 6 – станина реактора; 7 – вал электродвигателя; 8 – блок управления

Рисунок 7.1 – Схема лабораторного кавитационного блендера

На рисунке представлен реактор усовершенствованного лабораторного блендера. Реактор состоит из устройства гидротормоза 1, бачка 2 с рабочей камерой, суперкавитирующей крыльчатки 3, вала кавитатора 4, дополнительного устройства гидротормоза стенок реактора 5, станины реактора 6, вала электродвигателя 7, блока управления 8. Для предотвращения влияния окружающей среды, на проведения эксперимента, бачок имеет плотную закрывающуюся крышку.

Результаты эксперимента представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Эффекты очистки и пролонгированный эффект типовых методов обеззараживания и кавитационной технологии

Способы обеззараживания	Индикаторный организм	Эффект очистки	Пролонгация
Хлорирование	E.coli	80 %	8-12 часов
Озонирование		85 %	4-8 часов
УФ-облучение		До 95 %	До 1 часа
Кавитация		99,9 %	До 5 месяцев

Вывод: Приоритетное направление применения метода кавитационного обеззараживания – использование для водоподготовки питьевой воды в местах водопотребления:

- школах, детских садах, детских лагерях отдыха;
- многоквартирных домах;
- на промышленных объектах, требующих повышенного качества воды (в винодельной, пивоваренной, молочной, пищевой промышленности и т.д.)
- для очистки отработанных вод до требований, предъявляемых к оборотному водоснабжению.

8 Автоматизация

8.1 Автоматизация процесса оборотного водопользования при наличии фильтрационной установки

Схема автоматизации насосной станции предусматривает возможность включения и отключения насосов как дежурным персоналом (режим местного управления – М), так и автоматически в зависимости от уровня воды в резервуаре. При этом обеспечиваются:

- защита электродвигателей насосов от перегрузок и коротких замыканий;
- автоматическое открытие и закрытие напорной задвижки;
- автоматическое отключение электродвигателя насоса при неисправности напорной задвижки, перегреве подшипников насосного агрегата, срыве давления за насосом;
- возможность изменения очередности включения насосов при изменении уровня воды в резервуаре;
- сигнализация о включении электродвигателя насоса, срыве давления за насосом, перегреве подшипников, неисправности напорной задвижки, открытии и закрытии напорной задвижки;
- бесперебойная подача напряжения на блоки контроля сопротивлений – датчики уровня воды в резервуаре.

В состав схемы автоматизации входят следующие элементы:

- автоматический выключатель **1QF1**, установленный в силовой цепи электродвигателя насоса, для защиты электрической сети от перегрузки и коротких замыканий;
- тепловое реле **1KK1**, установленное в силовой цепи электродвигателя насоса, для защиты электродвигателя от перегрузки;
- предохранитель **1FU1** в цепи 2 схемы управления для защиты схемы от коротких замыканий (далее по тексту под обозначением цепи понимается обозначение цепей в схеме управления);
- контактор **1KM1** в цепи 2 для подключения электродвигателя насоса к электрической сети;
- реле **1K1** в цепи 3, определяющее очередность включения насосов в зависимости от уровня воды в резервуаре;
- реле **1KT1** в цепи 11, обеспечивающее выдержку времени до 3 с при отключении электродвигателя насоса при срыве давления за насосом, перегреве подшипников или неисправности напорной задвижки;
- токовые реле **1KN1** в цепи 12, **1KN2** в цепи 13, **1KN3** в цепи 14, сигнализирующие соответственно об отключении электродвигателя насоса вследствие срыва давления, перегрева подшипников или неисправности напорной задвижки;
- реле **1K2** в цепи 15, формирующее сигнал на отключение электродвигателя насоса;
- реле **1K3** в цепи 17, формирующее сигнал на отключение электродвигателя насоса при неисправности напорной задвижки;

- реле **1К4** в цепи 18 для контроля наличия напряжения в схеме управления электродвигателем насоса;
- реле **К5, К6** в цепях 20 и 21 для контроля наличия напряжения в схемах управления электродвигателями других насосных агрегатов;
- реле **КО1** в цепи 22, **КО2** в цепи 23, **КО3** в цепи 24 для включения электродвигателя насоса в зависимости от уровня воды в резервуаре;
- реле блоков контроля сопротивлений **1КСL** в цепи 25, **2КСL** в цепи 26, **3КСL** в цепи 27, формирующие сигнал о достижении соответствующего (I, II или III) уровня воды в резервуаре;
- кнопки управления **1SB1** в цепи 2, **1SB2** в цепи 1 для отключения и включения электродвигателя насоса в режиме местного управления;
- сигнальная лампа **1НL1** в цепи 1, горение которой сигнализирует о включении насоса.

В схему управления электродвигателем насоса введены контакты аппаратуры из схемы управления электродвигателем задвижки:

- контакт реле **2К1** в цепи 16 (катушка реле **2К1** включена в цепь 2 схемы управления электродвигателем задвижки), замыкающийся после полного открытия задвижки;
- контакты **2К1, 2К2, 2КМ1, 2КМ2** в цепи 17 (катушки этих аппаратов включены соответственно в цепи 2, 6, 3, 5 схемы управления электродвигателем задвижки), замкнутое состояние которых после включения электродвигателя насоса обусловит его отключение вследствие неисправности задвижки (нормальное функционирование задвижки при включенном двигателе насоса соответствует хотя бы одному разомкнутому контакту **2К1, 2К2, 2КМ1, 2КМ2**).

Схема автоматизации предусматривает возможность автоматического включения насоса при достижении как первого, так и второго, и третьего уровней воды в резервуаре, т.е. при наличии на насосной станции трех рабочих насосов их очередность включения может устанавливаться переключателем **1SA1**, секции которого используются в цепях 2-4, 9-11 схемы управления электродвигателем насоса и в цепях 3-6 схемы управления электродвигателем задвижки. Переключатель **1SA1** имеет 3 фиксированных положения:

- 1) левое – режим автоматического управления – А;
- 2) среднее – режим местного управления – М;
- 3) правое – режим ввода резерва – Вр.

В режиме местного управления пуск электродвигателя насоса осуществляется нажатием на кнопку **1SB2** в цепи 1. При этом по цепи: фаза сети, предохранитель **1FU1**, замкнутая секция 1-2 переключателя **1SA1** в цепи 2, замкнутый контакт кнопки управления **1SB1**, замкнутый при нажатии на кнопку, управления **1SB2** ее контакт в цепи 2, замкнутый контакт реле **1К2**, замкнутый контакт теплового реле **1КК1**, катушка контактора **1КМ1**, нулевой провод сети – подается напряжение на катушку **1КМ1**, и контактор **1КМ1** срабатывает. Его контакты в силовой цепи замыкаются и подключают электродвигатель насоса к электрической сети. Одновременно замыкается контакт **1КМ1** в цепи 2, что сохраняет цепь подачи напряжения на катушку **1КМ1** после размыкания контакта кнопки управления **1SB2** при прекращении нажатия на нее.

Отключение электродвигателя насоса от сети в режиме местного управления осуществляется нажатием на кнопку **1SB1**.

Во всех режимах (вне зависимости от уровня воды в резервуаре) аварийное отключение электродвигателя насоса от сети произойдет при одном из следующих условий:

- отключении автоматического выключателя **1QF1** в силовой цепи вследствие короткого замыкания или перегрузки;
- перегорании предохранителя **1FU1** в цепи 2 схемы управления;
- размыкании контакта теплового реле **1KK1** в цепи 2 при перегрузке электродвигателя;
- размыкании контакта реле **1K2** в цепи 2, что обуславливается неисправностью напорной задвижки, или перегревом подшипников, или срывом давления за насосом.

В режиме ввода резерва переключатель **1SA1** находится в положении **Вр**

При этом в цепях 3, 10, II контакты 7-8, 9-10, 11-12 переключателя замкнуты, (все остальные секции в положении **Вр** разомкнуты).

Реле **1K1** в цепи 3 находится под напряжением, и его контакты замкнуты.

В схемах управления электродвигателями насосов 2 и 3 имеются аналогичные реле, позиционные обозначения которых **2K1** и **3K1** соответственно.

В режиме **Вр** может находиться только один (любой) насос.

В частности, если в режиме **Вр** находится насос 2, то в схеме управления электродвигателем насоса I контакты реле **2K1** в цепи 5 будут замкнуты. Если же в режиме **Вр** находится насос 3, то в схеме управления электродвигателем насоса 1 замкнуты контакты реле **3K1** в цепи 6.

В режиме **Вр** включение насоса 1 произойдет только после достижения уровня **III** воды в резервуаре, т.е. после замыкания контакта **3KSL** в цепи 24, что обуславливает подачу напряжения на катушку реле **КОЗ** и замыкание контактов **КОЗ** в цепи 9.

Если при этом какой-либо из остальных насосов не включен (т.е. замкнут контакт **2KM1** в цепи 9 или контакт **3KM1** в цепи 10), то по цепи: предохранитель **1FU1**, секция 9-10 переключателя **1SA1**, замкнутый контакт реле **КОЗ**, замкнутый контакт контактора **2KM1** (или **3KM1**) в цепи 9, замкнутые контакты реле **1K2** и **1KK1** в цепи 2 - на катушку контактора **1KM1** подается напряжение и электродвигатель насоса 1 контактами **1KM1** в силовой цепи подключается к электрической сети.

Очередность включения насоса 1 в автоматическом режиме зависит от того, какой из остальных насосов находится в режиме **Вр**. Если таковым является насос 3 (т.е. замкнут контакт **3K1** в цепи 6 насоса 1, и насос 1 переключателем **1SA1** переведен в режим автоматического управления – А), то после достижения уровня I в резервуаре замкнется контакт реле блока контроля сопротивлений **1KSL** в цепи 22, сработает реле **КО1**, контакт которого в цепи 6 замкнется. Последнее обусловит подачу напряжения на катушку контактора **1KM1** по цепи: **1FL**, секция 15-16 переключателя **1SA1**, замкнутые контакты реле **КО1** и **3K1** в цепи 6, замкнутые контакты **1K2** и **1KK1** в цепи 2, катушка контактора **1KM1** – т.е. включение электродвигателя насоса 1.

Если в режиме **Вр** находится насос 2, то при достижении уровня 1 в резервуаре (т.е. при замыкании контакта реле **КО1** в цепи 6) включения насоса 1 не произойдет, т.к. контакт реле **ЗК1** в цепи 6 разомкнут, и должен включиться насос 3. Однако, если вследствие неисправностей последнего не произойдет и контакт реле **ЗК4** в цепи 8 останется замкнутым, то по цепи: предохранитель

1FU1, секция 15 – 16 переключателя **1SA1**, замкнутый контакт реле **КО1**, **ЗК4**, **КК2**, **1КК1** – на катушку контактора **1KM1** будет подано напряжение и в результате включится насос 1. Описанная процедура соответствует аварийному включению насоса 1 при отказе насоса 3. Нормально (если в режиме **Вр** находится насос 2) после достижения уровня I в резервуаре включается насос 3, а после достижения уровня II – насос 1. При этом на катушку контактора 1 KM 1 подается напряжение по цепи: предохранитель **1FU1**, секция 15 – 16 переключателя **1SA1**, замкнутый контакт реле **КО2** в цепи 4, замкнутый контакт реле **2К1** в цепи 5, замкнутые контакты реле **1К2** и **1КК1** в цепи 2.

Если в режиме **Вр** находится насос 3 (т.е. замкнутый контакт реле **ЗК1** в цепи 6), то после достижения уровня I в резервуаре включается насос 1 (на катушку контактора **1KM1** подается напряжение по цепи: предохранитель **1FU1**, секция 15-16 переключателя **1SA1**, замкнутые контакты реле **КО2** и **ЗК1** в цепи 7 и **1К2**, **1КК1** в цепи 2), а после достижения уровня II – включится насос 2.

Отключение насосов произойдет после достижения уровня воды в резервуаре, соответствующего уровню отключения насосов, что обусловит размыкание контактов **1KSL – 3KSL** и, как следствие, размыкание контактов реле **КО1 – КО3** в цепях управления электродвигателями насосов, что приводит к исчезновению напряжения на катушке контактора **1KM1**, контакты которого в силовой цепи электродвигателя размыкаются и отключают его от электрической сети.

Аварийное отключение электродвигателя насоса при неисправностях в насосном агрегате осуществляется при размыкании контакта реле **1К2** в цепи 2.

Последнее произойдет, если:

– при работающем насосе вследствие неисправности механизма задвижки по цепи 17 на катушку реле **1К3** подается напряжение, что обусловит замыкание его контакта в цепи 14;

– срыве давления за насосом, т.е. при замыкании контакта **ВР** в цепи 12;

– перегреве подшипников, т.е. при замыкании контакта **ВК** в цепи 13.

В этих условиях на катушку реле времени **1КТ1** в цепи 11 подается напряжение и его контакт в цепи 15 замкнется с выдержкой времени 3 с, что обусловит подачу напряжения на катушку реле **1К2** в цепи 15 и, следовательно, отключение электродвигателя насоса от электрической сети.

Цепи 18 – 21 и имеющаяся в них аппаратура предназначены для обеспечения бесперебойной подачи напряжения на реле блоков контроля сопротивлений **1KSL– 3KSL**.

Реле **1К4** контролирует наличие напряжения в цепях управления электродвигателем насоса. На цепи 22 – 27 может подаваться напряжение из схем управления любого из насосов. Если в схеме управления электродвигателем насоса 2 имеется напряжение, то на реле **Кб** в цепи 21 подается напряжение и его

контакт в цепи 19 разомкнут. Аналогично, наличие напряжения в цепях управления электродвигателем насоса 3 обусловит размыкание контактов реле К5 в цепях 19 и 21. В этом случае подача напряжения на цепи 22 – 27 осуществляется из схемы насоса 3 по цепи 20.

При исчезновении напряжения в схеме управления электродвигателем насоса 3 цепи 22 – 27 подключаются по цепи 21 к схеме управления электродвигателем насоса 2. И только при исчезновении напряжения в цепях управления электродвигателями насосов 2 и 3 на цепи 22 – 27 напряжение подается от цепей насоса 1.

8.2 Энергосбережение в насосных установках

В структуре себестоимости промышленной продукции затраты на потребление энергоресурсы составляют значительную часть. Уменьшить расход электроэнергии в насосных агрегатах возможно посредством регулирования частоты вращения (числа оборотов в минуту) насосов в функции расхода воды. Частота переменного напряжения f в электрических сетях энергосистем страны постоянна и равна 50Гц, что достаточно для вращения электродвигателей насосов с номинальной частотой n (об/мин).

Чтобы изменить частоту переменного напряжения, подводимого к электродвигателю насоса, необходимо подключить электродвигатель к индивидуальному преобразователю частоты, присоединенному в свою очередь к электрической сети с частотой переменного напряжения $f=50\text{Гц}$. В зависимости от величины сигнала управления, поступающего от соответствующего датчика на вход преобразователя частоты, частота переменного напряжения на выходе может изменяться в интервале 5-50 Гц, что обеспечивает возможность десятикратного уменьшения частоты вращения насосного агрегата. Функциональная схема автоматического регулирования частоты вращения насосного агрегата, представлена на рисунке 8.1, а для откачивающего насосного агрегата на рисунок.8.2.

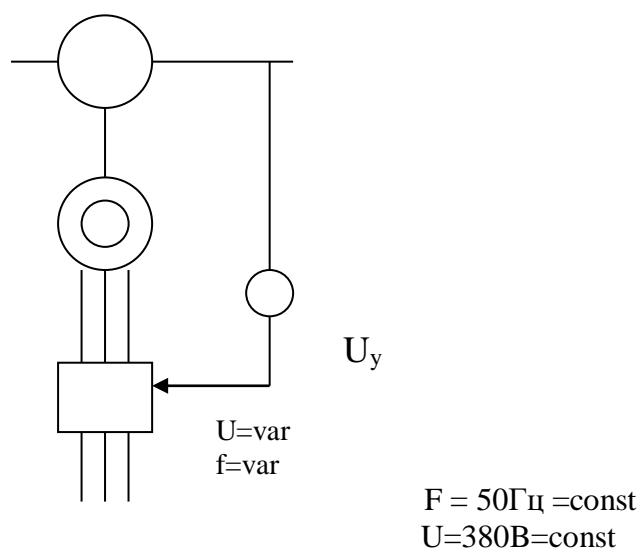


Рисунок 8.1 – Функциональная схема регулирования скорости вращения сетевого насоса

Эффективность регулирования частоты вращения насосного агрегата, работающего на сеть водоснабжения, обуславливается следующим.

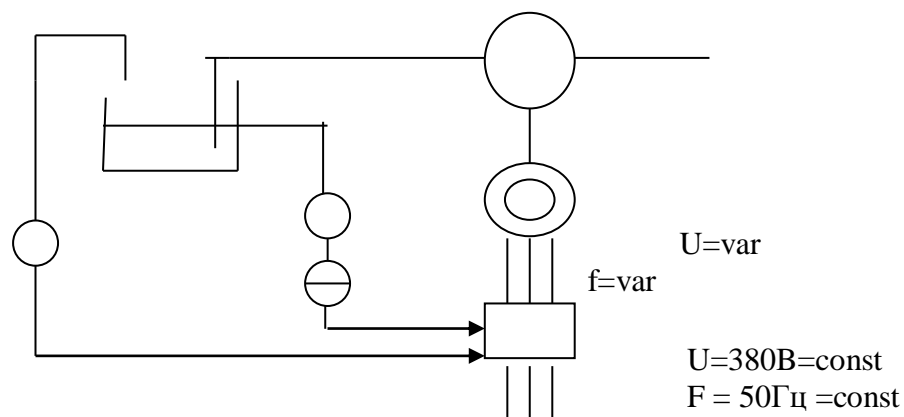


Рисунок 8.2 – Функциональная схема регулирования скорости вращения откачивающего насоса

Откачивающие насосные агрегаты подают равное (постоянное) количество воды, автоматически включаясь и отключаясь в зависимости от ее уровня в резервуаре. Производительность насоса определяют максимальным притоком воды в приемный резервуар в течение часа. Если в течении какого-то промежутка времени приток меньше максимального, то посредством преобразователя частоты можно снизить частоту вращения насоса до значения, при котором подача насоса будет равна значению притока. При автоматическом регулировании подача насоса в функции значения притоков приемный резервуар, несмотря на непрерывность работы насоса, за счет уменьшения развиваемого им напора потребление электроэнергии электродвигателем насоса уменьшается по сравнению с вариантом периодической работы насоса с неизменной частотой вращения. Для насосной станции, работающей на сеть водоснабжения, при неизменной частоте вращения насосов возможно отключение одного или нескольких в зависимости от водопотребления.

Условные графические обозначения основных элементов принципиальных схем.

FU – Плавкие предохранители. Предназначены для защиты цепей управления от токов короткого замыкания. Если ток в цепях управления превысит величину тока плавкой вставки, то ставка перегорает, и цепь управления отключается от сети, что обуславливает прекращение функционирования системы автоматизации и отключение электродвигателя соответствующей технологической установки.

QF – Автоматический воздушный выключатель (автомат). Предназначен для защиты электрических цепей от коротких замыканий и перегрузки по току.

SA – Переключатель режимов (ключ) управления. Предназначен для выбора режима. Характерными режимами управления являются:

– Режим местного управления, при котором включение и отключение технологической установки осуществляется эксплуатационным персоналом;

– Режим автоматического управления, при котором включение и отключение технологической установки осуществляется автоматически в соответствии с алгоритмом управления;

Режим ввода резерва, при котором некоторая технологическая установка нормально отключена, а при необходимости автоматически включается в работу;

– Режим опробования, при котором возможно кратковременное включение и отключение отдельных механизмов технологической установки ремонтным персоналом для проверки работоспособности этих механизмов.

Конструктивно ключи управления выполняются в виде набора секций, замыкание или размыкание контактов которых осуществляется установкой рукоятки ключа в одно из возможных положений.

В зависимости от типа ключа управления количество секций может быть более трех, количество возможных положений рукоятки тоже не всегда равно трем. Обычно на принципиальных схемах положения рукоятки ключа обозначают не цифрами, а буквами. **М** – режим местного управления, **А** – автоматическое управление, **Вр** – режим ввода резерва, **О** – режим опробования.

SB1 – Кнопка управления (обычно красного цвета) или кнопка отключения. Предназначена для отключения технологических установок персоналом по эксплуатации.

SB2 – Кнопка управления (обычно черного цвета) или кнопка включения. Предназначена для включения технологических установок персоналом по эксплуатации.

K1 – Реле. Предназначены для реализации логических функций алгоритма управления. Под реле понимается техническое устройство, имеющее два устойчивых состояния. Причем переход из одного в другое возможен только при приложении (или прекращении) внешнего воздействия.

KK – Тепловое реле. Предназначены для защиты электродвигателей от перегрузки. При возникновении перегрузки электродвигателя контакт **KK** теплового реле, включаемый в цепь управления, размыкается, что обуславливает отключение двигателя от электрической сети.

QS – Путьевые (конечные) выключатели. Предназначены для формирования сигнала, о достижении какой – либо геометрической координаты предельного значения. Контакты конечных выключателей размыкаются при полностью открытых или закрытых задвижках, оставаясь замкнутыми в промежуточных положениях.

KM – Магнитные пускатели (контакторы). Предназначены для подключения электродвигателей к электрической сети при подаче напряжения на катушку магнитного пускателя.

8.3 Автоматизация работы насосных станций

Основными процессами, которые могут выполняться на насосных станциях автоматически, являются:

- возникновение и передача импульсов на пуск и остановку насосов;
- включение одного или нескольких насосов в установленной последовательности;
- создание и поддержание необходимого разрежения во всасывающем трубопроводе и насосе, если он находится не под заливом, перед пуском,
- открытие и закрытие задвижек в определенные моменты при пуске и остановке;
- отключение работающего насоса при неисправности и включение резервного агрегата;
- защита насосов от работы в недопустимых режимах;
- передача сигналов о работе на диспетчерский пункт;
- отопление и вентиляция здания;
- включение и выключение дренажных насосов.

Контролю должны подвергаться следующие основные технологические параметры: расход жидкости, уровни в приемном резервуаре и в дренажном приемке, давление в напорных трубопроводах, давление у каждого насосного агрегата.

Главной целью автоматического управления канализационными насосными станциями является поддержание в заданных пределах уровня жидкости в приемном резервуаре. Для контроля основного параметра (уровня жидкости в резервуаре) применяют поплавковые или электродные датчики уровня. Сигнал от датчика поступает в релейную схему управления насосами.

Комплексная схема автоматизации насосного агрегата обычно состоит из следующих отдельных частей:

- схема автоматизации залива насоса – управляет работой вакуум-насоса для залива,
- схема автоматизации напорной задвижки,
- схема автоматизации электропривода насоса – управляет работой электродвигателя,
- схема взаимосвязи – обеспечивает последовательность действия системы в целом и осуществляет необходимые блокировки и автоматическую защиту агрегата и сигнализацию.

Основой схем автоматизации насосных станций является применение реле и датчиков различного типа.

Реле представляет собой устройство, осуществляющее скачкообразное изменение управляемой величины при определенных значениях управляющей величины.

Управляемой величиной служит, как правило, электрическое напряжение или ток. Управляющими величинами могут быть электрические сигналы от датчиков давления, температуры, уровня и т.д., механические перемещения, промежутки времени и т.д.

Датчики – устройства, воспринимающие контролируемую величину (например, давление или уровень воды в баке) и преобразующие ее в сигнал,

удобный для передачи на расстояние. Для автоматизации насосной станции необходимы датчики расхода, давления, уровня, температуры, влажности и вязкости.

В настоящее время происходит переход от релейно-контактных схем автоматизации насосных станций к электронным схемам управления на основе компьютеров. Преимущества – высокая надежность, быстрота реагирования, легкая гибкость и перестраиваемость схем, низкая стоимость.

8.4 Датчики уровня

Для контроля уровня жидких и сыпучих сред (воды, породы, угля, силоса и т. д.) применяют блоки контроля сопротивлений БКС – 3, принцип работы которых заключается в следующем.

В комплект блока входят электроды, контролирующие уровень среды, источник напряжения, усилитель и исполнительное реле. Контролируемая среда (в частности, вода) характеризуется конечным значением электрического сопротивления, поэтому, когда вода касается электрода, контролирующим верхний уровень, между этим электродом и электродом, контролирующим нижний уровень, протекает электрический ток от источника напряжения, входящего в состав БКС. Значение этого тока очень мало, т. к. электрическое сопротивление контролируемой среды очень велико. Отмеченный малый токовый сигнал усиливается усилителем и подаётся на встроенное в БКС исполнительное реле, которое при заданном уровне срабатывает. При этом отключение реле произойдёт только после того, как уровень контролируемой среды велико. Отмеченный малый токовый сигнал усиливается усилителем и подаётся на встроенное в БКС исполнительное реле, которое при заданном уровне среды срабатывает. При этом отключение реле произойдёт только после того, как уровень контролируемой среды понизится ниже электрода нижнего уровня.

Для контроля нескольких уровней среды в схемах автоматизации используют несколько БКС.

В современных системах автоматизации насосных станции в качестве датчиков уровня широко используются блоки контроля сопротивлений БКС – 3.1 и БКС – 3.2.

Диапазон контролируемых сопротивлений блоков 0 – 6300 к Ом.

Напряжение питания 220 В, 50 Гц.

Длительно допустимых ток в цепи контакта 4А.

Блок БКС – 3.1 предназначен для контроля одного уровня воды. При достижении заданного уровня воды в резервуаре срабатывает реле KSL1, отключение которого происходит после понижения уровня воды в резервуаре ниже уровня электрода.

Блок БКС – 3.1 используется в системах автоматизации фильтрационных установок при небольшой частоте измерений уровня жидкости в резервуаре.

Спецификация комплектующих схемы управления станции (в соответствии с электрической схемой) представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1 Спецификация комплектующих схемы управления станции (в соответствии с электрической схемой)

Обозначение	Наименование	Ед.изм	Количество
HL	XB7EV43MP (Зеленая неоновая лампа, $U_n=220В$)	шт.	1
SA1	XB7ED21P (Переключатель режимов управления)	шт.	1
KM	PMUR3211M (Контактор 32А, 220В)	шт.	1
KK	RTL2U32 (Реле тепловое 23-32А)	шт.	1
QF	EZC100N3080 (Автоматич. выключатель 80А)	шт.	1
KT1	KT814А (реле времени)	шт.	1
SB1, SB2	XB5AL945 (Кнопка ПУСК/СТОП)	шт.	2
FU	DD04020300 (Плавкий предохранитель)	шт.	1
1M	Насосный агрегат с электродвигателем	шт	1

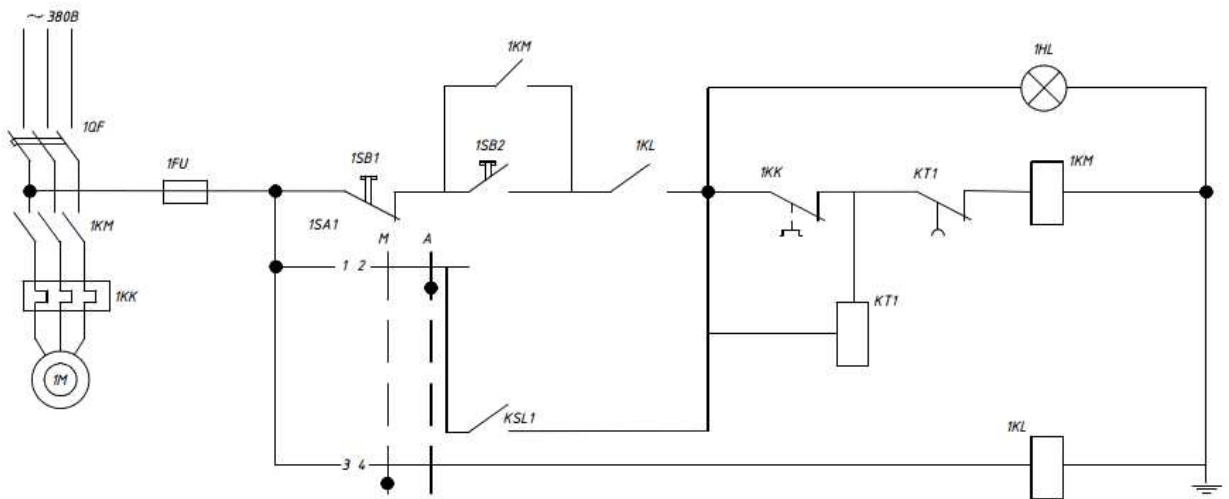


Рисунок 8.3 – Схема автоматизации фильтрационной установки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты наблюдения за качеством природных вод Красноярского края показывают, что в последние годы имеет место устойчивая тенденция к его ухудшению.

Особо важным в сложившейся ситуации является использование прогрессивных методов очистки природных вод из подземных источников водоснабжения, применение рационально скомпонованных технологических схем водоподготовки, расчет зон санитарной охраны источников водоснабжения, индивидуальный подход к водоснабжению различных производств и промышленных предприятий.

В данной работе предложена наиболее эффективная и рациональная схема водоподготовки для предприятия молочной промышленности, которая обеспечивает необходимое качество получаемой воды в соответствии с нормами, принятыми на данном производстве, и может применяться не только для очистки природных вод, но и для подготовки отработанной воды под требования оборотного водоснабжения. Также спроектированы сети водоснабжения предприятия, рассчитаны зоны санитарной охраны для подземного источника водоснабжения и разработана схема автоматизации фильтрационной установки системы водоподготовки.

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.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 128 с.
- 2 СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 120 с.
- 3 СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – Введ. 26.06.2019. – 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 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.
- 6 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.
- 7 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.
- 8 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.
- 9 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.
- 10 СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Взамен СанПиН 2.1.4.559-96 : введ. 26.09.2001. – Москва: Минздрав России, 2001. – 54 с.
- 11 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. – 14с.
- 12 Кодекс об административных правонарушениях (КоАП РФ) : федер. закон от 27.07.2010. № 239-ФЗ. Москва : ОТиСС, 2011. – 58 с.

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Мини-молкозавод	
2	Аккумуляторная емкость	
3	Септик	
4	Первичный вертикальный отстойник со встроенной жиросъемной камерой	
5	Насосная станция подачи стоков на фильтры	
6	Здание очистных сооружений	
7	Колодец распределительный	
8	Блок глубокой доочистки	
9	Емкость-шламонакопитель	
10	Поворотный колодец	
11	Водогазворная скважина	
12	Вакуум-фильтр	



Условные обозначения

- K0 — трубопровод производственно-бытовых стоков;
- K13H — напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- K15 — трубопровод осветленных сточных вод;
- K16H — напорный трубопровод сточных вод после глубокой очистки;
- B4 — подающий водопровод производственной оборотной воды;
- K6 — трубопровод осадка;
- Ф — трубопровод флокулянта;
- К — трубопровод коагулянта;
- K17H — напорный трубопровод кондиционирования осадка;
- K18H — напорный трубопровод возвратной воды;
- B1 — подающий водопровод производственной воды;

Изм.				Лист				Подпись				Дата			
Разраб.				Ахтмаева Д				Разработка технологической схемы оборотного водопользования предприятия молочной промышленности с использованием подземного источника водоснабжения				Стадия			
Руководит.				Дубровская				Генплан М 1:200				Лист			
Н. контр.				Дубровская				Кафедра ИСЭиС				Листов			
Зав. каф.				Матюшенко				1				6			

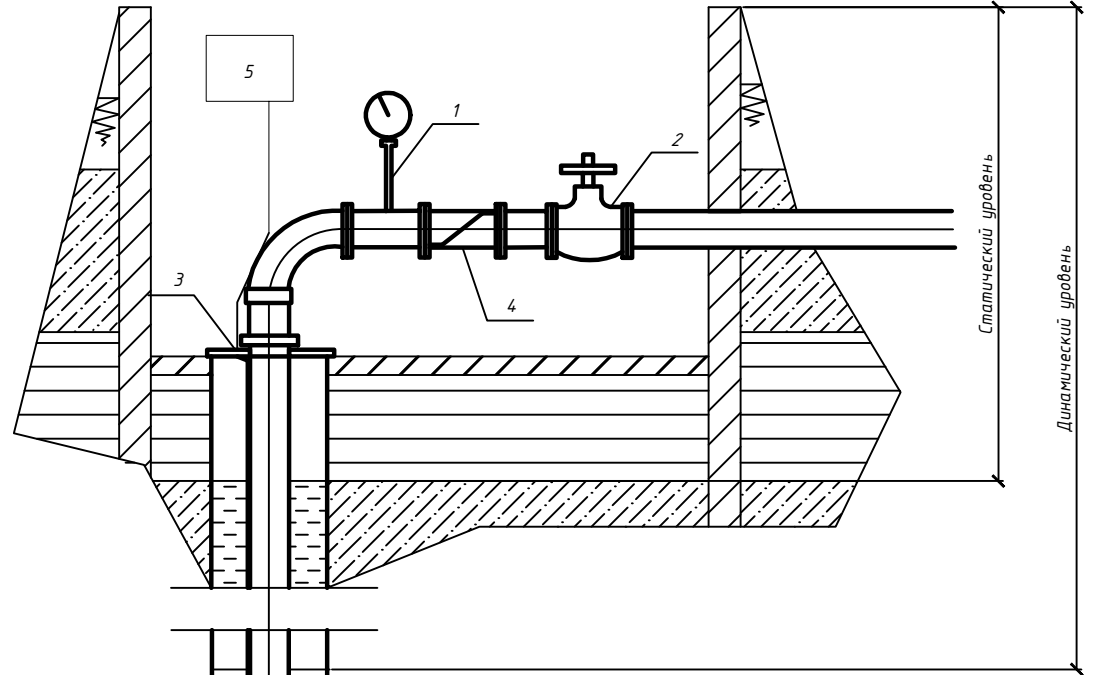
ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

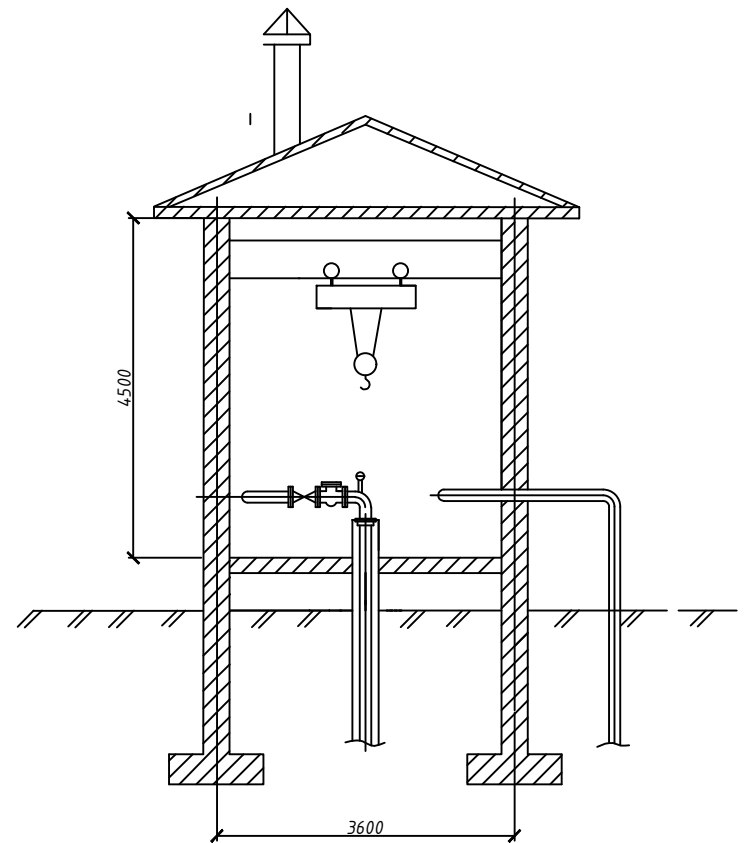
Геолого-технологический
разрез скважины М 1:500

№ слоя	Геологическое описание породы	Геологический разрез и конструкция скважины		Крепление скважины	Диаметр скважины, м	Абсолютная отметка, м	Диаметр и глубина обсадных труб
		Абсолютная отметка 0,000 (300,57) м	Глубина, м				
1	Почва	0,8	0,8	-0,8			
2	Глина (суглинок)	0,8	1,6	-1,6			
3	Глина (суглинок)	0,9	2,5	-2,5			
4	Глино-песчаная порода	77,5	80,0	-80,0	350 мм	94 м	
5	Водонасыщенный пласт	35,0	115,0	-115,0	250 мм	21 м	
6	Нижний водоупор	16,0	129,0	-129,0	50 мм	14 м	

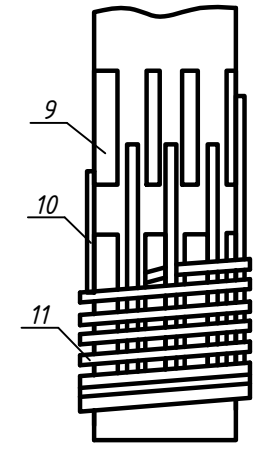
Аппаратурное оформление устья скважины



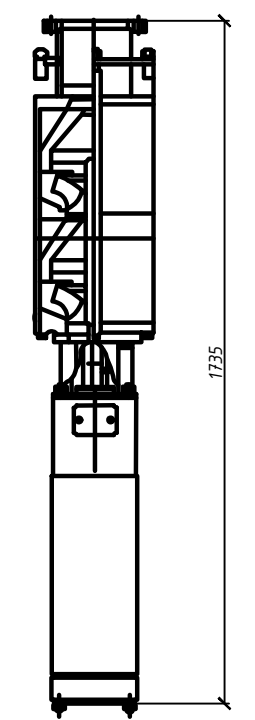
Конструкция павильона М 1:50



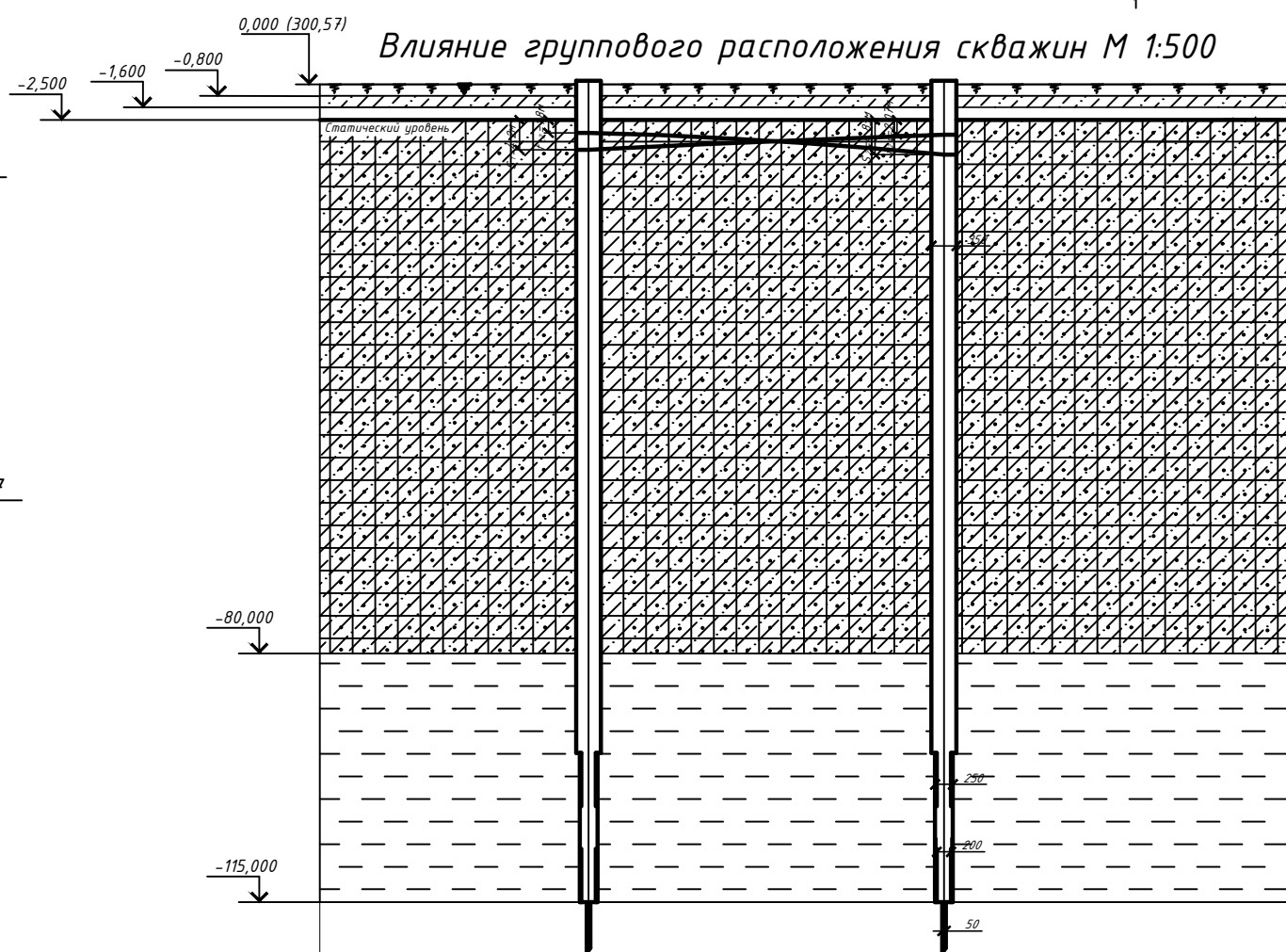
Фильтр с ребристой водопримной поверхностью



Насос КМ 80-65-160
М 1:10



Влияние группового расположения скважин М 1:500

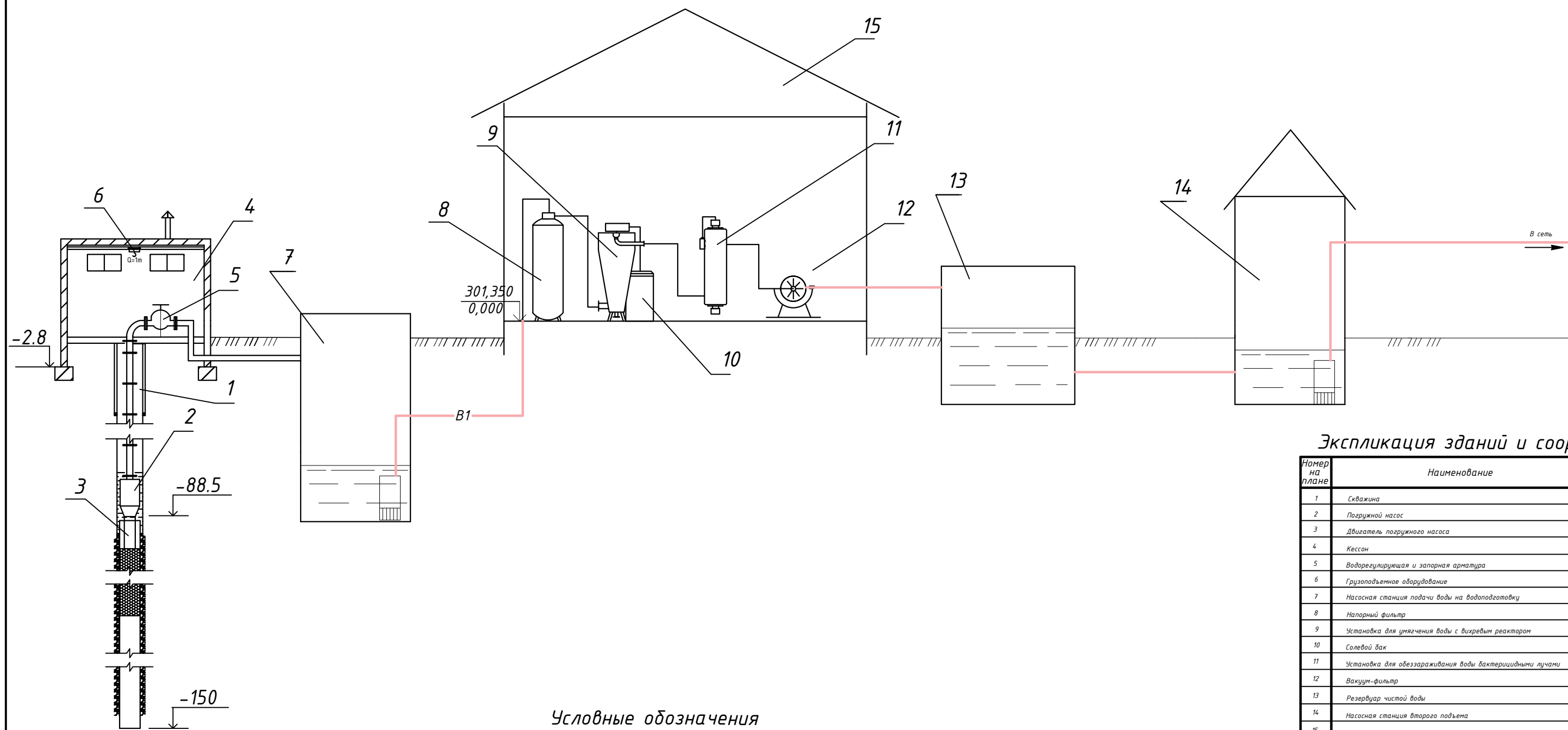


Условные обозначения

- 1 - манометр;
- 2 - задвижка;
- 3 - оголовок скважины;
- 4 - обратный клапан;
- 5 - система управления;
- 6 - насос КМ;
- 7 - фильтр;
- 8 - трубчатый каркас с щелевой перфорацией;
- 9 - подкладочные продольные стержни;
- 10 - водопримная поверхность из проволоочной обмотки.

БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.		Ахтанова Д.			
Руководит.		Дубровская			
Н. контр. Дубровская			Разработка технологической схемы оборотного водопользования предприятия молочной промышленности с использованием подземного источника водоснабжения		
Зав. каф. Матюшенко			Водозаборная скважина		
Стадия	Лист	Листов			
	2	6			
					Кафедра ИСЭиС

Технологическая схема водоподготовки



Условные обозначения

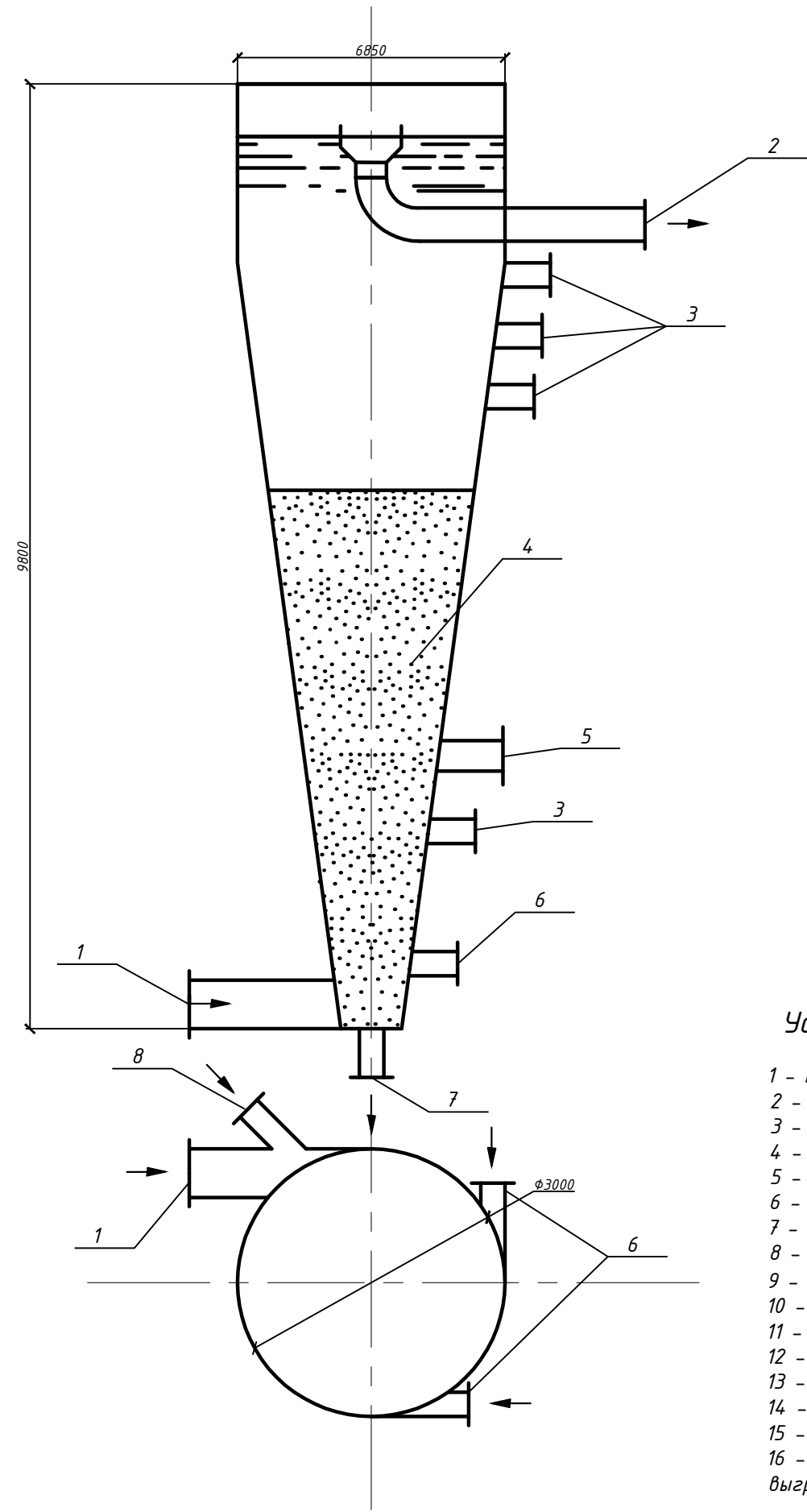
— B1 — - подающий водопровод производственной воды;

Экспликация зданий и сооружений

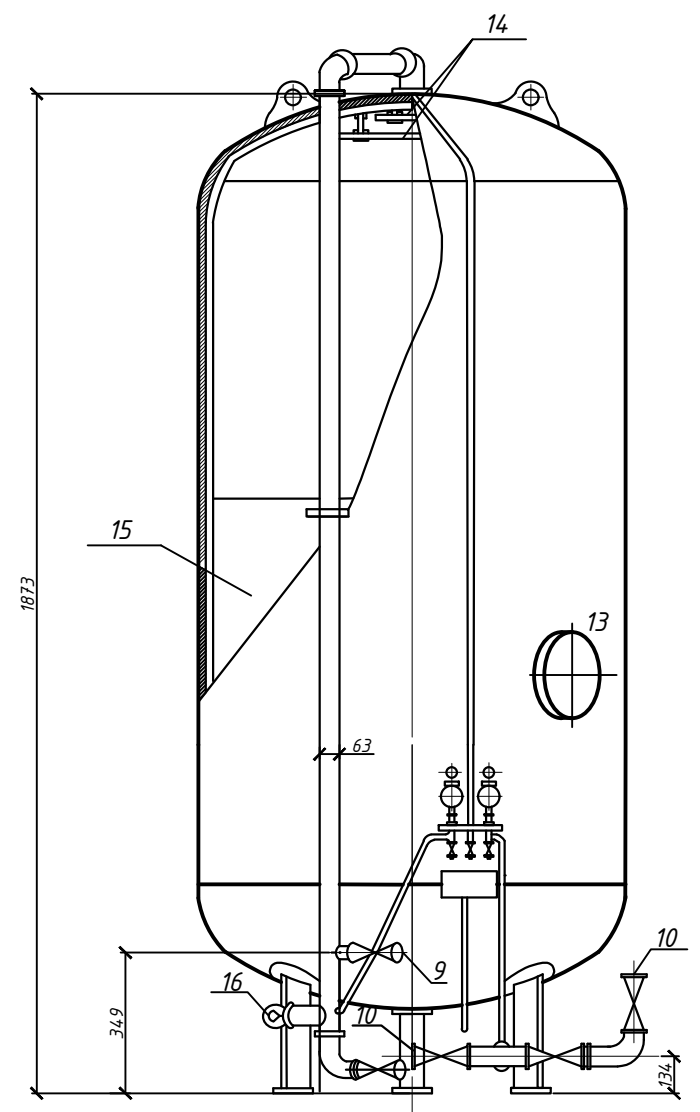
Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Скважина	
2	Погружной насос	
3	Двигатель погружного насоса	
4	Кессон	
5	Водорегулирующая и запорная арматура	
6	Грузоподъемное оборудование	
7	Насосная станция подачи воды на водоподготовку	
8	Напорный фильтр	
9	Установка для умягчения воды с вихревым реактором	
10	Слеваый бак	
11	Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами	
12	Вакуум-фильтр	
13	Резервуар чистой воды	
14	Насосная станция второго подъема	
15	Здание водоподготовки	

БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Ахтмаева				
Руководит.	Дубровская				
Н. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Матюшенко				
Разработка технологической схемы оборотного водопользования предприятия молочной промышленности с использованием подземного источника водоснабжения				Стадия	Лист
Технологическая схема водоподготовки				3	6
				Кафедра ИСЭИС	

Установка для реагентного умягчения воды с вихревым реактором М 1:25

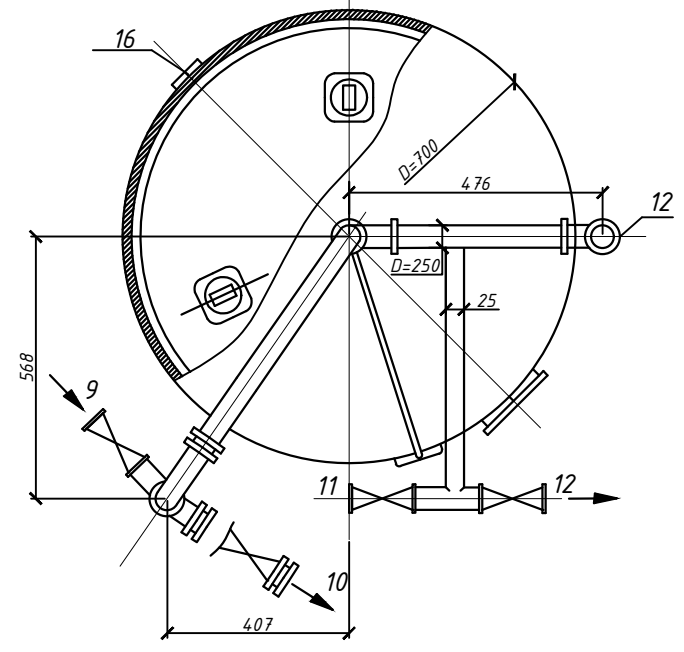


Вертикальный напорный фильтр М 1:10



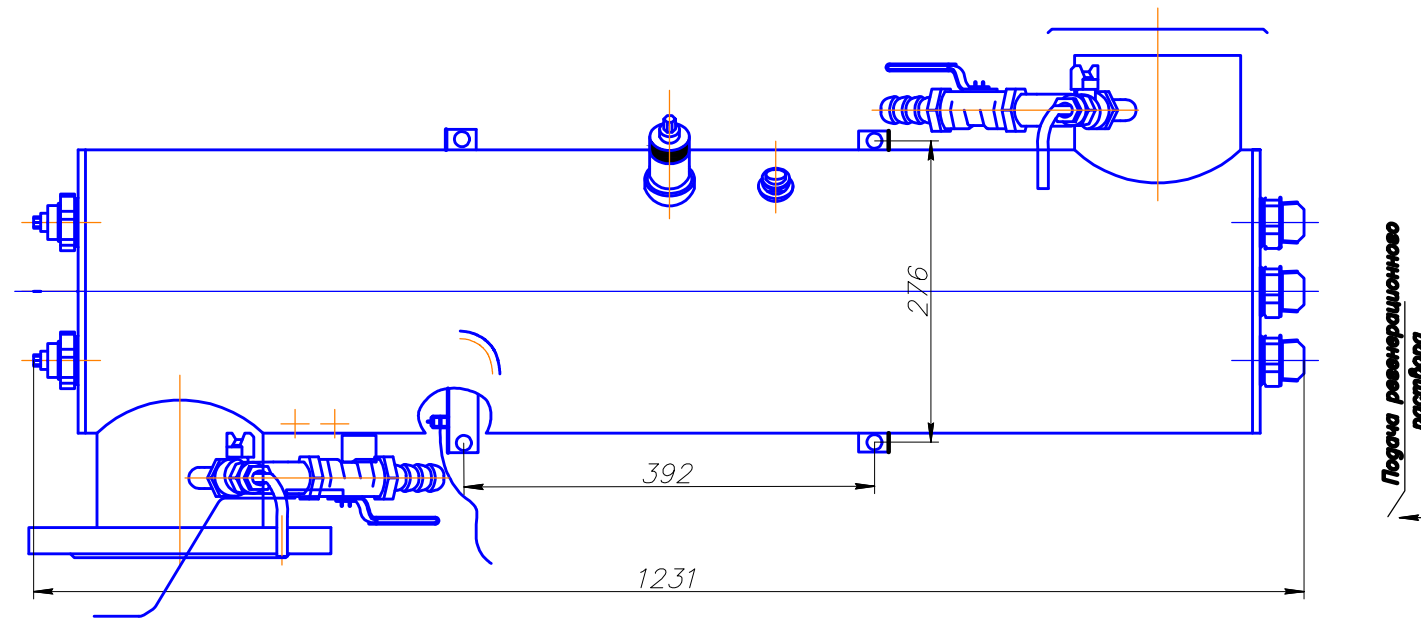
Условные обозначения

- 1 - Подача воды на умягчение;
- 2 - Отвод воды;
- 3 - Штуцера для отбора проб;
- 4 - Загрузка;
- 5 - Выпуск излишка загрузки;
- 6 - Ввод извести;
- 7 - Сброс;
- 8 - Промывная вода от напорной линии;
- 9 - Подача воды на фильтрацию;
- 10 - Спуск промывной воды;
- 11 - Выход фильтрованной воды;
- 12 - Спуск первого фильтра;
- 13 - Подвод промывной воды;
- 14 - Верхнее распределительное устройство;
- 15 - Фильтрующий слой;
- 16 - Штуцера для гидравлической загрузки и выгрузки фильтра.

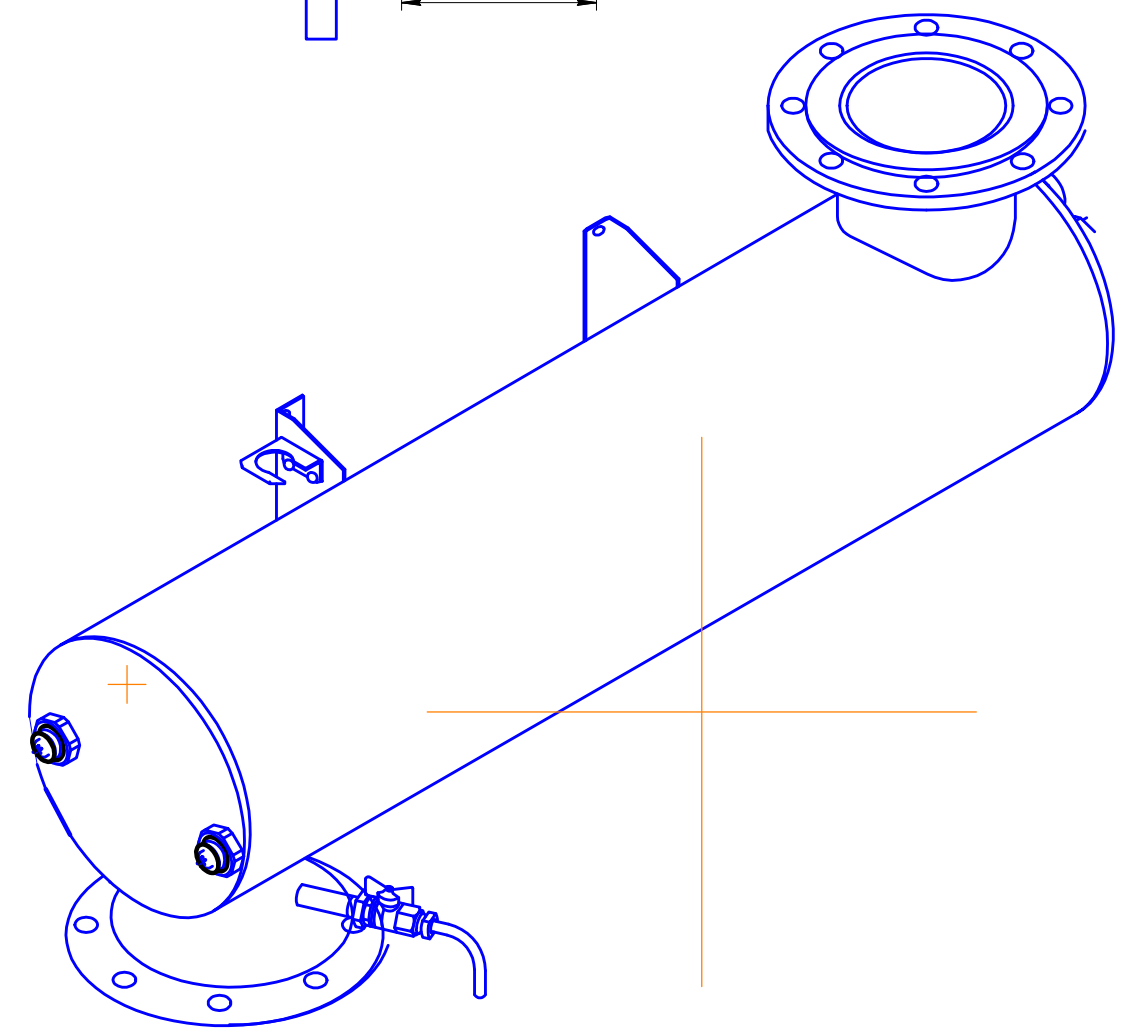
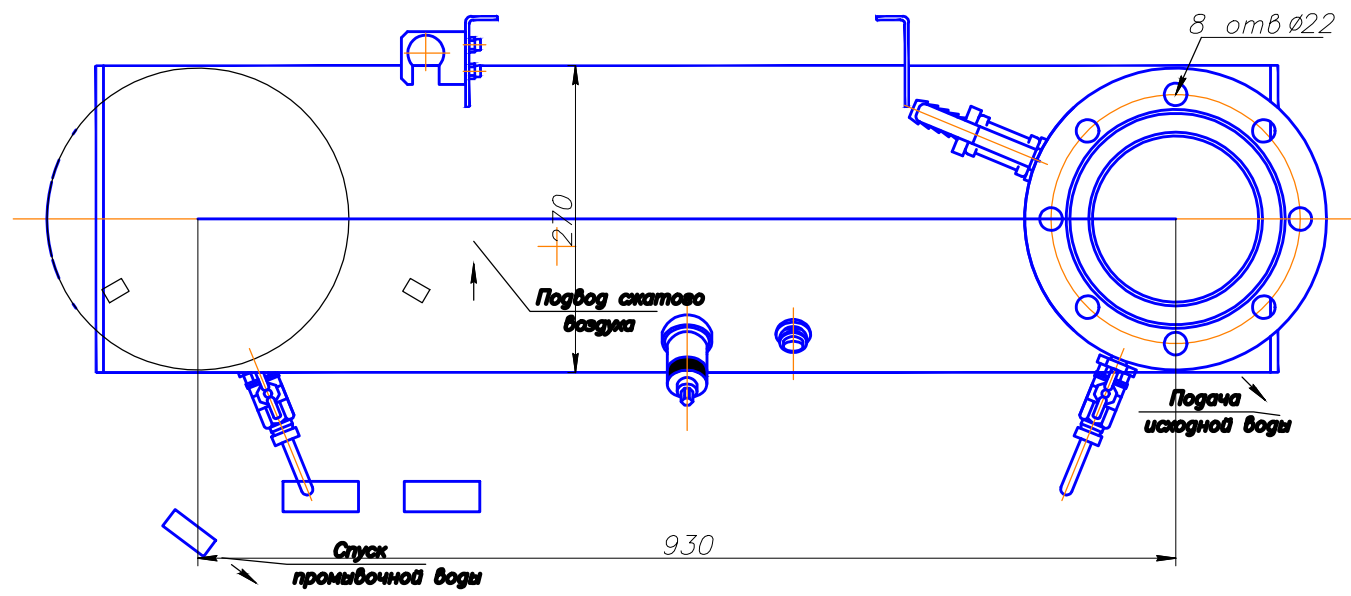
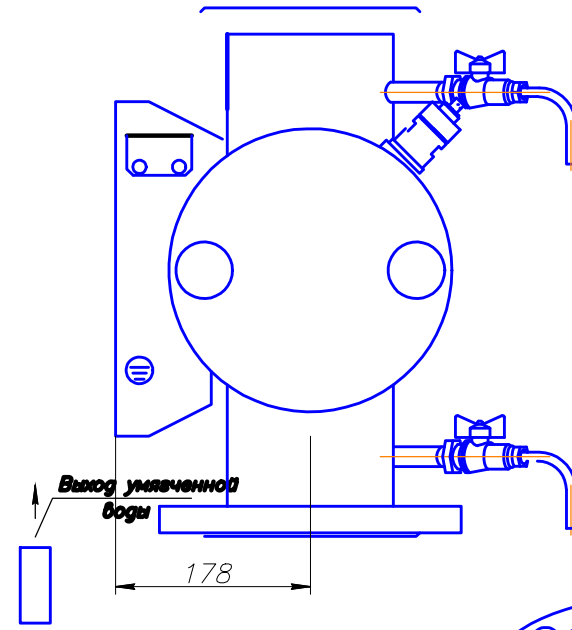


БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Актанова Д.				
Руководит.	Дубровская				
Н. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Матюшенка				
Разработка технологической схемы оборотного водопользования предприятия молочной промышленности с использованием подземного источника водоснабжения				Стадия	Лист
Установка для реагентного умягчения воды с вихревым реактором М 1:25 Вертикальный напорный фильтр М 1:10				4	6
				Кафедра ИСЭиС	

Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами

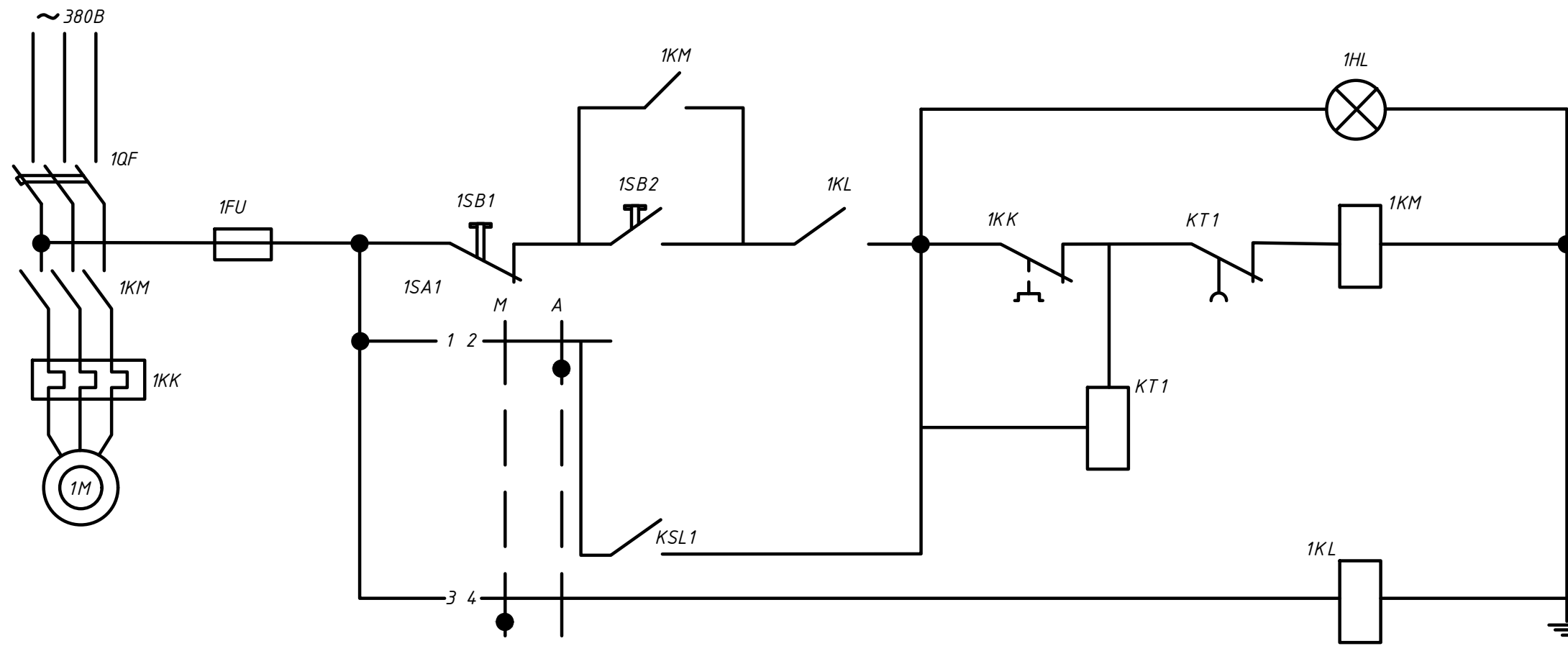


Подача рециркуляционного раствора



БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч.	Лист	Факт	Подпись	Дата
Разработал	Ахтанова				
Руководит	Лубровская				
Н. контр	Лубровская				
Заф. каф.	Матюшенко				
Разработка технологической схемы оборотного водопользования предприятия молочной промышленности с использованием подземного источника водоснабжения				Стадия	Лист
Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами				5	6
				Кафедра ИСЭиС	

Автоматизация фильтрационной установки



Условные обозначения

- 1 - Сигнализация включения;
- 2 - Местное управление;
- 3 - Автоматический ввод резерва;
- 4,5 - Автоматическое выключение;
- 6 - Выбор режима.

Спецификация

Позиция	Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, шт	Примечание
HL	ХВ7Е У4.ЭМР (Зеленая неоновая лампа, Un=220В)		1	
SA1	ХВ7Е02Р (Переключатель режимов управления)		1	
KM	РММР321М (Контактор 32А, 220В)		1	
KK	РТЛ2У32 (Реле тепловое 23-32А)		1	
QF	ЕЗС100А3080 (Автоматический выключатель 80А)		1	
KT1	КТ814А (Реле времени)		1	
SB1, SB2	ХБСАЛ945 (Кнопка ПУСК/СТОП)		2	
FU	0004020300 (Плавкий предохранитель)		1	
М	Насосный агрегат с электродвигателем		1	


БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	Издок	Подпись	Дата
Разраб.	Ахтамова				
Руководит.	Дубровская				
Разработка технологической схемы оборотного водопользования предприятия молочной промышленности с использованием подземного источника водоснабжения				Страница	Лист
Автоматизация фильтрационной установки				6	6
Н. контр. Зав. каф. Дубровская Матюшенко				Кафедра ИСЭиС	

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

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Матюшенко А.И.

подпись инициалы, фамилия

« 25 » июня 20 20 г.


БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование
код и наименовании направления

Разработка технологической схемы оборотного водопользования
предприятия молочной промышленности с использованием
подземного источника водоснабжения

Пояснительная записка

Руководитель



25.06.2020

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

О.Г. Дубровская

инициалы, фамилия

Выпускник



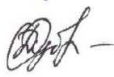
25.06.2020

подпись, дата

Д.Д. Ахтамова

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



25.06.2020

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

О.Г. Дубровская

инициалы, фамилия

Красноярск 2020