

# Руководство по установке, эксплуатации и хранению УФ-модулей Inge



По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Алматы (7273)495-231  
Ангарск (3955)60-70-56  
Архангельск (8182)63-90-72  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Благовещенск (4162)22-76-07  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Владикавказ (8672)28-90-48  
Владимир (4922)49-43-18  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Коломна (4966)23-41-49  
Кострома (4942)77-07-48  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Курган (3522)50-90-47  
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Ноябрьск (3496)41-32-12  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Петрозаводск (8142)55-98-37  
Псков (8112)59-10-37  
Пермь (342)205-81-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Саранск (8342)22-96-24  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Сыктывкар (8212)25-95-17  
Тамбов (4752)50-40-97  
Тверь (4822)63-31-35

Тольятти (8482)63-91-07  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)33-79-87  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Улан-Удэ (3012)59-97-51  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (3512)28-53-07  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Чита (3022)38-34-83  
Якутск (4112)23-90-97  
Ярославль (4852)69-52-93

Россия +7(495)268-04-70

Казахстан +7(7172)727-132

Киргизия +996(312)96-26-47

## Содержание

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | УФ-модули inge – Технические данные – Важная информация                | 3  |
| 2.  | Хранение и транспортировка   | 4  |
| 3.  | Инструкция по установке модулей  | 5  |
| 4.  | Руководство по пуску   | 8  |
| 5.  | Рекомендации потесту на целостность (падение давления) –УФ-модули inge | 12 |
| 6.  | Условия работы   | 17 |
| 7.  | Протокол рабочих параметров  | 21 |
| 8.  | Условия простоя мембран  | 22 |
| 9.  | Условия транспортировки УФ-модулей inge                                | 23 |
| 10. | Гарантийное обязательство  | 23 |
| 11. | Контактная информация  | 24 |

Приложение А: "Принципиальная диаграмма потоков для стойки PR-01-01-002-01 2(2012-05) Ru inge"

Приложение В: "Спецификация процесса ультрафильтрации (UF) 2(2012-08) Ru inge"

## 1. УФ-модули inge - Технические данные - Важная информация

В целях поддержания качества модулей и предотвращения повреждений необходимо соблюдать следующие предосторожности:

### ■ Предотвращайте высыхание

Если модуль хранится в течение длительного времени, мембрана может высохнуть. В случае дегидратации может произойти необратимое повреждение мембран. Поэтому обязательно предохраняйте мембраны от дегидратации.

### ■ Избегайте условий замерзания

Модуль должен быть постоянно защищен от замерзания, особенно, в процессе транспортировки и хранения. Воздействие на ультрафильтрационный модуль отрицательных температур может привести к необратимому повреждению мембраны и охрупчиванию материала корпуса.

### ■ Защита от прямых солнечных лучей и других источников ультрафиолета

Следует избегать длительного нахождения модуля под прямыми солнечными лучами, или другими источниками УФ излучения.

### ■ Защита от резких перепадов температуры

Избегайте резких перепадов температуры. Максимально допустимая скорость изменения температуры: 1°C в минуту. Допустимый температурный диапазон: от 1°C до 40°C.

### ■ Защита от органических растворителей/концентрированных кислот

Необходимо избегать любых контактов модулей или мембран с полярными органическими растворителями, хлорсодержащими растворителями или концентрированными кислотами/щёлочами.

### ■ Защита от абразивных материалов

Мембраны должны быть защищены от абразивных материалов (напр. металлической стружки). Такие материалы могут вызвать необратимое повреждение мембран.

### ■ Не используйте силиконовые смазки и материалы, содержащие силикон, или герметик

Смазки/материалы, содержащие силикон, могут вызвать необратимое закупоривание мембран и не должны контактировать с поверхностью мембран.

Только глицерин может быть использован в качестве смазки для уплотнений, прокладок и т.п. Для уплотнения резьбовых соединений допускается использовать только тефлоновую ленту.

### ■ Соблюдайте осторожность при транспортировке

Механические повреждения, такие как повреждения корпуса модуля и соединительных патрубков могут стать следствием падения или удара модуля. Таким

образом, с модулями следует обращаться предельно осторожно. Транспортировка модуля должна осуществляться с особой осторожностью.

## 2. Хранение и транспортировка

Ультрафильтрационные модули «inge» dizzer XL поставляются упакованными в специальные картонные коробки, каждая с 10 модулями вертикально на поддон. Эти картонные коробки обеспечивают полную защиту во время транспортировки. Не рекомендуется штабелировать коробки друг на друга. В любое время (во время транспортировки, сборки стоек и эксплуатации) модули требуют исключительно бережного обращения.

Перед отгрузкой все модули испытаны на целостность (мокрое тестирование). Для предотвращения дегидратации и контроля размножения бактерий, мембраны насыщены безопасным для них раствором, состоящем из воды (качество питьевой воды)/глицерина/ раствора бисульфита натрия [процентное соотношение по весу 74.25:25:0.75]. Перед отгрузкой соединительные каналы на модулях dizzer® уплотнены заглушками и надежно обернуты в пластиковую плёнку. В некоторых случаях сами модули защищаются термоусадочным пластиковым материалом (в зависимости от типа модуля).

После удаления консервирующего раствора с мембран и модуля, модуль должен быть постоянно защищен от замерзания во время транспортировки, эксплуатации и хранения. В случае замерзания модуля или мембраны может произойти необратимое повреждение мембраны и охрупчивание материала корпуса.

Хранение модуля в оригинальной упаковке при температурах до минус 15 ° C не влияет на функциональность модуля или его характеристики. Однако, в связи с тем что синтетические материалы имеют тенденцию к повышенной хрупкости при низких температурах, транспортировка модулей в периоды холодной погоды при отрицательных температурах должна проводиться с особой осторожностью во избежание повреждения мембран или модуля.

Модули должны храниться в сухом, умеренно проветриваемом помещении, вдали от источников тепла, возгорания и прямых солнечных лучей.

Упакованные модули (в оригинальной упаковке), могут храниться до 12 месяцев при температуре от -15 ° C до +40 ° C.

Во избежание резких перепадов температуры перед вскрытием оригинальных картонных коробок модули должны находиться в течение как минимум двух суток при температуре выше нуля.

Любая гарантия, явная или подразумеваемая, истекает через 12 месяцев, если иное не согласовано компанией «inge» в письменной форме.

### 3. Инструкция по установке модулей

При сборке модулей в стойку следует следить за тем, чтобы модули и патрубки не испытывали никаких механических напряжений (установка без напряжений).

Для правильной установки модулей пожалуйста следуйте инструкции:

1. Извлеките модуль из упаковки и проверьте на отсутствие механических повреждений. В случае претензий, пожалуйста немедленно свяжитесь с контактным лицом inge.
2. Вся система (все трубопроводы и коллекторы) должна быть очищена перед установкой модулей. Обратите особое внимание на то, чтобы никакие загрязнения, особенно абразивные и/или нефтесодержащие материалы из системы не могли быть смыты в модули.
3. Для обеспечения правильной фиксации модулей в стойке, модуль должен закрепляться как минимум двумя хомутами с резиновой защитой (расположить в верхней и нижней трети модуля). Крепление к стойке должно быть закреплено и не подвержено вибрации. У модулей, предназначенных для размещения в стойке на торцевых заглушках, для предотвращения опрокидывания не менее 40 процентов поверхности заглушек должно надежно располагаться на верхней части опоры.

**Меры предосторожности:**

**Недостаточно использовать только три 2-дюймовых муфт типа Victaulic при монтаже модуля!!**

4. Для соединения модуля с модульными стойками, следует использовать только гибкие муфты типа Victaulic. При установке без напряжения и в целях компенсации технологических допусков, нужно использовать два муфты типа Victaulic и один адаптор для каждого порта модуля. Расстояние между двумя муфтами типа Victaulic зависит от конфигурации стойки и реальных допусков. Для соединения рекомендуется использовать адаптор минимальной длины 80 мм (Рисунок 3.1).

В случае использования прозрачного адаптора/присоединительной трубки со стороны фильтра, тест на целостность для модулей XL может быть при необходимости выполнен с исходной стороны (см рис. 5.3, показывающий установку прозрачного адаптора со стороны питающей воды).

5. Проверьте надежность всех уплотняемых и резьбовых соединений и проведите испытание на плотность (крутящий момент!).
6. В качестве смазки для уплотнений, кольцевых прокладок и т.д. используйте только глицерин (чистота > 99,7 %).
7. Запишите серийный номер модуля и его позицию в стойке.

8. При работе с модулями типа dizzer® XL проверьте положение присоединительных патрубков:

Перед отправкой присоединительные патрубки модуля выровнены в соответствии с Технической спецификацией (Рисунок 3.2). Хомуты затянуты моментом 40 Нм. Однако, позиция патрубков может немного измениться во время транспортировки. Таким образом, необходимо проверить их расположение перед установкой модуля.

Если позиция не соответствует указанной в Технической спецификации, можно повернуть торцевые крышки (патрубки исходной воды, верхний и нижний). Это можно сделать, ослабив хомут открутив винт (8 мм с шестигранным шлицем); [Внимание: НЕ выкручивайте винт полностью!]. Теперь можно легко выровнять торцевую крышку. После выравнивания хомут следует снова затянуть. Рекомендуется использовать динамометрический ключ для обеспечения достаточной фиксации крышки. Требуемый момент затяжки – 40 Нм. Выступы на крышке можно использовать для ориентации хомута (Рисунок 3.3). Не вращайте соединение после того, как зубцы хомута будут задействованы.

9. Детали системы, выполненные из нержавеющей стали (хомуты для присоединения корпуса модуля к крышками) пригодны для условий, связанных с обработкой жидких сред, содержащих коррозионные вещества (например, обработка морской воды). Однако, если детали системы из нержавеющей стали в течение длительного периода времени находятся в прямом контакте с агрессивными веществами (например, из-за утечек в трубах, хомутах и т. д.), они могут разрушаться под действием коррозии. В подобных ситуациях, во избежание риска коррозии, мы рекомендуем обработать детали из нержавеющей стали антикоррозионным составом. Антикоррозионные материалы (например, BRUNOX ® LUB & COR) не должны содержать силикона и растворителя, обладать хорошими характеристиками ползучести и легко наноситься кистью или распыляться из аэрозольного баллона. Обработываемые части должны быть чистыми и не иметь следов коррозии. Перед нанесением антикоррозионного состава постарайтесь удалить все имеющиеся следы коррозии с помощью механических средств. Также рекомендуется внимательно следовать инструкциям производителя антикоррозионных материалов.

2x гибкие муфты типа Victaulic + адаптор



Рисунок 3.1



Рисунок 3.2



Рисунок 3.3

## 4. Руководство по эксплуатации и пуску

### 4.1 Общие рекомендации

Перед работой убедитесь, что:

- Поставка выполнена в полном объеме и УФ-модули inge установлены правильно.
- В процессе проектирования/монтажа ультрафильтрационной системы устранены мертвые зоны (тупиковые участки). Это важно особенно для фильтратной части системы.
- Система и трубопроводы очищены перед установкой и подключением модулей таким образом, что никакие загрязнения, абразивные материалы и нефтесодержащие материалы не могут быть смыты в модули.
- Деаэрационные клапаны находятся в рабочем состоянии и воздух не имеет возможности скапливаться в магистральных трубопроводах.
- Соединительные трубопроводы смонтированы на стойке T-Rack vario «inge» без механических напряжений;
- Система управления автоматикой (программируемый логический контроллер) работает правильно и отсутствует риск пневматического и/или гидравлического удара или неправильного срабатывания клапана.

По завершении проверки выполните процедуру промывки и дезинфекции, описанную ниже. После окончания этой процедуры фильтрат можно использовать по назначению.

## 4.2 Промывка ультрафильтрационных модулей inge

Для предотвращения дегидратации и размножения бактерий все УФ-модули «inge» законсервированы с использованием нетоксичного водного консервирующего раствора (процентное соотношение по весу глицерина/бисульфита натрия 25 : 0.75). Для удаления раствора перед использованием модулей необходимо выполнить следующую процедуру промывки:

1. Тщательно промойте бак фильтрата и очистите его от всех загрязнений прежде, чем заполнять УФ-систему/бак фильтрата.
2. FB = Фильтрация снизу (работа системы в режиме «Фильтрация снизу», см. Рисунок 4.1) при удельном расходе 50 л/(м<sup>2</sup>хчас) в течение по меньшей мере 20 минут (медленно заполняйте исходную часть системы для предотвращения гидроудара). Убедитесь, что со стороны фильтрата нет закрытых клапанов. Фильтрат должен быть сброшен перед баком фильтрата.
3. FFB = направление потока снизу вверх (вентиляция модуля: начало в режиме „Прямая промывка снизу“) при удельном расходе 80 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 10 минут.
4. FB = Фильтрация снизу (работа системы в режиме «Фильтрация снизу») при удельном расходе 80 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 15 минут. Убедитесь, что со стороны фильтрата нет закрытых клапанов. Фильтрат должен быть сброшен перед баком фильтрата.
5. FT = Фильтрация сверху (работа системы в режиме «Фильтрация сверху») при удельном расходе 80 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 15 минут. Убедитесь, что со стороны фильтрата нет закрытых клапанов. Фильтрат должен быть сброшен перед баком фильтрата.
6. Бак фильтрата должен быть полностью очищен (сброс осадка) в случае, если сброс фильтрата невозможен.
7. Наполнение бака фильтрата.
8. BWB = Обратная промывка вверх (работа системы в режиме «Обратная промывка снизу») при удельном расходе 230 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 60 секунд соответственно до полного опустошения бака фильтрата.
9. FB = Фильтрация снизу (работа системы в режиме «Фильтрация снизу») до полного заполнения бака фильтрата при удельном расходе 80 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 15 минут. Убедитесь, что со стороны фильтрата нет закрытых клапанов.
10. BWT = Обратная промывка вниз (работа системы в режиме «Обратная промывка сверху») при удельном расходе 230 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 60 секунд соответственно до полного опустошения бака фильтрата.

11. FT = Фильтрация сверху (работа системы в режиме «Фильтрация сверху») при удельном расходе 80 л/(м<sup>2</sup>хчас) до наполнения бака фильтра чистым фильтратом.

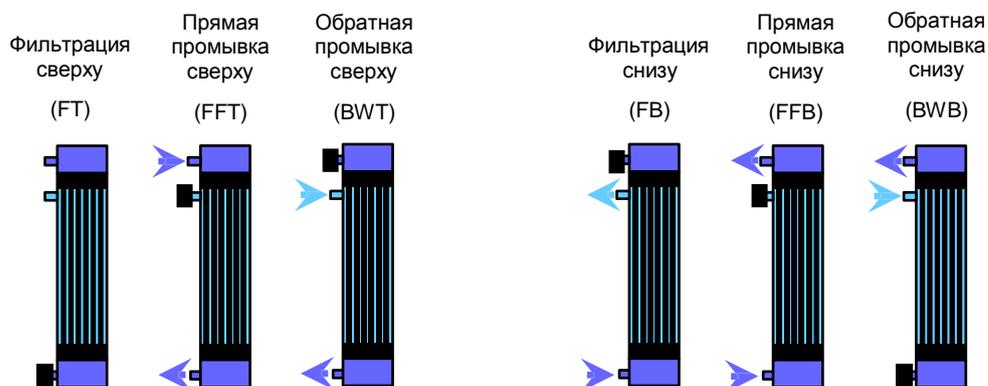


Рисунок 4.1: Рабочие режимы модулей inge dizzer

#### 4.3 Дезинфекция УФ-модулей inge

После промывки вся система должна быть продезинфицирована (если необходимо, дезинфекция должна быть выполнена несколько раз).

**Внимание:**

Для дезинфекции используется 13% раствор гипохлорита натрия.

Пожалуйста ознакомьтесь с соответствующими мерами безопасности при хранении и обращении с используемыми реагентами.

1. Проздезинфицируйте бак фильтра и фильтратную линию, включая все клапаны и другое установленное оборудование, используя раствор гипохлорита натрия в концентрации 100 мг/л по активному хлору.
  - Залейте NaOCl в бак фильтра, заполненный фильтратом (расчетное количество NaOCl зависит от объема бака).
  - BWB = Обратная промывка вверх (работа системы в режиме «Обратная промывка снизу») при удельном расходе 230 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 30 секунд для дезинфекции фильтратной линии. Альтернативно можно использовать режим «Химически усиленная промывка снизу (СЕВ)»; в этом случае дозируется гипохлорит натрия во время обратной промывки [концентрация 100 мг/л (по активному хлору)].

- **ВТ** = Обратная промывка вниз (работа системы в режиме «Обратная промывка сверху») при удельном расходе 230 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 30 секунд для дезинфекции фильтратной линии. Альтернативно можно использовать режим «Химически усиленная промывка сверху (СВ)»; в этом случае дозируется гипохлорит натрия во время обратной промывки [концентрация 100 мг/л (по активному хлору)].
  - На короткое время откройте проботборный(е) кран(ы) и все другие клапаны на фильтратном трубопроводе/баке фильтрата.
2. Убедитесь, что все клапаны на линии исходной воды закрыты.
  3. Замочите систему в растворе NaOCl не менее чем на 30 минут (максимум 60 минут). Обеспечьте надлежащий дезинфекционный эффект, отслеживая уровень свободного хлора (если данные покажут, что уровень хлора упал ниже 5 мг/л, повторите замачивание системы в гипохлорите натрия или добавьте свежего раствора).
  4. **ВВ** = Обратная промывка вверх при удельном расходе 230 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 60 секунд.
  5. **ФВ** = Фильтрация снизу при удельном расходе 80 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 10 минут.
  6. **ВТ** = Обратная промывка вниз при удельном расходе 230 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 60 секунд.
  7. **ФТ** = Фильтрация сверху при удельном расходе 80 л/(м<sup>2</sup>хчас) до заполнения бака фильтрата.
  8. Сбросьте весь фильтрат из бака в дренаж (полный сброс осадка).
  9. **ФВ** = Фильтрация снизу при удельном расходе 80 л/(м<sup>2</sup>хчас) не менее 10 минут или до полного заполнения бака фильтрата.
  10. Сбросьте весь фильтрат из бака в дренаж (полный сброс осадка).
  11. **ФВ** = Фильтрация снизу (удельный расход, время фильтрации – по расчету для стандартной работы).
  12. Отбор проб для проверки бактериологического качества фильтрата. Если результаты неудовлетворительны, повторите шаги с 1 по 12.

## 5. Рекомендации по тесту на целостность (падение давления) - УФ-модули inge

### Описание теста на целостность (падение давления)

Тест на целостность может быть эффективным средством проверки качества мембранных волокон в ультрафильтрационных модулях. Этот вид теста составляет часть работы ультрафильтрационной установки, особенно в случаях, когда ультрафильтрация используется как барьер против вирусов и бактерий для получения питьевой воды.

Тест на целостность (падение давления) основан на свойстве ультрафильтрационных мембран пропускать воду через поры, при этом воздух задерживается мембраной до определенного предела давления (минимальное давление, при котором воздух начинает проходить через мембрану, называется «точка пузырька»). Давление точки пузырька зависит от размера пор мембраны и от коэффициента поверхностного натяжения на границе раздела сред воздух-вода. Давление точки пузырька в порах обычно намного больше, чем прилагаемое в тесте давление (около 1 бара), необходимое для определения протечек.

Тест на целостность можно выполнять как в полностью автоматическом режиме (измерение падения давления), так и в полуавтоматическом (измерение падения давления + визуальное наблюдение). Тест на целостность выполняется для каждой стойки поочередно, т.е. модули стойки проверяются параллельно.

Не существует ограничений по частоте выполнения теста на целостность для мембранных модулей inge GmbH.

Вертикальная установка мембранных модулей и эргономичная конфигурация систем inge позволяет осуществлять тестирование на целостность в автоматическом режиме, упрощает определение отдельных модулей, которые могут быть повреждены. Тест на целостность выполняется на установленных модулях (т.е. необязательно вынимать модули из системы). Частота тестирования на целостность выбирается исходя из специфических требований и предпочтений эксплуатирующей организации.

Мы рекомендуем выполнение тестов на целостность (включая визуальный контроль) во время/по окончании пуско-наладки, после проведения ремонтных работ и в случае любых подозрений на неисправности в работе мембранной системы (например, возросшее количество бактерий в фильтрате).

Также тест на целостность может выполняться регулярно в автоматическом режиме (например, раз в неделю или месяц) и полностью интегрирован в стандартные режимы фильтрации. Порядок выполнения воздушного теста на целостность для ультрафильтрационных модулей inge в составе обычной стойки показан на рис. 5.1 и состоит в следующем:

## **1 Опустошение фильтратной линии**

Наполните всю фильтратную линию сухим и не содержащим масло (1000 мбар) сжатым воздухом. Сторона исходной воды (верхнее подключение) модуля должна быть открыта с атмосферным давлением. Вода с исходной стороны за счет наложенного атмосферного давления пройдет через мембрану в фильтратную сторону. В принципе воздух не может пройти целую мембрану в связи с поверхностным натяжением воды в порах мембраны (процесс диффузии не учитывается). Время опустошения системы зависит от общего размера стойки и объема подсоединенных трубопроводов, а также от производительности компрессора. По нашему опыту время опустошения фильтратной линии составляет около 10 минут.

## **2 Закрытие клапана подачи сжатого воздуха**

Когда фильтратная линия полностью опустошена и достигнуто стабильное давление в 1000 мбар (требуется подождать как минимум 1 минуту), закройте подачу воздуха.

## **3 Пауза**

## **4 Измерение падения давления**

Измеряйте падение давления с фильтратной стороны системы в течение как минимум 3 минут. В связи с диффузией воздуха через поры мембран, заполненные водой, будет наблюдаться небольшое падение давления, которое не стоит расценивать как разрыв мембраны. Диффузионный эффект также может привести к минимальному образованию пузырьков, видимых в прозрачные трубки. На практике нормальное падение давления составляет менее 10 мбар/мин для всех размеров стоек. В случае превышения этого базового значения рекомендуется провести детальный анализ для выявления причины. Это базовое значение зависит от различных факторов, включая объем выдержки, герметичность всех клапанов и соединений и диффузионной проницаемости модуля.

Базовое значение следует определять на новых модулях (то есть на модулях, впервые вводимых в работу) на полностью собранной стойке. Затем это значение можно использовать как эталонное (фиксированное документально).

Любой разрыв в модуле можно определить с помощью прозрачной трубки на линии исходной воды, верхняя часть (Рис. 5.3). В модули dizzer® XL такая прозрачная трубка уже установлена. В случае разрыва во время проведения теста на целостность будет виден непрерывный поток пузырьков постоянной интенсивности. Важно следить за тем, чтобы верхняя часть линии исходной воды во время теста была открыта, без избыточного давления и полностью заполнена водой.

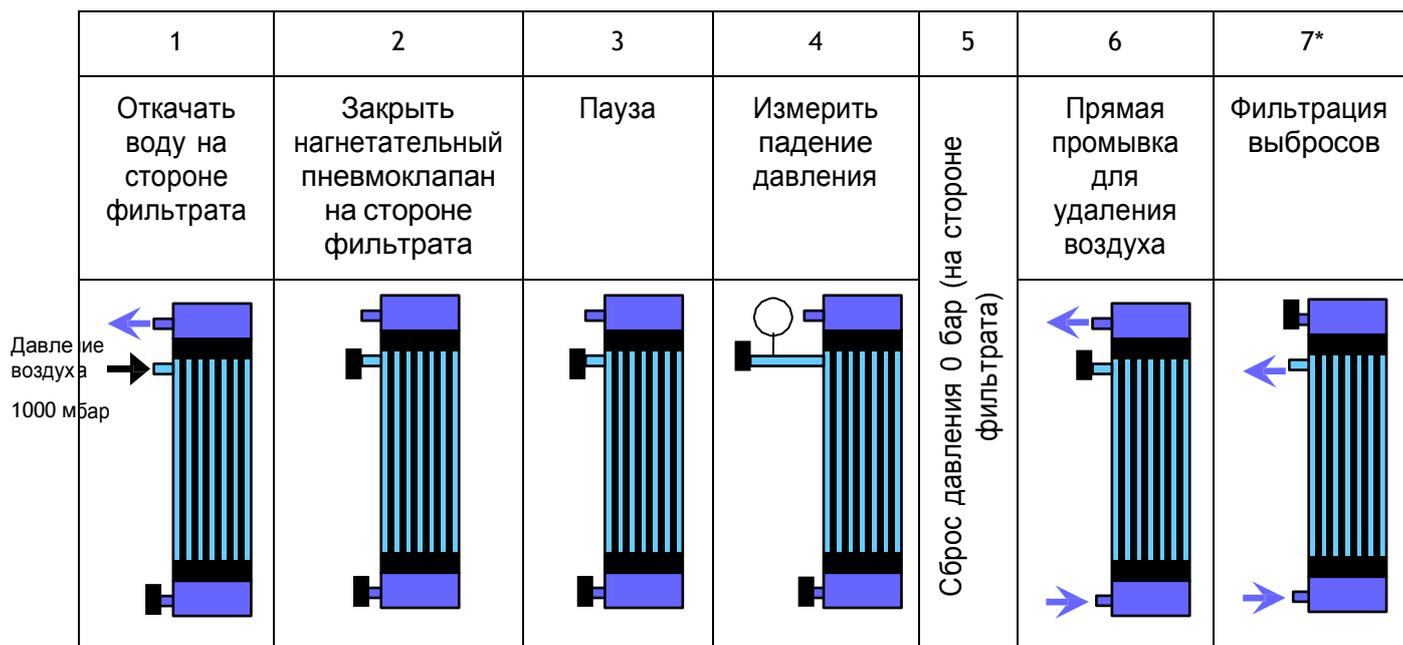
Если проверка целостности исключает любые другие источники ошибок, а в прозрачной трубке наблюдается значительный и непрерывный поток пузырьков воздуха и перепад давления превышает 10 мбар/мин, можно предположить, что система имеет капиллярный дефект.

5 Сбросить давление воздуха на стороне фильтрата/подачи

6+7 Отвести воздух из системы

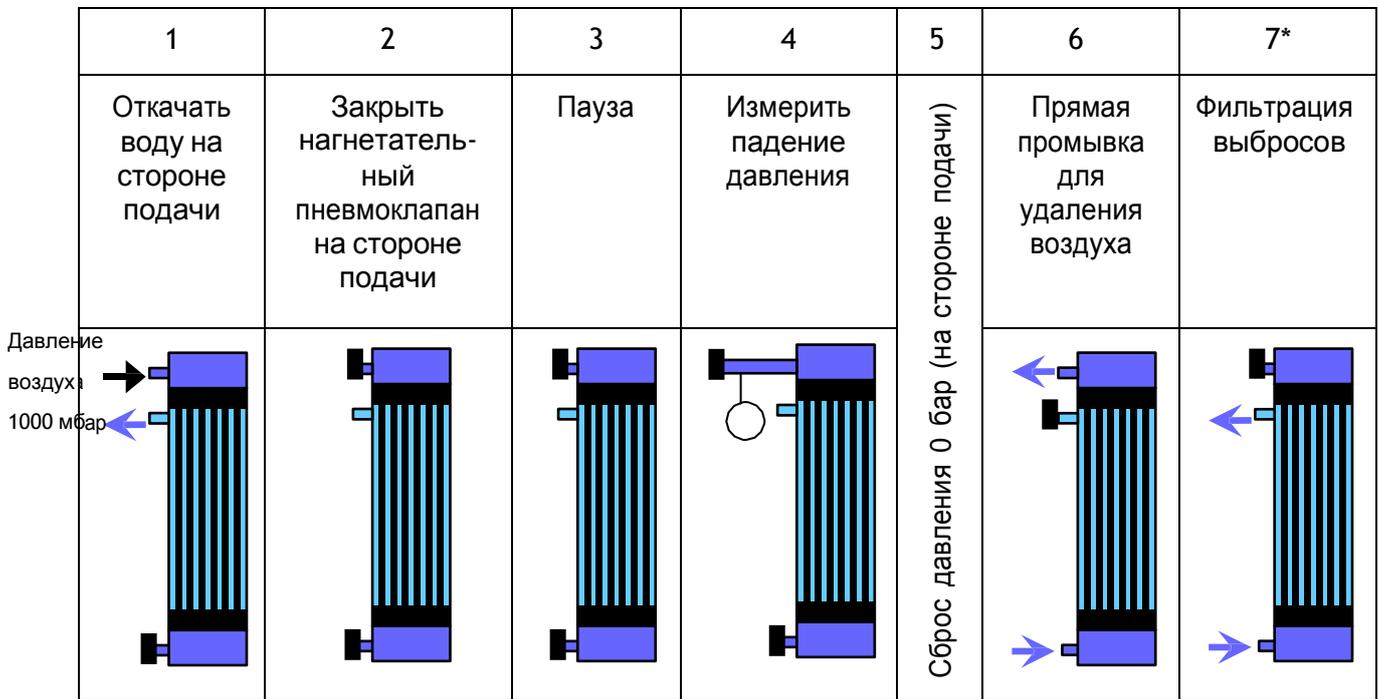
6 Действовать в нормальном режиме прямой промывки

7 Восстановить обычный режим фильтрации (при пониженной расчетной величине потока, например, 40 л/м<sup>2</sup>час)



\*Фильтрация выбросов: низкий поток (например, 40 л/м<sup>2</sup>час)

Рисунок 5.1: Последовательность испытания на целостность (со стороны фильтрата)



\* Фильтрация выбросов: низкий поток (например, 40 л/м<sup>2</sup>час)

Рисунок 5.2: Последовательность испытания на целостность (со стороны подачи)



Рисунок 5.3:

Контроль и обеспечение безаварийной работы с помощью встроенного в верхнюю заглушку прозрачного патрубка Victaulic на линии исходной воды (модуль dizzer® XL установлен в стойку)

Также тест на целостность может быть выполнен со стороны исходной воды (определение протечек также возможно при наличии прозрачной трубки на фильтратной стороне).

## 6. Условия работы

Общее:

Все УФ-модули inge должны работать в соответствии со следующими условиями:

1. Предфильтрация: < 300 микрон, если есть риск того, что исходная вода может содержать частицы, которые могут повредить мембраны. Выбор действительного порога отсечения в каждом случае зависит от условий использования. Может быть принято решение не устанавливать защитный фильтр предочистки, если процедура предварительной обработке перед ультрафильтрационной системой предполагает этап заключительной фильтрации для удаления частиц размером свыше 300мкм. В случае отсутствия предфильтра следует заметить, что компания «inge» не несет ответственности за любое повреждение мембраны и/или последующее или косвенное повреждение в связи с попаданием в систему извне вредных веществ.
2. Защита от контакта мембран (на стороне подачи/фильтрата) с абразивными материалами (например, металлическая или пластиковая стружка, песок и т.д.)
3. Качество исходной воды должно анализироваться после добавления химикатов и предфильтрации (для сравнительных анализов с качеством исходной воды).
4. Допустимая рабочая температура: от 1 °C до максимума 40 °C  
Изменение температуры: максимально 1°C в минуту
5. Допустимый диапазон pH в питательной воде во время работы: pH 3 – 10.
6. Убедитесь в отсутствии осадения (например, Fe, Mn, CaCO<sub>3</sub>) на мембранах или на стороне фильтрата в режиме обработки.
7. Убедитесь в отсутствии ударов пневматического и/или гидравлического характера и не допускайте эффекта сифорнирования.
8. Конструкция бака и системы труб/компонентов  
Расходный бак, баки фильтрата/обратной промывки (BW) и CIP бак (как и остальные соединительные трубопроводы и компоненты, установленные во всей УФ-системе) должны быть спроектированы из некорродирующих материалов, которые не будут выщелачивать загрязняющие или вредные вещества в воду. Важно защитить воду в баке фильтрата/обратной промывки от прямых солнечных лучей, чтобы избежать размножения бактерий и/или водорослей (возможно придется использовать закрытые емкости и воздушные фильтры в системах питьевой воды или в средах с высоким уровнем загрязнения воздуха).
9. Химреагенты для дезинфекции/очистки и параметры:
  - а) Дезинфекция с использованием NaOCl  
Начальная дезинфекция: см. раздел 4.3
  - б) Хлорирование питательного тракта с использованием NaOCl (концентрация

активного хлора)

- Не рекомендуется проводить непрерывное хлорирование питательного тракта.
- Ударное хлорирование: макс.: 100 мг/л, 30 мин, раз в неделю.

с) Процедура химически усиленной обратной промывки (СЕВ промывка)

- NaOCl (концентрация активного хлора):  
20 – 50 мг/л, замачивание 5 - 10 мин
- NaOH (факультативно плюс 20 – 50 мг/л NaOCl в концентрации активного хлора)  
≤ рН 13, замачивание 10 - 60 мин
- HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
≥ рН 1, замачивание 10 - 60 мин

Частота СЕВ промывок не должна превышать 2-х СЕВ процедур в день для каждого из вышеупомянутых типов химической обработки.

Обеспечьте надлежащее распределение и смешивание химреагентов для СЕВ промывок в потоке воды обратной промывки.

- NaOCl (+ NaOH для корректировки рН , концентрация активного хлора):

200 мг/л, рН 12.0  
циркуляция/замачивание макс. 12ч

- NaOH  
≤ 13 мг/л, рН 13  
циркуляция/замачивание макс. 12ч

- HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
≥ рН 1  
циркуляция/замачивание макс. 12ч

- Лимонная кислота (+ HCl/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> для корректировки рН)  
4 г/л, ≥ рН 2  
циркуляция/замачивание макс. 12ч

Основа для чистящих растворов должна соответствовать качеству питьевой воды или выше (например, ОО пермеат).

Периодичность СІР промывок не должна превышать 4 СІР-процедур в год для каждой из вышеупомянутых ступеней очистки.

Раствор для СІР промывок следует вводить со стороны подачи исходной воды модуля/мембраны. Это предотвращает во время рециркуляции в режиме СІР промывки попадания любых загрязняющих и/или вредных веществ со стороны фильтрата мембран.

Для защиты мембраны от частиц, которые потенциально могут их повредить (макс. размер пор 300 мкм), должен быть установлен предфильтр (макс. размер пор 300 мкм).

**Меры предосторожности:**

**Ознакомьтесь с соответствующими мерами безопасности при хранении и использовании химреагентов для этой процедуры.**

10. Допустимое трансмембранное давление (ТМП):

- Фильтрация: макс. 1.5 бар
- Обратная промывка: макс. 3.0 бар
- Тест на целостность: макс. 1.0 бар (давление воздуха)

Работа мембран в любой комбинации максимальных ограничений по температуре, pH, химическим концентрациям и/или давлению в процессе работы или промывки повлияет на срок службы мембран.

Допустимые трансмембранные давления рассчитаны не исходя из ограничений прочности мембран, а из опыта работы с ультрафильтрационными мембранами. Следует избегать уплотнения слоев загрязнений на поверхности мембраны, обеспечивая таким образом стабильную длительную работу. Давление разрыва мембраны Multibore более 10 бар.

11. Вещества, которые могут повредить мембрану:

Не подавайте на мембраны со стороны подачи или фильтрата) повышенных концентраций нефтепродуктов, масел/жиров или других веществ (органических или неорганических), которые могут привести к химическому или физическому разрушению целостности модуля. Предотвращайте любые контакты модуля/мембраны с полярными, органическими растворителями, хлорсодержащими растворителями или концентрированными кислотами/щелочами.

Модули, необратимо испорченные в результате попадания таких веществ не покрываются гарантией inge.

12. Конструкция стоек модулей inge:

Каждый модуль должен работать в равных рабочих условиях. Принципиальный дизайн стоек, показанный в Приложении А, может быть использован для всех типов ультрафильтрационных модулей inge.

13. Дозирование коагулянта перед ультрафильтрацией:

В зависимости от концентрации растворенного органического углерода (DOC) и его характеристической структуры в питательной воде, может потребоваться добавление в систему питания неорганических коагулянтов (FeCl<sub>3</sub>, полихлорид алюминия). Коагулянты могут улучшить или стабилизировать работу мембраны

и могут помочь уменьшить индекс плотности осадка (SDI), DOC и концентрации фосфата в фильтрате.

Время, необходимое для контакта коагулянта, зависит от коагулянта и водно-химического режима, а также от температуры воды. Важно обеспечить тщательное перемешивание и время выдержки коагулянта и его правильное распределение/смешивание в питательной воде. Ни в коем случае процесс коагуляции не должен происходить внутри мембраны или на стороне фильтрата.

Если описанные выше коагулянты добавляются перед УФ-системой, то кислотные промывки типа СЕВ должны проводиться на регулярной основе, по крайней мере перед каждой СЕВ промывкой с NaOCl.

**Меры предосторожности: Использование средств флокуляции (например, полиэлектролитов) или флокулянтов с органическими компонентами/функциональными группами может привести к необратимому загрязнению мембраны. Использование подобных материалов допускается только после их испытания и/или предварительного согласования компанией «Inge».**

#### 14. Качество воды фильтрата при ультрафильтрации:

Ультрафильтрационные мембраны не могут удалять растворенные вещества. Следует учитывать этот физический факт по всем параметрам (индекс плотности осадка SDI, мутность и т.п.) при измерении качества воды УФ-фильтрата.

#### 15. Стандартный тест на герметичность:

Стандартная общая процедура обслуживания, проводимая на ультрафильтрационной установке, должна включать в себя проверку всех разъемных соединений системы (фланцев, клапанов и т.д.), а также УФ-модулей (хомоты, муфты Victaulic) и ремонт соответствующих уплотнений в случае протечки.

Протечка жидкости – особенно при применении коррозионно активных сред – может привести к коррозии компонентов системы. Для предотвращения коррозии должны быть приняты эффективные меры защиты ( см. раздел 3.9).

В случае протечки жидкости пораженный участок следует загерметизировать, промыть обессоленной или водой с низким содержанием соли и вытереть насухо.

#### 16. Система управления логикой процесса/программирование:

Автоматическая работа УФ-установки и концепция управления должны основываться на последней редакции документа “Спецификация процесса ультрафильтрации (UF) 2(2012-08 ) Ru inge” (Приложение В).

## 7. Протокол рабочих параметров

Непреложным условием для заявления любых рекламаций в рамках гарантийных обязательств является наличие необходимой и полной документации.

Протоколирование рабочих параметров и соответствующего времени нескольких рабочих режимов должно осуществляться с момента первого использования модулей. Любая гарантийная рекламация, направляемая в inge GmbH, должна сопровождаться полным набором документации.

Документальному оформлению и регистрации подлежат следующие рабочие параметры мембранной установки.

1. Значение pH, температура и мутность в питающей воде перед ультрафильтрацией (УФ).
2. Коэффициент проницаемости (при 20°C), удельный расход, трансмембранное давление (ТМП) и абсолютное давление (питание/фильтрат) на стойку/на линию фильтрации во время фильтрации/обратной промывки.

Документирование вышеуказанных данных должно быть гарантировано и обеспечено системой непрерывной регистрации данных (автоматическая регистрация данных). Данные должны регистрироваться не реже, чем каждые 2 секунды (в цикле фильтрации не реже, чем каждые 3 минуты) для гарантированной фиксации всех изменений в работе насоса и/или положении клапана (изменение режимов и последовательностей). Однако, для гарантии представления надлежащей документации и с целью оптимизации УФ установки, рекомендуется регистрировать данные за кратчайшие возможные промежутки времени.

### 3. Химические реагенты

- Использование химических реагентов для предварительной обработки:  
тип и концентрация окислителей,  
тип и концентрация коагулянтов,  
измерение непосредственно перед ультрафильтрацией (УФ)
- Использование химических реагентов для промывки типа СЕВ:  
тип, время контакта и концентрации оксидантов или других средств для очистки мембраны,  
тип, время контакта и значение pH кислоты/щёлочи,  
измеряется в стойке (химреагент в контакте с мембраной)
- Использование химических реагентов для CIP-очистки:  
тип, время контакта и концентрации оксидантов или других средств для очистки мембраны,  
тип, время контакта и значение pH кислоты/каустика,  
измеряется в стойке (химреагент в контакте с мембраной)

Запись вышеуказанных данных должна быть подтверждена оперативным журналом. Минимальным интервалом для получения одного полного набора информации (лабораторные измерения) является один день (или одно измерение на СЕВ/CIP промывку).

4. В случае любых дефектов модуля – должна быть предоставлена позиция модуля в стойке (установка, стойка, сторона, позиция) с указанием заводского номера модуля. Удаление оригинального заводского номера «inge» с рабочего модуля автоматически аннулирует любые возможные гарантии.
5. Для проверки максимально допустимого давления (в соответствии с листом данных) на каждой стойке (на исходной и фильтратной сторонах) должны быть установлены аналоговые датчики давления с фиксацией максимального значения (датчики должны поставляться с документацией по заводскому номеру датчика).

## 8. Условия простоя мембран

Все время после использования мембраны должны содержаться мокрыми.

Для предотвращения микробиологического роста во время прекращения работы или хранения списанных в резерв модулей, мокрые мембраны следует обработать подходящим дезинфицирующим раствором. Пожалуйста, следуйте рекомендациям для различных условий/периодов простоя:

- **Простой до 24 часов**

В основном система просто останавливается и проводится обратная промывка мембраны при потоке как минимум 230 л/(м<sup>2</sup>хчас) в течение как минимум 60 секунд. Никаких других операций не требуется.

- **Простой > 24 часов**

Выполните ежедневную фильтрацию с минимальным расходом не ниже 50 л/(м<sup>2</sup>хчас) в течение как минимум 10 минут. Выполните СЕВ промывки раствором NaOCl (в соответствии со спецификацией СЕВ промывки, приведенной в разделе 6.9) с последующей промывкой УФ-фильтратом один раз в день.

- **Простой > 7 дней**

Перед тем как приступить к консервации мембран, совершенно необходимо удалить с мембран любые органические и неорганические загрязнения (осадки). После очистки промойте 0.75% раствором бисульфита натрия в режиме обратной промывки (BWT, BWB). Вода на этом этапе должна удовлетворять качеству, эквивалентному УФ-фильтрату или выше. Оставьте раствор бисульфита натрия в модулях/стойке. Меняйте раствор бисульфита натрия каждые 4 недели.

В любой ситуации модули должны храниться заполненные жидкостью (гидравлическим способом). Во время остановок оборудования на мембранах не должно оставаться следов окисляющего вещества.

Если будут использоваться другие дезинфекционные растворы, пожалуйста проконсультируйтесь со специалистом inge GmbH и получите письменное одобрение от inge GmbH с указанием химикатов и соответствующими применимыми концентрациями.

## 9. Условия транспортировки УФ-модулей inge

При падении или столкновении модулей может произойти механическое повреждение/разрыв корпуса модуля и патрубков. Таким образом, с ними следует обращаться с осторожностью все время, особенно при транспортировке.

### Возврат модулей:

Возврат модулей осуществляется только после предварительного согласования и письменного разрешения компании «inge» GmbH .

Модули, возврат которых согласован и разрешен компанией «inge», должны отвечать следующим обязательным требованиям:

- Перед возвращением модули должны быть очищены.
- Модули должны быть защищены от высыхания и замерзания во время хранения и транспортировки (температура в диапазоне от 4°C до 35°C).

Несоблюдение любого из этих требований приведет к отказу возврата модулей; inge GmbH оставляет за собой право выставить счет за транспортные или складские расходы, которые могут возникнуть в этом случае.

## 10. Гарантийное обязательство

Гарантийные рекламации могут быть выставлены только при условии тщательного соблюдения Заказчиком всех инструкций, содержащихся в руководствах по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию.

Во избежание риска потери гарантии намерение отклониться от этих Руководств должно быть заранее согласовано с компанией «inge» GmbH с получением письменного подтверждения.

## “Отказ”

Содержание данного Руководства разрабатывалось максимально аккуратно и точно. inge GmbH не может принять на себя ответственность за потери или повреждения, которые могут появиться в связи с использованием наших продуктов. Качество УФ модулей inge гарантировано в соответствии с нашими основными условиями продажи.

Это Руководство по установке, эксплуатации и хранению является публикацией inge GmbH. Все права, включая права перевода, закреплены за inge GmbH ©.

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Алматы (7273)495-231  
Ангарск (3955)60-70-56  
Архангельск (8182)63-90-72  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Благовещенск (4162)22-76-07  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Владикавказ (8672)28-90-48  
Владимир (4922)49-43-18  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Коломна (4966)23-41-49  
Кострома (4942)77-07-48  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Курган (3522)50-90-47  
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Ноябрьск (3496)41-32-12  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Петрозаводск (8142)55-98-37  
Псков (8112)59-10-37  
Пермь (342)205-81-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Саранск (8342)22-96-24  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Сыктывкар (8212)25-95-17  
Тамбов (4752)50-40-97  
Тверь (4822)63-31-35

Тольятти (8482)63-91-07  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)33-79-87  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Улан-Удэ (3012)59-97-51  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Чебоксары (8352)28-53-07  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Чита (3022)38-34-83  
Якутск (4112)23-90-97  
Ярославль (4852)69-52-93

Россия +7(495)268-04-70

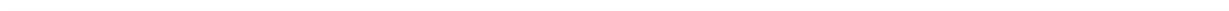
Казахстан +7(7172)727-132

Киргизия +996(312)96-26-47

Эл. почта: [ieg@nt-rt.ru](mailto:ieg@nt-rt.ru) || Сайт: <https://inge.nt-rt.ru>

## **Приложение В:**

### **Спецификация процесса ультрафильтрации (UF) компании «Inge»**



|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА .....</b>                                  | <b>3</b>  |
| 1.1      | Предварительная обработка .....                                 | 3         |
| 1.1.1    | Коагуляция .....  | 3         |
| 1.2      | Фильтрация .....  | 6         |
| 1.3      | Обратная промывка и химически усиленная обратная промывка ..... | 7         |
| <b>2</b> | <b>РАБОЧИЕ РЕЖИМЫ.....</b>                                      | <b>8</b>  |
| 2.1      | Цикл фильтрации.....  | 8         |
| 2.2      | Химически усиленная обратная промывка .....                     | 11        |
| 2.3      | Принцип управления.....   | 15        |
| 2.4      | Проверка целостности .....                                      | 20        |
| <b>3</b> | <b>ПАРАМЕТРЫ ПРОГРАММЫ .....</b>                                | <b>20</b> |
| 3.1      | Рабочие режимы.....   | 20        |
| 3.2      | Регистрация данных .....  | 22        |
| 3.2.1    | Рабочие режимы (индекс) .....                                   | 22        |
| 3.3      | Другое .....  | 23        |
| 3.3.1    | Регулировка/переключение приводов.....                          | 23        |

# 1 Описание процесса

В целом процесс ультрафильтрации состоит из трех основных процедур:

1. Предварительная обработка
2. Фильтрация
3. Обратная промывка/химически усиленная обратная промывка (СЕВ промывка)

Обрабатываемая вода проходит сначала дополнительную стадию предварительной обработки перед фильтрацией в модуле ультрафильтрационных мембран. Во время процессов фильтрации под давлением на мембране постоянно увеличивается давление за счет накопления загрязнений на стороне подачи мембраны. Фильтрованная вода для очистки мембраны находится в резервуаре фильтрата и доступна для обратной промывки. Обратная промывка служит для удаления накопленных загрязнений с мембраны и восстановления давления на впуске до его исходного уровня. Имеется вариант усиления эффекта обратной промывки путем добавления различных химических чистящих реагентов.

## 1.1 Предварительная обработка

Перед тем, как фильтруемая вода достигнет системы ультрафильтрационных мембран, грубые частицы грязи удаляются сетчатым фильтром предварительной очистки. Этот фильтр предварительной очистки обеспечивает возможность автоматической обратной промывки и должен быть оборудован фильтрующими картриджами с проволочной сеткой с размером ячейки не более 300 мкм.

### 1.1.1 Коагуляция

Коагуляция представляет собой эффективный процесс предварительной обработки, который применяется во многих установках, использующих технологию ультрафильтрации. Ее основное назначение заключается в снижении органических загрязнений за счет связывания растворенных органических соединений в хлопья железа или алюминия и формировании пористого слоя загрязнений на поверхности мембраны, который содействует стабильному процессу фильтрации и обеспечивает высокую эффективность обратной промывки.

Правильно проведенный процесс коагуляции может до 60 процентов уменьшить концентрацию растворенного органического углерода (DOC). Оптимизированная коагуляция может также улучшить качество фильтрата за счет снижения индекса плотности осадка SDI, концентрации растворенного органического углерода DOC и коллоидных веществ. Металлические остатки коагулянта в фильтрате не должны превышать более чем на 1 процент дополнительную концентрацию металла.

Если тип коагулянта и качество исходной воды указывают на необходимость регулирования pH, кислота или каустик должны быть добавлены для гарантии оптимального значения pH для коагуляции. Для оптимизации процесса коагуляции, важно отрегулировать время контакта реагентов, с учетом качества питательной воды

(например, температуры) в целях достижения требуемого качества фильтрата УФ (например, DOC, остаточные Al или Fe).

Точная регулировка процесса коагуляции необходима для максимального удаления DOC и минимизация остатков коагулянта в УФ фильтрате. Желательно заранее провести испытания «опыт в склянке» (jar tests) для определения оптимальных параметров коагуляции, в том числе значение pH, концентрацию и время контакта. Акцент здесь делается на аналитических параметрах, таких как удаление остаточных  $Me^{3+}$  и DOC, а не на визуальных параметрах, таких как образование хлопьев.

В Таблица 1.1 Параметры коагулянтов показаны основные характеристики различных коагулянтов.

Таблица 1.1 Параметры коагулянтов

| Коагулянт                 | Дозирование [мг/л] Fe/Al <sup>1</sup> | Удельная доза ( $Me^{3+}$ /DOC) [мг/мг] | Диапазон pH | Оптимальный pH | Время контакта <sup>2</sup> [с] | Скорость удаления DOC / ХПК <sup>3</sup> [%] | Остаточный $Me^{3+}$ (в % от дозы) <sup>4</sup> |
|---------------------------|---------------------------------------|---|-------------|----------------|---------------------------------|--|---|
| Fe ( $FeCl_3$ )           | 0.7-7.0                               | 0.5-2.0                                 | 5.0–10.0    | 6.8 - 7.0      | 30 -60                          | 10-60  | 1%  |
| Полихлорид алюминия (PAC) | 0.5–5.0                               | 0.25–0.5                                | 6.5-7.5     | 6.8 - 7.0      | 30 -60                          | 10-60  | 1%  |

<sup>1</sup>При использовании в бассейнах объем дозирования может быть ниже ( $> 0.03$  мг/л Al/Fe)

<sup>2</sup>Время контакта  $t$  зависит от температуры воды, значения pH, водно-химического режима и целей обработки и может колебаться в значительных пределах ( $t \ll 30$  сек, а также  $t \gg 60$  сек) → предмет оптимизации.

<sup>3</sup> Удаление органической составляющей в значительной степени зависит от водно-химического режима и параметров коагуляции (значение pH и т.д.)

<sup>4</sup>Повышенное остаточное содержание  $Me^{3+}$  (соль металла) указывает на плохо сконфигурированные параметры коагуляции (условия смешивания, значение pH, время контакта, объем дозирования) и поэтому его следует строго избегать.

Следует строго избегать использования средств органической коагуляции (анионные или катионные полиэлектролиты) или комбинированных коагулянтов (неорганические + органические соединения), поскольку это может привести к тяжелому необратимому загрязнению ультрафильтрационной мембраны, что потребует интенсивной химической очистки.

Следующие технологические схемы показывают различные конфигурации встраивания коагуляции в технологический процесс.

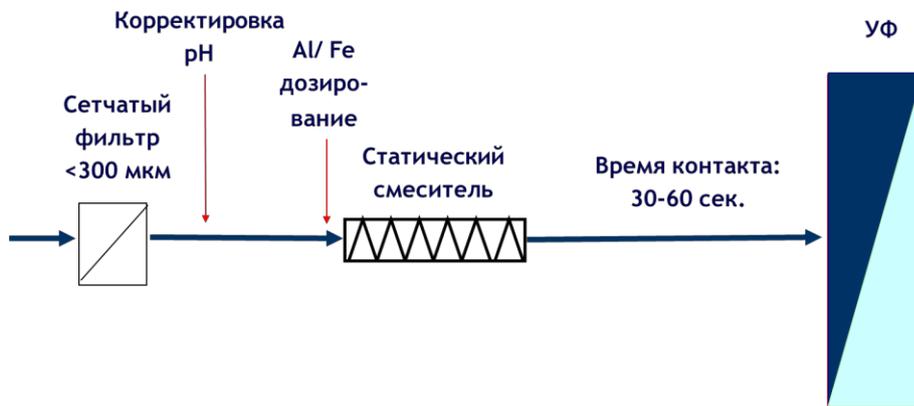


Рисунок 1.1: Пример 1: Фильтр предварительной очистки > коагуляция > статический миксер > ультрафильтрация

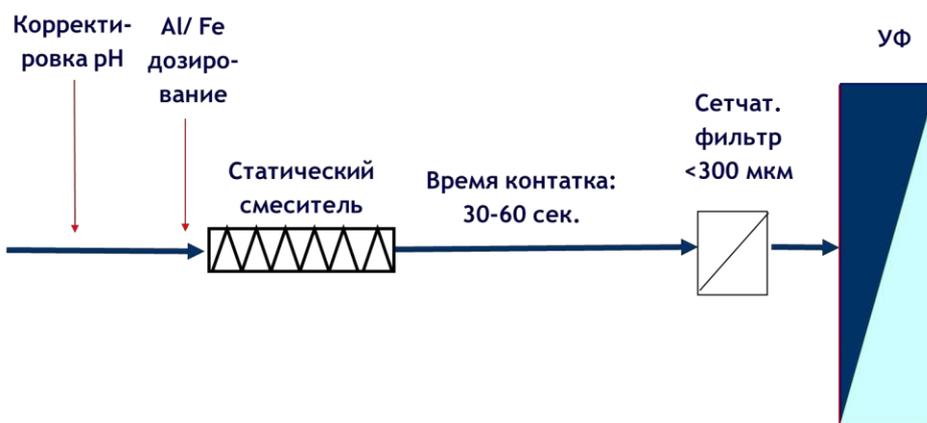


Рисунок 1.2: Пример 2: Коагуляция > статический миксер > фильтр предварительной очистки > ультрафильтрация



### **Рисунок 1.3: Пример 3: Коагуляция > питательный насос > фильтр предварительной очистки > ультрафильтрация**

Использование фильтра предварительной очистки в качестве миксера для коагулянта может привести к необратимым загрязнениям (например, гидроксидами алюминия) фильтра предочистки, которые не могут быть удалены механически, и потребуют применения химических реагентов. Поэтому целесообразно установить фильтр грубой очистки или перед дозированием коагулянта или после дозирования по истечении времени контакта коагулянта.

Если необходимое время контакта не может быть достигнуто в трубопроводе, может использоваться контактный резервуар для увеличения времени контакта коагулянта по мере необходимости.

Чтобы избежать чрезмерного дозирования коагулянта, важно следить за концентрацией  $Me^{3+}$  в исходной воде, в питательной воде и фильтрате. Концентрация  $Me^{3+}$  в фильтрате в связи с добавлением коагулянта не должна превышать 1 процента от количества  $Me^{3+}$  добавленного в исходную воду (без учета концентрации в исходной воде растворенного  $Me^{3+}$ ).

## **1.2 Фильтрация**

Предварительно очищенная вода закачивается в мембранный модуль частотно-регулируемым насосом. Расход определяется уставкой в системе управления и контролируется индуктивными приборами измерения расхода.

Во время операции фильтрации, соответствующие питательные клапаны и клапаны фильтрата открыты в зависимости от направления фильтрации (снизу или сверху, см. рисунок 2.1). Кроме того, открыты клапаны перед автоматическими воздушными клапанами во избежание попадания воздуха в блок ультрафильтрационного модуля со стороны питания и со стороны фильтрата.

Датчики давления (PIT), расположенные на двух линиях подачи и на линии фильтрата, используются для определения и регистрации трансмембранного давления (ТМП). Оператор может вводить как предупредительную, так и пороговую уставку трансмембранного давления для срабатывания сигнализации на панели управления. По превышению установленного порогового значения и срабатыванию сигнализации фильтрация прекращается, и система переключается в режим ожидания (насос отключен, клапаны закрыты).

Система управления также постоянно отслеживает и регистрирует температуру на линии фильтрата. Эти показания используются для расчета коэффициента проницаемости с поправкой на температуру.

Фильтрат находится в баке фильтрата для обратной промывки. Бак фильтрата оснащен устройством защиты от холостого хода насоса для обратной промывки или аналоговым устройством измерения уровня. Во избежание загрязнения фильтрата бак фильтрата уплотнен; система вентиляции включает в себя воздушный фильтр для предотвращения загрязнения УФ фильтрата.

### **1.3 Обратная промывка и химически усиленная обратная промывка**

Обратная промывка проводится после завершения цикла фильтрации. Клапаны сточных вод открыты и клапаны фильтрации закрыты в зависимости от направления обратной промывки (снизу или сверху). Воздушные клапаны остаются открытыми.

Частотно-регулируемый насос обратной промывки включается на заданное время обратной промывки (уставка в системе управления) и работает до завершения обратной промывки. Скорость потока при обратной промывке должна быть мин. 230 л/(м<sup>2</sup>ч).

Во время обратной промывки в воду для обратной промывки могут быть добавлены чистящие химические реагенты и проведена "химически усиленная обратная промывка» (СЕВ промывка). Программа обратной промывки может включать в себя целый ряд различных СЕВ промывок с использованием различных чистящих химических реагентов, которые применяются по определенной схеме. Чтобы уменьшить размер насосов химического дозирования, скорость потока при химически усиленной обратной промывке может быть сведена к мин. 120 л/(м<sup>2</sup>ч).

После добавления чистящих химических веществ, система остается в режиме ожидания на "время замачивания". Время замачивания задается уставкой в системе управления. По истечении времени замачивания чистящие химические вещества смываются обратной промывкой фильтратом с мин. 230 л/(м<sup>2</sup>ч). Время смывки задается уставкой переменной в системе управления.

## 2 Рабочие режимы

Различные рабочие режимы определяются положением различных клапанов и компонентов активных систем.

### 2.1 Цикл фильтрации

Режим "Фильтрация" представляет собой собственно процесс фильтрации. Вода проталкивается через капилляры со стороны подачи (питания) на сторону фильтрата (рис. 2.1). Режим фильтрации реализуется в двух направлениях: 'Фильтрация с верхней подачей' (режим **FT**=Filtration Top) и 'Фильтрация с нижней подачей' (режим **FB**=Filtration Bottom). Направление фильтрации изменяется с верхней подачи на нижнюю или с нижней подачи на верхнюю только после обратной промывки. Режим фильтрации плюс соответствующая ему обратная промывка называется «**последовательностью фильтрации**» (и может также включать дополнительную прямую промывку в соответствующем направлении перед и/или после обратной промывки). «**Цикл фильтрации**» (рис. 2.2) включает в себя последовательность "фильтрации снизу" и "фильтрации сверху", включая соответствующие обратные промывки и дополнительные прямые промывки.

В режиме «**прямой промывки**» питательная вода просто проходит через капилляры на стороне питательной воды. Никакой фильтрации при этом не происходит (рис. 2.1). Включение прямой промывки является факультативной процедурой. В случае активации прямой промывки она выполняется перед и/или после обратной промывки. Прямая промывка всегда выполняется в направлении предыдущего режима фильтрации. Это означает, что после "фильтрации снизу" (режим **FB**) выполняется "прямая промывка снизу" (режим **FFB**), а после «фильтрации сверху» (режим **FT**) выполняется «прямая промывка сверху» (режим **FFT**).

В режиме, «**обратной промывки**» вода (фильтрат) закачивается со стороны фильтрата на сторону питательной воды, а затем сбрасывается как сточная вода.

Режим обратной промывки реализуется в двух направлениях: «обратная промывка снизу» (режим **BWB**=Backwash Bottom) и «обратная промывка сверху» (режим **BWT**=Backwash Top). Обратная промывка всегда выполняется в направлении предыдущего режима фильтрации. Это означает, что после "фильтрации снизу" (режим **FB**) выполняется "обратная промывка снизу" (режим **BWB**), а после «фильтрации сверху» (режим **FT**) выполняется «обратная промывка сверху» (режим **BWT**). Соответствующая прямая промывка также выполняется, если эта опция была активирована.

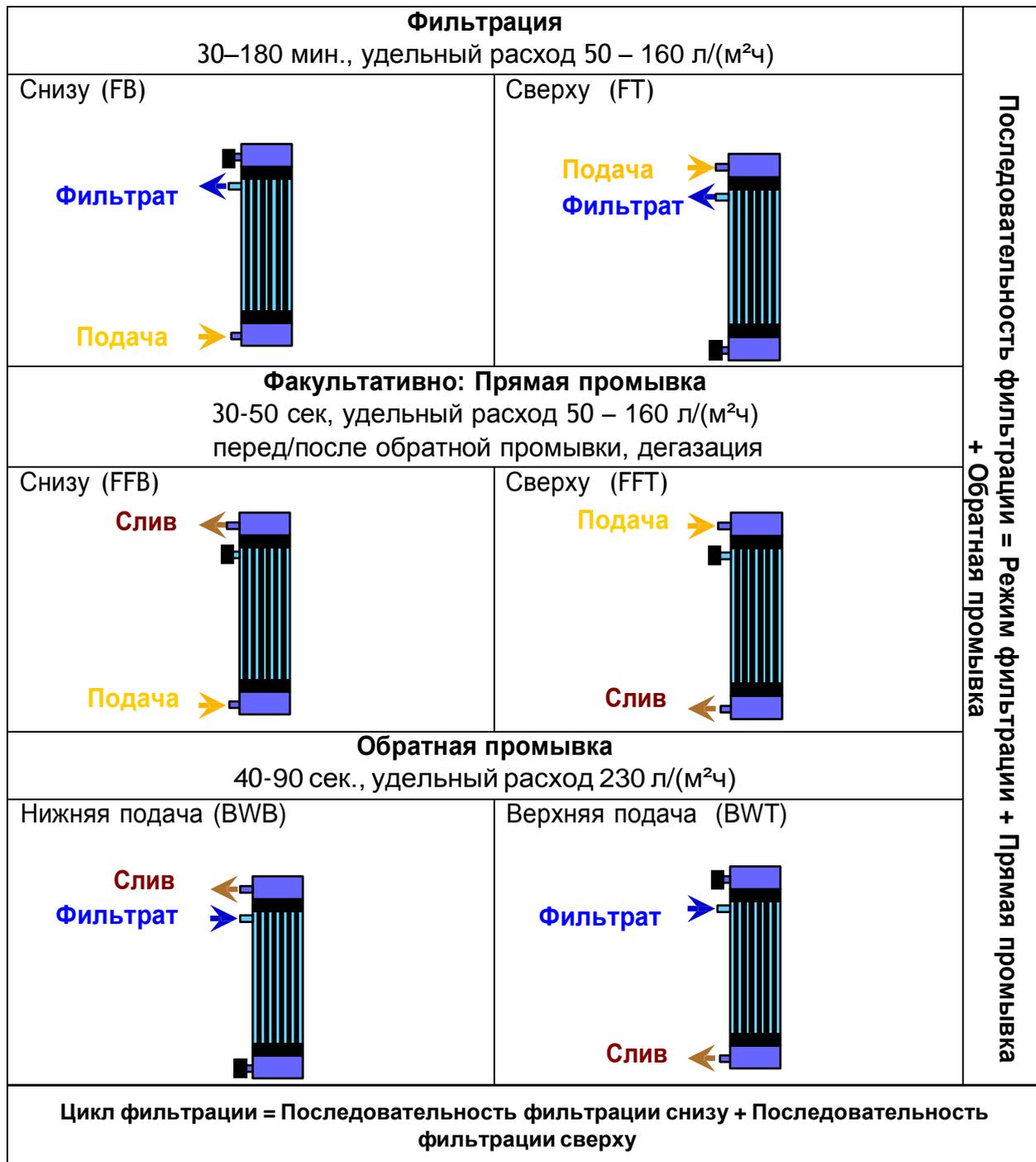


Рисунок 2.1: Рабочие режимы

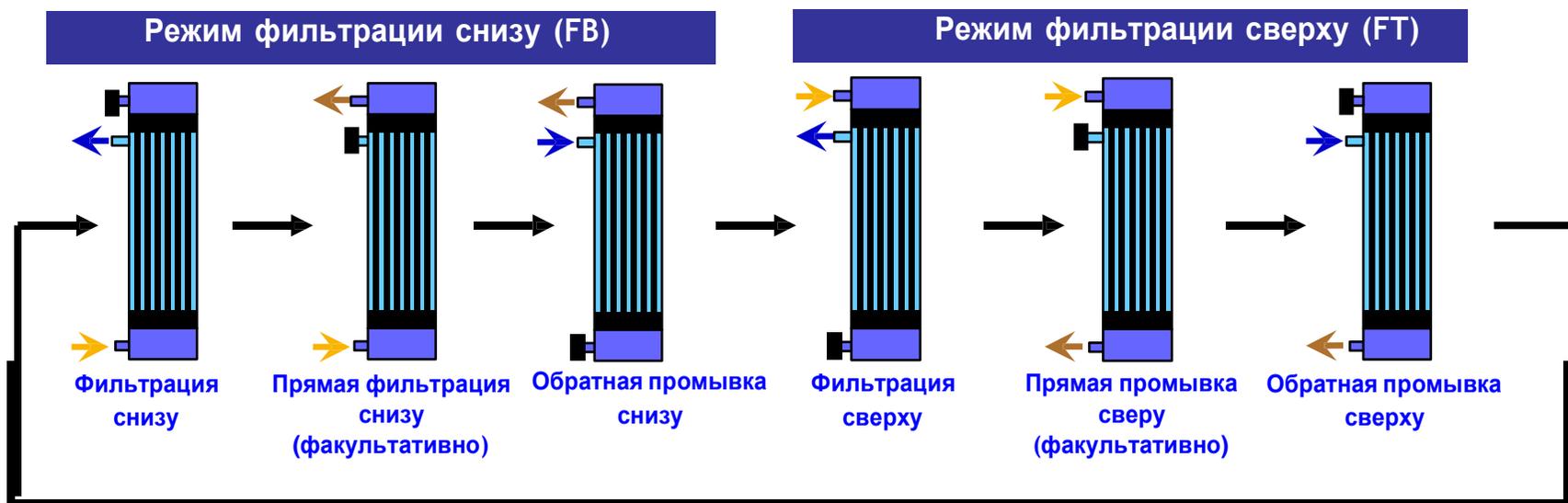


Рисунок 2.2: Пример цикла фильтрации

## 2.2 Химически усиленная обратная промывка

Для усиления воздействие обратной промывки можно использовать различные виды **химически усиленной обратной промывки (СЕВ промывки)** (рис. 2.3). СЕВ промывка по существу работает так же, как и обратная промывка, то есть фильтрат со стороны фильтрата нагнетается на сторону питательной воды. Дополнительно к фильтрату добавляет чистящий химический реагент для повышения эффекта обратной промывки. В отличие от стандартной обратной промывки, СЕВ промывка осуществляется в обоих направлениях (сначала снизу-вверх, затем сверху-вниз), что гарантирует предельно достижимую равномерность распределения чистящего раствора в УФ стойке. После того как стойка полностью заполнена чистящим раствором (контролируется по уставке времени инъекции химических реагентов), химические инъекции прекращаются и установка переходит в режим ожидания на период замачивания. По истечении времени замачивания стойка промывается фильтратом (режим обратной промывки снизу с последующей обратной промывкой сверху).

СЕВ промывка производится в конце последовательности фильтрации, то есть непосредственно перед этим должна быть выполнена обратная промывка с фильтратом. Эта стандартная обратная промывка удаляет крупные частицы с мембраны, тем самым усиливая воздействие чистящего раствора при последующей СЕВ промывке.

В зависимости от качества воды и процесса предварительной обработки может возникнуть необходимость провести СЕВ промывку с использованием различных химических чистящих реагентов числом до трех. Эффективность СЕВ промывки зависит не только от применяемых химических реагентов, но также от последовательности и временных интервалов между СЕВ промывками. Следовательно, последовательность СЕВ промывок должна быть запрограммирована с предельной гибкостью (глава 2.3).

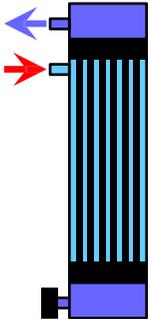
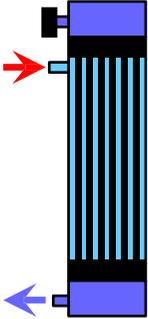
|  |   |   |  |   |
|--|---|---|--|---|
| <p><b>Инжекция химреагентов</b><br/> <b>Обратная промывка</b><br/> <b>снизу</b><br/> Удельный расход мин.<br/> <b>120 л/(м<sup>2</sup>ч)</b></p> | <p><b>Инжекция</b><br/> <b>химреагентов</b><br/> <b>Обратная промывка</b><br/> <b>сверху</b><br/> Удельный расход мин.<br/> <b>120 л/(м<sup>2</sup>ч)</b></p> | <p><b>Замачивание</b></p>   | <p><b>Полоскание,</b><br/> <b>Обратная промывка</b><br/> <b>снизу</b><br/> Удельный расход<br/> мин. <b>230 л/(м<sup>2</sup>ч)</b></p> | <p><b>Полоскание,</b><br/> <b>Обратная промывка</b><br/> <b>сверху</b><br/> Удельный расход<br/> мин. <b>230 л/(м<sup>2</sup>ч)</b></p> |
|   |    |  |   |    |

Рисунок 2.3: Процесс химически усиленной обратной промывки (СЕВ промывка)

СЕВ промывка производится после определенного количества циклов фильтрации. Можно рассмотреть для применения при СЕВ промывке такие химические реагенты как щёлочь (NaOH), серная или соляная кислота (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/HCl) и гипохлорит натрия (NaOCl). Как правило, за СЕВ промывкой с щёлочью следует СЕВ промывка с кислотой для удаления карбонатов, осевших в время чистки щёлочью. Следует проводить только одну последовательность фильтрации между СЕВ промывкой со щёлочью и с кислотой для пополнения бака обратной промывки и нейтрализации мембран. Другие СЕВ промывки (кислота, хлор) могут выполняться отдельно или в сочетании с комбинированным процессом очистки щёлочью/кислотой.

В некоторых случаях щёлочь и хлор, дозированные параллельно, могут значительно повысить эффективность очистки (20-50 мг/л свободного хлора при pH > 12,0).

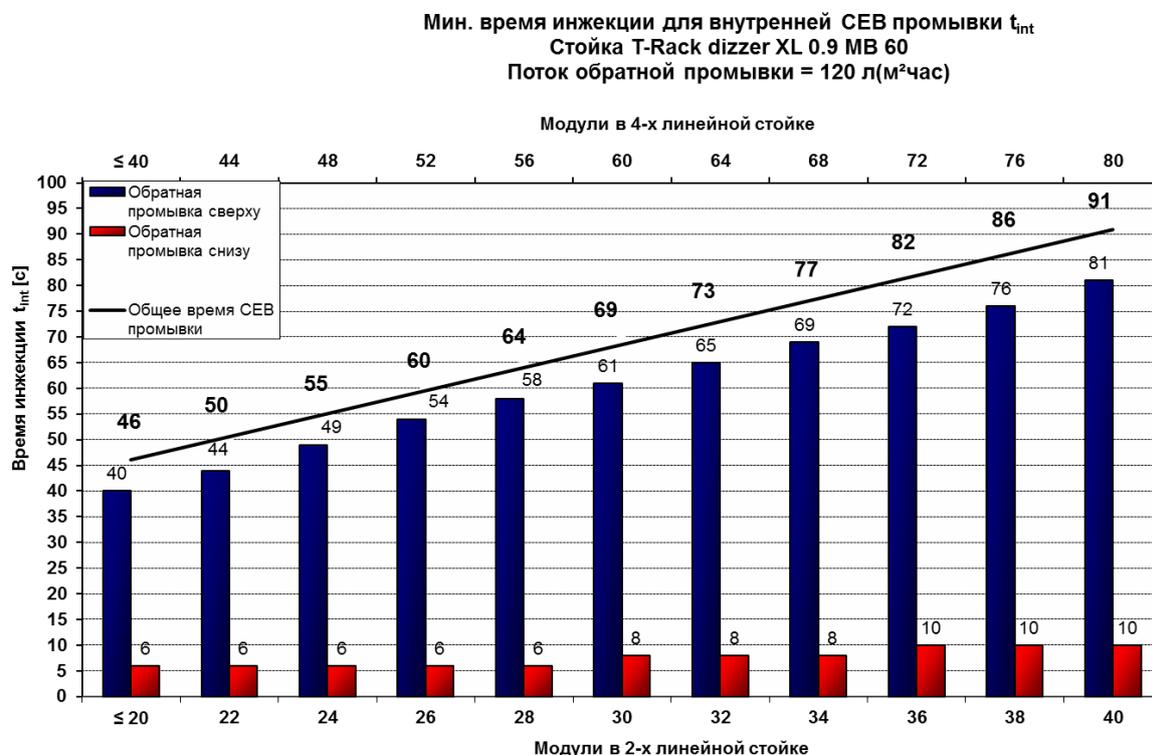
Для процедуры СЕВ промывки рекомендуются следующие химические реагенты (таблица 2.1):

Таблица 2.1: Химические реагенты для СЕВ промывки

| Кислота                    |  | Щёлочь   | Оксидант                          |
|----------------------------|--|--|-----------------------------------|
| Неорганическое загрязнение |  | Органическое загрязнение   |                                   |
| Соляная кислота<br>HCl     | Серная кислота<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Каустик<br>NaOH<br>(факультативно: +NaOCl)                                       | Гипохлорит натрия<br>NaOCl        |
| Диапазон pH: 2.0 – 2.5     |  | Диапазон pH: 12.0 – 13.0<br>(факультативно: + 20 - 50 мг/л виде активного хлора) | 20 - 50 мг/л виде активного хлора |
| Замачивание: 10 – 60 мин   |  | Замачивание: 10 – 60 мин   | Замачивание: 5 – 10 мин           |

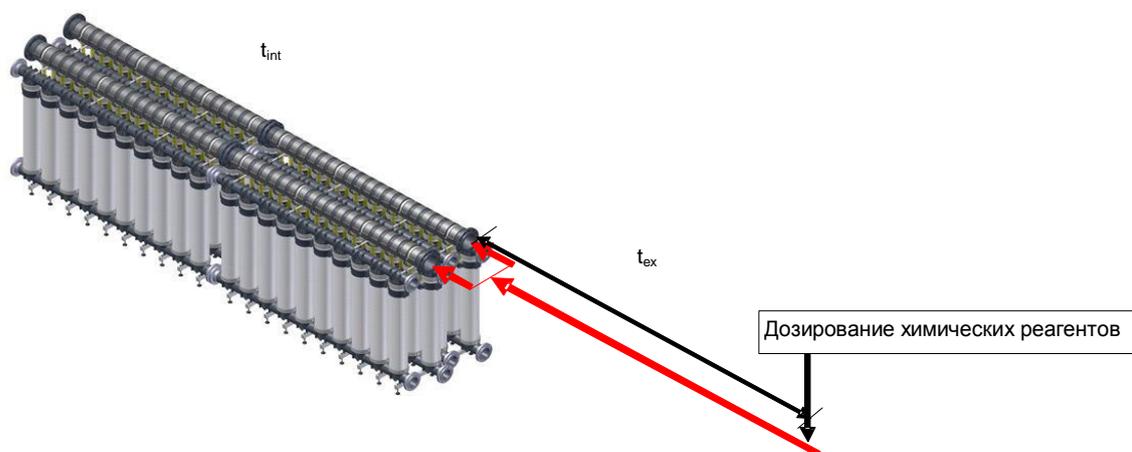
Время инъекции химического раствора зависит от удельного расхода обратной промывки, расположения точки дозирования химических реагентов и размера стойки. Чтобы обеспечить полное и равномерное распределение химических реагентов для СЕВ промывки внутри стойки с модулями, рекомендуется следующее время инъекции

(на примере удельного расхода СЕВ 120 л/(м<sup>2</sup>ч) в стойках типа T-Rack с модулями «inge», рис. 2.4):



**Рисунок 2.4: Время инъекции химических реагентов при СЕВ промывке в зависимости от размеров стойки**

Время инъекции для внутренней СЕВ промывки ( $t_{int}$ ) рассчитывается из времени обратной промывки сверху + обратной промывки снизу. В расчетах общего времени инъекции необходимо учитывать расстояние до точки дозирования химических реагентов в периферийных трубопроводах ( $t_{ex}$ ):  $t_{total} = t_{int} + t_{ex}$ .



На рисунке 2.4 показано рекомендуемое время инъекции на примере стойки T-Rack. Как видно из рисунка, время инъекции делится между обратной промывкой снизу + обратной промывкой сверху с их комбинацией, обеспечивающей равномерное распределение химических растворов по всей стойке, включая "тупиковые" участки модулей.

## 2.3 Принцип управления

СЕВ промывки включают в себя следующее:

- СЕВ 1: Щёлочь с последующей кислотой
- СЕВ 2: Кислота
- СЕВ 3: Гипохлорит натрия

Так как СЕВ промывки выполняется после определенного числа циклов фильтрации (см. пояснение в разделе 2.1) необходимо использовать счетные устройства для регистрации завершенных циклов фильтрации. Если в процессе используется более одного типа СЕВ промывок счетные устройства должны быть запрограммированы так, чтобы избежать одновременного исполнения двух или более СЕВ промывок. Дельным предложением можно считать использование головного счетчика, рассчитанного на присвоение наивысшего приоритета СЕВ промывкам с наивысшим числом циклов. При совпадении двух или более СЕВ промывок, исполняется СЕВ промывка с наивысшим приоритетом. После завершения данной СЕВ промывки все счетные устройства сбрасываются на нуль. На рисунке 2.5. показан пример, где СЕВ1 = 9, СЕВ2 = 3 и СЕВ3 = 40. Счетчик СЕВ2 (выделен желтым цветом) сбрасывается на нуль после завершения каждого СЕВ2, в то время как головной счетчик продолжает счет. После 9 циклов фильтрации, запрос одновременно получают две СЕВ промывки: СЕВ1 и СЕВ2. СЕВ1 имеет более высокий приоритет и получает преимущество в исполнении перед СЕВ2. Сразу же по завершении этого СЕВ1 счетчики СЕВ1 и СЕВ2 сбрасываются на нуль. СЕВ3 исполняется после 40 циклов, в этой точке все другие счетчики сбрасываются на нуль, так как СЕВ3 имеет наивысший приоритет.

| Счетчики циклов фильтрации |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |           |   |      |
|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|-----------|---|------|
| Уставки: СЕВ1 = 9          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |           |   |      |
| СЕВ2 = 3                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |           |   |      |
| СЕВ3 = 40                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |           |   |      |
| <b>СЕВ 1:</b>              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5.....4   | 1 | 2... |
| <b>СЕВ 2:</b>              | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1  | 2  | 3  | 1  | 2.....1   | 1 | 2... |
| <b>СЕВ 3:</b>              | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15.....40 | 1 | 2... |

Рисунок 2.5: Программа СЕВ промывки: СЕВ1 = 9, СЕВ2 = 3, СЕВ3 = 40

Цифры, выделенные зеленым цветом, указывают на исполнение СЕВ промывки. Число, выделенное красным цветом, указывает на конфликт: Хотя запрос поступил на СЕВ2, эта промывка не будет исполнена, так как СЕВ1 имеет более высокий приоритет и, следовательно, имеет старшинство при выполнении программы (уставка СЕВ1 = 9 > 3 (СЕВ2)).

Если вы хотите развивать свою собственную концепцию СЕВ промывок, будьте уверены, что приняли во внимание следующие моменты:

1. Кислотная СЕВ промывка должна выполняться как можно ближе к СЕВ промывке щёлочью (в интервале между ними не более 1 последовательности фильтрации).
2. Используйте отдельно кислотные и хлорные СЕВ промывки в дополнение к комбинированным СЕВ промывкам щёлочь/кислота.
3. Планирование СЕВ промывок 3 типов должно быть полностью независимым, то есть должна сохраняться возможность реализовать последовательности СЕВ промывок, например, следующие: комбинированная промывка щёлочь + кислота один раз в день; кислотная промывка только два раза в день; промывка раствором NaOCl раз в неделю.



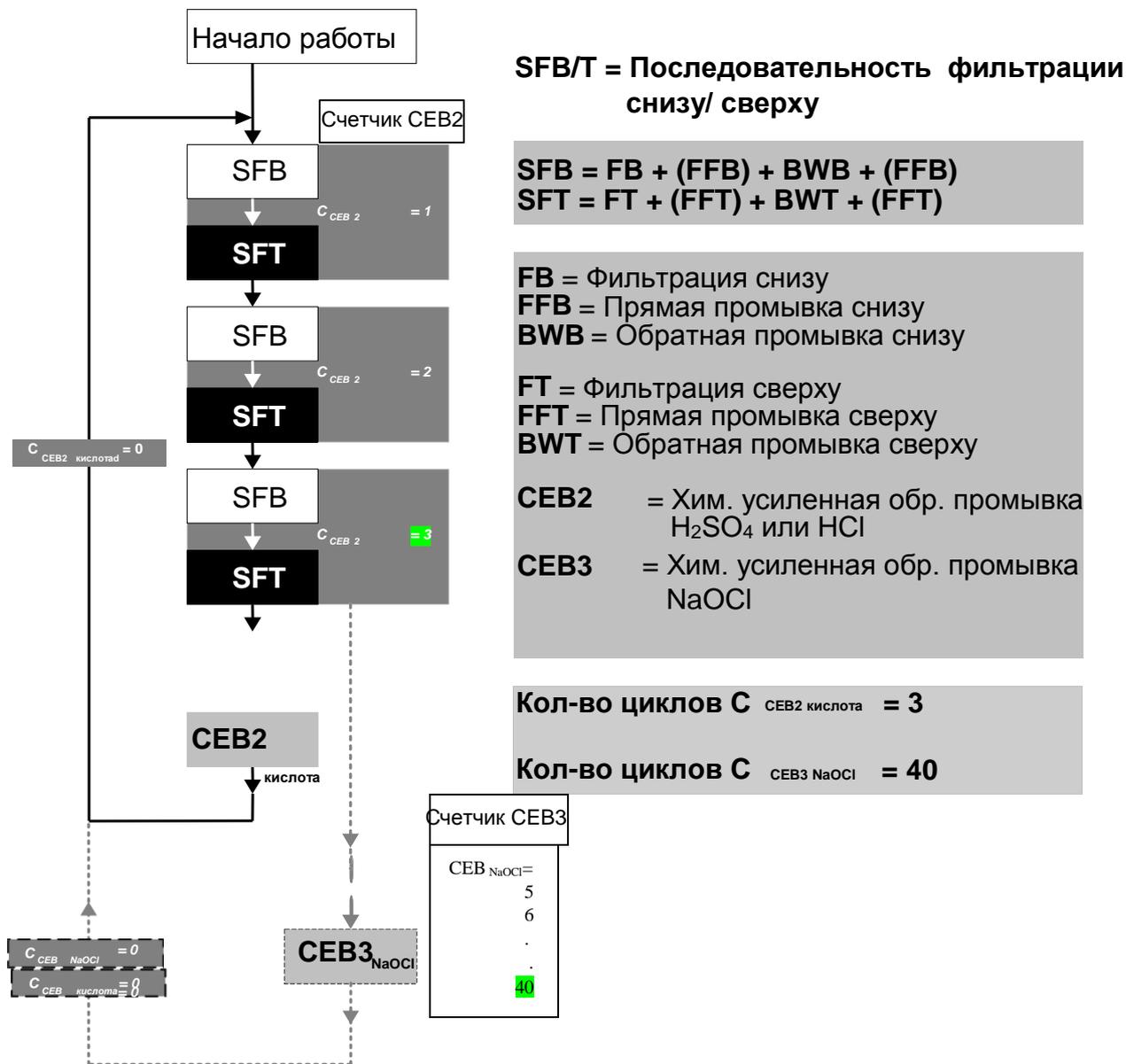


Рисунок 2.7: Пример 2: СЕВ1 = 0, СЕВ2 = 4, СЕВ3 = 40

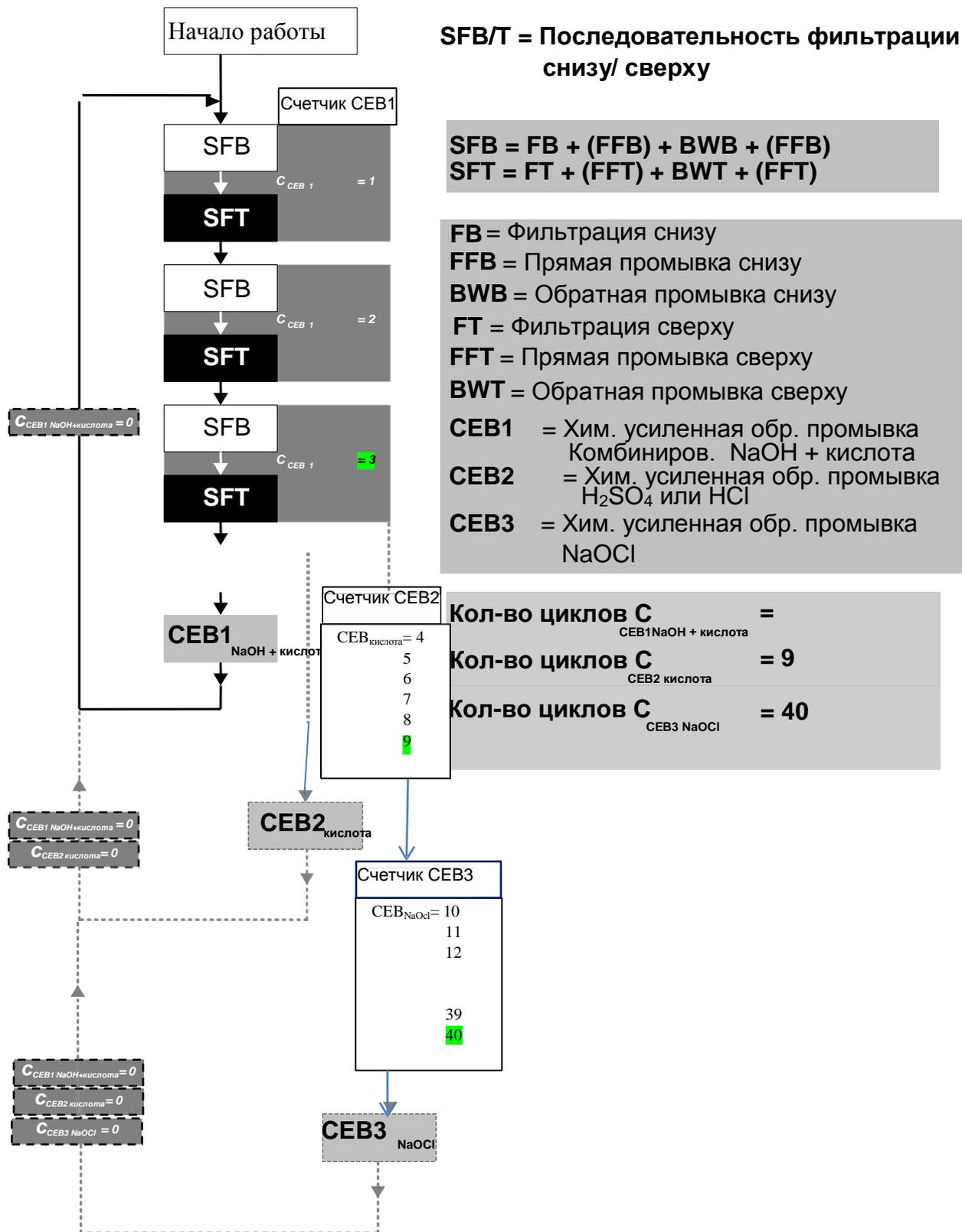


Рисунок 2.8: Пример 3: СЕВ1 = 3, СЕВ2 = 9, СЕВ3 = 40

## 2.4 Проверка целостности

Проверить исправное состояние ультрафильтрационных мембран можно испытаниями на выдерживаемое давление или пробой на образование пузырей. Эти проверки герметичности могут проводиться автоматически на регулярной основе или вручную, в зависимости от требований.

Вы найдете подробное описание тестовой процедуры в специальных Руководствах по установке, эксплуатации и техническому обслуживанию.

## 3 Параметры программы

### 3.1 Рабочие режимы

#### Определение

Рабочие режимы определяются положением клапанов и статусом насоса.

Каждый режим работы требует определения входных параметров как уставок переменных в системе управления.

Таблица 3.1: Входные параметры

| Рабочий режим  | Входные параметры  |
|--|--|
| <b>Фильтрация</b>                                    |  |
| Фильтрация снизу (FB)                                | продолжительность, расход  |
| Фильтрация сверху (FT)                               |  |
| <b>Прямая промывка</b>                               |  |
| Прямая промывка снизу (FFB)                          | продолжительность, включение/выключение, расход, перед/после обратной промывки         |
| Прямая промывка сверху (FFT)                         | продолжительность, включение/выключение, расход, перед/после обратной промывки         |
| <b>Обратная промывка</b>                             |  |
| Обратная промывка снизу (BWB)                        | продолжительность, расход, продолжительность и расход = Обратная промывка сверху (BWT) |
| Обратная промывка сверху (BWT)                       | продолжительность, расход  |
| <b>Химически усиленная обратная промывка</b>         |  |
| Химически усиленная обратная промывка (CEB промывка) | циклы для CEB1; циклы для CEB2; циклы для CEB3 (периодичность)                         |
| <b>CEB1.1 (NaOH)</b>                                 |  |
| Химически усиленная обратная промывка 1.1 снизу      | продолжительность, расход, дозу  |
| Химически усиленная обратная промывка 1.1 сверху     | продолжительность, расход, дозу  |
| Замачивание (SCBW1)                                  | продолжительность  |
| Полоскание, обратная промывка снизу                  | продолжительность, расход  |
| Полоскание, обратная промывка сверху                 | продолжительность, расход  |

|  |   |
|--|---|
| <b>СЕВ 1.2 (кислотная промывка)</b>  |   |
| Та же входная маска, что и СЕВ1.1  |   |
| <b>СЕВ 2 (кислотная промывка)</b>  |   |
| Та же входная маска, что и СЕВ1.1  |   |
| <b>СЕВ 3 (NaOCl)</b>   |   |
| Та же входная маска, что и СЕВ1.1  |   |
| <b>Проверка целостности на стороне фильтра (ультрафильтрационные модули)</b> | <i>Факультативно; автоматическая проверка целостности</i>                               |
| Осушение (DEW)   | интервал между проверками на целостности, время, необходимое для инициализации давления |
| Измерение (ME)   | продолжительность измерения падения давления, критическое падение давления              |
| Вентиляционная продувка после проверки на целостность (DPaINT)               | продолжительность, расход   |
| Вентиляционная фильтрация после проверки на целостность (DFaINT)             | продолжительность, расход   |
| <b>Проверка целостности на стороне питательной воды (T-Rack)</b>             |   |
| Осушение (DEW)   | интервал между проверками на целостности, время, необходимое для инициализации давления |
| Измерение (ME)   | продолжительность измерения падения давления, критическое падение давления              |
| Обратная промывка после проверки целостности на стороне питательной воды     | продолжительность, расход   |
| <b>Предварительная обработка</b>   | включение/выключение  |
| Корректировка pH (дозировочный насос)  | включение/выключение, HCl или NaOH, целевая уставка pH                                  |
| Дозирование коагулянта   | уставка объема дозирования/частота насоса   |
| <b>Общие параметры</b>   |   |
| <b>Пределы ТМП</b>   |   |
| ТМП тревога в режиме фильтрации  | ТМП предупредительный сигнал в режиме фильтрации  |
| ТМП сигнализация   | ТМП сигнализация, прекращение работы  |
| ТМП тревога в режиме обратной промывки                                       | ТМП упреждающий сигнал в режиме обратной промывки                                       |
| ТМП сигнализация в режиме обратной промывки                                  | ТМП сигнализация, прекращение работы  |
| <b>Температура</b>   |   |
| Сигнал тревоги по температуре  | Сигнал предупреждения по температуре  |
| Сигнализация по температуре  | Сигнализация по температуре, прекращение работы   |

## 3.2 Регистрация данных

Измеренные значения, приведенные в таблице 3.4, регистрируются системой управления ПЛК/ПК . В показаниях объема регистрируется как расход, так и общий объем.

Чтобы обеспечить четкую идентификацию и индексацию данных в журнале регистрации, в первом столбце указываются дата и время.

Таблица 3.4 Регистрация параметров

| Сбор/регистрация данных |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Дата                    | дд.мм.гг чч:мм:сс                 |
| Давление 1              | Давление на стороне подачи снизу  |
| Давление 2              | Давление на стороне подачи сверху |
| Давление 3              | Давление фильтрата                |
| Расчетное ТМП           | Трансмембранное давление          |
| Качество 1              | Температура                       |
| Качество 2              | Мутность на стороне подачи        |
| Качество 3              | Значение рН на стороне подачи     |
| Расход 1                | Расход на стороне подачи          |
| Расход 2                | Объем на стороне подачи           |
| Расход 3                | Удельной расход обратной промывки |
| Расход 4                | Объем обратной промывки           |
| Расчетная проницаемость | Проницаемость при 20°C            |
| Индекс                  | Рабочий режим                     |
| x1                      | Резерв                            |
| x2                      | Резерв                            |
| x3                      | Резерв                            |

### 3.2.1 Рабочие режимы (индекс)

Сбор и регистрация данных требует четкого и однозначного размещения измеренных значений и соответствующих рабочих состояний.

### 3.3 Другое

#### 3.3.1 Регулировка/переключение приводов

Схема переключения насосов и клапанов должна быть разработана таким образом, чтобы исключить появления в системе гидроударов, т.е. насосы и клапаны должны приводиться в управляемой последовательности с интервалом примерно в одну секунду, чтобы исключить срабатывание насоса при закрытой арматуре.

Приводы всех (дроссельных) клапанов должны быть оснащены воздушной дроссельной заслонкой для контроля процедуры открытия и закрытия. В случае слишком резкого открытия или закрытия клапана может произойти пневматический/гидравлический удар.

Любое изменение режима работы, требующее переключения между питательным насосом и насосом обратной промывки (например, с обратной промывки на фильтрацию), включая необходимые клапаны, должно предусматривать период простоя длительностью примерно 5-10 секунд между завершением одного режима работы и включением очередного режима работы.

Преобразователь частоты и PID контроллеры питательного насоса и насоса обратной промывки должны быть тщательно отрегулированы для исключения гидроударов. Важно, чтобы уставка потока в контроллере насоса обратной промывки могла быть достигнута в течение 5-10 секунд (время зависит от производительности насоса).

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Алматы (7273)495-231  
Ангарск (3955)60-70-56  
Архангельск (8182)63-90-72  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Благовещенск (4162)22-76-07  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Владикавказ (8672)28-90-48  
Владимир (4922)49-43-18  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89

Иваново (4932)77-34-06  
Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Коломна (4966)23-41-49  
Кострома (4942)77-07-48  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Курган (352)50-90-47  
Липецк (4742)52-20-81

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Ноябрьск (3496)41-32-12  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Петрозаводск (8142)55-98-37  
Псков (8112)59-10-37  
Пермь (342)205-81-47

Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Саранск (8342)22-96-24  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Сургут (3462)77-98-35  
Сыктывкар (8212)25-95-17  
Тамбов (4752)50-40-97  
Тверь (4822)63-31-35

Тольятти (8482)63-91-07  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)33-79-87  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Улан-Удэ (3012)59-97-51  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Чебоксары (8352)28-53-07  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Чита (3022)38-34-83  
Якутск (4112)23-90-97  
Ярославль (4852)69-52-93

Россия +7(495)268-04-70

Казахстан +7(7172)727-132

Киргизия +996(312)96-26-47

Эл. почта: [ieg@nt-rt.ru](mailto:ieg@nt-rt.ru) || Сайт: <https://inge.nt-rt.ru>