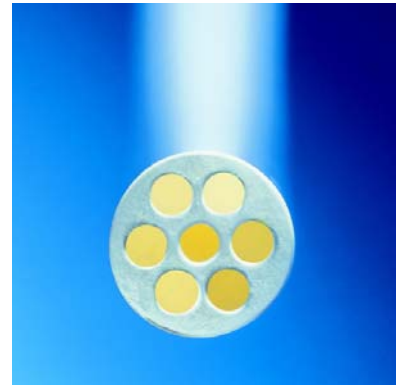




KAUFMANN
technology

Ультрафильтрация

Руководство по эксплуатации





Содержание

2 Введение в ультрафильтрацию	9
2.1 Основы ультрафильтрации	9
2.2 Типы мембран для ультрафильтрации	10
2.3 Расчет основных параметров ультрафильтрации	14
3 Технология ультрафильтрации	
3.1 Общие сведения	19
3.2 Технология с многоканальными (Multibore®) волокнами	21
3.3 Технология модулей «dizzer®»	23
3.4 Селективность	27
4 Технология ультрафильтрации	
4.1 Общие положения	30
4.2 Предподготовка	31
4.3 Режимы работы	31
4.4 Стойка dizzer®	39
4.5 Типичные схемы управления процессом (P&ID) и последовательности срабатывания клапанов	41
5 Технические спецификации	58
6 Инструкция по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию	61
7 Примеры реализованных систем ультрафильтрации	75



KAUFMANN
technology

Dizzer и Multibore - совершенное сочетание

Комбинация многоканальных мембран Multibore® и модулей dizzer® дает следующие преимущества нашим потребителям: оптимизированное распределение потока, эффективность очистки, возможность реализации различных режимов работы при очень низких давлениях. Все это гарантирует постоянство получения воды высокого качества. Более того, для наших модулей требуется меньшее количество трубопроводной и запорной арматуры, они занимают меньшие площади, что приводит к уменьшению инвестиционных затрат. Эти факторы делают нашу продукцию привлекательной как для использования в частных домах, так и для муниципального и промышленного применения. Являясь независимым поставщиком компонентов систем ультрафильтрационной подготовки, мы не настаиваем на строго определенном дизайне установки и не соревнуемся с существующими OEM производителями. Мы лишь предлагаем нашим потребителям оптимальную по стоимости продукцию высочайшего технического уровня. Наша продукция станет стандартом в технологиях очистки воды - не больше, не меньше.





2. Введение в ультрафильтрацию

2.1 Основы ультрафильтрации

В системах водоподготовки используются мембраны различной селективности. Так, обратноосмотические и нанофильтрационные мембраны используются для удаления растворенных в воде химических веществ, в то время как микрофильтрационные и ультрафильтрационные мембраны служат для удаления более крупных объектов, например макроскопических частиц и микроорганизмов, что наглядно показано на рисунке 2-1.

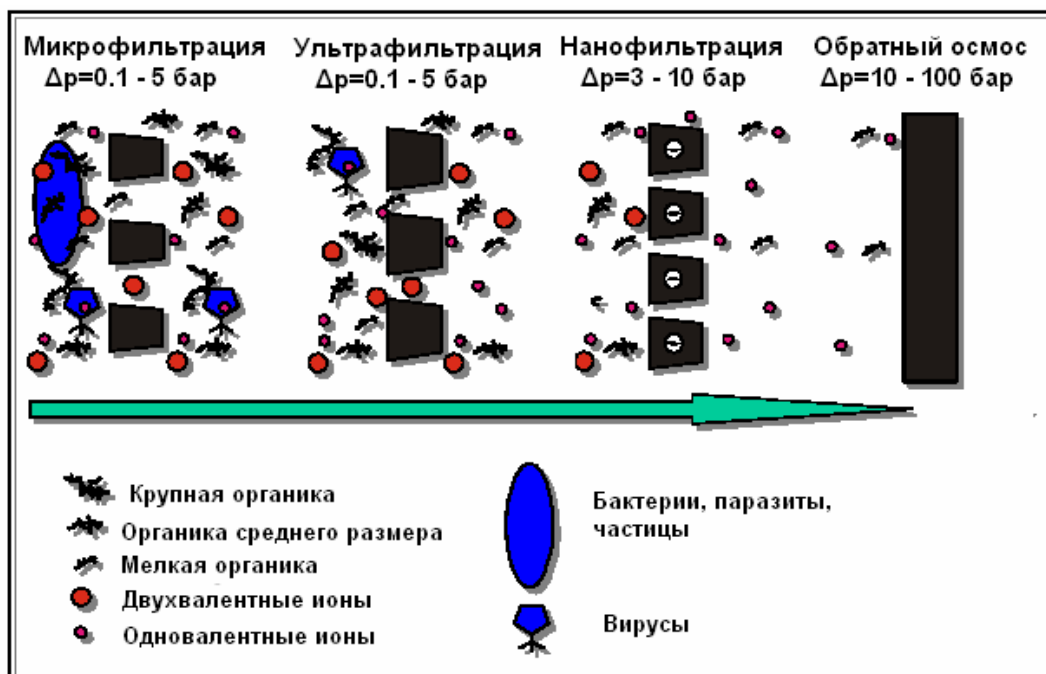


Рисунок 2-1. Спектр фильтрования

Обычно, в промышленных и муниципальных установках ультрафильтрации используются мембраны с размером пор около 0.02 микрон. Установки ультрафильтрации очищают воду от частиц, бактерий и вирусов, размеры которых превышают размеры пор мембраны. Стоит отметить, что системы микрофильтрации удаляют из воды лишь небольшое количество вирусов, не обеспечивая, таким образом, эффективный вирусный барьер. Механизм разделения методом ультрафильтрации и/или микрофильтрации отличается от принципов работы обычных устройств (или оборудования) для очистки воды, таких, например, как засыпные фильтры. Засыпные фильтры имеют существенно больший номинальный размер пор и их работа основана на механизме гравитационного фильтрования.



По сравнению с обычным фильтрованием, при ультрафильтрации и микрофильтрации реализуется механизм отделения загрязнений на поверхности мембраны, этот процесс подобен тонкому просеиванию на сите с порами практически одинакового размера. Любая частица, размер которой превышает размер пор, отсекается. Это обстоятельство делает ультрафильтрацию чрезвычайно привлекательной технологией, т.к. качество обработанной воды удовлетворяет определенным абсолютным критериям и не зависит от качества исходной воды при условии сохранения целостности мембраны. Кроме высокой эффективности очистки и ее абсолютного характера для частиц, превышающих размер пор мембраны, ультрафильтрационное оборудование становится все более компактным, установки водоподготовки на его основе становятся все более высокоавтоматизированными и требуют все меньших затрат химических реагентов.

2.2 Типы мембран для ультрафильтрации

В системах водоподготовки могут использоваться ультрафильтрационные мембраны различных типов.

Одноканальные /Многоканальные

Ультрафильтрационные мембраны изготавливают в виде плоских листов, или же - полых волокон. Мембраны первого типа используются, например, для обработки сильнозагрязненных сточных вод, мембраны с полыми волокнами используются в системах водоподготовки.

В большинстве случаев для ультрафильтрации применяются одноканальные волокна с внутренним диаметром 0.8 мм или меньше, для исходной воды с высоким содержанием взвешенных твердых веществ используются волокна с большим внутренним диаметром - до 1.5 мм.

Размер диаметра волокон является компромиссом между требующейся высокой плотностью упаковки, простотой обратной промывки, малой загрязняемостью, уровнем эксплуатационных затрат, высокой проницаемостью, и в то же время высокой механической прочностью, что обеспечивает целостность мембраны. Механическая целостность мембраны является критическим фактором и напрямую зависит от наличия поврежденных волокон. Вследствие их размеров, одноканальные волокна особенно хрупки к нагрузкам, которым они подвергаются во время частых циклов обратных промывок.

Для многоканальных (Multibore®) волокон возможность их повреждения исключается, так как каждое волокно состоит из 7 капилляров с внутренним диаметром 0.9 мм, что существенно увеличивает механическую прочность и гарантирует целостность мембраны.



Химия волокон ультрафильтрационных мембран

Коммерческие ультрафильтрационные мембраны охватывают диапазон от полностью гидрофильных до полностью гидрофобных, причем полиэстерсульфон (PES) занимает промежуточное положение. Характеристики полиэстерсульфона (PES) делают этот материал идеальным для смешивания с другими полимерами, при этом требуемым образом могут изменяться свойства мембраны. При смешивании с гидрофильными полимерами гидрофильность полиэстерсульфона (PES) повышается, достигая качеств мембран из ацетата целлюлозы. При этом получаемый материал лишен таких недостатков, как высокое биозагрязнение и малый диапазон допустимых значений величины pH, что приводит к сложности очистки мембран. Полиэстерсульфон (PES) стоек к высоким концентрациям хлора. Также данный материал стоек к изменениям величины pH в диапазоне от 1 до 13, в результате чего может эффективно проводится очистка мембран как от неорганических, так и органических веществ. Загрязнение, вызванное растворенной органикой, может быть эффективно удалено при обратной промывке с величиной pH, равной 12 или больше.

Подача исходной воды изнутри/выход фильтрата снаружи

Обычно исходная вода вводится внутрь капилляров волокон, при этом фильтрат отводится с их внешней стороны (режим «in-out»). Однако, подача исходной воды может осуществляться снаружи мембран, при этом фильтрат будет выходить из капилляров.

При обратной промывке направления потоков меняются на противоположные (по сравнению с режимом фильтрования). На внешней поверхности волокон во время обратной промывки достигается большая скорость потока. Это обеспечивает выравнивание распределения потока вдоль всей длины волокна, что повышает эффективность удаления загрязнений из капилляров. При конфигурации «in-out» объем использованной загрязненной воды оказывается очень маленьким, так как питающая вода проникает внутрь волокон, и заполняя объем существенно меньший наружного. При этом оказывается экономически выгодно производить обратные промывки через относительно короткие интервалы, предотвращая образование загрязняющего слоя. Результатом этого является малое рабочее давление и очень редкие офф-лайн химические мойки мембран. Более того, поток обратной промывки может быть полностью сброшен через капиллярные каналы.

Напорные/ погружные

При напорном режиме работы ультрафильтрационного модуля, мембраны заключены в кожух. Вода на модуль может подаваться при помощи нагнетающего насоса.

Погружная система обычно представляет из себя мембраны, погруженные в



открытый бак. Со стороны фильтрата прикладывается вакуум, заставляя фильтрат протекать через мембрану. Погружные мембраны обычно работают при меньших скоростях потока.

При работе под давлением, необходима меньшая площадь мембран вследствие больших скоростей потока, кроме того, такая система может доставляться к месту эксплуатации почти полностью собранной.

Техническое обслуживание, замена элементов и очистка на месте проще выполняется для погружной системы, вследствие простого доступа к мембранам.

Вертикальная/горизонтальная установка

В первых ультрафильтрационных системах конструкция установок предполагала размещение модулей установке аналогичное установкам обратного осмоса/нанофильтрации. В одном корпусе (фильтродержателе) помещались до 4-х модулей. Питающая вода подавалась с обоих концов одновременно, образуя «мертвую зону» в центре. Однако дизайн, когда элементы располагались горизонтально, имел несколько серьезных недостатков. Самый серьезный недостаток - малая эффективность обратной промывки из-за невозможности достижения равномерного потока по всей длине корпуса. Кроме того, отсутствовала возможность производить промывку в «мертвой зоне» в центре фильтродержателя, где скапливалась основная масса загрязнений. В случае механического повреждения одного из 4 мембранных модулей, находящихся в одном корпусе, проблема идентификации дефектного модуля становилась весьма трудоемкой. Кольцевые прокладки для герметизации стыков между модулями таили в себе потенциальную угрозу протечек.

При вертикальной конфигурации (с одним или двумя модулями) питающая вода подводится в нижнюю или в верхнюю часть модуля, промывная вода отводится с соответствующего противоположного конца, одновременно или попеременно. Доступ к модулю прост, модуль легко может быть извлечен для технического обслуживания. Двухмодульная стойка занимает аналогичную или даже меньшую площадь по сравнению с горизонтальной установкой. Другое преимущество вертикального расположения заключается в легкости проведения так называемого воздушного теста целостности мембран, так как вентиляция вертикальной системы легче, а возможность механического повреждения вследствие гидравлического удара минимальна (для горизонтальной системы проведение указанного воздушного теста является сложной задачей).



Тупиковый режим / Режим тангенциального фильтрования

Фильтрация на полволоконных ультрафильтрационных мембранах может осуществляться в двух режимах:

1. тупиковый режим
2. режим тангенциального фильтрования

В тупиковом режиме фильтрования вся вода, подающаяся на мембрану фильтруется через нее.

Все загрязнения, содержащиеся в исходной воде, накапливаются на поверхности мембраны и удаляются при проведении промывки обратным током, см. рис. 2-2

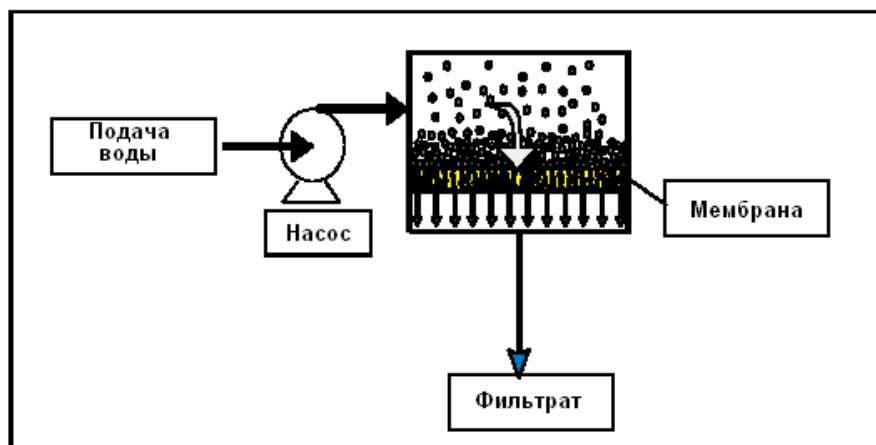


Рисунок 2-2. Тупиковый режим фильтрования

Тупиковый режим применяется в большинстве случаев, относящихся к водоподготовке, т.к. содержание взвесей в основной массе источников водоснабжения значительно ниже, чем в таких традиционных областях применения тангенциального режима фильтрования, как концентрирование крахмала и белков.



Иногда в процессах ультра/микрофльтрации используется режим тангенциального фильтрования для предотвращения чрезмерного роста отложений на поверхности мембраны. Диаграмма потоков при таком режиме проиллюстрирована на рис. 2-3. Высокие скорости тангенциального потока создают турбулентности в канале подачи воды, обеспечивая высокую эффективность очистки поверхности от накопленных загрязнений, что особенно эффективно для воды с высоким содержанием нерастворимых взвесей. Основной же недостаток такой системы - необходимость использования дополнительного мощного насоса для обеспечения требуемой скорости потока и трубопроводов обвязки, что приводит к увеличению капитальных и энергозатрат.

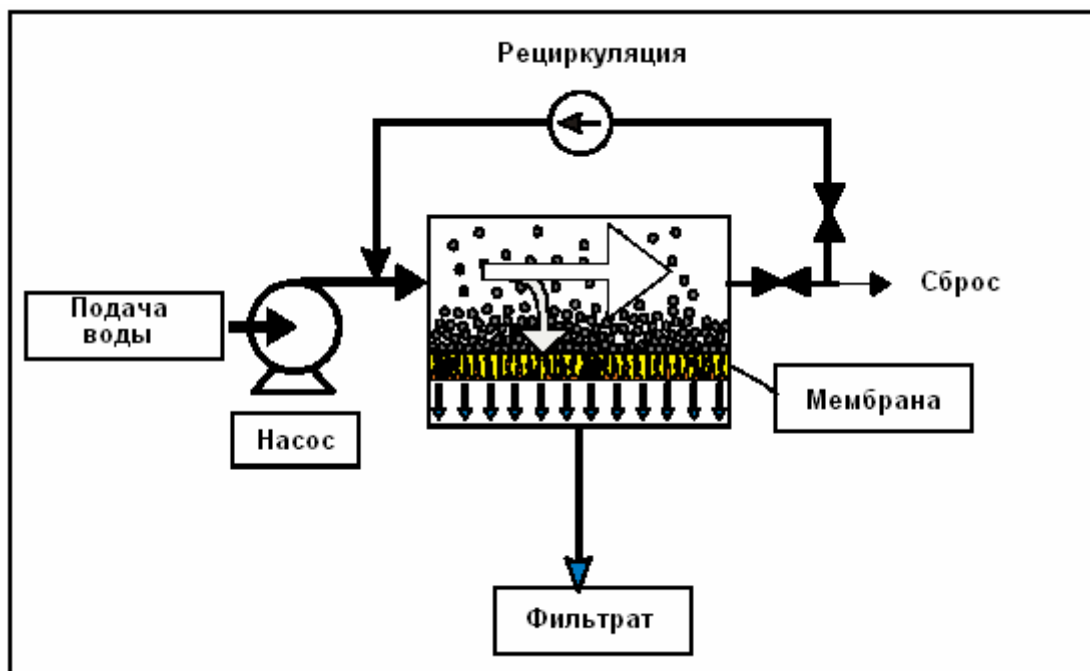


Рисунок 2-3. Режим тангенциального фильтрования

2.3 Расчет основных параметров ультрафльтрации

Селективность

Селективность (R) - отношение концентрации ингредиентов в фильтрате, к их концентрации в исходной воде, подаваемой на мембрану, выраженное в %.

$$R = (1 - C_{\text{фильтрата}}/C_{\text{входа}}) * 100\%$$

Где R - величина селективности в %, C - соответствующие концентрации, например в ед. мг/литр.



Так как для ультрафильтрационных мембран селективность по вирусам и бактериям очень велика, то она (селективность) указывается в логарифмической шкале. Например, селективность 99.999% соответствует селективности 5 log. При помощи следующей формулы селективность в % может быть преобразована в логарифмическую селективность:

$$R = \left(1 - \frac{1}{10^{\log}}\right) * 100\%$$

Расход фильтрата

Фильтрат также иногда называют пермеатом. Расход фильтрата - объем фильтрата в единицу времени.

$$V'_{\text{фильтрата}} = \frac{V_{\text{фильтрата}}}{t}$$

$V'_{\text{фильтрата}}$ = расход фильтрата [например, литры/секунду, м³/час]

V = объем фильтрата [литры, м³]

t = время [секунды, часы]

Удельный расход

Удельный расход - расход фильтрата через м² площади мембраны.

Величина удельного расхода определяется качеством питающей (исходной) воды. Чем лучше качество питающей воды, тем больше величина удельного расхода. Таким образом, определяется величина необходимой площади мембран. Параметр «удельный расход» является одним из важнейших для установок ультрафильтрации.

$$J' = V'_{\text{фильтрата}} / A, \text{ где}$$

J' = удельный расход [например литр/м²/час]

V' = расход фильтрата [например литров/секунду, м³/час, литров/час]

A = площадь мембраны [например, м²]



Перепад давления на мембране

Перепад давления на мембране (TMP)

- это разность между средним давлением со стороны питающей воды и со стороны пермеата.

$$(TMP) = (P_{\text{исх. воды}} + P_{\text{концентрата}}) / 2 - P_{\text{фильтрата}}$$

TMP = перепад давления на мембране [бар, МПа]

$P_{\text{исх. воды}}$ = давление со стороны подачи исходной воды [бар, МПа]

$P_{\text{концентрата}}$ = давление со стороны концентрата [бар, МПа]

$P_{\text{фильтрата}}$ = давление со стороны фильтрата [бар, МПа]

Проницаемость

Проницаемость (P) - это отношение удельного расхода фильтрата к перепаду давления на мембране. Этот параметр служит для оценки работы мембраны или мембранного процесса.

$$P = J' / TMP$$

P = проницаемость [например литр/м²/час/бар, литр/м²/час/МПа]

J' = удельный расход [например, литр/м²/час]

TMP = падение давления на мембране [бар, МПа]

Нормализованная проницаемость

Так как проницаемость зависит от температуры воды, этот параметр быть нормализован для сравнения производительности на протяжении определенного промежутка времени. Это делается при помощи поправочного температурного коэффициента. Нормализованная проницаемость вычисляется следующим образом:

$$P_{20^\circ\text{C}} = P / TK_{20^\circ\text{C}}$$

$P_{20^\circ\text{C}}$ = проницаемость [литр/(м²*час*бар)] при 20 °С

$TK_{20^\circ\text{C}}$ = температурный поправочный коэффициент



Изменение проницаемости является следствием изменения вязкости воды в зависимости от температуры. Предполагая, что течение жидкости через поры подчиняется зависимости Хагена-Пуазейля, температурный поправочный коэффициент можно записать как:

$$TK_{20^{\circ}C} = \eta(20^{\circ}C) / \eta(T), \text{ где}$$

$TK_{20^{\circ}C}$ = температурный поправочный коэффициент для проницаемости при $20^{\circ}C$,
 η = динамическая вязкость [Pa s]

$$\eta = (17,91 - 0,60 \cdot T + 0,013 \cdot T^2 - 0,00013 \cdot T^3) \cdot 10^{-4}$$

(Weast, R.C. et al. „Handbook Chemistry and Physics“, CRC Press, Boca Raton (USA), 1990)

Фактически, представленное выше уравнение может давать небольшую неточность. Это связано с тем, что структура мембраны также изменяется при изменении температуры. В связи с этим для модулей типа «dizzer®» вводится особый температурный поправочный коэффициент:

$$TK_{20^{\circ}C} = \exp(0.019 \cdot (T - 20)), \text{ где } T \text{ в ед. } ^{\circ}C$$

График зависимости температурного поправочного коэффициента представлен на рис. 2-4:

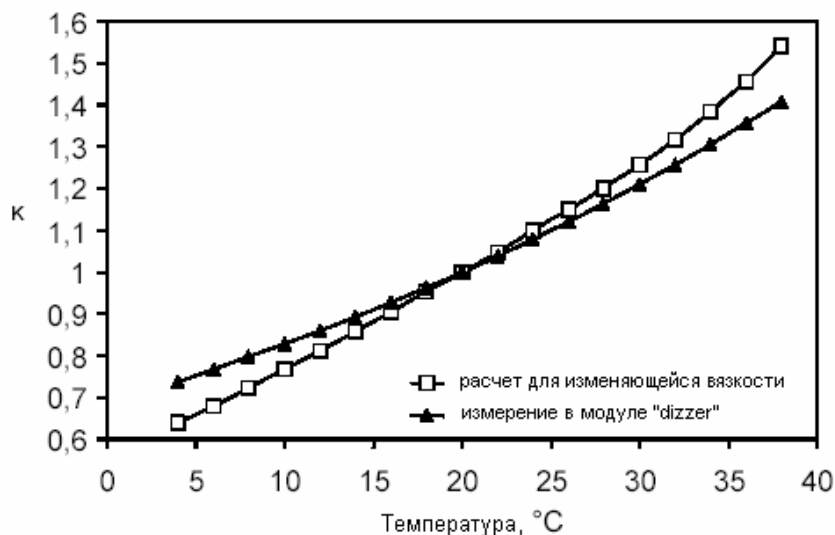


Рисунок 2-4. Температурный поправочный коэффициент



Гидравлический КПД

Гидравлический КПД процесса ультрафильтрации определяется как отношение потока фильтрата к суммарному потоку подаваемой на установку исходной воды. Чем чаще для установки проводится процедура обратной промывки, тем более низкий гидравлический КПД установки.

$$КПД = \frac{(V'_{\text{фильтрата}} * t_{\text{фильтрата}} - V'_{\text{обр. промывки}} * t_{\text{обр. промывки}})}{(V'_{\text{фильтрата}} * t_{\text{фильтрата}} + V'_{\text{прям. промывки}} * t_{\text{прям. промывки}})} * 100\%$$

КПД = Гидравлический КПД [%]

$V'_{\text{фильтрата}}$ = расход фильтрата [например, м³/час]

$V'_{\text{обр. промывки}}$ = расход обратной промывки [например, м³/час]

$V'_{\text{прям. промывки}}$ = расход прямой промывки [например, м³/час]

$t_{\text{фильтрата}}$ = время (продолжительность) фильтрования [например, часов]

$t_{\text{обр. промывки}}$ = время обратной промывки [например, часов]

$t_{\text{прям. промывки}}$ = время прямой промывки [например, часов]

Если для системы не проводится прямая промывка, уравнение упрощается:

$$КПД = \frac{(V'_{\text{фильтрата}} * t_{\text{фильтрата}} - V'_{\text{обр. промывки}} * t_{\text{обр. промывки}})}{V'_{\text{фильтрата}} * t_{\text{фильтрата}}} * 100\%$$



3. Технология ультрафильтрации

3.1 Общие сведения

В технологии ультрафильтрации используются полностью оснащенные напорные модули в корпусах и с концевыми крышками. Каждый отдельный модуль монтируется вертикально в стойку. Мембраны выполнены из многоканальных волокон (Multibore®). Волокна изготавливаются из модифицированного полиэстерсульфона. В рабочем режиме фильтрации вода проходит с внутренней стороны волокон наружу.

Ниже дан краткий обзор преимуществ технологии ультрафильтрации. Более детальное описание дано в следующих частях.

Многоканальное (Multibore®) волокно

Отсутствием разрывов волокон (внутри каждого из которых находятся 7 капилляров), благодаря их исключительной механической прочности гарантируется:

- Полная защита фильтрата от проникновения вирусов и бактерий, что обеспечивает повышенную защиту последующих ступеней обработки воды
- Сокращение эксплуатационных затрат и увеличение производительности, т.к. не возникает необходимости в ремонте мембран

Минимизация загрязнения, благодаря:

- Увеличенному внутреннему диаметру капилляров (0.9 мм), что обеспечивает возможность обработки вод с высоким содержанием взвесей при меньшем перепаде давления и улучшенном распределении исходной воды вдоль волокна.
- Возможности проводить обратные промывки при больших давлениях и скоростях потока (что является следствием высокой механической прочности волокон)
- Высокой гидрофильности материала волокон (модифицированный полиэстерсульфон)



Конструкция модуля «dizzer®»

Гидродинамически оптимизированный дизайн:

Отвод фильтрата и ввод воды для обратной промывки осуществляется через несоосный кольцеобразный зазор между кожухом и распределительной трубой. Этим обеспечивается практически постоянное значение радиальной скорости потока в поперечном сечении модуля. В результате:

- минимизируются загрязнения, благодаря эффективности импульса обратной промывки по всей площади сечения модуля
- гарантируется целостность модуля, т.к. не используются кольцевые уплотнения для разделения исходной воды и фильтрата
- уменьшенные механические нагрузки на волокна обеспечивают их долгий срок службы.

Другие инновационные характеристики дизайна модуля:

- Уменьшенная высота стойки, т.к. все три присоединительных порта смонтированы горизонтально
- Простой метод контроля целостности мембран при помощи прозрачного верхнего порта подачи исходной воды
- Чередование подачи исходной воды с верхней или нижней части обеспечивает создание равномерного распределения рабочей нагрузки по высоте волокон
- Вертикальная установка обеспечивает простой слив и легкий доступ к каждому модулю
- Мембраны находятся в корпусе с интегрированными концевыми крышками
- Направление фильтрации «in-out» (изнутри капилляров - наружу) обеспечивает эффективность обратной промывки
- Напорная ультрафильтрация обеспечивает гибкость работы установки
- Возможность работы в режиме тангенциального фильтрования
- Возможность прямой промывки для эффективного удаления взвесей



3.2 Технология с многоканальными (Multibore®) волокнами

В системах ультрафильтрации (независимо от качества исходной воды) эффективно удаляются частицы, бактерии, вирусы и микробы. Условием гарантированной очистки воды от этих субстанций является целостность волокон. На целостность волокон оказывает воздействие химические и биологические компоненты исходной воды. Однако, механическая нагрузка является наиболее опасным фактором для целостности волокон.

Механическое напряжение вызывается изменением нагрузки на волокна при переходе от режима фильтрования к режиму обратной промывки, при подаче давления во время выполнения проверки целостности волокон, под воздействием воздушных и гидравлических ударов во время переключения клапанов, управляющих потоками.

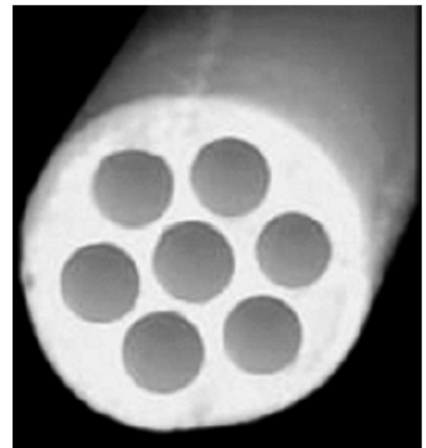
Многоканальные мембраны Multibore® представляют из себя волокна с семью внутренними каналами, которые, благодаря наличию вспененной межканальной структуры -мембранной подложки, имеют гораздо более высокие прочностные характеристики по сравнению с обычными волокнами. На картинке показано поперечное сечение такого волокна.

Значение проницаемости мембранной подложки приблизительно в 1000 раз превосходит соответствующий показатель барьерного слоя, имеющегося на внутренней поверхности каждого канала (капилляра). Таким образом, обеспечивается одинаковое распределение воды по всем капиллярам.

Для придания мембран гидрофильности, многоканальные волокна Multibore® производятся с использованием модифицированного полиэстерсульфона (PES). Гидрофильность уменьшает потенциал адсорбции органики на поверхности мембраны.

Внутренний диаметр каждого капилляра многоканального волокна Multibore® составляет 0.9 мм. Эта величина превосходит обычное значение для внутреннего диаметра капилляра, что приводит к ряду преимуществ. В первую очередь больший внутренний диаметр капилляров обеспечивает возможность работы при более высоких значениях концентраций взвесей. Во-вторых, больший диаметр существенно, по сравнению с узкими капиллярами, уменьшает величину гидравлического сопротивления канала. Последнее обстоятельство приводит к более однородному распределению воды вдоль волокон, и, следовательно, к более равномерному распределению слоя загрязнения. Соответственно, удаление загрязнений при обратной промывке происходит более эффективно.

Размер пор составляет примерно 0.02 мкм. Несмотря на очень маленький размер пор, проницаемость мембраны для чистой воды составляет примерно 700 литров/(м²*час*бар).





KAUFMANN
technology

Мембраны обладают высокой стойкостью к свободному хлору (около 200,000 мг/л*часов). Кроме того, в режиме очистки мембрана может обрабатываться растворами с широким диапазоном значений pH (от 1 до 13).

Многоканальные волокна Multibore® работают в режиме, когда в режиме фильтрации исходная вода поступает внутрь капилляров, фильтрат же выходит снаружи. Во время обратной промывки вода подается в обратном направлении. Для исходной воды с высоким содержанием загрязнений (> 50 мг/литр) могут использоваться волокна с большим диаметром капилляров. Волокна с большим диаметром каналов менее подвержены закупориванию, позволяют обеспечить большие приповерхностные скорости в режиме тангенциального фильтрации. Такие волокна одноканальные, внутренний диаметр капилляра составляет 1.5 мм. Механическая прочность данных волокон обеспечивается их более толстыми стенками.



3.3 Технология модулей «dizzer®»

Ультрафильтрационные мембраны помещаются в модули «dizzer®». Данные модули имеют уникальный дизайн и разработаны с учетом специфических требований по применению ультрафильтрации для целей водоподготовки. Модуль имеет гидродинамически оптимизированную внутреннюю конструкцию, в результате чего достигается повышенная эффективность обратной промывки. Ниже приведено детальное описание модулей **dizzer®**

Общие черты конструкции



Производятся модули dizzer® самого различного размера: от совсем мелких до больших промышленных или муниципальных установок. Каждый модуль поставляется в напорном корпусе с концевыми крышками, что позволяет использовать каждый модуль самостоятельно.

На месте размещения модуля не требуется проведения дополнительных сборочных работ. Модуль легко устанавливается и так же легко демонтируется.

Модуль dizzer® предназначен для вертикальной установки. Вертикальная установка модуля обеспечивает его бесперебойное опорожнение, увеличивает эффективность теста механической целостности мембран. Во время этого теста поврежденный модуль легко может визуально быть выявлен по наличию воздушных пузырьков в прозрачном верхнем патрубке подвода исходной воды.

Модуль может работать либо в режиме тупикового фильтрования, либо в режиме тангенциального фильтрования. Для большинства случаев по экономическим соображениям используется режим тупикового фильтрования. Обычно исходная вода подается в нижнюю часть модуля, а отработанная промывная вода с загрязнениями выводится через верхний порт. Однако, дизайн модулей «dizzer®» также позволяет подводить исходную воду поочередно сверху или снизу, для равномерного распределения загрязнений по высоте волокон и их последующего более эффективного удаления. Этот прием

особенно полезен при плохом качестве исходной воды.



На рис 3.1 проиллюстрированы направления потоков через модуль «dizzer®» при тупиковом режиме работы при чередовании способов подачи исходной воды «снизу - сверху».

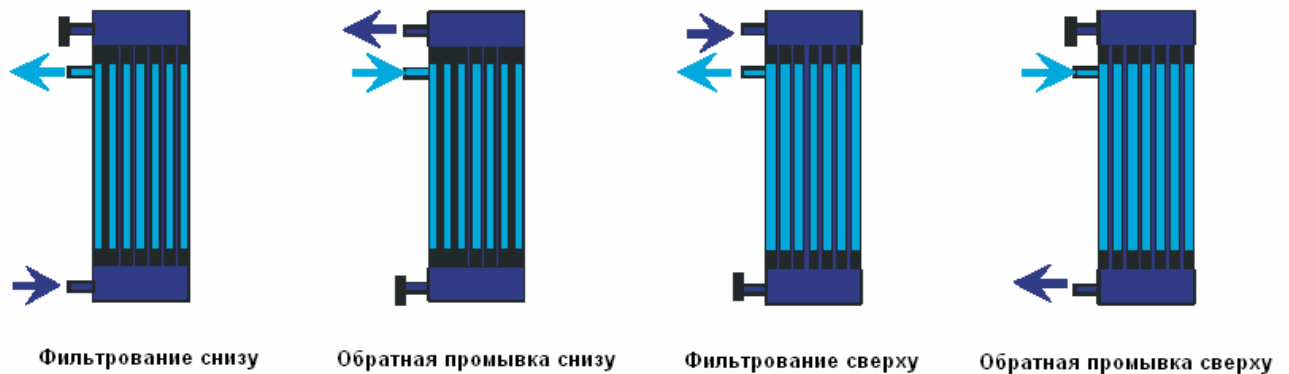


Рисунок 3-1: возможные направления потоков в модуле «dizzer®» при фильтрации и обратной промывке.

Гидродинамическая оптимизация внутреннего дизайна

Главной задачей при работе системы ультрафильтрации является сохранение целостности мембран и модуля. Кроме этого, приоритетными целями являются возможное уменьшение загрязнений модуля и увеличение его срока эксплуатации.

Уменьшение загрязнений модуля достигается эффективной обратной промывкой всех его внутренних областей. Максимальный срок службы волокон достигается при уменьшении механической нагрузки на них. Для достижения этих двух целей необходимо обеспечить равномерное распределение воды в модуле с минимальными значениями градиента перепада давления в осевом и радиальном направлениях. Поддержание небольших градиентов давления особенно важно в режиме обратной промывки (т.к. расход воды при этом в 3 раза больше, чем в режиме фильтрации). Распределение давления в осевом направлении при обратной промывке почти равномерно, т.к. вода подается снаружи волокон, где имеет место только незначительное падение давления.

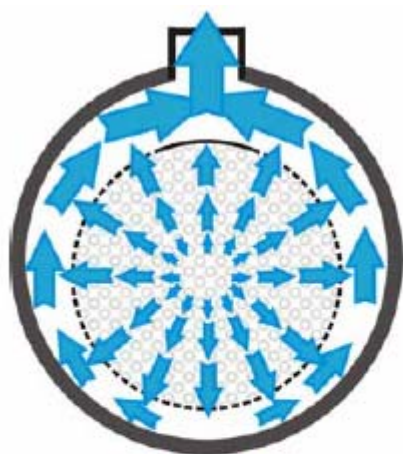


Для достижения очень маленького градиента давления, и, следовательно, равномерного распределения воды в поперечном сечении модуля необходимо обеспечить пропорциональное соотношение между количеством воды для обратной промывки и площадью мембраны, через которую эта вода проходит. Это достигается введением в модуль перфорированной внутренней трубы (с диаметром несколько меньшим диаметра корпуса модуля).



Между этой трубой и стенкой модуля образуется кольцевой зазор (пучок волокон помещается внутри этой трубы). В режиме фильтрования фильтрат движется к внешней стенке и собирается в кольцевом зазоре, тогда как в режиме обратной промывки вода проходит из кольцевого зазора к середине модуля. На пути воды к середине модуля полный поток уменьшается, из-за того, что часть воды проникает в волокна, выполняя обратную промывку. Так как количество волокон уменьшается при движении воды к середине модуля, значение удельного расхода при обратной промывке остается практически неизменным по поперечному сечению модуля.

На рисунке 3-2 показаны диаграммы радиальных потоков в модуле. Пропорции конструкции нарушены с целью обеспечения большей наглядности.



Поперечное сечение -
режим фильтрования



Поперечное сечение -
режим обратной промывки

Рисунок. 3-2: Радиальные потоки в модуле «dizzer®»

Для дополнительной оптимизации распределения воды перфорированная внутренняя труба монтируется с эксцентриситетом относительно оси симметрии модуля (т.е. формирует неравномерный кольцевой зазор). Это обеспечивает почти постоянную скорость в кольцевом зазоре, приводя к более равномерному распределению воды на его периферии. В результате этого, обеспечивается более эффективная обратная промывка волокон в радиальном направлении, т.к. значение удельного расхода для дизайна с неравномерным кольцевым зазором более постоянно по сравнению со случаем, когда используется соосная внутренняя труба.



Распределение радиальных скоростей потока для конструкций с внутренней трубой и без нее представлено на рисунке 3-3.

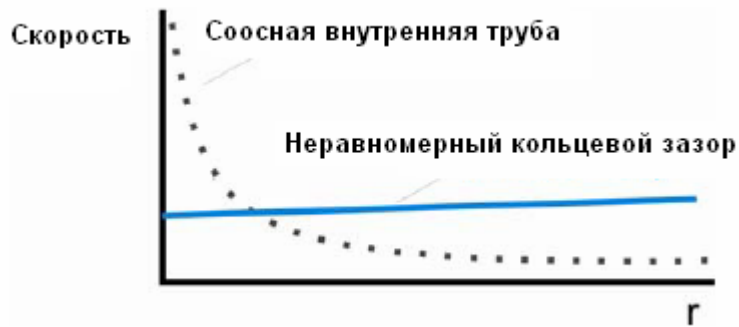


Рисунок 3-3. Сравнение распределения удельного расхода в радиальном направлении

Типичный вид стойки с модулями «dizzer®» показан на рисунке 3-4. Более детально описание дизайна стойки дано в разделе 4.4.

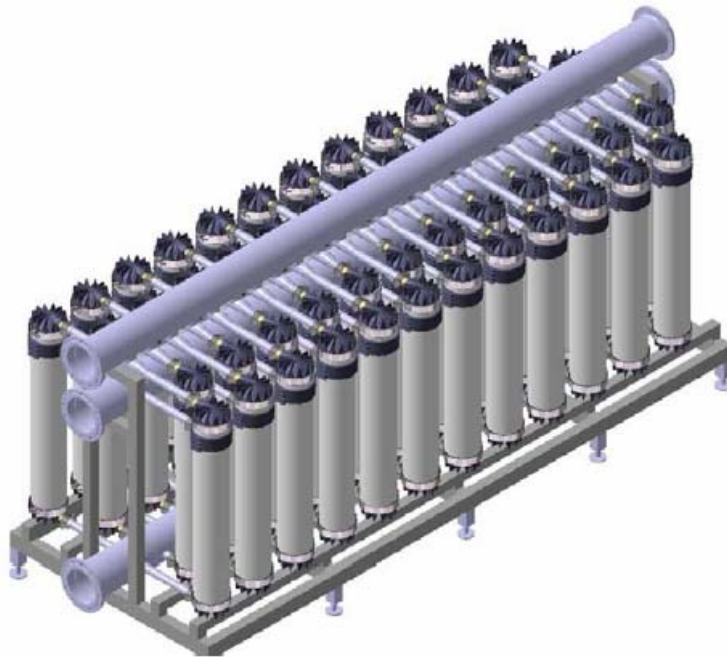


Рисунок 3-4: Типичный дизайн стойки с dizzer® модулями.



3.4 Селективность

Ниже дано описание возможностей ультраfiltrации по удалению из воды различных видов загрязнений.

Селективность по Cryptosporidia

В многочисленных исследованиях, выполненных CDHS, было доказано, что микроорганизм cryptosporidia (размер 4 - 6 мкм) удаляется из воды при помощи модулей «dizzer®» более чем на 6 порядков, как показано на следующем графике:

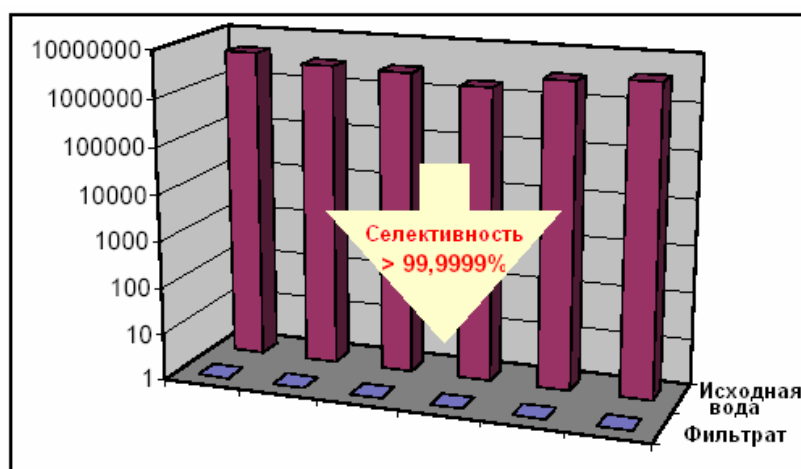


Рисунок 3-5: Селективность модуля «dizzer®» по cryptosporidia

Уменьшение мутности

Важнейшей особенностью ультраfiltrации на основе модулей dizzer® является то, что мутность фильтрата абсолютно не зависит от мутности исходной воды.

Даже при пиковых значениях мутности исходной воды ультраfiltrационные модули непрерывно обеспечивают выработку фильтрата великолепного качества, мутность которого обычно менее 0.1 NTU.

В исследованиях, проведенных для сточных муниципальных вод, модули «dizzer®» продемонстрировали уменьшение мутности, показанное на рисунке 3-6.

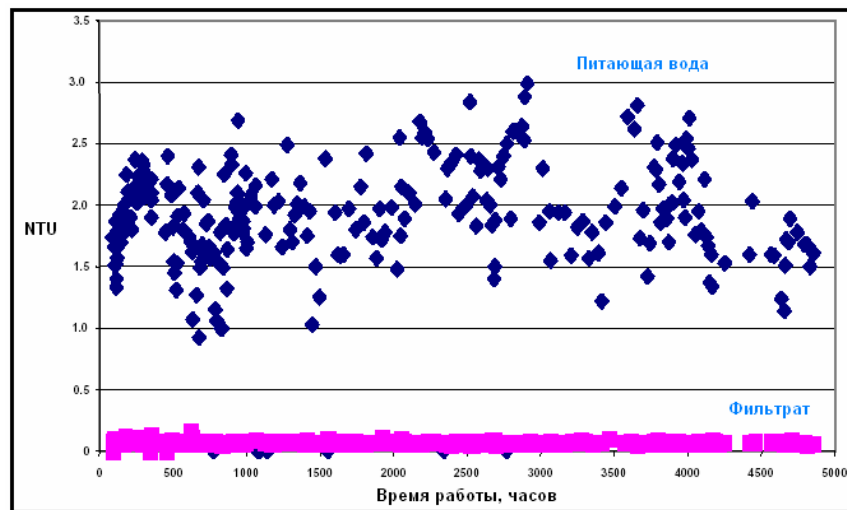


Рисунок 3-6: Уменьшение значения мутности сточных вод при применении модуля *dizzer*®

Уменьшение индекса плотности осадка

Индекс плотности осадка (SDI) является одним из важнейших критериев для оценки качества воды, особенно качества морской воды. Становится все популярней использование ультраfiltrации как предподготовки перед установками обратного осмоса. Вообще говоря, питающая обратноосмотические установки вода должна иметь индекс SDI менее 3.

Величина уменьшения индекса SDI главным образом зависит состава подающейся на установку ультраfiltrации воды. Кроме макроскопических частиц и взвесей, коллоидные загрязнения и растворенная органика оказывают влияние на величину SDI. Частицы и коллоидные загрязнения удаляются посредством ультраfiltrации полностью, удаление же растворенной органики главным образом зависит от размеров этих органических молекул. Дозирование коагулянта в исходную воду приводит к улучшению селективности по органике, и, как следствие, к существенному уменьшению величины SDI. В зависимости от качества исходной воды и рабочих условий, значение величины SDI фильтрата лежит в диапазоне от 0.5 до 3.

Уменьшение общего органического углерода (ТОС)

По определению, величина ТОС включает в себя все различные типы органического углерода, находящегося в частицах, коллоидных субстанциях и растворенной органике. Селективность по ТОС для систем ультраfiltrации



KAUFMANN
technology

зависит в основном от молекулярного веса и формы данной органики.

Коагуляция перед ультрафильтрацией способствует увеличению селективности по ТОС, особенно для низкомолекулярной органики.

Селективность по ТОС может быть увеличена при помощи оптимизации количества коагулянта, подающегося в исходную воду и уровня pH. В отличие от традиционных способов обработки воды, нет необходимости заботиться об осаждении хлопьев и/или возможностях по их удалению методом фильтрования, так как показатели работы ультрафильтрации не зависят от геометрии хлопьев и их удельных весов. Ультрафильтрация обеспечивает степень уменьшения величины ТОС без использования коагулянта до 25%, при использовании коагулянта - до 60%.



4. Технология ультрафильтрации

4.1 Общие положения

На рисунке 4-1 представлена диаграмма потоков для типичной установки ультрафильтрации с использованием технологии. Установка состоит из насоса подачи исходной воды, грязевика, стойки с модулями ультрафильтрации, бака фильтрата/обратной промывки. В зависимости от качества исходной воды могут использоваться устройства дозирования коагулянта и химикалий. При обратной промывке могут использоваться следующие реагенты: гипохлорит натрия (NaOCl) - для дезинфекции, щелочь (NaOH) и кислоты (HCl , H_2SO_4) для очистки (в зависимости от качества исходной воды).

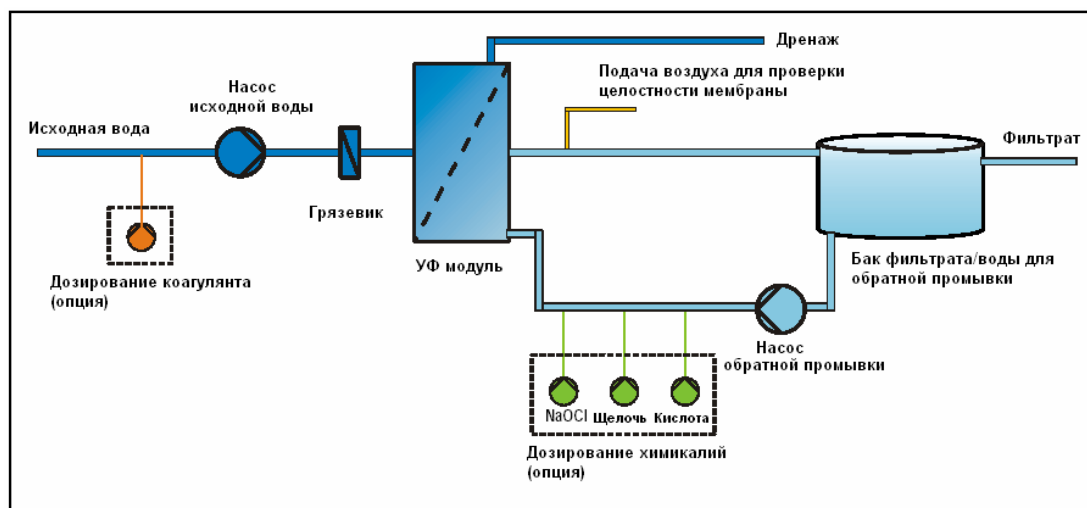


Рисунок 4-1. Диаграмма потоков типичной установки ультрафильтрации

Исходная вода подается на модуль ультрафильтрации при помощи насоса. Перед модулем вода пропускается через грязевик, который отфильтровывает грубые частицы, предохраняя тем самым мембраны. В линию подачи исходной воды может дозироваться коагулянт (для улучшения фильтрования и эффективности обратной промывки). Поток воды проходит через ультрафильтрационные мембраны и поступает в бак фильтрата/обратной промывки. Периодически для мембран проводится обратная промывка, во время которой удаляются накопившиеся на поверхности мембраны загрязнения.

Для увеличения эффективности обратной промывки в промывную воду могут дозироваться реагенты. Для проверки целостности мембран используется сухой воздух, очищенный от маслопродуктов. Ниже дается подробное описание этапов ультрафильтрации.

По запросу могут быть предоставлены логические диаграммы и рекомендации по программированию вместе с описанием пилотной установки и руководством по ее эксплуатации.



4.2 Предподготовка

Как правило, для исходной воды, поступающей на ультрафильтрационную установку должна проводиться предподготовка (обычно на установленном перед модулем фильтре механической очистки). Очистка на грязевике обеспечивает эффективную защиту ультрафильтрационной мембраны от повреждения и засорения макроscopicкими частицами. Обычно используют грязевики с задерживающей способностью на уровне 200 - 300 мкм. Дозирование коагулянта (например $FeCl_3$ или полиоксихлорида Al) в линию подачи исходной воды перед ультрафильтрационным модулем полезно для поддержания стабильных условий работы системы. Это особенно важно, если исходная вода сильно загрязнена органикой (поверхностные воды, морская вода, сточные воды). При коагуляции образуются микрохлопья, которые легко задерживаются на поверхности мембраны, после чего они очень эффективно удаляются во время обратной промывки. Другое достоинство применения коагуляции заключается в повышении селективности по органическому углероду.

4.3 Режимы работы

Полный рабочий цикл ультрафильтрационной установки состоит из нескольких автоматически контролируемых этапов. Последовательность этих этапов в основном зависит от параметров исходной воды. На рисунках 4-2, 4-3, 4-4 представлены типичные схемы ультрафильтрации для очистки различных типов исходной воды.

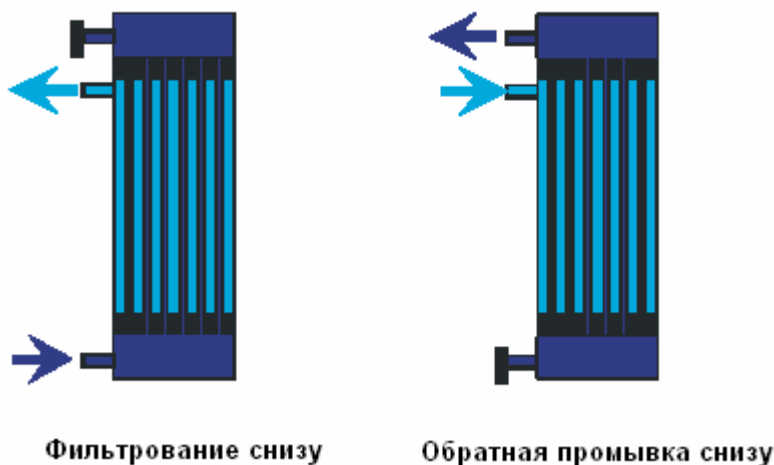


Рисунок 4-2: Типичный рабочий цикл при очистке грунтовых/поверхностных вод

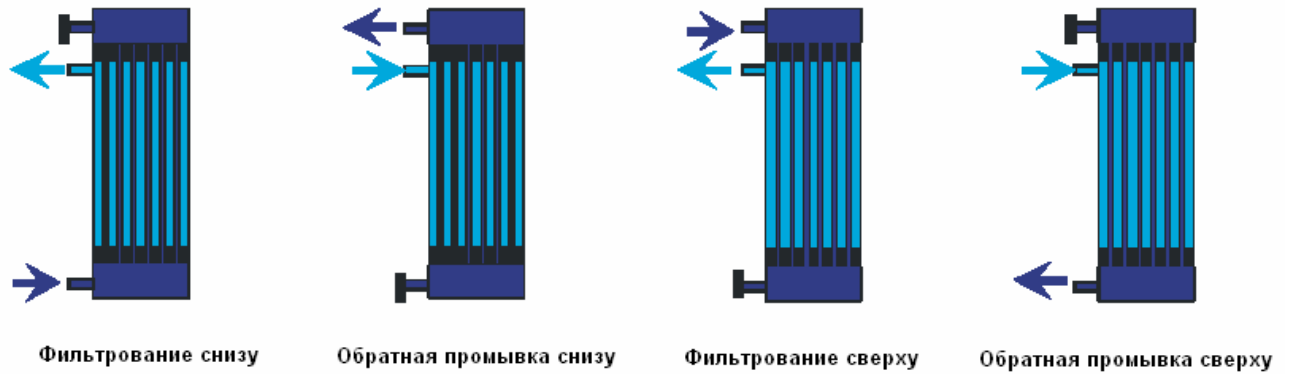


Рисунок 4-3: Типичный рабочий цикл при очистке поверхностных/сточных вод

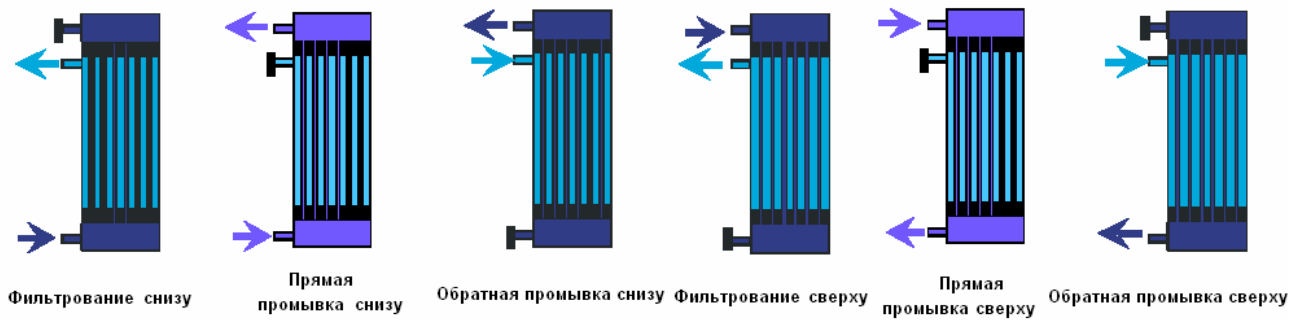


Рисунок 4-4: Типичный рабочий цикл при очистке воды с большим содержанием взвесей



4.3.1 Режим фильтрации

Во время режима фильтрации происходит очистка исходной воды. Исходная вода под давлением проходит через ультрафильтрационные мембраны. Загрязнения остаются внутри капилляров. Отфильтрованная вода подается в бак фильтрата/обратной промывки. Из этого бака происходит раздача воды для ее дальнейшего использования. В принципе, фильтрат может подаваться конечному потребителю напрямую, минуя бак.

Продолжительность цикла фильтрации главным образом зависит от качества исходной воды. Как правило, она составляет 30-180 минут, после чего проводится обратная промывка. Модули dizzer® спроектированы таким образом, что подача исходной воды на них может осуществляться и сверху, и снизу. При этом загрязнения распределяются более равномерно вдоль волокон, и, соответственно, увеличивается эффективность обратной промывки. Ниже представлены диаграммы, иллюстрирующие оба режима (для работы установки в режиме тупикового фильтрации). Первая схема иллюстрирует режим, когда исходная вода подается сверху модуля (рис. 4-5), вторая (рис. 4-6) - когда вода подается снизу.

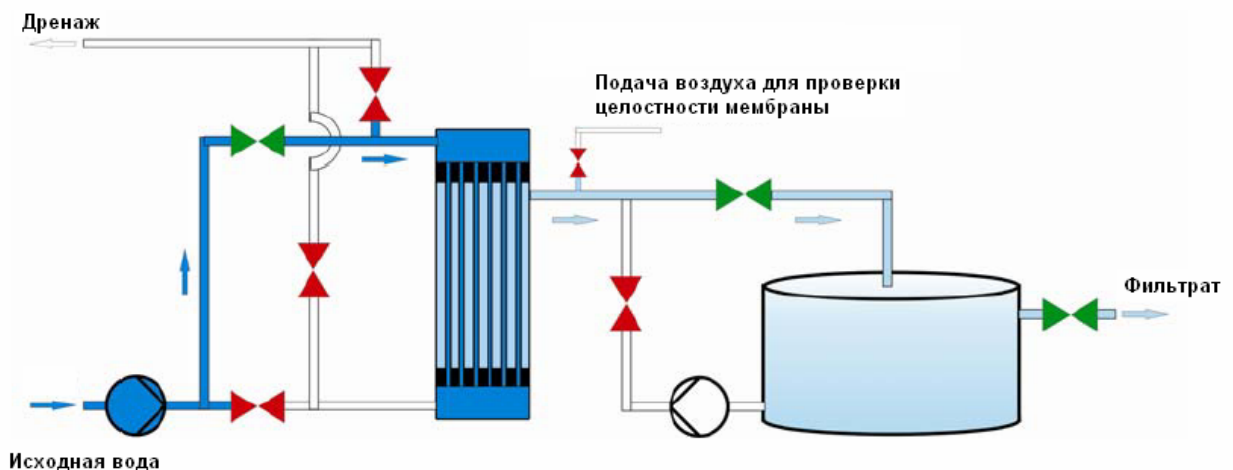


Рисунок 4-5: Режим фильтрации сверху

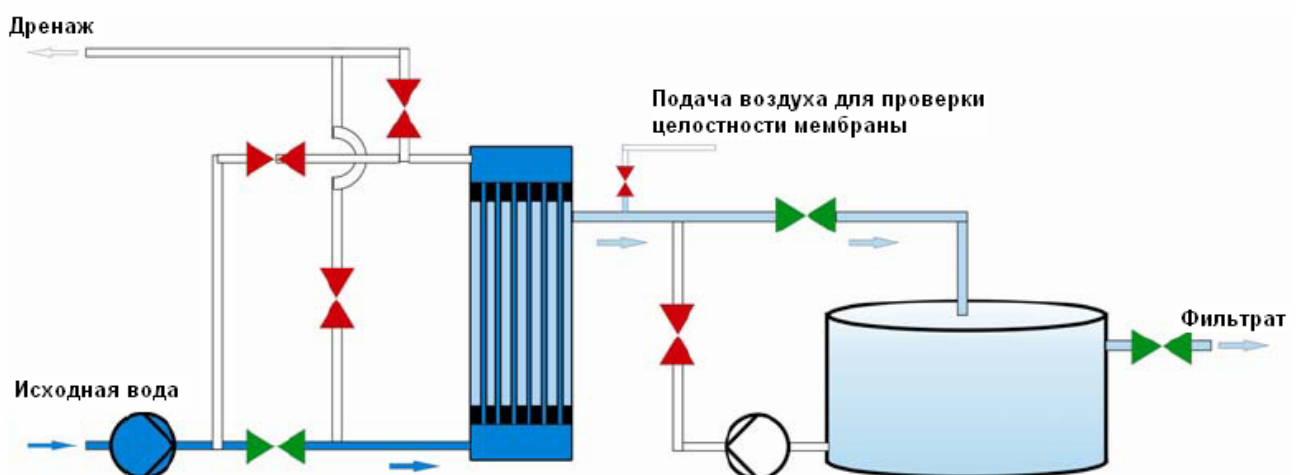


Рисунок 4-6: Режим фильтрации снизу



4.3.2 Режим обратной промывки

Во время режима фильтрования загрязнения, поступающие с исходной водой, накапливаются на поверхности мембраны, образуя слой. Для того, чтобы удалить этот слой загрязнений, периодически проводятся обратные промывки. Вода, которой выполняется обратная промывка, берется из бака с фильтратом и подается в волокна с внешней стороны (стороны фильтрата). Вода проходит снаружи-внутри капилляров (в противоположном направлении по сравнению с режимом фильтрования), удаляя слой загрязнений с поверхности мембран. Отработанная промывная вода сбрасывается через порт подачи исходной воды в дренаж.

Для обеспечения должной эффективности, расход воды при обратной промывке должен превышать расход при фильтровании в 2-3 раза. При этом волокна подвергаются гораздо большей механической нагрузке (по сравнению с режимом фильтрования). В зависимости от качества исходной воды время обратной промывки составляет 30-60 секунд.

Направление потока обратной промывки зависит от способа организации режима фильтрования. Если имело место фильтрование с подачей исходной воды сверху, основные загрязнения накапливаются ближе к концу волокон в нижней части модуля. Для эффективного удаления этих загрязнений направление обратной промывки должно совпадать с направлением фильтрования. В этом случае (обратная промывка направлена сверху-вниз модуля) данный режим называется «обратная промывка сверху», рисунок 4-7. При этом обеспечивается удаление загрязнений из волокон по кратчайшему пути. В случае, если обратная промывка направлена снизу-вверх, такой режим называется «обратная промывка снизу», рисунок 4-8.

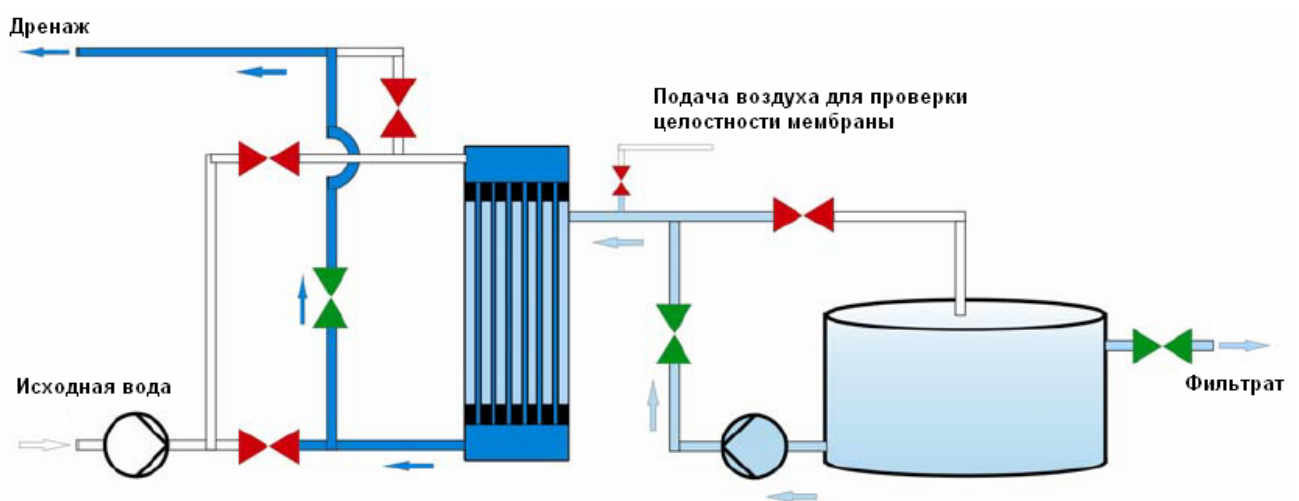


Рисунок 4-7: Режим обратной промывки сверху

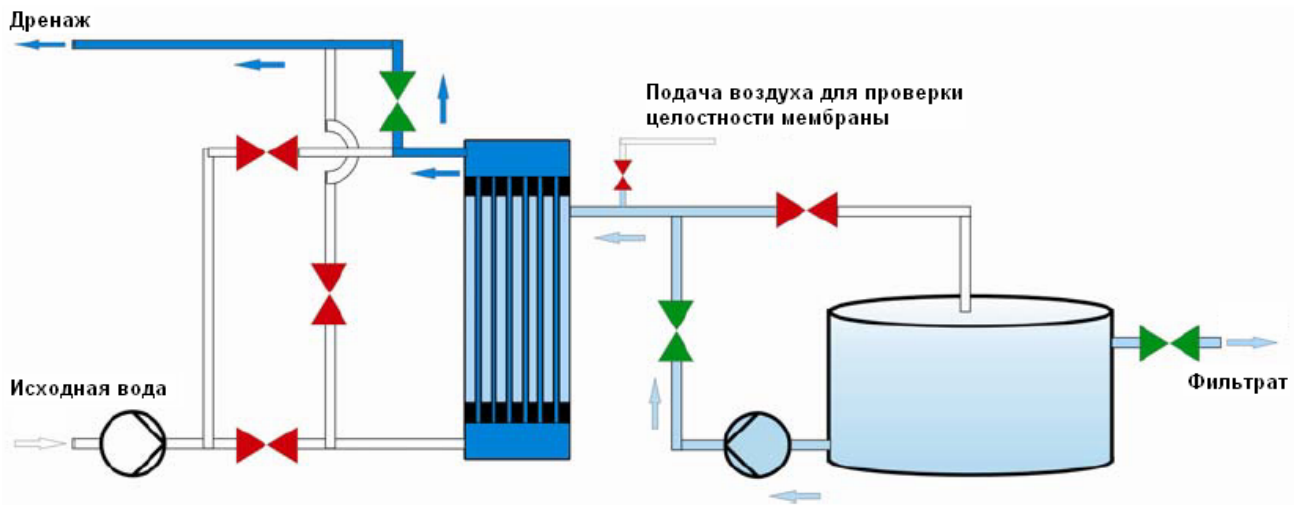


Рисунок 4-8: Режим обратной промывки снизу

Во время обратной промывки установка не производит очищенную воду, но часто бывает необходимо обеспечение непрерывной подачи фильтрата потребителю и в этот период времени. Это обстоятельство должно учитываться при разработке систем ультрафильтрации. (В частности, это означает, что емкость бака фильтрата должна быть достаточна для подачи очищенной воды в период обратной промывки).

В зависимости от типа загрязнений исходной воды, при обратной промывке в воду могут добавляться химические реагенты. Обратная промывка с реагентами (СЕВ) проводится при меньших расходах для обеспечения равномерного распределения химикатов в мембранах. После введения реагента в модуль, делается пауза в несколько минут, в течение которых происходит химическая реакция. Обычно СЕВ следует за обычной обратной промывкой, после чего проводится еще одна обратная промывка для удаления остатков химических веществ из модуля. СЕВ проводятся гораздо реже, нежели обычные обратные промывки. В зависимости от качества исходной воды интервал между СЕВ может варьироваться от нескольких часов или нескольких дней вплоть до полного отсутствия.



4.3.3 Прямая промывка

В том случае, если в исходной воде содержится большое количество взвесей, для того, чтобы избежать закупорки капилляров волокон, применяется прямая промывка (кратковременный режим тангенциального фильтрования). Обычно прямая промывка проводится перед обратной промывкой. В режиме прямой промывки клапан выхода фильтрата перекрывается, клапан выхода концентрата полностью открыт, т.е. вода напрямую прокачивается по капиллярам. Длительность прямой промывки обычно составляет 20-30 секунд. При прямой промывке накопленные в капиллярах загрязнения, особенно в хвостовых зонах волокон, эффективно вымываются. Вода, использованная для прямой промывки, сбрасывается в дренаж. На рисунках 4-9 и 4-10 показаны диаграммы потоков при прямой промывке сверху и прямой промывке снизу.

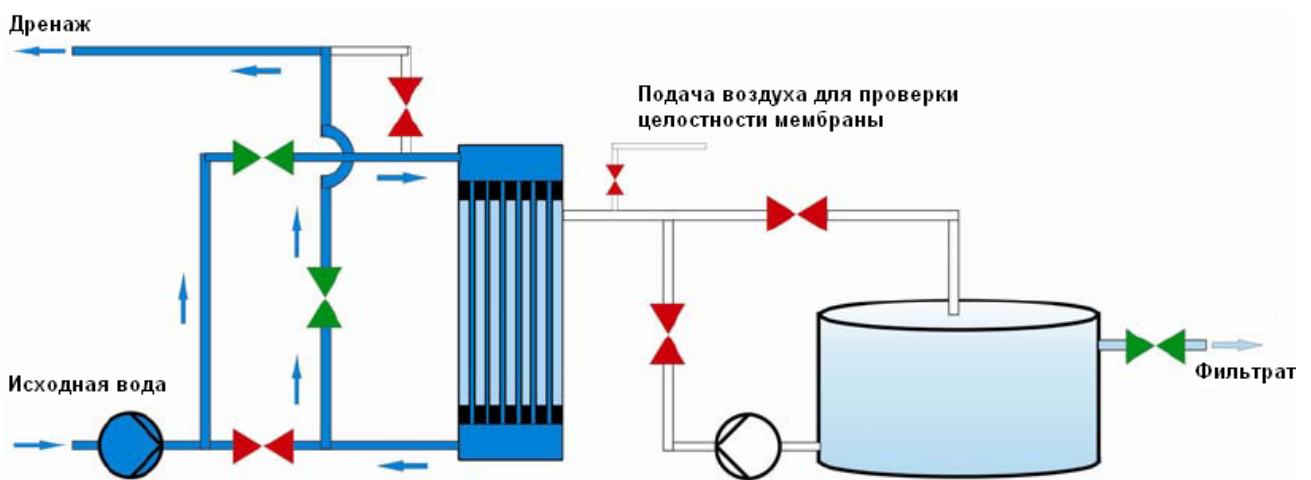


Рисунок 4-9: Режим прямой промывки сверху

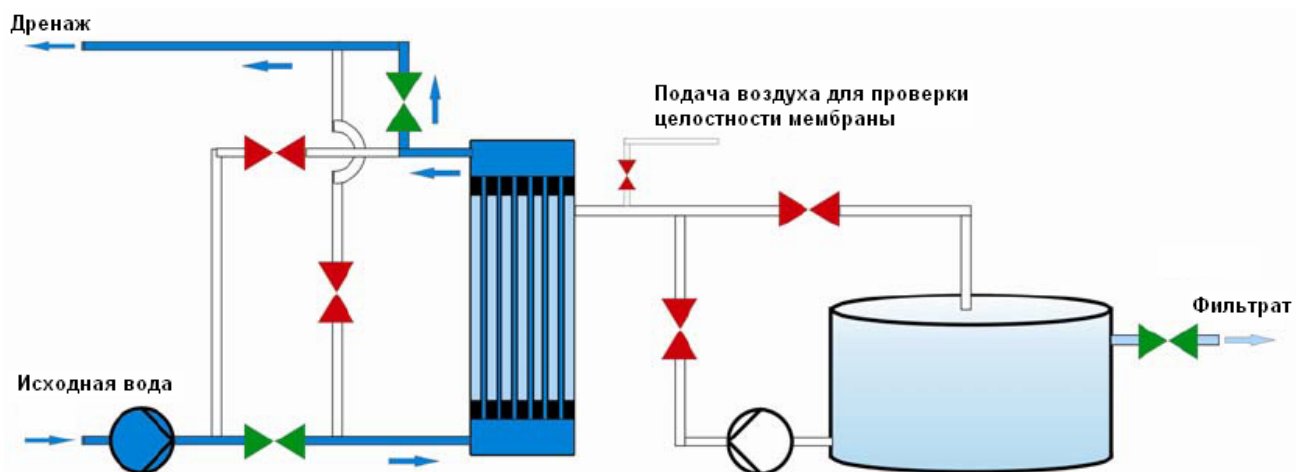


Рисунок 4-10: Режим прямой промывки снизу

Прямая кратковременная промывка дает преимущества «режима тангенциального фильтрования», и в тоже время не имеет недостатков, связанных с непрерывной работой в этом режиме (таких как дополнительное оборудование - рециркуляционный насос, трубы, вентили, высокое энергопотребление).



4.3.4 Проверка целостности волокон

Целостность волокон является важнейшим фактором для работы ультрафильтрационной установки. При проведении данного теста в модуле выявляются поврежденные волокна. Несмотря на то, что до настоящего времени не было случаев механического повреждения многоканальных волокон Multibore®, тест на целостность является неотъемлемой частью работы установки ультрафильтрации, особенно для случая, когда такая установка очищает питьевую воду от вирусов и бактерий.

Проверка целостности волокон основана на следующем явлении. Известно, что воздух не проходит через влажные поры до тех пор, пока он не находится под определенным давлением (так называемое давление «точки пузырька»). Это давление зависит от размера пор и поверхностного натяжения на границе раздела вода/воздух. Данное давление обычно значительно превосходит тестовое давление, необходимое для обнаружения утечек. Для проверки целостности используется осушенный, очищенный от маслопродуктов воздух при давлении 1 бар. Воздух под давлением подается в стойку, содержащую несколько модулей, через коллектор фильтра. Вентиль подачи исходной воды остается открытым для того, чтобы вода могла свободно под действием давления воздуха выходить из модуля (см. рисунок 4-11). После того, как со стороны фильтра внутри модулей не останется воды, вентиль подачи воздуха перекрывается.

После этого в течение определенного времени производится наблюдение за скоростью падения давления внутри модулей (см. рисунок 4-12). В случае, если какое-либо волокно повреждено, будет наблюдаться быстрое падение давления (по сравнению с неповрежденными модулями), т.к. воздух будет просачиваться через поврежденное место. В этом случае поврежденный модуль может быть легко идентифицирован по наличию пузырьков, визуально наблюдаемых через прозрачную трубу сверху модуля. При этом для детектирования воздушных пузырьков верхний патрубок подачи воды должен быть заполнен водой.

Вертикальное расположение модуля упрощает его демонтаж. Впоследствии поврежденный модуль исследуется для выявления поврежденного волокна. После выявления поврежденного волокна, оба его конца затыкаются (таким образом, оно исключается из работы), после чего модуль монтируют в стойку.

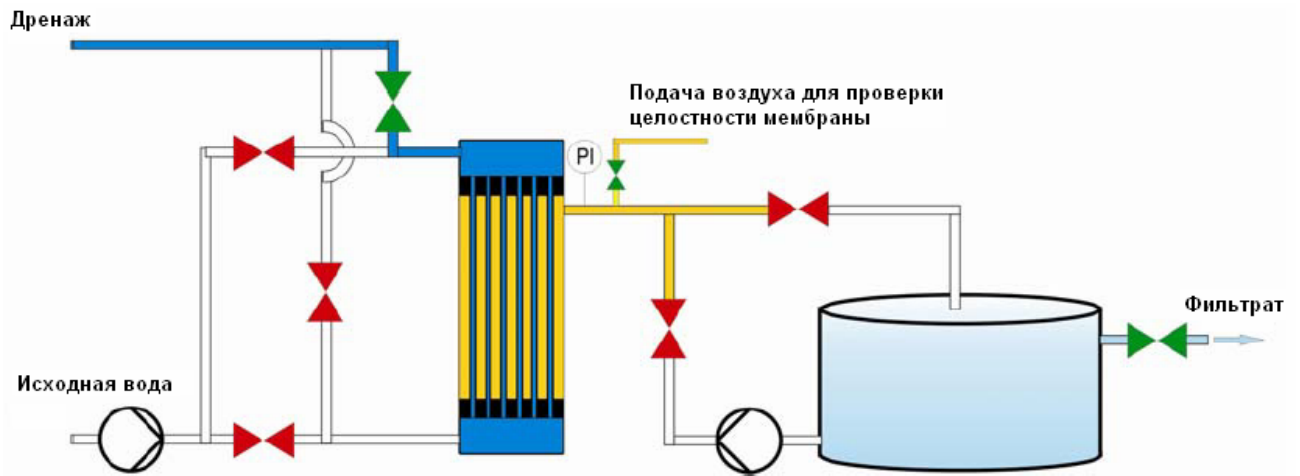


Рисунок 4-11: Проверка целостности мембран в фазе нагнетания давления воздуха

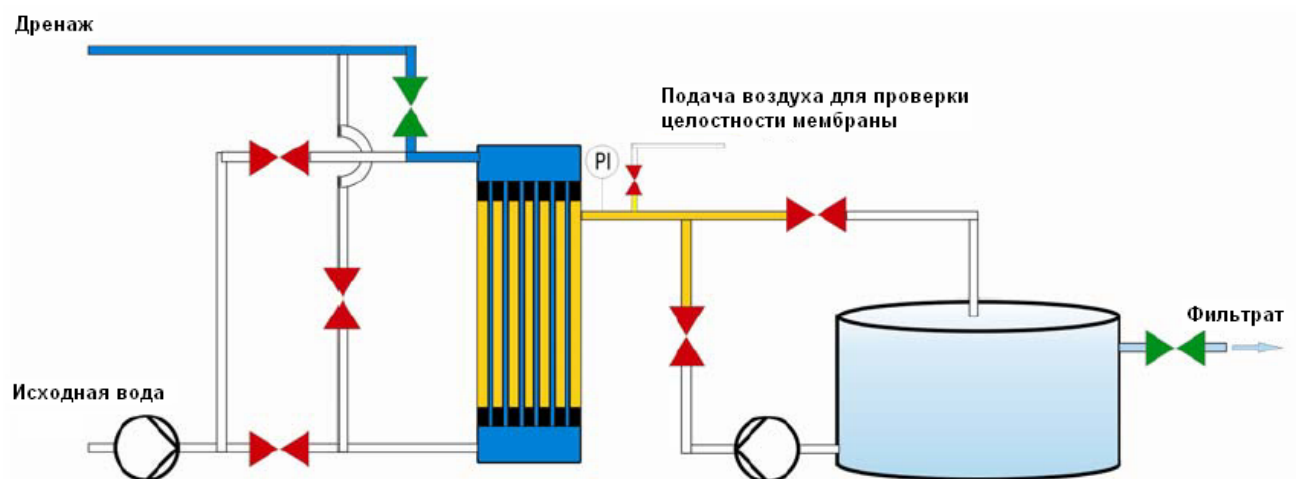


Рисунок 4-12: Проверка целостности мембран в фазе мониторинга изменения давления воздуха



4.4 Стойка dizzer®

Модули dizzer® монтируются вертикально в стойки, которые обычно состоят из каркаса, соединительных труб, запорной арматуры и модулей. Этот дизайн допускает простое масштабирование. Другие преимущества:

- стойки могут поставляться в собранном виде
- небольшая занимаемая площадь
- легкий доступ к модулям, простое техническое обслуживание
- нет необходимости в дополнительном оборудовании, таком, как краны, баки, площади для очистки и т.д.

Типичные размеры различных типов стоек приведены в таблице 4-1.

Количество модулей в стойке	6	24	48	72	96
Расположение модулей	По одному	По одному	Парами	Парами	Парами
Расстояние между направляющими стойки, мм	-	900	900	900	900
Вес, кг					
Сухой	800	2500	5000	8000	10000
Рабочий	1200	4000	9000	13000	18000
Размеры, мм					
Длина	1180	3150	5500	8200	11000
Ширина	1200	1200	1900	1900	1900
Высота	2150	2400	2550	2550	2550

Таблица 4-1: Типичные размеры стоек dizzer®

На рисунках 4-13 и 4-14 показаны типичные варианты конструкций стоек.

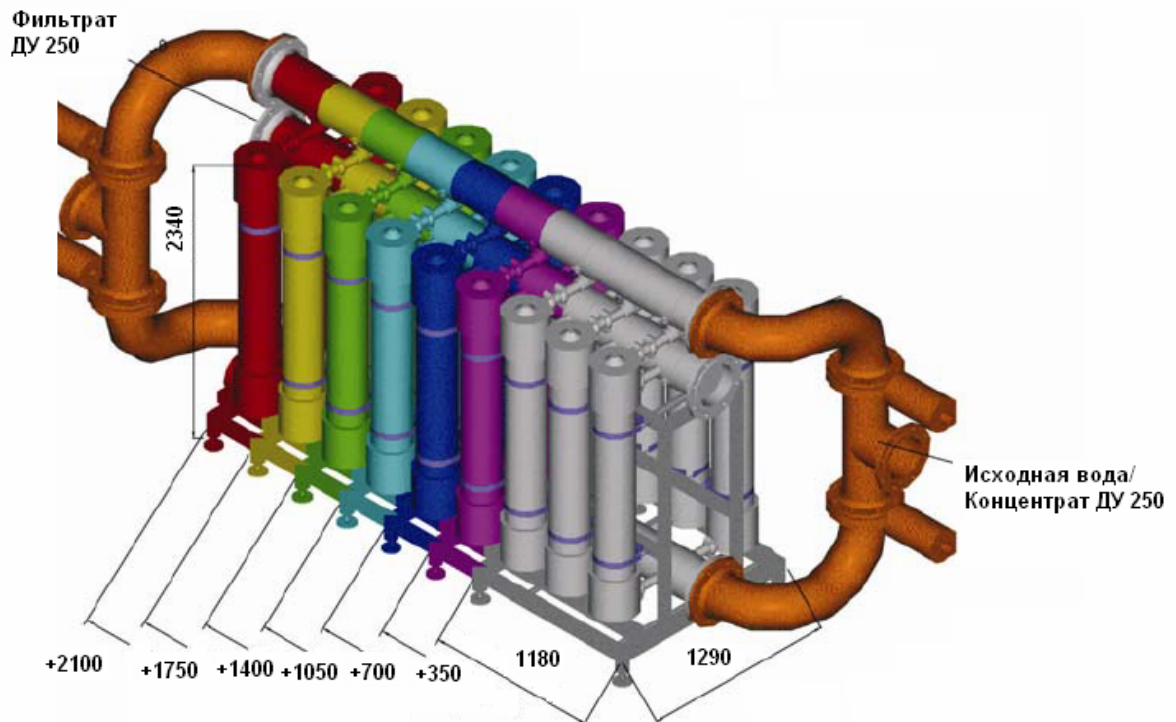


Рисунок 4-13: Типичный дизайн стойки с 18 модулями *dizzer*® (коллектор по центру, модули в два ряда)

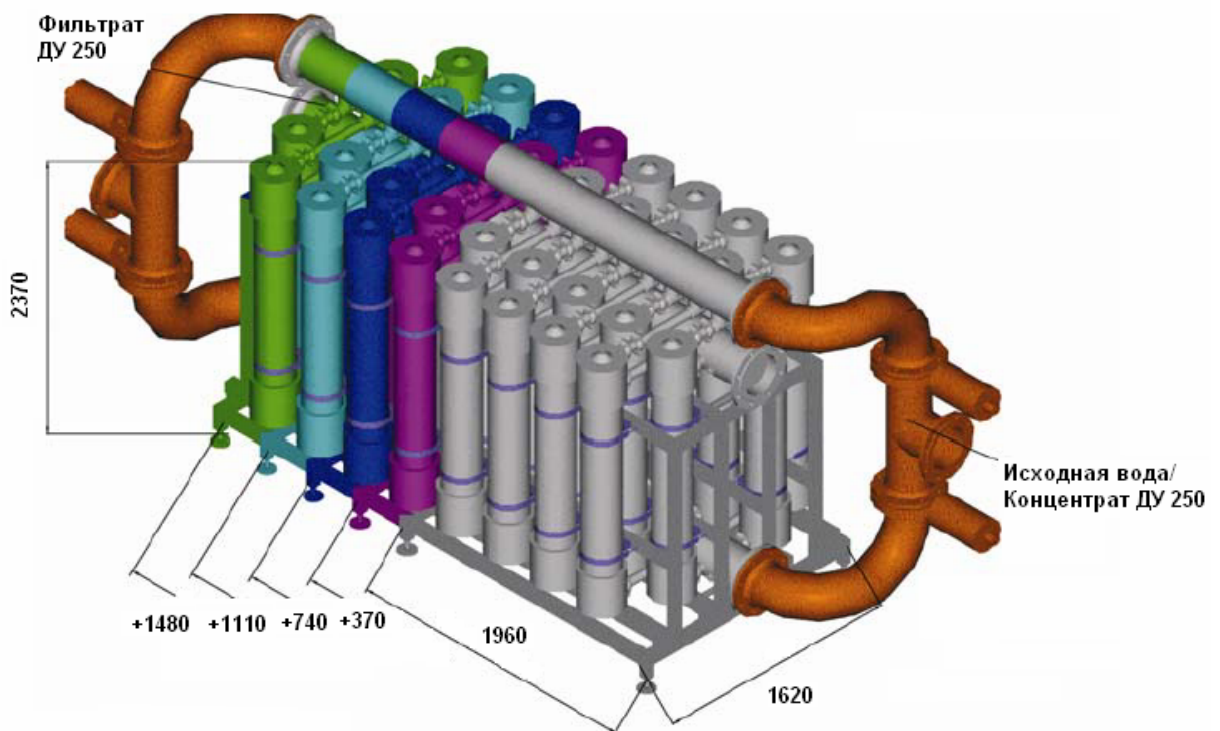


Рисунок 4-14: Типичный дизайн стойки с 34 модулями *dizzer*® (коллектор по центру, модули в два ряда с каждой стороны)



4.5 Типичные схемы управления процессом (P&ID) и последовательности срабатывания клапанов

На последующих страницах приведены типичные схемы управления установкой в рабочих режимах и последовательности срабатывания клапанов

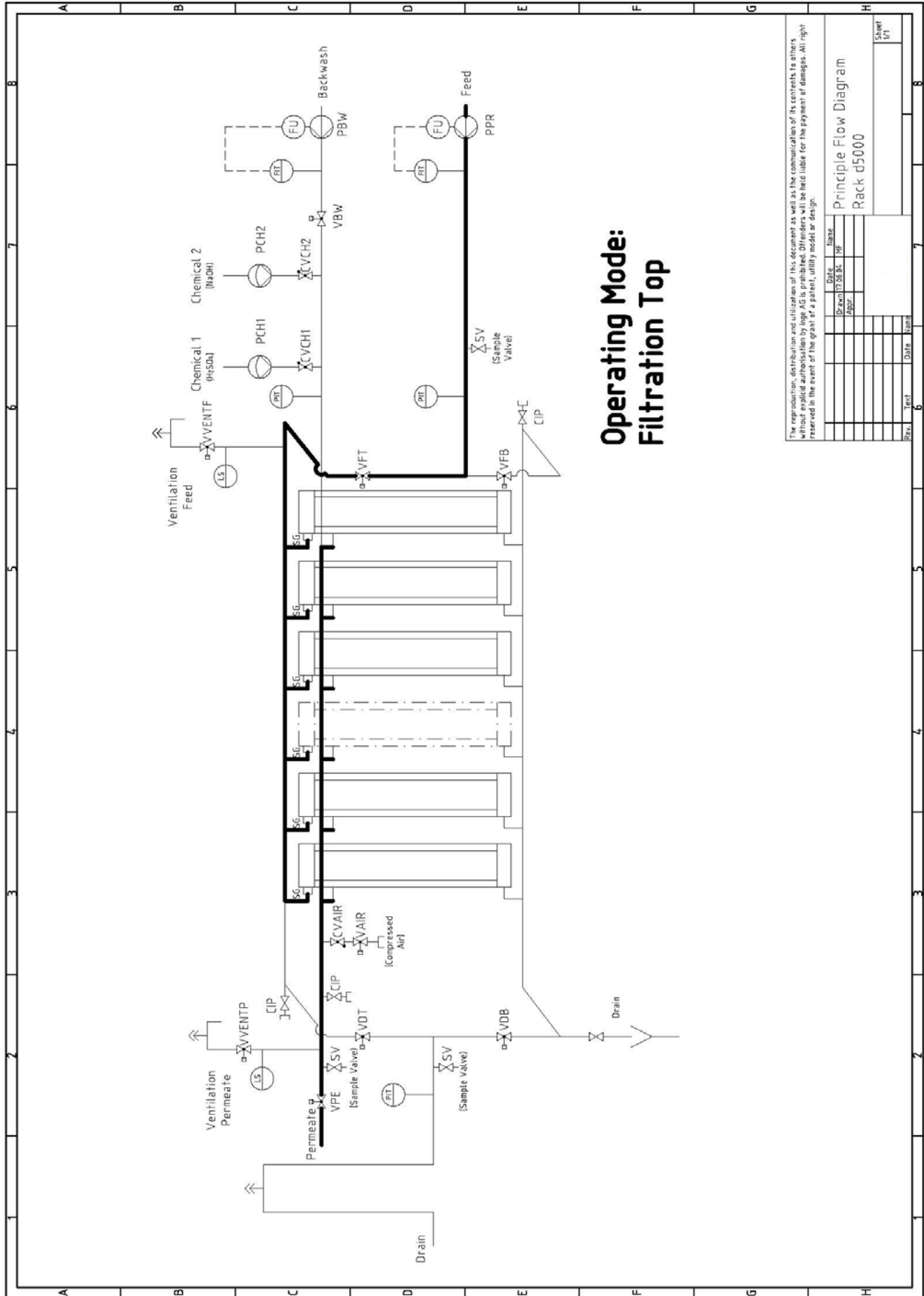
Стойка d5000

- Принципиальная технологическая схема стойки d5000
- Рабочие режимы для стойки d5000 - состояние клапанов и насосов
- Рабочие режимы для стойки d5000 - технологические потоки



Operating modes rack d15000

	Filteration Top	Filteration Bottom	Forward Flush Top	Forward Flush Bottom	Backwash Top	Backwash Bottom	Chemical Backwash Top H2SO4	Chemical Backwash Bottom H2SO4	Chemical Backwash Top NaOH	Chemical Backwash Bottom NaOH	Soaking	Integritytest Dewater	Integritytest Measuring	Integritytest after Ventilation Filtration
VFT	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VFB	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VDT	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0
VDB	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
VPE	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VBW	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
VAIR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
VVENTP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VVENTF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRP	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PBW	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
PCH1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
PCH2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
1 = open (valve) / on (pump)														
0 = closed (valve) / off (pump)														



**Operating Mode:
Filtration Top**

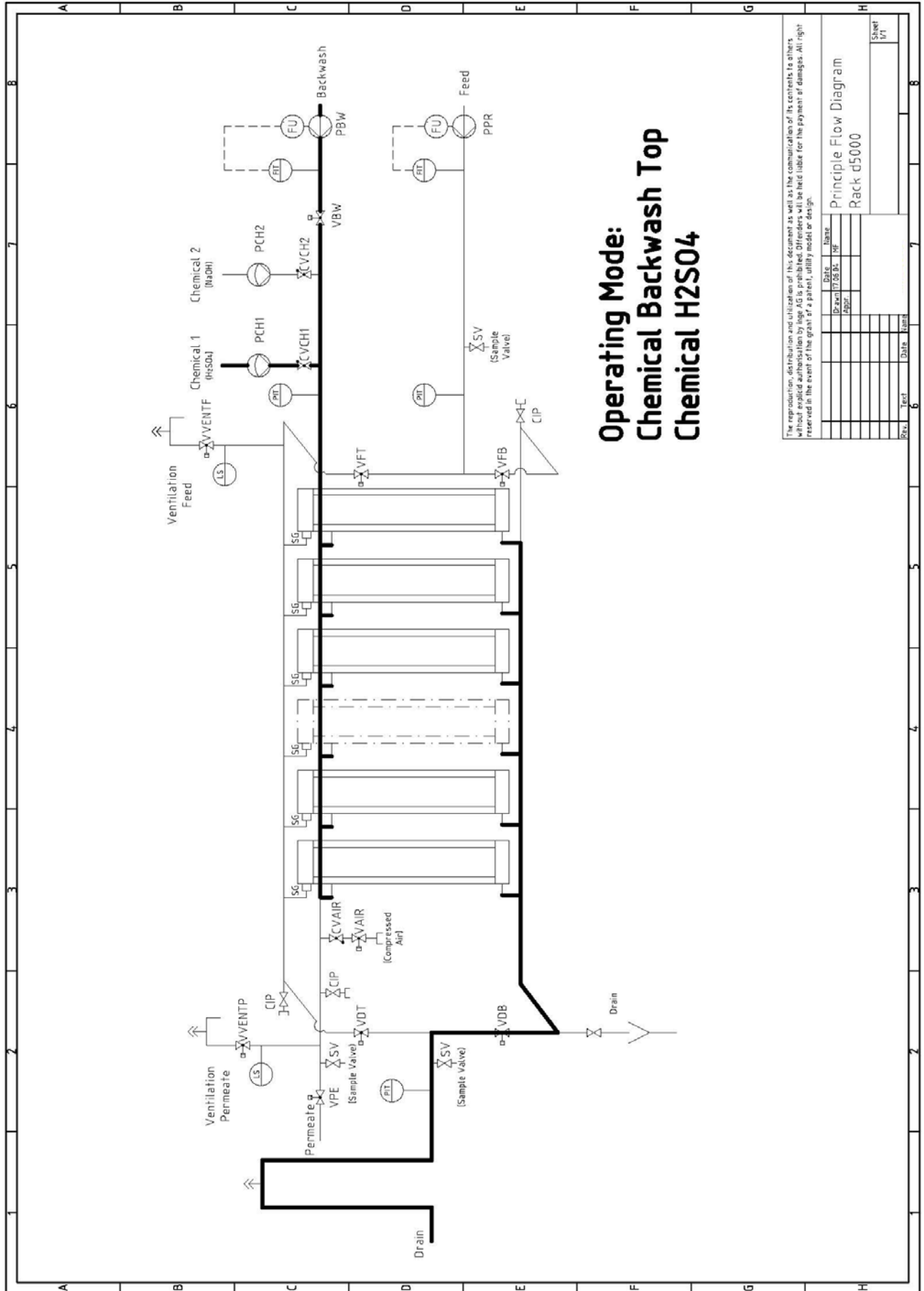
The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without explicit authorisation by Inge AG is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design.

Rev.	Text	Date	Name
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Date	Name
Drawn 17.05.04	MF
Appr.	

Principle Flow Diagram
Rack d5000

Sheet	1/1
-------	-----



Operating Mode: Chemical Backwash Top Chemical H2SO4

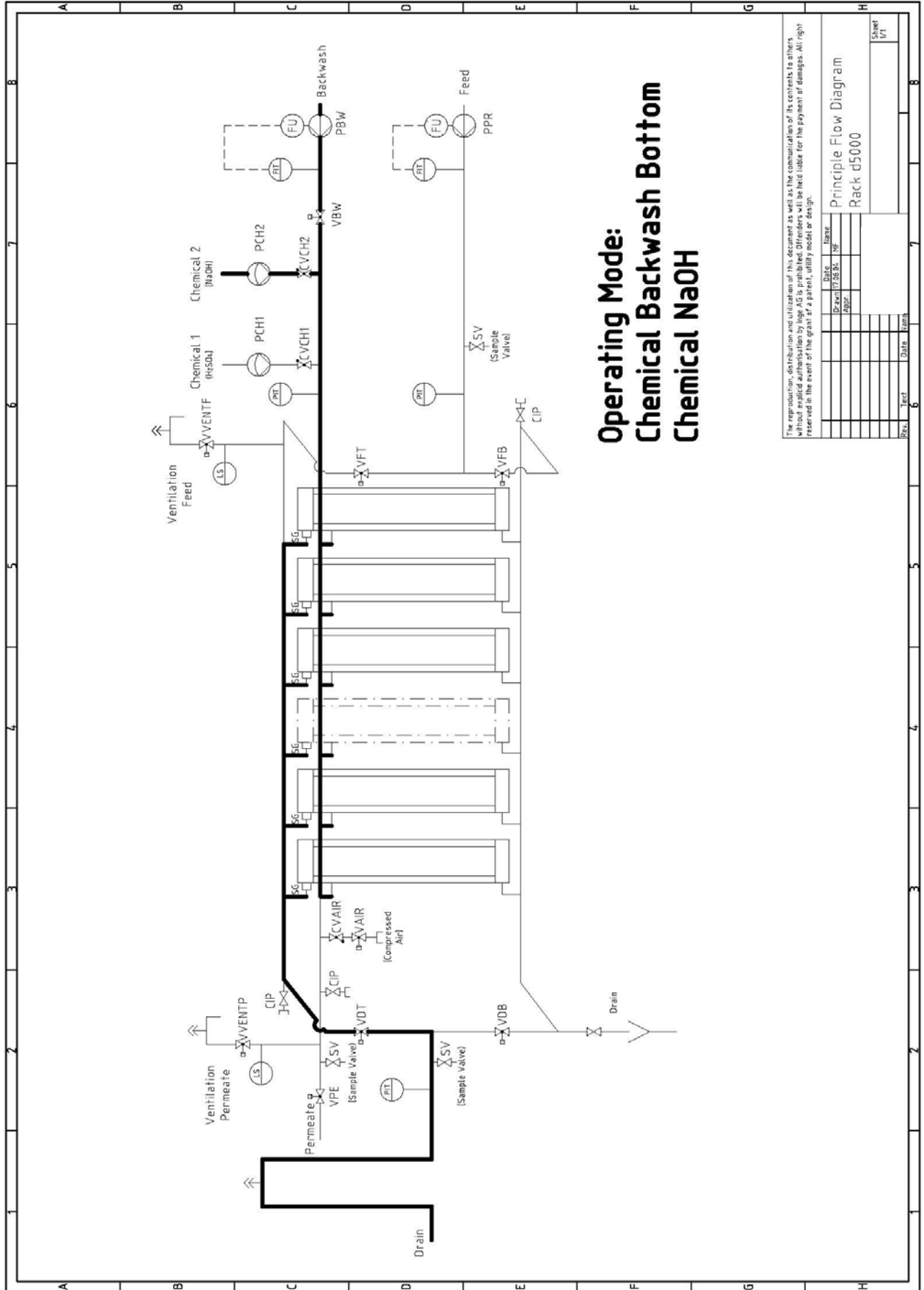
The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without explicit authorization by Kape AG is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design.

Rev.	Text	Date	Sheet
1			1/1

Rev.	Text	Date	Sheet
1			1/1

Date	Name
02.08.20	WF

Principle Flow Diagram
Rack d5000



**Operating Mode:
Chemical Backwash Bottom
Chemical NaOH**

The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without explicit authorization by Inop AS is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grant of a patent, utility model or design.

Rev.	Year	Date	Form
6			

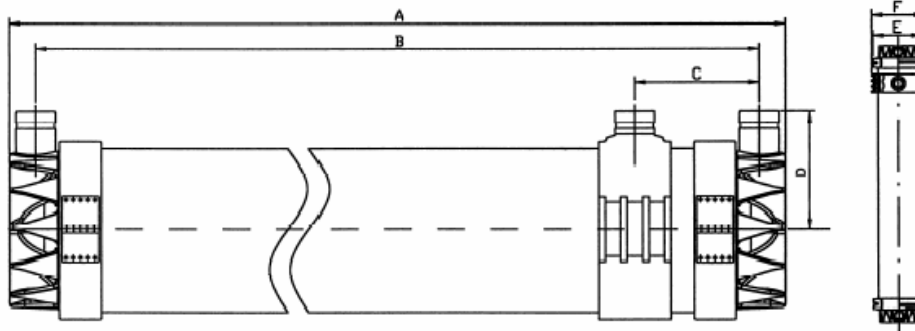
Page	Date	Base
1/1	17.08.14	1/1

Principle Flow Diagram	
Rack d5000	
Sheet	1/1



5 Технические спецификации

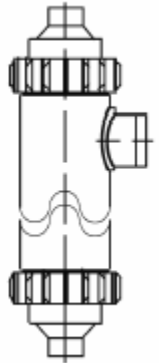
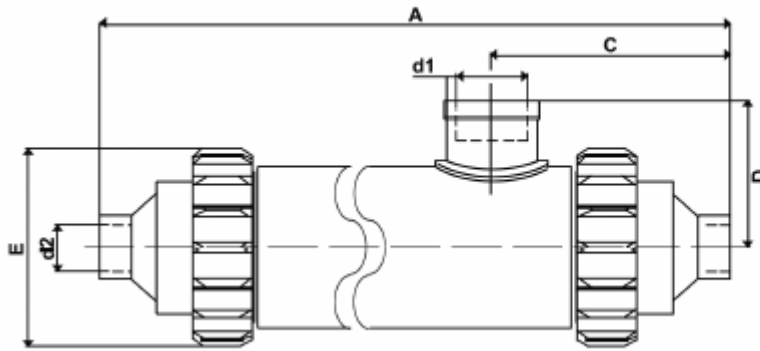
Ультрафильтрационный модуль с многоканальными волокнами
dizzer® 3000 plus dizzer® 5000 plus



	dizzer® 3000	dizzer® 5000
Длина, мм (A)	1180±3	1680±3
Внешний диаметр модуля, мм	250	
Расстояние между входными портами, мм (B)	1100±3	1600±3
Расстояние вход-выход фильтрата, мм (C)	190±1.5	
Расстояние вход-ось симметрии модуля, мм (D)	180	
Максимальная ширина места присоединения концевой крышки (E), мм	305	
Максимальная ширина порта пермеата (F), мм	326	
Внешний диаметр соединения (гибкое сочленение типа Victaulic), мм	Соединение типа Victaulic 2"	
Материалы		
Корпус	PVC-U, белый	
Торцевые крышки	PVC-U, серый	
Место установки торцевых крышек	SS (уплотнение EPDM)	
Максимальное рабочее давление, бар	5	
Капилляры		
Капилляров на волокно	7	
Внутренний диаметр, мм	0.9	
Материал	PESM	
Размер пор, мкм	Около 0.02	
Площадь мембраны, м ²	30	50
Типичные рабочие параметры		
Рабочая температура, °C	Макс. 40	
Диапазон pH		
Работа	3-10	
Очистка	1-13	
Реагенты для очистки/дезинфекции		
Свободный хлор	Макс. 200 мг/л или 200000 мг/л*часов	
H ₂ O ₂ (перекись водорода)	Макс. 500 мг/л	
Удельный расход, литров/м ² час		
Режим фильтрования	60-140	
Режим обратной промывки	200-250	
Перепад давления на мембране, бар		
Режим фильтрования	0.1-макс. 0.8	
Режим обратной промывки	0.3- макс. 2.5	
Давление разрыва	>10	
Расход фильтрата, м ³ /час при 80 л/м ² час	3.0	5.0
Вес (сухой), кг	25	42



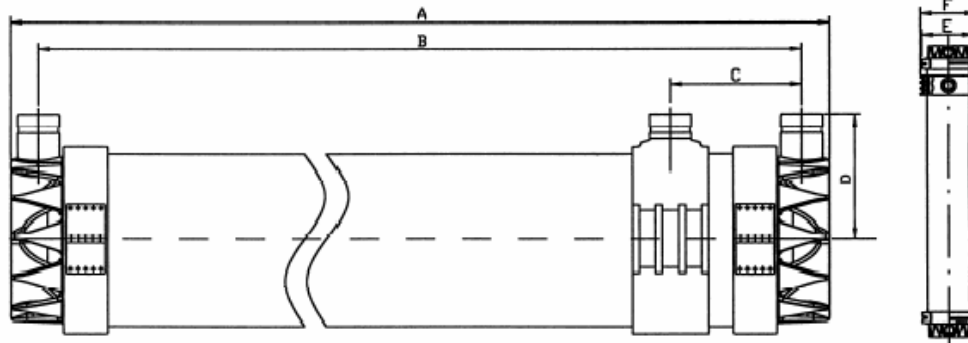
Ультрафильтрационный модуль с многоканальными волокнами
dizzer® 220 dizzer® 450



	dizzer® 220	dizzer® 450
Длина, мм, с торцевыми крышками (A)	672±1.5	1172±1.5
Длина, мм, без торцевых крышек	500±1.5	1000±1.5
Внешний диаметр модуля, мм	110	
Расстояние вход-выход фильтрата, мм (C)	152±2	162±2
Расстояние вход-ось симметрии модуля, мм (D)	98	99
Внешний диаметр (E), мм	135	
Вклеенный штуцер подачи исходной воды (d2), мм	32	
Внутренняя резьба порта фильтрата	BSP 1 ¼''	BSP 1 ½''
Материалы		
Корпус	PVC-U	
Торцевые крышки	PVC-U	
Максимальное рабочее давление, бар	5	
Капилляры		
Капилляров на волокно	7	
Внешний диаметр, мм	4.3	
Внутренний диаметр, мм	0.9	
Материал	PESM	
Размер пор, мкм	Около 0.02	
Площадь мембраны, м ²	2.2	4.5
Типичные рабочие параметры		
Рабочая температура, °C	Макс. 40	
Диапазон pH	3-10	
Работа	3-10	
Очистка	1-13	
Реагенты для очистки/дезинфекции		
Свободный хлор	Макс. 200 мг/л или 200000 мг/л*часов	
H ₂ O ₂ (перекись водорода)	Макс. 500 мг/л	
Удельный расход, л/м ² час	60-140	
Режим фильтрования	200-250	
Режим обратной промывки		
Перепад давления на мембране, бар	0.1-макс. 0.8	
Режим фильтрования	0.3- макс. 2.5	
Режим обратной промывки	>8	
Давление разрыва		
Расход фильтрата, л/час при 100 л/м ² час	220	450
Вес (сухой), кг	4	7



**Ультрафильтрационный модуль с одноканальными волокнами
dizzer® 5000 SB plus**



Длина, мм (A)	1680±3
Внешний диаметр модуля, мм	250
Расстояние между входными портами, мм (B)	1600±3
Расстояние вход-выход фильтрата, мм (C)	190±1.5
Расстояние вход-ось симметрии модуля, мм (D)	180
Максимальная ширина места присоединения концевой крышки (E), мм	305
Максимальная ширина порта пермиата (F), мм	326
Внешний диаметр соединения (гибкий коннектор типа Victaulic), мм	Соединение типа Victaulic 2"
Материалы	
Корпус	PVC-U, белый
Торцевые крышки	PVC-U, серый
Место установки торцевых крышек	SS (уплотнение EPDM)
Максимальное рабочее давление, бар	5
Капилляры	
Капилляров на волокно	1
Внутренний диаметр, мм	1.5
Материал	PESM
Размер пор, мкм	Около 0.02
Площадь мембраны, м ²	30
Типичные рабочие параметры	
Рабочая температура, °C	Макс. 40
Диапазон pH	
Работа	3-10
Очистка	1-13
Реагенты для очистки/дезинфекции	
Свободный хлор	Макс. 200 мг/л 200000 мг/л*часов
H ₂ O ₂ (перекись водорода)	Макс. 500 мг/л
Удельный расход, литров/м ² час	
Режим фильтрования	60-140
Режим обратной промывки	200-250
Перепад давления на мембране, бар	
Режим фильтрования	0.1-макс. 0.8
Режим обратной промывки	0.3- макс. 2.5
Давление разрыва	>10
Расход фильтрата, м ³ /час при 80 л/м ² час	2,4
Вес (сухой), кг	40



6. Инструкция по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию

Содержание

1.	Модули ультраfiltrации	технические данные	62
2.	Хранение и перевозка		63
3.	Инструкции по установке модуля		64
4.	Инструкция по пуско-наладке		66
5.	Рекомендации по проведению проверки целостности ультраfiltrационных модулей		69
6.	Рабочие условия		70
7.	Документирование рабочих условий		72
8.	Обслуживание мембран во время остановов оборудования		73
9.	Условия транспортировки модулей ультраfiltrации		74



1. Модули ультрафильтрации технические данные

(Смотри Appendix B)

Для обеспечения правильной работы модуля необходимо соблюдать следующие предосторожности:

- Избегать возможности высыхания мембран
Если модуль хранится длительное время, мембраны начинают высыхать. Это может привести к необратимому повреждению мембран. Необходимо предотвращать дегидратацию мембран.
- Избегать возможности замерзания воды
Модуль должен быть защищен от возможности замерзания заполняющей его воды во время работы и хранения. Замерзание воды приведет к необратимому повреждению мембран и модуля.
- защита модуля от прямых солнечных лучей и других источников ультрафиолетового излучения.
Модуль должен быть защищен от продолжительного воздействия прямого солнечного света и других источников УФ-излучения.
- защита модуля от резких перепадов температуры
Модуль не должен подвергаться резким перепадам температуры. Максимально допустимая скорость изменения температуры: 1°C/минуту. Допустимый температурный диапазон: от 2°C до 40°C.
- защита от органических растворителей/концентрированных кислот
Необходимо избегать контактов модуля и мембран с органическими растворителями, растворителями, содержащими хлор, концентрированными кислотами.
- защита от абразивных материалов.
Мембраны должны быть защищены от воздействия абразивных материалов. Такие материалы могут вызвать необратимое повреждение мембран.
- Не используйте силиконовые смазки и материалы, содержащие силикон.
Смазки/материалы, содержащие силикон, могут вызвать необратимое засорение капилляров мембраны. Только глицерин может использоваться как смазка для уплотнений, кольцевых прокладок и т.п.
- Соблюдать осторожность при транспортировке.
Механические повреждения, такие как повреждения кожуха модуля и соединительных узлов, могут стать следствием ударов модуля. Обращение с модулем требует осторожности. Транспортировка модуля должна осуществляться с особой осторожностью.



2. Хранение и перевозка

Все ультрафильтрационные модули поставляются запакрованными в специальные коробки, которые обеспечивают надежную защиту модулей при их транспортировке. Каждый модуль сначала запаковывается в пластиковую упаковку, затем в отдельную коробку. Не рекомендуется складывать модули друг на друга. Во время транспортировки коробки с модулями должны быть надежно закреплены.

Модули должны храниться в сухом, умеренно проветриваемом помещении, вдали от источников тепла, открытого пламени, прямого солнечного освещения. Диапазон допустимых температур при хранении должен быть от 4°C до 30°C. Во время транспортировки, монтажа стоек, последующей работы модули требуют исключительно бережного обращения. Перед отгрузкой все модули проходят тест на целостность волокон.

Для предотвращения дегидратации и предотвращения размножения бактерий, мембраны заполняются безопасным для них раствором воды обратноосмотического качества/глицерина/бисульфита натрия (процентное соотношение 74,75:25:0,25) и запаковываются в пластиковую упаковку. Запакованные модули (в оригинальной упаковке) могут храниться вплоть до 8 месяцев при температуре от 4°C до 30°C. После этого времени, раствор в модулях должен быть заменен. Для раствора должна использоваться обратноосмотическая или деминерализованная вода. В любом случае, качество воды должно удовлетворять требованиям EU Directive 98/83/EU и German Drinking Water Ordinance (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001).

Перед хранением, модули должны быть снова запакованы в пластиковую упаковку. При этом модули могут храниться еще 2 месяца, после которых описанная выше процедура должна быть повторена.



3. Инструкции по установке модуля

Перед монтажом модуля в стойку, убедитесь, что модуль не находится под воздействием механического напряжения. Следуйте описанной ниже процедуре установки модуля:

1. Извлеките модуль из транспортной упаковки, проверьте отсутствие механических повреждений модуля. В случае возникновения претензий, немедленно свяжитесь с сервисом .

2. Перед установкой модуля вся трубопроводная система должна быть промыта. Необходимо обратить особое внимание на отсутствие в системе абразивных материалов, материалов, содержащих нефтепродукты.

3. Для обеспечения надлежащей механической фиксации модуля должны использоваться по крайней мере два зажима с резиновыми прокладками для труб (расположенные в верхней трети и в нижней трети модуля). Присоединение к стойке должно быть надежным и не быть подвержено вибрациям. Большая площадка модуля (dizzer 3000 plus/5000 plus) должна располагаться снизу, опираясь торцевой крышкой на раму.

Внимание: Крепления модуля только 3-мя 2-х дюймовыми фланцами типа Victaulic недостаточно !!!

4. Убедитесь в том, что во время установки сам модуль и его штуцеры не подвержены механическому напряжению и перекручиванию. Проверьте надежность всех уплотняемых и резьбовых соединений (необходимо выполнить последовательную проверку затяжки соединений).

5. Используйте только глицерин (чистота > 99,7 %) как смазку уплотнений, кольцевых прокладок и т.п.

6. Запишите серийный номер модуля и его положение в стойке.

7. Для установки модулей dizzer 3000 plus/5000 plus, проверьте центровку и сопряжение элементов модуля в следующей последовательности:

Элементы модуля зафиксированы в соответствии с технической документацией перед его отгрузкой (Рисунок 3.1). Крепление трубных элементов осуществляется с усилием затяжки 40 Н*м. Тем не менее, крепление может незначительно ослабеть во время транспортировки. Следовательно, его необходимо проверить перед установкой модуля. Если центровка не соответствует технической документации, торцевые крышки (верхняя и нижняя, через которые может подаваться исходная вода) должны быть повернуты. Это можно осуществить, предварительно ослабив затяжку винта на накидном металлическом фланце (8 мм винты).



Внимание! Не выкручивайте винты полностью!

Теперь можно легко выполнить центровку торцевых крышек. После позиционирования штуцеров, корпусные детали должны быть снова закреплены. Для фиксации рекомендуется использовать ключ с динамометром. Рекомендуемая величина усилия затяжки для торцевых крышек и модуля составляет 40 Н*м. Выступ на торцевой крышке используется для ориентации при выравнивании соединений труб. Этот выступ должен находиться между присоединительной оправой и круговой струбциной (рисунок 3.2). Не вращайте место соединения на трубе после того, как оно было затянуто. Для выравнивания штуцера фильтра, ослабьте присоединительные клинья (Рисунок 3.3).

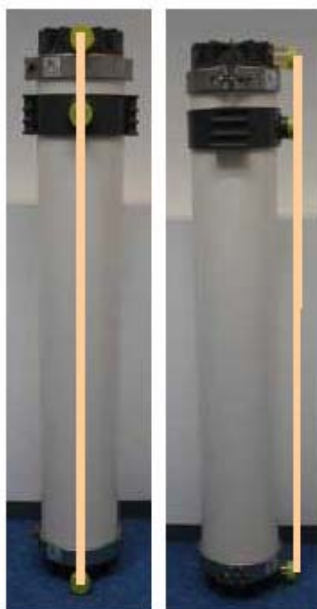


Рисунок 3.1

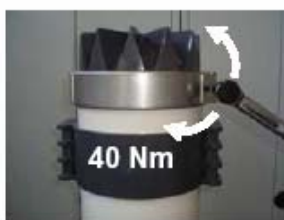


Рисунок 3.2



Рисунок 3.3



4. Инструкция по пуско-наладке

4.1 Общие положения

Перед началом работы, убедитесь в том, что:

Программа автоматического управления (обеспечиваемая микропроцессорным контроллером) работает без ошибок, возможность неправильного переключения вентилей и/или возможность гидро-/воздушных ударов исключена. Вся система и трубопроводная арматура перед присоединением и запуском установки должна быть промыта и очищена с тем, чтобы удалить все загрязнения, абразивные материалы, вещества, содержащие нефтепродукты.

Во время установки модулей ультрафильтрации не должно возникать мертвых зон (тупиковых участков). Это особенно важно для части раздачи фильтрата. Точно придерживайтесь описанных ниже процедур промывки и дезинфекции установки. После завершения этих процедур, можно производить отбирать фильтрат для его последующего использования.

4.2 Промывка модуля ультрафильтрации

Для предотвращения дегидратации и бактериального роста, все ультрафильтрационные модули поставляются заполненными раствором воды (обратноосмотического качества)/глицерина/бисульфита натрия. Для промывки модуля должна быть выполнена следующая процедура:

1. FB = фильтрование снизу (работа системы в режиме «Фильтрование снизу», см. рисунок 4.1) при удельном расходе 50 л/(м²хчас) по меньшей мере 10 минут (для того, чтобы избежать гидроудара, медленно заполняйте установку водой).
2. FFB = направление потока снизу вверх («прямая промывка снизу») при удельном расходе 80 л/(м²хчас) по меньшей мере 5 минут.
3. FB = фильтрование снизу (работа системы в режиме «Фильтрование снизу» при удельном расходе 80 л/(м²хчас) по меньшей мере 15 минут. Убедитесь, что со стороны фильтрата нет перекрытых вентилей.
4. Сбросьте воду из бака фильтрата в дренаж.
5. FT = фильтрование сверху (работа системы в режиме «Фильтрование сверху» при удельном расходе 80 л/(м²хчас) по меньшей мере 15 минут. Убедитесь, что со стороны фильтрата нет перекрытых вентилей.
6. BWB = обратная промывка снизу (работа системы в режиме «обратная промывка снизу» при удельном расходе 230 л/(м²хчас) по меньшей мере 60 секунд.
7. FB = фильтрование снизу (работа системы в режиме «Фильтрование снизу» при удельном расходе 80 л/(м²хчас) по меньшей мере 15 минут. Убедитесь, что со стороны фильтрата нет перекрытых вентилей.
8. BWT = обратная промывка снизу (работа системы в режиме «обратная промывка сверху» при удельном расходе 230 л/(м²хчас) по меньшей мере 60 секунд.
9. FT = фильтрование сверху (работа системы в режиме «Фильтрование сверху» при удельном расходе 80 л/(м²хчас) для наполнения бака фильтрата.

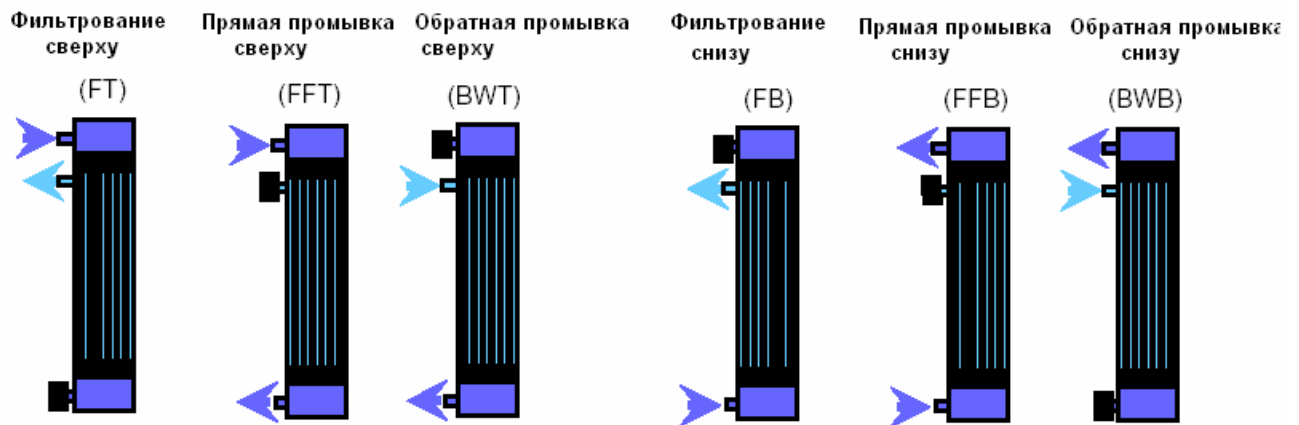


Рисунок 4.1: Рабочие режимы модуля «inge dizzer»

4.3 Дезинфекция UF-модулей

После промывки модулей должна быть проведена их дезинфекция (в случае необходимости, дезинфекция должна проводиться несколько раз).

Предупреждение: при дезинфекции используется раствор гипохлорита (13%). Соблюдайте должные меры предосторожности при хранении и использовании химических веществ.

1. Проведите дезинфекцию бака фильтрата и трубопровода фильтрата при помощи раствора гипохлорита натрия с концентрацией 100 мг/л активного хлора.

- Залейте NaOCl в фильтрованную воду, находящуюся в баке фильтрата (количество NaOCl зависит от объема бака).
- BWB = обратная промывка снизу (работа системы в режиме «обратная промывка снизу» при удельном расходе 230 л/(м²хчас) по меньшей мере 30 секунд для дезинфекции трубопровода фильтрата.
Как альтернативный способ, можно провести процедуру СЕВ (дозируя гипохлорит натрия с концентрацией 100 мг/л активного хлора в воду обратной промывки).
- BWT = обратная промывка вниз (работа системы в режиме «обратная промывка сверху» при удельном расходе 230 л/(м²хчас) по меньшей мере 30 секунд для дезинфекции трубопровода фильтрата.
Как альтернативный способ, можно провести процедуру СЕВ (дозируя гипохлорит натрия с концентрацией 100 мг/л активного хлора в воду обратной промывки).



- Ненадолго откройте вентиль (вентили) отбора фильтрата и другие вентиль (вентили) по трубопроводу фильтрата (бака фильтрата).
2. Перекройте все вентили подачи исходной воды.
 3. Мембраны необходимо замочить в растворе NaOCl по меньшей мере на 30 минут.
 4. BWB = обратная промывка снизу вверх при удельном расходе 230 л/(м²хчас) по меньшей мере 60 секунд.
 5. FB = фильтрация снизу вверх при удельном расходе 80 л/(м²хчас) по меньшей мере 10 минут.
 6. BWT = обратная промывка сверху вниз при удельном расходе 230 л/(м²хчас) по меньшей мере 60 секунд.
 7. FT = фильтрация сверху вниз при удельном расходе 80 л/(м²хчас) до полного наполнения бака фильтрата.
 8. Полностью сбросить воду из бака фильтрата в дренаж.
 9. FB = фильтрация снизу вверх при удельном расходе 80 л/(м²хчас) по меньшей мере 10 минут или до наполнения бака фильтрата.
 10. Полностью сбросить воду из бака фильтрата в дренаж.
 11. FB = прямое фильтрация снизу вверх при удельном расходе и времени цикла, как при стандартной процедуре фильтрации.
 12. Проверьте качество фильтрата по микробиологическим показателям. Если результат неудовлетворителен, повторите процедуру (пункты 1-12).

4.4 Проверка затяжки элементов крепления всех установленных модулей

После 12 часов работы должна снова быть выполнена проверка затяжки всех трубных соединений для всех модулей. Это должно быть сделано при сброшенном избыточном давлении с использованием ключа с динамометром. Перед отгрузкой модулей все трубопроводные соединения затягиваются с усилием 40 Н*м. После акклиматизации мембранных модулей по месту установки, должна быть проверена затяжка всех трубных соединений.

Затяжка всех трубных соединений должна проверяться ежеквартально, или же при любом запуске модулей/установки. Проверка должна проводиться при сброшенном избыточном давлении в системе.



5. Рекомендации по проведению проверки целостности ультрафильтрационных модулей

Тест на целостность модулей проводится на месте (без извлечения модулей из стойки).

- Подача сухого, не содержащего маслопродуктов воздуха под давлением (1000 мбар) в модуль со стороны фильтрата.
Порт подачи исходной воды (с верхней стороны) модуля должен быть открыт (находиться под атмосферным давлением). Вода, находящаяся в модуле на стороне фильтрата, будет проходить через мембрану в направлении порта подачи исходной воды. Воздух не может просочиться через целую мембрану (из-за силы поверхностного натяжения воды в порах мембраны).
- После того, как вода в мембране будет полностью вытеснена со стороны фильтрата, и будет достигнуто стабильное давление 1.000 мбар (период, в течение которого это произойдет, должен быть не менее 1 минуты), перекройте подачу воздуха со стороны фильтрата. Измеряйте скорость падения давления воздуха в течение 3-х минут. Из-за процесса диффузии воздуха через заполненные водой поры будет иметь место небольшое падение давления (это малое падение давления не указывает, что в системе есть поврежденные мембраны). Величина падения давления зависит от количества модулей в стойке, объема трубопроводной арматуры, герметичности перекрытия отсечных вентилях. Поэтому, предельная величина скорости падения давления должна быть определена для новых модулей (при первом запуске) в полностью заполненной стойке. После этого данная величина должна быть зафиксирована в документации и может использоваться в дальнейшем как референсная. Модуль с поврежденной мембраной детектируется при помощи прозрачного патрубка подачи исходной воды (расположен в верхнем присоединительном блоке модуля). Такая прозрачная секция поставляется вместе с модулями (dizzer 3000 plus/5000 plus). Если модуль поврежден, через прозрачную часть трубы во время проведения теста будет наблюдаться непрерывный поток пузырьков. При этом необходимо быть уверенным, что со стороны подачи на модуль исходной воды нет избыточного давления (коллектор должен быть открыт и находится под атмосферным давлением), кроме того, эта часть модуля должна быть полностью заполнена водой.



Рисунок 5-1: Мониторинг целостности модуля через прозрачный патрубок на верхней и нижней торцевой крышке (модули dizzer 3000 plus/5000 plus)



6. Рабочие условия

Общие положения:

Все ультрафильтрационные модули должны работать при следующих рабочих условиях:

1. Предфильтрация: < 300 микрон (если существует риск, что исходная вода может содержать макроскопические взвешенные частицы, которые могут повредить мембраны).
2. Предотвращение возможности контакта мембран с абразивными материалами (металлическая или пластиковая стружка, песок и т.п.)
3. Качество исходной воды должно контролироваться после введения в нее реагентов и после предфильтрации (для сравнительного анализа с референсным качеством исходной воды).
4. Допустимый диапазон температур: от 2 °C до 40 °C (максимум)
Скорость изменения температуры: максимум 1 °C/минуту
5. Допустимый диапазон pH исходной воды:
 - Работа 3 - 10
 - Очистка 1 - 13
6. Не допускается выпадение осадка (например, Fe, Mn, CaCO₃) на мембранах в рабочих условиях.
7. Не допускается воздействие на элементы любых типов гидравлических и воздушных ударов.
8. Реагенты для очистки/дезинфекции:
 - NaOCl (в пересчете на активный хлор) макс. 200 мг/литр при 40 °C;
200 000 мг/л*часов суммарно
 - H₂O₂ макс. 500 мг/л при 40 °C;
 - NaOH макс. pH 13
 - HCl, H₂SO₄, лимонная кислота минимум pH 1

(Проконсультируйтесь и получите письменное разрешение у специалистов
использованием каких-либо других химических веществ).

перед



9. Допустимые перепады давлений на мембране (TMP):

- В режиме фильтрации - макс. 0.8 бар
- При обратной промывке - макс. 2.5 бар
- При проверке целостности мембран - макс. 1.0 бар давления воздуха

Использование мембран при условиях, когда несколько рабочих параметров близки к максимальным (температура, pH, концентрация химических веществ, давление) в режимах фильтрации или очистки сокращает срок службы мембран. Приведенные величины допустимого перепада давления на мембране соответствуют условиям эксплуатации, при которых гарантировано обеспечена стабильная работа мембран. Необходимо избегать уплотнения слоев загрязнений на поверхности мембраны. Давление на разрыв для многоканальных мембран Multibore превышает 8 бар.

10. Вещества, которые могут вызвать повреждение мембраны:

Не подвергайте мембраны воздействию нефтепродуктов, смазки/жира и других веществ (органических или неорганических), которые могут вызвать химическое или физическое повреждение модуля. Избегайте контакта модуля/мембран с полярной органикой, органическими растворителями, хлорсодержащими растворителями, концентрированными кислотами.

Гарантия не распространяется на модули, необратимо поврежденные указанными выше веществами.

11. Конструкция стоек UF:

Каждый модуль должен работать при одинаковых рабочих параметрах. Принципы дизайна стоек показаны в Appendix A и должны соблюдаться для всех типов ультрафильтрационных модулей

12. Дозирование коагулянта в линию подачи исходной воды перед модулем ультрафильтрации:

В зависимости от значения параметра DOC (растворенный в исходной воде органический углерод) -его типа и концентрации - возникает необходимость добавлять в исходную воду коагулянты [FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, полиоксихлорид алюминия]. При этом показатели работы мембран может быть улучшены или стабилизированы, а значение параметра DOC фильтрата может быть уменьшено. Однако, использование полиэлектролитов может привести к необратимому загрязнению мембран.

(Проконсультируйтесь и получите письменное разрешение у специалистов перед использованием каких-либо других коагулянтов)



7. Документирование рабочих условий

Для контроля и оптимизации работы установок ультрафильтрации рекомендуется фиксировать (и документировать) важнейшие рабочие параметры (см. ниже). Данное документирование является условием исполнения гарантийных обязательств со стороны изготовителя мембран. Запись рабочих параметров и длительности циклов для различных режимов работы системы должна осуществляться с момента первого запуска установки. Любая претензия в рамках предоставленных гарантий должна сопровождаться заполненным рабочим журналом,

1. Значение pH и температуры воды непосредственно на входе установки ультрафильтрации.
2. Концентрация*, время контакта* и вид* коагулянта (тип*, производитель*), вводимого в линию подачи исходной воды (если предполагается использование коагулянта).
3. Мутность исходной воды.
4. Расход воды на стойку / на блок во время фильтрования.
5. Перепад давления на мембране (TMP) и абсолютная величина давления (исходной воды/фильтрата) на стойке / на блоке во время фильтрования.
6. Расход воды на стойку / на блок во время обратной промывки.
7. Перепад давления на мембране (TMP) и абсолютная величина давления (исходной воды/фильтрата) на стойке / на блоке во время обратной промывки.
8. Значение pH и температуры непосредственно на входе установки ультрафильтрации при обратной промывке (если кислота и/или щелочь используются во время обратной промывки).
9. Используемые химические вещества:
 - Реагенты для очистки (тип*, концентрация*, производитель*, время контакта, значение величины pH)
 - Реагенты при обратной промывке (тип*, концентрация*, производитель*, время контакта, значение величины pH)
10. В случае какого-либо дефекта модуля, необходимо предоставить сведения о положении поврежденного модуля в стойке (ряд, сторона, положение) с указанием серийного номера данного модуля*.
11. Для контроля величины максимального допустимого рабочего давления (в соответствии с технической документацией), аналоговый манометр с редуктором или перепускным клапаном (манометр поставляется с технической документацией и имеет серийный номер*) должен быть установлен со стороны подачи исходной воды и фильтрата для каждой стойки.

Фиксация указанных выше параметров должна осуществляться по меньшей мере каждые 3 секунды (во время цикла фильтрования по меньшей мере каждые 3 минуты), с тем, чтобы регистрировались все изменения в работе насосов и/или положений вентиляей. Для надлежащего документирования и оптимизации работы системы водоподготовки, рекомендуется производить сбор рабочих параметров через минимально возможные интервалы времени.



8. Обслуживание мембран во время остановов оборудования

При эксплуатации, мембраны должны находиться все время во «влажном» состоянии. Для предупреждения микробиологического зарастания во время хранения неработающего модуля, влажные мембраны должны быть обработаны соответствующим биоцидом/ дезинфицирующим раствором. Просьба соблюдать данные ниже рекомендации для различных периодов остановов оборудования.

- a. Отключение на период до 24 часов.
Достаточно остановить оборудование, после чего произвести обратную промывку с расходом 230 л/(м²*час) по меньшей мере 60 секунд. Никакие другие процедуры не требуются.
- b. Отключение на период, превышающий 24 часа.
Осуществить цикл фильтрования с расходом 50 л/(м²*час) по меньшей мере 10 минут. Далее, необходимо выполнить обратную промывку с расходом 230 л/(м²*час) с добавлением раствора NaOCl (при концентрации активного хлора 2 мг/литр) по меньшей мере 60 секунд. Необходимо прокачать объем воды эквивалентный двойному внутреннему объему модуля.
- c. Отключение на период, превышающий 7 дней
Перед процедурой дезинфекции абсолютно необходимо произвести очистку мембран от всех органических и неорганических загрязнений. После завершения выполнения процедуры очистки, проведите обратную промывку 0.1% раствором бисульфита натрия (обратная промывка сверху, обратная промывка снизу). Для приготовления раствора можно использовать фильтрат. (В любом случае, минимальное качество воды, которая используется для приготовления раствора, должно удовлетворять требованиям EU Directive 98/83/EU и German Drinking Water Ordinance (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001). Модули стойки должны быть оставаться заполненными раствором бисульфита натрия. После этого, раствор необходимо менять каждые 14 дней.

В любом случае, модули должны храниться гидравлически заполненными.

(Если необходимо использовать какой-либо другой биоцид/дезинфицирующий раствор, свяжитесь с представителями которые должны дать письменное подтверждение возможности использования данного раствора в соответствующей концентрации).

Модули, которые использовались в работе установки ультрафильтрации, перед хранением должны быть тщательно отмыты. Очищенные модули извлекаются из системы, после чего они должны быть промыты водным консервантом (раствором воды обратноосмотического качества/глицерина/бисульфита натрия - процентное соотношение 74.75:25:0.25). После этого, если предполагается их в дальнейшем использовать, модули запаковываются в пластик. Предпочтительно использование для раствора деминерализованной воды или воды обратноосмотического качества, но в любом случае, минимальное качество воды должно удовлетворять требованиям EU Directive 98/83/EU и German Drinking Water Ordinance (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001). После этого модули могут храниться 2 месяца, после чего консервирующий раствор должен быть заменен.



9. Условия транспортировки модулей ультрафильтрации

Удары/падения модуля могут привести к механическим повреждениям корпуса модуля и его штуцеров. Поэтому, транспортировку модулей необходимо проводить с большой осторожностью.

Для возврата модуля выполните следующие операции:

- Произведите очистку модуля
- Произведите дезинфекцию модуля (см. Раздел 2)
- Выполните защиту модуля от обезвоживания (см. Раздел 2)
- Обеспечьте защиту модуля от замерзания; поддерживайте температуру хранения в диапазоне от 4°С до 30°С

Пожалуйста, свяжитесь с компанией для получения дальнейшей информации:

Kaufmann Technology

Телефон: +7 (495) 769-30-21
+7 (495) 769-30-22

e-mail: kaufmanntec@yandex.ru
web: www.kaufmanntec.ru



7. Примеры использования установок ультрафильтрации

Получение воды для питьевого водоснабжения из озера Zurich

Местоположение: Mannedorf, Озеро Цюрих, Швейцария

Инжиниринговая компания: VA Tech WABAG, Швейцария

Потребитель: Municipal Water Works Association

Производительность: 17,600 м³/день

Назначение: питьевая вода

Исходная вода: поверхностная вода из озера

Запуск в эксплуатацию: декабрь 2005



Высокая производительность

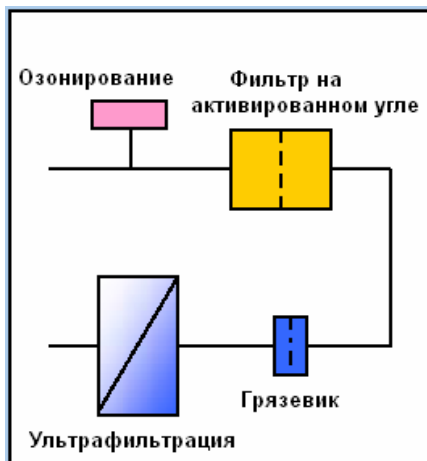
Нет случаев
повреждений мембран

Малые загрязнения

Обзор

В последние годы в Швейцарии осуществляется программа по улучшению качества питьевой воды, которая отражает тенденции по ужесточению стандартов на питьевую воду в Европейском Союзе. Здесь так же, как в Германии или Франции, особое внимание уделяется удалению содержащихся в воде патогенных микроорганизмов. Другая важная задача - уменьшение зависимости водоснабжения от химических дезинфицирующих веществ. В настоящее время в Швейцарии активно применяются мембранные технологии водоподготовки, которые обеспечивают даже более строгие по сравнению с другими европейскими странами стандарты по микробиологической чистоте воды.

Ниже дано описание системы ультрафильтрационной подготовки питьевой воды (с использованием многоканальных мембран «multibore»), запущенной в 2005 году на озере Цюрих. Качество подготовленной воды полностью соответствует принятым стандартам, за все время работы системы не отмечено ни одного случая повреждений мембран. Кроме этого, параметр «проницаемость» оставался неизменным с момента запуска установки.



Задача

Значение мутности воды в озере Zürich обычно является небольшой величиной, около 0.8 NTU, однако качество воды может существенно меняться во время весеннего таяния снега.

Требование к микробиологическому качеству воды в Швейцарии особенно строгое < 20 cfu/мл, (микроорганизмов/миллилитр), поэтому ультрафильтрация используется во многих системах подготовки питьевой воды. Кроме удовлетворения микробиологическим стандартам, при ультрафильтрации мутность воды снижается до

значения < 0.2 NTU. Из-за того, что иногда имеет место разрастание водорослей, перед системой ультрафильтрации вода подвергается предподготовке озонированием и очисткой на фильтре с гранулированным активированным углем (см. диаграмму).

Показатели работы

Установка ультрафильтрации работает с удельным расходом 110 л/м²*час. Не считая дважды в день проводимой СЕВ (обратной промывки при концентрации хлора 5 мг/л), никакая химическая очистка не применяется. Мутность подготовленной воды составляет < 0.2 единиц NTU даже при пиковых увеличениях мутности исходной воды. Важно отметить, что тесты целостности мембран не выявили ни одного повреждения в модулях с момента запуска системы.

Характеристики системы

Тип мембраны	Количество стоек	Полное количество ультрафильтрационных модулей
Dizzer 5000 MB	4	164

Официальное заключение

„ Ультрафильтрация гарантирует соответствие получаемой питьевой воды строжайшим швейцарским стандартам. Мембраны Multibore® продемонстрировали отличные рабочие характеристики и надежность.“

Victor Leimgruber, менеджер по эксплуатации



Очистка сточных вод нефтехимического комбината

Местоположение: Dalian, Китай

Инжиниринговая компания: Dasmart International Consulting Co.
Georgi Water Treatment

Потребитель: China National Petrochemical Group

Производительность: 6500 м³/день

Назначение: предподготовка перед обратным осмосом

Исходная вода: муниципальные сточные воды

Запуск в эксплуатацию: декабрь 2005



Высокая производительность

Нет случаев
повреждений мембран

Малые загрязнения

Обзор

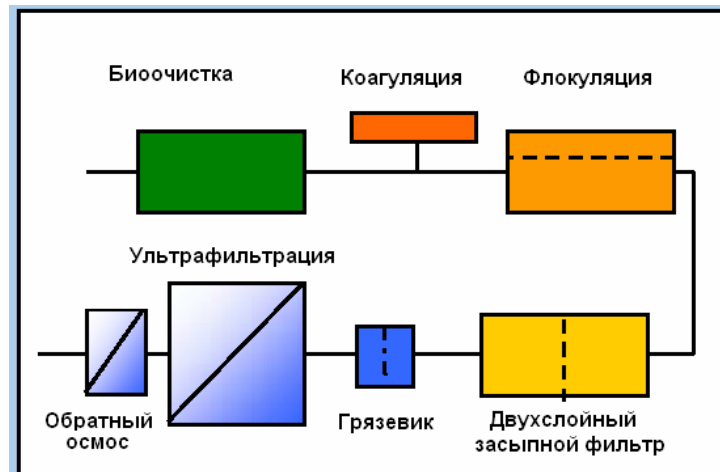
Рост китайской экономики и дефицит водных ресурсов делает необходимым поиск альтернативных источников водоснабжения промышленных объектов. Китайская национальная нефтехимическая группа в Даляне приняла решение использовать ультрафильтрацию для обработки муниципальных стоков перед их подачей на установку обратного осмоса.

Ниже дано описание установки ультрафильтрации, использующей многоканальные Multibore®, которая была введена в эксплуатацию в Даляне в 2005 году. Водоподготовка включает биоочистку, главным образом для нитрификации, флокуляцию на квасцах, флотацию при подаче растворенного воздуха (DAF), осветлительное фильтрование на двухслойных засыпных фильтрах, в качестве предподготовки исходной воды перед ультрафильтрацией и обратным осмосом.



Задача

При получении питающей воды для обратноосмотических установок, для контроля загрязнения RO мембран и минимизации необходимости химических очисток особенно важным представляется уменьшение ее мутности, параметров SDI и TOC. В городе Dalian муниципальная сточная вода перед флотацией и фильтрованием проходит биологическую обработку и флокуляцию на квасцах (см. диаграмму). Это обеспечивает нужное качество исходной воды, с уменьшенной концентрацией растворенной органики и аммония.



Задача ультрафилтрации заключается в получении воды с индексом SDI < 3.0 для обеспечения стабильной работы обратноосмотической установки. Качество исходной воды в Dalian может сильно меняться, однако, биореактор и DAF/DMF обеспечивает установку ультрафилтрации исходной водой с низкой мутностью, при БПК < 5 мг/л и ХПК < 20 мг/л.

Показатели работы

Установка ультрафилтрации работает с удельным расходом 72 л/м²*час, при стабильном перепаде давления на мембранах 0.2-0.3 бара. Раз в день для борьбы с биообрастанием проводится СЕВ (5 мг/л Cl₂) с пятиминутным замачиванием мембран в растворе. Установка располагает встроенной станцией химической мойки, которая пока еще ни разу не была задействована (предполагается, что она будет нужна только через 1-2 года эксплуатации).

Качество подготовленной воды превышает заданные при проектировании показатели, значение параметра SDI находится в пределах 0.5 - 3.0. С момента запуска установки не отмечено ни одного случая повреждения мембран.

Характеристики установки

Тип мембраны	Количество стоек	Полное количество ультрафилтрационных модулей
dizzer 5000 MB	2	82

Официальное заключение

„Использование мембран Multibore® показало что установка ультрафилтрации может эффективно работать (с минимальным потреблением химических реагентов) даже при использовании в качестве исходной воды муниципальных стоков. Данная установка демонстрирует возможность использования сточных вод для нужд промышленности.“

Joachim Georgi, Управляющий Директор, GWT