

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

(наименование института полностью)

Кафедра «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

(наименование кафедры)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки)

Водоснабжение городов и промышленных предприятий

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Разработка конструкций напорных фильтров из стеклопластика
для водоподготовки

Студент

А.А. Горчаков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

И.А. Лушкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Консультант

В.В. Петрова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы

к.т.н., доцент, И.А. Лушкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 20 г.

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н., доцент, И.А. Лушкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« » 20 г.

Тольятти 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 КОНСТРУКЦИЯ НАПОРНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ	6
1.1 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЛЬТРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	6
1.2 ТЕХНОЛОГИЯ ФИЛЬТРОВАНИЯ	8
1.2.1 Очистка воды от примесей	8
1.2.2 Фильтрация воды через зернистую среду	9
1.2.3 Изменение концентрации взвешенных веществ по высоте фильтрующего слоя в процессе осветления воды	10
1.2.4 Протекание коллоидных процессов при фильтрации	11
1.2.5 Скорость фильтрации	12
1.2.6 Фильтроцикл	13
1.3 ВИДЫ И КОНСТРУКЦИИ НАПОРНЫХ ФИЛЬТРОВ	13
1.3.1 Технология фильтрации	15
1.3.2 Нижнее и верхнее распределительное устройство	17
1.3.3 Основные типы нижних распределительных устройств	17
1.3.4 НРУ "ложное дно"	21
1.3.5 Верхнее распределительное устройство	23
1.3.6 "Лучевое" верхнее распределительное устройство.	24
1.3.7 Верхнее распределительное устройство типа "стакан в стакане"	24
1.3.8 Верхнее распределительное устройство "ложное дно"	25
1.3.9 Фильтрующий элемент ФЭЛ	25
1.3.10 Фильтрующие материалы и основные характеристики структуры фильтрованных слоев	27
1.4 ТИПЫ ЗАГРУЗОК	29
1.5 ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАПОРНЫХ ФИЛЬТРОВ	32
1.5.1 Сорбционные фильтры	32
1.5.2 Станции умягчения воды	32

1.5.3 Станции обезжелезивания	33
1.6 Выводы по 1 главе	34
ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ НАПОРНЫХ ФИЛЬТРОВ	35
2.1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСОВ НАПОРНЫХ ФИЛЬТРОВ	35
2.2 КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРОВ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	40
2.3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ФИЛЬТРА	41
2.4 ВЫБОР И РАСЧЕТ ПРЕДЛОЖЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ ФИЛЬТРОВ	42
2.4 РАСЧЕТ НАПОРНОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ОБЪЕКТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ.....	42
2.5 Выводы по 2 главе	46
ГЛАВА 3 ОСОБЕННОСТИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ ФИЛЬТРА	47
3.1 ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ.....	52
3.2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ	54
3.3 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ	56
3.4 ДЕЙСТВИЕ ПЕРСОНАЛА В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ	56
3.5 ПРОГРАММА ИСПЫТАНИЙ.....	57
3.6 ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА.....	63
3.6 Выводы по 3 главе	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	71

Введение

Актуальность работы: Напорные фильтры не являются передовыми технологиями, но благодаря своей эффективности и простоте конструкции и принципа работы пользуются большим спросом на рынке оборудования для водоподготовки. А изготовление корпусов напорных фильтров из стеклопластика позволяет добиться высокой прочности и долговечности продукции.

Объект исследования - Напорный фильтр из стеклопластика

Предмет исследования – Напорный фильтр систем водоподготовки

Цель – Разработка и внедрение в производство напорных фильтров для доочистки воды из стеклопластика на мощностях ООО «ЭКОЛАЙН».

Для реализации цели поставлены следующие научно-технические задачи:

1. Изучение и сравнение конструктивных особенностей и принципа работы напорных фильтров;
2. Виды и характеристики загрузок напорных фильтров;
3. Разработать опытный образец;
4. Провести испытания опытного образца;

Методы исследования: в процессе работы были применены аналитический, анализ нормативно-технической документации.

Научная новизна заключается в:

- Разработке конструкции напорного фильтра из стеклопластика;
- Разработке рекомендаций по эксплуатационным и монтажу напорных фильтров.

Практическая значимость работы: Возможность ввести линейку продукции и использовать данное оборудование в реализации будущих проектов.

Автор внес новые видения по достижению цели и решению задач по конструкции напорного фильтра из стеклопластика, изучение конструкций и

особенностей, создание эскизов и разработку технического задания для конструирования, обоснование самой конструкции напорных фильтров и применяемых материалов.

На защиту выносятся:

- Конструкция напорного фильтра из стеклопластика;
- Рекомендации монтажа и эксплуатации напорного фильтра
- Области применения напорных фильтров.

Апробация работы. Результаты работы представлены в сборниках трудов:

Опубликовал свою научную работу “ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОРПУСОВ НАПОРНЫХ ФИЛЬТРОВ” в журнале “Наука среди нас”

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 3 глав, общих выводов, библиографии из 38 наименований. Общий объем работы 70 - стр., включая 18 иллюстраций и 10 таблиц.

Глава 1 Конструкция напорных фильтров для водоподготовки

From a drop of water a logician could infer the possibility of an Atlantic or a Niagara without having seen or heard of one or the other.

(По капле воды нельзя логически судить о возможности Атлантического океана или Ниагарского водопада, не видя и не слыша ни того, ни другого.),

Артур Конан Дойл, 1902г., Англия.

1.1 Физико-химические аспекты фильтрования питьевой воды

«Под качеством воды в целом понимается характеристика её состава и свойств, определяющая пригодность воды для конкретных видов водопользования (ГОСТ17.1.1.01–77.Использование и охрана вод»), при этом критерии качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды».

«Качество воды – это совокупность химического и биологического состава и физических свойств воды, которые определяют её годность для определенных видов водопользования. Это зависит от назначения воды и особенностей технологического процесса. Требования к качеству всех видов вод, за исключением сточных, устанавливаются отечественными ГОСТами».

Чтобы определить качество воды необходимо соотнести следующие характеристики: прозрачность, запах, вкус, цвет, жесткость, окисляемость

А количество взвешенных веществ в воде, которое измеряется как единица массы на объем (мг/л) и дает понимание о состоянии воды и степени ее загрязнения частицами чей диаметр имеет величину более $1 \cdot 10^{-4}$ мм (таблица 1):

Таблица 1 – Характеристика вод по содержанию взвешенных примесей

Размер частиц (приблизительный), мм	Гидравлическая Крупность скорость осаждения в лабораторном цилиндре в течение 2 ч), мм/с	Примесь (условно)	Время осаждения частиц на 1 м
1,0	100	Крупный песок	10 с
0,5	53	Средний песок	20 с
0,1	6,9	Мелкий песок	2,5 мин
0,050-0,027	1,7-0,5	Крупный ил	10-30 мин
0,10-0,005	0,070-0,017	Мелкий ил	4-18 час
0,0027	0,005	Крупная глина	2 сут
0,0010-0,0005	0,00070-0,00017	Тонкая глина	0,5-2мес
0,0002-0,000001	0,000007	Коллоидные частицы	4 года

Под жесткостью воды понимается присутствие в воде таких веществ как ионов кальция (Ca^{2+}), магния (Mg^{2+}). Их общее содержание в воде намного больше чем суммы всех других ионов.

Именно поэтому жёсткостью подразумевают общее кол-во ионов кальция и магния -это и есть жесткость. Которая будет состоять из карбонатовой (имеет присутствие кальция и магния) и не карбонатовой (имеет сульфаты, хлориды, металлы) жесткости. При условии превышения значения жесткости более 9ммол/л, то необходимо учесть наличие в воде стронция и других примесей.

По стандарту ИСО 6107–1–8:1996, включающему более 500 терминов, жёсткость определяется как способность воды образовывать пену с мылом. При контакте с жесткой водой мыло может производить пену, но если оно преобразуется в некое "кальцивое мыло", то оно будет образовывать ненужные куски.

В 1 ммоль/л жёсткости вода с целью подобного умягчения вода на теоретическом уровне тратится 305 мг отмывала, почти – вплоть до 530 Содержит главный вопрос создания накипи. Согласно значению общей жёсткости, естественные вода разделяют в категории.

Таблица 2 – Характеристика вод по содержанию взвешенных примесей

Группа воды	Единица измерения, <u>ммоль/л</u>
Очень мягкая	До 1,5
Мягкая	1,5-4
Средней жёсткости	4-8
Жёсткая	8-12
Очень жесткая	Более 12

1.2 Технология фильтрации

1.2.1 Очистка воды от примесей

Процессы: осветление (удаление взвешенных веществ), дезинфекция либо обеззараживание (завершение жизнедеятельности микроорганизмов).

Способы очистки:

1) Механическая очистка воды от примесей

Для удаления крупных взвешенных частиц с помощью гравитационного метода применяется – отстаивание.

Для удаления грубой и средней взвеси применяется центрифугирование, где взвешенные вещества удаляются под действием центробежных сил.

Для удаления гидрофобных и взвешенных частиц, нефтепродуктов, масел, жиров, ПАВ с помощью прикрепления частиц с пузырьками газа с образованием пены называется флотация.

Для удаления крупной, мелкой взвеси, планктона применяется фильтрование т.е. вода проходит через пористый слой какой-либо загрузки.

1.2.2 Фильтрация воды через зернистую среду

Чтобы удалить грубодисперсные частицы, хлопья после коагулирования вода пропускается через слой зернистой загрузки т.е. фильтруется.

Процесс коагуляции необходим для улучшения эффективности фильтрования, пропускание загрязненной воды через слой зернистой загрузки, и предотвращения образования пленки на поверхности загрузки. В результате этого процесса происходит осветление воды (задержка крупнодисперсных частиц), результат улучшается, когда используется весь объем загрузки.

Процесс пропускания грязной воды через слой загрузки или фильтрование имеет физико-химическую природу, и процесс осветления воды есть ни что иное как прилипание взвешенных частиц к зернам загрузки и другим частицам, прилипшим ранее под действием молекулярных сил притяжения.

Чтобы удалить грубодисперсные частицы, хлопья, образованные в процессе коагуляции, пропускается через слой зернистой загрузки т.е. фильтруется.

Из-за того, что процесс взаимодействия и склеивания разных частиц зависит от их размер т.е. маленькие частицы, прилипают лучше к большим, чем маленькие к маленьким. Такое явление получило название контактная коагуляция.

Устройства, использующие явления контактной коагуляции получили название - контактные осветлители. Через них пропускается вода, прошедшая смешение с коагулянт и образовавшиеся хлопья прилипают к частицам песка. Частицы, которые не успели осесть или же задержаться в осветлителях, задерживаются в фильтрах в толще зернистые загрузки.

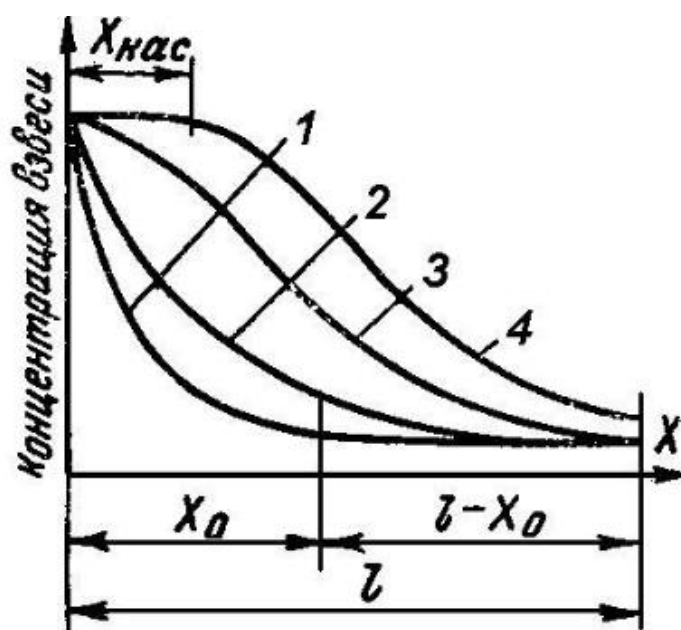
Главным критерием качества осветления воды фильтрами, является не объем частиц, а способность хлопьев прилипать к плоскости зернышек загрузки.

Отличия фильтрования устойчивой суспензии, не контактировавшей с коагулянтом и фильтровании коагулированной воды, отличается тем, что в слое задерживается даже маленькие частицы при относительно больших скоростях фильтрования.

Устройства, применяемые самостоятельно - сетчатые барабанные фильтры, называют микрофильтрами. и устанавливаются перед зернистыми фильтрами глубокой очистки.

1.2.3 Изменение концентрации взвешенных веществ по высоте фильтрующего слоя в процессе осветления воды

«Процесс осветления воды проходит на участке толщины x_0 по характеристической кривой № 1. На других участках фильтрующего материала концентрация взвешенных веществ практически не изменяется, поскольку после удаления из воды способных к адгезии частиц в ней остаются частицы с плохой адгезией и фильтры не справляются с ними. По кривым 2,3,4 видно, что с течением времени и по степени загрязнения фильтрующего слоя эффективность верхнего слоя снижается до 0.»



По мере снижения эффективности первых слоев возрастает значение последующих слоев фильтра, а также увеличивается толщина нагрузки. Если все слои фильтра загрязнены и фильтр неспособен облегчить воду, то концентрация подвеса увеличит быстро. Начало времени T_4 , толщина фильтрующего слоя является наиболее интенсивная и показана сквозная ННК. Способность суспензии удерживать со временем снижается, это связано с тем, что поверхность гранул засоряется».

1.2.4 Протекание коллоидных процессов при фильтровании

«В результате воздействия гидродинамических сил, образующихся вследствие движения жидкости, и в частности воды, конструкция отложений разрушается, и некоторая фракция ранее оштукатуренных зернистых частиц отрывается от нее, по внешнему виду напоминая мелкие хлопья, и проскальзывает в последующие слои загрузки, где они снова улавливаются. Процесс осветления рассматривается как сложная работа двух обратных процессов-прилипания частиц к гранулам и отделения от них под действием гидродинамических сил струй, которые ранее прилипали к ним и возвращались в воду. Кинетика фильтрации воды определяется этими двумя процессами. Уменьшение или увеличение концентрации взвешенных веществ в воде и исчерпание грязеемкости фильтрующих масс тем временем процессы осветления и накопления осадка в любом простом слое фильтра все же происходят, при этом процесс адгезии более вероятен, чем сепарация. С накоплением осадка разделение частиц увеличивается, и когда насыщение простого слоя приближается к пределу, слой закончит осветление воды».

Наибольшее количество взвешенных задерживается в верхних слоях загрузки и именно верхний слой быстрее всех загрязняется. Наибольшее количество взвешенных веществ задерживается в верхних слоях груза и верхний слой быстрее всего загрязняется. Постепенно область предельного

насыщения расширяется вглубь нагрузки. И в то же время область изменения количества суспензии перемещается вглубь фильтрующего слоя.

1.2.5 Скорость фильтрования

Эффективность осветления фильтра зависит от скорости фильтрации и выражается как м/ч и численно равной часовой производительности 1 м² сечения фильтра, МЗ/(М²·ч)]. Скорость фильтрации определяется по формуле:

$$W = \frac{Q}{F} \text{ м/ч,} \quad (1)$$

где Q – часовое количество фильтруемой воды, м³/ч;

F – площадь фильтрования, м².

Фильтрование воды происходит за счет разности давления над h₁ и под h₂ фильтрующим слоем:

$$\Delta h = h_1 - h_2. \quad (2)$$

Значение h показывает перепад давления в фильтре. Потеря давления в фильтре противодействует этой нагрузке больше, чем скорость фильтрации, Уровень загрязнения корпуса и загрузки, устраненным водой, и меньше, чем зернистость используемого зернистого вещества и кол-ва очищаемой воды. При осветлении воды идет гидромеханического сопротивления фильтра за счет накопления в нем взвешенной суспензии и уменьшением беспрепятственного размера пор среди семян используемого фильтрующего материала. Потери давления увеличиваются при определенном минимальном значении, соответствующем идеальному пласту и тем же 0,4 м воды до максимально возможного элемента 3 м воды. для целей под-давления и воды 10 m. статья с целью давления и полируя фильтров.

1.2.6 Фильтроцикл

«КПД фильтра уменьшается с течением времени, а также снижается его производительность. В результате, чтобы фильтр функционировал нормально, периодически необходимо регулировать перепад давления с помощью клапана на линии подачи к фильтру. В момент достижения максимального значения давления, фильтр отключается и происходит обратная промывка, которая выполняется при прохождении чистой воды снизу-вверх.» Стадия работы фильтра начиная с момента промывки и до пуска фильтра на рабочие параметры, называется Время цикла фильтра $T+t$ формируется из требуемой способности фильтра двигать воду за время T и временем, которое необходимо для завершения цикла промывки t . Размер $T+t$ зависит от количество кг грязи, удерживаемой фильтрующим материалом фильтра за цикл работы, относится к 1 м³ фильтрующей нагрузки), большего объема фильтра (S фильтра и h фильтрующей нагрузки), количества загрязнений в воде и почасовой пропускной способности фильтра.

1.3 Виды и конструкции напорных фильтров

Фильтр представляет собой конструкцию, которая используется для обработки воды, где при прохождении воды через зерна загрузки удаляются взвешенные вещества с разной степенью очистки.

Антрацитовая крошка, кварцевый песок, мраморная крошка - все это может служить фильтрующими материалами.

"Размер и типы частиц материала, через который происходит фильтрация, зависит от размеров пор в фильтрующем слое и, следовательно, влияет на эффект осветления воды. Скорость фильтрации является основным критерием работы фильтра, то есть объем воды, прошедшей через 1 м² поверхности фильтра за 1 час, и выражается в м³/час.»

Из-за различных значений давления между фильтрующим слоем до и после него вода фильтруется. Необходимое давление создается с помощью

насосов подачи воды, поэтому фильтр называется - напорный. Эта разница давлений называется-потеря давления. Эти потери имеют зависимость и от скорости фильтрации, и от характеристик фильтрующего слоя, и от размера пор, и от толщины слоя, от степени засорения фильтрующей среды, от температуры воды, от конструкции распределительного устройства.

«При очистке воды прибегают к различным типам фильтров, различным размерам, конструкциям, скорости фильтрации, размерам и качеству и типам загрузки фильтров, конструкции и типу распределительных и сборочных систем, способам промывки фильтров.»

"Быстрые фильтры-это однопоточные фильтры, в которых вода движется сверху вниз, двухпоточные, где вода движется одновременно сверху вниз и снизу вверх (фильтры АКХ) и многослойные. Однопоточные быстрые фильтры подразделяются на типы фильтров с равномерной загрузкой зернистого фильтрующего материала, имеющего нормальный размер зерен (0,5—1,0 мм), с крупными зернами (0,8 мм) и фильтры с двумя типами загрузки различных размеров, которые отличаются удельным весом (двухслойные). Однопоточный фильтр состоит из следующих основных элементов: корпус, дренажные системы, фильтрующий и опорный слой, измерительные приборы, приборы управления и клапаны. Корпус фильтра обычно изготавливается из металлических или полимерных материалов. Фильтрующий слой размещается на дренажном устройстве, которое выполняет следующие функции: поддержание фильтрующей нагрузки, равномерное распределение воды при промывке фильтра, удаление отфильтрованной воды. Оба варианта могут использоваться со ссылочными слоями или без них. (обезглавленный.))

"Над загрузкой фильтра расположены распределительные устройства (желоба или перфорированные трубы), через которые вода подается на фильтрацию и сбор воды после промывки. Быстрые фильтры применяются в схемах очистки воды, предварительно прошедших коагуляцию и отстаивания воды из бытовых бытовых и промышленных сточных вод, а в редких отдельных случаях с низким уровнем загрязнения воды, по одноступенчатой схеме

(дождевая вода), с учетом требований к составу воды. На обычных быстрых фильтрах в расчете скорость фильтрации составляет 6-10 м/ч.»

Фильтры, имеющие второй фильтрующий слой, называются двухслойными фильтрами, где первый слой имеет более крупные зерна и имеет большую грязеемкость.

"Поэтому грязеемкость двухслойного фильтра в 2-3 раза выше, чем грязеемкость обычного быстрого фильтра. Это дает возможность значительно увеличить продолжительность фильтрующего цикла и при высоте слоев песка и антрацита 400-500 мм увеличить скорость фильтрации до 10 м/ч. крупнозернистые фильтры предназначены для частичного осветления воды, используемой в технических целях. Они загружаются крупнозернистым песком 0,8-1,8 мм или 1,5—2,5 мм. скорость фильтрации в таком фильтре составит 10-15 м³/час. Высота фильтрующего слоя принимается в диапазоне от 1500 до 3000 мм. Крупнозернистые фильтры промываются воздушно-водяной системой."

Фильтр промывают в три этапа: рыхление выше - дренажный слой из песка, стиральная через нижний дренаж, а кроме того, через дренаж в толще загрузки.

1.3.1 Технология фильтрования

«Вода, которую необходимо очистить подается на верхнее распределительное устройство, проходя сверху-вниз через фильтрующую загрузку, после очистки от примесей вода попадает в нижнем распределительном устройстве, а затем поступает в коллектор для чистой воды. В результате загрязнения фильтрующего слоя потери давления на фильтрующей загрузке увеличивается и при достижении некоторого предельного значения, при котором качество отфильтрованной воды близко к ПДК, фильтр требует промывки от загрязнений.» Из ёмкостей с чистой водой при помощи насосов интенсивным обратным потоком, при переключении

клапанов управления, фильтр промывается автоматически. При наличии водонапорной башни промывка осуществляется за счет гидростатического давления. При достаточном резервировании фильтров, промывка может осуществляться из коллектора чистой воды работающих фильтров.

Фильтры можно эксплуатировать в ручном режиме. Общий вид фильтра представлен на рисунке 1. Корпус фильтра с распределительными устройствами и фильтрующей загрузкой цилиндрической формы с обвязкой из полипропиленовых труб и фитингов и запорно-регулирующей арматурой.

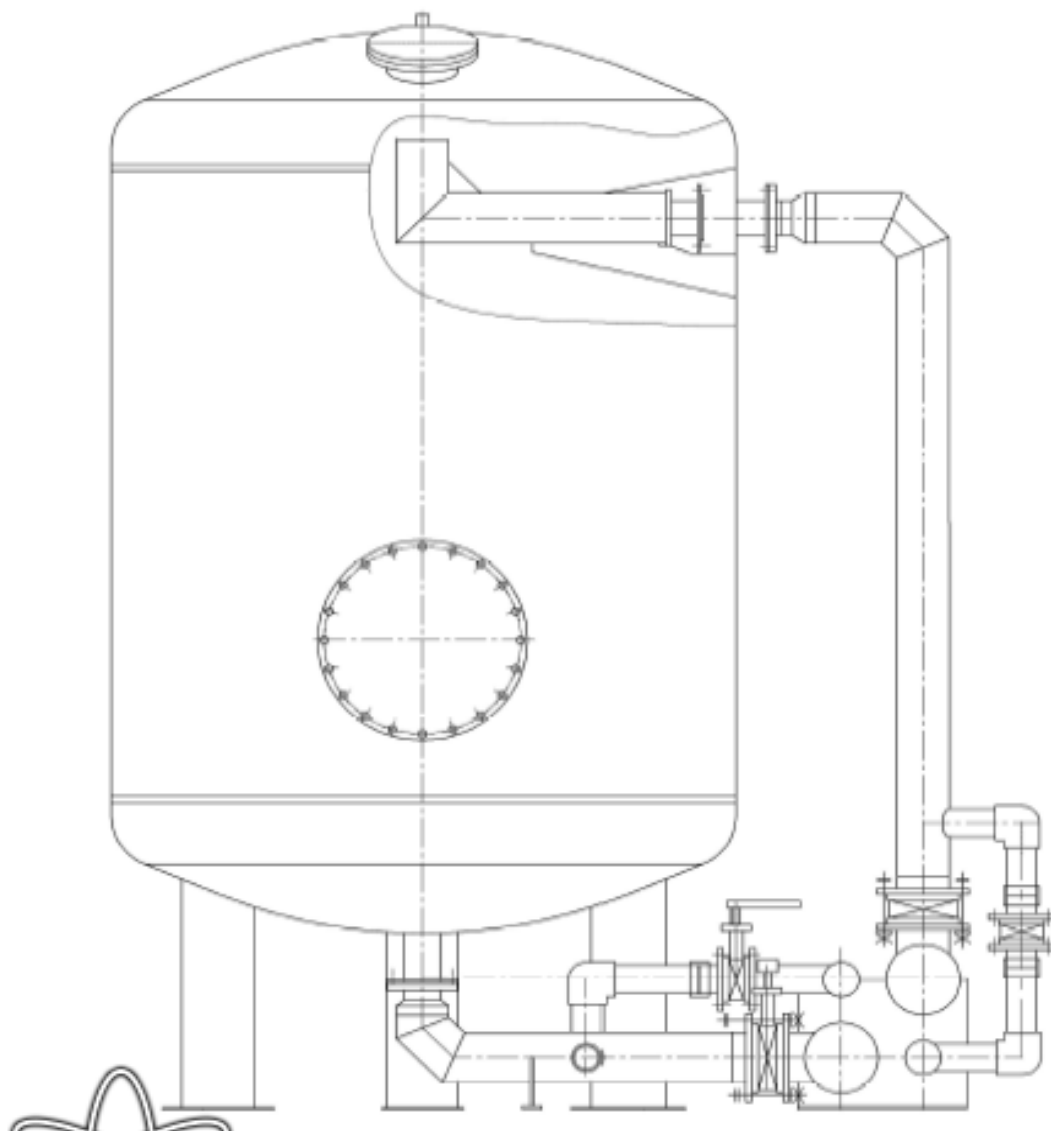


Рисунок 1 – Общий вид напорного фильтра

1.3.2 Нижнее и верхнее распределительное устройство

Чтобы, обеспечивать качество процесса фильтрации, необходимо правильно выбрать нижнего дренажно-распределительного устройства (НДРУ). Выбор НДРУ сильно влияет на гидравлические процессы, протекающие в фильтре от ее правильной работы – равномерности потока при фильтрации и при промывке фильтра, зависит качество очистки воды, длительность фильтроцикла, отмывка фильтрующей загрузки, надежность работы фильтра в целом. Нижнее и верхнее дренажно-распределительное устройство предназначено для сбора и отвода из фильтра воды или регенерационного раствора, а также для подвода отмывочной воды или регенерационного раствора.

Дренажно-распределительная система напорных фильтров воды является одним из основных конструктивных элементов напорного фильтра. Дренажные распределительные системы представляют собой трубчатый дренаж высокого сопротивления с центральной трубой и боковыми дренами со щелевыми колпачками, выполненные в соответствии с п.6.107 СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

1.3.3 Основные типы нижних распределительных устройств

НРУ "на бетонном основании"

Состоит из горизонтального коллектора, который опирается своим отводом на нижнее эллиптическое днище корпуса фильтра, распределительных труб и поддерживающего устройства. Отвод коллектора может иметь фланцевый разъем. Распределительные трубы имеют штуцеры, на которые наворачиваются щелевые колпачки ФЭЛ или представляют собой спирально-навитые трубы.

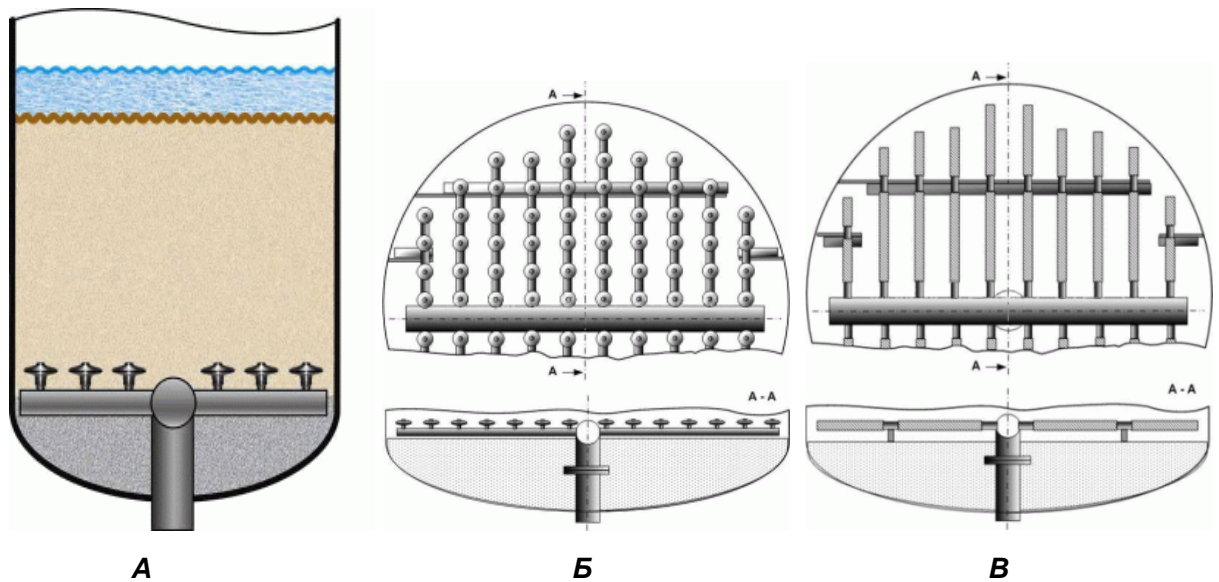


Рисунок 2 – *А*- вид фильтра с НРУ на бетонном основании; *Б*- НРУ на бетонном основании с колпачками; *В* - НРУ на бетонном основании со спирально-навитыми лучами

Устройство заливается бетоном с цементной стяжкой так, чтобы не забетонированными оставались только резьбовые штуцеры, предназначенные для установки щелевых колпачков.



Рисунок 3 – Нижнее распределительное устройство

Такие нижние дренажно-распределительные устройства позволяют добиться достаточно равномерного распределения потоков и качественного ведения процессов фильтрации и регенерации. Наиболее широкое применение устройства такого типа нашли в фильтрах типа ФИПа.

"Лучевое" УСНР отличается от колпачковых отсутствием фильтрующих элементов ФЭЛ. В данном распределительном устройстве применяются спирально-навитые лучи, как фильтрующие элементы. Шаг проволоки, навитая на каркас луча, формирует размер щелей. Навиваемая проволока имеет треугольное сечение, создающая диффузорное расширение щели фильтрующего элемента внутрь. Попадающие в зазор фильтрующего материала мелкие фракции или мелких взвешенных частиц не забивают фильтрующую поверхность. Такое устройство состоит из отвода, сборного коллектора и спирально-навитых лучей, присоединяемых к нему, крепежа.

НРУ "копирующего типа"

Распределительное устройство состоит из горизонтального коллектора, опирающийся своим отводом в нижнее эллиптическое днище корпуса фильтра, распределяющие трубы с опусками разной длины на концах которых установлены щелевые полпачки ФЭЛ и поддерживающие устройства. Разновидностью НДРУ "копирующего типа" является так называемая конструкция "паук". Все распределительные трубы НДРУ "копирующего типа паук" расположены под углом к горизонту. В качестве фильтрующих элементов в НДРУ такого типа могут применяться, как щелевые колпачки, так и спирально-навитые лучи

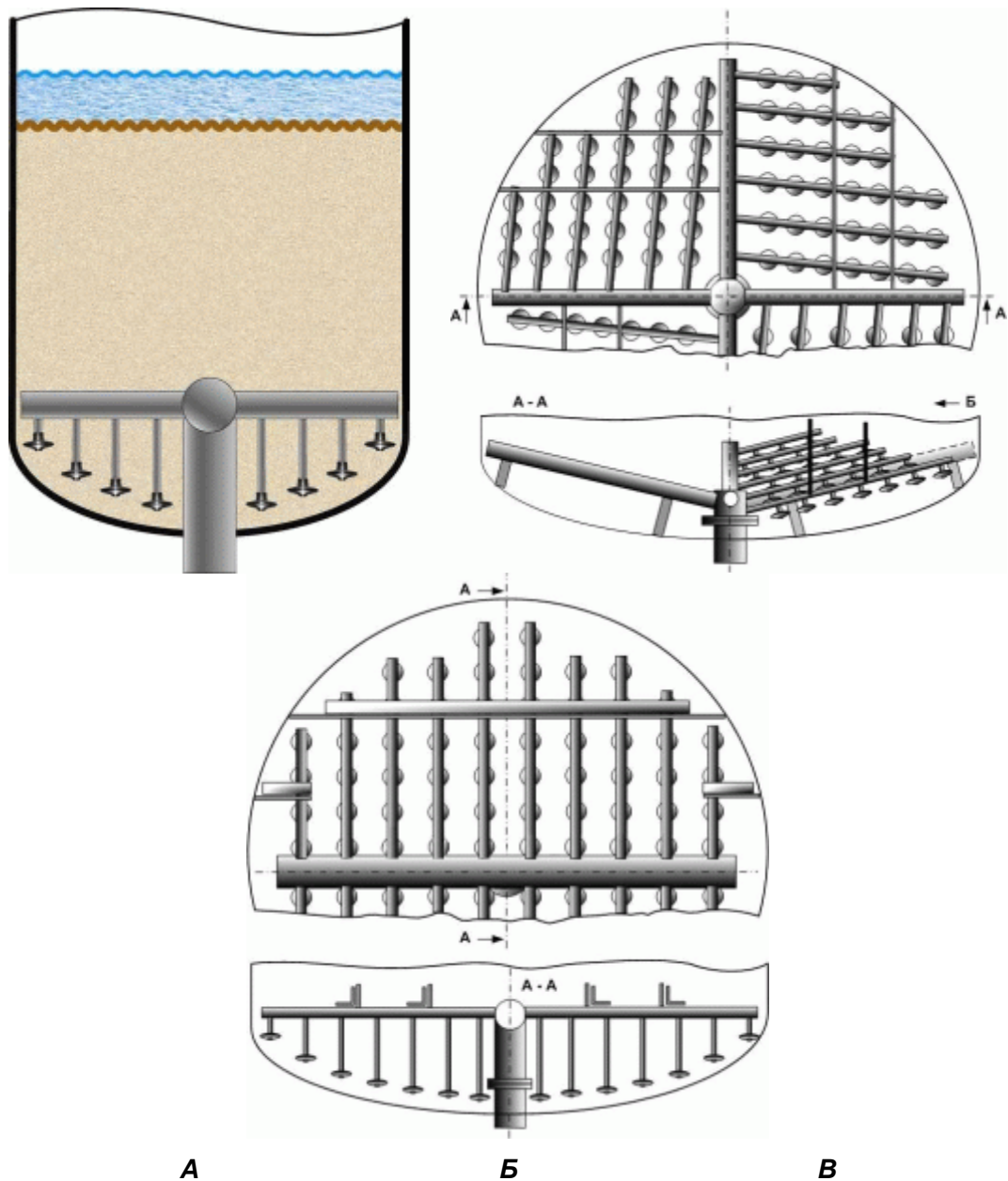


Рисунок 4 – **А**- вид фильтра с НРУ копирующего типа; **Б**- НРУ копирующего типа с колпачковой системой "паук"; **В**- НРУ копирующего типа с колпачковой системой

НДРУ "копирующего типа" различных модификаций устроены таким образом, чтобы максимально приблизить фильтрующие элементы (лучи или щелевые колпачки) к поверхности нижнего эллиптического днища таким образом, чтобы профиль фильтрующей поверхности НДРУ "копировал" профиль эллиптического днища. Тем самым достигается увеличение высоты загрузки в фильтр фильтрующего материала за счет заполнения

эллиптического днища, что позволяет на 5 - 15 % увеличить длительность фильтроцикла.



Рисунок 5 – НРУ «копирующего типа»

Предлагаемая конструкция НДРУ устраняет недостатки устройств "на бетонном основании":

- увеличивается полезный объем загрузки фильтрующего материала;
- исключается сложный и трудоемкий ремонт бетонного основания.

Такие дренажно-распределительные устройства применяются в современных фильтрах типа ФИПа, а также некоторых конструкциях фильтров ФИПр и ФИСД.

1.3.4 НРУ "ложное дно"

Представляет собой сварную металлоконструкцию, состоящую из обечайки, плоской круглой перегородки ("тарелки") с ребрами жесткости. В "тарелке" имеется необходимое количество отверстий для установки щелевых колпачков, которое определяется расчетом, исходя из заданной скорости фильтрования и производительности.

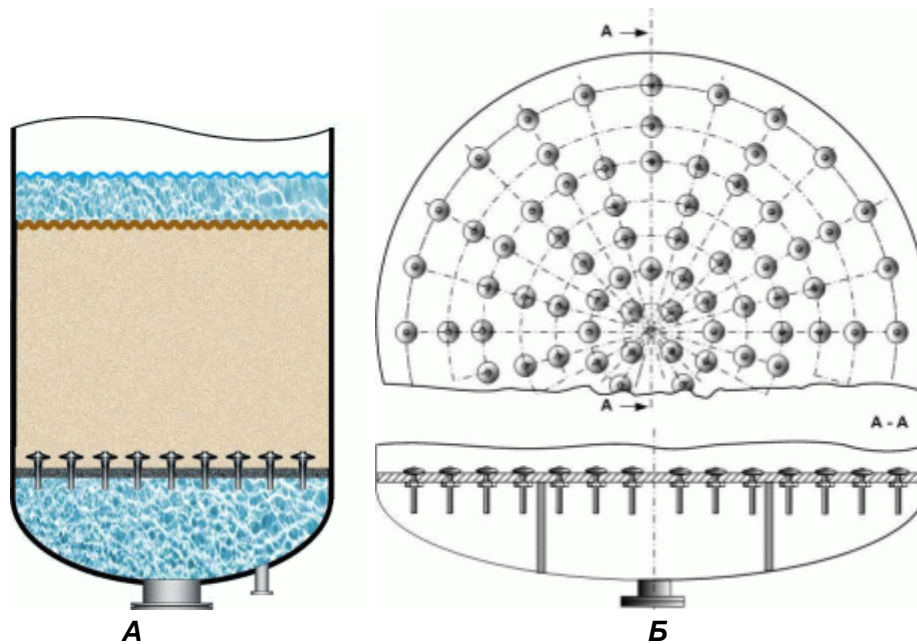


Рисунок 6 – НРУ Ложное дно

А - вид фильтра с НРУ типа "ложное дно"; Б - НРУ "ложное дно" с колпачками

ВДРУ "ложное дно" обладает наиболее уравновешенными гидравлическими характеристиками. Данное устройство позволяет произвести наиболее равномерное распределение воды или регенерационного раствора и создает практически плоский поток по сечению фильтра.



Рисунок 7 – НРУ Ложное дно

Такие дренажно-распределительные устройства нашли широкое применение в фильтрах типа ФИПр, ФОВ и ФСУ.

1.3.5 Верхнее распределительное устройство

Верхние распределительные устройства имеют различные конструкции:

- лучевое;
- «стакан в стакане»;
- «тарельчатый перелив»;
- «ложное дно».

Верхнее распределительное устройство "тарельчатый перелив".

Представляет собой стальную трубу, проходящую сквозь обечайку фильтра и поднимающуюся к верхнему эллиптическому днищу фильтра. На конце трубы располагается штампованная воронка, направленная вверх.

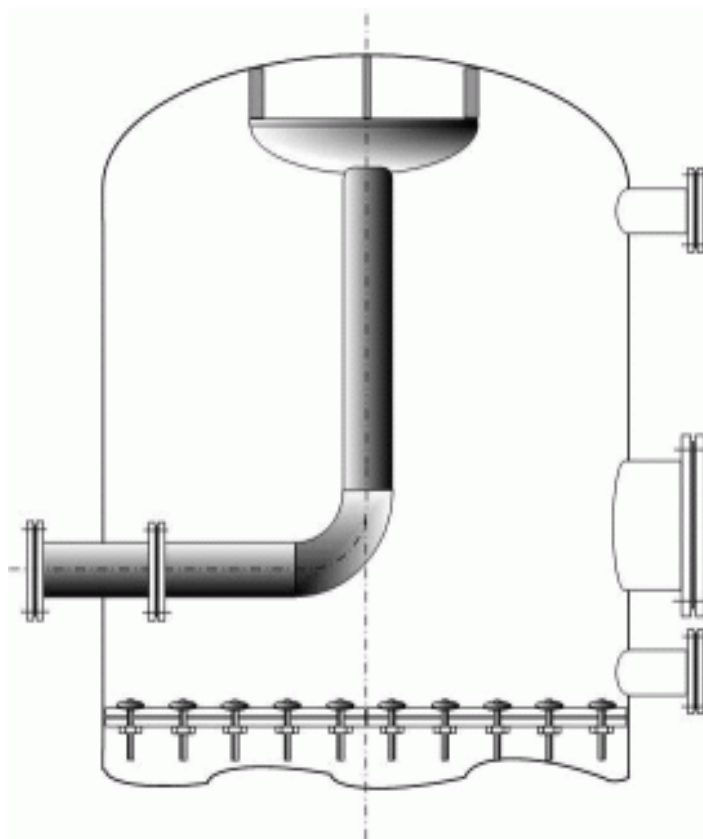


Рисунок 8 – Верхнее распределительное устройство "тарельчатый перелив"

Такие ВДРУ широко применяются в фильтрах типа ФОВ.

1.3.6 "Лучевое" верхнее распределительное устройство.

Состоит из коллектора и радиально присоединенных к нему лучей с колпачками, отверстиями или спирально-навитого типа. В зависимости от расположения лучей различают ВРУ:

- копирующее – лучи расположены под углом, максимально приближаясь к верхнему днищу эллиптической формы фильтра;
- горизонтальное – лучи расположены строго горизонтально.

«Лучевое» устройство обеспечивает более равномерное распределение потока.»

1.3.7 Верхнее распределительное устройство типа "стакан в стакане"

Простая и надежная конструкция, состоящая из распределительного барабана, внутри которого расположен распределительный патрубок. Такое верхнее дренирующее распределительно устройство хорошо распространены в фильтрах разного назначения.

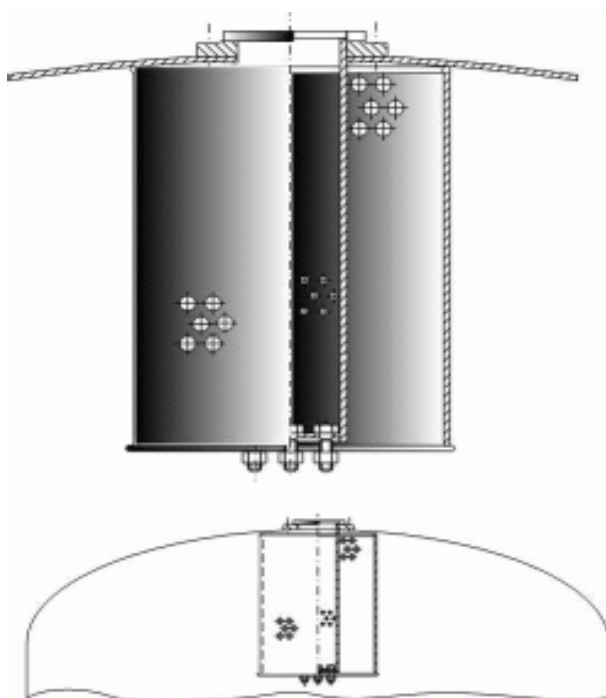


Рисунок 9 – Верхнее распределительное устройство типа «стакан в стакане»

1.3.8 Верхнее распределительное устройство "ложное дно"

Это сварную металлоконструкцию, состоящую из обечайки, плоской круглой перегородки («тарелки»), которая имеет ребра жесткости. В «тарелке» имеются отверстия количество которых определяется расчетом, исходя из заданной скорости фильтрования и производительности, они служат для установки щелевых колпачков, ВРУ «ложное дно» имеет уравновешенные гидравлические характеристики. Это устройство позволяет производить наиболее равномерное распределение воды или регенерационного раствора и создает практически плоский поток по сечению фильтра. Такие дренажно-распределительные устройства нашли широкое применение в фильтрах типа ФИПр.

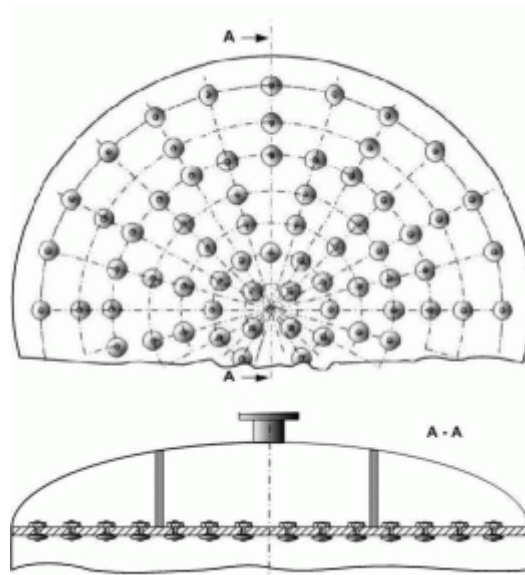


Рисунок 10– Верхнее распределительное устройство "ложное дно"

1.3.9 Фильтрующий элемент ФЭЛ

Щелевые колпачки ФЭЛ изготавливаются из нержавеющей стали 10X18Н9 (AISI 304), 12X18Н10Т (AISI 321), 10X17Н13М2Т (AISI 316Ti), а также различных пластиков.

Щелевые колпачки (ФЭЛ) серийно выпускаются в четырех исполнениях:

исполнение 1 – с верхним расположением фильтрующей поверхности;

исполнение 2 – с нижним расположением фильтрующей поверхности;
исполнение 3 – с двухсторонним расположением фильтрующей поверхности;

исполнение 4 – на основе каркасно-проволочной конструкции;

исполнение 4-П – пластиковые щелевые колпачки



Рисунок 11 – *А Б Г В Д*

А – щелевой колпачок ФЭЛ 1-го исполнения; *Б* – щелевой колпачок ФЭЛ 2-го исполнения; *В* – щелевой колпачок ФЭЛ 3-го исполнения; *Г* – щелевой колпачок ФЭЛ 4-го исполнения; *Д* – пластиковый щелевой колпачок ФЭЛ исполнения 4-П.

Колпачки дренажные щелевые марки ФЭЛ имеют следующие обозначения:

ФЭЛ-0,2-15-3-Н-Г1/2В; ФЭЛ-0,2-17-2-Н-К3/4В; ФЭЛ-0,2-18-1-Н-К3/4В; ФЭЛ-0,2-18-4-Н-К3/4В; ФЭЛ-0,2-35-3-Н-Г3/4В; ФЭЛ-0,2-8,4-2-Н-Г1/2В; ФЭЛ-0,2-8,7-1-Н-Г1/2В; ФЭЛ-0,2-8,7-4-Н-К3/4В; ФЭЛ-0,4-11-2-Н; ФЭЛ-0,4-13-2-Н-Г1/2В; ФЭЛ-0,4-15-1-Н-Г3/4В; ФЭЛ-0,4-15-4-Н-К3/4В; ФЭЛ-0,4-26-2-Н-Г3/4В; ФЭЛ-0,4-26-3-Н-Г3/4В; ФЭЛ-0,4-27-1-Н-К3/4В; ФЭЛ-0,4-27-4-Н-К3/4В; ФЭЛ-0,4-53-3-Н-Г3/4В.

1.3.10 Фильтрующие материалы и основные характеристики структуры фильтрованных слоев

«Вода подвергается очистки с помощью сыпучих материалов, через которые она проходит и очищается от механических примесей. Определяющими характеристиками являются стабильность в очищенной воде. необходим нейтральный материала, который не будет вносить в воду каких либо загрязнений или отложений, так как кроме того, даже загрязнение с небольшой концентрацией обязательно увеличит стоимость очистки воды. Гранулированные материалы, которые используются для фильтрации должны быть дешевыми и легкодоступными.»

Важным определением для очистки воды являются загрязнения присутствующие в исходной воде и для каждой схемы и системы очистки этот показатель выражается отдельно. Используя как пример воды насыщенные кремнием. Более удобно и практично очищать данную воду от мех. загрязнений прибегая к помощи кварцевого песка или использовать такой продукт как - керамическая крошка. Такие фильтрующие материалы стоят не больших денег, а также легкодоступны, но при соприкосновении с водой могут быть причиной обогащения ее оксидами кремния. Если вы хотите удалить все неорганические примеси, необходимо использовать гораздо более крепкие и дорогие материалы: измельченный антрацитовый уголь, технический фильтраперлит, гранулированный сополимер дивинилбензола и стирола.

Загрузка фильтра, используемая для удаления мех. примесей при создании крупномасштабного производства по очистки воды, обусловлены особенностью построения их слоя, где частицы материала чередуются с пустотами, обычно называемыми порами слоя, поры, соединяющиеся друг с другом, образуют поровые каналы, соединяющиеся друг с другом, поры слоя образуют поровые каналы, через которые протекает очищенная вода. . Очень

сложно описать процесс протекания жидкости через зернистую загрузку т.к. форма каждого зерна уникальна и не образует однородный слой. Поэтому при расчете принимается, что это однородная среда.

Таблица 4 – Геометрические характеристики некоторых фильтрующих материалов

Фильтрующий материал	Пористость слоя, ϵ	Коэффициент формы, a_{ϕ}	Коэффициент неоднородности η	Средне-поверхностный диаметр d , мм
Кварцевый песок	0,44	0,67	1,95	0,65
Антрацит	0,54	0,66	2,00	0,80
Сульфоуголь	0,56	0,66	2,37	0,70

Напорные фильтры, которые применяются на тепловых электростанциях используют данные материалы для загрузки фильтра: дробленый антрацитовый уголь, катионообменную смолу КУ-2, целлюлозу, кварцевый песок, перлит и др. в настоящее время доступны новые и усовершенствованные материалы загрузки фильтров, которые имеют высокую абсорбционную способность и эффективность по очистке воды.

При всем разнообразии выбора загрузки напорного фильтра для производства дополнительной воды на тепловых электростанциях и атомных электростанциях, антрацит является наиболее предпочтительным вариантом. Антрацит обладает химической стойкостью и в тоже время достаточно низок в цене. Антрацит имеет высокую механическую прочность, и он теряет всего 2,5%. Во время процесса фильтрации, когда вода проходит через антрацит, увеличения в ней примесей кремния не превышает допустимых 2 мг/дм³ H₂O, окисления не более 8 мг O₂/дм³ H₂O

В ТХ схемах по очистки конденсата используется преимущественно сульфированная или катионообменная смола КУ-2.

Вывод: фильтрующая загрузка фильтра должна обладать высокой хим. стойкостью, иметь высокую прочность, правильно подобранный размер зерен, а также форма частиц.

1.4 Типы загрузок

В зависимости от качества исходной воды применяется широкий ряд фильтрующих материалов как однородных, так и мультимедийных.

В источнике, предлагающем различные варианты фильтрующих материалов от простых и дешевых, до новейших и соответственно более дорогих:

«ПЕСОК КВАРЦЕВЫЙ – природный материал, который характеризуется высоким содержанием оксида кремния и незначительным количеством растворимых соединений кальция, железа и марганца. Высокое качество этих материалов, их химические свойства, а также определенный гранулометрический состав удовлетворяют строгим требованиям для систем водоподготовки. Кварцевый песок – наиболее доступный и универсальный материал для решения задач по очистке воды от механических примесей и соединений железа. В сравнении с другими фильтрующими материалами он, несомненно, выигрывает в соотношении цена – качество. Высокая интенсивность отмывки 16-18 л/с*м² способствует хорошему восстановлению фильтрующих свойств песка.»

«КЕРАМЗИТ - представляет собой гранулированный пористый материал, получаемый обжигом глинистого сырья в специальных печах. Фракции керамзита могут быть получены либо отсевом из общей массы неоднородного керамзита, либо дроблением крупных гранул с последующим отсевом нужных фракций. Зерна дробленого керамзита имеют более развитую поверхность и соответственно лучшие технологические свойства;»

«PIROLOX (AQUAMANDIX, CATALOX, ПИРОЛЮЗИТ, ДИОКСИД МАРГАНЦА) – каталитический материал для удаления железа и марганца. Pyrolox - 80 процентная руда марганца, сильнейший окислитель, способный

удалять значительные количества железа. Каталитические материалы на основе диоксида марганца (Aquamandix, Pirolox и др.), как правило, применяются в сочетании с кварцевым песком (до 25%). Их применение сокращает сроки наладочных работ – не нужно время для создания каталитической пленки на зернах загрузки, а также способствуют окислению солей марганца.»

«BIRM – каталитическая загрузка для окисления соединений железа растворенным в воде кислородом. Нерастворимые соединения железа, являющиеся результатом окисления, осаждаются в слое загрузки и могут быть легко отфильтрованы. Birm не расходуется в процессе удаления железа и является более экономичным по сравнению с другими загрузками. Физические свойства Birm обеспечивают качественную фильтрацию, и фильтр легко очищается от осажденных частиц путем обратной промывки. Birm может использоваться как в напорных, так и в безнапорных системах очистки воды.»

«MANGANESE GREENSAND – глауконитовый песок, обогащенный оксидами марганца, который способен удалять из воды железо, марганец и сероводород. Он окисляет и осаждаёт растворенное железо и марганец за счет контакта с высшими оксидами марганца на гранулах Manganese Greensand. Сероводород окисляется до серы. Осадок задерживается слоем фильтрующей загрузки и удаляется посредством обратной промывки. Для восстановления окислительной способности Manganese Greensand следует провести его регенерацию слабым раствором перманганата калия.»

«MTM – гранулированная фильтрующая загрузка, обогащенная оксидом марганца. Используется для удаления железа, марганца и сероводорода из воды. Активная поверхность гранул MTM окисляет и осаждаёт растворенное железо и марганец. Сероводород окисляется до серы. Осадок задерживается слоем фильтрующей загрузки и удаляется при обратной промывке. MTM состоит из легких гранул с нанесенным на их

поверхность оксидом марганца. Это покрытие обеспечивает контактную фильтрацию, где среда сама по себе обладает окислительным потенциалом. Это позволяет расширить границы применения фильтрующей загрузки по сравнению с другими наполнителями для удаления железа.»

«FILTER AG – безводный оксид кремния, используемый в качестве высокоэффективной фильтрующей загрузки для удаления взвешенных частиц. Гранулы Filter-Ag со значительной поверхностью фильтрации позволяют добиться максимальной эффективности при удалении взвешенных частиц.»

«АНТРАЦИТ – природный угольный фильтрующий материал, обладающий рядом преимуществ по сравнению с другими фильтрующими загрузкими, которые обычно используются для удаления взвешенных частиц. Так, разнородность его состава позволяет взвешенным частицам проникать глубже в слой фильтрующей загрузки, что обеспечивает более длительную работу в режиме фильтрации и снижает потери напора. Скорость потока и расход воды для обратной промывки также снижаются. Ввиду низкой плотности Антрацит часто используется в мультимедийных фильтрах. Легкие частицы Антрацита обеспечивают его расположение над более тяжелыми загрузкими (например, кварцевым песком или марганцевым зеленым песком), обеспечивая тем самым предварительную фильтрацию.»

«СОРБЕНТ АС – фильтрующая загрузка на основе алюмосиликата, разработанная специалистами компании ЗАО «АЛСИС», производится с 1998 года. Является оптимальным, экономически эффективным решением для удаления широкого спектра загрязнений, включая: железо, стронций, ТЦМ, алюминий, нефтепродукты, фенол, фтор и др. «Сорбент АС» рекомендован для применения, как в напорных, так и в безнапорных системах, в качестве основного или многослойного элемента слоя загрузки.»

1.5 Области применения напорных фильтров

1.5.1 Сорбционные фильтры

Предназначены для удаления запахов, привкусов, снижения цветности воды, содержания органических соединений (фенол, нефтепродукты и пр.), активного хлора.

Корпуса фильтров могут быть изготовлены из различных материалов удовлетворяющие гигиеническим требованиям – полиэтилен пищевого класса с наружной оплеткой из стеклопластика, стандартной стали с внутренним антикоррозионным покрытием, нержавеющей стали.

Дренажные системы так же могут быть выполнены как из полипропилена, так и из нержавеющей стали.

Загрузка фильтров – поддерживающий слой гравия и активированный уголь.

Очистка фильтров от механических примесей происходит путем промывки обратным током воды.

Работа фильтров полностью автоматизирована благодаря применения различных устройств таких как: многоходовые клапаны, приводная запорная арматура, программные устройства (контроллеры), позволяющие управлять сразу несколькими фильтрами одновременно.

1.5.2 Станции умягчения воды

Жесткость воды обусловлена наличием солей кальция и магния. Для их удаления разработана станция умягчения, основными элементами которой являются:

- Фильтры грубой механической очистки;
- Фильтры, загруженные катионитом;
- Солевые баки.

Принцип очистки основан на том, что при фильтровании воды через катионит происходит замещение катионов солей жесткости на ионы натрия.

В определенный момент времени катионит насыщается солями жесткости. Для восстановления работоспособности (регенерации) катионита производится промывка раствором поваренной соли.

Корпуса натрий-катионитных фильтров могут быть изготовлены из полимерных материалов, нержавеющей или стандартной стали с внутренним антикоррозионным покрытием. Солевые баки изготовлены из полиэтилена.

В качестве катионита используются импортные материалы пищевого класса, обладающие высокой рабочей обменной емкостью и механической прочностью.

Раствор поваренной соли для регенерации готовится в солевых баках.

Процессы регенерации осуществляются в автоматическом режиме за счет оснащения станций умягчения блоками управления и электронными контроллерами. При большом суточном расходе поваренной соли на регенерацию станции умягчения могут комплектоваться узлами приготовления солевого раствора.

1.5.3 Станции обезжелезивания

В местах где вода богата железом ее необходимо очищать на установках предназначенных для этого. Установка состоит из:

- фильтры грубой механической очистки;
- комплекс аэрации;
- блок дозирования окислителя;
- осветлительные фильтры с зернистой загрузкой.

Процесс очистки заключается в том, что железо окисляется и переходит из растворенного вида в нерастворенное и выпадает в форме хлопьев. . Хлопья удаляются с помощью обратной промывки фильтрующей загрузки фильтров. Вода после промывки отправляется в канализацию.

Корпус ОСФ изготавливаются из стеклопластика или из других материалов, таких как н/ж сталь или оцинкованная сталь.

От количества загрязнений и типа его используются различные загрузки для фильтра это может быть кварцевый песок, антрацит или специальные смолы.

Станции имеют управляющее устройство, которое отвечает за автоматическую работу станции. Если производительность свыше 100 м³/ч, то имеет смысл доукомплектовать узлами обработки воды после промывки, а также системами обезвоживания.

1.6 Выводы по 1 главе

1. В результате литературного обзора выявлены основные технологические особенности фильтрования воды в зернистом слое.

2. Выполнен сравнительный анализ видов и конструкций напорных фильтров, а также дренажно-распределительных систем.

3. Основными возможными направлениями использования напорных фильтров, применяемых для водоподготовки являются сорбция, умягчение, обезжелезивание, деманганация и ионный обмен.

ГЛАВА 2 Разработка конструкции напорных фильтров

2.1 Сравнительный анализ материалов для изготовления корпусов напорных фильтров

Стеклопластик обладает целым рядом преимуществ по сравнению с различными материалами.

По сравнению с металлами:

- Меньший в 4 раза удельный вес при сопоставимой прочности
- Коррозионная стойкость к воде, кислым, солевым и щелочным средам. Полное отсутствие электрокоррозии.

- Гладкая внутренняя поверхность.
- Отсутствие отложений в течение всего срока службы
- Долговечность

По сравнению с нержавеющей сталью:

- Меньший в 4 раза удельный вес
- Значительно меньшая стоимость

По сравнению с алюминием:

- Меньшая стоимость
- Коррозионная стойкость

По сравнению с полиэтиленом и полипропиленом:

- Большой температурный диапазон
- Значительно меньшая горючесть
- Самозатухание после прекращения действия огня от внешних источников

- Стабильность физико-механических характеристик

Стеклопластика относится к полимерным композиционным материалам, свойства которых определяются не только входящими в его состав волокнами, но и их пространственным расположением. Благодаря

взаимно-перпендикулярному расположению волокон стеклопластик КППН имеет практически сопоставимую прочность как в кольцевом, так и в осевом направлении.

Таблица 5 – Сравнительная характеристика свойств стеклопластика, стали и алюминиевых сплавов.

Параметр	Сталь	Алюминиевые сплавы	Стеклопластик
Плотность (кг/м ³)	7800	2640-2800	1800-1900
Модуль упругости, ГПа	210	70-71	55
Удельный модуль упругости, км	2692	2500-2689	2895-3056
Предел прочности (для металлов предел текучести) при растяжении, МПа	240	50-440	1700
Удельный предел прочности (для металлов предел текучести), км	3,1	1,8-16,7	89-94
Отношение усталостной прочности к статической (число циклов 10 ⁷)	0,26	0,27	0,29
Теплопроводность при 20 С, Вт/м °С	64	105-200	0,75
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом х м	Проводник	Проводник	1,0x10 ¹⁰
Коэффициент линейного расширения, х10 ⁶ град ⁻¹	11,9-14,2	19,6-26,9	0,45-8,3
Гигроскопичность, %	-	-	0,5

Параметр	Сталь	Алюминиевые сплавы	Стеклопластик
Стойкость к воздействию химически агрессивных сред, солевых растворов	Не стоек. Требуется мероприятия по защите от коррозии	Подвержен электрохимической коррозии. Требуется специальные меры по защите	Стойк
Эксплуатационные затраты	Требуется регламентные работы не реже 1-2 раза в год	Требуется регламентные работы не реже 1 раза в год	Восстановление цветовой окраски по мере снижения её интенсивности
Возможность реализации архитектурно-дизайнерских решений	Требуется дорогостоящая реконструкция оборудования	Требуется дорогостоящая реконструкция оборудования	Требуется изготовление недорогой технологической оснастки

Композитные материалы, состоящие из стеклянного наполнителя и синтетического полимерного связующего, называются *стеклопластиковыми*. Наполнителем служат в основном стеклянные волокна в виде нитей, жгутов (ровингов), стеклотканей, стекломатов, рубленых волокон. Связующим - полиэфирные смолы, феноло-формальдегидные, эпоксидные, кремнийорганические смолы, полиамиды, алифатические полиамиды, поликарбонаты и др.

Стекловолокно может называться материал будущего, потому что обладает комплексом преимуществ перед другими материалами.

Низкая масса.

«Удельный вес стекловолокна составляет от 0,4 до 1,8 и в среднем имеет 1,1 г / см³. к сведению, удельный вес , который имеют металлы значительно больше, у стали это - 7,8, меди - 8,9 г / см³. Если рассматривать удельный вес возможно одного из сплавов имеющих наиболее низкий удельный вес, используемых в технологии - это дюралюминия и его

удельный вес составляет 2,8 г / см³. Исходя из этих показателей можно сделать вывод, что, удельный вес стекловолокно имеет почти в пять-шесть раз меньше, нежели у черных и цветных металлов, и почти в 2 раза меньше, чем у дюралюминия».

Диэлектрические свойства.

«Стекловолокно является идеальным диэлектриком, его можно использовать как с переменным, так и постоянным током».

Отсутствие коррозии

«Стеклоподобные диэлектрики абсолютно не подвержены ни какой коррозии. Есть такие виды смол, которые позволяют получать стекловолокно, способное выдерживать воздействие различных агрессивных сред и веществ».

Требуемы внешний вид.

«Стекловолокно во время производства можно придать необходимый цвет, а при добавлении качественных красителей позволяет сохранить его на неопределенный срок».

Свето-пропускная способность

«При использовании определенных марок смолы можно получить полупрозрачные смолы, которые по своим оптическим свойствам немного уступают стеклу.»

Высокие механические свойства.

«Высокие физико-механические свойства имеются у стеклопластика благодаря низкому удельному весу. При использовании армирования, перекрестной намотки и подобрав необходимые смолы, можно получить стеклопластик, превышающий по своей прочности некоторые металлические сплавы. Механические свойства стеклопластика в основном определяются характеристиками наполнителя и прочностью его соединения со связующим, а также температурой обработки и работой стеклопластика – связующего».

«"Стекловолокна, которые имеют упорядоченные, ориентированные, непрерывные волокна и обладающие наибольшей прочностью и жесткостью. Эти стеклопластики делятся на однонаправленные и поперечные; Стеклопластик с однонаправленными волокнами располагаются параллельно, а стеклопластик с поперечным расположением волокон - под необходимым углом друг к другу, постоянным или переменным на изделии. При помощи изменения ориентации волокон, есть возможность управлять механическими свойства стеклопластика в большом диапазоне. Стеклопластиковые изделия с ненаправленным расположением нитей имеют более изотропные по механическим свойствам: гранулированные и спутанные волокнистые пресс-материалы; Изделия сложной формы производят путем нанесения на форму путем распыления рубленых волокон одновременно со смолой и на основе холста (маты)» ".

Низкая теплопроводность.

«"Стекловолокно обладает низкой теплопроводностью. Если изготовить конструкцию состоящую из стекловолокна и утеплителя по типу "сэндвич", то можно получить емкость на подобии термоса. Благодаря своей низкой теплопроводностью сэндвич-структуры успешно используются в качестве ограждающих конструкции в промышленном строительстве, автомобилестроении и др».

Таблица 6 – Характеристика свойств стеклопластика по химостойкости

№	Наименование	Максимальная концентрация, %	Максимальная температура эксплуатации, °С
1.	Соляная кислота	Без ограничения концентрации	40...110 в зависимости от концентрации
2.	Серная кислота	75	40...105 в зависимости от концентрации

№	Наименование	Максимальная концентрация, %	Максимальная температура эксплуатации, °С
3.	Азотная кислота	35	25...65 в зависимости от концентрации
4.	Смесь кислот: Соляная/плавиковая	25/6 или 36/1	40... в зависимости от концентрации
5.	Фосфорная кислота	Без ограничения концентрации	180
6.	Гипохлорит натрия	18% активного хлора	80
7.	Едкий натр	Без ограничения концентрации	80
8.	Едкое кали	45	65
9.	Хлорное железо	Без ограничения концентрации	180
10.	Полиоксихлорид алюминия	Без ограничения концентрации	180

2.2 Конструктивные особенности фильтров из композитных материалов

Фильтры – основное оборудование в составе систем очистки воды, с помощью них можно провести почти все основные манипуляции по водоочистке:

- адсорбирование,
- обезжелезивание,
- ионный обмен, механическая очистка воды.

Конкретное предназначение фильтра будет зависеть от вида фильтрующей загрузки, помещаемой в стеклопластик. Такая система позволит очистить воду до требуемых параметров и довести её до строгих санитарных норм.

Корпуса фильтров изготавливается из композитного материала (полиэтилен в оплетке из стекловолокна) обладают рядом преимуществ: особой прочностью; высоким уровнем герметичности; стойкостью к механическим повреждениям температурным колебаниям и т.д. подходят ко

всем стандартным клапанам управления; устойчивы к возникновению коррозии.

2.3 Разработка конструкции фильтра

Корпус фильтра представляет собой вертикальную колбу, укрепленную стекловолокном. Композитная масса включает в себя два слоя, плотно скрепленных между собой термической обработкой. Внутренний слой контактирует с очищаемой жидкостью и в зависимости от типа полимерного материала может использоваться в абсолютно разных промышленных отраслях от пищевой до химической. Внешний слой увеличивает механическую прочность емкости. Корпус формируется методом непрерывной намотки с использованием эпоксидной смолы. Через верхнюю часть корпуса вставляется распределительная система: состоящая из верхнего щелевого колпачка, водоподъемной трубы и нижней распределительной системы.

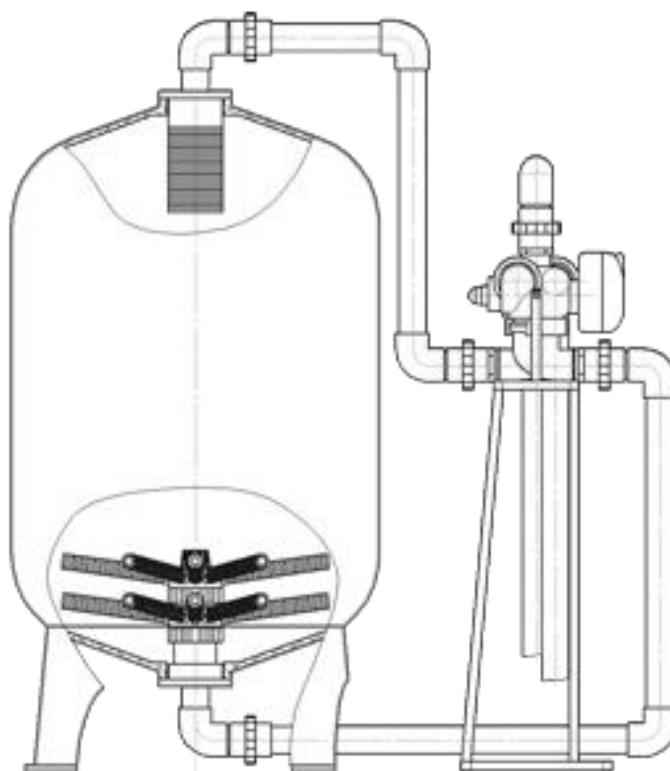


Рисунок 12 – Конструкция фильтра

Основные характеристики корпуса:

Технические характеристики фильтров из композитных материалов:

- рабочее давление от 0,25 МПа до 1 МПа;
- рабочая температура от 40°С до 95°С;
- диаметр корпуса от 600 мм до 3500мм;
- высота слоя фильтрующего материала от 1000 мм до 2400 мм;
- производительность по очищенной воде от 9 м³/ч до 480 м³/ч;
- внутренние сборно-распределительные устройства и фильтрующие элементы из пластика или нержавеющей стали;
- промывка с помощью воды или воды и воздуха;
- смотровые окна из плексигласа; Рисунок 12 – Схема напорного фильтра
- цвет по желанию заказчика;

За счет небольшого веса корпусов, сделанных из стеклопластика, монтаж, установка и обслуживание оборудования намного проще, чем при использовании фильтров из других материалов.

2.4 Выбор и расчет предложенной конструкции фильтров

В процессе изучения поставленной проблемы и используя имеющиеся ресурсы, было принято решение использовать стеклопластиковый корпус, произведенный на предприятии ООО «ЭКОЛАЙН».

Размеры: Ø 1000мм ; Н=1800мм

Максимальное давление: 0.6 Мпа

Линейная скорость фильтрации – 10м/ч.

2.4 Расчет напорного фильтра для объекта производительностью

Для очистки воды, чтобы ее можно было применять на производстве или для дальнейшей очистки используются - напорные фильтры. Они служат для осветления воды либо после реагентного отстаивания или безреагентного отстаивания для вод с концентрацией ВВ 300 г/м³. Основным элементом напорного фильтра является герметичный корпус, который может

быть произведен как из стали так и из полимерных материалов и выдерживать давление четыре-шесть атм. Так как вода для осветления подается под напором нет необходимости ставить насосную станцию второго подъема. Начального напора достаточно чтобы прошел процесс фильтрации, и чтобы вода пошла дальше по сети. Фильтры имеют как вертикальный вид так и горизонтальный. Горизонтальные фильтры используются в основном для большим производительностей более 300м³/ч их форма позволяет увеличить и использовать большую площадь фильтрации. Фильтры, которые имеют трубчатый дренаж, поддерживающих слоев не имеют. В качестве дренажных устройств используются коллектор с фильтрующими колпачками. Колпачки имеют щели через которые может пройти вода, но не может проскочить фильтрующий материал. Если используется комбинированная система промывки - водо-воздушная, то над основным дренажем устанавливается распределительная система сжатого воздуха. Если же конструкция дренажа обеспечивает равномерное распределение и воды и воздуха, то воздушную распределительную систему не ставят.

Подача и отвод воды от промывки происходит через верхнее распределительное устройство - это может быть воронка с раструбом или кольцевая дырчатая труба. При использовании в качестве начальной обработки воды коагулянт, то его нужно вводить напрямую в трубу подачи на фильтра. Трубки, находящиеся на корпусе фильтра, имеют вентили над раковинами . Эти вентили нужны для отбора проб воды и фильтра, а также для выпуска воздуха и спуска воды перед промывкой. Для контроля за давлением имеются манометры.

Порядок расчёта напорного фильтра следующий:

Определяем необходимую площадь напорных фильтров:

$$f_{\phi} = \frac{Q_{\text{полезн}}}{T \cdot V_H - n_{\text{пр}} \cdot q_{\text{пр}} - n \cdot t_4 \cdot V_n} \quad (3)$$

$$f_{\phi} = \frac{800}{24 \cdot 11 - 3,6 \cdot 2 \cdot 0,272 - 2 \cdot 0,33 \cdot 10} = 3,1 \text{ м}^2$$

где V_n – расчетная скорость фильтрования, м/ч, принимается согласно данным таблицы П10 Приложения [1];

где Q — полезная производительность станции, м³/сут;

T — продолжительность работы станции в течение суток, ч;

V_n — расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч,

$n_{\text{пр}}$ — число промывок одного фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации;

$q_{\text{пр}}$ — удельный расход воды на одну промывку одного фильтра, м³/м²,

$t_{\text{пр}}$ — время простоя фильтра в связи с промывкой, принимаемое для фильтров, промываемых водой, — 0,33 ч, водой и воздухом — 0,5 ч.

$$q_{\text{пр}} = \omega \cdot t \tag{4}$$

$$q_{\text{пр}} = 8 \cdot 0,034 = 0,272 \text{ м}^3/\text{м}^2$$

ω – интенсивность подачи воды на отмывку фильтра, 6-8 л/(с·м²);

t – продолжительность отмывки водой, $t = 0,034$ ч;

Далее определяем кол-во фильтров:

$$N_{\phi} = f_{\phi} / f_{\phi 1} \tag{5}$$

$$N_{\phi} = 3,1 / 0,78 = 4 \text{ шт}$$

Принимают диаметр (D_{ϕ}) по таблице и исходя из площади одного фильтра ($f_{\phi 1}$), находят количество фильтров (N_{ϕ}). При количестве фильтров менее десяти предусматривают один резервный фильтр, при большем количестве фильтров – два резервных.

Таблица 7 – Основные размеры напорных вертикальных кварцевых фильтров

Диаметр фильтра, мм	Площадь фильтра, м ²	Высота слоя загрузки, м
1000	0.78	1.0
1500	1.77	1.0
2000	3.14	1.0
2600	5.31	1.0
3000	1.06	1.0
3400	9.07	1.0

Принимает фильтр Ø1000мм в количестве 5шт. т.к. количество фильтров меньше 10 то принимает 1 резервный (4 раб/1рез). При этом должно обеспечиваться соотношение:

$$V_{\phi} = V_n \cdot N_{\phi} / (N_{\phi} - N_1) \quad (6)$$

$$V_{\phi} = 10 \cdot 5 / (5 - 1) = 12,5 \text{ м/ч}$$

где N_1 — число фильтров, находящихся в ремонте;

V_{ϕ} — скорость фильтрования при форсированном режиме, которая должна быть не более, 9-12.5 м/ч, для кварцевого песка с диаметром зерен 0,8 – 1мм.

Площадь одного фильтра надлежит принимать не более 100—120 м².

Предельные потери напора в фильтре следует принимать напорных фильтров – 6–8 м.

Далее определяем количество промывной воды для фильтра:

$$q_{np} = f_{\phi} \cdot \omega \quad (7)$$

$$q_{np} = 0,78 \cdot 8 = 6,24 \text{ л/с}$$

При выключении части фильтров на промывку скорость фильтрования на остальных фильтрах надлежит принимать постоянной или повышающейся; при этом скорости фильтрования не должны превышать величину V_{ϕ} . При работе фильтров с постоянной скоростью фильтрования

надлежит предусматривать над нормальным уровнем воды в фильтрах дополнительную высоту $H_{доп}$, м, определяемую по формуле:

$$H_{\phi} = W_0 / \sum f_{\phi}$$
$$H_{\phi} = 0,624 / 0,78 = 0,8 м \quad (8)$$

где W_0 — объем воды, м³, накапливающейся за время простоя одновременно промываемых фильтров;

$\sum f$ — суммарная площадь фильтров, м², в которых происходит накопление воды.

4) Расчёт устройств для сбора и отвода воды при промывки фильтра. Отвод промывной воды с напорного фильтра производится с помощью водосборной воронки.

Диаметр воронки определяют по формуле:

$$d_{\phi} = (0,20 / 0,25) \cdot D_{\phi}$$
$$d_{\phi} = (0,20 / 0,25) \cdot 1 = 0,8 м \quad (9)$$

2.5 Выводы по 2 главе

1. Предложена конструкция напорного фильтра из композитных материалов. Преимущества, которого наглядно показаны в таблицах и описаны в тексте диссертации.

2. Выполнены расчеты предложенной конструкции напорного фильтра, в результате которых предложены фильтры различных габаритных размеров (диаметром от 0,4 м до 3,2 м) для различных технологических решений водоподготовки.

ГЛАВА 3 Особенности предлагаемой конструкции фильтра

После проведения расчетов и получения необходимой информации была предложена следующая конструкция фильтра и принципы работы и промывки, представленная на рисунках 13, 14, 15.

ОПИСАНИЕ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

. Фильтр ФОВ состоит из следующих элементов:

- корпус из стеклопалстика;
- фильтрующий материал (по назначению фильтра);
- поддерживающий слой гравия (для поддержания загрузки);
- электромеханический блок автоматического управления процессом промывки фильтрующего материала;
- дренажно-распределительная система (НРУ и ВРУ).

2. Для сборки фильтра в нем имеются все необходимые отверстия - резьба под НРУ и ВРУ, люк для засыпки фильтрующего материала, крепеж для управляющего устройства.

3. НРУ и ВРУ системы состоят из следующих элементов:

- верхний щелевой экран;
- дренажное устройство в виде шести щелевых лучей.
- вертикальный коллектор;

4. Чтобы Загрузка фильтра при промывке не была вынесена в канализацию используется верхний-щелевой экран. Он также может не использоваться если необходимо большое кол-во воды на промывку фильтра.

5. Управляющее устройство состоит из:

- Программатор, в котором задается время и продолжительность промывки;
- для переключения потоков используется многоходовой клапан, который заменяется устаревшие запорно-регулирующие арматуры.
- Электродвигатель для управления многоходовым клапаном.

6. Фильтр работает по принципу пропуска жидкости через зернистую загрузку. Этот процесс проходит в толще загрузки где происходит сорбция или задержания загрязнений в толще загрузки.

С помощью подачи воды снизу-вверх осуществляется промывка-очистка фильтра, все операции по промывке фильтра происходят автоматически благодаря системе управления, чтобы не использовать промежуточные емкости и насосы.

7. Промывка загрязненного фильтра может быть осуществлена с помощью очищенной воды, при помощи насоса, который включится автоматически от управляющего устройства.

8. После промывки, образовавшаяся вода сбрасывается в системы канализации.

9. Промывка-очистка фильтров происходит в следующем порядке:

- «Шаг 1 – Взрыхление материала, с помощью подачи очищенной или исходной воды снизу-вверх, благодаря чему и происходит очистка фильтрующего слоя.

- «Шаг 2 - Процесс по уплотнению слоя и удаление из него лишней воды и загрязнений. используется прямоток.»

Режим фильтрации

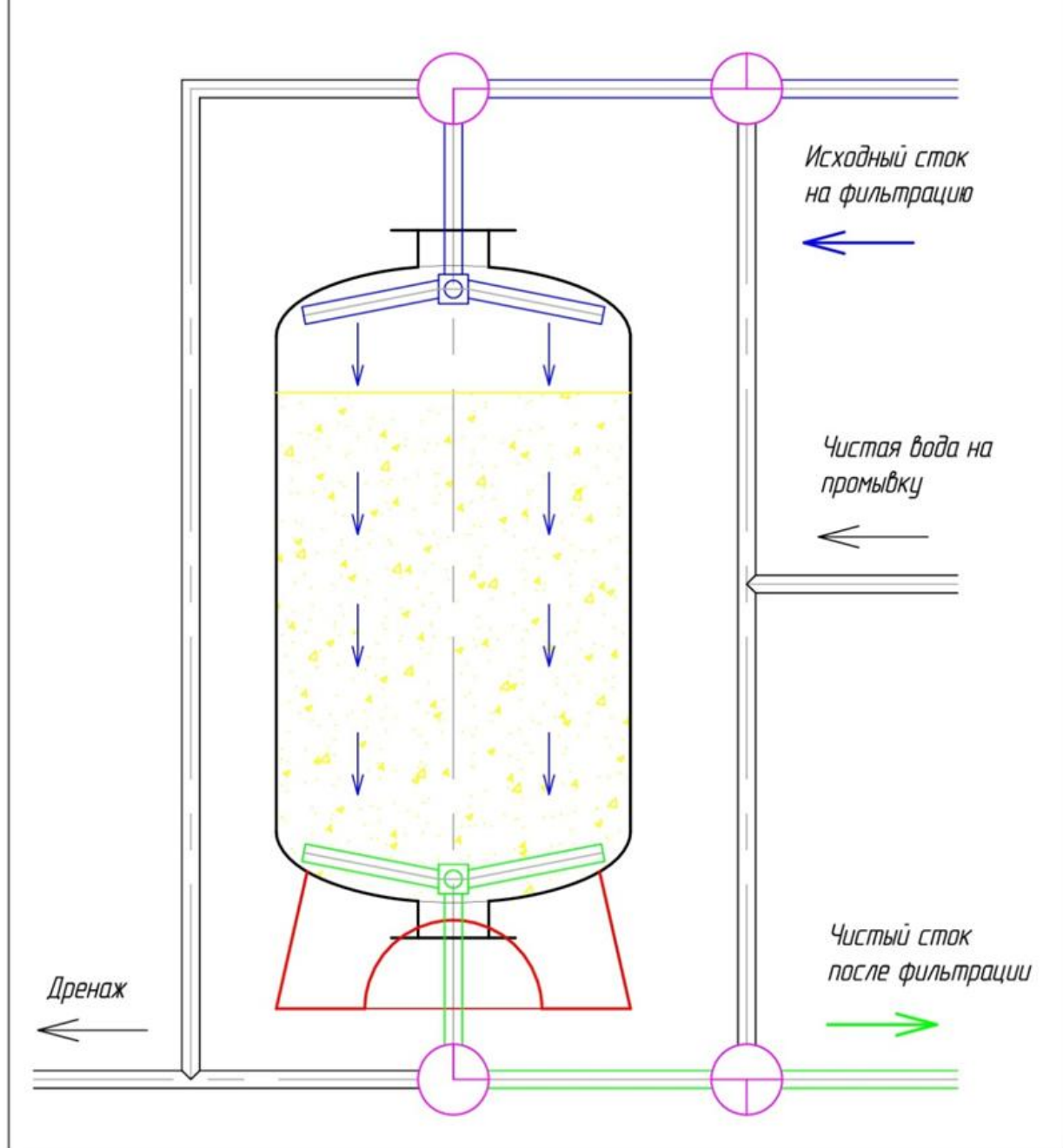


Рисунок 13 – Режим фильтрации

Режим промывки (20 мин / сут)

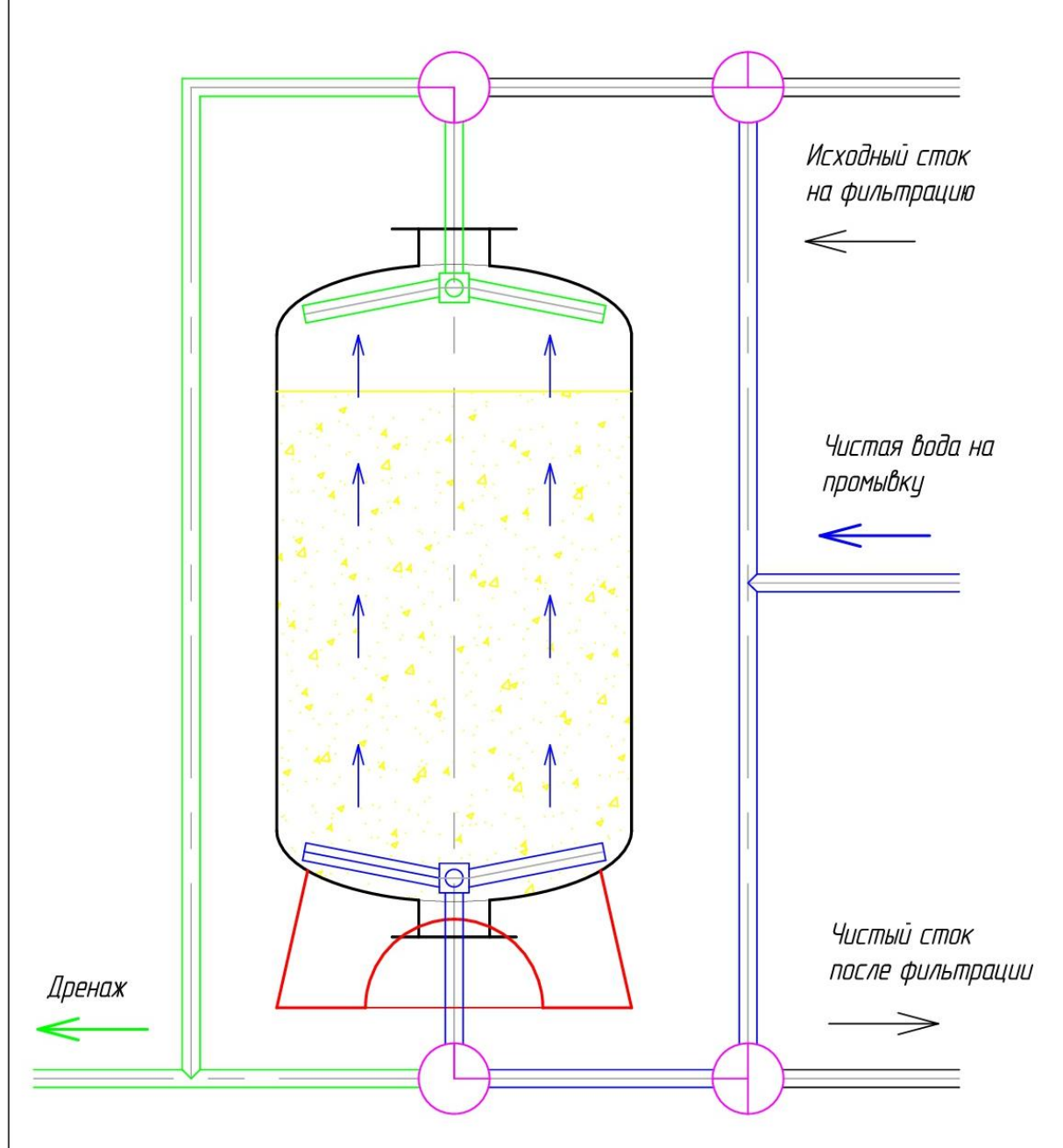


Рисунок 14 – Режим промывки (20 минут/сут)

Режим уплотнения (10 мин / сут)

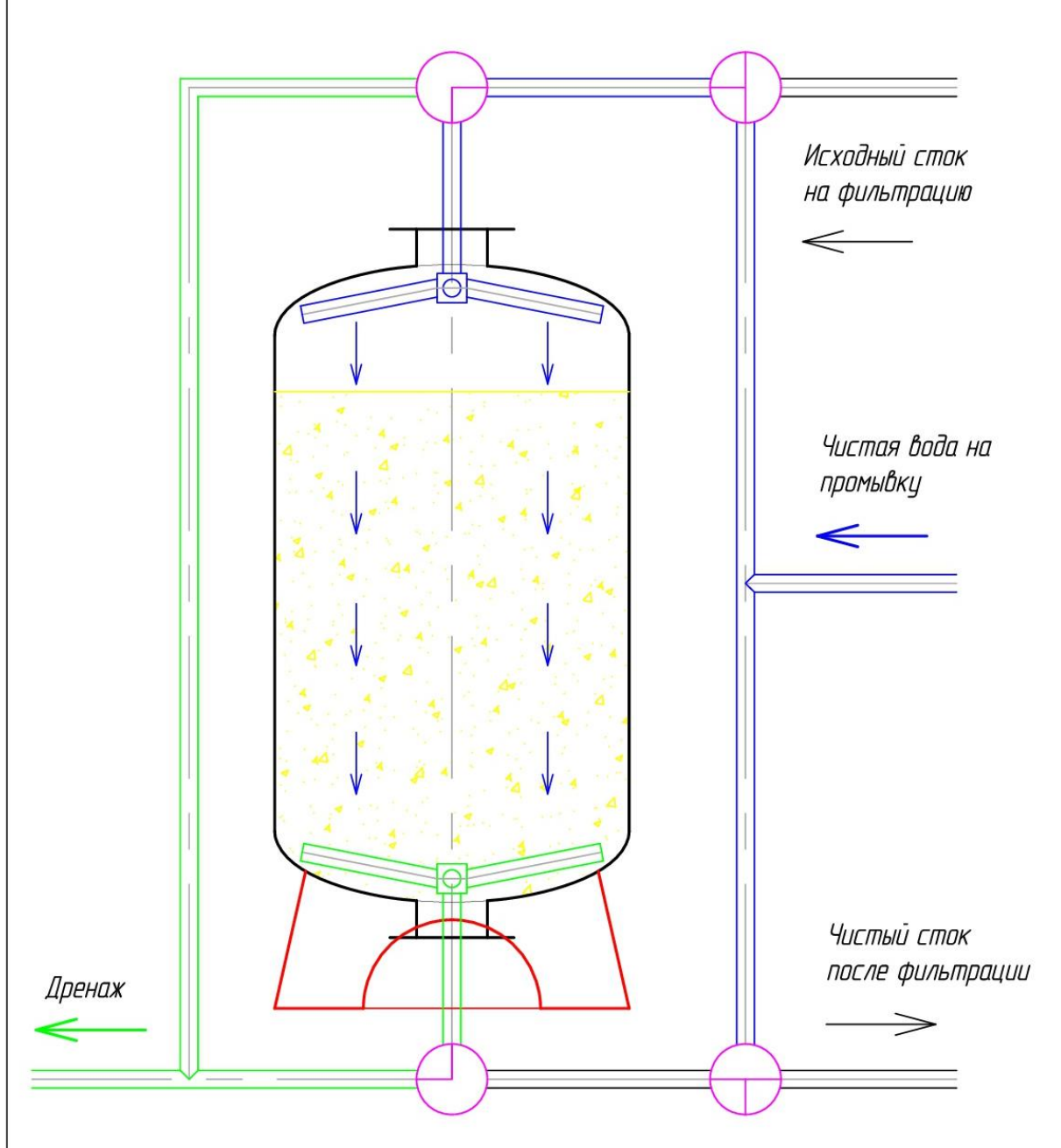


Рисунок 15 – Режим уплотнения (10 минут/сут)

3.1 Отличительные особенности предлагаемой конструкции

Напорный фильтр предлагаемой конструкции имеет минимум металлических элементов. Верхнее и нижнее распределительные устройства изготовлены из высококачественного полимерного материала, поставку осуществляла компания ООО АКВАПОРТ. Были применены лучевые устройства для распределения и улучшения качества очистки, также благодаря маленьким щелям, во время промывки отсутствует вынос дорогостоящей загрузки. В составе фильтра были применены следующие распределительные устройства:

Верхняя распределительная система RSVKO43036 (рис. 16).

Артикул	A	B	C	Проход	Корпус фильтра
RSVKO42024	365	180	63	4" резьба	12"-48"/ ϕ 300-1200mm
RSVKO43036	480	290	63	4" резьба	12"-48"/ ϕ 300-1200mm

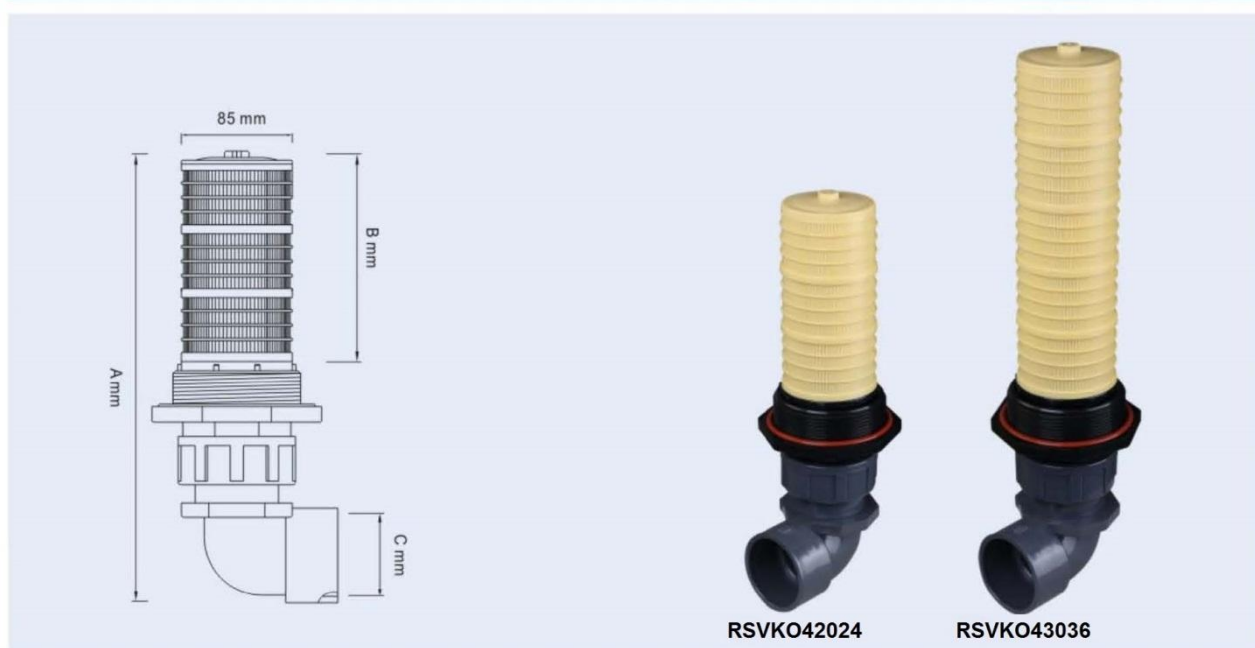
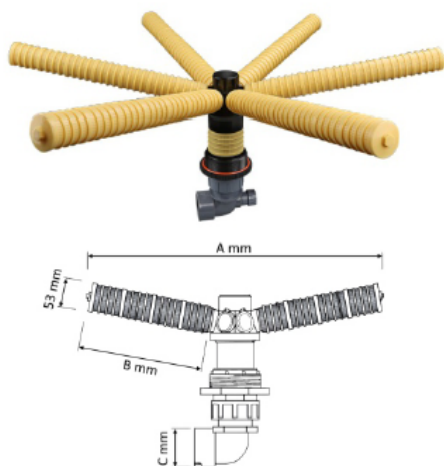


Рисунок 16 – Верхнее распределительное устройство

Нижнее лучевое распределительное устройство RSNLO430-5 (рис. 17).

Нижняя лучевая распределительная система с вакуумным клапаном



- Материал: пластик
- Цвет: желтый
- Соединение: резьба
- Применение: распределение промывной воды по площади фильтра и сбор фильтрованной воды

Артикул	A	B	C	Слот	Фланец	Для корпуса фильтра
RSNLO418-2(5)	310	132	63	0,2/0,25/0,5мм	4"	18"
RSNLO421-2(5)	430	197	63	0,2/0,25/0,5мм	4"	21"
RSNLO424-2(5)	500	227	63	0,2/0,25/0,5мм	4"	24"
RSNLO430-2(5)	620	290	63	0,2/0,25/0,5мм	4"	30"
RSNLO436-2(5)	750	353	63	0,2/0,25/0,5мм	4"	36"

Рисунок 17 – Нижнее распределительное устройство

«Также предусматривается использования управляющего клапана 293 Magnum IT 742 F NUWB, который предназначен для коммутации потоков фильтров безреагентного типа. Производится американской компанией «Pentair Water». Изготавливается из высокопрочного композитного пластика. Устройство клапана: направление потока течения воды изменяется путем переключения клапанов, открывающих или закрывающих каналы. Клапаны под воздействием кулачков, расположенных на кулачковом вале в верхней части блока управления (не в воде, а снаружи), поднимаются или садятся на седло, обеспечивая открытие или закрытие каналов. Всевозможные загрязнения (в том числе песок), проходящие с водой через каналы блока управления, при такой конструкции не могут его повредить. В этом и заключается принципиальное отличие клапанов Pentair от аналогичных изделий других производителей — в них нет трущихся частей в рабочей среде (то есть в воде). Управление режимами работы осуществляется при помощи контроллера Logix 742 по времени. Он позволяет программировать длительность каждого из циклов работы и обеспечивает выходной сигнал. Периодичность настроек регенерации от 2-х раз в сутки до 99-ти дней»



Рисунок 18 –Управляющий клапан 293 Magnum IT 742 F NUWB

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Лёгкий вес и высокая прочность;
- Технология «горячей сварки», опыт работы более 30 лет;
- Уплотнение без трения;
- Длительный сервисный интервал;
- Простота и надежность.

3.2 Рекомендации по монтажу и эксплуатации

1. Температурно-влажностный режим помещения должен соответствовать требованиям, приведенным в таблице.

2. Фильтр необходимо смонтировать рядом с входом и недалеко от подачи воды на объект, после бака аккумулятора (если он нужен) и как можно ближе к системе канализации.

3. Фильтр подключен к трубе источника воды через байпасную линию (перепускной канал), снабженную запорно-регулирующей арматурой, которая, если это нужно, подаст исходную воду потребителю по обходной линии.

4. Во время монтажа фильтра необходимо отсоединить его от труб водоснабжения и систем канализации, все работы необходимо произвести быстро. Также желательно использовать пробоотборники до фильтра и после него.

5. Давление подачи не должно быть больше чем 6,0 кг / см² на протяжении суток иначе необходимо использовать редукционный клапан

6. Количество воды на промывку не может превышать максимальны расход воды на очистку.

7. Для увеличения срока службы блока управления, необходимо исключить попадания в него ржавчины, глины и т.п. Необходимо использовать фтильтр или отстойник для воды используемой для обраной промывки.

8. Сброс промывной воды необходимо осуществлять в систему канализации. Емкость для промывной воды должна быть меньше воды на обратную промывку.

9. Фильтр должен находится не дальше 5м от точки подключения. Если расстояние больше 5 м. то необходимо принимать больший диаметр отводящей трубы. Отводящий трубопровод не должен превышать 10 м.

10. Чтобы газы из канализации не попадали в помещение и не нарушали санитарные требования, сброс воды в систему канализации необходимо совершать через гидрозатвор.

11. Для подключения к электросети необходима евро-розетка с параметрами $220 \pm 10\%$ в, 50 Гц. Во избежание последствий от скачков напряжения, следует применить стабилизатор. Расположение розетки должно быть таким, чтобы исключить попадания на нее воды. Розетки должны быть заземлены.

12. Не рекомендуется использовать вынесенный переключатель отключения фильтра. Лучше использовать общий.

3.3 Основные правила эксплуатации

1. Необходимо следить за работой автоматики и вносить необходимые корректировки в его работу, так например, после сбоя в электроподачи нужно как можно быстрее установить время иначе, промывка фильтра будет в неудобной для вас время

2. Если качество исходной воды или ее объемы меняются, то необходимо как можно скорее внести корректировки в параметры промывки. При не использовании фильтра долгое время, перед запуском необходимо произвести обратную промывку для удаления микрофлоры образующейся в мокрой среде загрузки.

3. Необходимый режим промывок определяется исходя из потребностей водопотребления, и кол-во промывок может варьироваться от 1 раза в сутки до 1 раза в 2 или 3 дня. На это может влиять также качество исходной воды т.п»

3.4 Действие персонала в аварийной ситуации

. Чрезвычайная ситуация может возникнуть в следующих случаях:

- В случае выхода из строя многоходового клапана из-за его механической неисправности или отключения энергопитания блока управления;

- Возможны утечки в местах, где идет соединения многоходового клапана и трубопровода;

- Во время аварий каких-либо инж. систем рядом с фильтром.

2. В чрезвычайной ситуации, вы должны:

- Выключить фильтр, поочередно закрывая краны до и после него, затем открыть байпасную линию для подачи воды в трубопровод водоснабжения объекта.;

- Снизьте давления фильтра, переключив его в режим пол-автоматической промывки или поверните ближний пробоотборник.

- выключите питание фильтра.

3.5 Программа испытаний

Испытания – это один из самых важных и значимых этапов перед запуском любой продукции в производство. Для того чтобы верно и без проблем провести их, нужно выполнить подробную программу и точную методику по которым будут проходить испытания. Данные проверки проводятся, руководствуясь ТЗ, документами от конструкторов, форм нормативных актов, утверждающих порядок испытаний, а также подготовку к ним.

Ко всем видам испытаний, будет это сертифицированное или служащие для утверждения соответствия изделия к обязательным требованиям. Будут применяться стандартные программы и методики. Если необходимо какой-либо новый вид испытаний, оно должно быть разработано и аттестовано.

Программа испытаний основывается на стандартах, изложенных в ГОСТ Р 50554-93 «ПРОМЫШЛЕННАЯ ЧИСТОТА ФИЛЬТРЫ И ФИЛЬТРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ»

- Проверка прочности и герметичности фильтра

Чтобы провести испытания и определить прочность и герметичность, необходимо фильтр полностью заполнить водой. Данную проверку нужно проводить на стенде показанный на Рисунке 18, и должны быть соблюдены значения давления, а также время выдержки. [39]

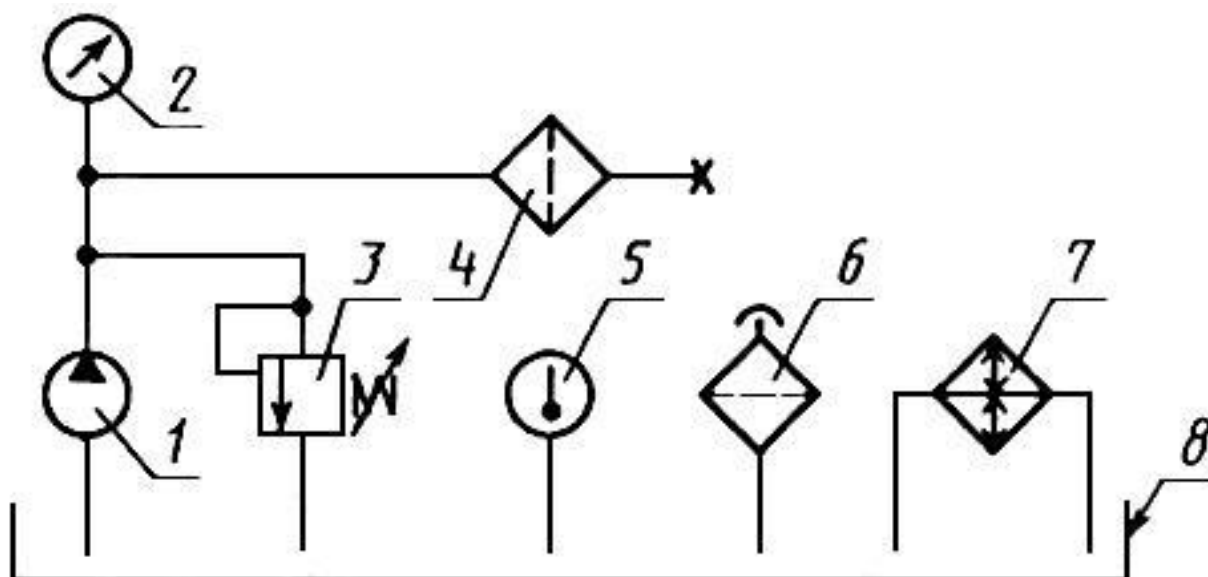


Рисунок – 18 Схема испытания на прочность и герметичность.

Стенд для испытаний состоит из следующих элементов: 1 - насос; 2 - манометр; 3 - предохранительный клапан; 4 - испытуемый фильтр; 5 - термометр; 6 - сапун; 7 - теплообменный аппарат; 8 – бак.

Чтобы испытания считались успешными, по их завершению, не должно быть повреждений, которые можно увидеть, также не допускается нарушение герметичных свойств корпуса, уплотнений и т.п.

Установка (стенд) для испытаний должен обладать способностью плавно изменять расход воды от 0 до максимального показателя, пульсация недопустима, данные изменения в расходе будут влиять на показания перепада давления [39]

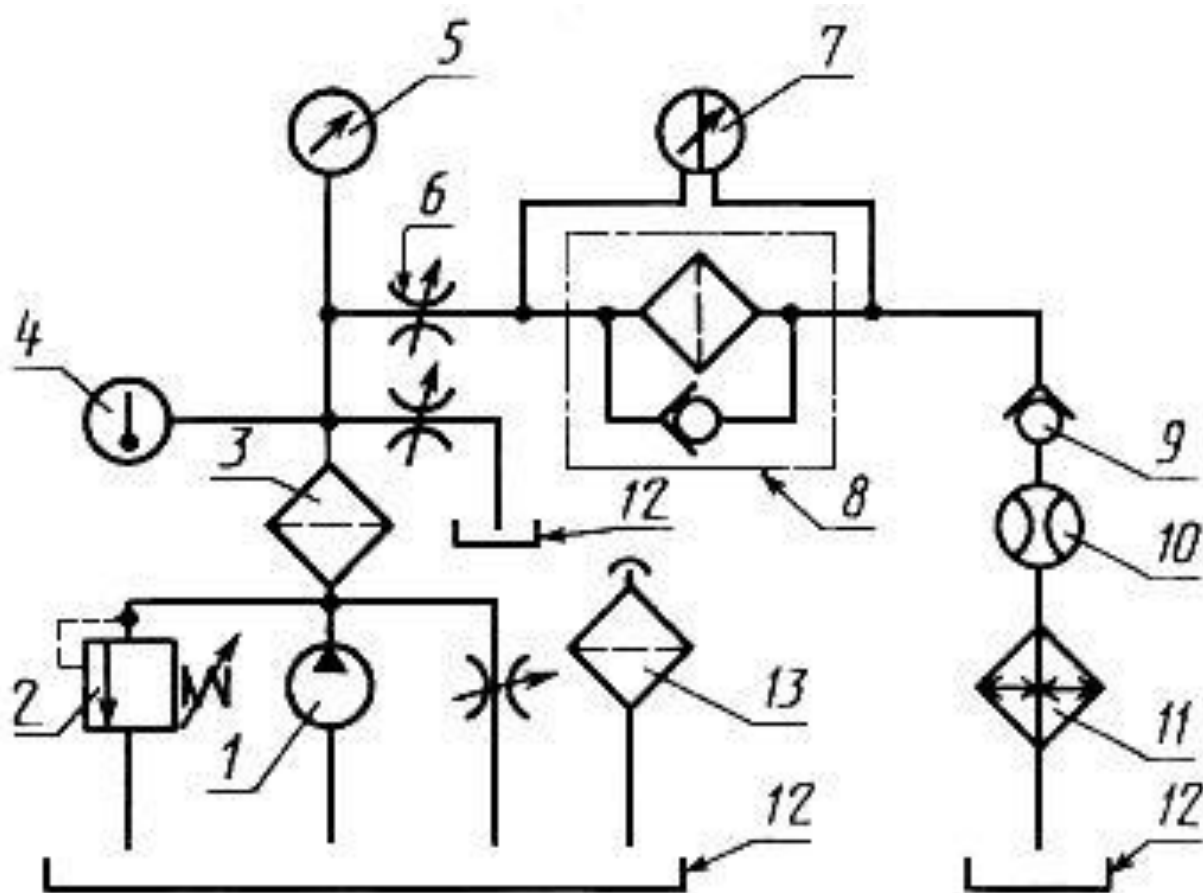


Рисунок 19 – Схема испытаний

Схема испытаний состоит из следующих элементов: 1 - насос; 2 – предохранительный гидроклапан; 3 - технологический фильтр; 4 - термометр; 5 - манометр; 6 - дроссель; 7 - манометр дифференциальный; 8 - фильтр испытуемый; 9 - обратный клапан; 10 - расходомер; 11 - теплообменный аппарат; 12 - гидробак; 13 – сапун.

Фильтр и фильтроэлемент считаются выдержавшими испытания, если номинальный перепад давлений не превышает указанный в НТД на конкретные виды фильтров и фильтроэлементов более чем на 10%. [39]

- Проверка номинальной тонкости фильтрации, абсолютной тонкости фильтрации, коэффициента фильтрования и грязеемкости.

Испытания проводят на стенде, состоящем из системы испытания фильтроэлемента и системы введения загрязнителя.

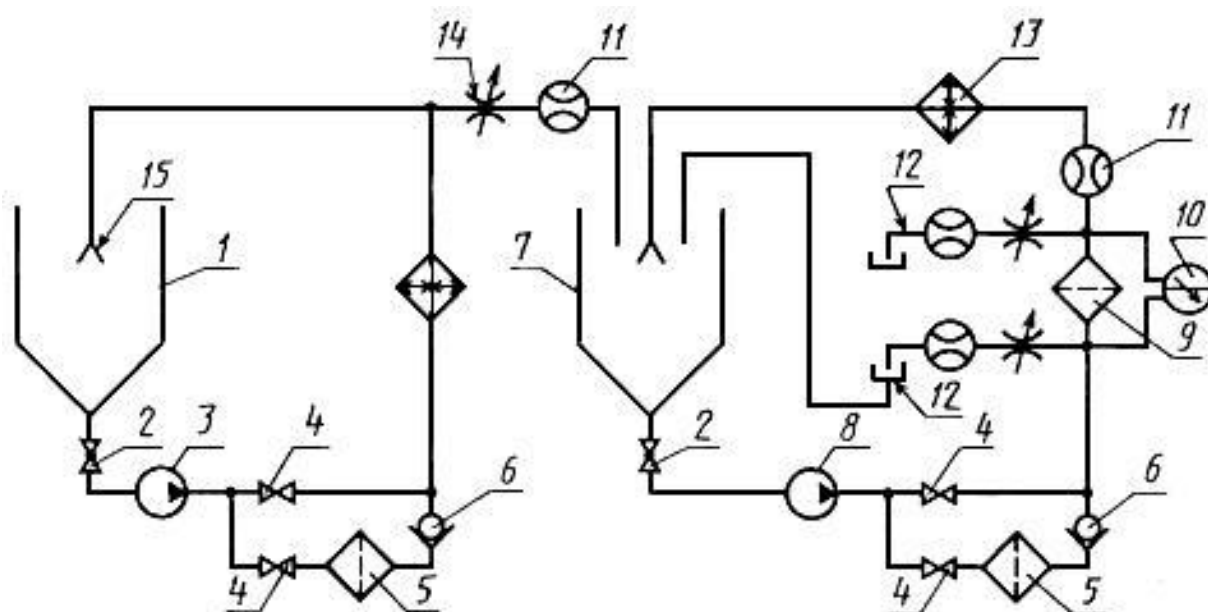


Рисунок 20 – Схема установки для испытаний

1 - гидробак системы введения загрязнителя; 2 - кран; 3 - насос системы введения загрязнителя; 4 - вентиль; 5 - фильтр технологический; 6 - обратный клапан; 7 - гидробак системы испытания фильтра; 8 - насос системы испытания фильтра; 9 - фильтр испытуемый; 10 - манометр дифференциальный; 11 - расходомер; 12 - устройство для отбора проб; 13 - теплообменный аппарат; 14 - дроссель; 15 – диффузор

Опробование систем испытания проводят без фильтроэлемента при минимальном расходе следующим образом. [39]

В рабочую жидкость, имеющую начальный уровень чистоты не более 15 частиц размером более 10 мкм в 1 см ГОСТ Р 50554-93 Промышленная чистота. Фильтры и фильтрующие элементы. Методы испытаний, вводят загрязнитель до массовой концентрации 5 мг/л. [39]

Из получившихся 3-х объемов определить кол-во частиц размерами больше 10мкм и больше 20мкм. [39]

Если отклонения из 3-х выборок не превышают 20% от ср. арифметического, то показатели будут определяться как успешные.

В фильтрующем элементе испытательной установки воду чистят до показателей начальной чистоты не больше пятнадцати загрязняющих частиц вещества с габаритами больше 10мкм в 1см.

После задается нужное количество воды в фильтрующем элементе испытательной системы. [39]

Соединяют корпус и фильтрующий элемент, фиксируют необходимый уровень воды в емкости для установки испытания фильтра и определяют номинальный расход, при этом температура должна быть (40-42 С)

Запускают установку по испытаниям по истечению пятнадцать минут, за которое жидкость проциркулировала до фильтроэлемента, определяют начальную массу концентрации загрязнений.

Засекают время с момента подхода жидкости из системы, где вводится загрязнение и до входа в емкость систему по испытаниям фильтроэлемента.

Берут пробы жидкости из пробоотборников, во время забора проб жидкость направляют в бак испытания, а отфильтрованную жидкость отправляют в емкость для забора пробы.

Из системы где происходит загрязнение, берут пробы. Замеряют и просматривают зависимость загрязнений.

Для завершения испытаний, закрывают поток жидкости к фильтру.

Все пробы, которые отобрали в процессе испытания, проверяются и учитываются на оборудовании.

- Проверка совместимости материала фильтроэлемента с рабочей жидкостью

Данный способ испытаний показывает, как хорошо фильтроэлемент может иметь такую же прочность и после контакта с нужными жидкостями и при повышенных температурах.

Для проведения данного испытания необходим резервуар с жидкостью, которой будет подвергаться воздействию фильтроэлемент. Резервуар должен иметь постоянную температуру с отклонениями не более ± 5 С при неточности измерений температуры ± 1 С.

Фильтроэлементы, которые не смогли выдержать данные испытания, к дальнейшим проверкам не допускаются.

Фильтроэлемент опускают в резервуар с необходимой жидкостью не меньше чем на 72 часа и повышают рабочую температуру на 15 градусов Цельсия, чем максимально-допустимое значение температуры, которая прописана в рекомендациях от производителя.

Примечание - Важность повышения температуры до показателей указанных в рекомендациях от поставщика на 15 градусов позволяет уменьшить по длительность испытаний.[39]

Необходимо подвергнуть фильтр испытаниям на прочности при разнице давлений, а также проверка его характеристик на герметичность, результатом успешных испытаний будут показатели по отсутствию разрушений, и поведение материала при скачках давлений.

- Проверка фильтрующих элементов на прочность при воздействии максимального и разрушающего давления.

Испытание на прочность служит, чтобы определить выдержит ли необходимую разницу макс. и давления, при котором происходит процесс разрушения, а также при нужном направлении течения жидкости. Чтобы провести испытание необходимо воспользоваться стендом (см. Рисунок 21). Спец. корпус фильтра, конструкция которого исключается вариант, что вода

пройдет мимо фильтрующего слоя; жидкость должна быть той, которая будет использоваться на производстве (вода и т.п.); КИП с погрешностью не более 5%. [39]

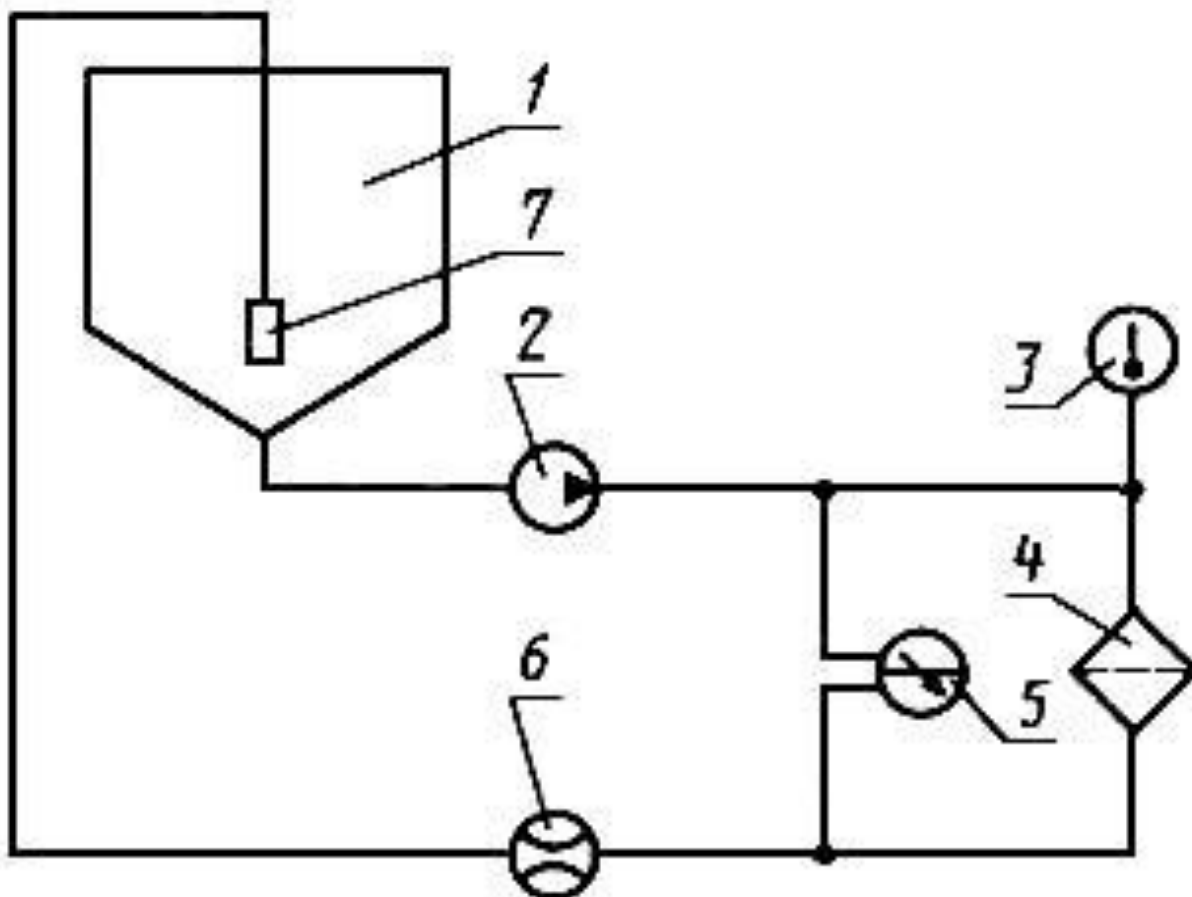


Рисунок 21 – Схема установки для испытаний

1 - бак; 2 - насос; 3 - термометр; 4 - корпус с испытываемым фильтроэлементом; 5 - дифференциальный манометр; 6 - расходомер; 7 - диффузор [39]

3.6 Изготовление опытного образца

Для изготовления опытного образца напорного фильтра производства ООО «ЭКОЛАЙН» было выдано техническое задание и присвоен заводской номер. В производство был выдан корпус размерами Ø800мм Н=1800мм. Корпус изготавливался из стеклопластика по технологии перекрестной машины намотки (рис. 22–28).



Рисунок 22 –Выгрузка корпуса фильтра после намотки



Рисунок 23 –Выгрузка корпуса фильтра после намотки

После изготовления были произведены испытания данного корпуса на способность выдерживать необходимое давление.



Рисунок 24 –Процесс испытания



Рисунок 25 – Процесс испытания



Рисунок 26 –Процесс испытания

Габаритные размеры

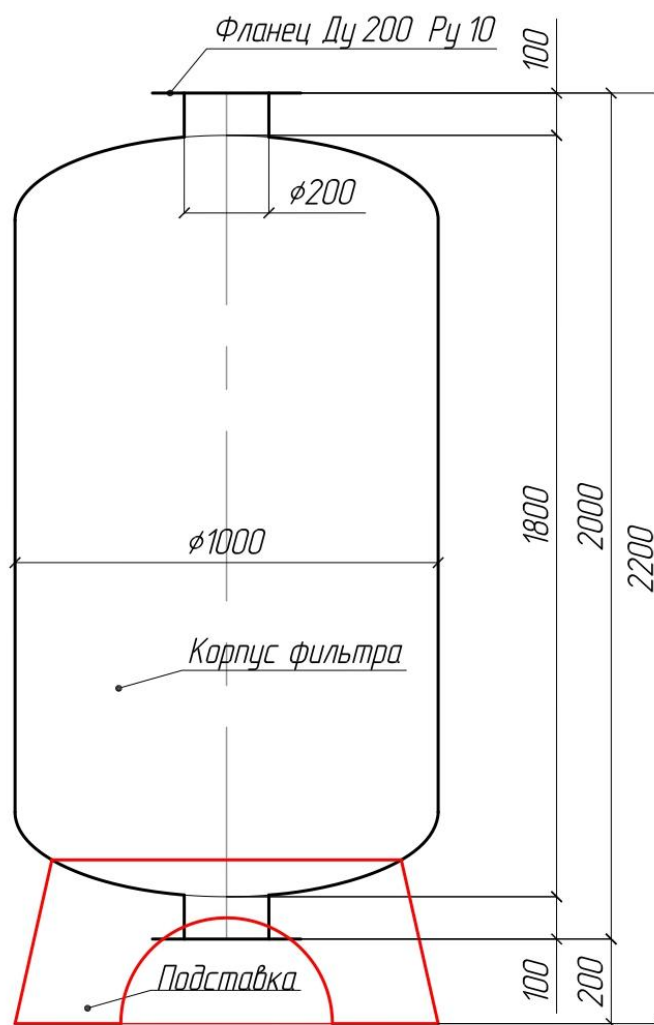


Рисунок 27 – Габаритные размеры фильтра

3.6 Выводы по 3 главе

1. На основе проделанной работы и расчетов параметров напорного фильтра, разработаны техническое задание на изготовление опытного образца, конструкторская документация, инструкция по эксплуатации.

2. Изготовлен корпус фильтра и проведены испытания опытного образца на требуемое рабочее давление.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 В результате изучения, сбора и анализа информации были выявлены основные направления и область применения предлагаемой конструкции напорного фильтра.

2 Корпус предлагаемой конструкции фильтра выполняется из стеклопластика, возможны различные габаритные размеры в широком диапазоне от 0,4 м до 3,2 м.

3 Предложена лучевая конструкция нижнего дренажно-распределительного устройства из полимерных материалов, являющаяся наиболее целесообразной для данной конструкции.

4 Изготовлен опытный образец напорного фильтра из стеклопластика и проведены испытания на требуемое давление.

5 Разработаны рекомендации по монтажу напорного фильтра, а также меры обеспечения безопасности жизни при монтаже корпуса.

6 Выполнены расчеты напорного фильтра, определение размеров и конструктивных особенностей.

7 Была разработана конструктивная схема напорного фильтра и разработана конструкторская документация.

8 Были предложены эксплуатационные и технические рекомендации по обслуживанию данной конструкции фильтра.

Основные положения диссертации опубликованы в статье автора:

Горчаков А.А., Филенков В.М. “ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОРПУСОВ НАПОРНЫХ ФИЛЬТРОВ” в журнале “Наука среди нас”. С. 37-42. (Москва, 2018).

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бахтина И.А. Проектирование и расчёт очистных сооружений водопровода: учебное пособие / И.А.Бахтина: Алт.
2. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ,
3. Кедров В.С., Ловцов Е.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий. Учеб. Для вузов. – М.: Стройиздат, 1989. – 495 с.ил.
4. Mays, L.W.; Koutsoyiannis, D.; Angelakis, A.N. A brief history of urban water supply in antiquity. *Water Sci. Technol. Water Supply* 2007, 7, 1–12.
5. Angelakis, A.N.; Spyridakis, S.V. Major Urban Water and Wastewater Systems in Minoan Crete, Hellas. *Water Sci. Technol. Water Supply* 2013, 13, 564–573.
6. Histoire des Jardins; Ouest, S., Ed.; PREVOT, Philippe: Bordeaux, France, 2006.
7. SAMIRAD. Saudi Arabia Market Information Resource Directory. Available online: <http://www.saudinf.com/index.htm> (accessed on 21 March 2015)
8. Hynynen, A.J.; Juuti, P.S.; Katko, T.S. Water Fountains in the World scape; Hynynen, A.J., Juuti, P.S., Katko, T.S., Eds.; International Water History Association (IWhA): Delft, The Netherlands, 2012.
9. Angelakis, A.N.; Koutsoyiannis, D.; Papanikolaou, P. On the geometry of the Minoan water conduits. In Proceedings of the 3rd IWA International Symposium on Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations, Istanbul, Turkey, 22–25 March 2012; pp. 172–177
10. Evans, S.A. The Palace of Minos at Knossos: A Comparative Account of the Successive Stages of the Early Cretan civilization as Illustrated by the Discoveries, (Vol. I–IV); Macmillan and Co.: London, UK; pp. 1921–1935
11. Angelakis, A.N. The History of Fountains and Relevant Structures in Crete, Hellas. *J. Glob. Environ. Issues* 2015. in Press

12. Angelakis, A.N.; Spyridakis, S.V. The status of water resources in Minoan times: A preliminary study. In *Diachronic Climatic Impacts on Water Resources with Emphasis on Mediterranean Region*; Angelakis, A.N., Issar, A.S., Eds.; Springer-Verlag: Heidelberg, Germany, 1996; Chapter 8; pp. 161–191.
13. Platon, E. Minoan terracotta water spouts. In *Proceedings of the 7th International Congress of Cretan Studies, Rethymnon, Greece, 25–31 August 1991*; pp. 767–775.
14. Angelakis, A.N.; Kavoulaki, E.; Dialynas, M.G. Sanitation and Stormwater and Wastewater Technologies in Minoan Era. In *Evolution of Sanitation and Wastewater Management through the Centuries*; Angelakis, A.N., Rose, J., Eds.; IWA Publishing: London, UK, 2013; Chapter 1; pp. 1–24.
15. Hodge, A.T. *Roman Aqueducts & Water Supply*, 2nd ed.; Gerald Duckworth: London, UK, 2002.
16. Howard Hayes, S. *Etruscan Cities & Rome*; Cornell University Press: Ithaca, NY, USA, 1967; p. 320.
17. Jiao, J.J. A 5600-year-old wooden well in Zhejiang Province, China. *Hydrogeol. J.* 2007, 15, 1021–1029.
18. The Old Han Well Found in the Worksite. *Yeng Zhao Night Daily*, 30 April 2010.
19. Liu, S. A Exploring on Form of Chinese Old Well. *Agric. Archaeol.* 1991. (In Chinese).
20. Antoniou, G.P. Ancient Greek Lavatories: Operation with Reused Water. In *Ancient Water Technologies*; Mays, L.W., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2010.
21. Hellner, N.H. *Κρήνη του Θεαγένους στα Μέγαρα*; Nastou: Athens, Greece, 2009.
22. Pounds, N.J.G. *An Historical Geography of Europe 450 B.C.—A, Parte 1330*; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 1973; p. 475.

23. Pace, P. Gli Acquedotti di Roma; Art Studio S. Eligio: Roma, Italy, 1983; p. 330.
24. De Feo, G.; Laureano, P.; Drusiani, R.; Angelakis, A.N. Water and wastewater management technologies through the centuries. Water Sci. Technol. Water Supply 2010, 10, 337–349.
25. Castellani, V.; Dragoni, W. Opere Idrauliche Ipogee nel Mondo Romano: Origine, Sviluppo e Impatto nel Territorio. L'UNIVERSO 1989, LXIX, 100–137. (In Italian).
26. Andersen, T.B.; Jensen, P.S.; Skovsgaard, C.S. The Heavy Plough and the Agricultural Revolution in Medieval Europe; Discussion Papers on Business and Economics, No. 6/2013; University of Southern Denmark: Copenhagen, Denmark, 2013; p. 69.
27. Splash pad [Электронный ресурс] / Статья// Wikipedia. 2016. Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Splash_pad
28. Dawn Klingensmith. Splashing Around [Электронный ресурс] / Статья // Recreation Management. 2009. Режим доступа: <http://recmanagement.com/200904fe01.php>
29. Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: издание второе, переработанное и дополненное. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2003. -288 с.
30. Абрамов Н.Н. Надежность систем водоснабжения. –М.:Стройиздат, 1979. – 231 с.
31. Водоснабжение населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика/ Под ред. И.А. Назарова. – М.:Стройиздат, 1976. -248 с.
32. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений: Справочник монтажника / Под ред. А.С. Москвитина. – М.:Стройиздат, 1979. – 430 с.

- 33.Соколов Л.И., Зотикова Д.И., Дубский Н.Н. Пособие по выбору площадок (трасс) под новое строительство (реконструкцию) объектов и сооружений. – Вологда: ВГТУ, 1996. – 56 с.
- 34.СП 73.13330.2016 (СНиП 3.05.01-85) Внутренние санитарно-технические системы зданий. Госстрой России. – Введ. 01.04.2017г.
- 35.Калицун В.И. Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учебник для вузов / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю.М. Ласков, П.В. Сафонов. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.:Стройиздат, 1980. – 359 с., ил. – Загл. 2-го изд.: Основы гидравлики, водоснабжения и канализации.
- 36.Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под. Ред. М.О.Штейнберга. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.: ил.
- 37.Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения: Справочник / Под. Ред. В.Д. Дмитриева, Б. Г. Мишукова, - 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Стройиздат, Ленингр. Отд.ние, 1988. 383 с., ил.
- 38.Программа подбора насоса Grundfos – WinCAPSver 2013.01.087 RU_DVD [Электронный ресурс]. – 2016- Режим доступа: <http://product-selection.grundfos.com/front-page.html?%3Ftime=1465173918123&qcid=109063995>
- 39._ГОСТ Р 50554-93. Промышленная чистота. Фильтры и фильтрующие элементы. Методы испытаний. – Введ. 2004–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 47 с.
40. Antoniou, G.P. Ancient Greek Lavatories: Operation with Reused Water. In Ancient Water Technologies; Mays, L.W., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2010.
- 41.Andersen, T.B.; Jensen, P.S.; Skovsgaard, C.S. The Heavy Plough and the Agricultural Revolution in Medieval Europe; Discussion Papers on Business and Economics, No. 6/2013; University of Southern Denmark: Copenhagen, Denmark, 2013; p. 69.