

**Основные показатели качества воды.  
Характеристика примесей природной  
воды. Предварительная очистка воды,  
ионный обмен, мембранные  
технологии, удаление газов из воды.**

**Преподаватель:  
Балбукова Елена Викторовна**

ПАО «ТСК-1» - ведущий производитель электрической и тепловой энергии в Северо-Западном регионе России, вторая в стране по величине установленной электрической мощности. Объединяет электростанции в четырех субъектах РФ: Санкт-Петербурге, Республике Карелия, Ленинградской и Мурманской областях от Балтики до Баренцева моря.

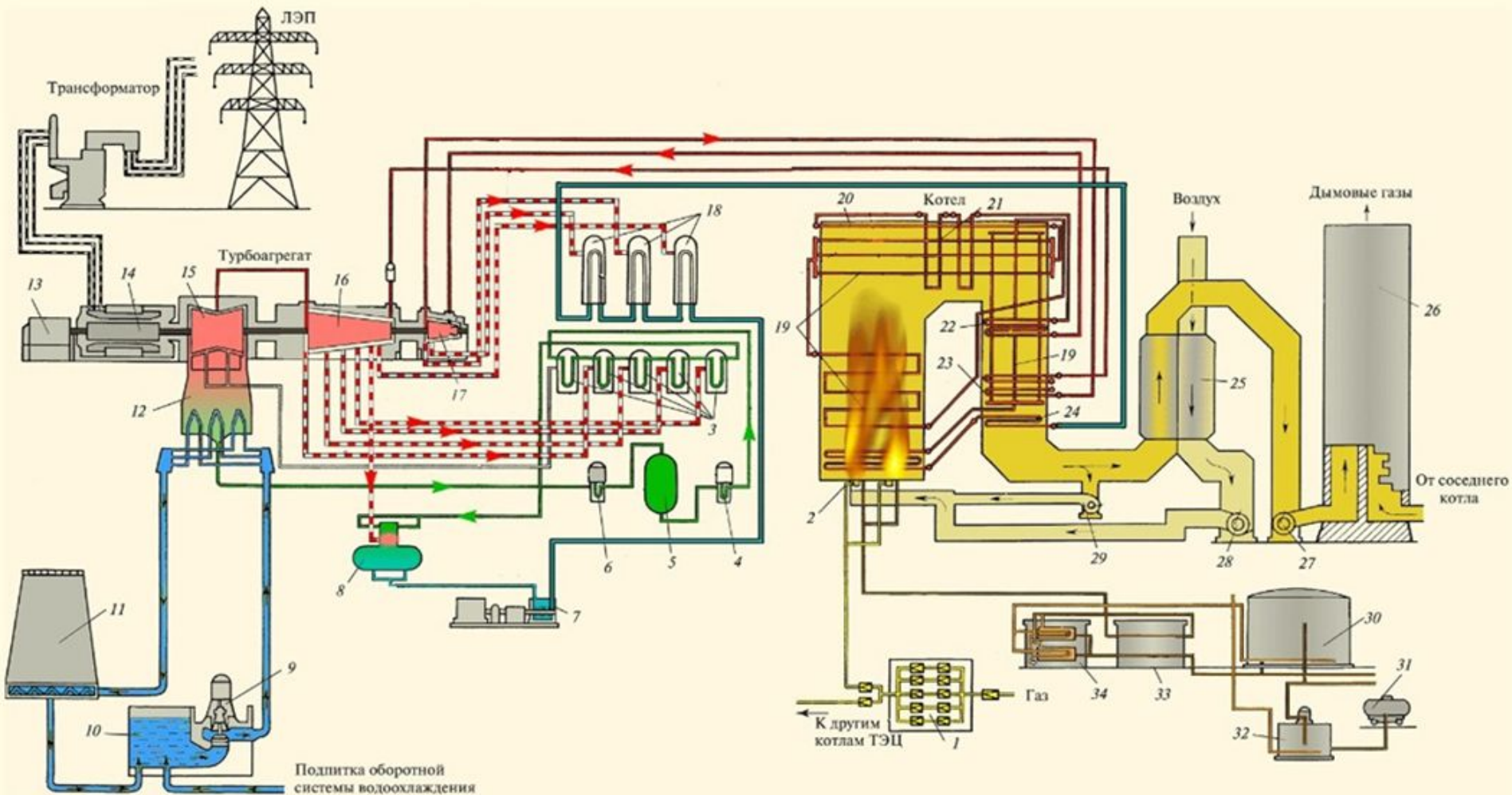
50 электростанции:

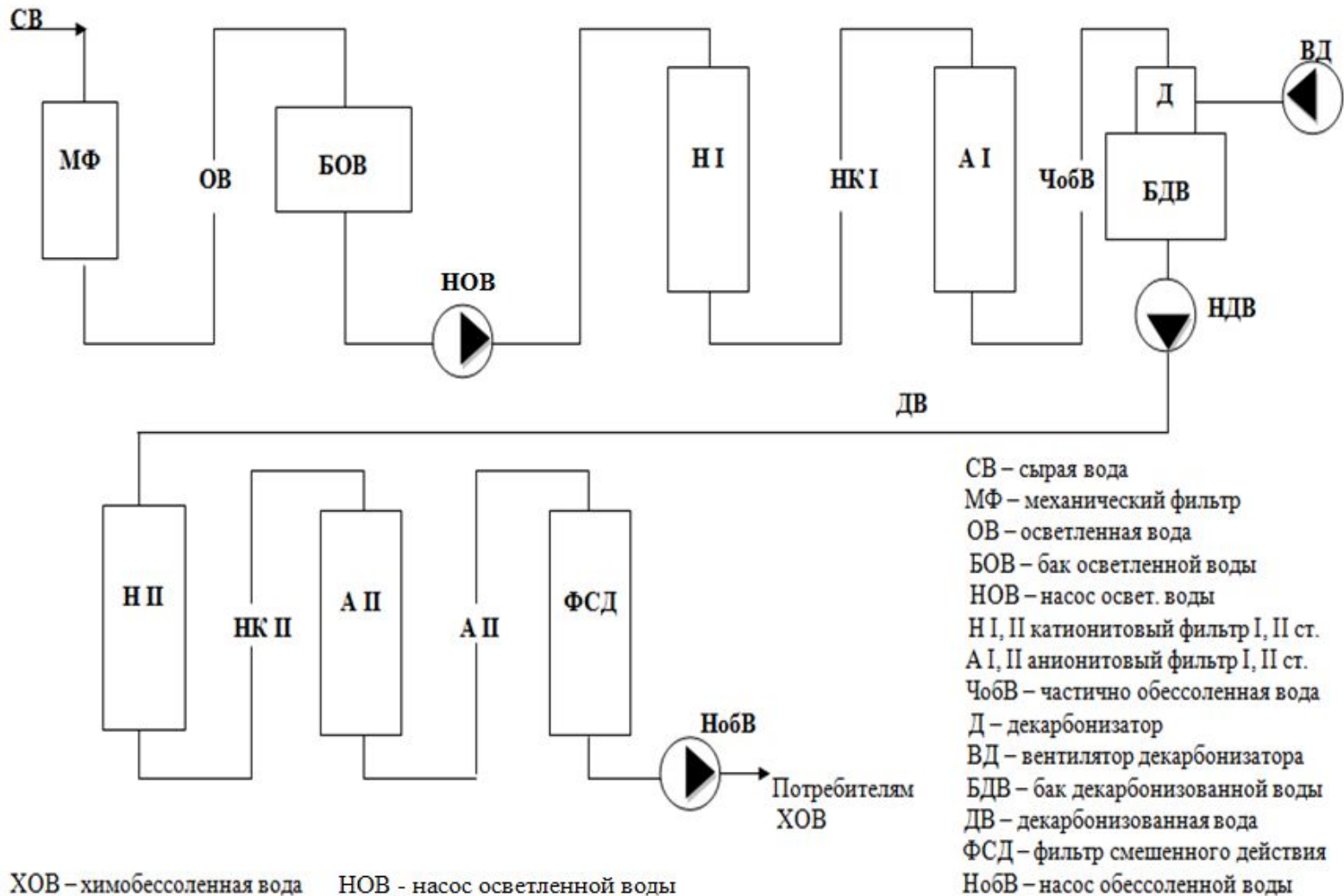
- ✓ 10 ТЭЦ (суммарная электрическая мощность – 4000 МВт);
- ✓ 40 ГЭС (суммарная электрическая мощность – 3000 МВт)

В состав ПАО «ТСК-1» входят Невский, Кольский и Карельский филиалы. Выработанная электроэнергия прежде всего поставляется на внутренний оптовый рынок, а также частично экспортируется в Финляндию и Норвегию.

№	ТЭЦ	Уст. Мощность МВт/ Гкал/час	Котлы/ турбины/ блоки	Водо- грейные котлы	Водоподготовка	Модернизация
1.	Центральная (1-3) 1999 г.- объединение 494 человек	55 / 1340	17/4/-/-	8	осветление – 2-ст. На- катионирование/	В конце 2016 г. ввод 2ПГУ 100 МВт
2.	Правобережная (5) 2006 г. 479 человека ( ТЭЦ «Красный Октябрь» 1922 – 2010)	630 / 1283	3/1/1/1	8	коагуляция (во флотаторах) - осветление - 2-ст. обессоливание/	1ЭБ-180 МВт ПГУ 450 МВт
3.	Василеостровская (7) 1932 г. 330 человек	135 / 1213	6/3/-/-	6	коагуляция (в осветлителях) - осветление - 2-ст. На- катионирование /230 т/час	
4.	Первомайская (14) 1957 г. 433 человек	524 /1419	3/3/-/2	6	коагуляция (прямоточная) - осветление - 2-ст. обессоливание/300 т/час	2012 2 ПГУ-180
5.	Автоvская (15) 1956 г. 375 человек	321 /1849	8/7/-/-	7	коагуляция (в осветлителях) - осветление - 2-ст. обессоливание/ 180 т/час	

№	ТЭЦ	Уст. Мощность МВт/ Гкал/час	Котлы/ турбины/ блоки	Водо- грейные котлы	Водоподготовка	Модернизация
6.	Выборгская (17) 1954 г. 284 человек	250 /1056	6/4/-/-	5	коагуляция (в осветлителях) - осветление - 2-ст. обессоливание/ 220т/час	
7.	Северная (21) 1975 г. 333 человек	500 / 1188	9/ 5 /5/- 5ЭБ -100МВт	2	коагуляция (в осветлителях) - осветление - 2-ст. обессоливание/ 100 т/час	
8.	Южная (22) 1978 г. 613 человек	1207 /2352	3ЭБ -250МВт ПГУ -450МВт	6	коагуляция (прямоточная) - осветление - 3-ст. обессоливание/ 130 т/час	ЭБ-250 МВт ПГУ-450
9.	Петрозаводская ТЭЦ 1976 г. 374 человека	280 / 689	3/3/-	2	двухступенчатое обессоливание с предварительной коагуляцией	
10.	Апатитская ТЭЦ 1959 г. 717 человек	230 / 535	8/6/-	-	механические фильтры / 2-ст. обессоливание	
11.	Мурманская ТЭЦ 1934 г. 663 человека	12 / 1122	10/2/-	8		





**Химический состав природных вод – совокупность растворенных в природных водах минеральных и органических веществ в ионном, молекулярном, взвешенном и коллоидном состояниях.**

**В природных водах растворены почти все известные на Земле химические элементы, из 87 стабильных химических элементов, установленных в земной коре, в настоящее время в природных водах обнаружены около 80. При повышении чувствительности аналитических методов, очевидно, будут установлены и остальные.**

<b>Характер примесей</b>	<b>Размер примесей</b>	<b>Название растворов</b>
Грубодисперсные, или взвешенные вещества	более 0,1 мкм	<b>Суспензии</b>
Коллоидно-дисперсные	От 0,1 до 0,001 мкм (1нм)	<b>Золи</b>
Ионно - или молекулярно-дисперсные	менее 1нм	<b>Истинные растворы</b>



**Грубодисперсные, или взвешенные вещества, (суспензии) (самые крупные примеси) с размером частиц более 0.1 мкм. В природной воде это могут быть примеси песка, ила, растительных остатков и т.п. Длительно оставаясь во взвешенном состоянии, грубодисперсные примеси обуславливают мутность воды.**

**Чем больше размер частиц грубодисперсных примесей, тем быстрее устанавливается седиментационное равновесие и тем легче выделяются они из воды при отстаивании или фильтровании. Так, скорость отстаивания частиц песка и ила размерами 100 и 20 мкм составляет в неподвижной воде при 10°С соответственно около 7 и 0.4 мм/с.**

**Коллоидно-дисперсные или золи (промежуточные между взвешенными и растворенными) с размером частиц от 0,1 до 0,001 мкм (1нм);**

**Коллоидные примеси представляют собой агломераты из большого числа молекул с наличием поверхности раздела между твердой фазой и водой. Коллоидные частицы не выделяются из воды под действием силы тяжести, не задерживаются обычными фильтрующими материалами (песком, фильтровальной бумагой). Коллоидные растворы обладают способностью светорассеяния, поэтому являются мутноватыми растворами с легкой опалесценцией.**

**Ионно- или молекулярно-дисперсные (истинно-растворенные) - это примеси, распределенные в воде в виде отдельных ионов, молекул. Размер растворенных в воде частиц при этом менее 1нм. К таким примесям относятся подавляющее большинство растворенных в воде солей.**

**Если капельку природной воды нанести на стекло и подождать, пока она испарится, то на месте капли будут видны белые разводы - это кристаллизуются растворимые в воде соли. Содержание солей в природных водах различается в тысячи раз. Например, в литре дождевой воды содержатся единицы, максимум десятки миллиграммов солей.**

Степень минерализации	Кол-во растворенных солей, мг/дм <sup>3</sup>	Характеристика
Низкая минерализация	до 200 мг/дм <sup>3</sup>	ультрапресная вода
Средняя	200 до 500 мг/дм <sup>3</sup>	пресная
Повышенная	500 до 1000 мг/дм <sup>3</sup>	солончатая
Высокая	1.0 - 3.0 г/дм <sup>3</sup>	солончатая
	3 - 10 г/дм <sup>3</sup>	
	10 - 35 г/дм <sup>3</sup>	повышенной солености
	> 35 г/дм <sup>3</sup>	рассол

С минерализацией воды тесно связано понятие электропроводимости (или электропроводности). Минеральную часть воды составляют заряженные ионы:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Электропроводимость - это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. Электрическая проводимость природной воды зависит в основном от концентрации растворенных минеральных солей и температуры. Присутствие других ионов, например,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  не сильно влияет на электропроводность, если эти ионы не содержатся в природной воде в значительных количествах.

Группа	Катион	Анион	Концентрация, мг/дм <sup>3</sup>
I	$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$	$\text{HCO}_3^-, \text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}$	От нескольких единиц до десятков тысяч
II	$\text{NH}_4^+, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$	$\text{HSiO}_3^-, \text{F}^-, \text{NO}_3^-, \text{CO}_3^{2-}$	От десятых долей до единицы
III	$\text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Al}^{3+}$	$\text{HS}^-, \text{J}^-, \text{NO}_2^+, \text{H}_2\text{PO}_4^-$	Менее десятых долей

Сумма катионов кальция и магния называется общей жесткостью воды.

Жесткость карбонатная (или временная) - двууглекислые соли кальция и магния - 70-80% от общей жесткости.

Жесткость некарбонатная (или постоянная) - сульфаты, хлориды, нитраты кальция и магния.

При нагревании или кипячении воды бикарбонаты переходят в нерастворимые карбонаты, выпадают в осадок, при этом жесткость воды уменьшается:



Вода разных природных источников имеет весьма различную жесткость.

Речная вода, за некоторыми исключениями, обладает относительно небольшой жесткостью.

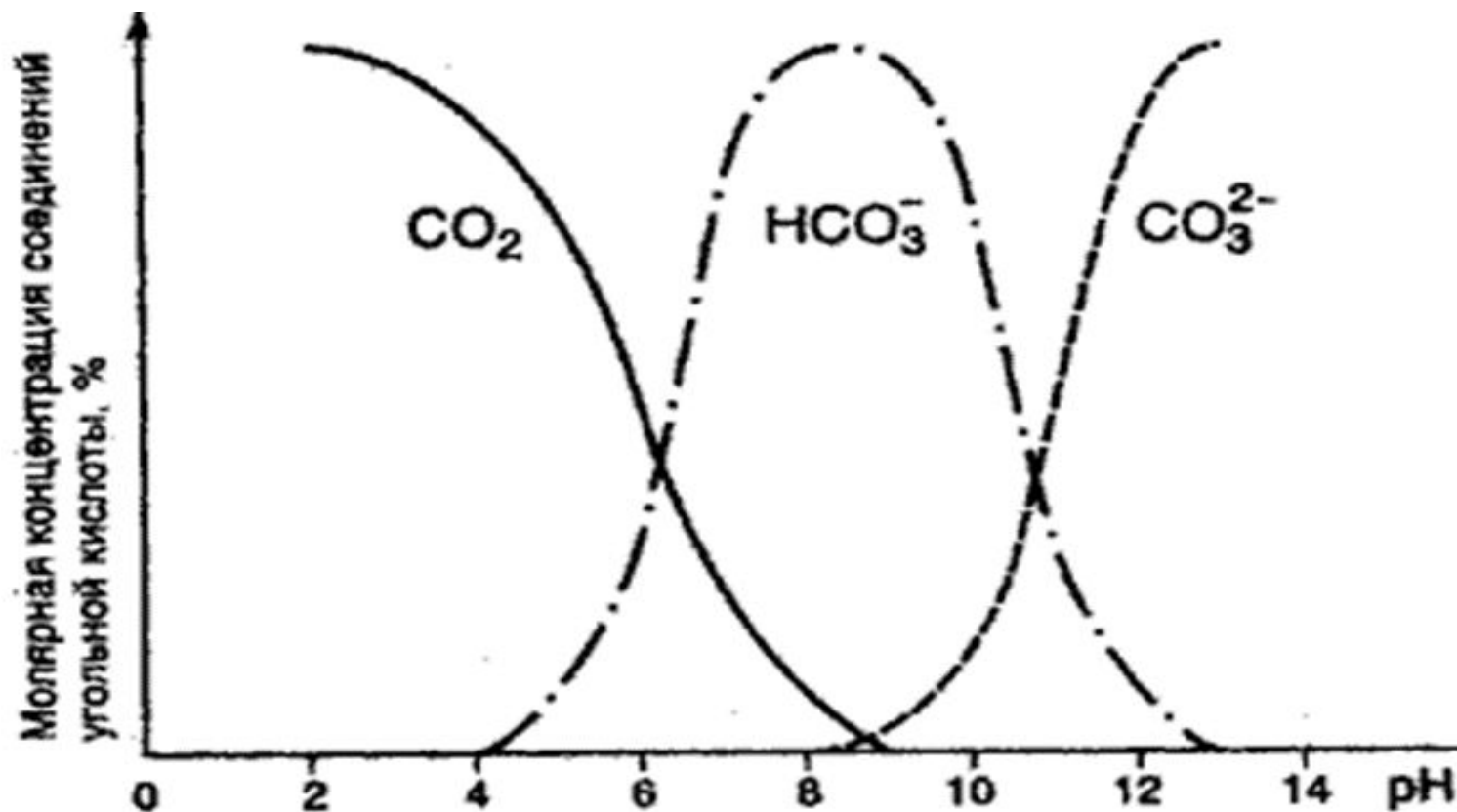
Вода Волги имеет жесткость 4,5— 6 мг-экв /дм<sup>3</sup>,  
вода Москвы-реки - в течение года от 2 до 5 мг-экв/дм<sup>3</sup>,  
вода Невы - около 0,7, вода Онеги – менее 0,5мг-экв/дм<sup>3</sup> .

Вместе с тем вода рек, прорезающих толщу известковых и гипсовых пород, часто отличается весьма большой жесткостью.

Жесткость речной воды обычно меняется в течение года, снижаясь до минимального значения в период паводков.

Воды подземных источников в большинстве случаев имеют более значительную жесткость, чем поверхностные воды.





Практически все наши ТЭЦ закачивают техническую воду непосредственно из Невы или из Турухтанного ковша Финского залива, Северная ТЭЦ получает ее по водоводам от Северной водопроводной станций Водоканала, где она забирается из Невы и проходит механическую очистку.

Река Нева представляет короткий проток, соединяющий Ладожское озеро с Финским заливом. Расстояние от истока реки до устья по прямой составляет 45 км, общая длина реки - 74 км. Ширина реки составляет от 400 до 600 метров, наибольшая ширина - 1250 м (на Ивановских порогах). Средняя глубина в пределах 8 – 11 метров, а наибольшая - 24 метра.

Качество и состав воды Невы зависит в первую очередь от состава воды Ладожского озера, из которого она вытекает.

На территории Ленинградской области протекает около 340 рек длиной более 10 км. В Неву впадает примерно 26 небольших рек и речек.

Озера занимают около 14% площади бассейна р. Нева. Наиболее значительными водоемами являются Ладожское и Онежское озера, относящиеся к крупнейшим озерам страны.

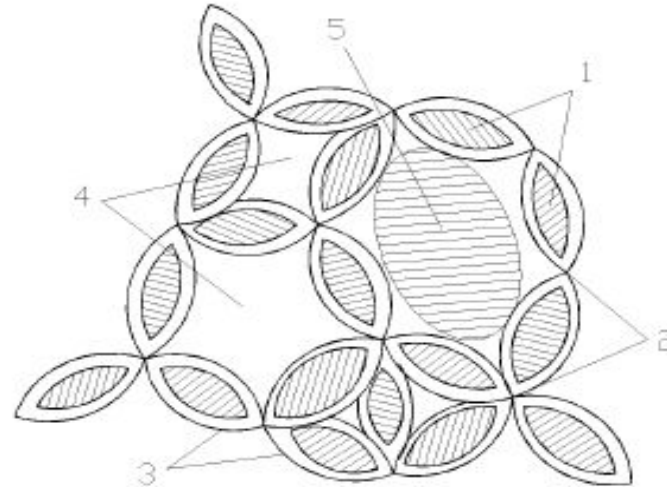
Почти пятая часть территории (около 17%) представлена болотами.

№ п/п	Наименование показателя	Усредненные данные НЛВУ	Техническая вода на Северной ТЭЦ
1	Жесткость общ. мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,4—0,8	0,8
2	Ca <sup>2+</sup>	3-6 мг/дм <sup>3</sup>	
3	Mg <sup>2+</sup>	4 —«-	
4	K <sup>+</sup> Na <sup>+</sup>	1,5-2,5 —«-	6
5	NH <sub>3</sub>	0,15—0,20 —«-	0,3
6	Перманганатная окисляемость	8 - 22 —«-	10
7	Бихроматная окисляемость (ХПК)	20—45 —«-	
8	Хлориды		7
9	Нитраты	0,1 - 0,3 —«-	0,1
10	Нитриты	0,004 - 0,05 —«-	0,01
11	Фосфаты	0,005-0,01—«-	
12	Цветность, град	20-60 град.	
13	Средняя минерализация	40 – 50 мг/дм <sup>3</sup>	80
14	pH	6,5-7,5 ед. pH	7
15	Растворенный кислород	4 – 8 мг/дм <sup>3</sup>	
16	Растворенная углекислота	3 – 5 —«-	2
17	Железо	0,1-1—«-	0,3
18	Кремнекислота	0,2—«-	0,9



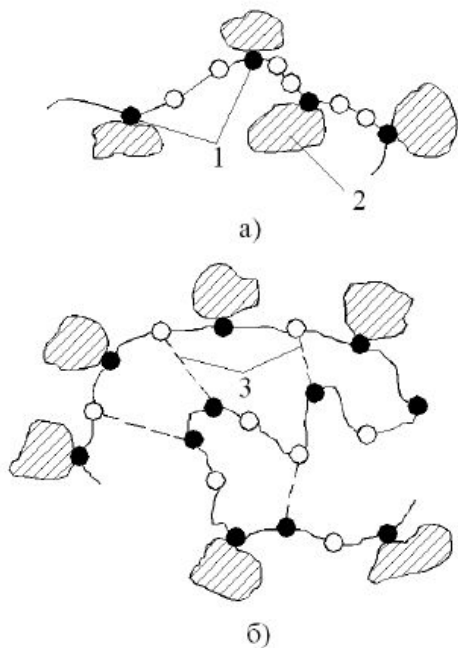
## Методы очистки воды:

- Очистка воды методом коагуляции/флокуляции;
- Осаждение методами известкования;
- Фильтрование воды на механических фильтрах.



**1 – частицы колоидно–дисперсной фазы; 2 – дестабилизированные участки поверхности; 3 – участки поверхности, сохраняющие устойчивость; 4 – полости, заполненные водой; 5 – грубодисперсная примесь**

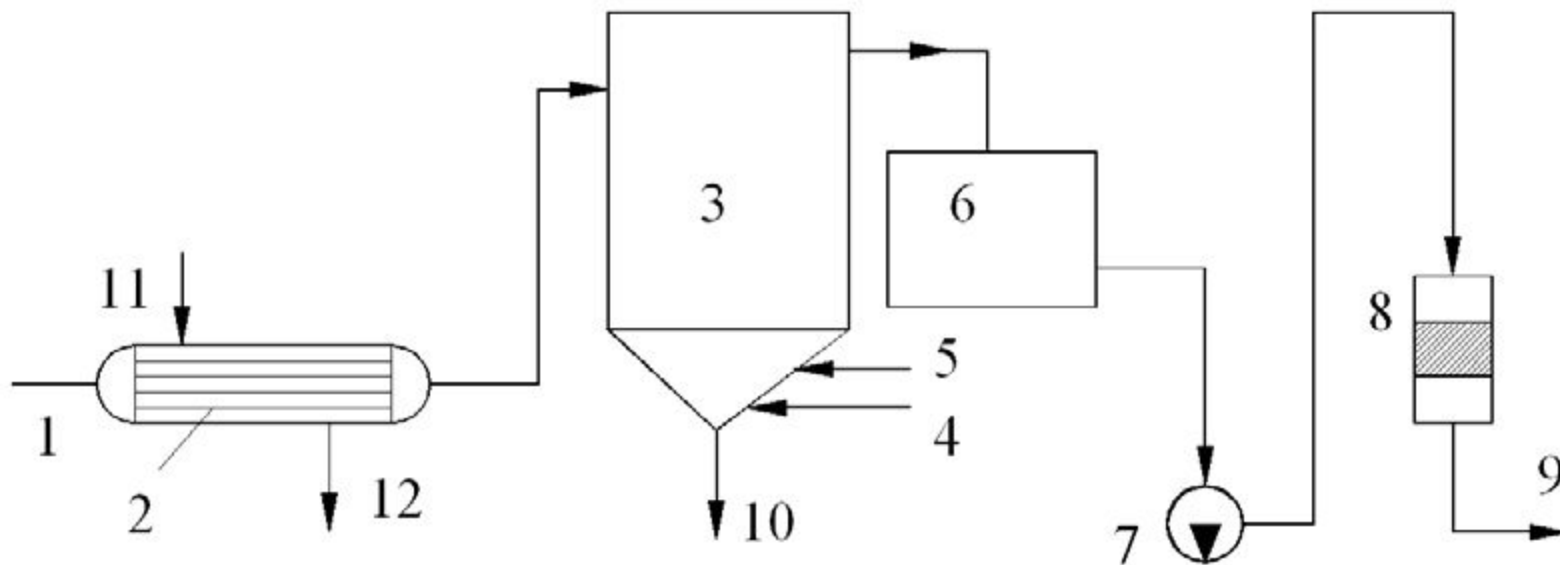
**Под коагуляцией понимают физико-химический процесс слипания коллоидных частиц и образования грубодисперсной макрофазы (флоккул) с последующим ее выделением из воды.**



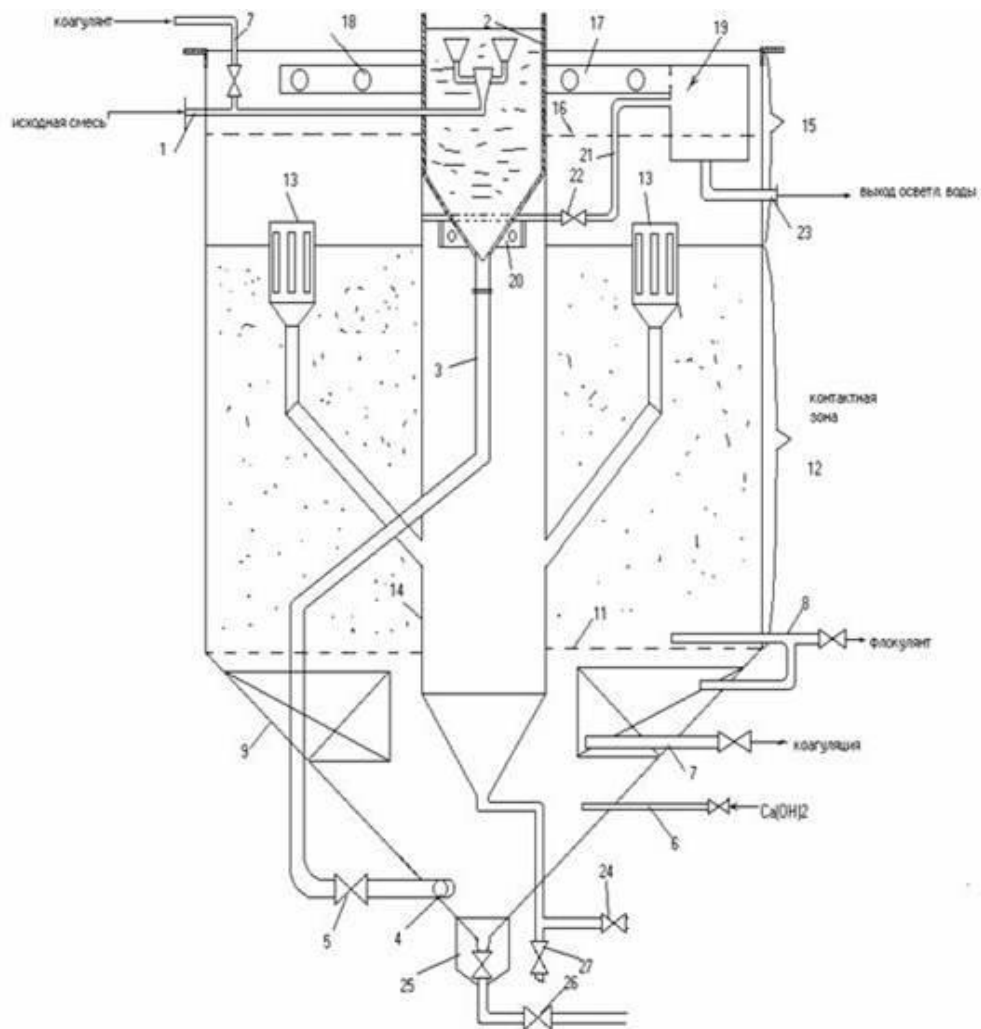
**Флокуляция** – процесс агрегации частиц в котором в дополнение к непосредственному контакту частиц происходит их адсорбционное взаимодействие с молекулами высокомолекулярных веществ, называемых **флокулянтами**.

**Адсорбция микрочастиц флокулянтами:**

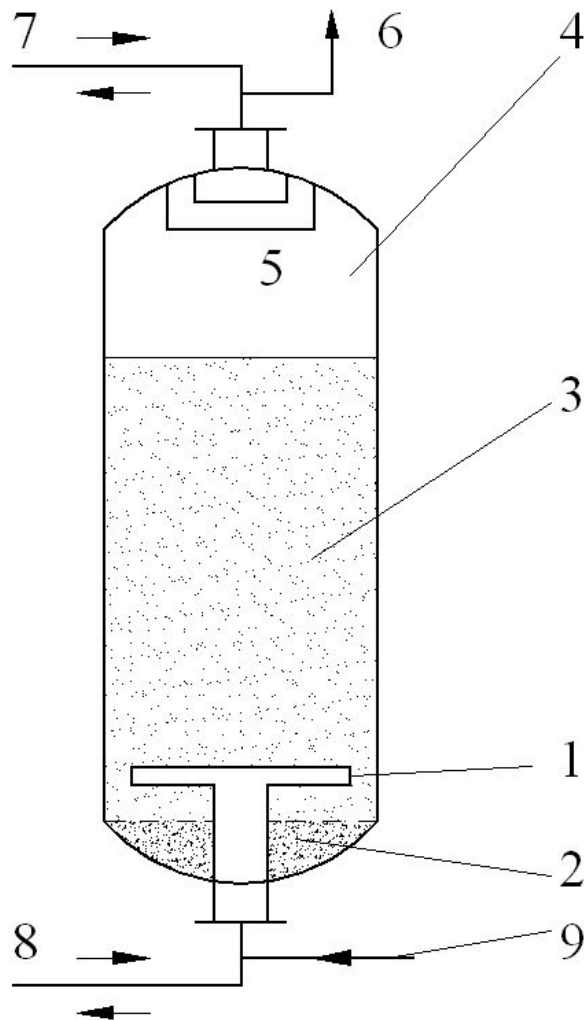
- а) вытянутая молекула;
- б) свёрнутая молекула;
- 1 – адсорбирующая группа; 2 – микрочастица;
- 3 – внутримолекулярная связь



1 – исходная вода; 2 – теплообменный подогреватель; 3 – осветлитель;  
 4 – ввод извести; 5 – ввод коагулянта; 6 – бак осветлённой воды;  
 7 – перекачивающий насос; 8 – осветлительный фильтр; 9 – на ионитные  
 фильтры или потребление; 10 – сброс осадка с продувочной водой; 11 –  
 греющий пар; 12 – конденсат греющего пара





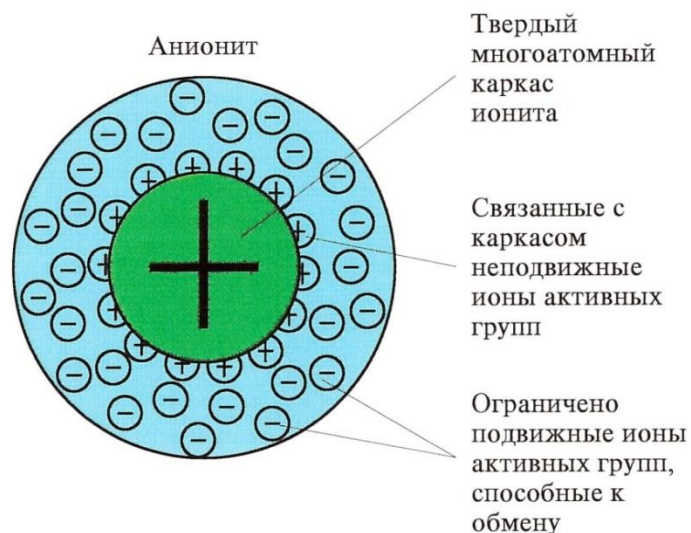
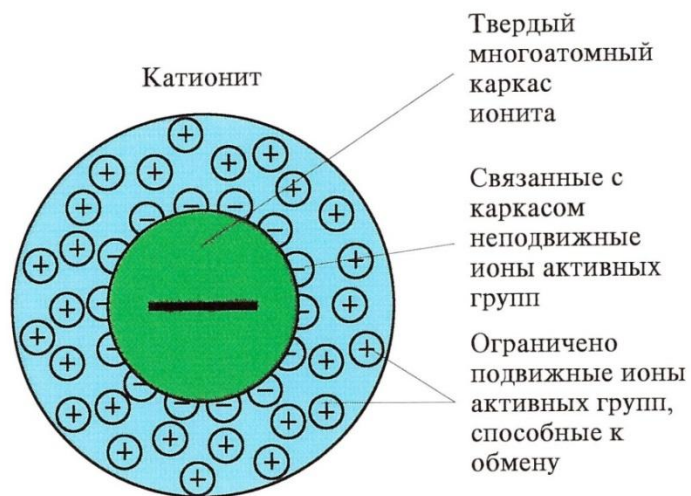


- Принципиальная схема вертикального однопоточного механического фильтра:**
- 1 – распределительное устройство;**
  - 2 – бетон;**
  - 3 – фильтрующий материал;**
  - 4 – водяная подушка;**
  - 5 – распределительное устройство;**
  - 6 – воздушник;**
  - 7 – подвод исходной воды и отвод промывной воды;**
  - 8 – выход осветлённой и подвод промывной воды;**
  - 9 – сжатый воздух**

**Методы обессоливания воды:**

- Ионитный (*Na-катионировани, H-катионирование, OH-анионирование*);
- термический (дистилляция);
- мембранный (электродиализ, обратный осмос).

п/п	№ Показатель	Прямоточные котлы Норма, не более	Барабанные котлы Норма, не более
1.	Ж общ. мкг-экв/дм <sup>3</sup>	0,2	1
2.	SiO <sub>2</sub> мкг/дм <sup>3</sup>	20	100
3.	Na мкг/дм <sup>3</sup>	15	80
4.	Уд. эл. пров.μ мкСм/см	0,5	2



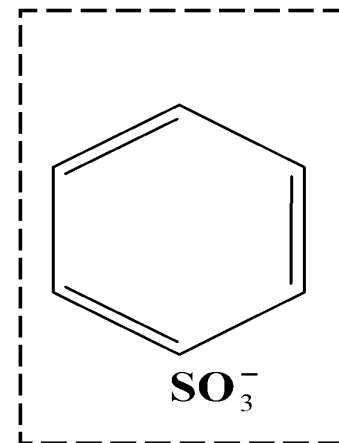
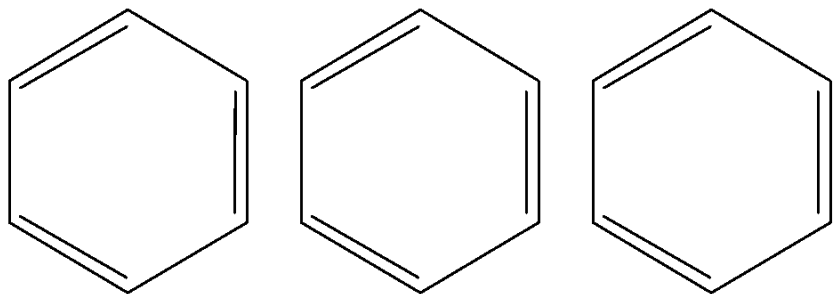
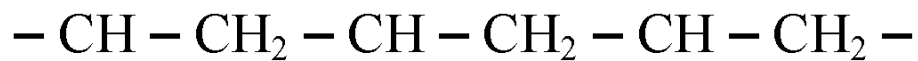
## Ионный обмен

### синтетические смолы

катиониты  $RH$

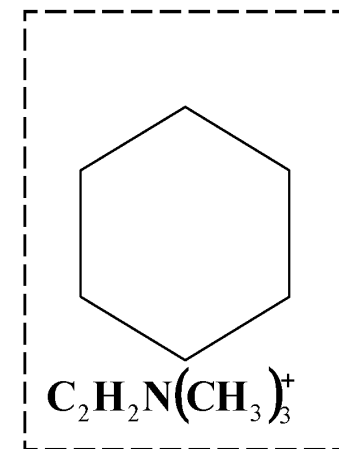
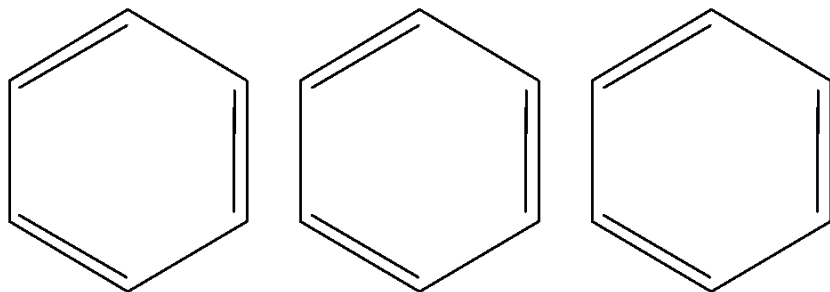
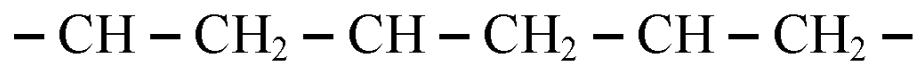
аниониты  $ROH$





или  $R^-H^+$

$H^+$

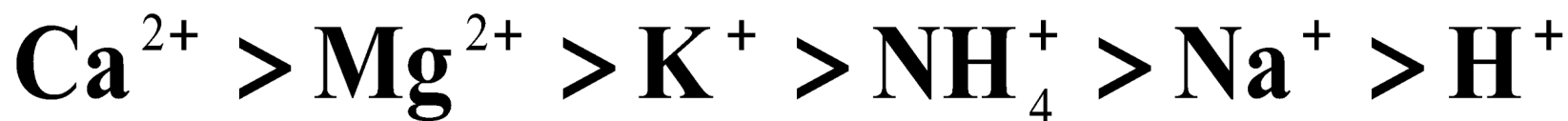


или  $R^+Cl^-$

$Cl^-$

- протекает в строго эквивалентных количествах;
- является обратимым процессом;
- подчиняется закону действия масс.

### Электрохимическая подвижность катионов



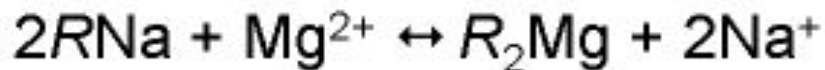
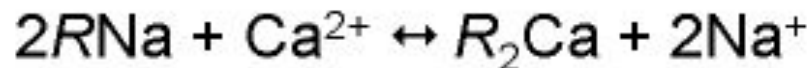
### Электрохимическая подвижность анионов



## Na-катионирование

Умягчение воды (снижение содержания  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ )

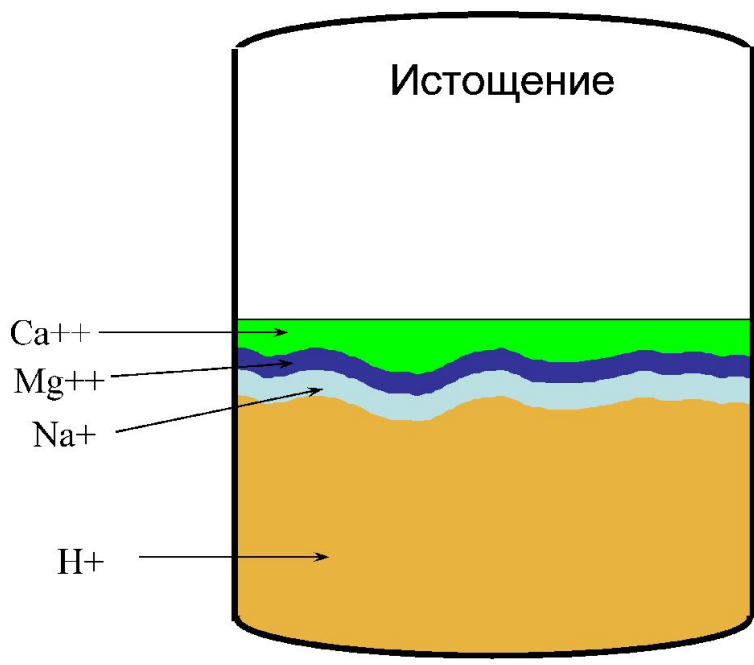
Реакции:



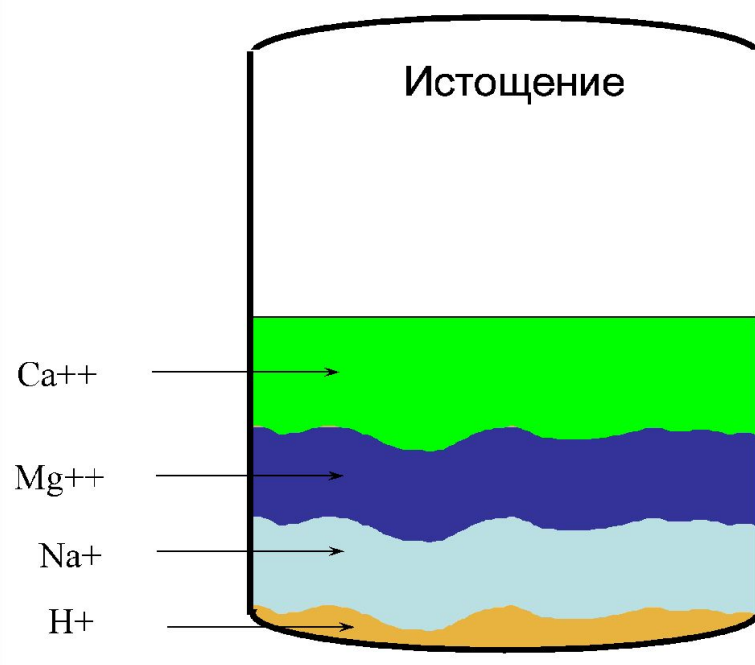
Остаточная жесткость:

5 - 10 мкг-экв/дм<sup>3</sup>

## Начало работы



## Конец фильтроцикла





- ❑ Полное поглощение катионов из раствора;
- ❑ Проскок в фильтрат одного из катионов ( $\text{Na}^+$ ) и нарастание его концентрации;
- ❑ Вытеснение в фильтрат одного, ранее поглощенного катиона ( $\text{Na}^+$ ) другим ( $\text{Ca}^{2+}$ ).

## Прямоточный



Рабочий цикл



Регенерация

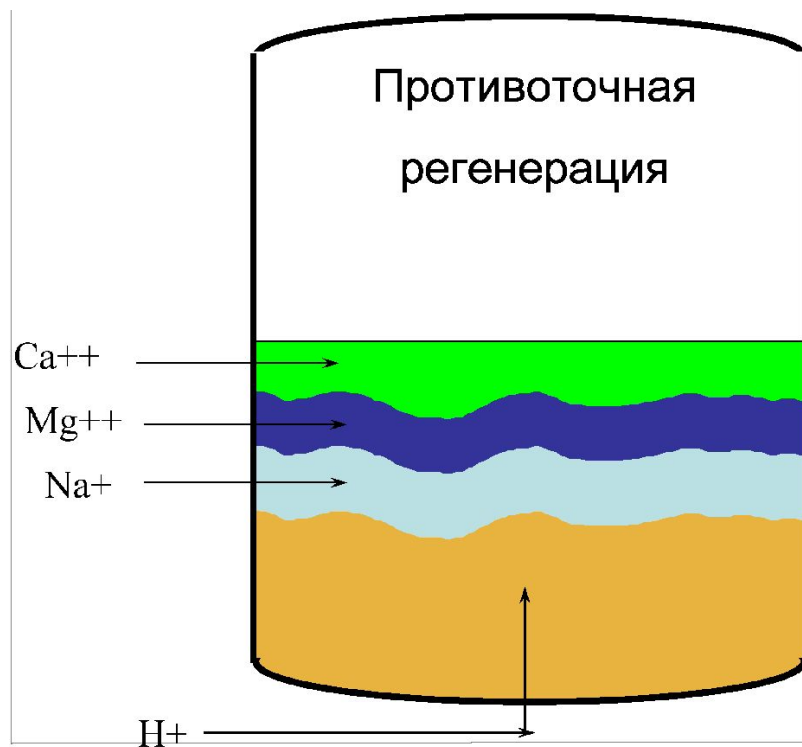
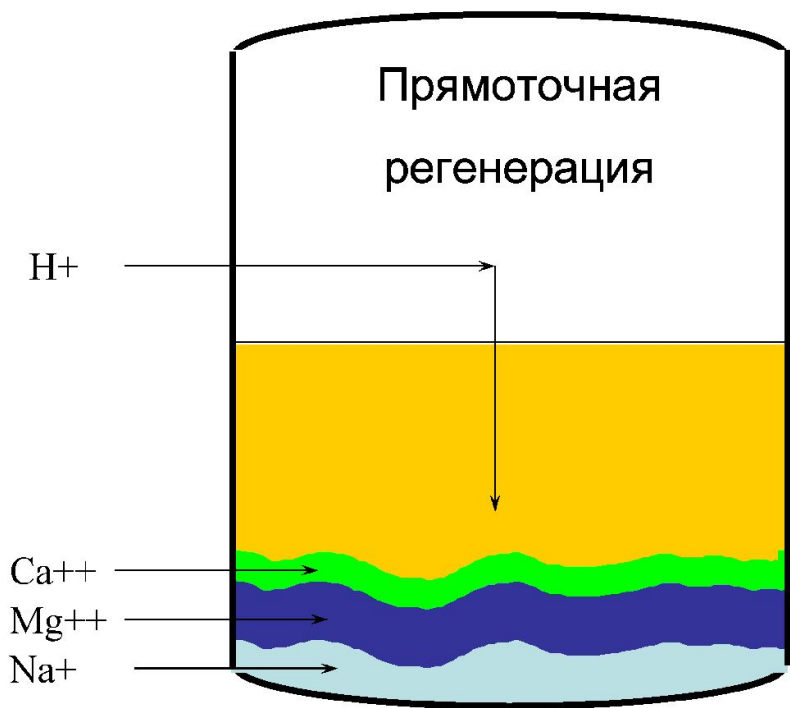
## Противоточный



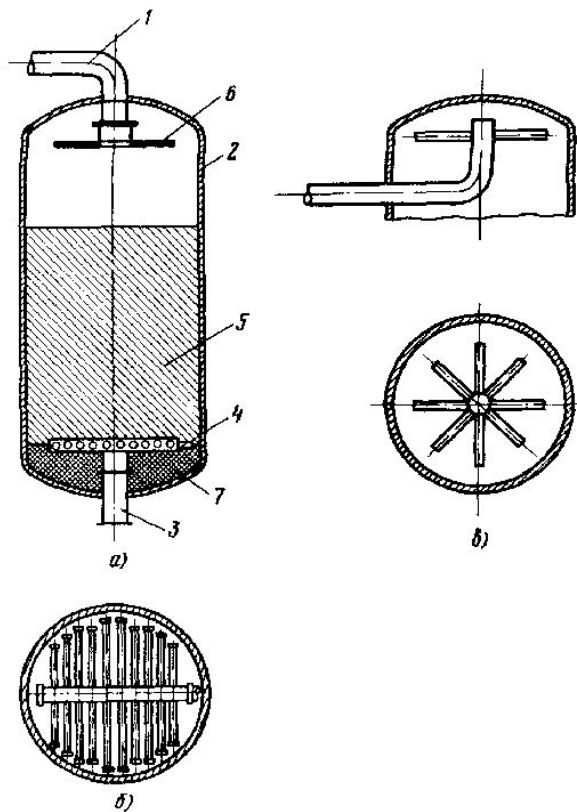
Рабочий цикл



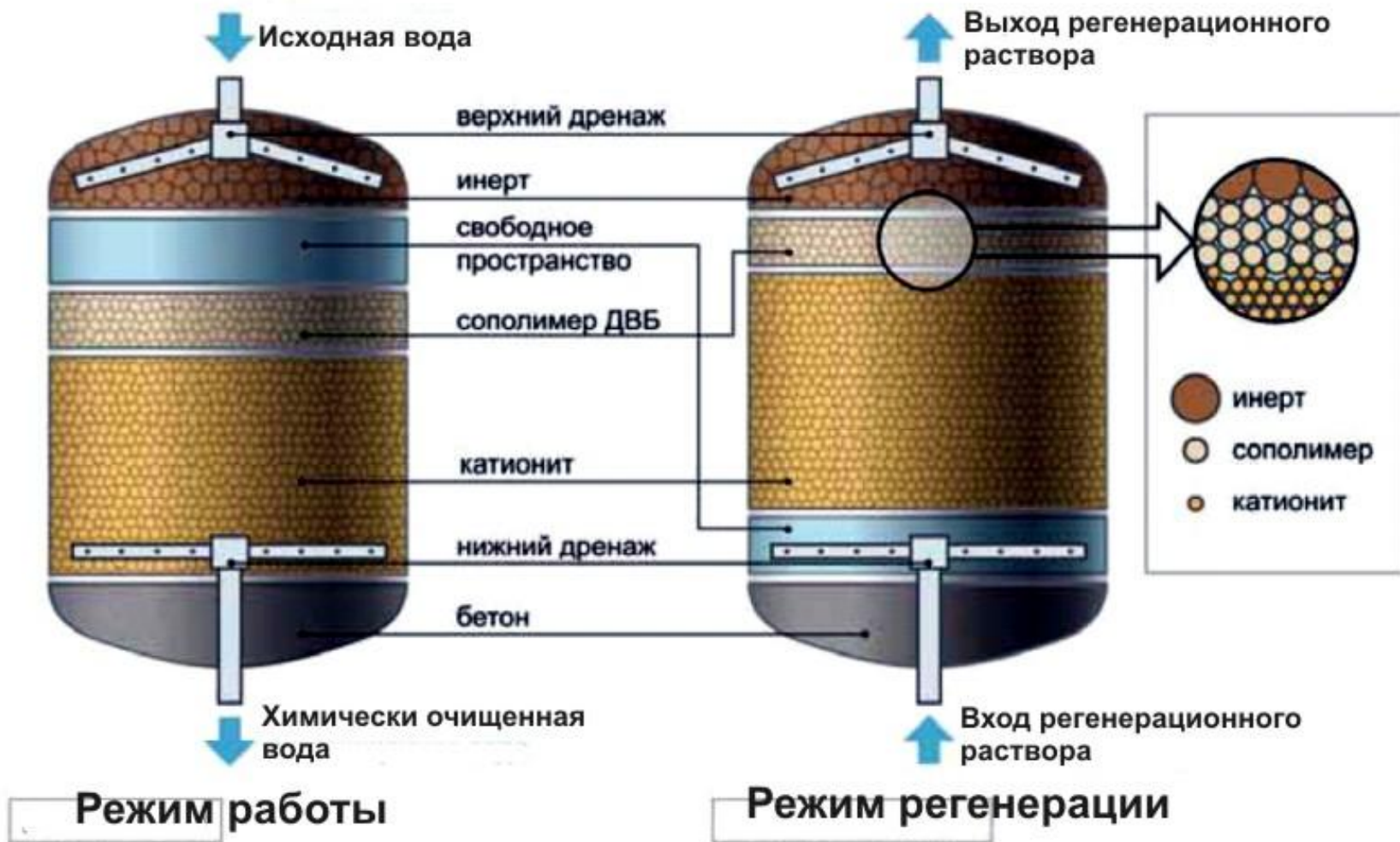
Регенерация



## Устройство прямоточного ионитового фильтра:

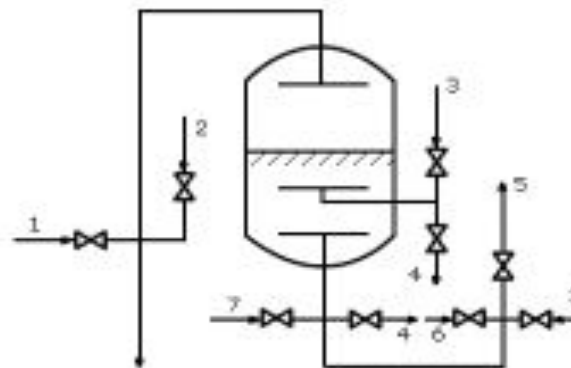
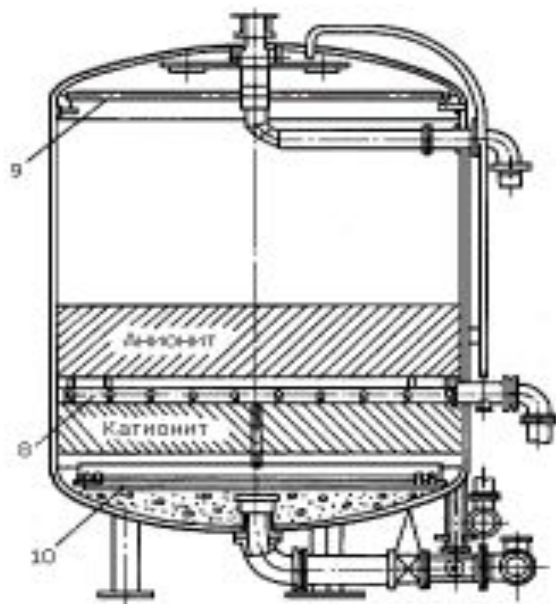


- а - поперечный разрез фильтра (верхнее дренажно-распределительное устройство в виде отбойных щитов);
- б - нижнее дренажно-распределительное устройство;
- в - верхнее дренажно-распределительное устройство в виде "паука";
- 1 - подводящий патрубок фильтруемой воды;
- 2 - корпус фильтра; 3 - отводящий патрубок обработанной воды;
- 4 - нижнее дренажно-распределительное устройство;
- 5 - фильтрующий материал;
- 6 - верхнее дренажно-распределительное устройство;
- 7 - мертвая зона с наполнителем (бетоном, щебнем с битумом и т.п.)



## Фильтры смешанного действия

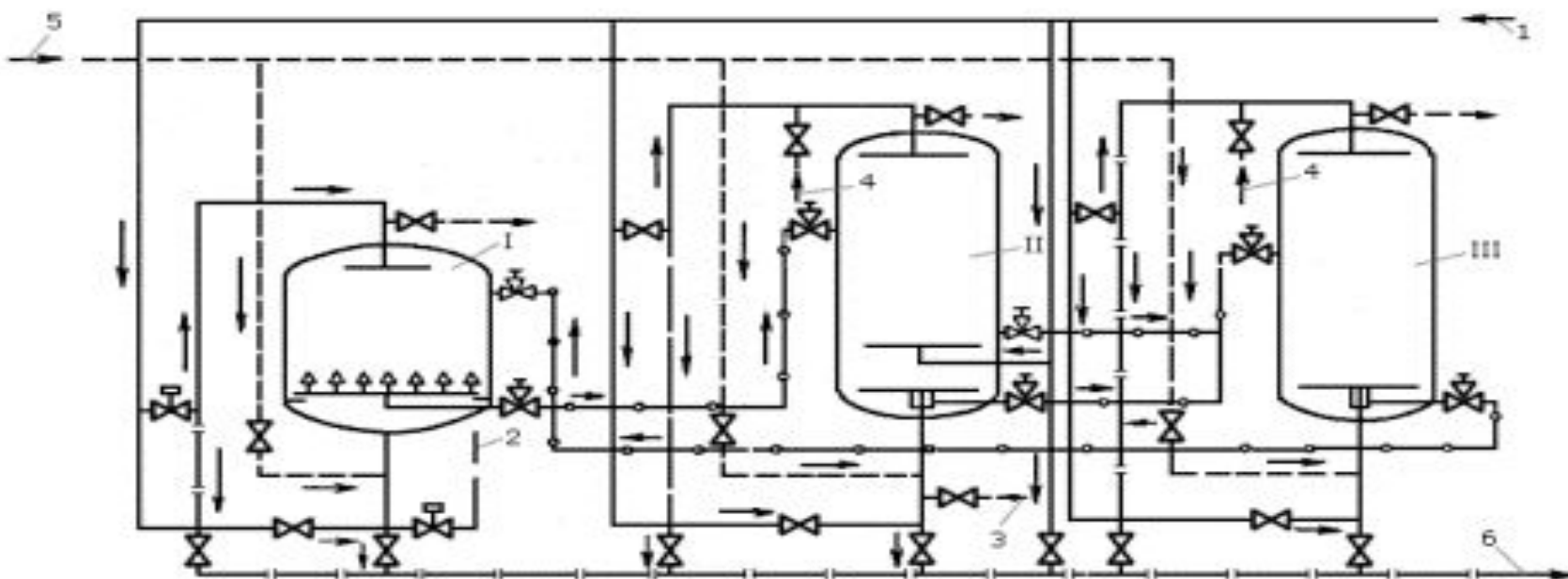
- Внутренняя регенерация



1 – подвод обрабатываемой воды; 2 – подвод регенерационного раствора щелочи; 3 – подвод обессоленной воды; 4 – спуск в дренаж; 5 – выход фильтрата; 6 – подвод регенерационного раствора кислоты; 7 – подвод сжатого воздуха; 8 – средняя дренажная система; 9, 10 – верхняя и нижняя дренажные системы

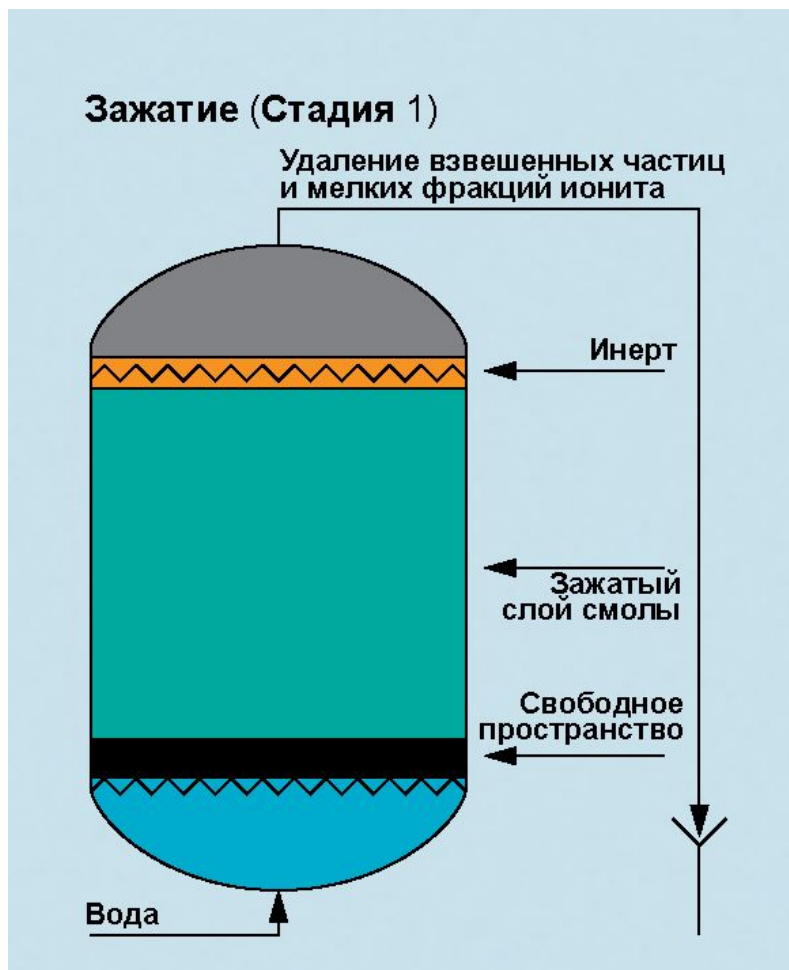


## ФСД с наружной регенерацией

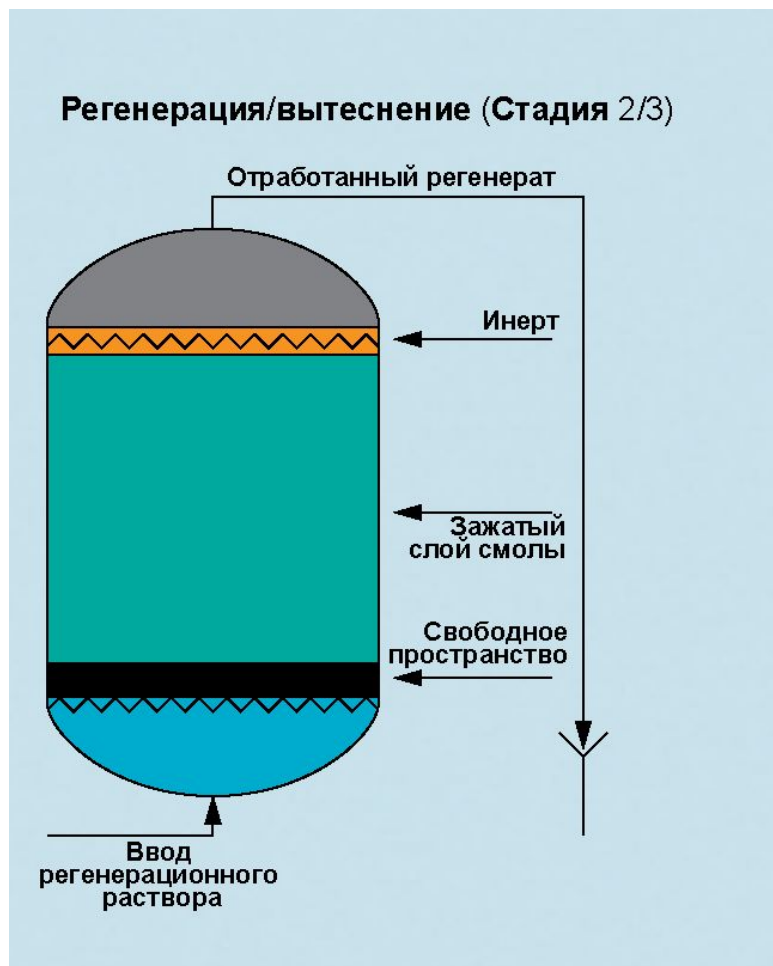


I – фильтр смешанного действия; II – первый фильтр-регенератор; III – второй фильтр-регенератор; 1 – подвод турбинного конденсата на обработку; 2 – отвод очищенного конденсата; 3 – подвод регенерационного раствора  $H_2SO_4$ ; 4 – подвод регенерационного раствора  $NaOH$ ; 5 – подвод сжатого воздуха; 6 – сброс на нейтрализацию стоков; e – конденсат; d – воздух; z – гидрорезагрузка ионитных материалов; z – дренаж; d – задвижка с приводом; e – клапан шланговый; ж – задвижка или вентиль

## 1) уплотнение (зажатие)

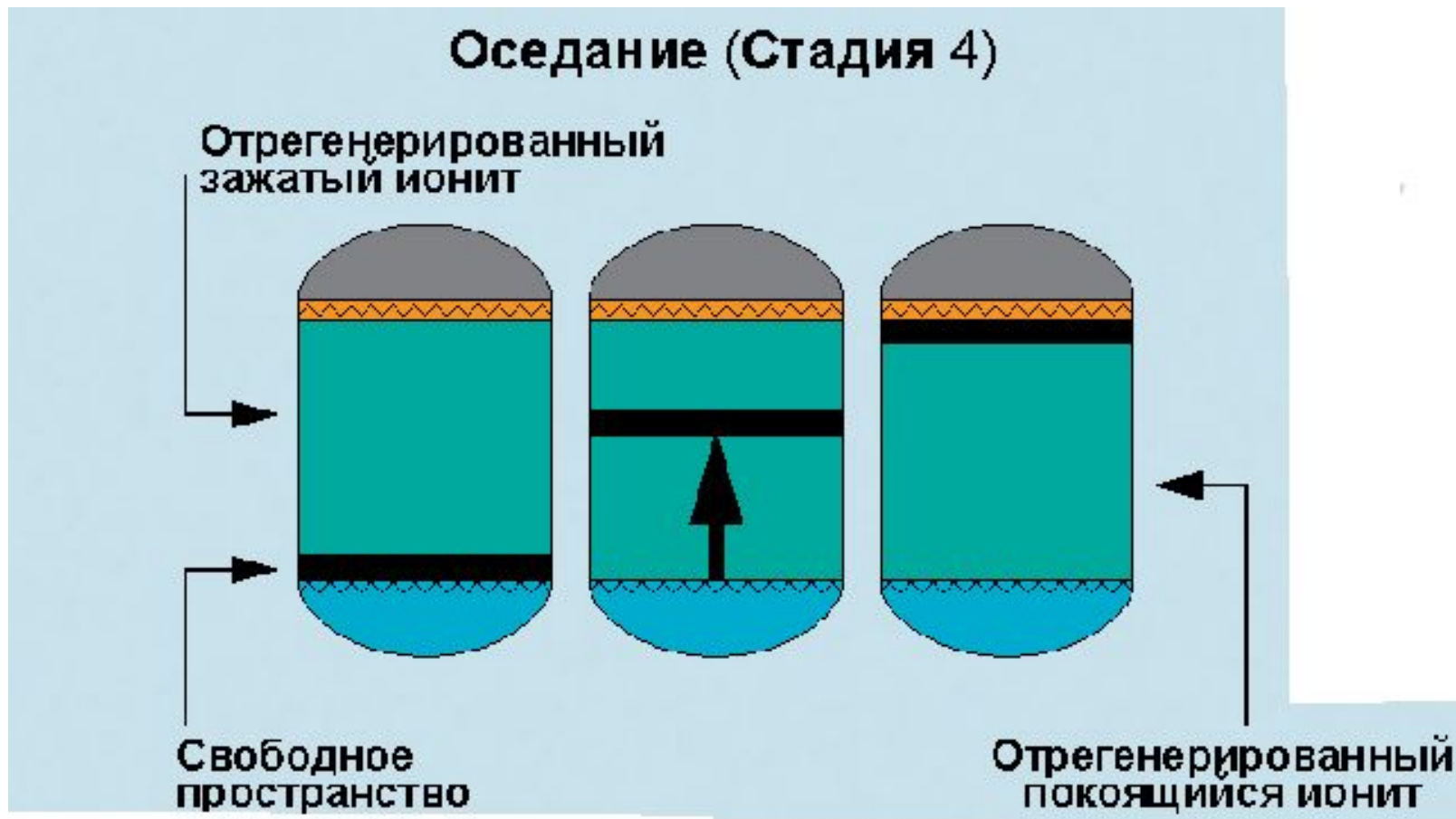


## 2-3) Регенерация, отмывка



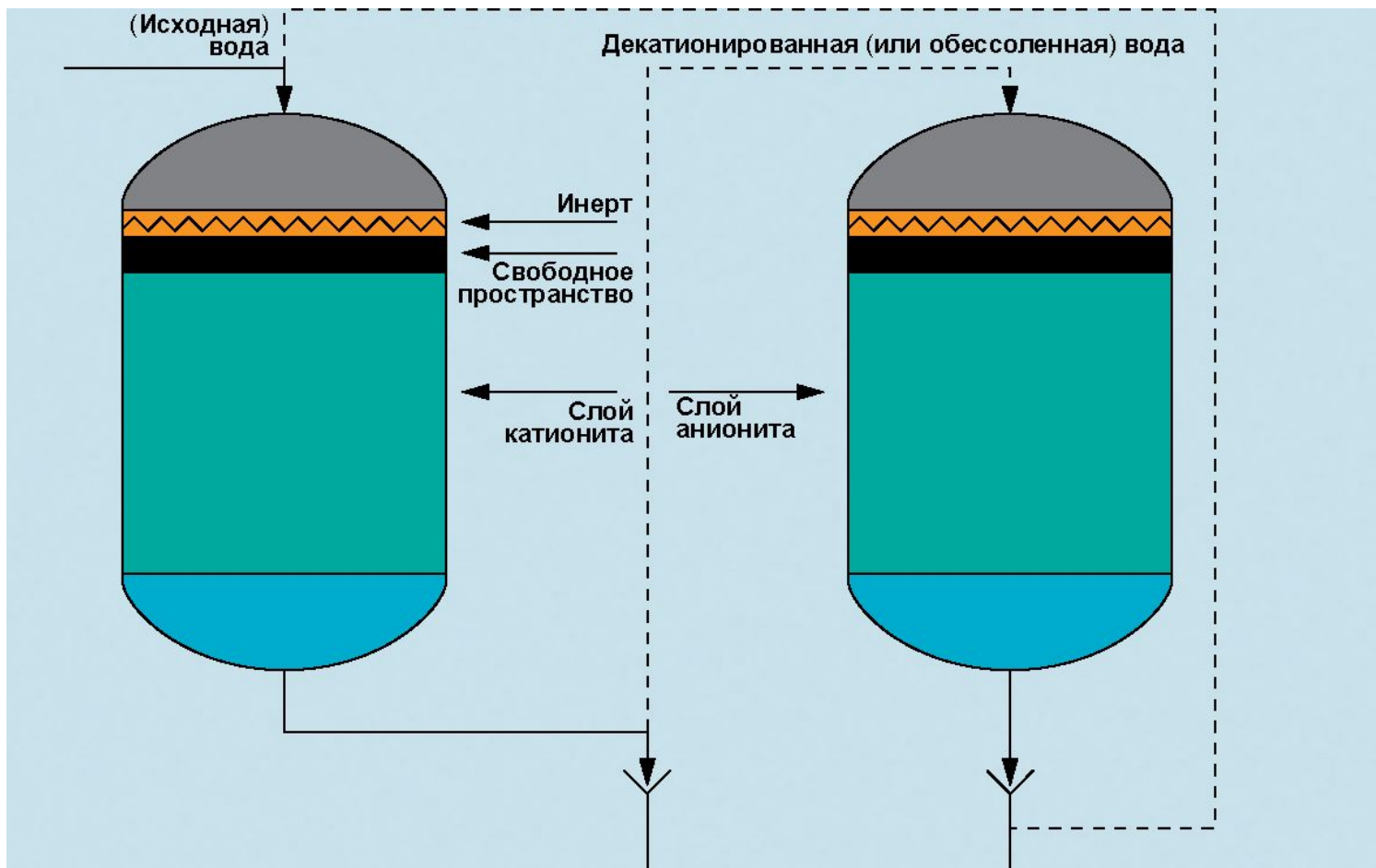


## 4) Осаждение слоя смолы

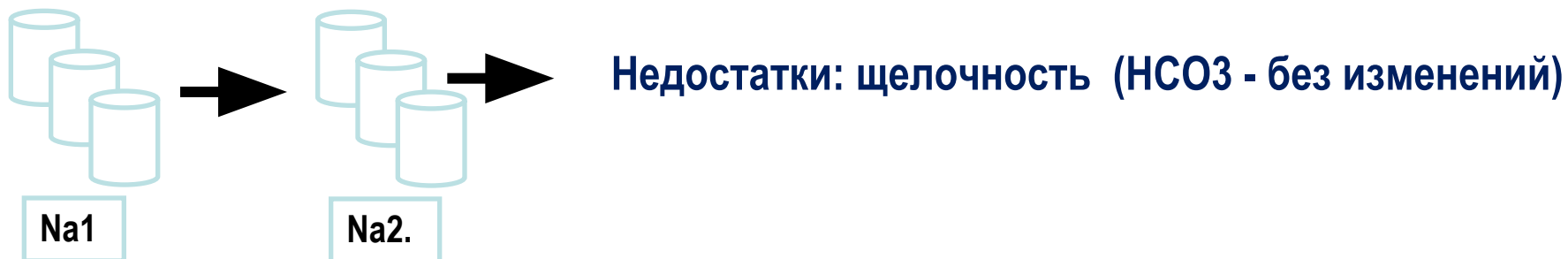


## 5) Финишная быстрая отмывка.

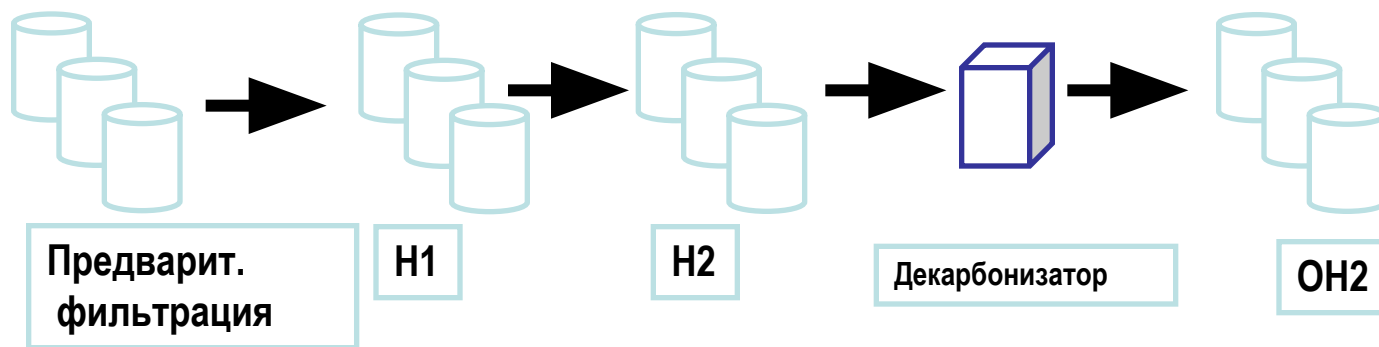
Продолжительность регенерации составляет, как правило, менее 1,5 ч.



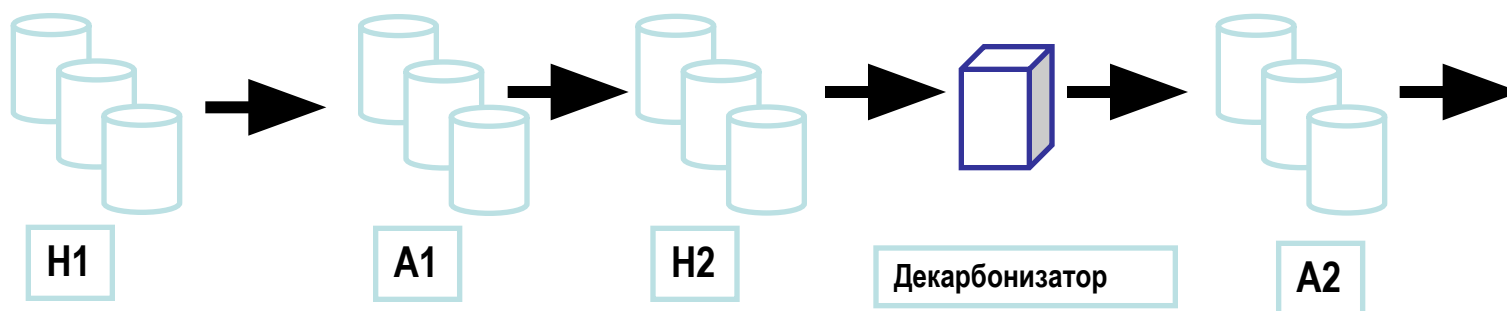
## Na-катионирование (умягчение)



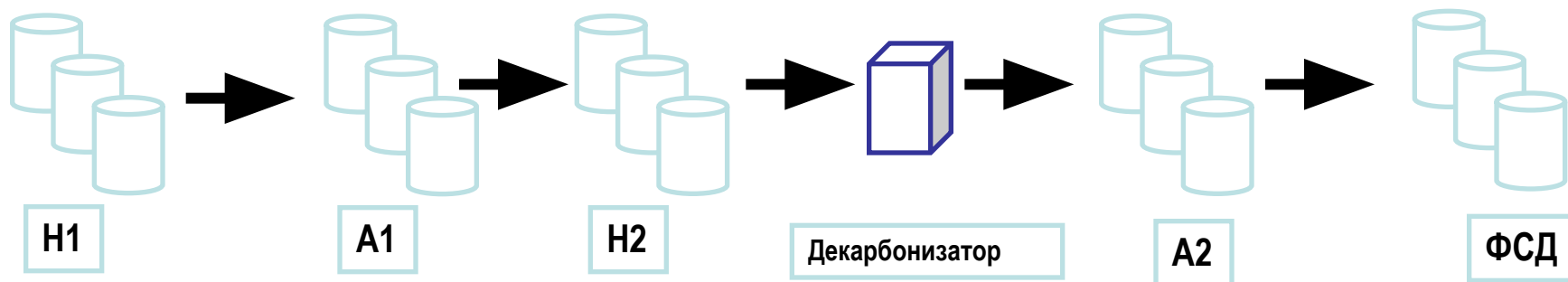
## Частичное обессоливание

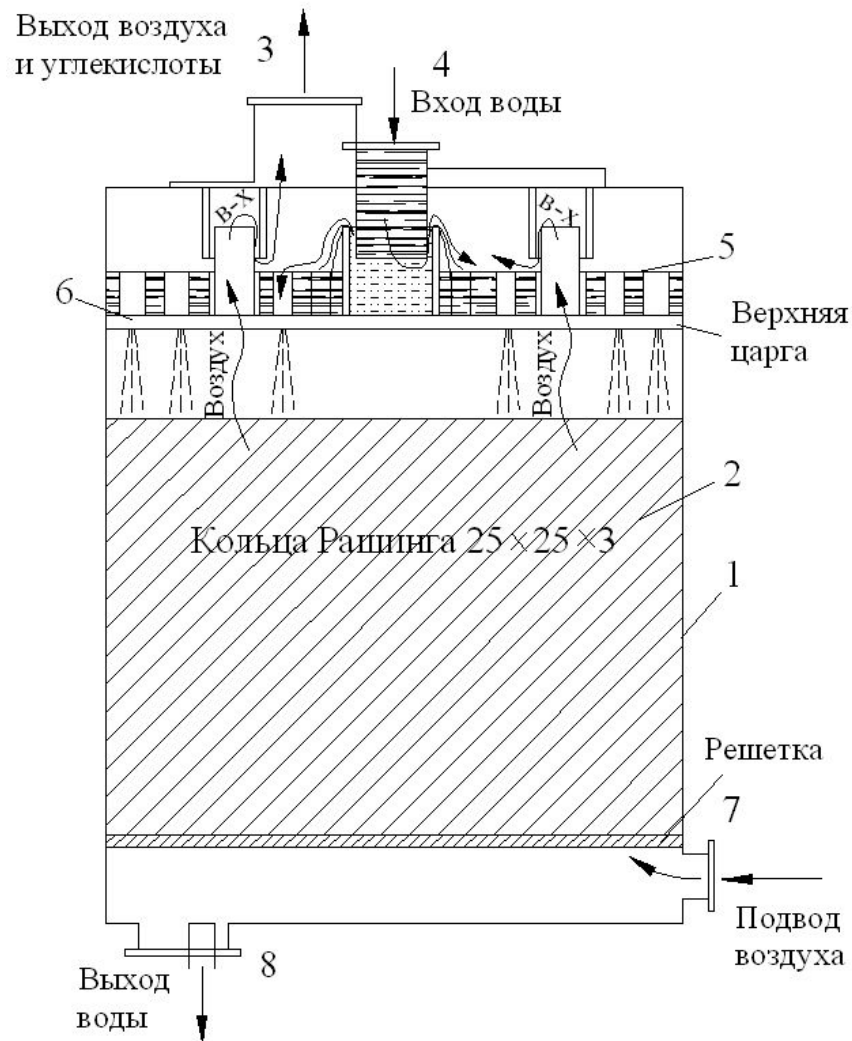


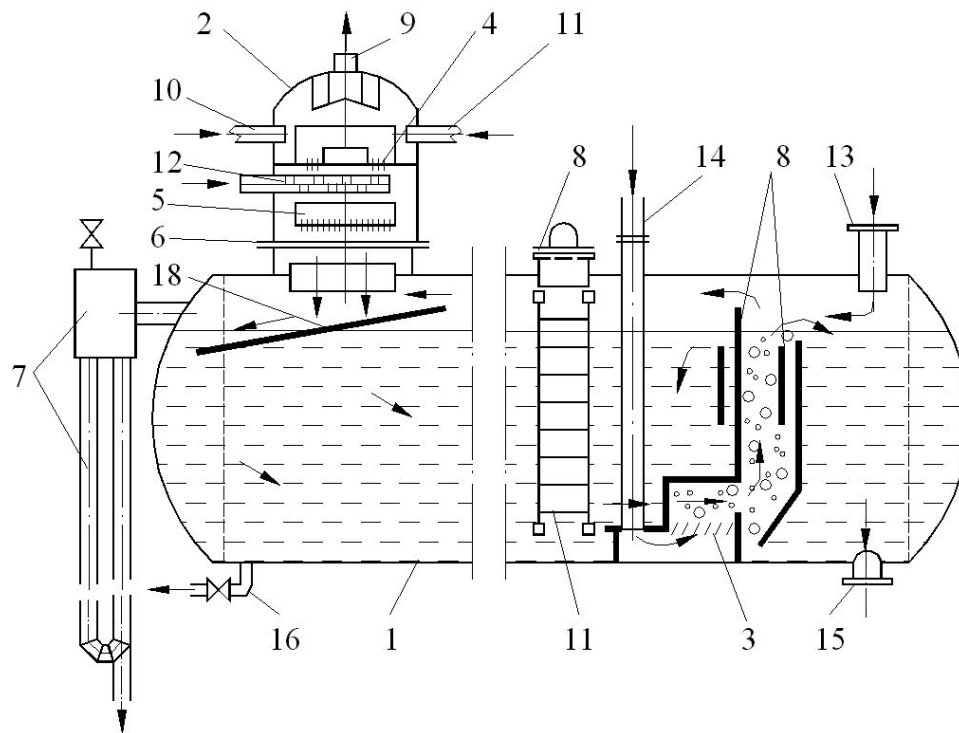
## Глубокое химическое обессоливание



## Полное химическое обессоливание

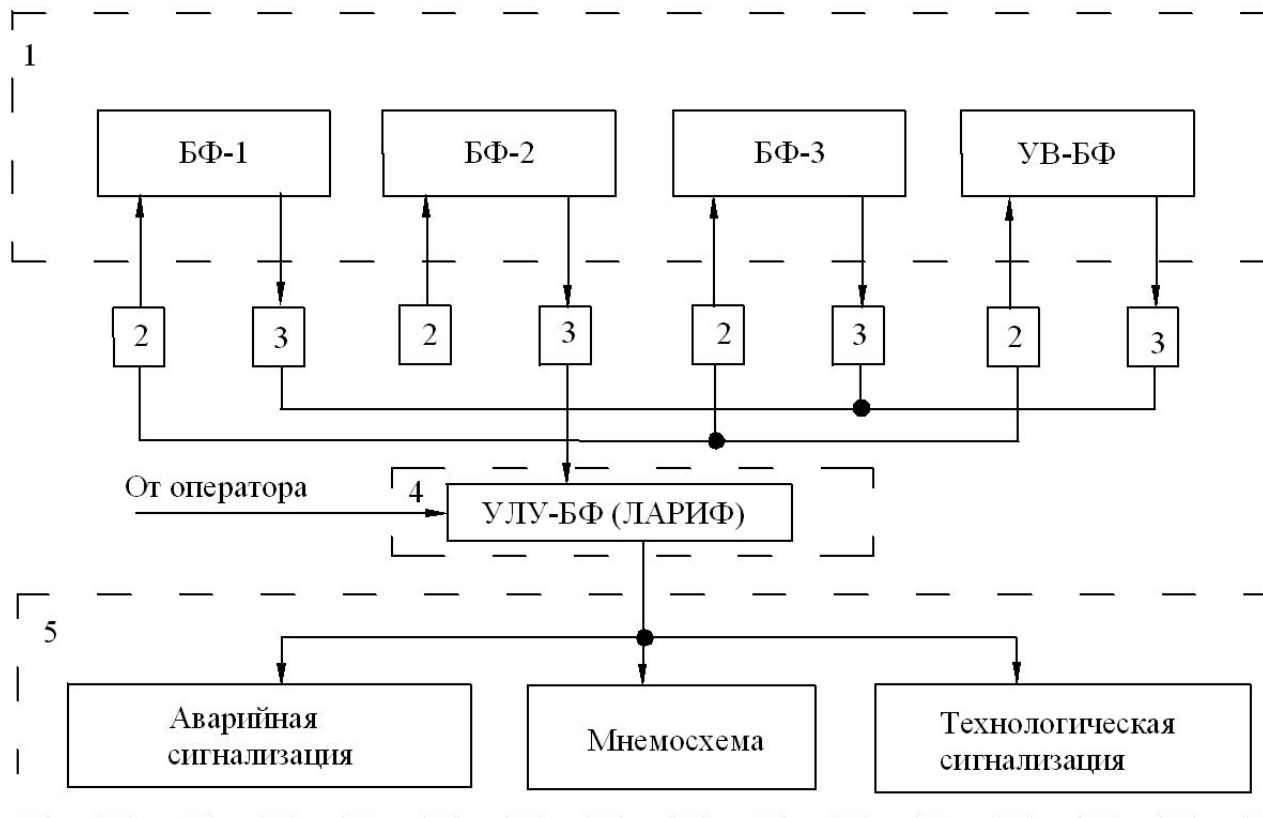






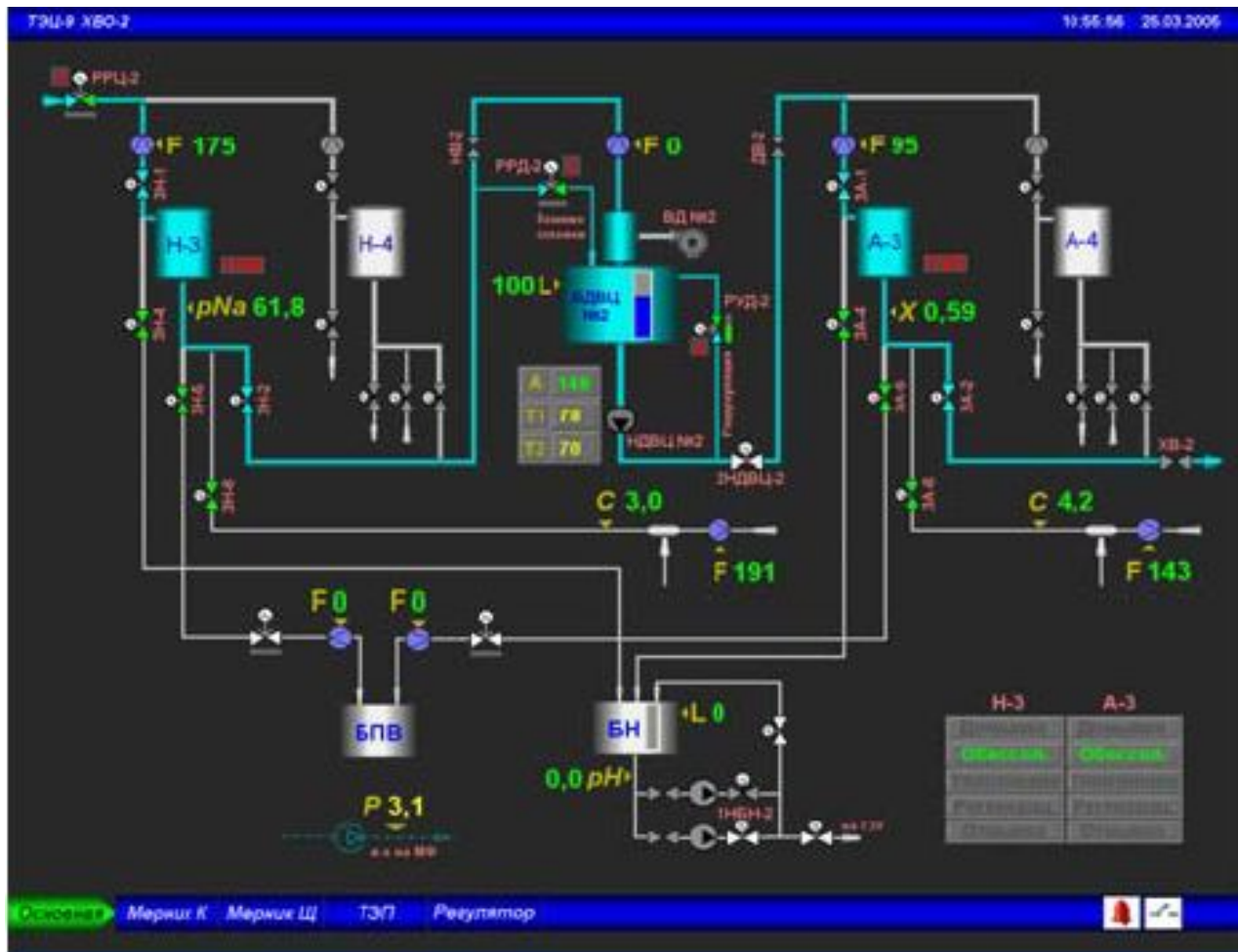
**Струйно-барботажный деаэратор атмосферного давления (ДСА-ДА):**

1 – деаэраторный бак, 2 – деаэрационная колонка, 3 – барботер "домик", 4, 5 – верхняя и нижняя тарелки, 6 – фланцевый разъем, 7 – гидрозатвор-перелив, 9 – отвод выпара в охладитель, 10 – подвод химически обработанной воды, 11, 12 – подвод холодного и горячего конденсата, 13, 14 – подвод основного и барботажного пара, 15 – отвод деаэрированной воды, 16 – опорожнение, 17 – лестница, 18 – направляющий лист



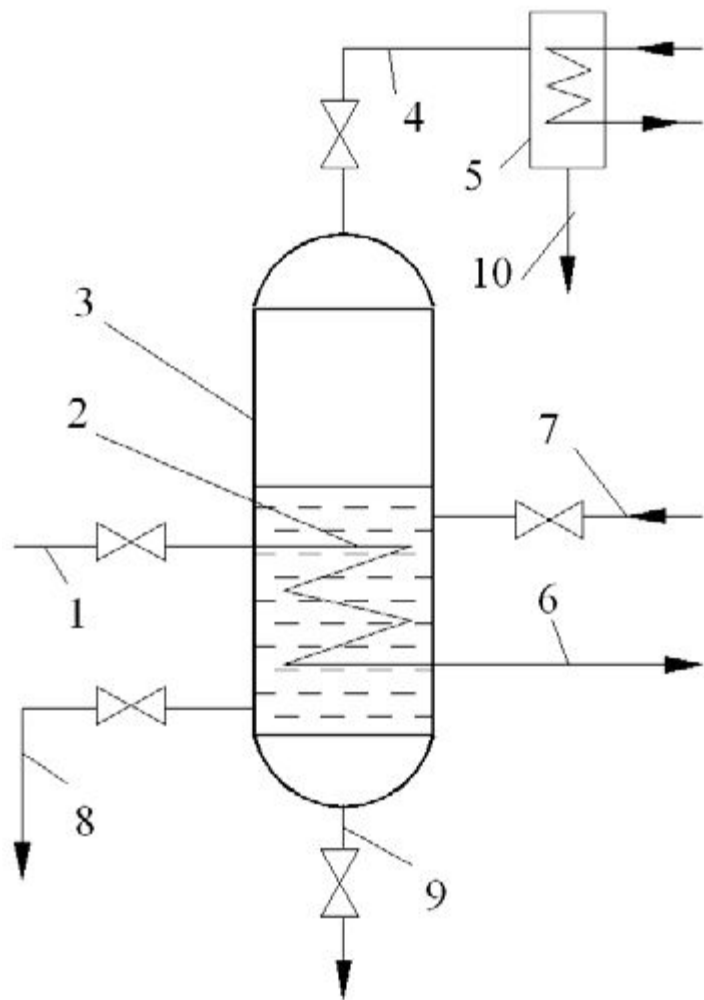
**Структурная схема управления ВПУ с блочным включением фильтров (БФ):**

1 – объект управления; 2 – исполнительные механизмы; 3 – датчики расхода истощения фильтров, концевые выключатели; 4 – устройство логического управления (УЛУ) [логические автоматы регенерации ионитных фильтров (ЛАРИФ)]; 5 – система сигнализации; УВ – узел восстановления



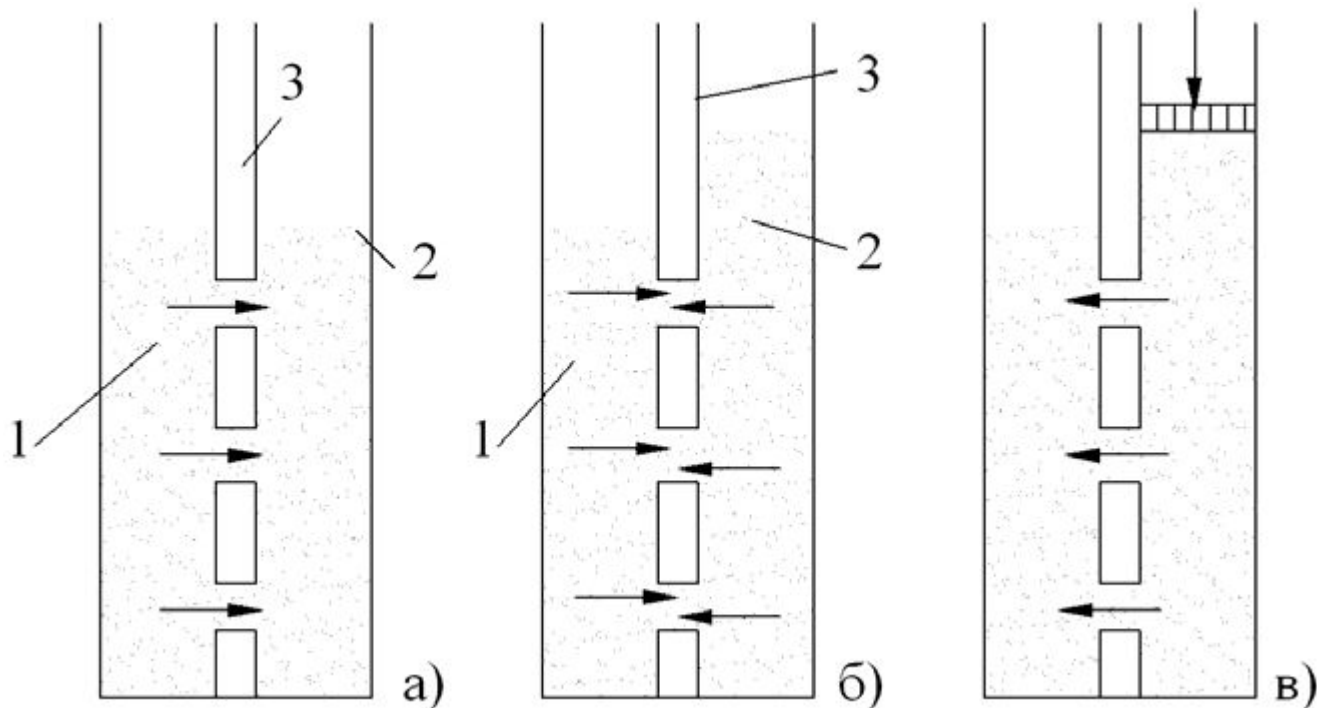






Принципиальная схема испарительной установки:

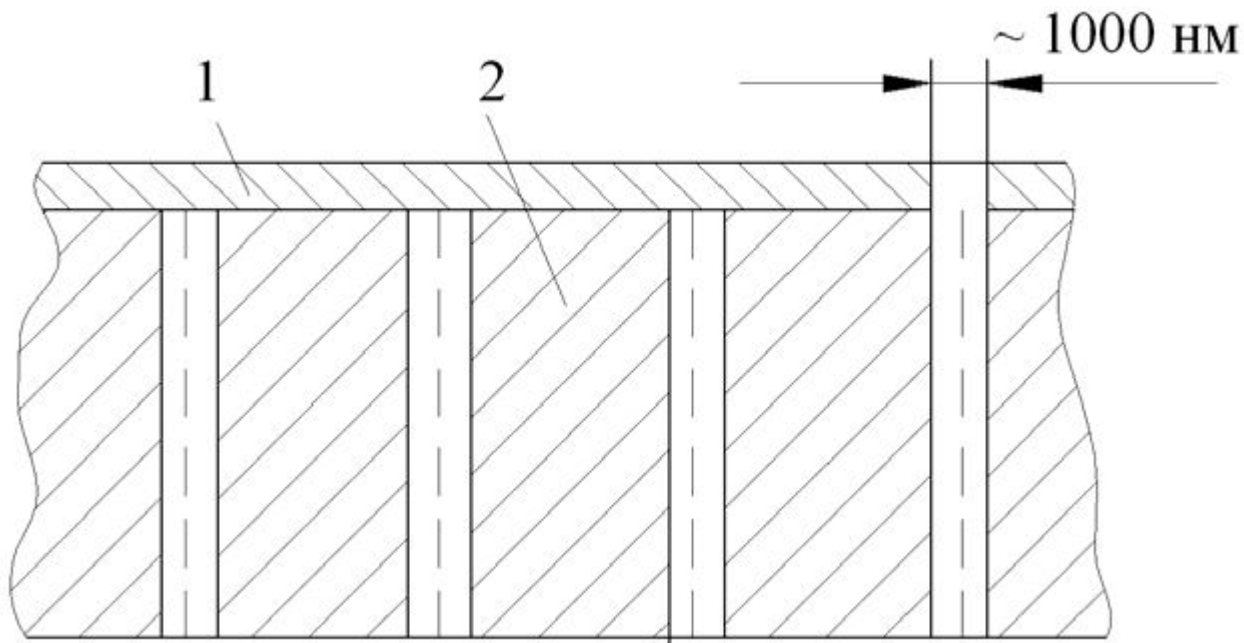
- 1 – линия подвода первичного пара;
- 2 – греющая секция;
- 3 – корпус испарителя;
- 4 – линия отвода образующегося (вторичного) пара;
- 5 – конденсатор;
- 6 – линия отвода конденсата первичного пара;
- 7 – линия подвода питательной воды;
- 8 – линия продувки;
- 9 – линия опорожнения;
- 10 – линия отвода дистиллята



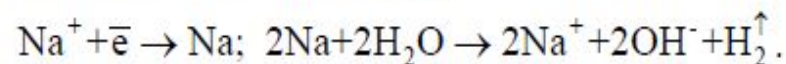
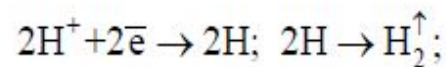
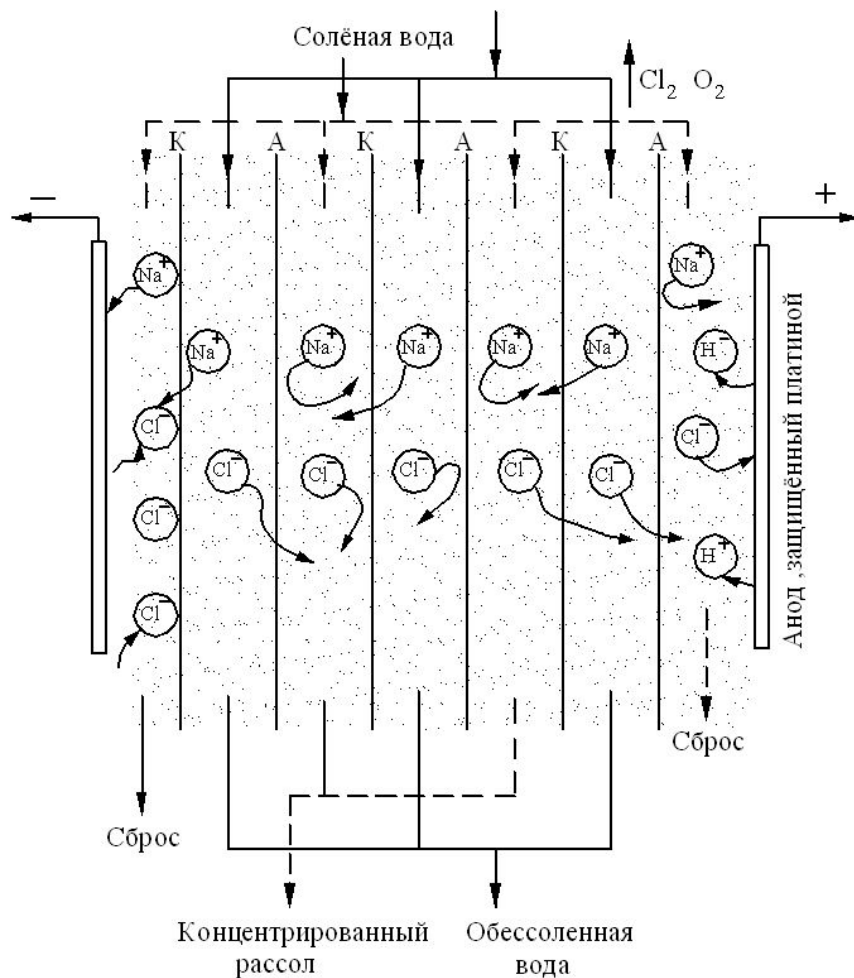
**Принципиальная схема прямого и обратного осмоса:**

**а) начало осмотического переноса; б) равновесное состояние;**

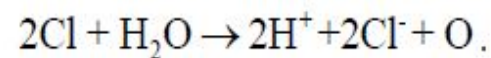
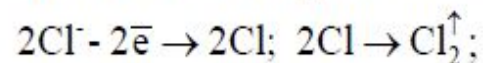
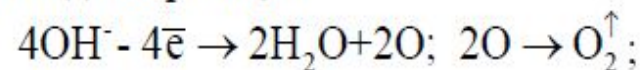
**в) обратный осмос; 1 – пресная вода; 2 – солёная вода; 3 – мембрана**



**Структура ацетилцеллюлозной мембраны:  
1 – активный слой; 2 – поддерживающий слой**



Анодные реакции:



**В октябре 2010 г. введена в эксплуатацию высокотехнологичная установка водоподготовки (ВПУ) нового поколения, позволяющая обеспечить парогазовую установку (ПГУ) глубоко обессоленной водой. Эта система является одной из самых современных в отечественной энергетике, сочетая в себе все три мембранные технологии - ультрафильтрацию, обратный осмос и электродеионизацию.**

**В настоящее время передовыми технологиями подготовки воды являются противоточные ионообменные технологии и интегрированные мембранные технологии (ИМТ). Выбор был сделан в пользу последних. Данные технологии имеют определенные преимущества по сравнению с ионообменными технологиями:**

- отсутствие необходимости возведения и эксплуатации обширного реагентного хозяйства токсичных веществ;
- отказ от применения значительных количеств концентрированных кислоты и щелочи;
- экономия затрат на реагенты и ионообменные смолы;
- отсутствие необходимости нейтрализации значительных количеств засоленных агрессивных стоков;
- автоматизация процессов и автоматический химический контроль;
- минимальное количество персонала.



**Установка сочетает в себе все три вида мембранных технологий: ультрафильтрацию, обратный осмос и электродеионизацию.**

**Водоподготовительная установка, предназначенная для восполнения потерь в пароконденсатном тракте энергоблока, работает по следующей схеме:**

**очистка на самопромывных дожимных фильтрах, бак исходной воды, насосы исходной воды, осветление на установках ультрафильтрации, баки осветленной воды, насосы осветленной воды, первая ступень обессоливания на УОО, бак частично-обессоленной воды, насосы частично-обессоленной воды, дообессоливание частично-обессоленной воды на установке электродеионизации.**

**После обессоливания вода поступает в бак запаса конденсата энергоблока (БЗК).**

**Проектная производительность по обессоленной воде составляет 45 м<sup>3</sup>/час.**

**Для приготовления обессоленной воды на установке обессоливания в качестве исходной воды используется вода из водопровода г. Санкт-Петербурга и конденсат из котлового оборудования.**

**Исходная вода с температурой 20-25°C подается на ВПУ и через самопромывные фильтры поступает в бак исходной воды. Перед баком исходной воды в трубопровод вводится щелочь для корректировки pH.**



Из бака исходной воды вода поступает на УУФ. Установка ультрафильтрации предназначена для предварительной очистки исходной воды от взвешенных частиц, микроорганизмов и органических соединений, снижения мутности и получения воды с коллоидным индексом менее 3. На УУФ происходит снижение мутности до 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, окислов железа до 0,05-0,1 мг/дм<sup>3</sup>, органических веществ до 3-5 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, взвешенных веществ до 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. Метод ультрафильтрации основан на очистке исходной воды под давлением 1,5-2,0 кгс/см<sup>2</sup> на ультрафильтрационных мембранах с размерами пор 0,005-0,05 мкм

**Загрязнения остаются на мембранах, а отфильтрованная вода подается в бак осветленной воды. Периодически по мере загрязнения мембран производят их очистку водой с реагентами.**

**Исходная вода на мембранах установки ультрафильтрации освобождается от коллоидных частиц, мелкодисперсной взвеси и по трубопроводу сливается в два бака осветленной воды (БОВ).**

**Из БОВ ультрафильтрованная вода насосами обратной промывки (НОП-1,2) подается на промывку мембран ультрафильтрации. Сброс промывочной воды предусмотрен в бак сбора дренажей (БСДр). Также из БОВ вода насосами НОС-1,2 подается по трубопроводу на установку обратного осмоса. Из БОВ осветленная вода насосами НОС-1-2 подается по трубопроводу на установку обратного осмоса.**





**Установка обратного осмоса предназначена для очистки воды от микроорганизмов, органических соединений и солей тяжелых металлов, при этом на 97,5-98,5% удаляются соли одно- и многовалентных ионов. Метод обратного осмоса основан на подаче исходной воды под давлением 10-18 кгс/см<sup>2</sup> на осмотические мембраны с размерами пор менее 0,005 мкм. При этом происходит разделение потоков на поток с частично обессоленной водой (пермеат) и поток с повышенным солесодержанием (концентрат). Периодически по мере загрязнения мембран производят их очистку водой с реагентами.**

**После установки обратного осмоса пермеат сливается в бак частично-обессоленной воды (БЧОВ).  
Концентрат установки обратного осмоса по трубопроводу сливается в бак сбора концентрата БСК. После заполнения БСК концентрат подается в бак сбора дренажей.**

**Пермеат из БЧОВ насосами подается на установки электродеионизации для доочистки пермеата до требуемых норм качества обессоленной воды.**

**После установки обратного осмоса пермеат сливается в бак частично обессоленной воды (БЧОВ). Пермеат из БЧОВ насосами подается на установки электродеионизации (УЭДИ) для доочистки пермеата до требуемых норм качества обессоленной воды.**



**Установка электродеионизации непрерывно очищает воду посредством процесса электродеионизации, который основан на электрохимических ионно-обменных реакциях. Ионно-обменная смола внутри модуля (стэка) EDI удаляет катионы и анионы из исходной воды, причем протекающий через модуль электрический ток непрерывно регенерирует ионно-обменную смолу**

**Непрерывная регенерация позволяет модулю производить высококачественную воду без периодических регенераций, требуемых обычному ионно-обменному оборудованию. Очищаемая питающая вода протекает через камеры фильтрата, которые содержат катионную и анионную обменную смолу. Ионно-обменная смола удаляет загрязнения из воды, производя высококачественную воду на выходе из модуля.**

**Постоянный ток прикладывается поперек камер в модуле за счет расположения катода на одном конце модуля и анода на другом. Катод притягивает катионы из ионно-обменной смолы, а анод притягивает анионы. Ионная миграция имеет место по мере того, как ионы движутся через смолу в направлении соответствующих электродов. В камере концентрата движение ионов управляется электрическим потенциалом через ионно-обменные мембраны (ионы задерживаются мембранами).**



**Получаемый фильтрат с УЭДИ направляется в бак запаса конденсата (БЗК), концентрат поступает в баки осветленной воды для повторного использования. При получении фильтрата с УЭДИ неудовлетворительного качества вода сбрасывается в БЧОВ для повторной очистки.**

**Качество обессоленной воды, получаемой после ВПУ:**

- электропроводность -  $<0,2$  мкСм/см;**
- жесткость общая -  $<1,0$  мкг-экв/дм<sup>3</sup>;**
- содержание кремнекислоты -  $<20$  мкг/дм<sup>3</sup>;**
- содержание натрия -  $<10$  мкг/дм<sup>3</sup>;**
- содержание железа -  $<20$  мкг/дм<sup>3</sup>;**
- содержание общего органического углерода -  $0,2$  мг/дм<sup>3</sup>.**

**Установка работает в автоматическом режиме на базе Sinematic.**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**