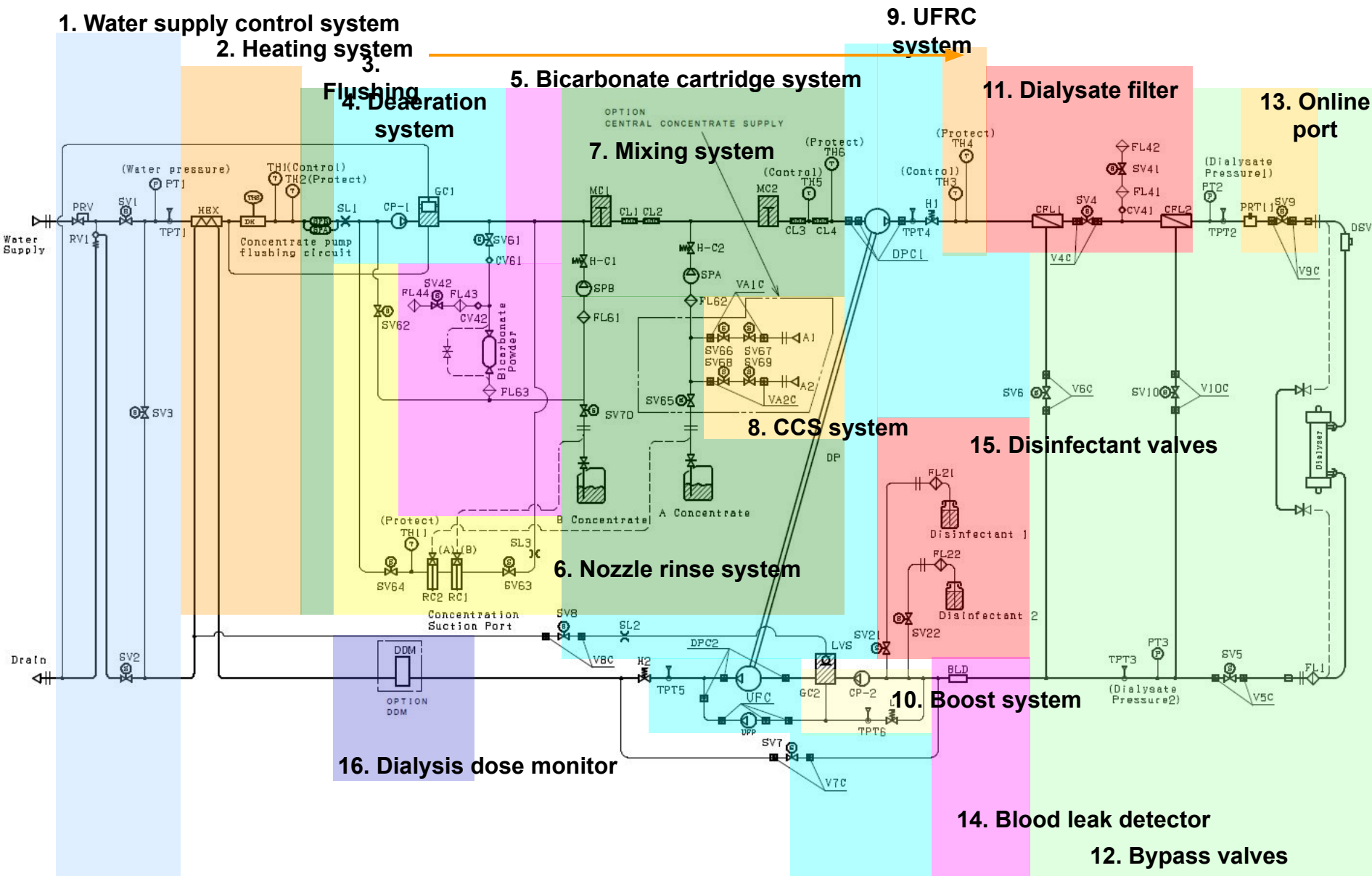


# Глава 1. Гидравлический контур

# Блок схема гидравлического контура



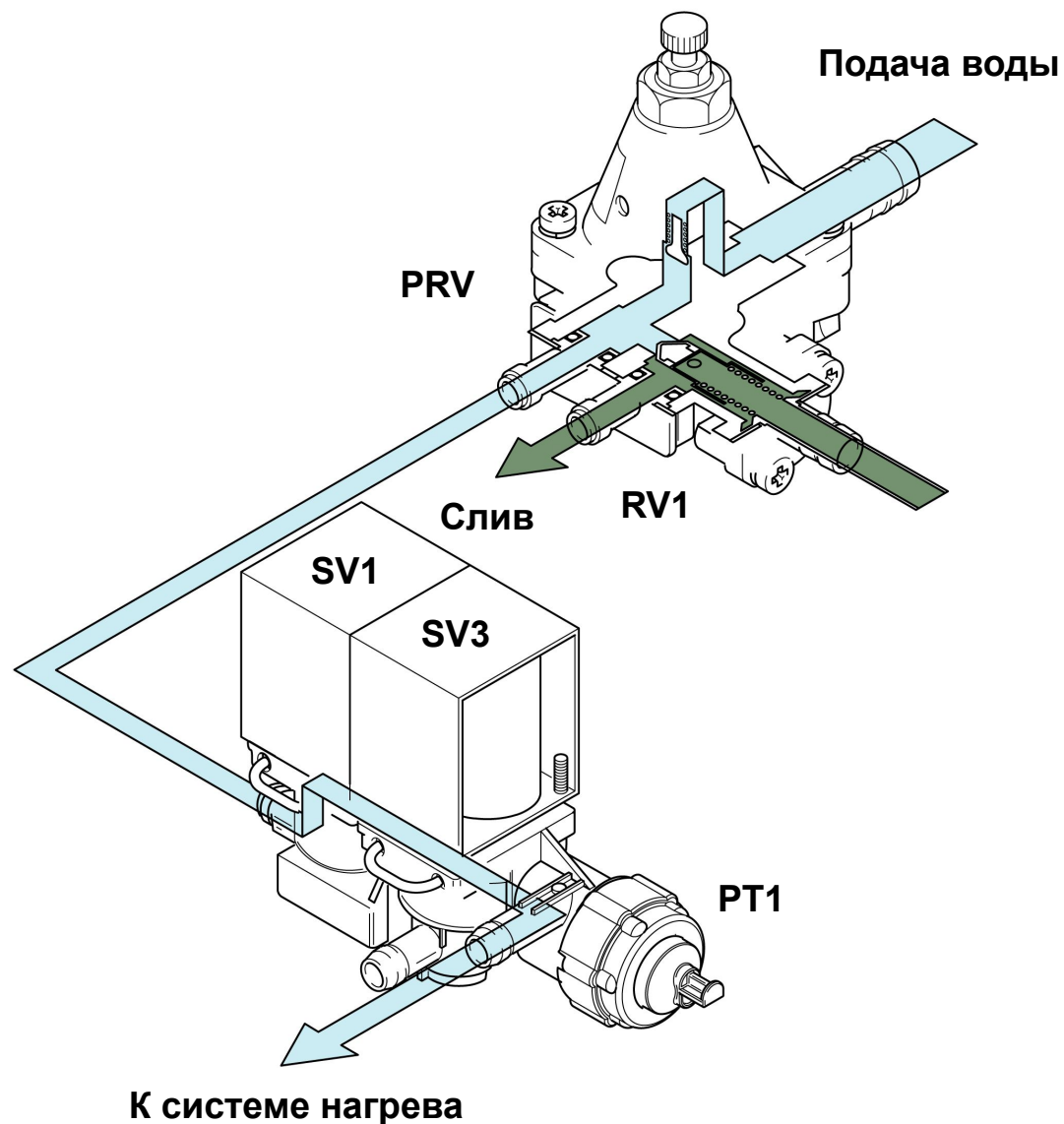
# 1.1 Система управления подачей воды

## НАЗНАЧЕНИЕ

Снижение давления воды до рабочего давления с помощью редукционного клапана (PRV).

Контроль сниженного давления с помощью датчика давления 1 (PT1).

Обеспечение рециркуляции в программе очистки с использованием электромагнитных клапанов (SV1, SV2, and SV3).



# Редукционный клапан (PRV) Предохранительный клапан1 (RV1)

PRV объединен с RV1.

## PRV:

Снижение давление подаваемой воды до значения  
45-50 кПа (максимум).

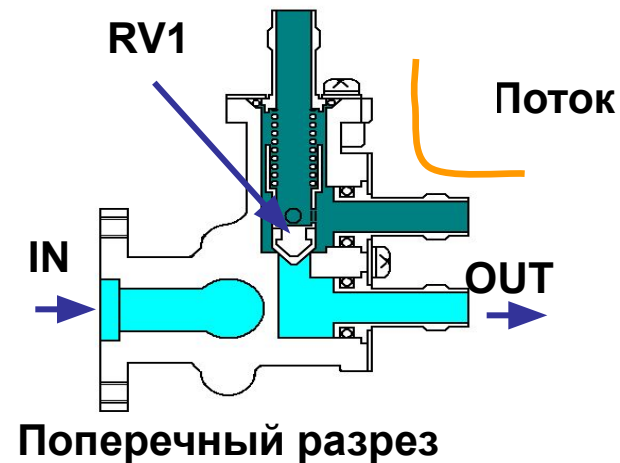
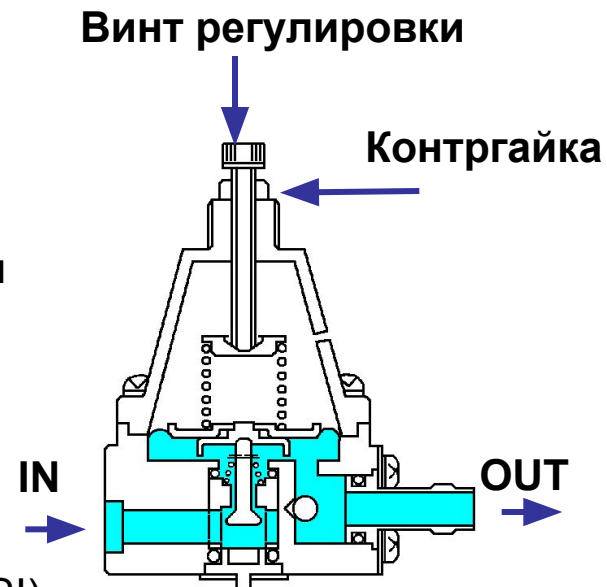
Поддержание стабильного сниженного (рабочего) давления  
несмотря на изменения входного давления.

Значение настройки: 45 ~ 50 кПа (максимум)  
(6.6 ~ 7.2 PSI)

## RV1:

Сброс избыточного давления в слив.

Сброс предусмотрен при давлении 64 ~ 83 кПа (9.3 ~12.0PSI).



Поперечный разрез

# Блок подачи воды (SV1, 3, PT1)

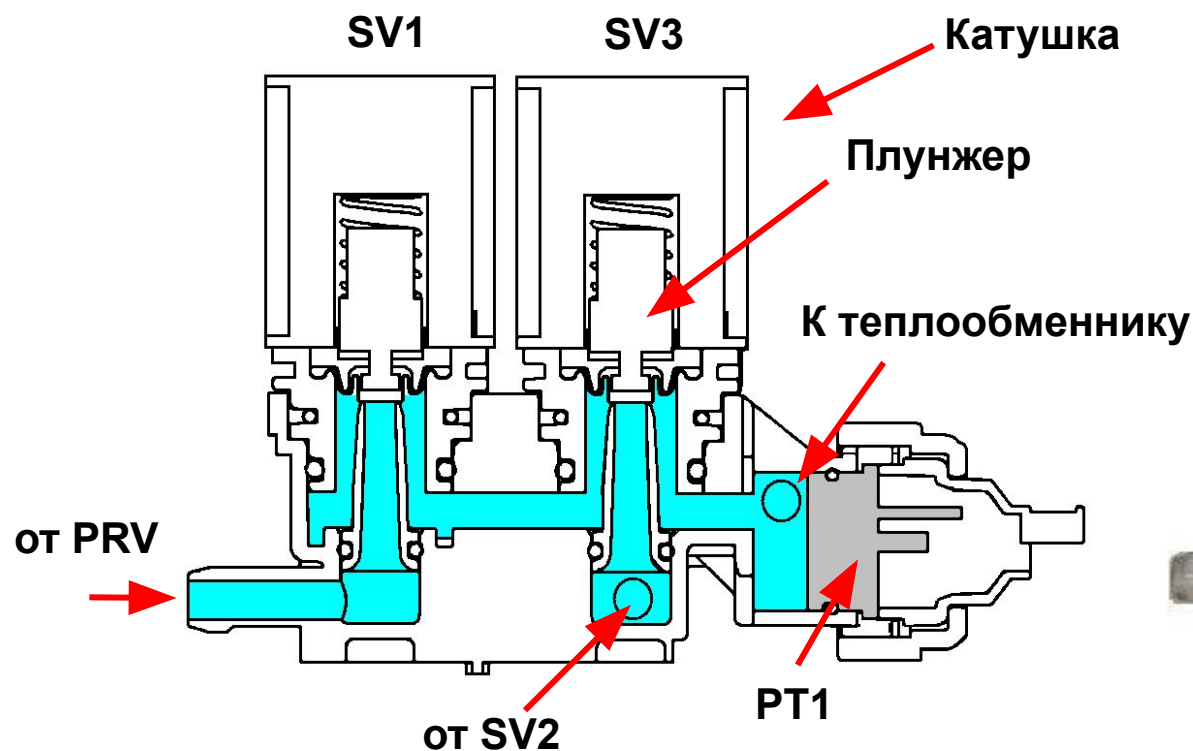
SV1, SV3, и PT1 объединены в одном корпусе с целью снизить объем гидравлического контура и «мертвый остаток».

**SV1** : Клапан подачи воды

**SV3** : Клапана рециркуляции

**PT1** : Датчик для измерения входного давления

**TPT1**: Test port for PT1

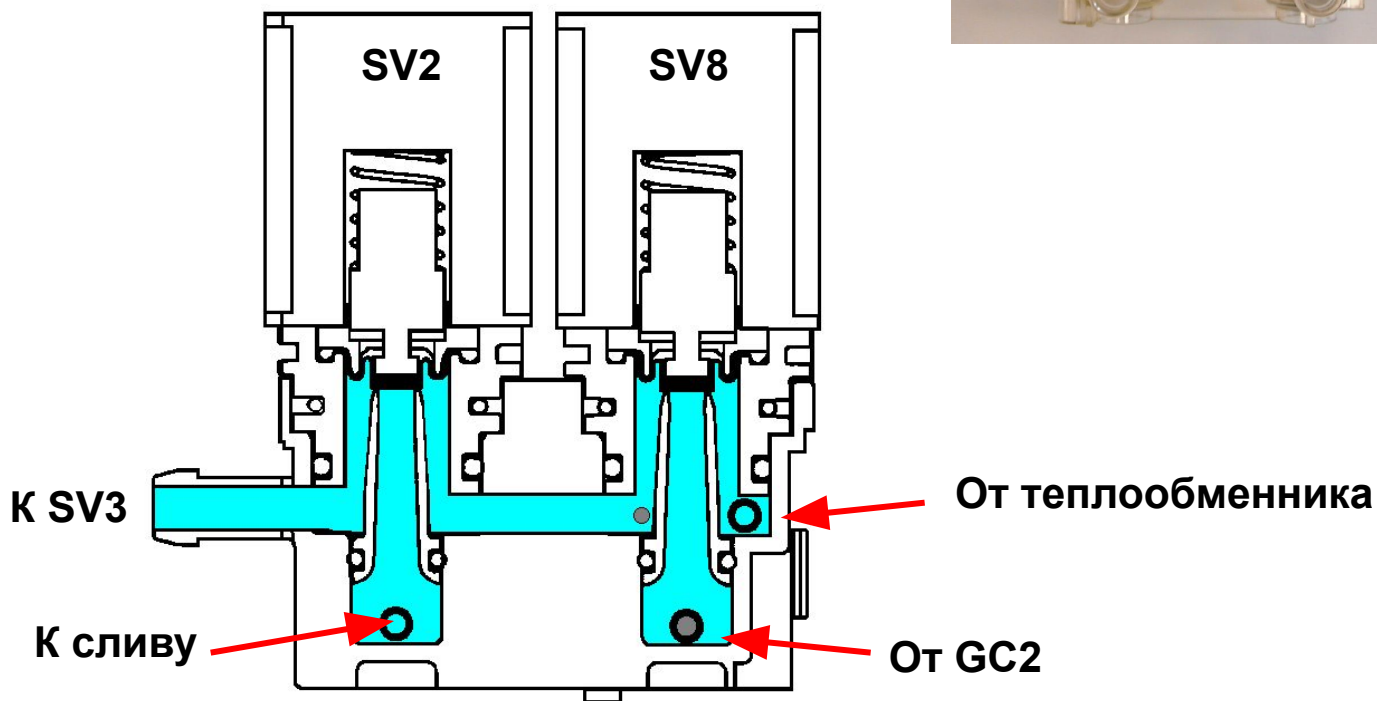


# Блок слива (SV2, 8)

SV2 и SV8 объединены в одном корпусе с целью снизить объем гидравлического контура и «мертвый остаток».

**SV2** : Клапан слива

**SV8** : Клапан выхода GC2



# 1.2 Система нагрева

## НАЗНАЧЕНИЕ

Нагрев очищенной воды.

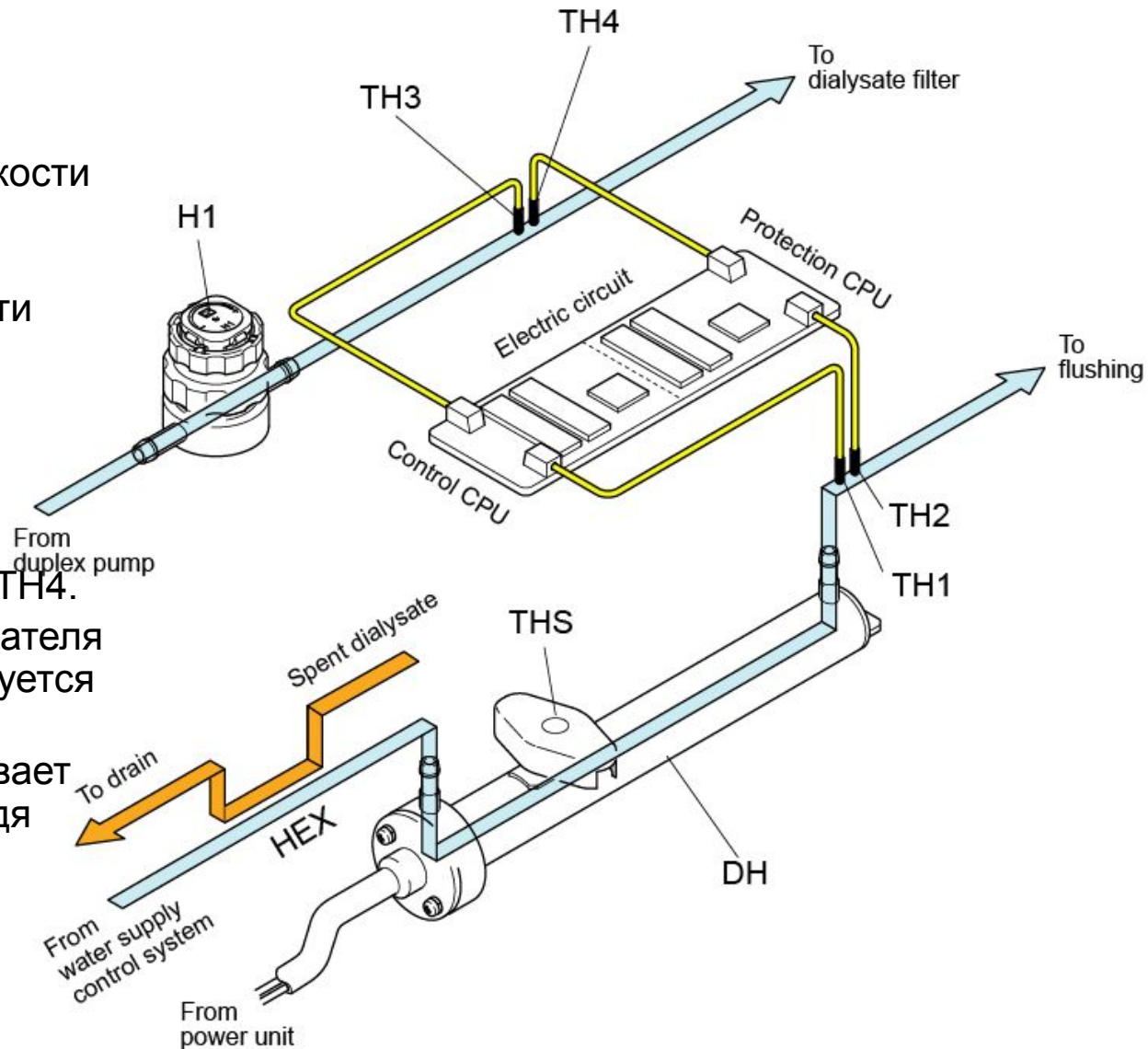
Регулировка температуры жидкости осуществляется с помощью термисторов (TH1, TH3).

Контроль температуры жидкости осуществляется с помощью термисторов (TH2, TH4).

Температура диализата контролируется с помощью TH4.

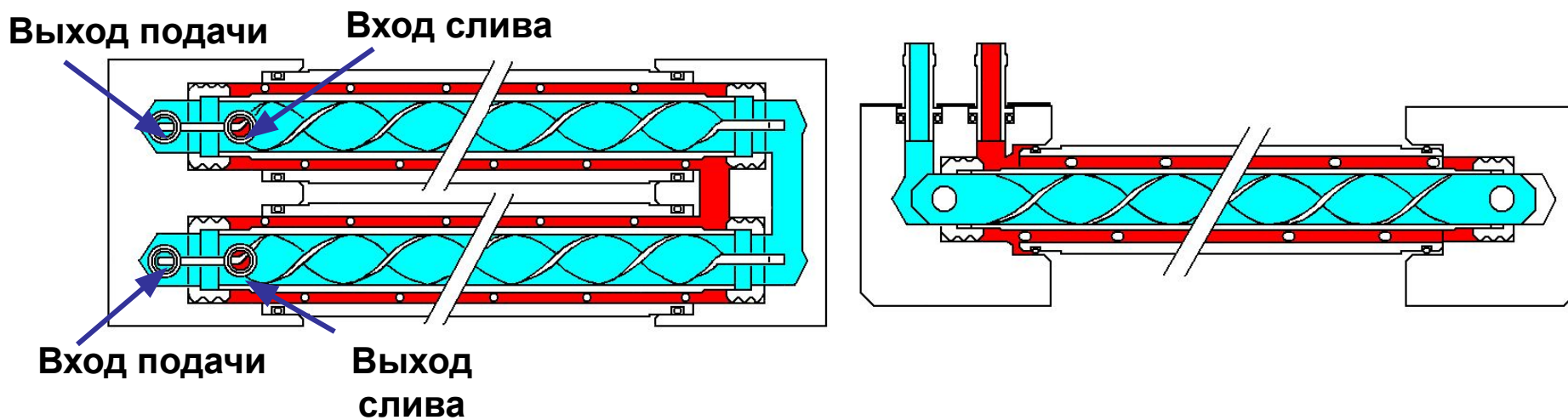
Температура на выходе нагревателя во время очистки контролируется с помощью TH2.

Отработанный диализат нагревает подготовленную воду проходя через теплообменника.



# Теплообменник (HEX)

Снижение потребления энергии путем передачи тепла от отработанного диализата к очищенной воде.





# Нагреватель (DH) Термостат (THS)

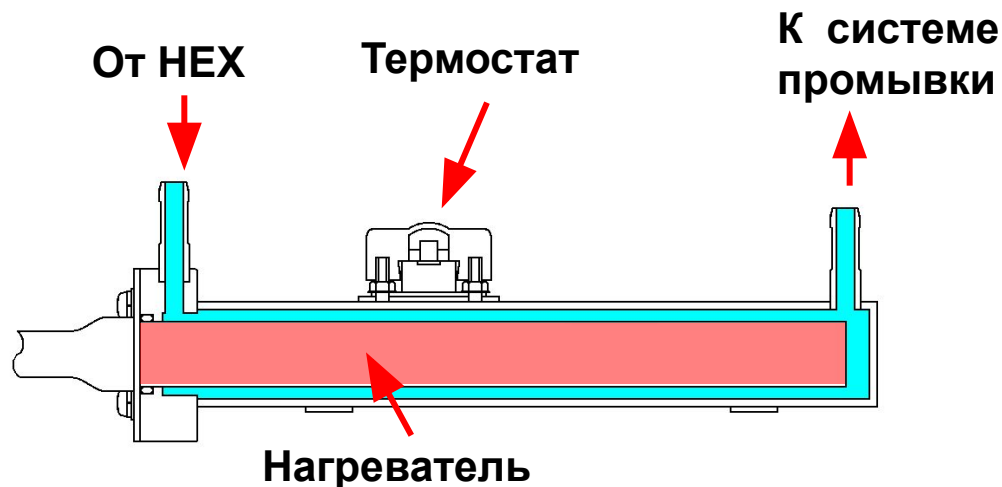
Термостат прикреплен к корпусу нагревателя.

**DH** : Нагревает очищенную воду.

**THS** : Контролирует температуру поверхности нагревателя и предохраняет от перегрева.

THS отключает электроснабжение нагревателя при нагреве °C

THS может быть восстановлен нажатием на кнопку в верхней части термостата.



# Термисторы (ТН1, 2, 3, 4)

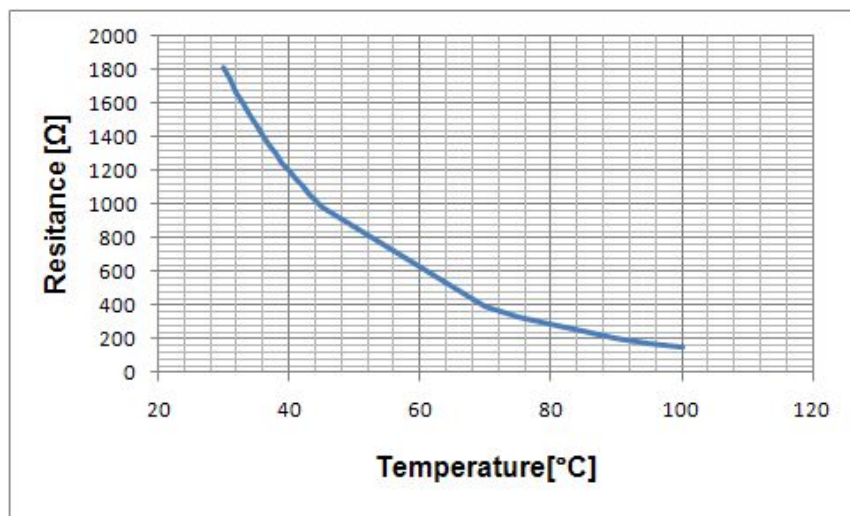
ТН1, ТН2, ТН3, и ТН4 – термисторы с отрицательным температурным коэффициентом. Представляют собой полупроводниковый элемент покрытый металлом.

**ТН1:** Управляющий термистор, который измеряет температуру на выходе нагревателя.

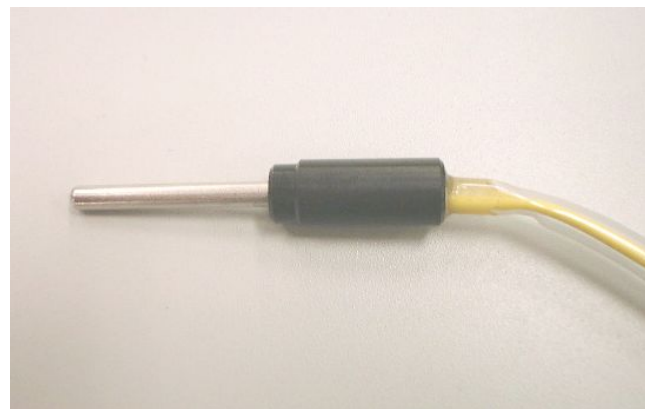
**ТН2:** Защитный термистор, который контролирует температуру на выходе нагревателя.

**ТН3:** Управляющий термистор, который измеряет температуру перед диализатором.

**ТН4:** Защитный термистор, который контролирует температуру перед диализатором.



Полупроводниковый элемент

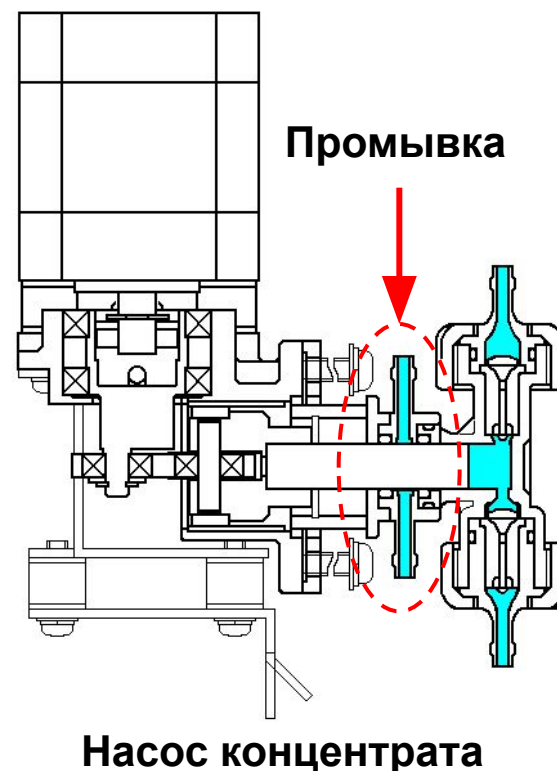


# 1.3 Промывка

## **НАЗНАЧЕНИЕ**

Удаление концентрата, который оседает на плунжере насоса концентрата в процессе работы.

Предотвращение повреждений уплотнительных колец, которые используются в насосе концентрата, в результате кристаллизации.



# 1.4 Система дегазации

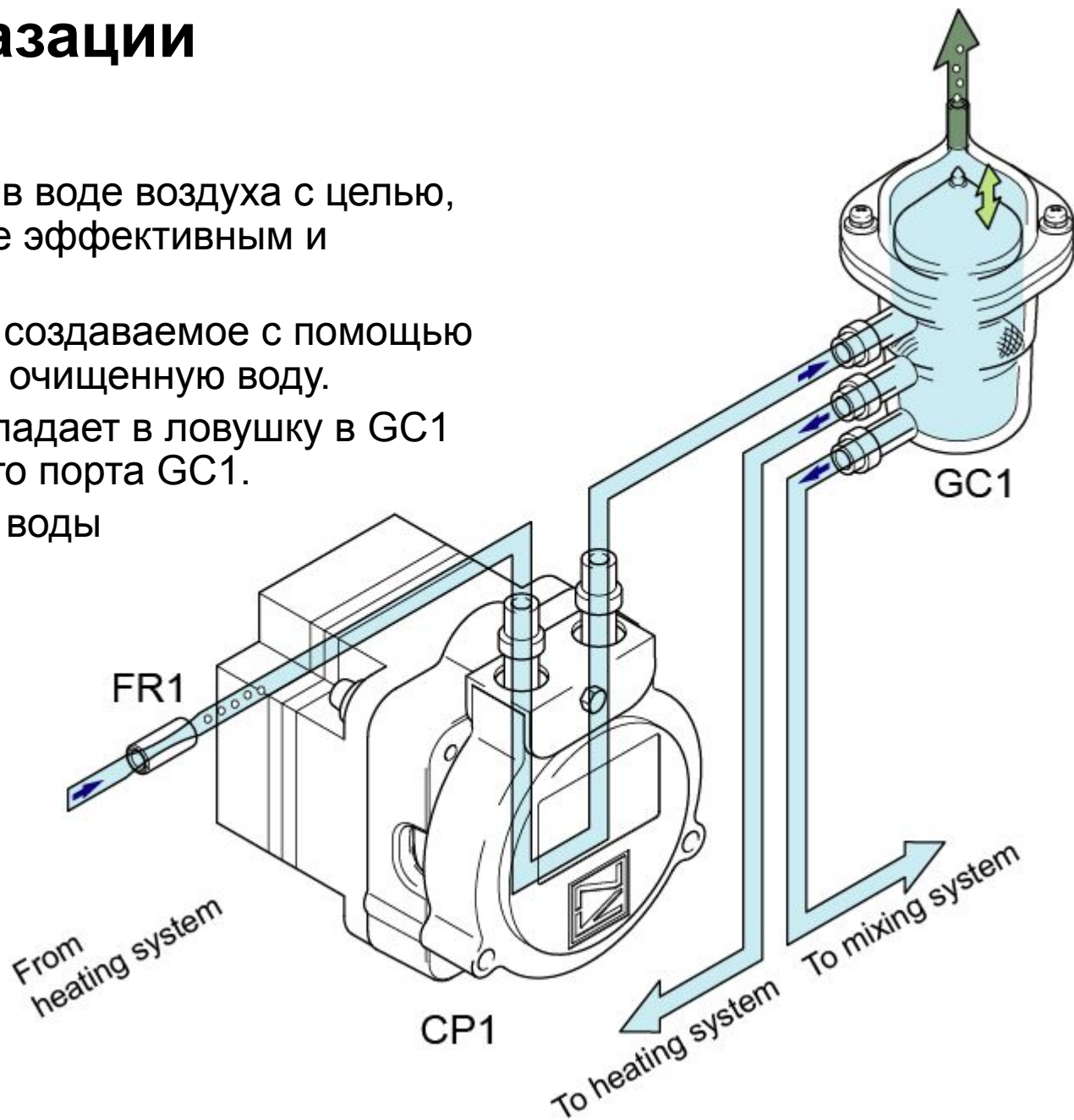
## НАЗНАЧЕНИЕ

Удаление растворенного в воде воздуха с целью, сделать лечение более эффективным и безопасным.

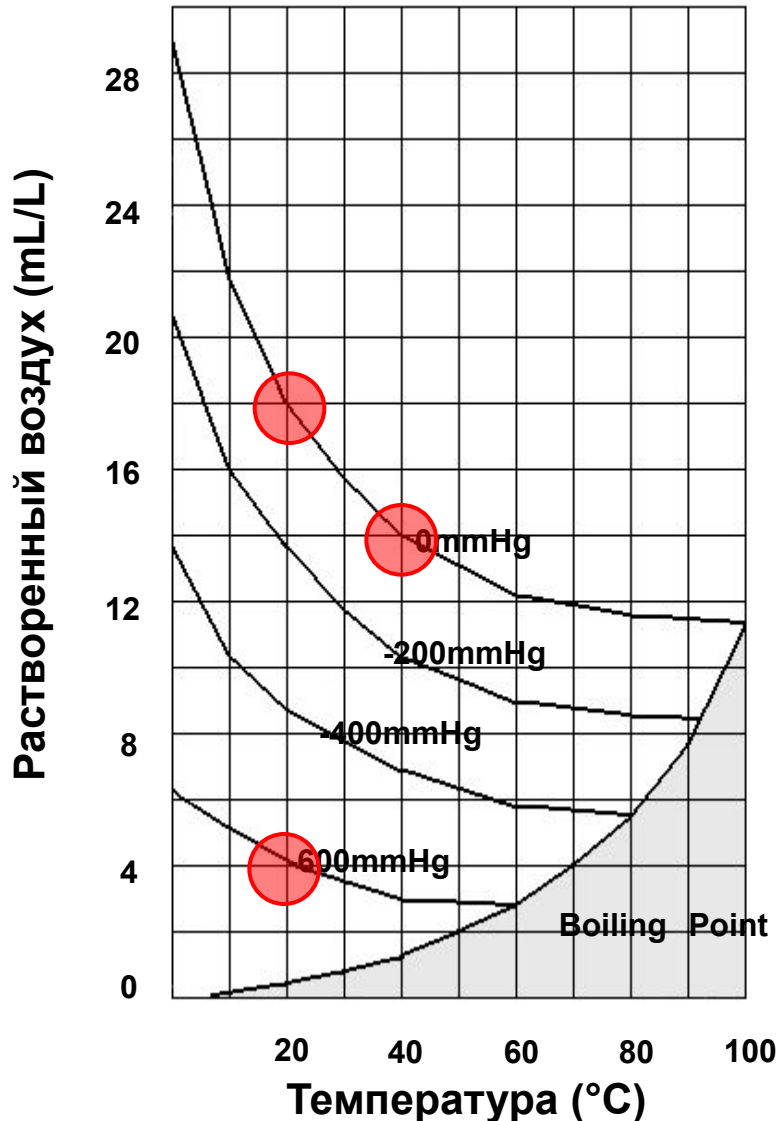
Отрицательное давление создаваемое с помощью CP1 и FR1 деаэрирует очищенную воду.

Выделившийся воздух попадает в ловушку в GC1 и удаляется из верхнего порта GC1.

**FR1:** Ограничение потока воды перед CP1 (I.D. 1.6mm)



# Зависимость между количеством растворенного в воде воздуха, температурой и давлением



Насыщенность воды растворенным воздухом зависит от температуры и давления воды.

Точка насыщения воды растворенным воздухом равна 18мЛ/Л при 20°С, 0ммHg, и 4мЛ/Л при 20°С, -600ммHg.

Например, 14мЛ воздуха удаляется из 1 литра воды снижением давления до -600ммHg.

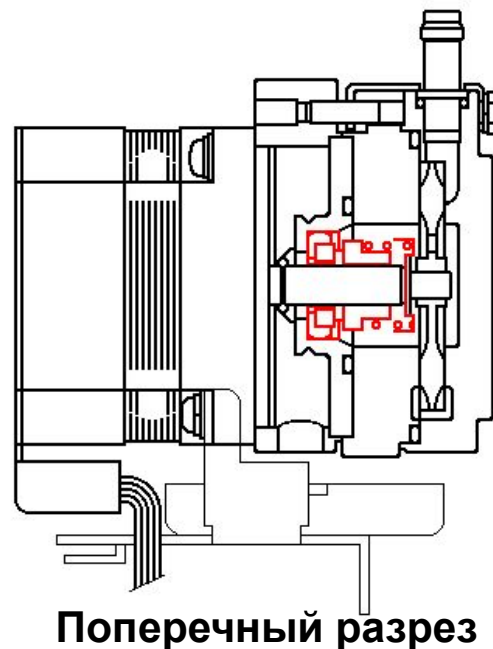
Точка насыщения воды растворенным воздухом равна 18мЛ/Л при 20°С, 0ммHg, и 14мЛ/Л при 40 °С, 0ммHg.

Например, 4мЛ воздуха удаляется из 1 литра воды повышением температуры до 40 °С.

# Насос деаэрации (CP1)

Для того чтобы повысить эффективность деаэрации и нагрева, скорость потока CP1 гораздо выше скорости потока диализата. Поток насоса CP1 создает рециркуляцию между системой деаэрации и системой нагрева. Часть дегазированной воды возвращается в систему нагрева.

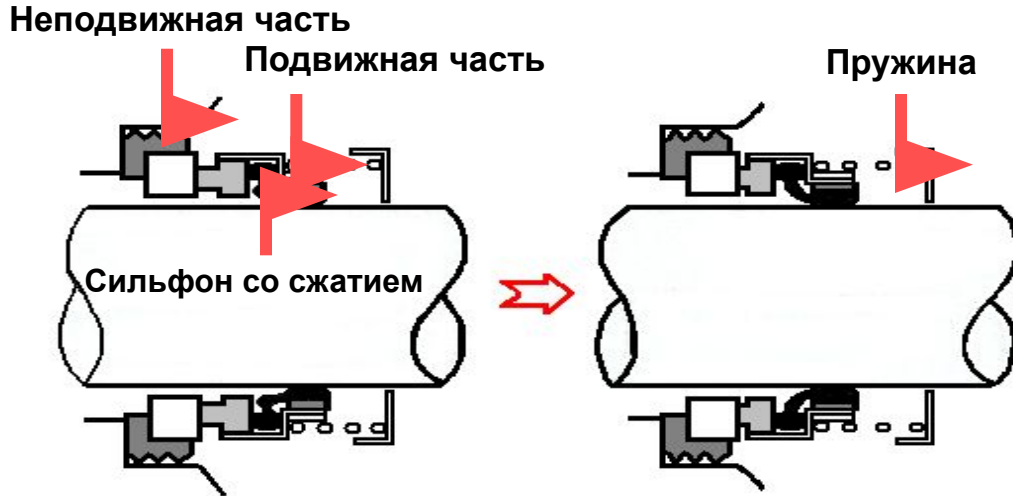
CP1 идентичен повышающему насосу (CP2).



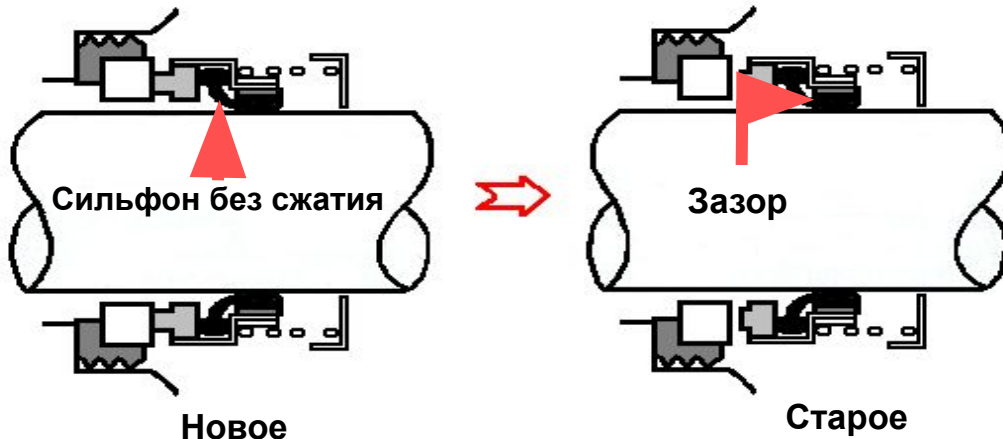
# Внимание:

## Как собрать механическое уплотнительное кольцо

### Правильное положение



### Неправильное положение



Подвижная часть должна быть должным образом установлена на валу с использованием специального инструмента, сильфон (резиновый компенсатор) должен быть установлен со сжатием (с запасом). При износе подвижной части, пружина прижимает её к неподвижной части. И таким образом утечка не происходит.

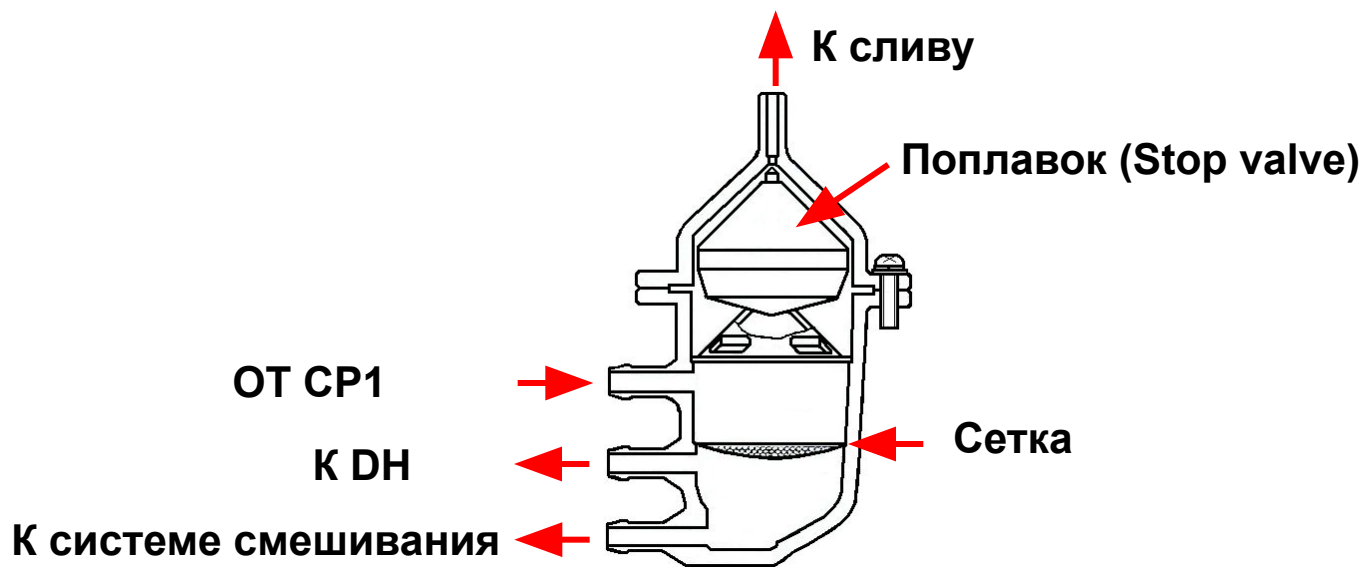
Подвижная часть установлена неправильно, сильфон (резиновый компенсатор) установлен без сжатия (без запаса). При износе подвижной части, появляется зазор между подвижной и неподвижной частями, который является причиной утечки.

# Камера дегазации 1 (GC1)

GC 1 улавливает удаленный из воды воздух. Воздух понижает уровень воды в камере и, соответственно, поплавков (stop valve).

Следовательно верхний порт открывается и воздух удаляется из камеры.

Сетка предохраняет от попадания воздуха в систему смешивания.





# 1.5 Держатель бикарбонатного картриджа

## НАЗНАЧЕНИЕ

### Заполнение картриджа :

SV61, 62 открыты и подготовленная вода подается в картридж для разбавления бикарбонатного порошка.

Циркуляция бикарбонатного концентрата (в процессе разбавления) обеспечивается с помощью CP1.

### Подготовка/лечение:

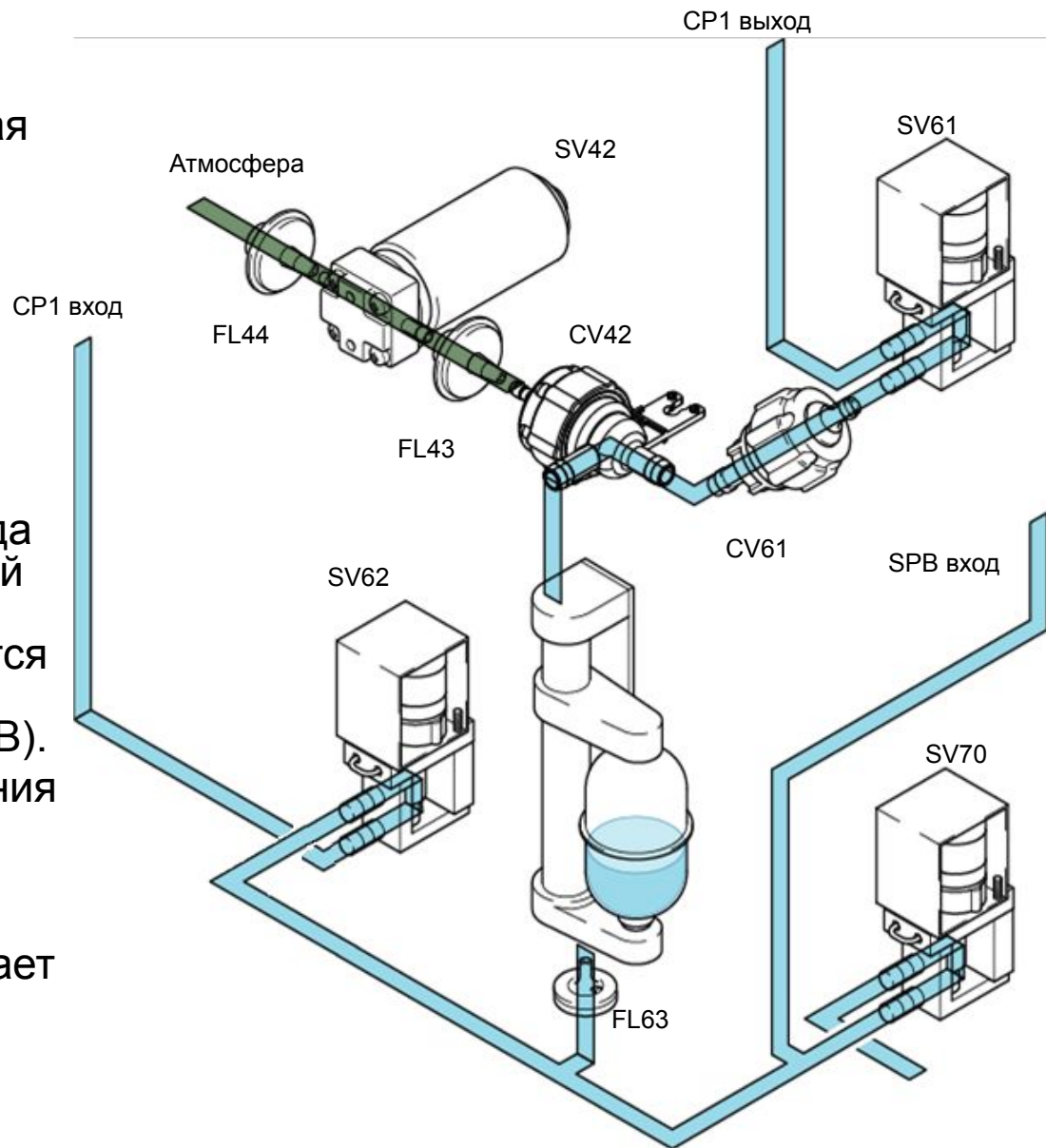
SV61 открыт и подготовленная вода подается в картридж через верхний порт. Приготовленный бикарбонатный концентрат подается через нижний порт картриджа с помощью насоса концентрата (SPB).

SV70 открыт в случае использования готового жидкого бикарбонатного концентрата.

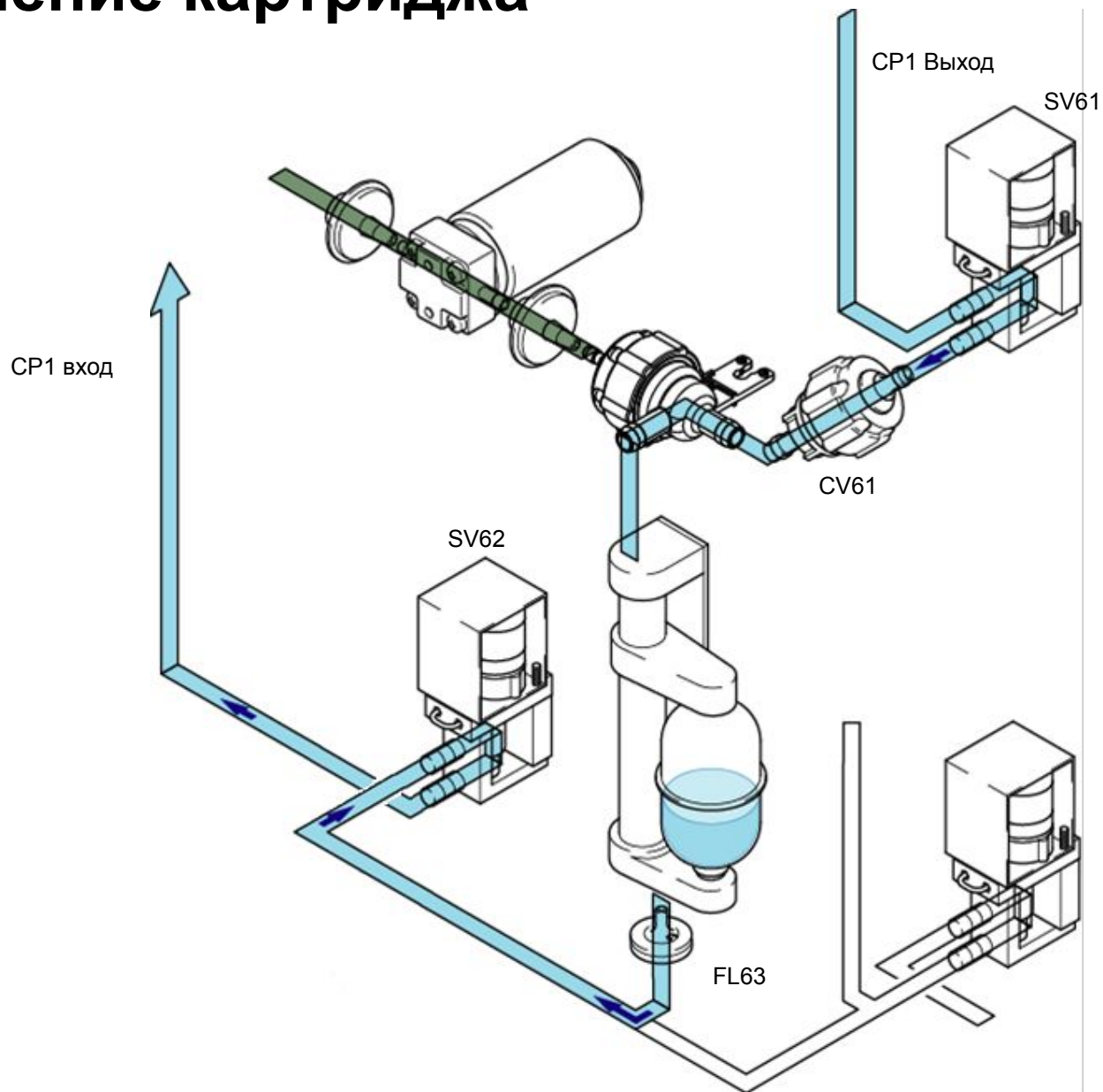
### Слив картриджа:

SV42, 62 открыты и воздух поступает в картридж.

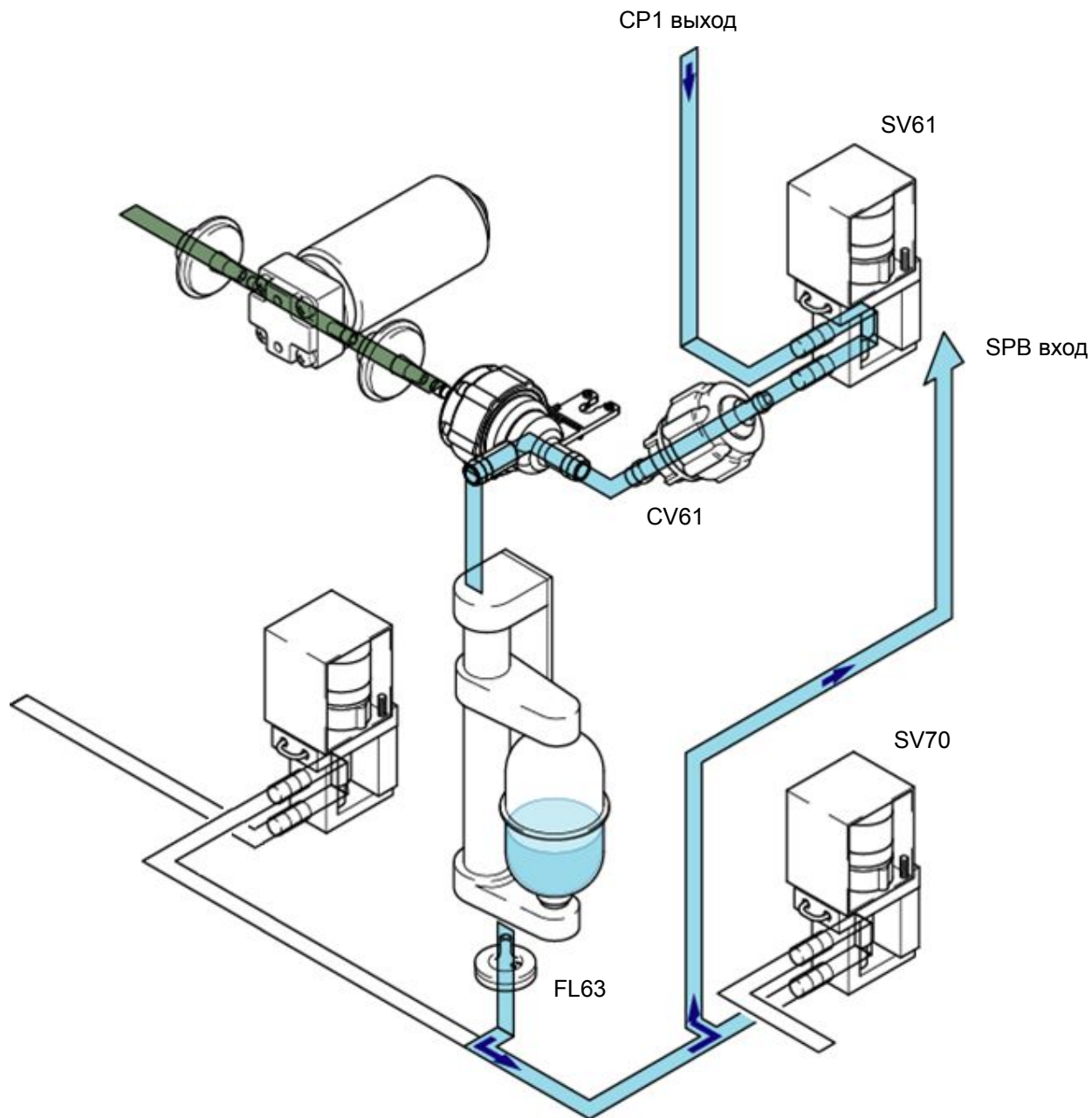
Бикарбонатный концентрат сливается через нижний порт и клапан SV62.



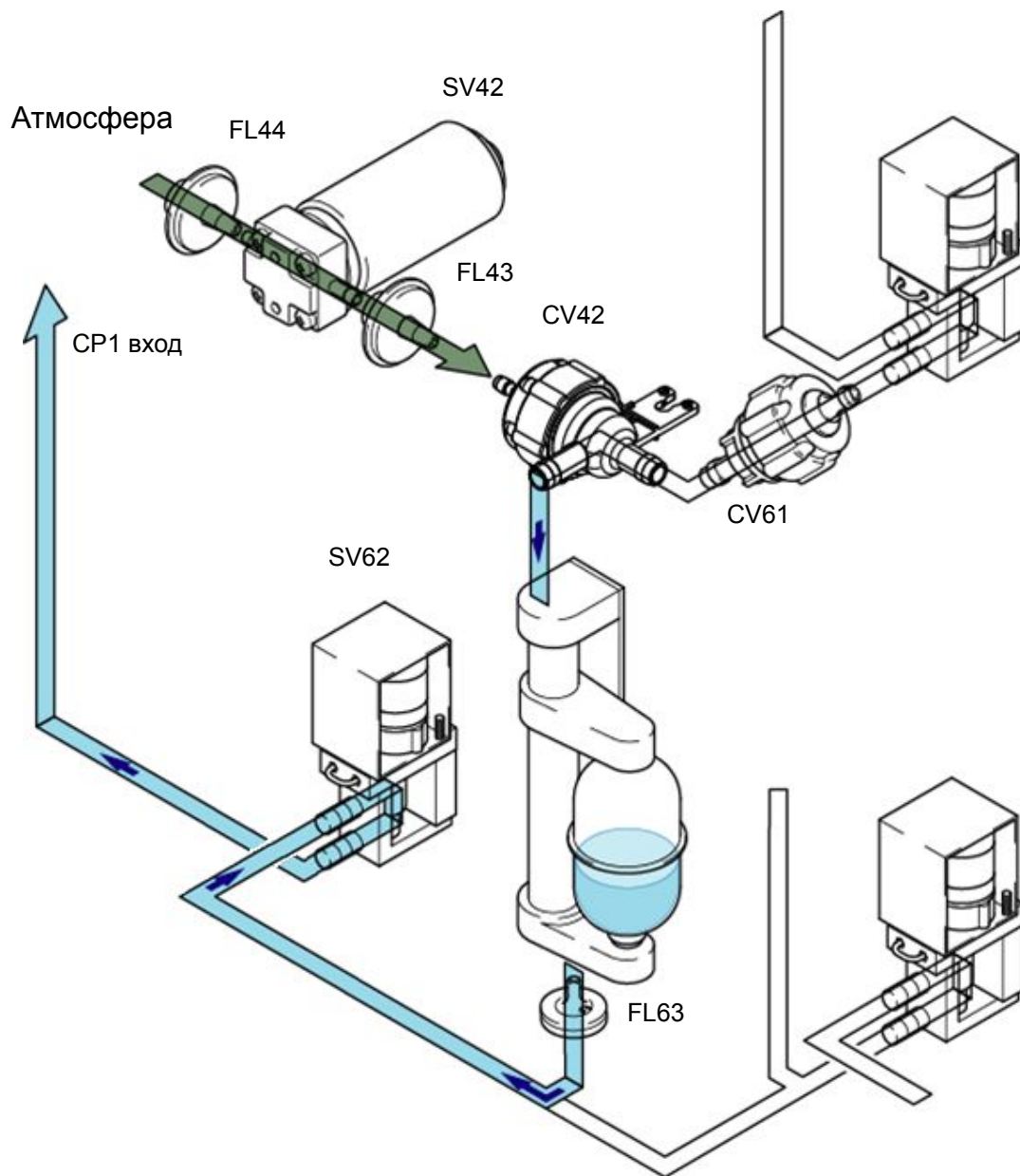
# Заполнение картриджа



# Лечение



# Слив картриджа



# Держатель бикарбонатного картриджа

Подготовленная вода подается через верхний порт, проходит через бикарбонатный картридж, растворяя его, и на выходе из картриджа (нижний порт) становится бикарбонатным концентратом.



# Электромагнитные клапаны (SV61, 62) Обратный клапан (CV61)

## SV61:

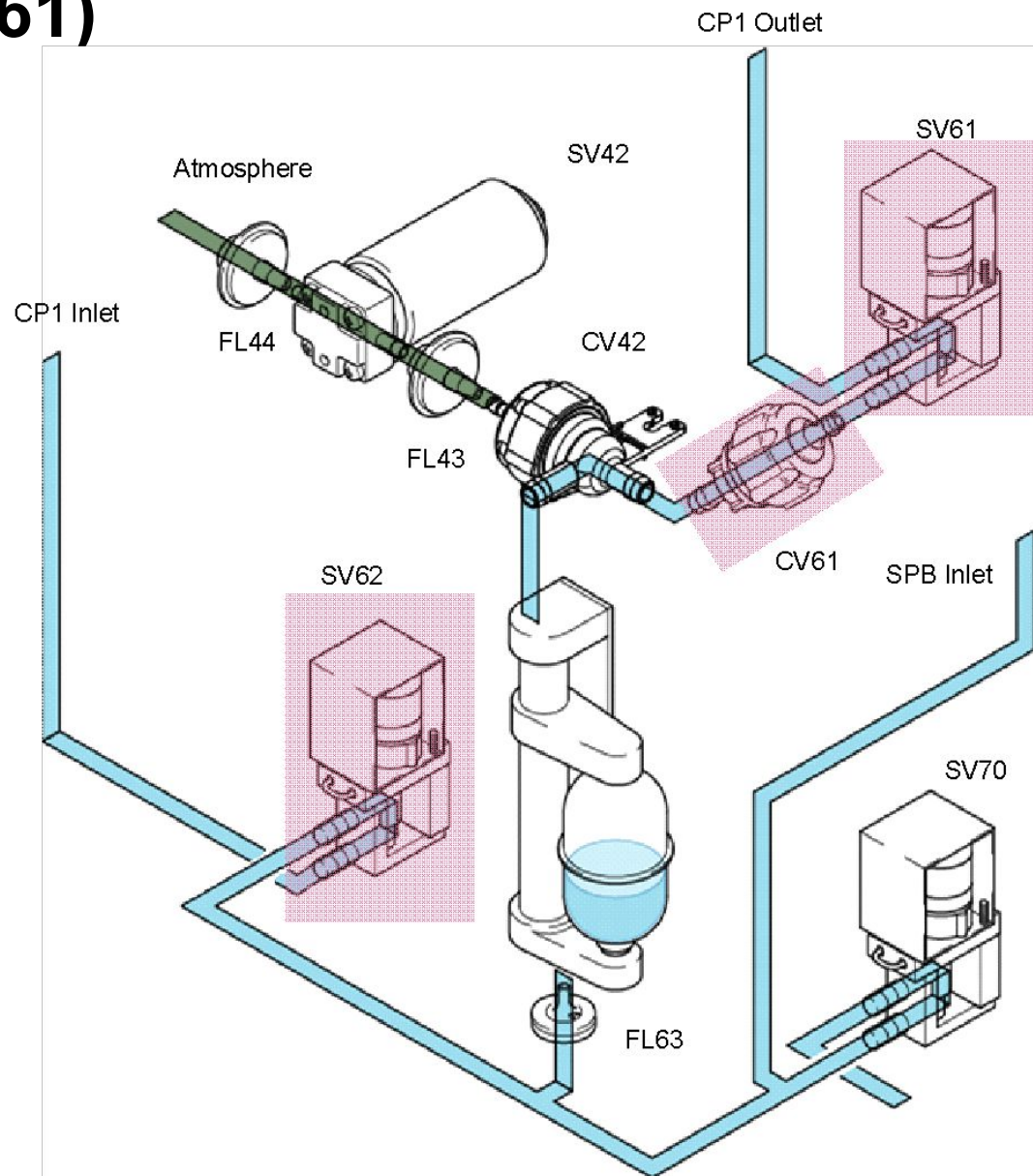
Электромагнитный клапан для подачи воды в картридж.

## SV62:

Электромагнитный клапан, который открывается для циркуляции бикарбонатного концентрата в режиме «Заполнение» или слива отработанного бикарбонатного концентрата в режиме «Слив».

## CV61:

Обратный клапан, предохраняющий от попадания воздуха в клапан SV61 в режиме «Слив».



# Электромагнитный клапан (SV42) Обратный клапан (CV42) Воздушный фильтр (FL43, 44)

## SV42:

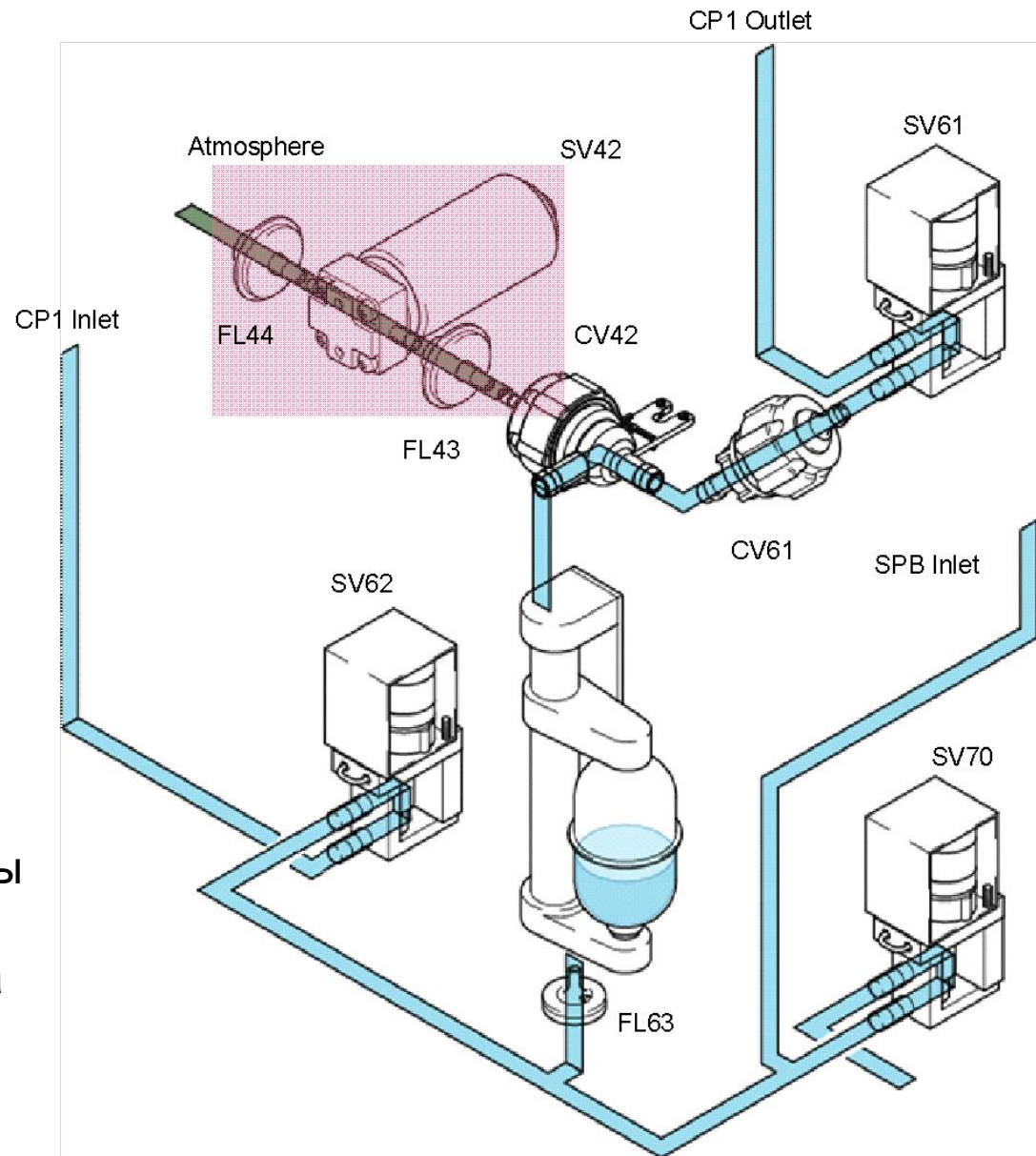
Электромагнитный клапан для подачи воздуха в картридж в режиме «Слив».

## FL43, 44:

Воздушный фильтр, предохраняющий от попадания частиц пыли в гидравлический контур.

## CV42:

Обратный клапан который предохраняет от попадания воды в клапан SV42 и который открывается при подаче воздуха в картридж в режиме «Слив».

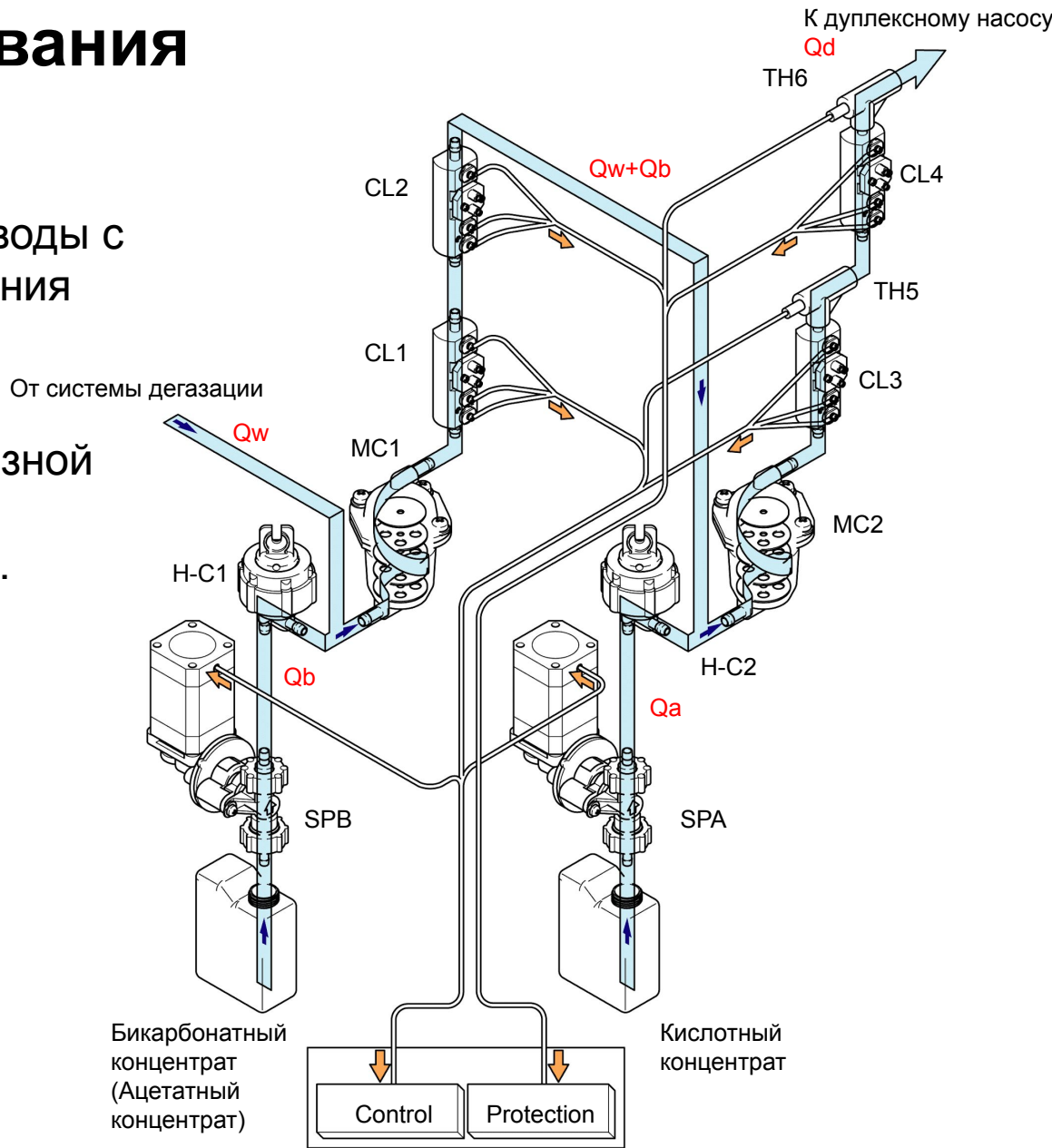


# 1.6 Система смешивания

## НАЗНАЧЕНИЕ

Смешивание подготовленной воды с концентратами для достижения заданной проводимости.

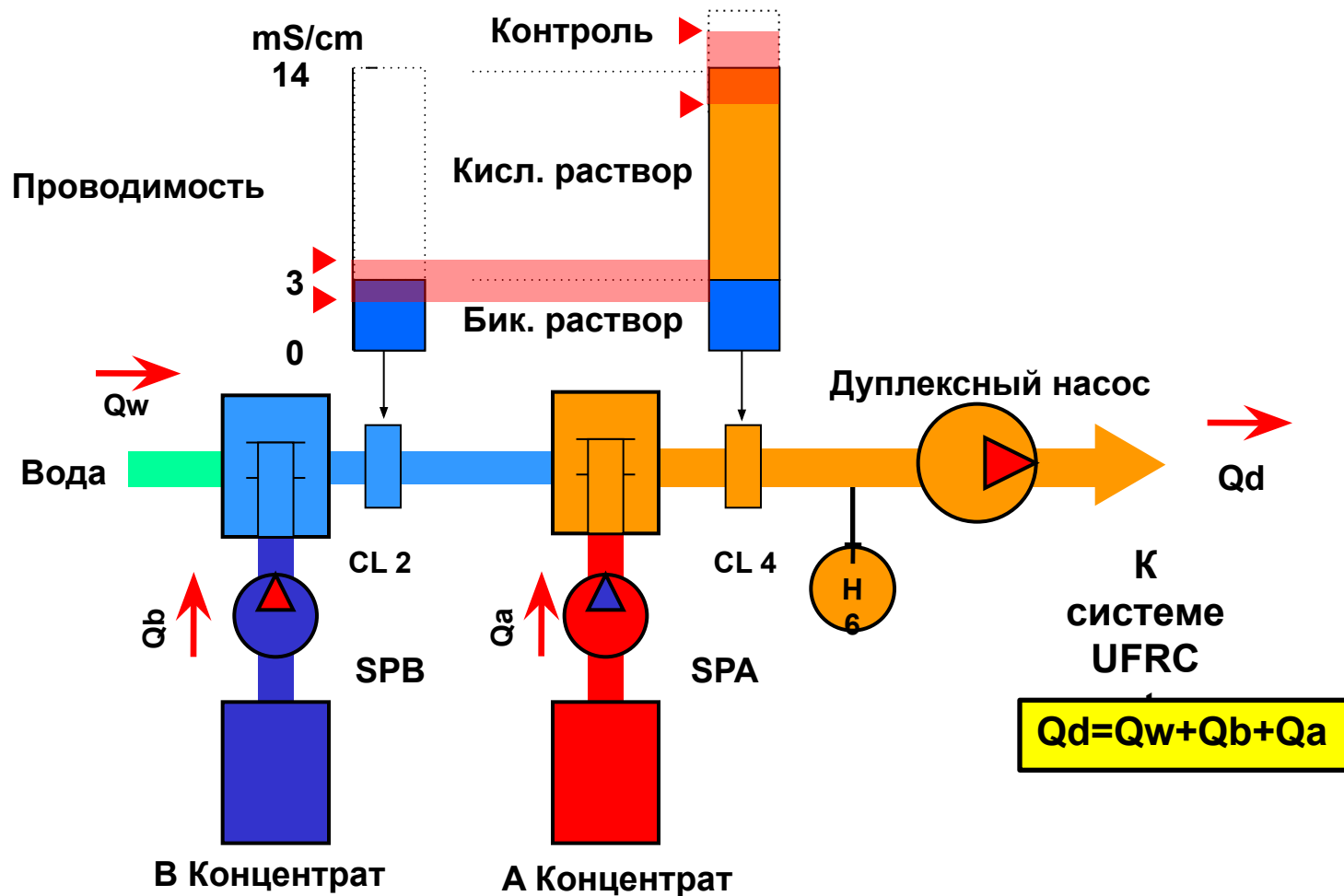
Контроль проводимости диализной жидкости с помощью ячеек проводимости и термистора.



Электрическая схема



# Система смешивания



Бикарбонатный концентрат (низкая проводимость) смешивается перед добавлением кислотного концентрата (высокая проводимость), т.к. это позволяет точнее контролировать бикарбонатный концентрат.

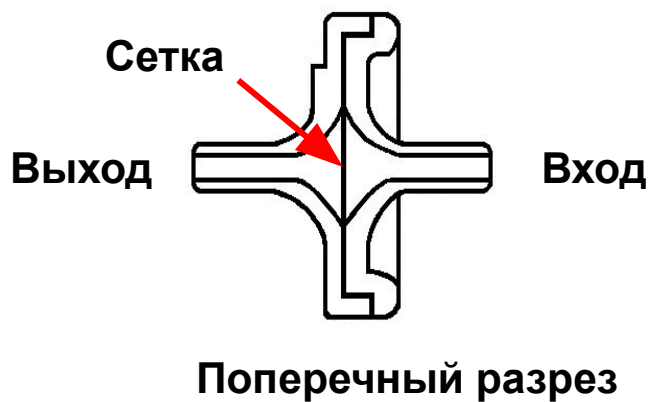
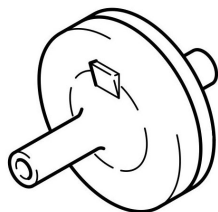
Температура, измеренная с помощью ТНБ, используется для компенсации отображения проводимости.

# Фильтр концентрата (FL61, 62)

FL61 и FL-62 фильтры с сеткой.

**FL61:** Предотвращает попадание частиц в SPB.

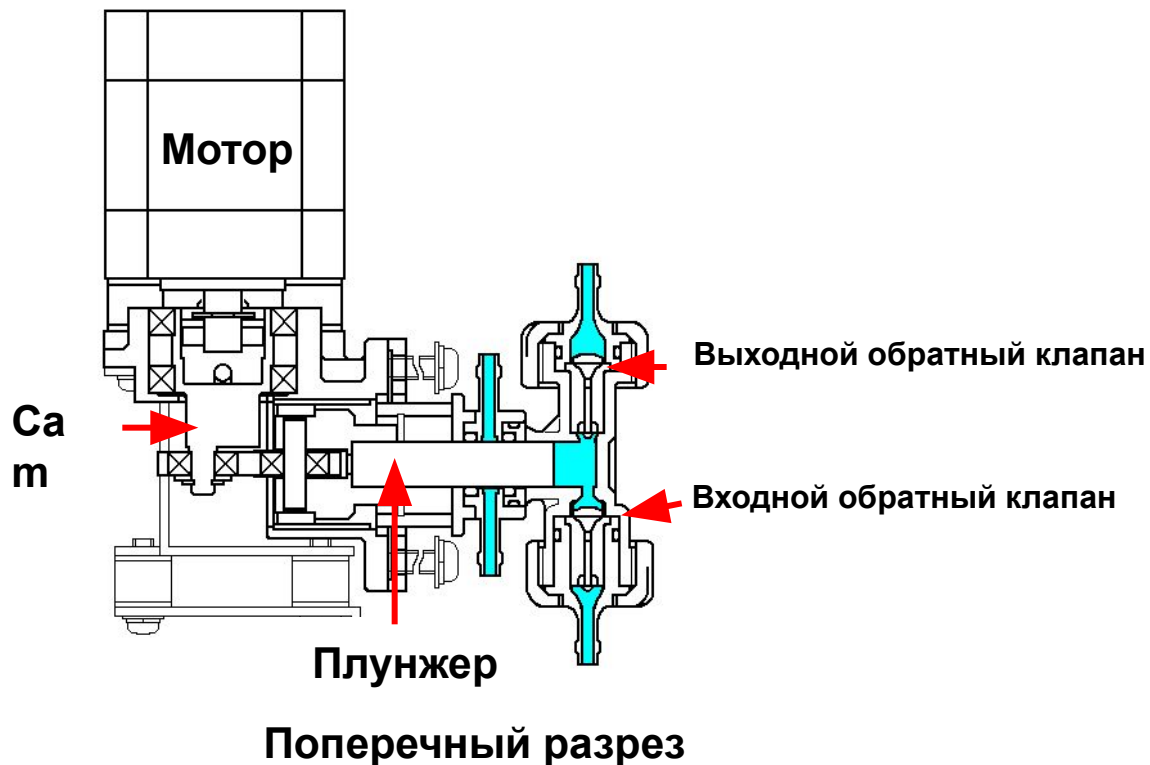
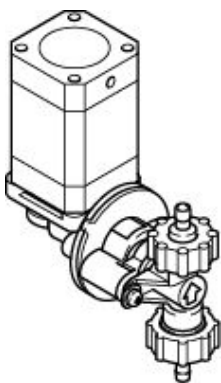
**FL62:** Предотвращает попадание частиц в SPA.



# Насос концентрата (SPB, SPA)

Концентраты засасываются насосами SPA и SPB, которые состоят из мотора, эксцентрика и головки насоса. Головка насоса содержит керамический плунжер, цилиндр, входной и выходной клапаны обратного давления.

При движении плунжера назад, концентрат засасывается в цилиндр насоса (первая фаза). Во второй фазе плунжер движется вперед, и концентрат удаляется из цилиндра через выходной обратный клапан.



# Клапан обратного давления (Н-С1, 2)

Н-С1 и Н-С2 создают обратное давление на выходе насосов концентрата. Обратное давление закрывает выходные обратные клапаны насоса концентрата в течение фазы забора («всасывания») и предохраняют от the overfeeding phenomenon.

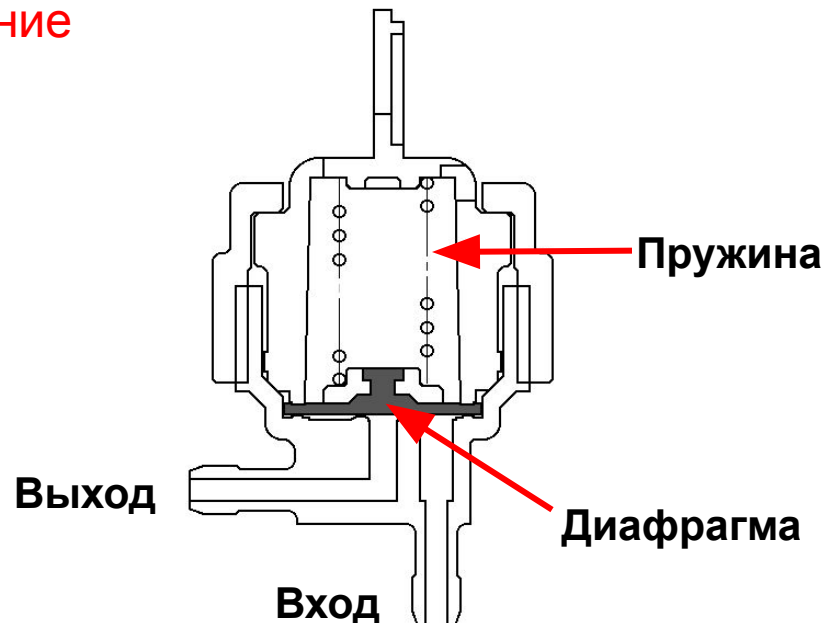
**Н-С1** : Обратное давление создается с помощью Н-С1 на выходе SPB.

**Н-С2** : Обратное давление создается с помощью Н-С2 на выходе SPA.

Предусмотренное обратное давление  
Н-С1, Н-С2 : 80кПа (минимум)



НС1, НС2  
(Белый)



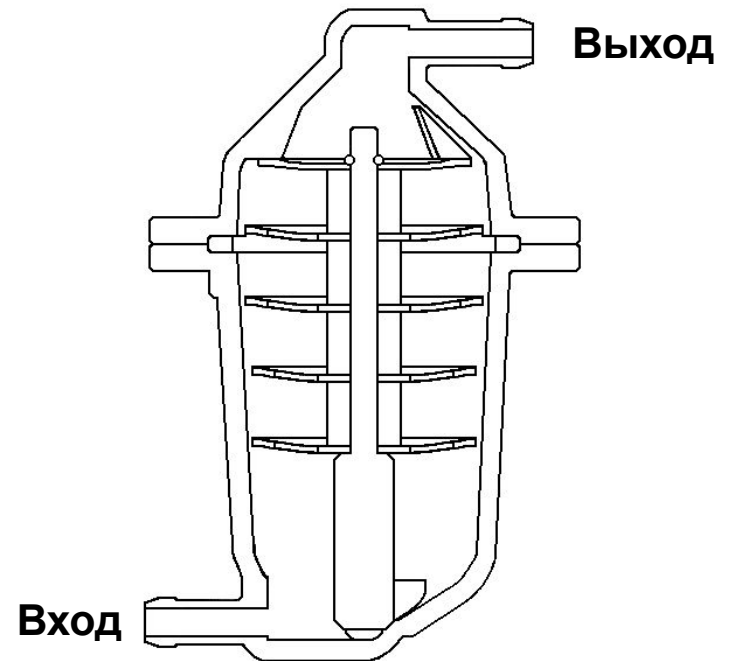
# Камера смешивания (МС1, 2)

МС1 и МС2 камеры смешивания.

Данные камеры идентичны.

**МС1** : Смешивание бикарбонатного концентрата и подготовленной воды.

**МС2** : кислотного концентрата и бикарбонатного раствора.



# Ячейки проводимости (CL1, 2, 3, 4)

## Термистор (ТН5, 6)

### НАЗНАЧЕНИЕ

Измерение проводимости каждого раствора  
(Бикарбонатный раствор, диализная жидкость).

Все ячейки проводимости одинаковы и состоят из одних и тех же элементов.

**CL1:** Бикарбонатная проводимость (Контроль)

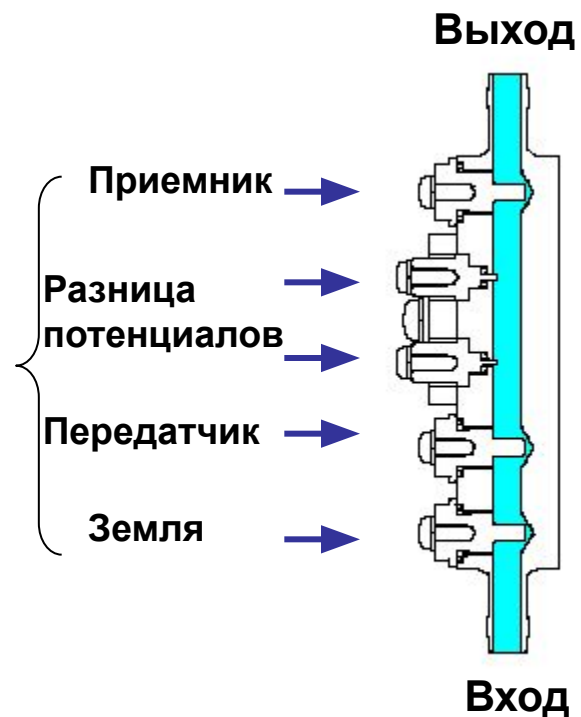
**CL2:** Бикарбонатная проводимость (Защита)

**CL3:** Общая проводимость (Контроль)

**CL4:** Общая проводимость (Защита)

**ТН5:** Компенсация проводимости (Контроль)

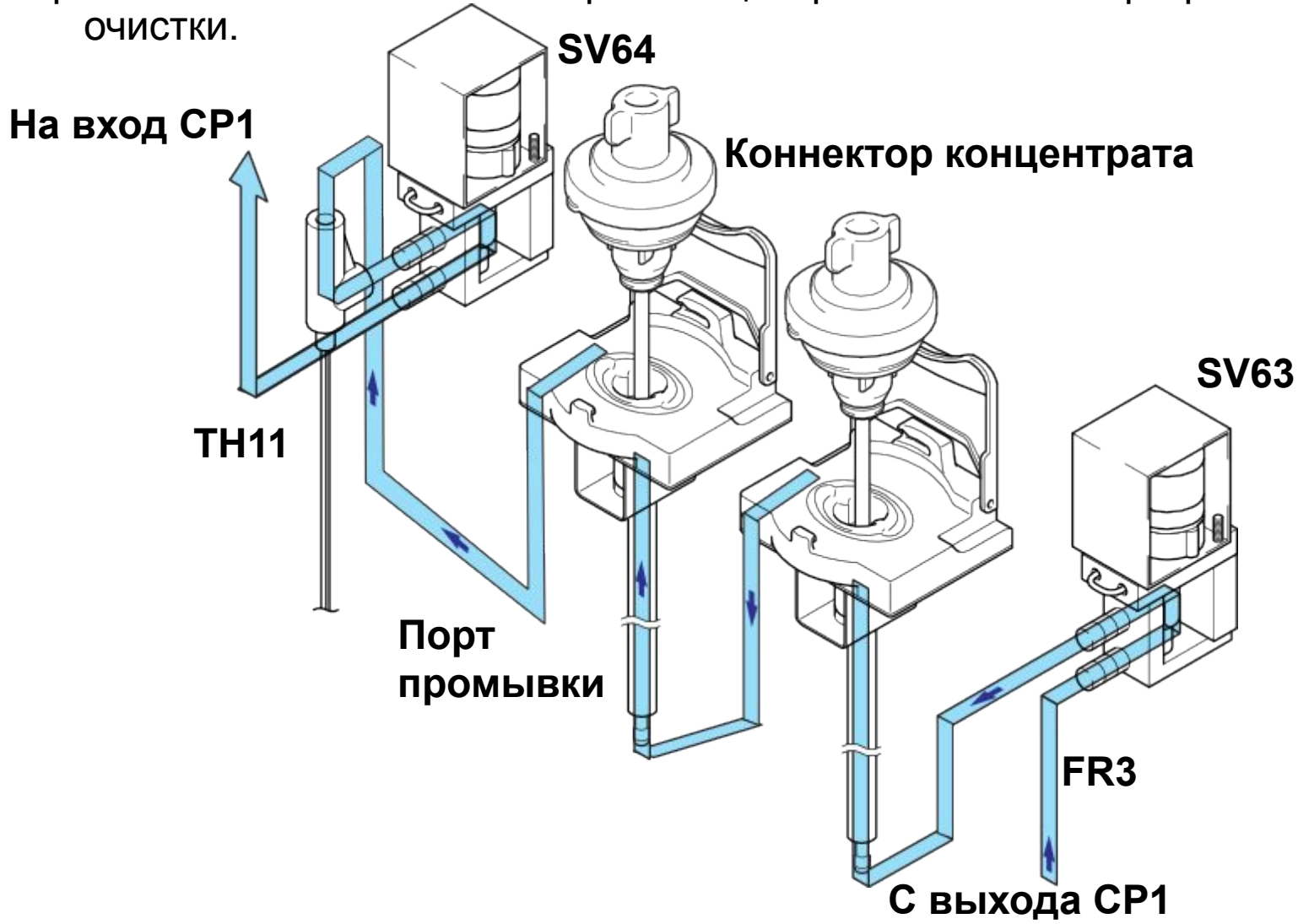
**ТН6:** Компенсация проводимости (Защита) Электроды



# 1.7 Система промывки заборников концентрата

## НАЗНАЧЕНИЕ

Промывка и очистка коннекторов концентрата в течение программы очистки.



# Порт промывки коннектора концентрата

Заборная трубка коннектора концентрата может быть промыта в порту промывки.

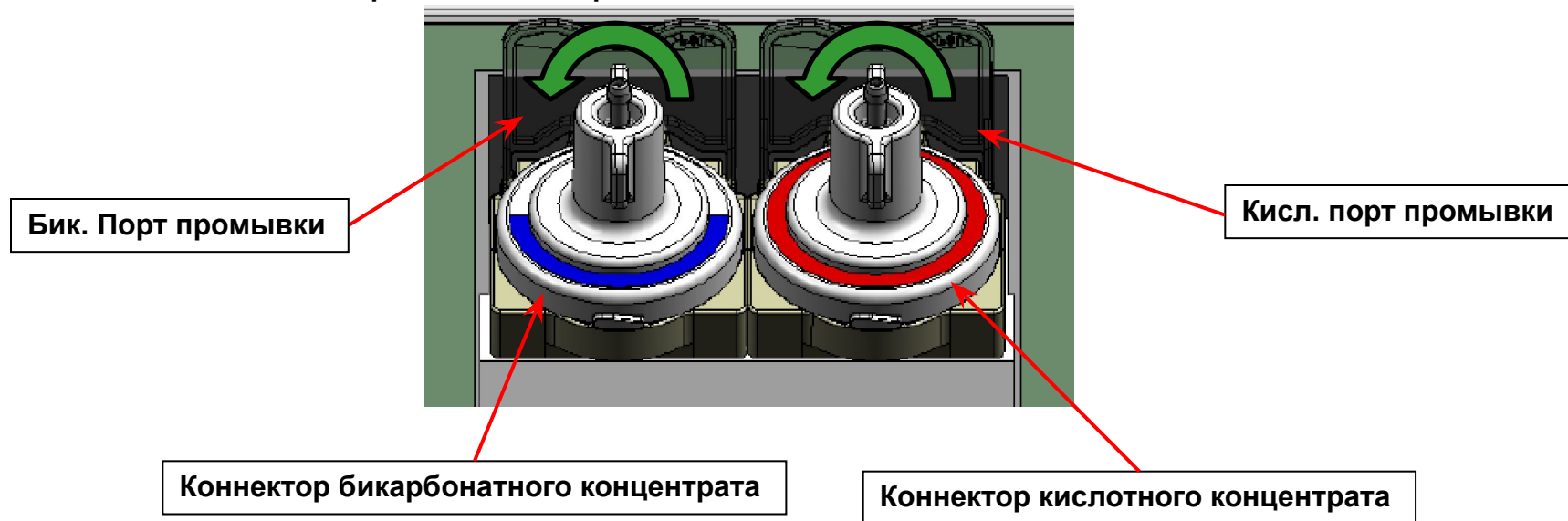
Для того чтобы вытащить коннектор концентрата его необходимо повернуть против хода часовой стрелки.

## Коннекторы концентрата:

Подключены к концентрату во время процедуры и к порту промывки во время очистки.

## Порт промывки:

Порт промывки оборудован магнитным датчиком для определения положения коннектора концентрата.





# Электромагнитный клапан (SV63,64)

## Термистор (TH11)

## Ограничитель потока (FR3)

SV63 и SV64 открыты во время очистки.

**SV63:** Входной клапан системы промывки заборников.

**SV64:** Выходной клапан системы промывки заборников.

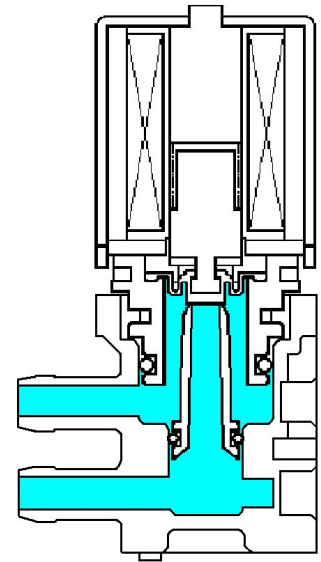
Поток системы промывки заборников создается с помощью CP  
Этот поток меньше основного потока, т.к. ограничивается FR3.

### FR3:

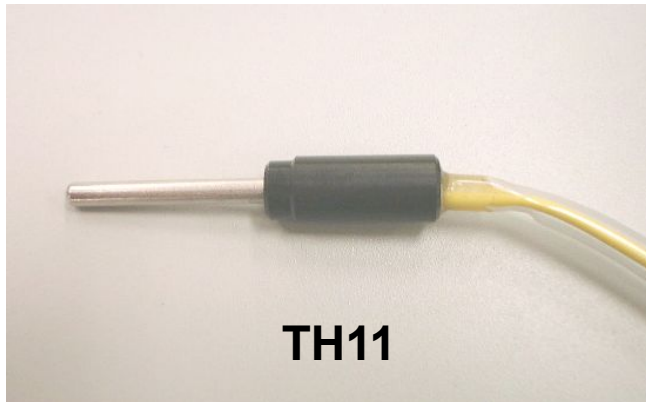
Снижение потока системы промывки заборников (I.D. 1.2mm)

### TH11:

Контроль температуры системы промывки заборников с целью проверить промывается ли данная система.



**SV63,64**



**TH11**



**FR3**

# 1.8 Система центральной подачи концентрата (опция)

## НАЗНАЧЕНИЕ

Подача выбранного кислотного концентрата с помощью системы центральной подачи концентрата (A1 или A2 порт) или с использованием канистры к насосу SPA.

В начале программы очистки клапаны 66-69 проверяются на утечку с целью избежать попадания воды/дезинфектанта в CCS.

Электроды VAC измеряют проводимость когда оба клапана открыты, а также когда каждый из них закрыт.

## Электромагнитные клапаны (SV65, 66, 67, 68, 69)

### SV65:

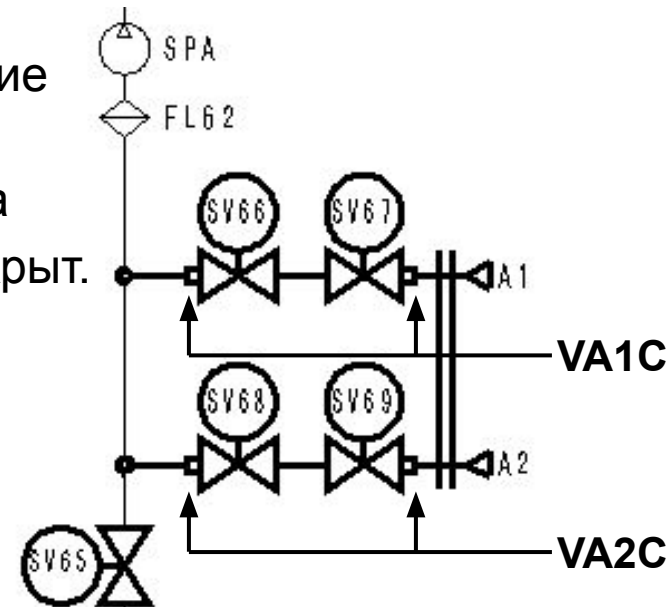
Электромагнитный клапан, открытый при использовании канистры.

### SV66, 67:

Электромагнитный клапан, открытый при использовании A1.

### SV68, 69:

Электромагнитный клапан, открытый при использовании A2.

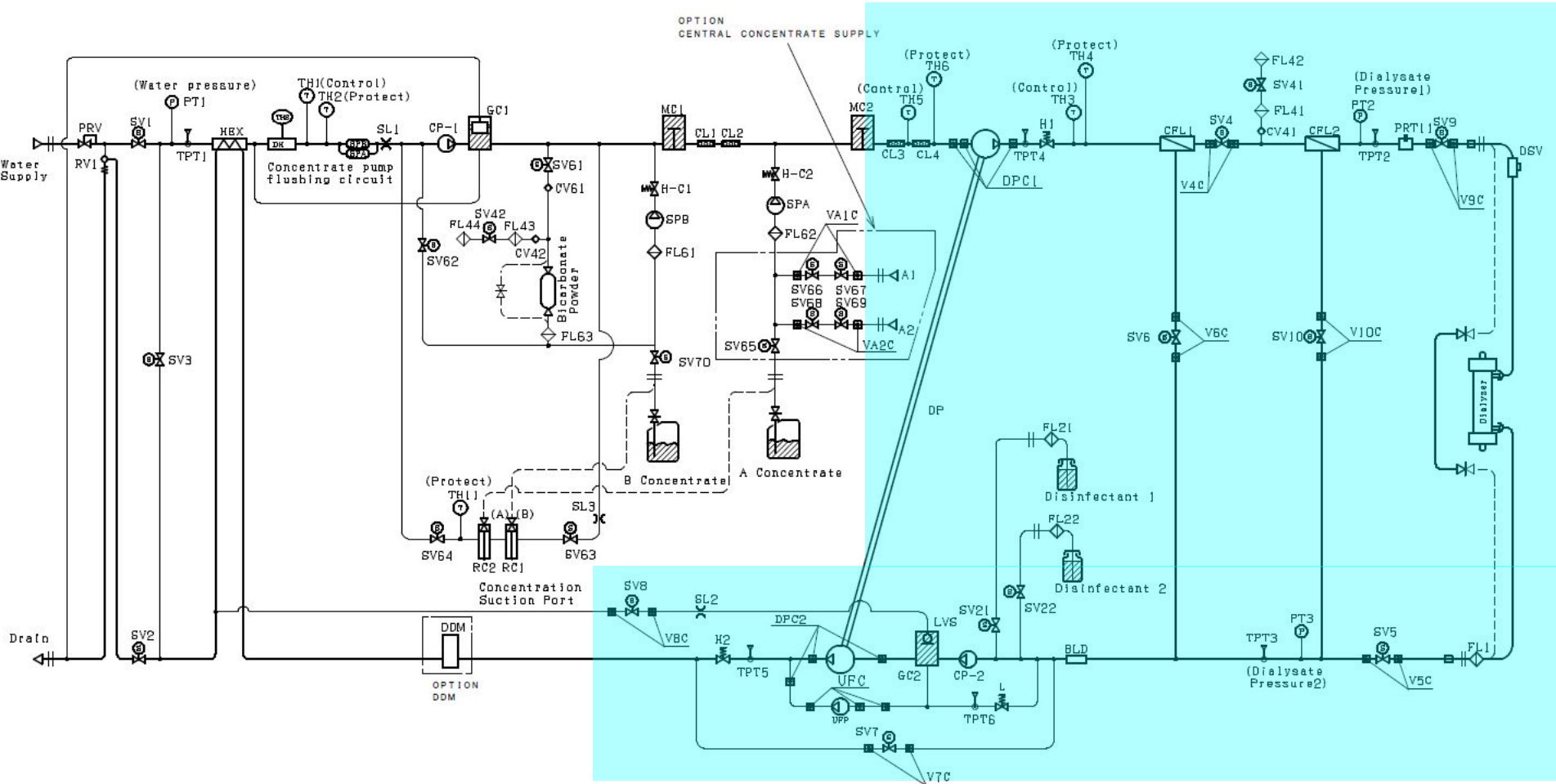


# Замкнутый контур

## НАЗНАЧЕНИЕ

Замкнутый контур состоит из 5 систем.

- UFC system
- Boost system
- Bypass system
- Dialysate filter
- Disinfectant valve



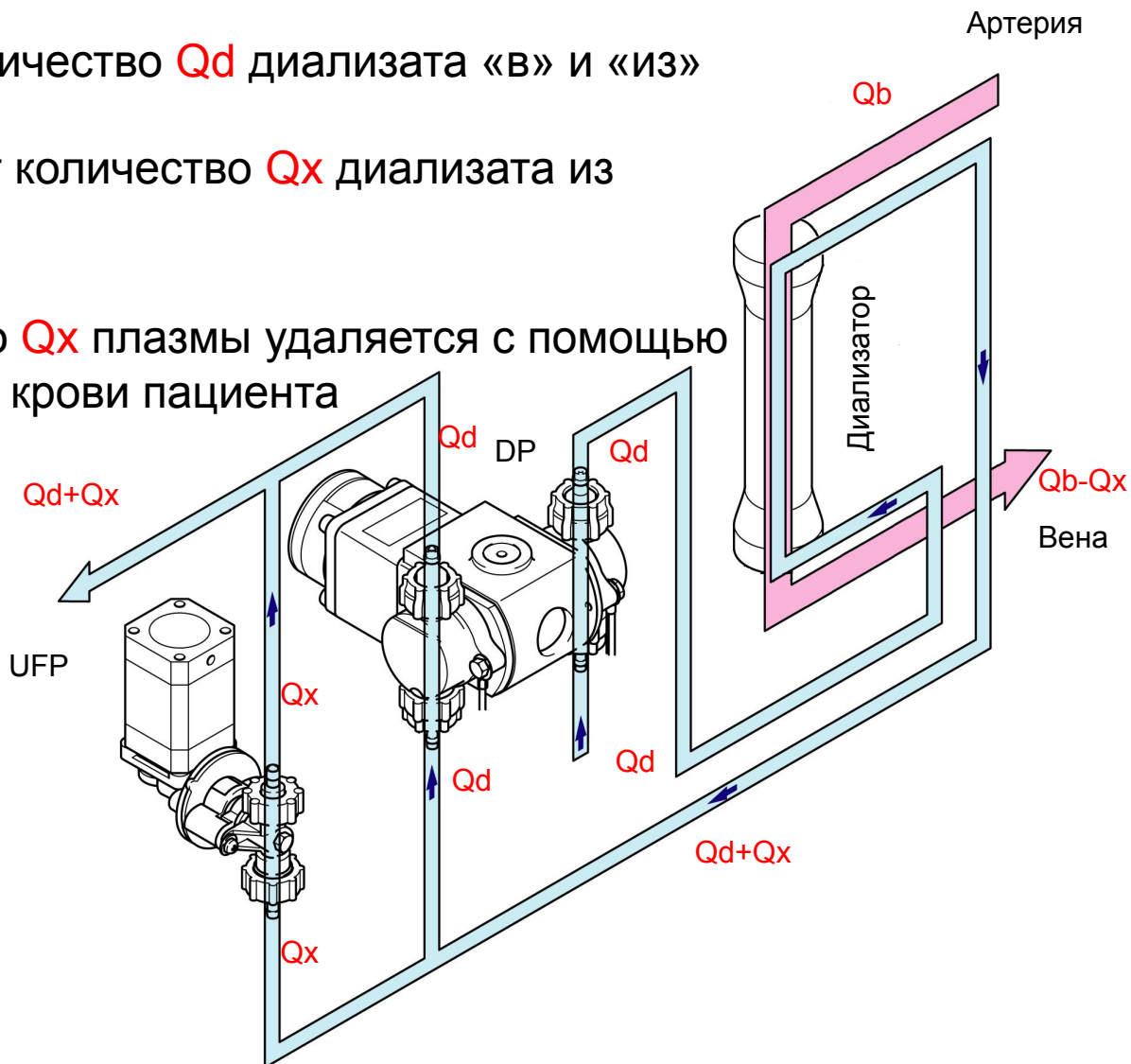
# 1.9 UFC система

## НАЗНАЧЕНИЕ

DP подает и сливает количество  $Q_d$  диализата «в» и «из» диализатора.

Кроме того, UFP сливает количество  $Q_x$  диализата из диализатора.

В результате, количество  $Q_x$  плазмы удаляется с помощью ультрафильтрации из крови пациента через диализатор.



# 1.10 Повышающая система

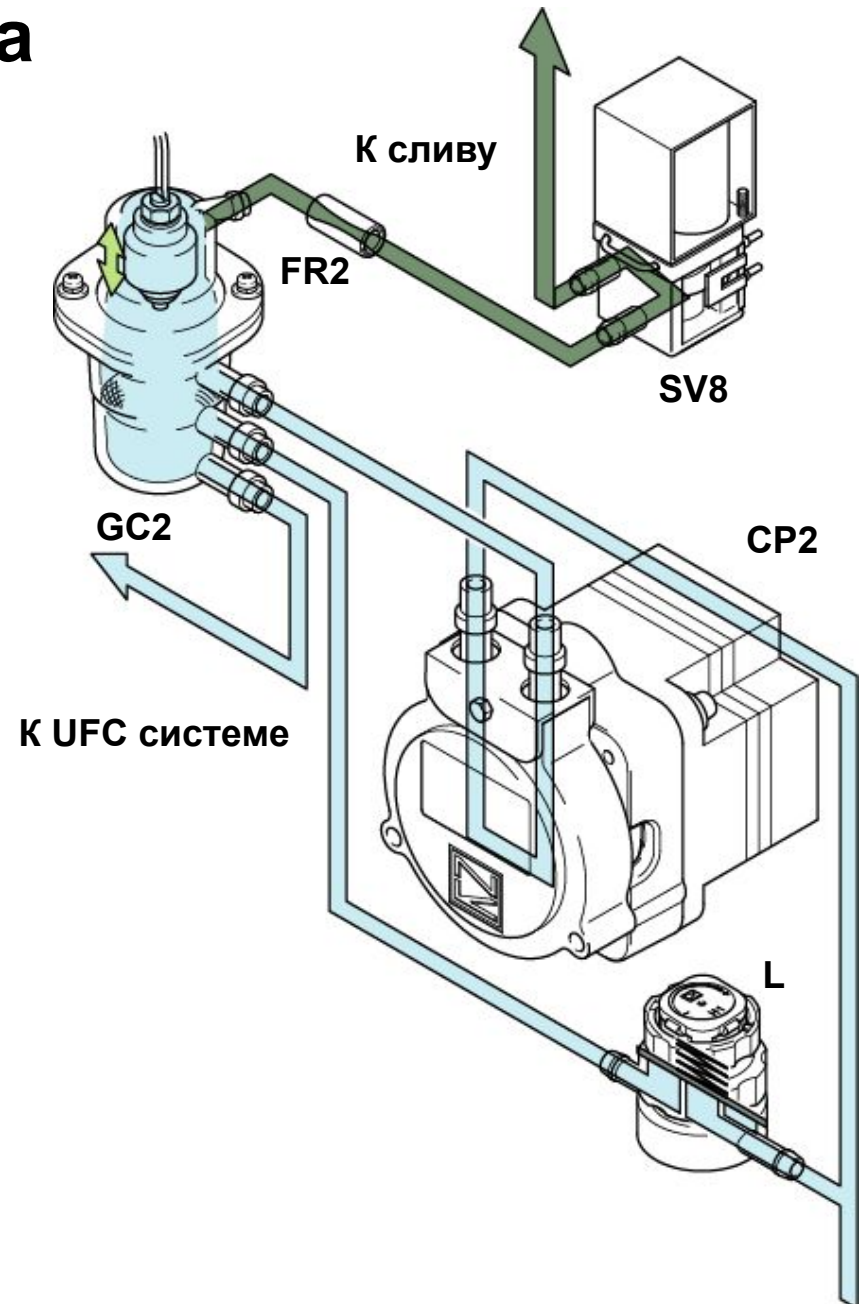
## НАЗНАЧЕНИЕ

Давление повышается и поддерживается на соответствующем уровне в контуре рециркуляции.

Со стороны слива насоса DP создается положительное давление, такой же величины же как и со стороны подачи DP.

Воздух, который поступает в замкнутый контур (например при подключении и отключении диализатора) улавливается в камере GC2. Данный воздух удаляется через клапан SV8.

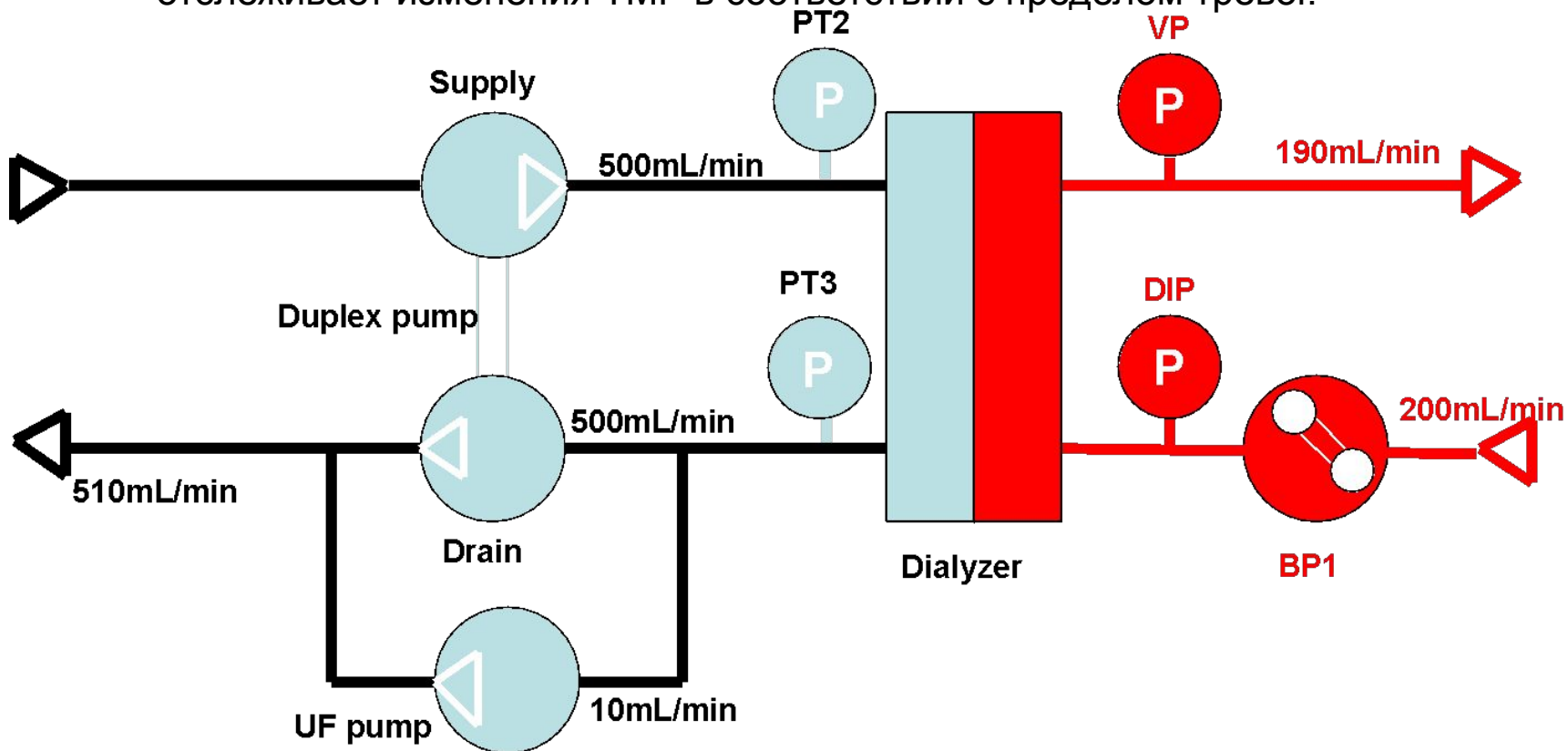
FR2 предохраняет от слишком сильного потока из замкнутого контура.



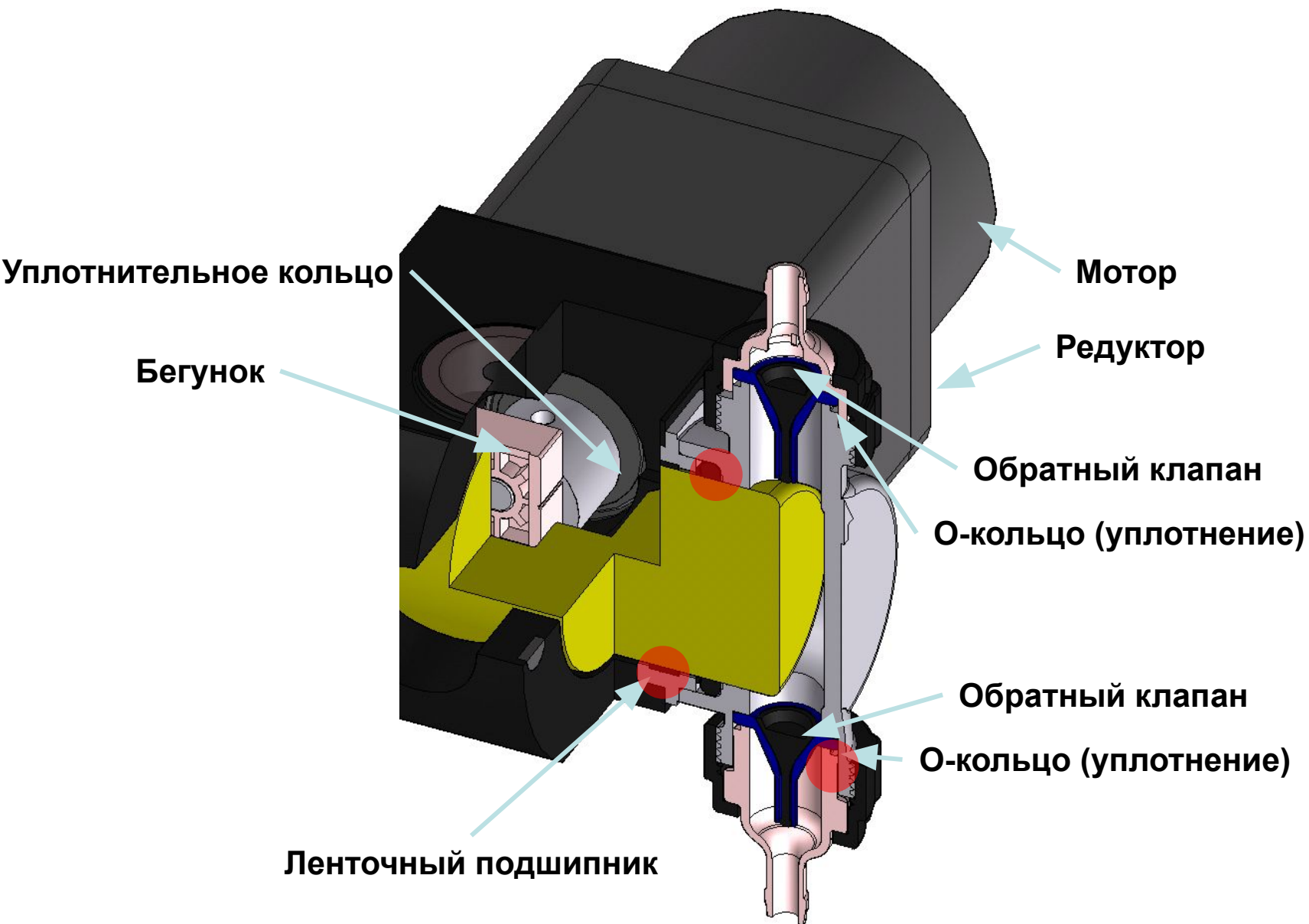
# Принцип UFRC

1. Дуплексный насос «подает» и «сливает» одинаковое количество диализата «в» и «из» замкнутого контура. Данное равенство называется «Баланс». Когда баланс равен «0», насос UF выкачивает объем жидкости равный объему ультрафильтрации.
2. Жидкость удаляется из крови с помощью насоса УФ, удаляющего заданный объем жидкости. Как результат, концентрированная кровь возвращается пациенту.

TMP меняется при любой ошибке системы UFC. Система UFC постоянно отслеживает изменения TMP в соответствии с пределом тревог.



# Устройство дуплексного насоса (DP)



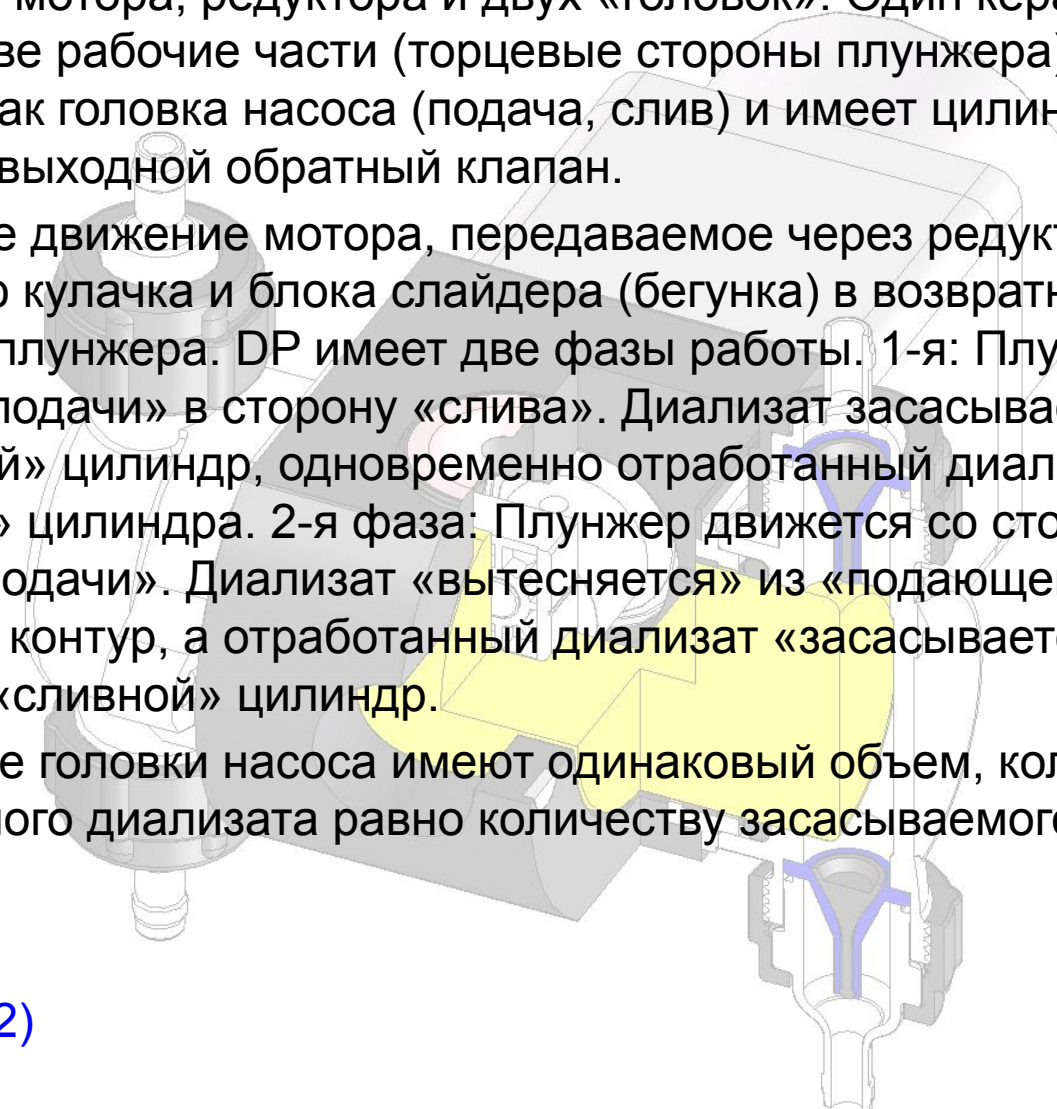
# Дуплексный насос (DP)

DP состоит из мотора, редуктора и двух «головок». Один керамический плунжер две рабочие части (торцевые стороны плунжера) и каждая часть работает как головка насоса (подача, слив) и имеет цилиндр, а также входной и выходной обратный клапан.

Вращательное движение мотора, передаваемое через редуктор, преобразуется с помощью кулачка и блока слайдера (бегунка) в возвратно поступательное движение плунжера. DP имеет две фазы работы. 1-я: Плунжер движется со стороны «подачи» в сторону «слива». Диализат засасывается в «подающий» цилиндр, одновременно отработанный диализат сливается из «сливного» цилиндра. 2-я фаза: Плунжер движется со стороны «слива» в сторону «подачи». Диализат «вытесняется» из «подающего» цилиндра в замкнутый контур, а отработанный диализат «засасывается» из замкнутого контура в «сливной» цилиндр.

Поскольку обе головки насоса имеют одинаковый объем, количество вытесняемого диализата равно количеству засасываемого диализата.

(See Sec. 8.3.2)



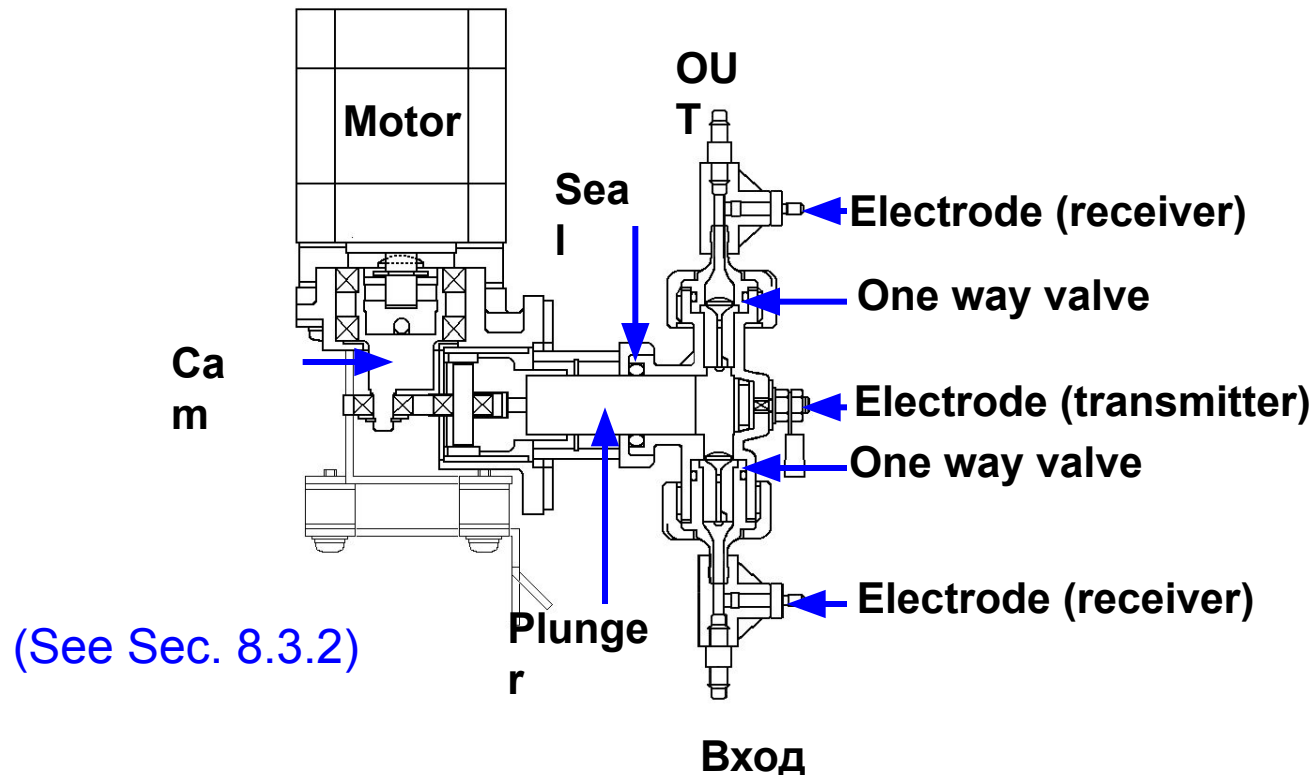


# Насос UF

Вращательное движение мотора преобразуется в возвратно-поступательное движение плунжера.

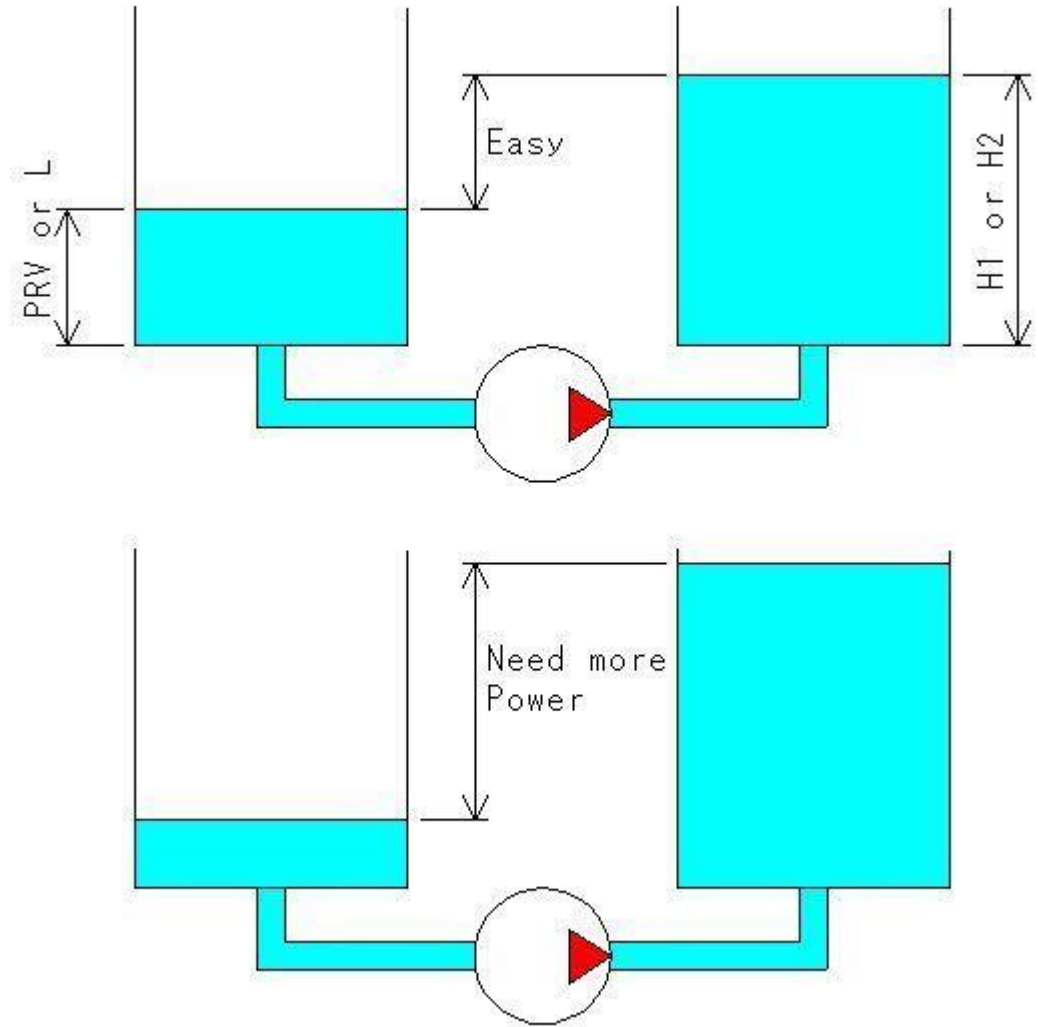
Движение плунжера создает негативное (фаза забора) и положительное (фаза слива) давление в цилиндре.

Входной и выходной контрольные (обратные клапаны) предотвращают обратный поток. Контрольные (обратные клапаны) проверяются с помощью электродов.



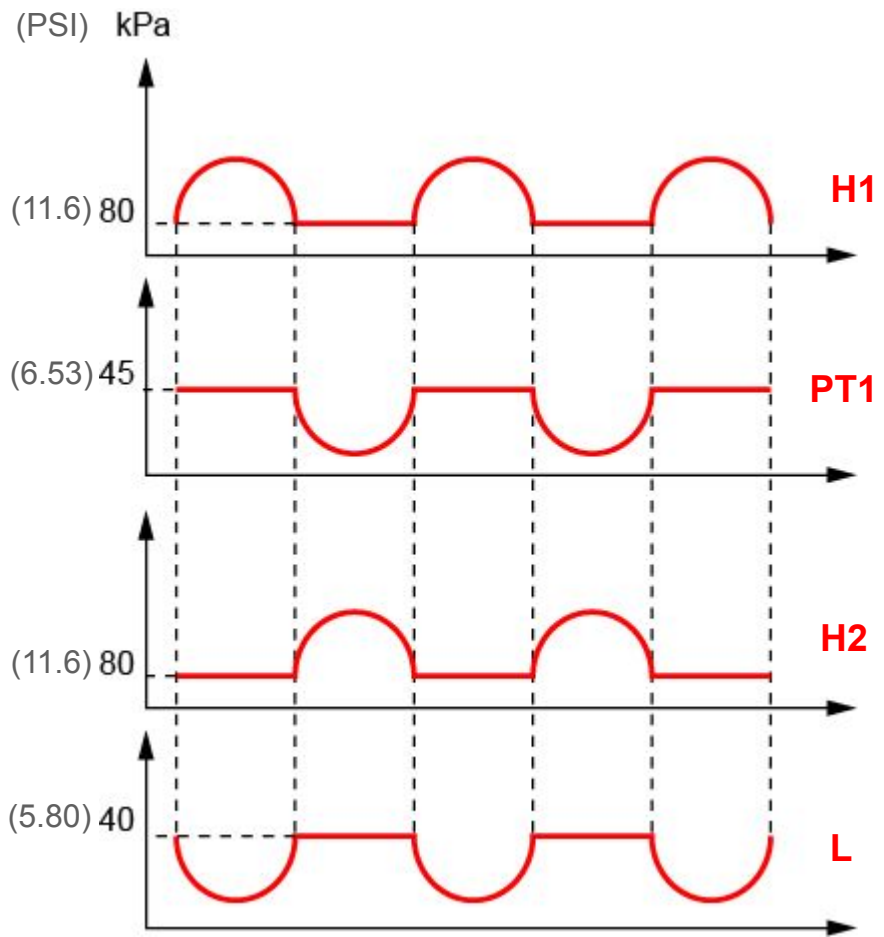
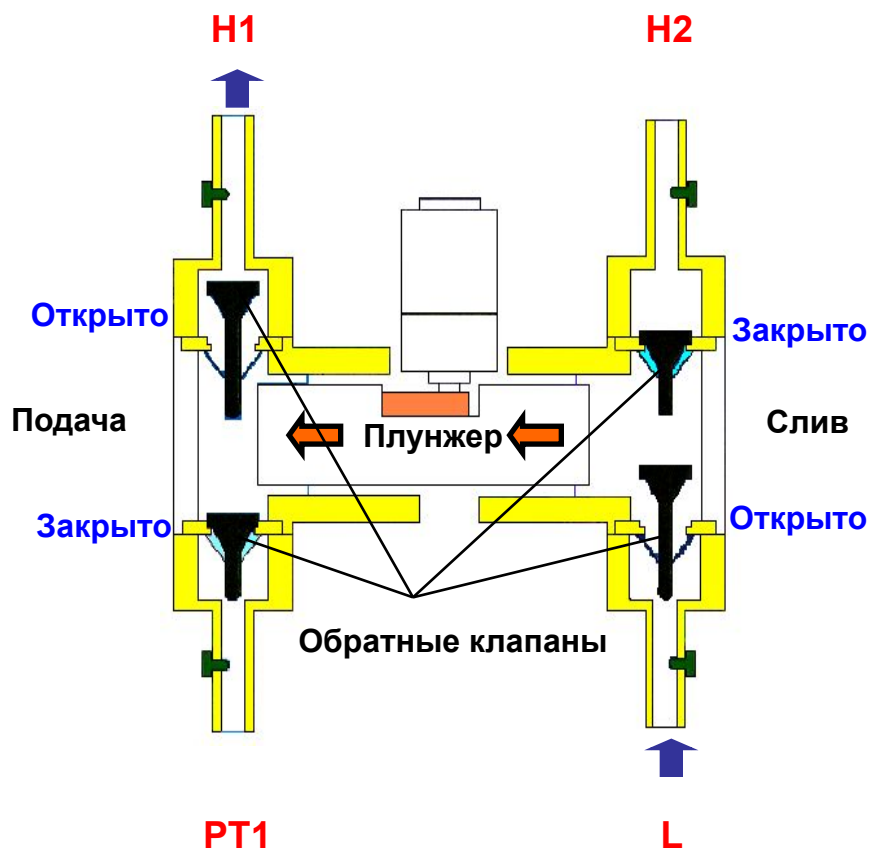
# Работа клапана обратного давления

Входное и выходное давление дуплексного насоса должно быть одинаково (или близко) для обеспечения точности удаляемого объема диализата. Выходное давление всегда должно быть выше чем входное давление для предотвращения «overfeed phenomenon».



# Регулировка давления дуплексного насоса

Давление Н1 и Н2 должны быть отрегулированы при минимальном давлении. Давление РТ1 и L должны быть отрегулированы при максимальном давлении. Регулировки необходимо выполнять при установившихся значениях давления.



# Клапан обратного давления (Н1, Н2)

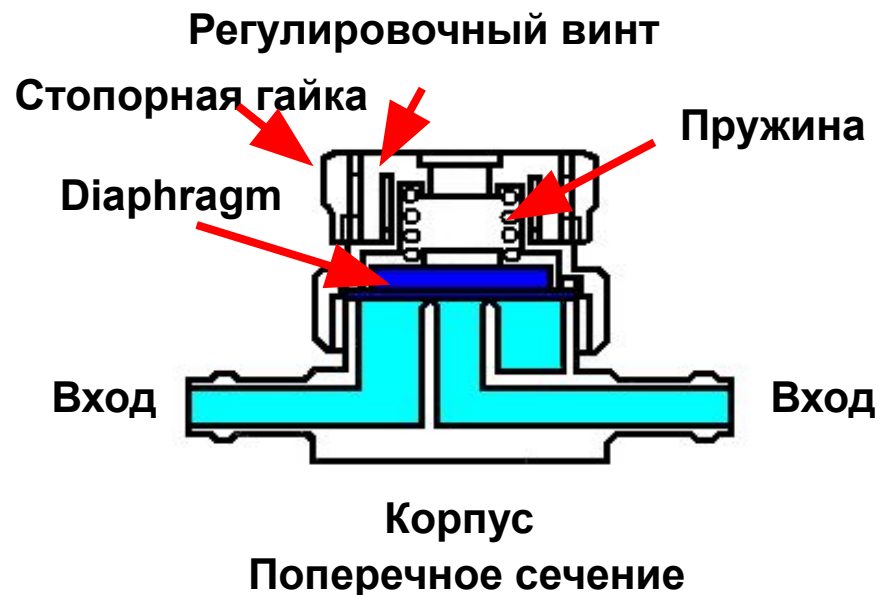
Удаляемая жидкость (DP / UFP) поднимает диафрагму и проходит через клапан. Обратное давление создается с помощью пружины.

**Н1:** Обратное давление с помощью Н1 создается на выходе DP (сторона подачи).

**Значение настройки: 80 ~ 85 кПа (минимум)**

**Н2** Обратное давление с помощью Н2 Н1 создается на выходе DP (сторона подачи) и UFP.

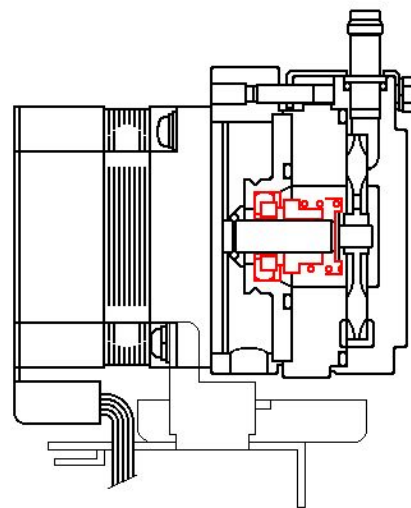
**Значение настройки: 80 ~ 85 кПа (минимум)**



# Повышающий насос (CP2)

CP2 повышает давление диализата (PT3) и делает входное давление перед дуплексным насосом (слив) и насосом УФ равным входному давлению перед дуплексным насосом (подача).

CP2 идентичен насосу деаэрации (CP1).



Поперечный разрез

# Перепускной клапан (L)

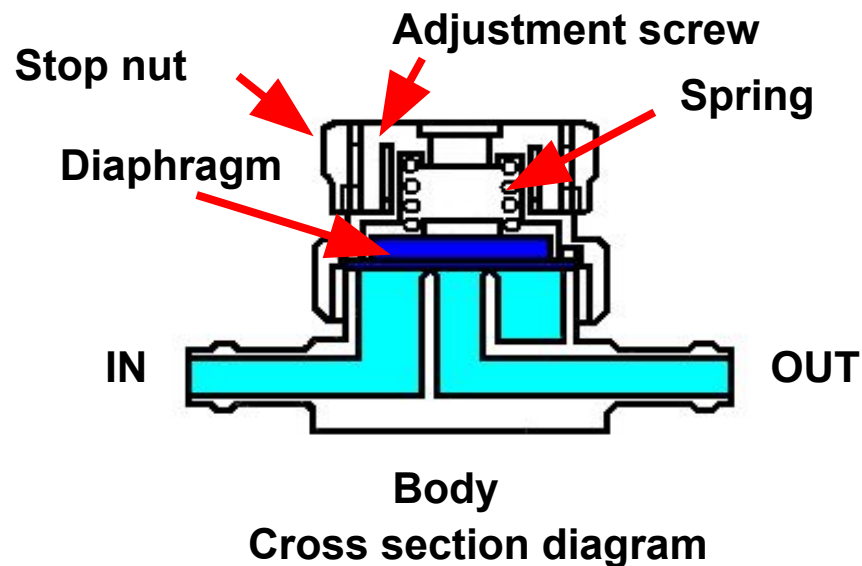
Повышенное давление поднимает диафрагму и проходит через клапан.

Противодействие входному давлению создается с помощью пружины, избыточное давление сбрасывается.

Составные части L такие же как и у H1 и H2, за исключением пружины.

L: Relieving давление повышенное CP2 подается на вход DP (сторона слива).

Значение настройки: 40 ~ 45 kPa (максимум)

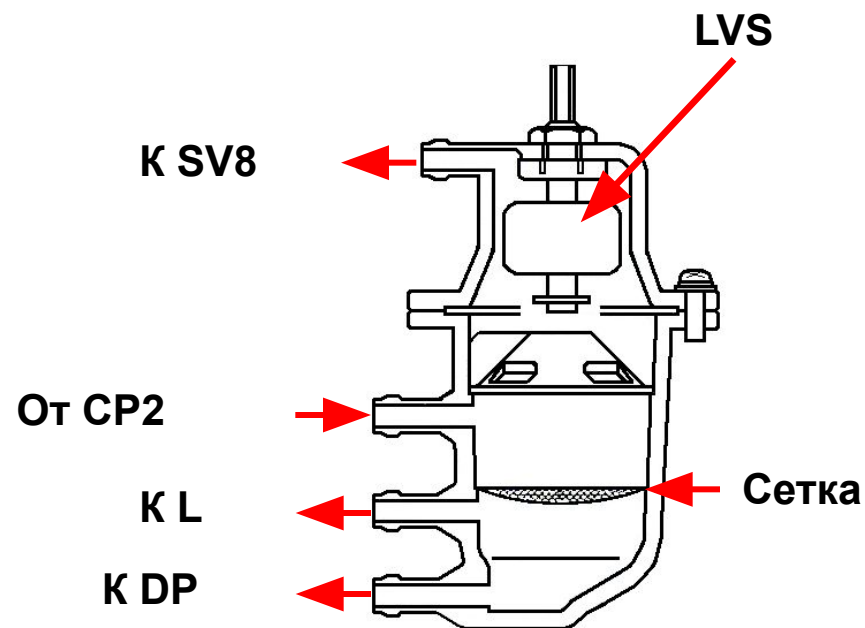


# Камера дегазации 2 (GC2)

Камера дегазации 2 улавливает воздух, который, в свою очередь, понижает уровень воды в камере и позволяет опуститься поплавку (LVS).

SV8 открыт когда LVS в положении ON (открыт), следовательно воздух удаляется через SV8.

Сетка предохраняет от попадания воздуха в дуплексный насос.



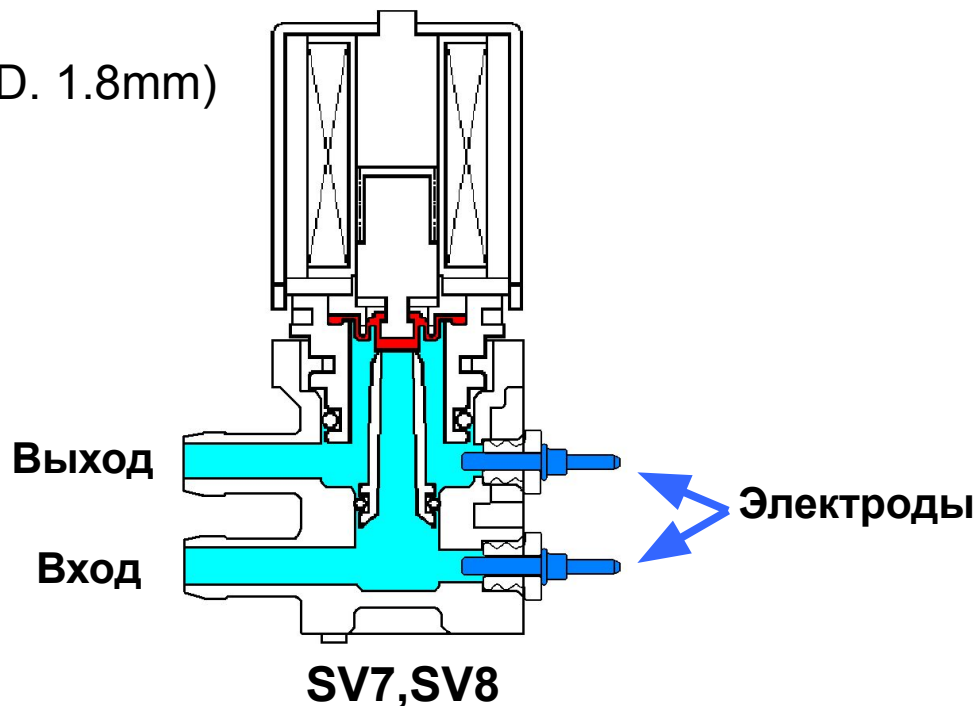
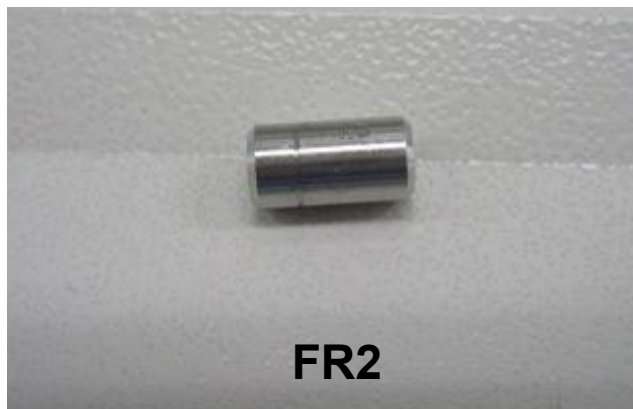
# Электромагнитные клапаны (SV7, SV8), Ограничитель потока (FR2)

SV7 и SV8 держит «Замкнутый контур» закрытым. Данные клапаны контролируются «на утечку» с помощью электродов для предотвращения потери жидкости пациентом. FR2 предотвращает чрезмерный поток из замкнутого контура в слив.

**SV7:** Клапан который открыт, когда давление диализата превышает границу тревог с целью открыть замкнутый контур для сброса давления.

**SV8:** Клапан который открыт когда LVS в положении ON (открыт) с целью удаления воздуха из GC2.

**FR2:** Снижение потока через SV8. (I.D. 1.8mm)



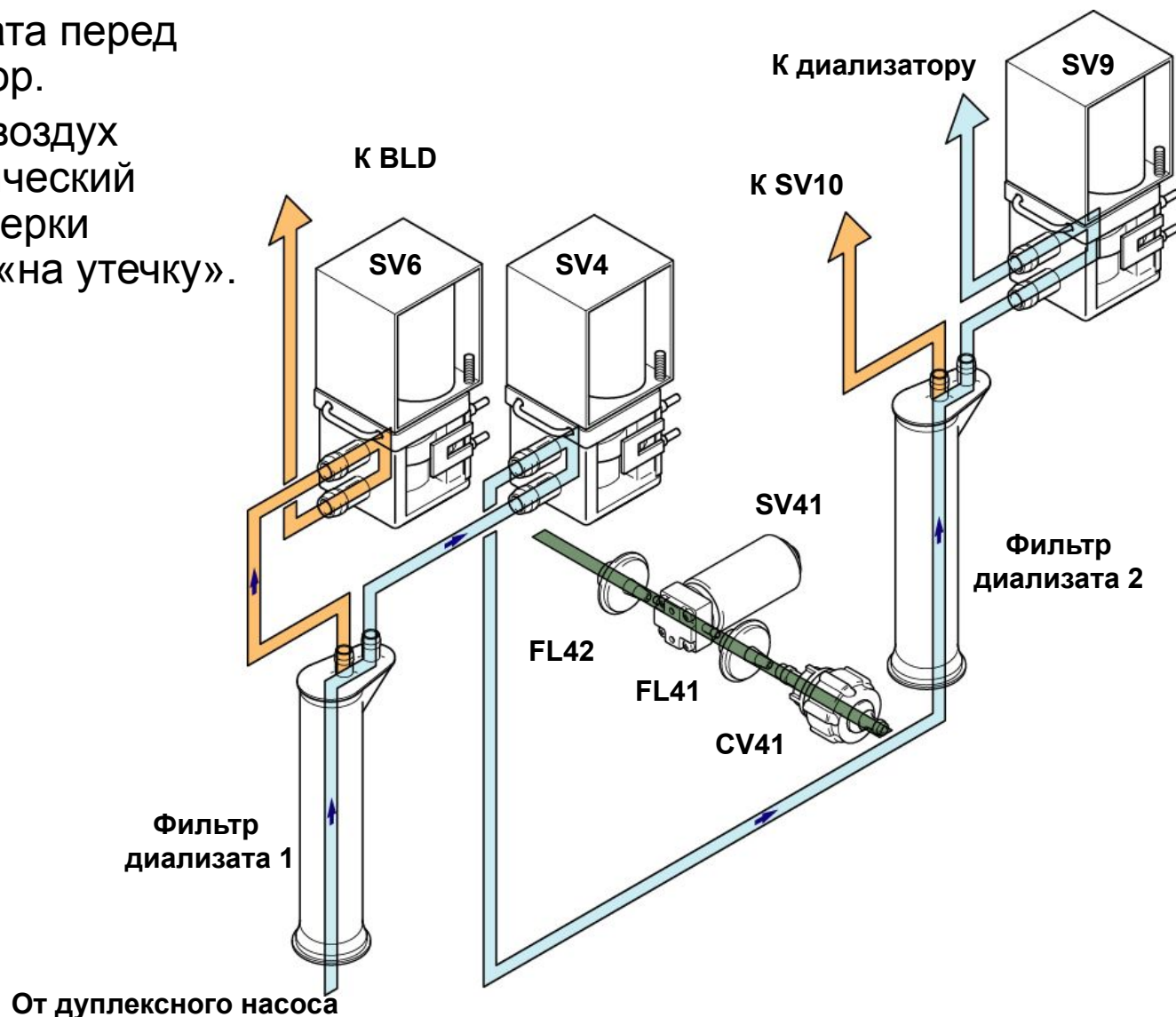


# 1.11 Фильтр диализата

## НАЗНАЧЕНИЕ

Фильтрация диализата перед подачей в диализатор.

Во время DM теста воздух подается в гидравлический контур с целью проверки фильтра диализата «на утечку».



# Воздушный фильтр (FL41,42) Электромагнитный клапан (SV41) Обратный клапан (CV41)

## SV41:

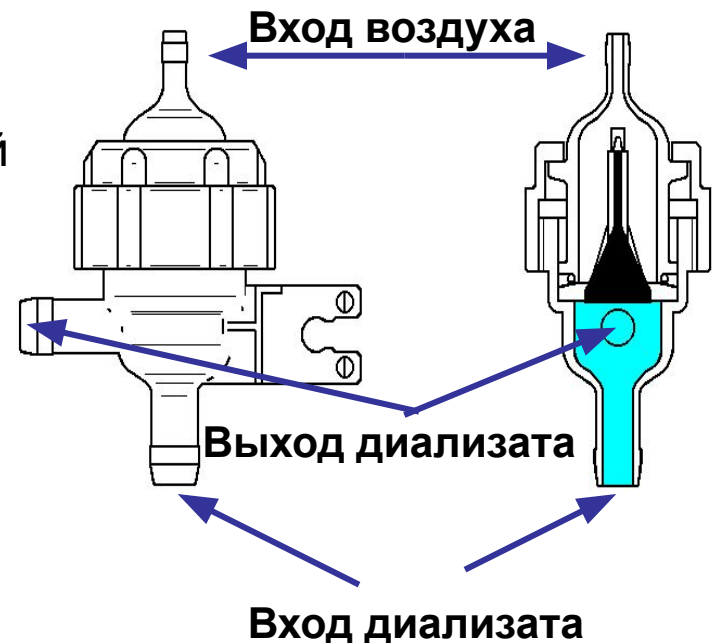
Электромагнитный клапан который подает воздух в фильтр диализата для проверки на отсутствие утечек.

## FL41, 42:

Воздушный фильтр, предохраняющий от попадания частиц пыли в гидравлический контур.

## CV41:

Обратный клапан который предохраняет от попадания воды в клапан SV41 и который открывается когда воздух подается в гидравлический контур для проверки на отсутствие утечек

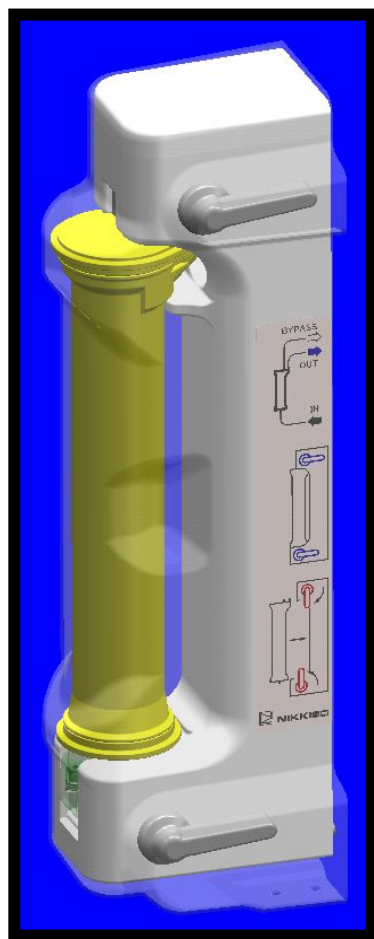


# Фильтр диализата (CFL1, 2)

Фильтрует весь диализат который поступает в диализатор для удаления всех частиц.

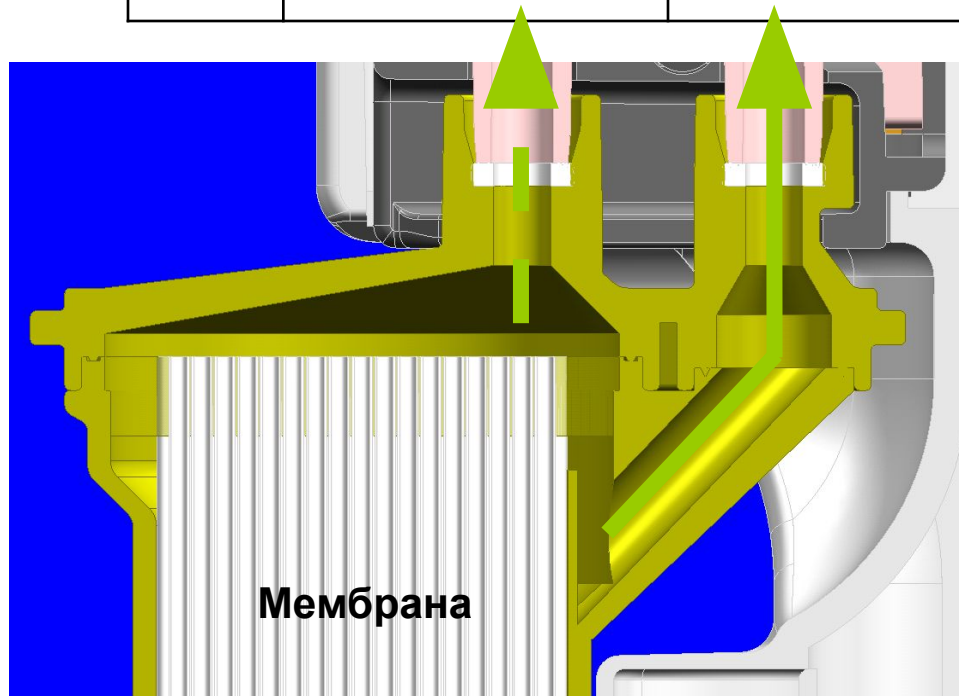
Диализат, который обходит диализатор через байпас, не фильтруется. Фильтр диализата имеет свойство пропускать жидкость, но не воздух.

(Периодичность замены: каждые 750 часов наработки).



Общий вид

CFL1:	Байпас (SV6)	Вход CFL2
CFL2:	Байпас (SV10)	К диализатору



Мембрана

Поперечный разрез

# 1.12 Байпас

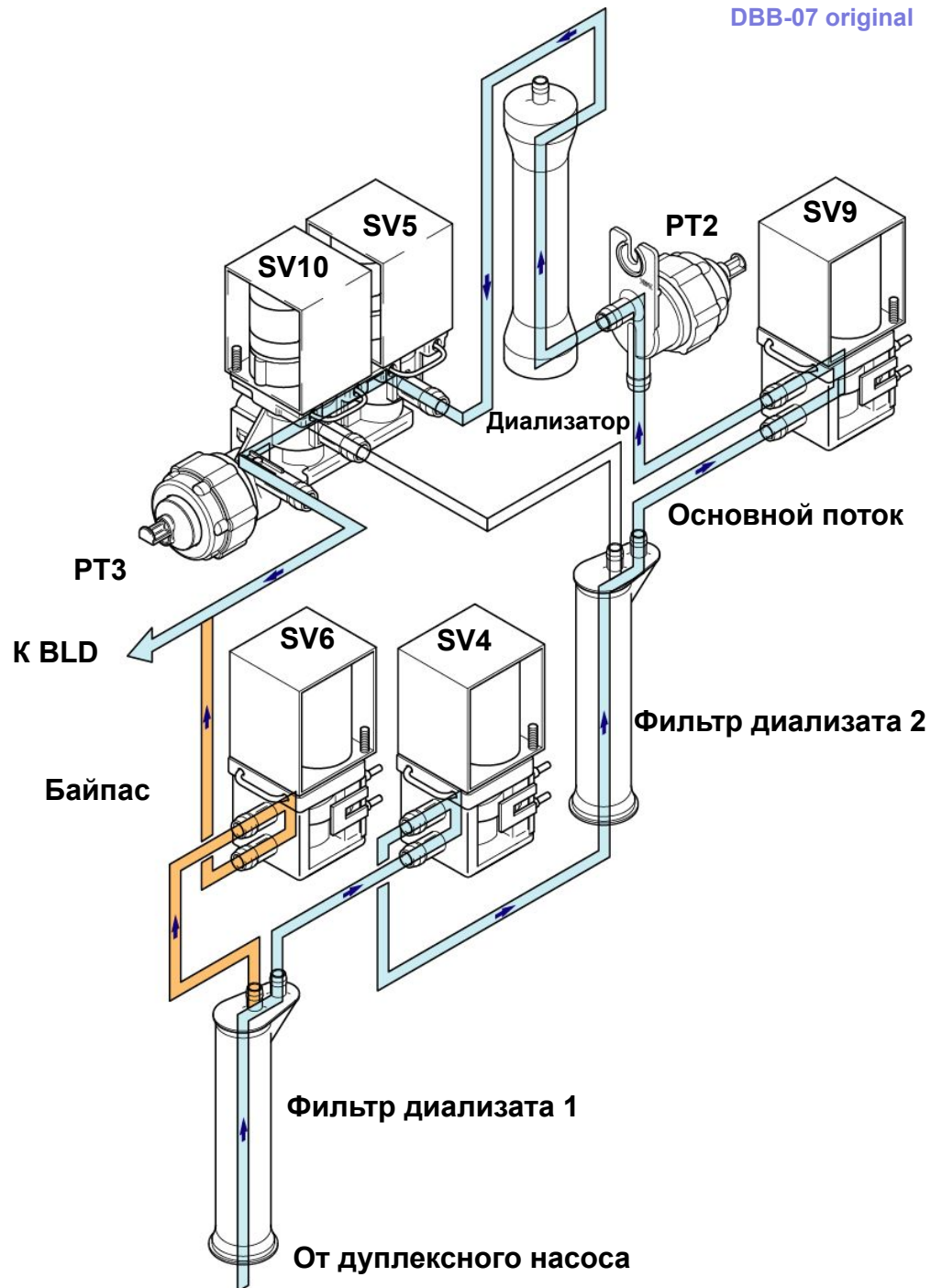
## НАЗНАЧЕНИЕ

### Байпас:

В случае тревоги связанной с диализатором, включается байпас диализатора для безопасности пациента (останавливает подачу диализата через диализатор).

### Основной поток:

Диализат подается в диализатор во время лечения и заполнения диализатора. Диализат проходит через фильтр диализата.



# Электромагнитные клапаны (SV4, 5, 6, 9, 10) Датчик давления диализата (PT2, 3)

**SV4, 5, 9:** Открыты когда байпас не активен (Основной поток).

Закрываются когда активирован байпас.

**SV6:** Открыт когда активирован байпас. Закрывается когда байпас не активен.

**SV10:** Открыт когда фильтр диализата проверяется на отсутствие утечек.

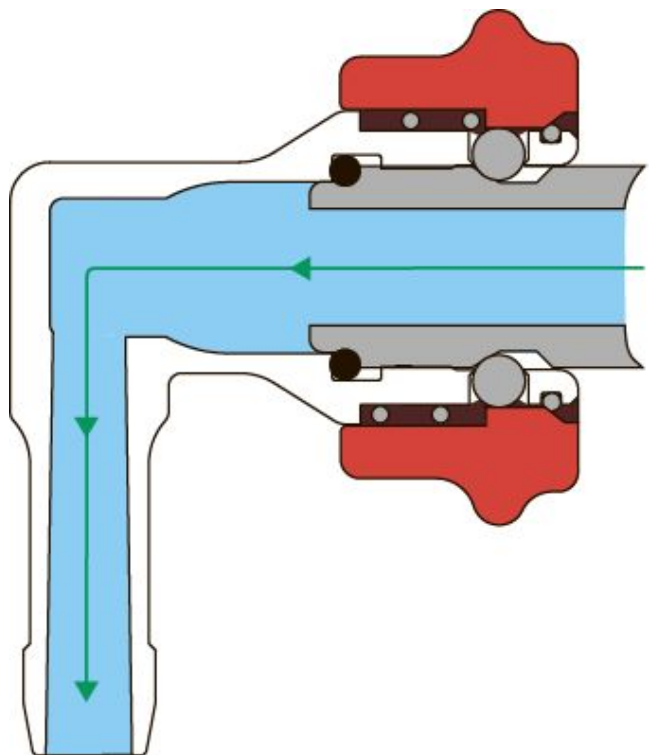
**PT2:** Давление диализата перед диализатором.

**PT3:** Давление диализата после диализатора.

С целью компенсировать потери давления в гидравлическом контуре, вычисляется среднее давление PT2 и PT3, которое учитывается как давление диализата.

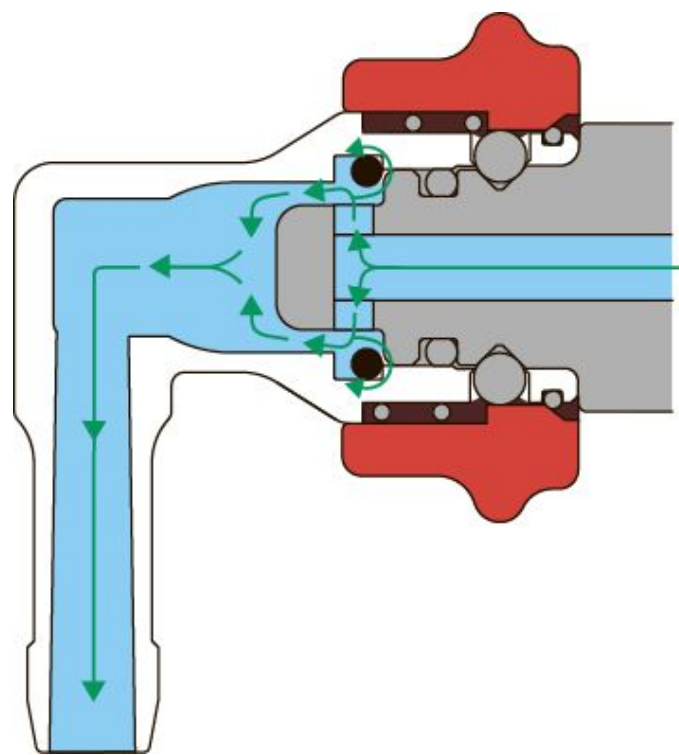
# Коннекторы диализатора

Различное положение уплотнений для лечения дезинфекции с целью обеспечения полной дезинфекции.



**Лечение**

Подключены к диализатору



**Дезинфекция**

Подключены к порту байпаса

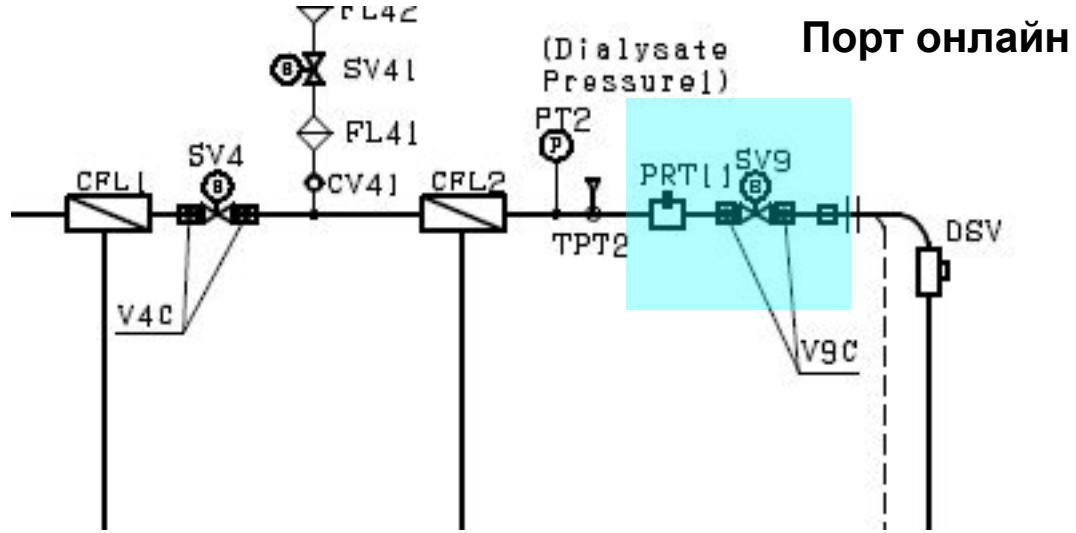
# 1.13 Порт онлайн

## PRT11 :

Порт для подачи заместительной жидкости (диализата) во время процедуры O-HDF/HF

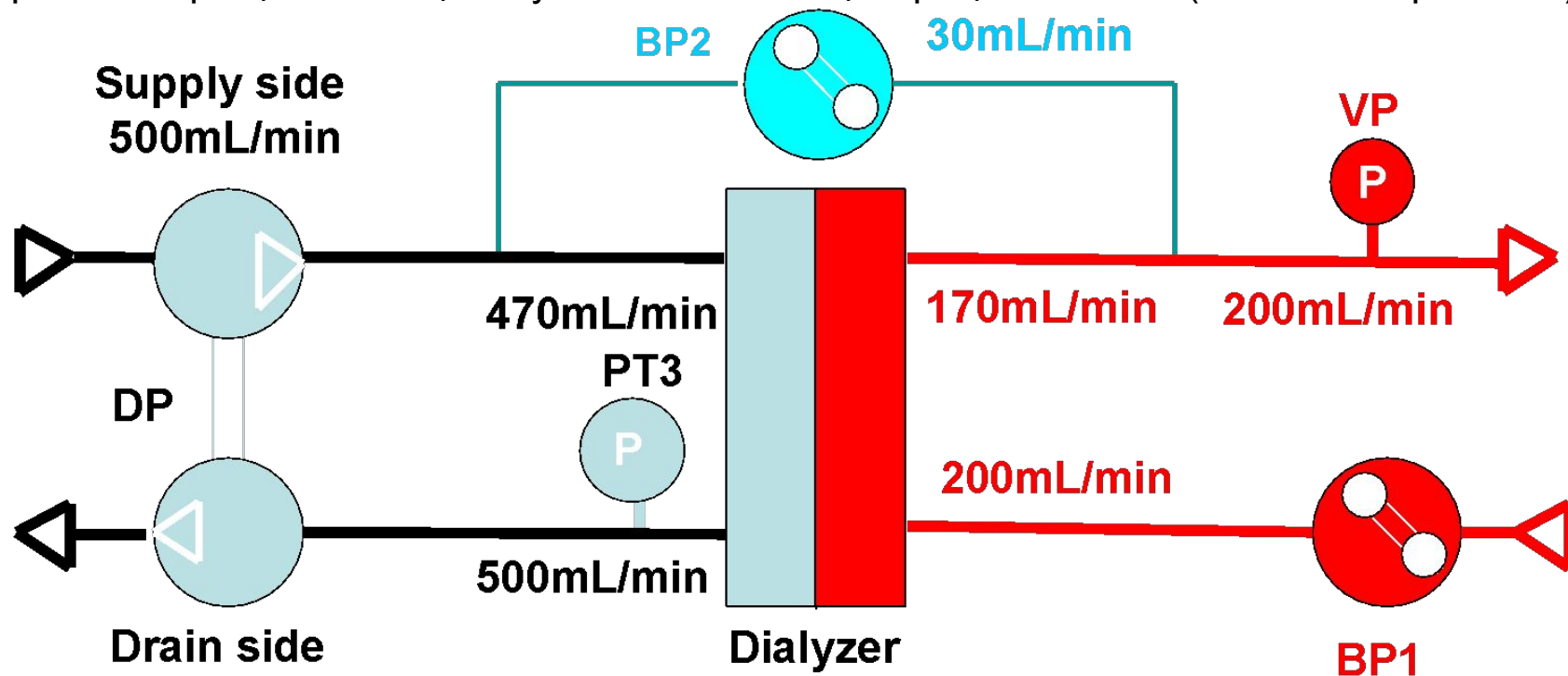
## SV9 :

Электромагнитный клапан который закрыт во время процедуры O-HF или выполнения болюса для прекращения потока диализата через диализатор.



# Принцип гемодиафильтрации On-line

1. Дуплексный насос «подает» и «сливает» одинаковое количество диализата в замкнутом контуре.
2. Когда BP2 discharges in above condition, подаваемый объем становится равен “Duplex pump (supply) discharge - BP2 discharge”.  
Эта разница создает ультрафильтрацию и TMP.
3. Подаваемая кровь в диализатор ультрафильтруется в объеме жидкости, забираемой насосом BP2.  
В результате получаем более концентрированную кровь.
4. Объем диализата «забираемого» насосом BP2 «вливается» в кровь (замещение).  
Кровь возвращается пациенту в такой же концентрации/объеме (что и «забиралась»).



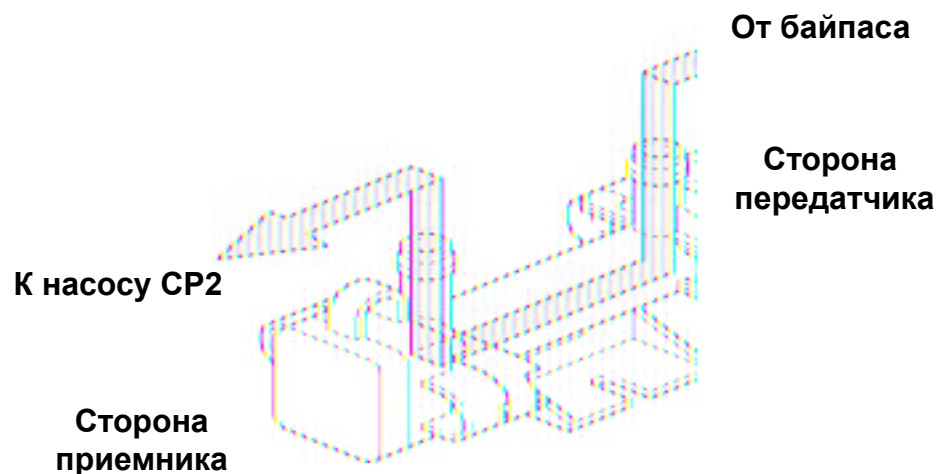
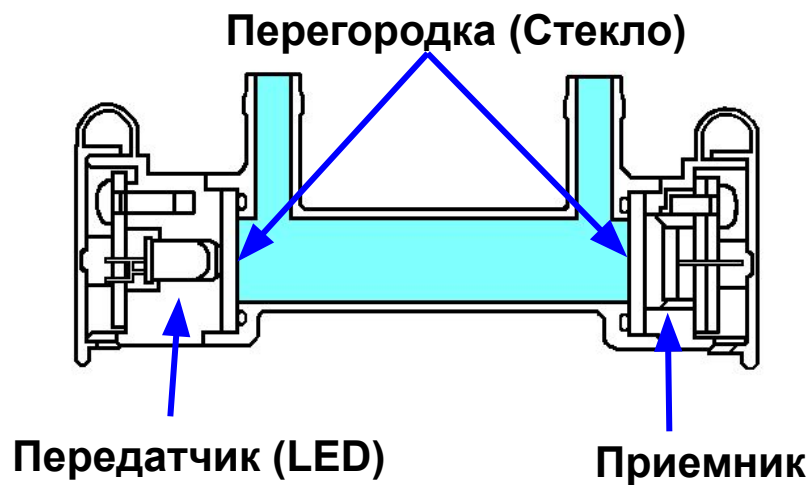


# 1.13 Датчик утечки крови

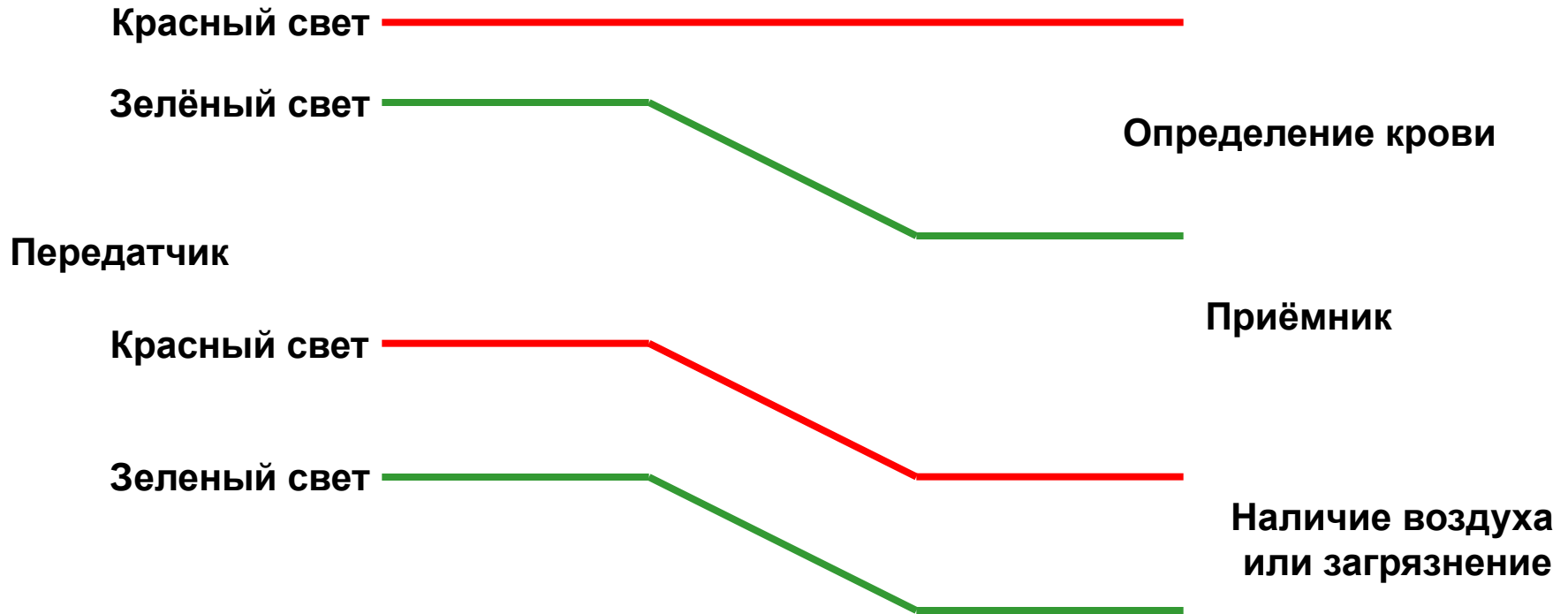
## НАЗНАЧЕНИЕ

Передатчик посылает красный и зеленый свет через диализат.

Приемник этот свет, преобразует их в электрический сигнал (напряжение) и контролирует изменение их соотношений.



# Датчик утечки крови



Changing rate (%) =  $AG / AR \times IR / IG \times 100$

AR: Фактическое напряжение (красный),

AG: Фактическое напряжение (зеленый),

IR: Начальное напряжение (красный),

IG: Начальное напряжение (зеленый).

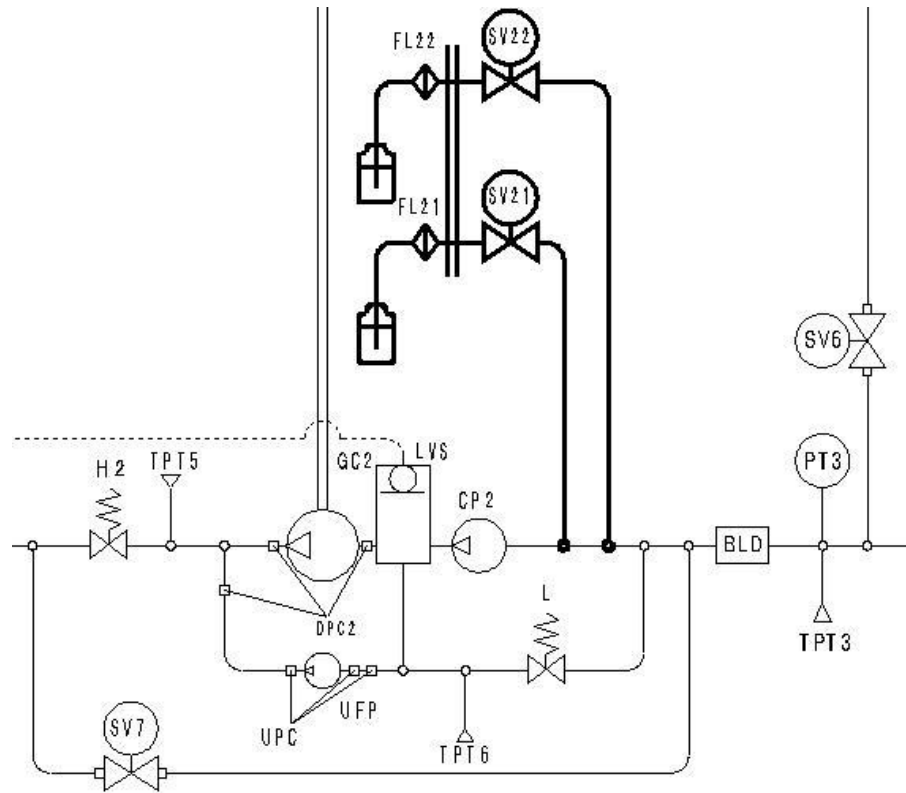
# 1.14 Забор дезинфектанта

## НАЗНАЧЕНИЕ

В режиме забора дезинфектанта дуплексный насос остановлен, SV21 или 22 открыт, насосы CP2 и UFP работают.

Забор дезинфектанта происходит с помощью насоса УФ, далее происходит разбавление дезинфектант в объеме жидкости гидравлического контура и циркуляция во время режима дезинфекции.

Проводимость измеряется с помощью CL2.



# Электромагнитные клапаны дезинфектанта (SV21, 22)

## SV21:

Клапан который используется для забора дезинфектанта через «Желтый» порт.

## SV22:

Клапан который используется для забора дезинфектанта через «Оранжевый» порт.

