

B



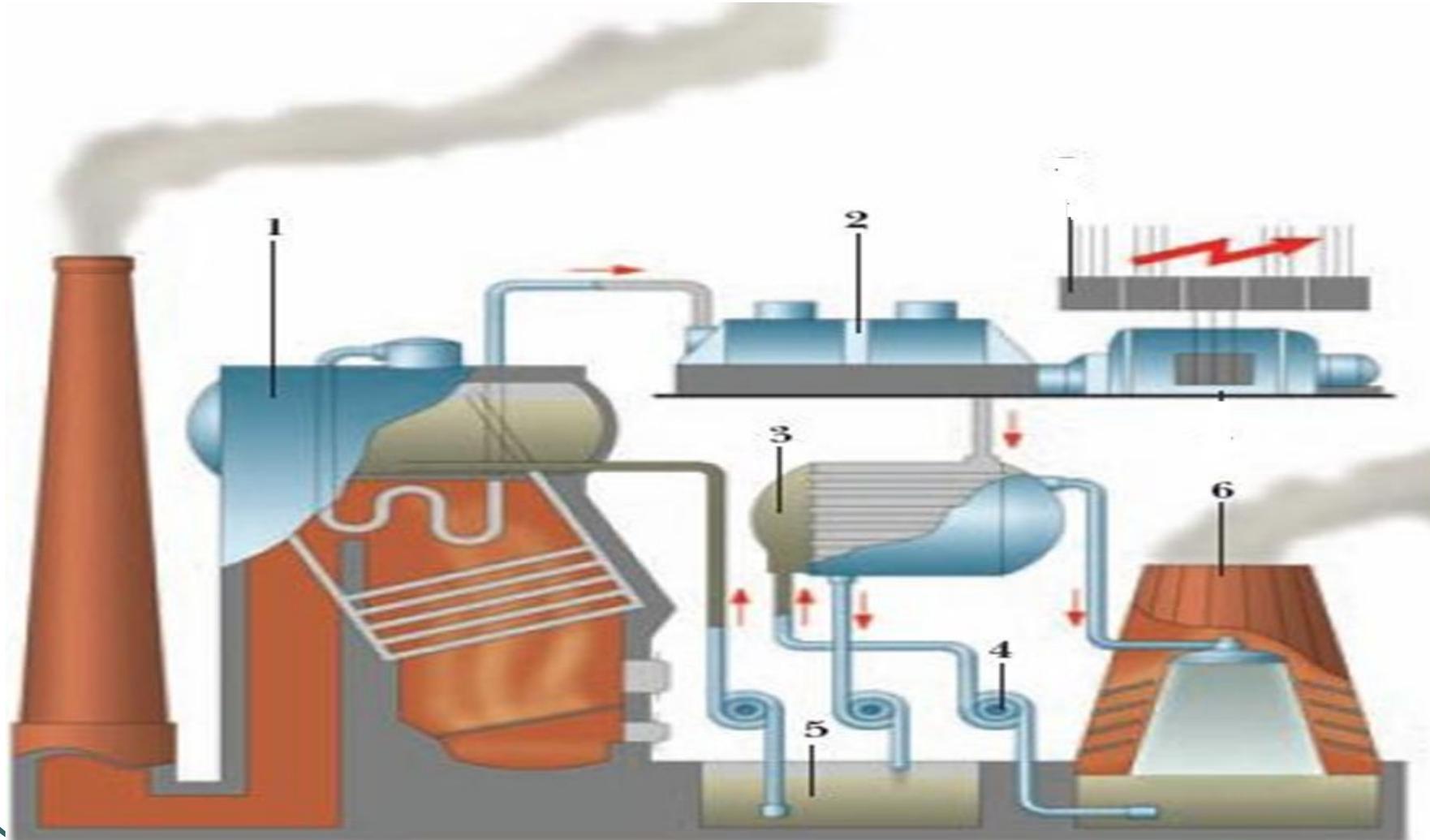
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Фрог Б.Н. Водоподготовка: учебн.пособие/ Б.Н.Фрог,А.П. Левченко.–М.:Изд-во МГУ, 1996.– 680с.
- 2. Журба М.Г. Водоснабжение, Проектирование систем и сооружений: учеб.пособие. – Изд.2, перераб. И допю. / М.Г. Журба, Л.И.Соколов, Ж.М. Говорова.– М.: изд-во АВС, 2004. – 496с.
- 3. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения;
- 4. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике.: Учебное пособие для вузов.– 2-е изд., стереот.– М.: Издательский дом МЭИ, 2006.– 309с.: ил.
- 5. Иванов В.Г. Водоснабжение промышленных предприятий. Учебное пособие. СПб: ПГУПС, 2003.
- 6. Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02–84*);
- 7. Шранов В.И., Сивухин М.А. Декарбонизаторы водоподготовки тепловых установок и систем теплоснабжения. М.: АСВ, 2002г.

- Умягчение воды УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ
- Обессоливание ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ
- Методы ионитового обессоливания
- ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗОМ.
- **продолжение** Слайд 210
- ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ ОБРАТНЫМ ОСМОСОМ.
- Кристаллизационный метод опреснения воды (замораживание).
- ГЕЛИООПРЕСНЕНИЕ УДАЛЕНИЕ ИЗ ВОДЫ
- УДАЛЕНИЕ ИЗ ВОДЫ РАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ.

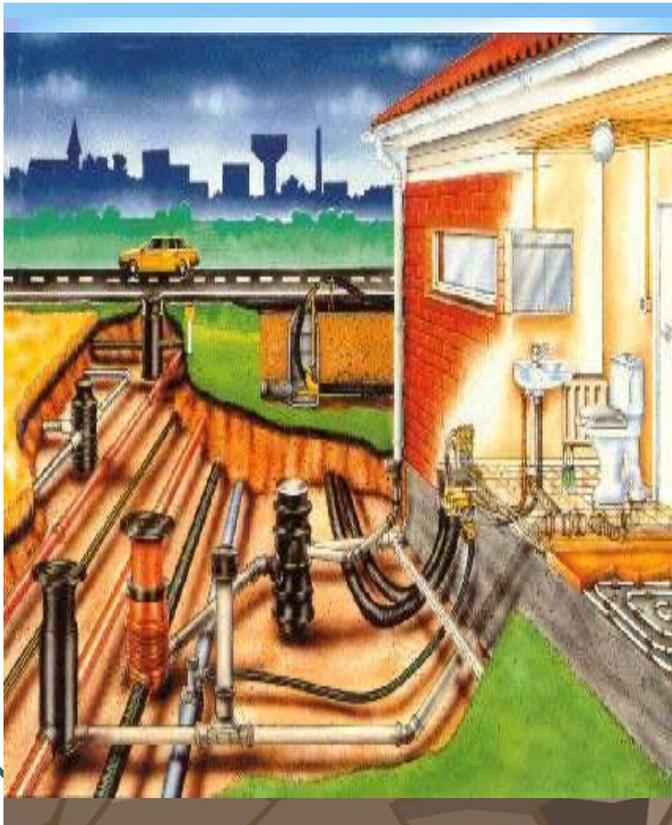


- Оборудование ТЭЦ
- 1.паровой котел; 2.паровая турбина;3.коденсатор;4.насосы;
- 5.конденсатный бак;6.резервуар для обработанной воды



1.1. ИСТОЧНИКИ ВОДЫ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ.

Источниками воды для теплоэнергетики являются:



- поверхностные воды (реки и озера);
- подземные воды (скважины);
- морская вода;
- городской (поселковый) водопровод.

Природная вода является исходным сырьем и используется после соответствующей обработки для следующих целей:



- **в качестве исходного вещества для получения пара в котлах, парогенераторах, испарителях, паропреобразователях;**
- **для охлаждения различных аппаратов и агрегатов ТЭС и АЭС;**
- **в качестве теплоносителя в тепловых сетях и системах горячего водоснабжения**

2. В теплоэнергетике вода бывает .

Природная (техническая) вода используется в качестве исходного сырья на водоподготовительной установке, а так же для других целей на ТЭЦ и АЭС;

Питательная вода подается в котлы, парогенераторы или реакторы для замещения испарившейся воды и представляет собой главным образом смесь турбинного и возвратного конденсат, добавочную воду.

Добавочная вода направляется на контур для восстановления потерь пара и конденсата после обработки ее с применением физико-химических

Возвратный конденсат от внешних потребителей пара и используется после очистки от внесенных загрязнений.

Турбинный конденсат — основная составляющая питательной воды содержащей незначительное кол-во растворенных и взвешенных примесей (глина, песок и тп.)

Природная (техническая) вода используется в качестве исходного сырья на водоподготовительной установке, а так же для других целей на ТЭЦ и АЭС;

Котловая вода, вода карогенератора вода находящаяся в указанных агрегатах.

Охлаждающая или циркуляционная вода используется в конденсаторах паровых турбин для конденсации отработавшего пара.

Подпиточная вода подается в тепловые сети для восстановления потерь циркулирующей воды.

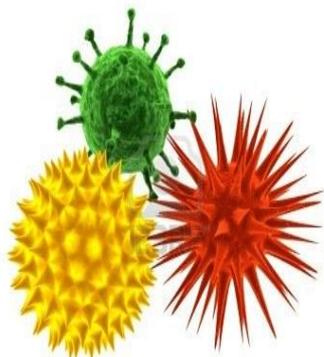
II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ

- **В состав природных вод входят:**
 - соли, органические вещества, газы, взвешенные вещества (частицы глины, песка и известковые частицы), бактерии и вирусы.
- **Свойства воды определяется ее качеством т.е. концентрацией отдельных примесей.**

Показатели качества ВОДЫ

Физические – температура, взвешенные вещества, цветность, запах, вкус и др.

Химические – жесткость, щелочность, активная реакция, окисляемость, сухой остаток, растворенные газы и др.



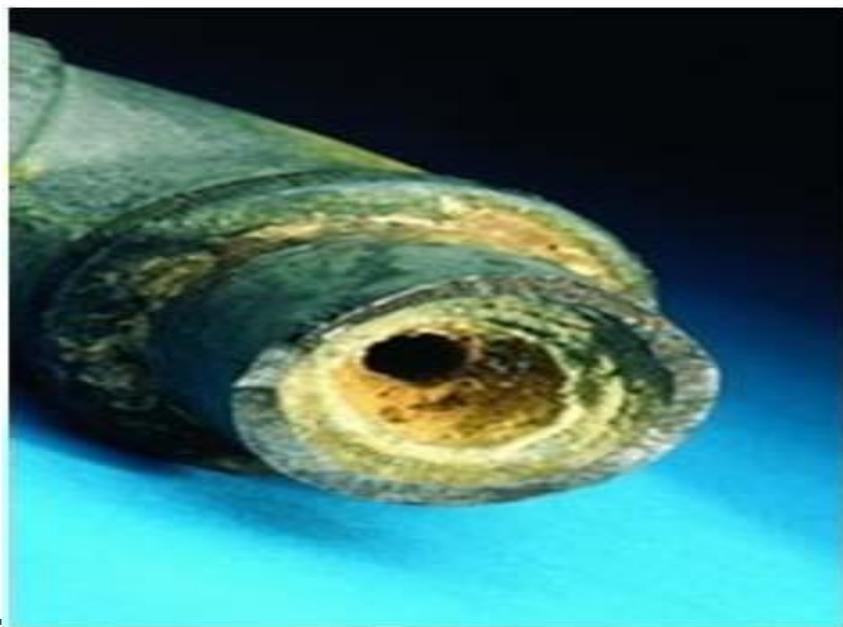
Бактериологические – общее количество бактерий, вирусов и тд.



II. 1. ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДЫ.

ЖЕСТКОСТЬ

- ЖЕСТКОСТЬ – суммарная концентрация ионов кальция и магния в воде и выражается в эквивалентных единицах (мг-экв\л).



ЖЕСТКОСТЬ

Не карбонатная жесткость

Карбонатная - называют часть общей жесткости, с содержанием в воде бикарбонатов и карбонатов кальция и магния $[(\text{HCO}_3)_2]$ и $\text{CO}_3]$.

Общая
состоит из карбонатной и некарбонатной жесткости

часть общей жесткости, равная разности между общей и карбонатной жесткостями и содержит в воде, главным образом – сульфаты и хлориды кальция и магния и в меньшей мере – нитратов и силикатов кальция и магния.
[$\text{SO}_4, \text{Cl}_2, \text{SiO}$].

- Жесткость природных вод :
- малая – $J_0 < 1,5$ мг-эк\л;
- средняя – $J_0 = 1,5 – 3,0$ мг-эк\л;
- повышенная – $J_0 = 3,0 – 6,0$ мг-эк\л;
- высокая – $J_0 = 6,0 – 12,0$ мг-эк\л;
- очень высокая – $J_0 > 12,0$ мг-эк\л;

Карбонатная жесткость - бикарбонаты и карбонаты:

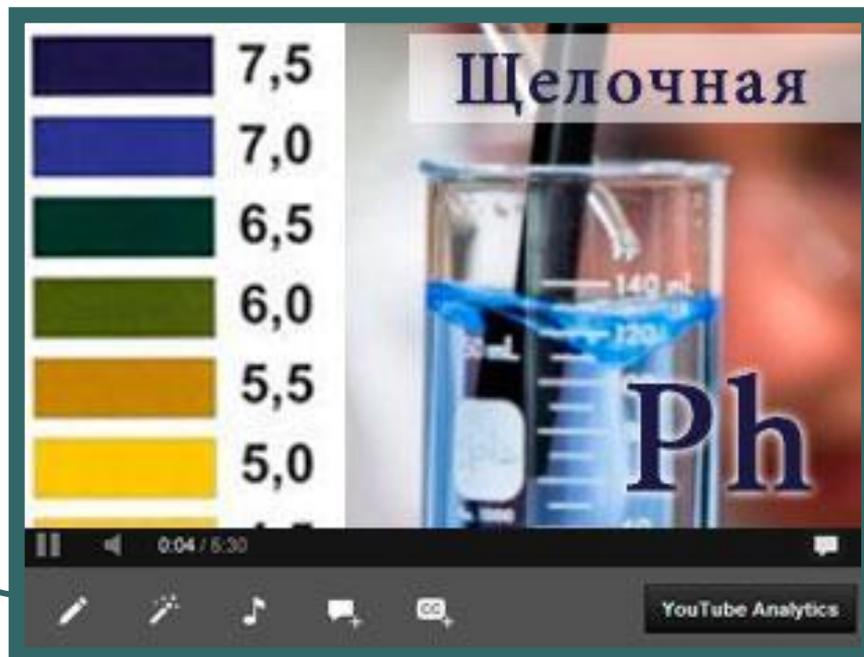
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – бикарбонат кальция
- $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ – бикарбонат магния.
- Ca CO_3 – карбонат кальция
- Mg CO_3 – карбонат магния

Не карбонатная жесткость – сульфаты и хлориды в меньшей мере нитраты и силикаты

- **CaSO_4 – сульфат кальция**
- **Ca Cl_2 – хлорид кальция**
- **Mg SO_4 – сульфат магния**
- **Mg Cl_2 – хлорид магния**
- **$\text{Na}_2 \text{CO}_3$ – сода, $\text{Na}_2 \text{SO}_4$ – сульфат натрия, $\text{Na}(\text{HCO}_3)^2$ – бикарбонат натрия, 2NaOH – гидроокись натрия (сода известковая).**

ЩЕЛОЧНОСТЬ

- **Щелочность** – сумма содержащихся в воде гидроксильных ионов OH^- и анионов слабых кислот (на приме угольной HCO_3^- CO_3^{2-}) мг-эквл.





pH – активная реакция

pH изменяется от 0 до 14

pH < 7 кислая среда

вода содержит агрессивную углекислоту и разрушающе действует на металл и бетон

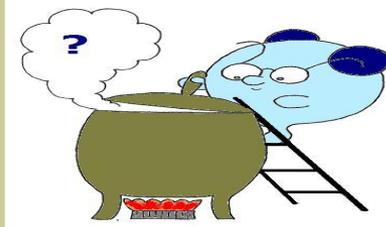
pH > 7 щелочная

вода способна к отложению карбонатов кальция.

pH = 7 нейтральная

примером может служить питьевая вода

ОКИСЛЯЕМОСТЬ



Окисляемость это содержание в ней органических и некоторых легко окисляющихся неорганических примесей (сероводород, закисное железо).

Окисляемость вызывает вспенивание воды в котлах.

- при повышенной окисляемости воды**

возможно развитие органических обрастаний

в охлажденной воде теплообменных аппаратов

РАСТВОРЕННЫЕ ГАЗЫ

Углекислота, кислород, сероводород.



Углекислота

в воде газ CO_2 и не
молекулы H_2CO_3



• бикарбонат ионов –

• карбонат ионов –

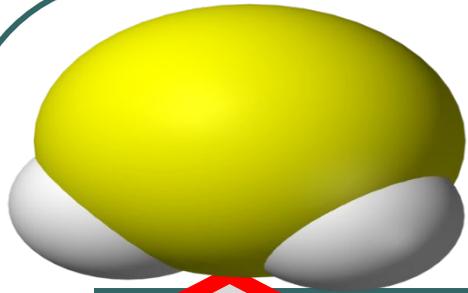
При pH ниже 4,5 все углекислотные соединения присутствуют только в виде свободной углекислоты CO_2 , при pH 8,5 только в виде бикарбонат ионов HCO_3^-

Кислород

Кислород растворенный в воде, вызывает коррозию трубопроводов, теплосетей и теплообменных аппаратов.

- Кислород попадает в воду при соприкосновении с атмосферным воздухом.





Сероводород

H_2S –
свободный
сероводород



свободный

Толстый
соединения
природный
сероводород

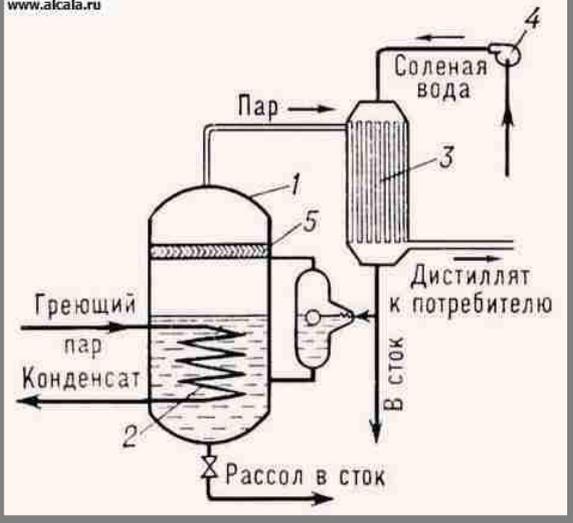


СУХОЙ ОСТАТОК

- Содержание в природных водах солей, о которых можно судить по кол-ву сухого остатка и потерь массы при прокаливании.

В
П
К
В
Д

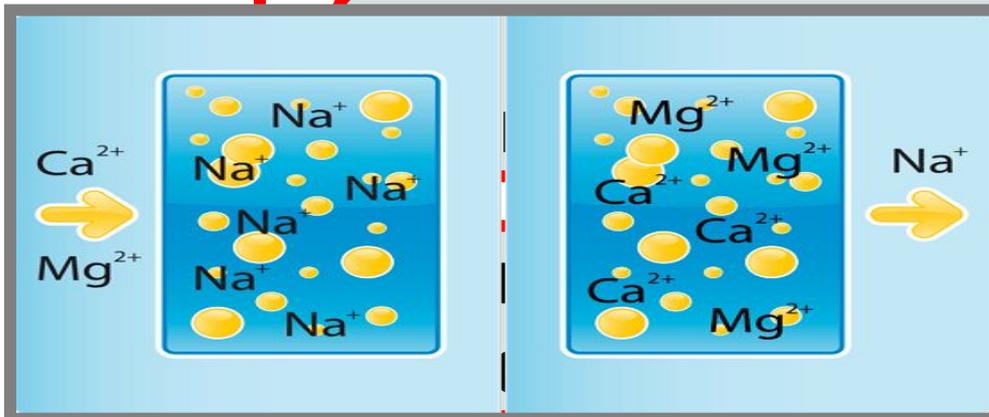




ВЫВОД



большинства перечисленных
 следующие методы
 удаления солей жесткости
 применяют метод умягчения
 вода;



растворимых солей
 под обессоливания;

растворенных
 сорбции.

Требования предъявляемые техническими потребителями воды :

**1. паросиловые установки, котлы
высокого**

и сверх высокого давления-

присутствие даже незначительное кол – ва примесей может привести к аварии и к длительному выходу из строя аппаратов;

2. к качеству питательной воды

– требуется удаление из исходной воды примесей, растворенных солей.

3. для горячего водоснабжения через тепловые сети-

используется вода хозяйственно питьевого назначения, качество которой определено Сан Пин.

4.прямоточные котлы –

требуют практически полное обессоливание.



Классификация методов умягчения.

Снижение жесткости воды может быть достигнуто одним из следующих способов:

комбинацией перечисленных методов (термический с реагентно-катионитовым).

Величина жесткости строго лимитируется:

1. **В питательной воде котлов** т.к. кальций и магний относятся к числу накипеобразующих катионов и способны отлагать накипь на стенках котлов.
Это приводит снижению качества вода , а иногда и к авариям;
2. **В добавочной воде оборотных систем водоснабжения**, т.к. повышенная карбонатная жесткость также может быть причиной отложения кальция в теплообменных аппаратах и в охлаждающих устройствах (градирни);
3. **Жесткость питьевой воды** не должна превышать 7 мг\л (ГОСТ 28740-082);
4. На отдельных видах производств к технологической воде предъявляются требования глубокого ее умягчения т.е. **до 0,05....0,01 мг-экв.\л.**

Выбор метода умягчения.

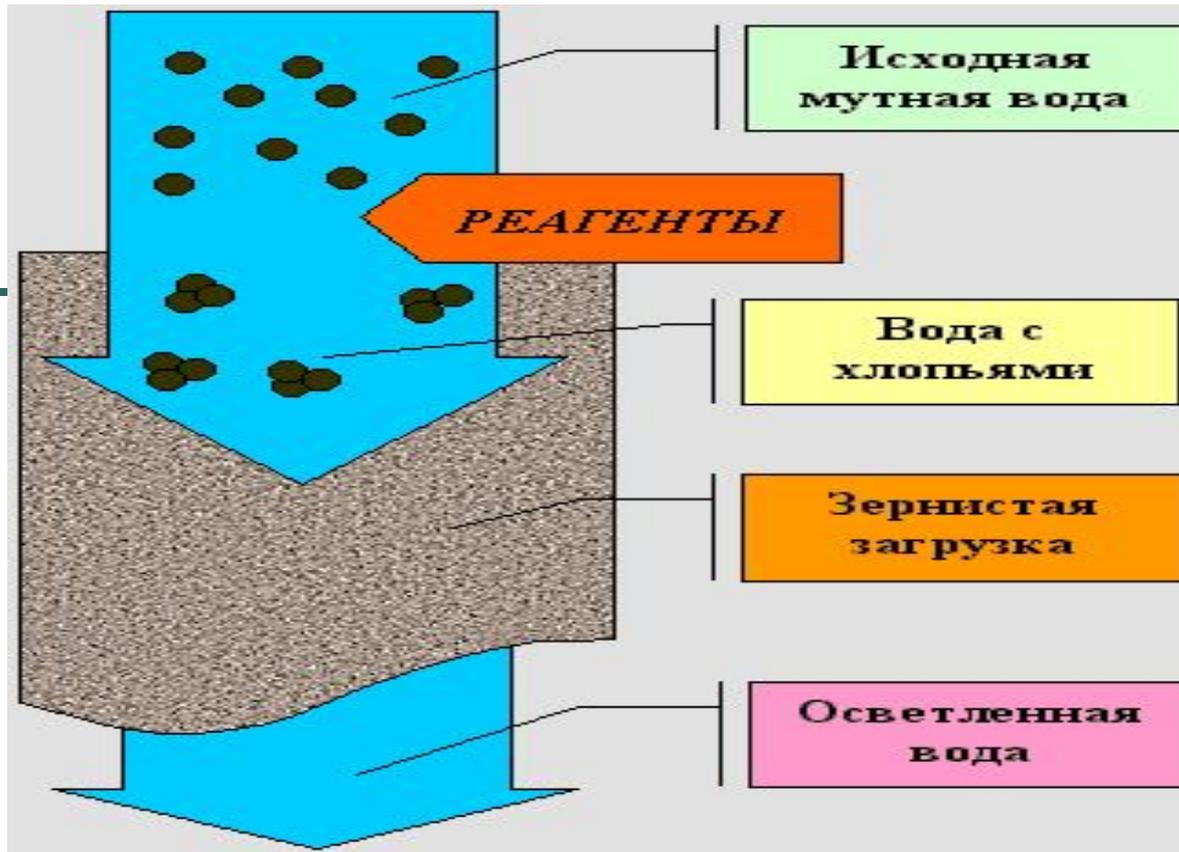
В соответствии с рекомендациями СНиП 2.04.02.-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» при умягчении:

- – подземных вод следует применять **ионообменные** методы;
- – при умягчении поверхностных вод, когда одновременно требуется и осветление воды применяют **известковый** метод или **известково-содовый**;
- – при глубоком умягчении воды – **катионирование**.

МЕТОДЫ РЕАГЕНТНОГО УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ



- **Сущность метода реагентного умягчения воды состоит в том, что катионы кальция и магния, растворенные в воде, при помощи добавления в нее специальных реагентов переводятся в практически нерастворимые соединения кальция и магния, которые выпадают в осадок.**



- **Вода в той или иной мере, освобожденная от кальция и магния умягчается, а выпавший осадок периодически удаляется в сток.**

Способы:

В зависимости от вида реагентов, принимаемых для умягчения воды, различаются следующие методы водоумягчения:

едко-натровый;

фосфатный;
бариевый и др.

ИЗВЕСТКОВЫЙ МЕТОД

Известковый метод умягчения воды применяется:

- **при высокой карбонатной и низкой не карбонатной жесткости;**
- **для частичного устранения из воды карбонатной жесткости.**

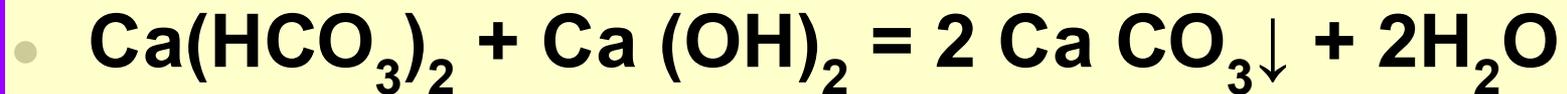


1. **PHYL**

- 1. Растворяясь известь обогащает воду ионами OH^- и Ca^{2+} , что приводит к связыванию растворенного в воде свободного оксида углерода (CO_2) с образованием малорастворимого карбоната кальция (Ca CO_3) выпавшего в осадок.



- **2. При добавлении извести в большем кол-ве, чем для нейтрализации свободной углекислоты, происходит распад бикарбонатов $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, в результате из воды выпадает малорастворимый карбонат кальция**



- $Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = MgCO_3 + CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$
- $MgCO_3 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 \downarrow + CaCO_3 \downarrow$
- При помощи извести может быть устранена из воды и некарбонатная магниевая жесткость

($MgSO_4$) при условии, что pH воды будет не ниже 10,2 – 10,3

- $MgSO_4 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 \downarrow + CaSO_4$
- $MgCl_2 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2 \downarrow + CaCl_2$

- **Вывод:**
- **при известковании воды может быть устранена карбонатная и магниевая жесткость воды, но не может, быть снижена некарбонатная жесткость.**
- **для снижения некарбонатной жесткости в воду по мимо извести добавляют соду т.е. с применяют известково-содовый метод умягчения.**

ИЗВЕСТКОВО-СОДОВЫЙ МЕТОД УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ

- при введении в умягчаемую воду раствора соды происходит реакция:
- $\text{CaSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$
- где Na_2CO_3 – сода.

Повышение избытка вводимых в воду

увеличение температуры воды экономически оправдывается только в том случае, когда подогрев необходим, независимо от умягчения воды (когда умягченная вода используется для питания котлов, подпитки теплосети т.д.).

реакц

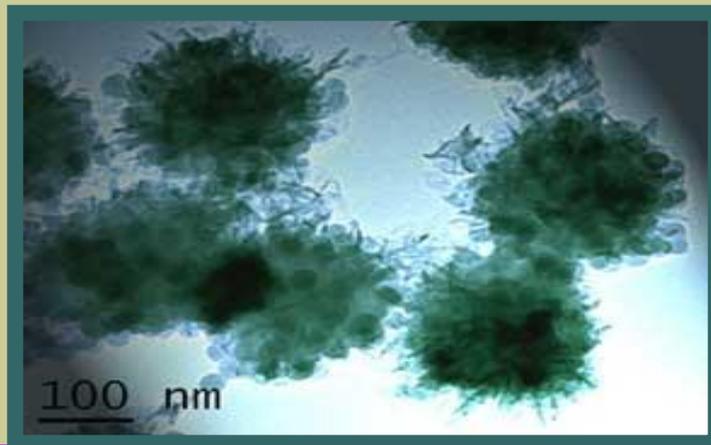
- и ск... (их роста);**
- 2.- повышенная температура умягчаемой воды;**
- 3.- полное и быстрое смешение воды с реагентом.**

Факторы снижающие скорость процесса умягчения:

1. повышенное содержание органических примесей.

2. преобладание магниевой жесткости над кальциевой.

Повышенное содержание органических примесей – парализует процесс укрупнения коллоидных соединений, образующихся в результате добавления вводу извести и соды.



- Преобладание магниевой жесткости над кальциевой снижает процесс укрупнения коллоидных соединений т. к. магний выделяется медленнее, чем кальций в виде крупных рыхлых хлопьев.
- Чем меньше Mg^{2+} в умягчаемой воде, тем плотнее и тяжелее образуемый осадок и тем скорее он выпадает и задерживается в отстойных сооружениях.

Значения введения коагулянта.

Кроме реагентов для умягчения в воду
вводятся также реагенты для дезинфекции.

Назначения:

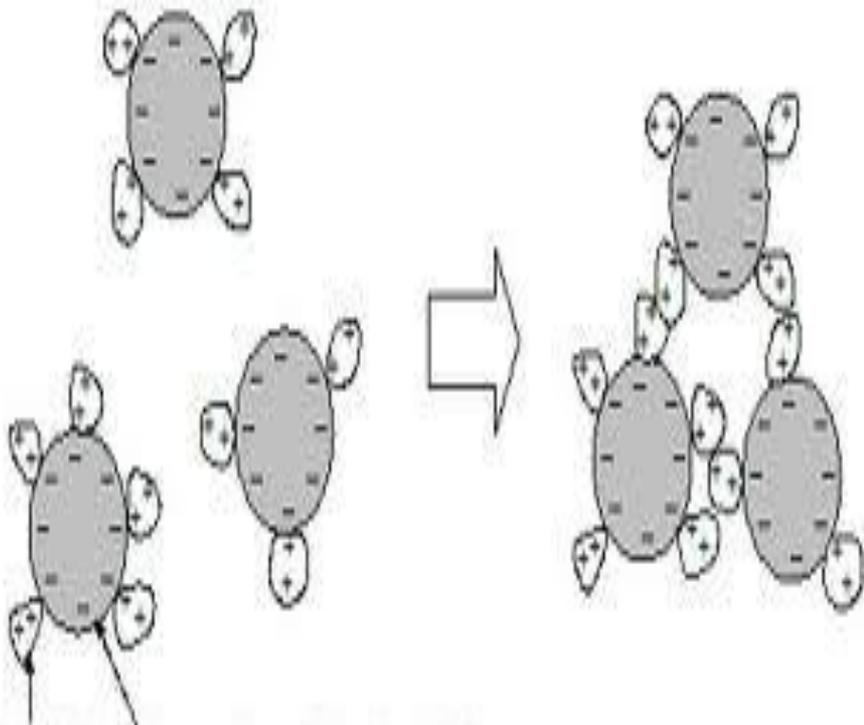
- 1. для умягчения воды
- 2. ускорения процесса карбонизации, который необходим для сооружения сооружений пониженного уровня.



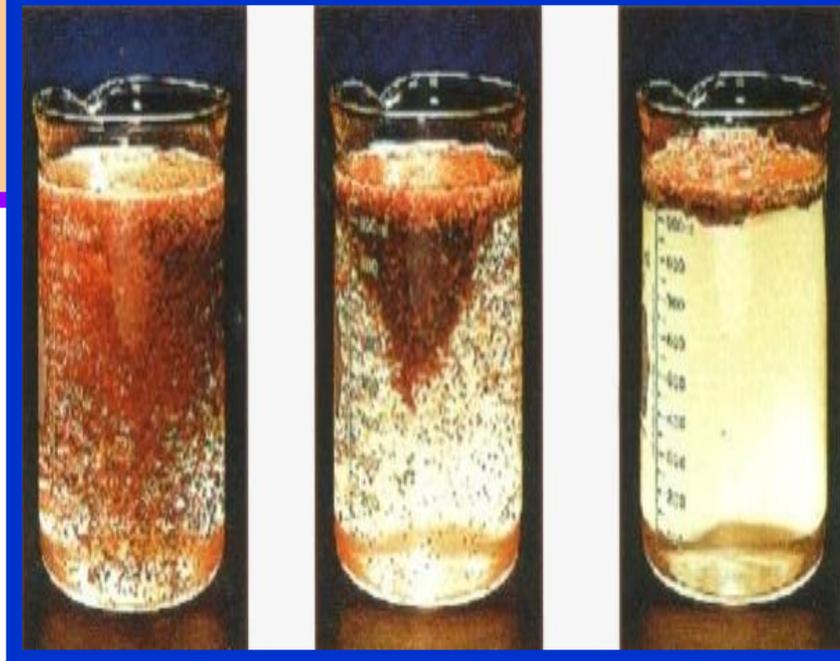
содержимых

кристаллов
магния,
та обычно
стойких
тры,
ы.

- **Коагулянты – вещества, способствующие объединению мелких частиц дисперсных систем в**
под действием сил



Коагуляцией называют процесс слипания
твердых частиц в момент их соприкосновения



В качестве коагулянта используют соединения, железа (FeSO_4 или Fe Cl_3).

- **Сернокислый алюминий в этом случае применять не следует т.к. $\text{pH} \geq 10,2$ (которое необходимо для обеспечения осаждения магния).**

- **Сернокислый алюминий способен образовывать растворимые алюминаты тем самым не обеспечивается требуемый эффект.**

Введение коагулянта:

1. коагулянт вводится до введения реагента;

устраняет органические вещества

2. после введения реагента.

укрупняет коллоидные частицы CaCO_3 и Mg(OH)_2 .



- **Оптимальные дозы извести, соды и коагулянта, следует определять путем проведения технологических анализов воды.**
- **Оптимальными дозами считается такие при которых достигается минимальная остаточная жесткость.**
- **При отсутствии данных технологического анализа необходимые дозы извести, соды и коагулянта могут быть ориентировочно подсчитаны.**



1. на
се
но
устранение карбонатной жесткости и магниальной;



жесткости.

Что происходит с дозами извести и соды при введении коагулянта:

- **при коагулировании до введения извести, доза ее уменьшается т.к. часть карбонатной жесткости переходит в некарбонатную.**

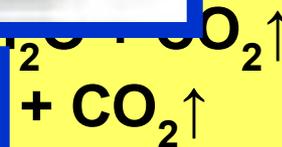
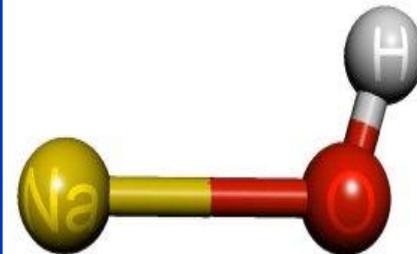
- **если же коагулянт вводят в воду после извести дозу ее придется увеличивать, т.к. часть извести будет расходоваться на реакцию с коагулянтом.**

Известкование без подогрева

- **При известковании без подогрева остаточная щелочность бывает не менее 0,7 мг-экв\л, а при подогреве до 80-90⁰ понижается до 0,2-0,3 мг-экв\л.**
- **При известково-содовом способе:**
- **без подогрева – 1-2 мг-экв\л;**
- **при подогреве воды до 80-90⁰ – 0,2-0,4 мг-экв\л;**

NaOH

ЕДКОНАТРОВЫЙ СПОСОБ



Доза едкого натра

- а) при введении коагулянта до добавления едкого натра

$$D_{e.n.} = 40(J_k + 0,0455 CO_2 + 0,082 Mq^{2+} - D_k + 0,35), \text{ мг\л}$$

- б) при совместном введении коагулянта и едкого натра

$$D_{e.n.} = 40(J_k + 0,0455 CO_2 + 0,082 Mq^{2+} + D_k + 0,35), \text{ мг\л.}$$

- При помощи едкого натра можно добиться такой же степени умягчения воды как и при известково - содовом способе.
- Едкий натр является дорогим реагентом по этому он используется сравнительно редко, главным образом когда он получается в виде отходов производства.

Фосфатный способ



умягченной воде (известково-содовым).

- **Образуемые в результате реакции кальциевые и магниевые соли фосфатной кислоты обладают ничтожной растворимостью в воде и по этому достаточно полно выпадают в осадок.**
- $3\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2\downarrow + 6\text{NaHCO}_3$
- $3\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 6\text{NaHCO}_3$
- $3\text{CaSO}_4 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$
- $3\text{MgCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 6\text{NaCl}$
- **Фосфатное умягчение, как правило, осуществляется как термохимический способ, т. е. при подогреве воды в пределах 105-150⁰, при этом достигается глубокий эффект умягчения с остаточной жесткостью около 0,02-0,03 мг-экв\л.**

ДОЗА ТРИНАТРИФОСФАТА

- Находят по формуле $D_{\text{ф}} = 54,67 (Ж_{\text{ост.}} + 0,18)$
- $Ж_{\text{ост.}}$ – остаточная жесткость умягчаемой воды перед фосфатным умягчением мг-экв\л;
- Осадки $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ и $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ хорошо адсорбирует из воды кремниевую кислоту и органические коллоиды.
- Применяют этот метод для подготовки питательной воды котлов среднего и высокого давления (60-100 ат.).

Конструктивные элементы установок реагентного умягчения воды и технологические схемы.

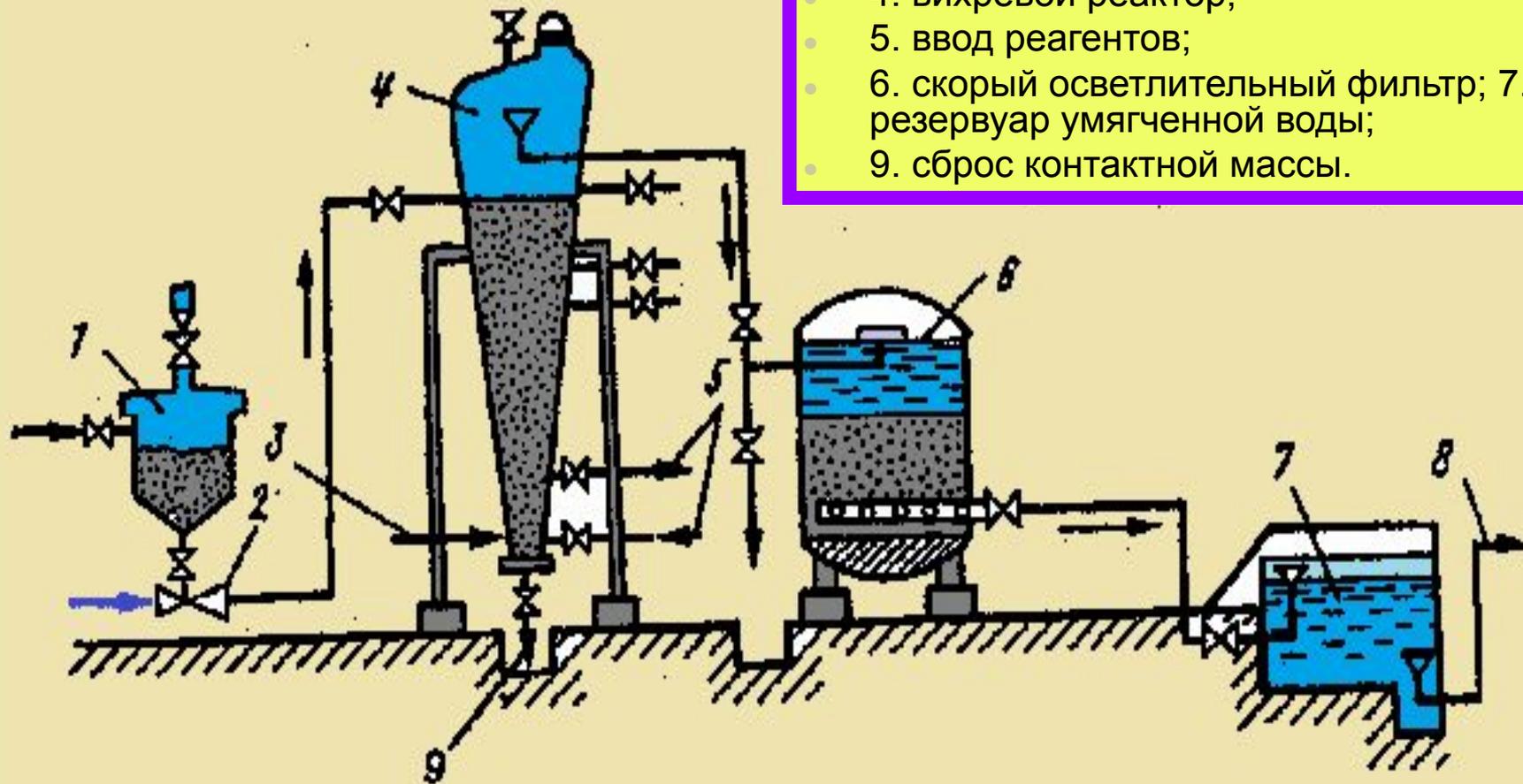
Аппараты

- **Реагентные водоумягчительные установки включают в себя:**
 - **аппараты для растворения, перемешивания, дозирования реагентов, смесители;**
 - **аппараты, в которых завершается процесс умягчения воды и происходит их частичное осветление (отстойники, осветлители);**
 - **аппараты, в которых, осуществляется окончательное осветление воды (фильтры);**

- баки для приема умягчаемой воды;**
- насосы для перекачки воды, шлама, растворов и т.п;**
- регулирующую и контрольно - измерительную аппаратуру (водомеры, манометры, регуляторы скорости фильтрования и др.);**
- запорную арматуру (задвижки, вентили и др.);**
- трубопроводы для воды и растворов.**

Водоумягчители

- 1. бункер с контактной массой; 2. эжектор; 3, 8 подача исходной и отвод умягченной воды;
- 4. вихревой реактор;
- 5. ввод реагентов;
- 6. скорый осветлительный фильтр; 7. резервуар умягченной воды;
- 9. сброс контактной массы.





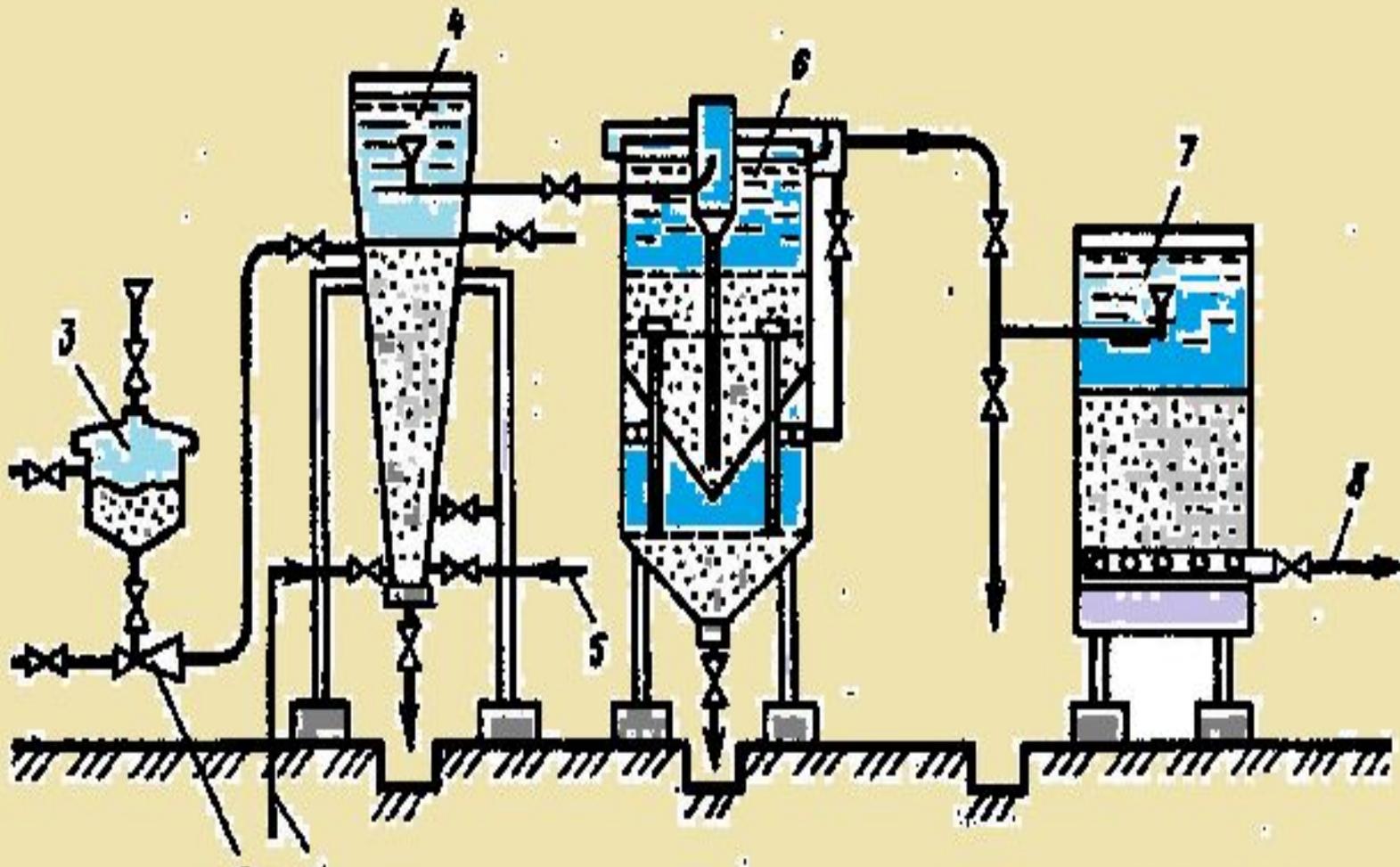
– патрубок для
а контактной массы;
од умягчаемой воды;
ча реагента;
лки для контроля за
л контактной массы.;
ча контактной массы;
душник;
д умягченной воды;
ть движения воды в
узкой части реактора
,8-1 м/с, скорость
щего потока в
части 4-5 мм/с



- Расход свежей контактной массы, добавляемой в реактор определяют по формуле
- $G = 0,045QЖ$;
- где G – кол-во добавляемой контактной массы, кг\сут;
- $Ж$ – удаляемая в реакторе жесткость воды, мг-экв\л;
- Q – производительность установки, м³\ч.



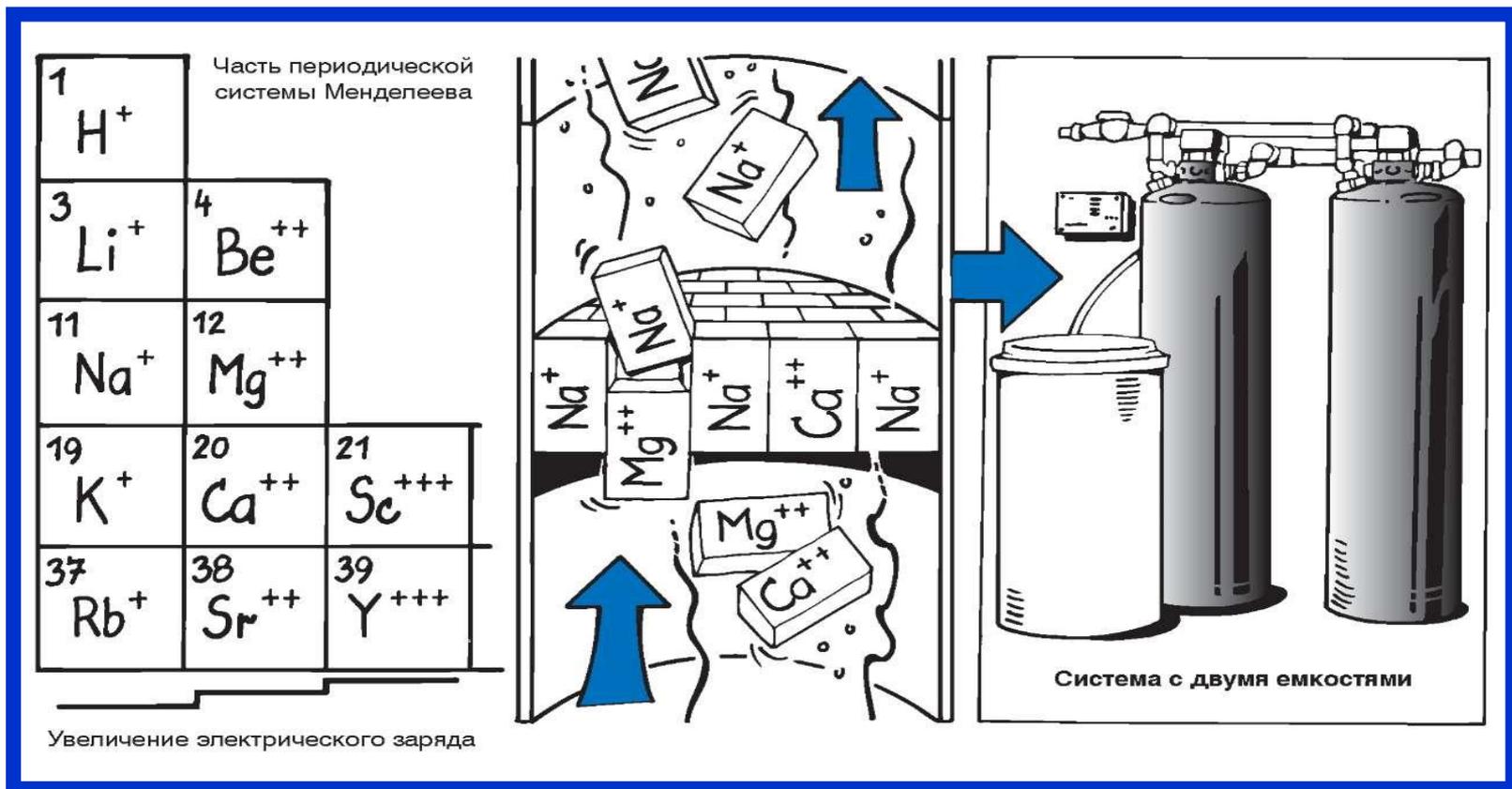
- Вихревой реактор не задерживает осадок гидроокиси магния ($Mg(OH)_2$) по этому следует устанавливать за реактором фильтры. (содержание магния в исходной воде не должно превышать $10 \dots 15 \text{ г/м}^3$)
- При большом содержании гидроокиси магния кроме реактора так же следует применять осветлители.



- 1,8 - подача и отвод умягченной воды; 2 – эжектор; 3 – бункер с контактной массой; 4 – вихревой реактор; 5 – ввод реагента;
- 6 – осветлитель со слоем взвешенного осадка;
- 7 – осветлительный скорый фильтр.



УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ КАТИОНИРОВАНИЕМ



Сущность - основан на нерастворим неорганических обменивать катионов (на кальция или жесткость.

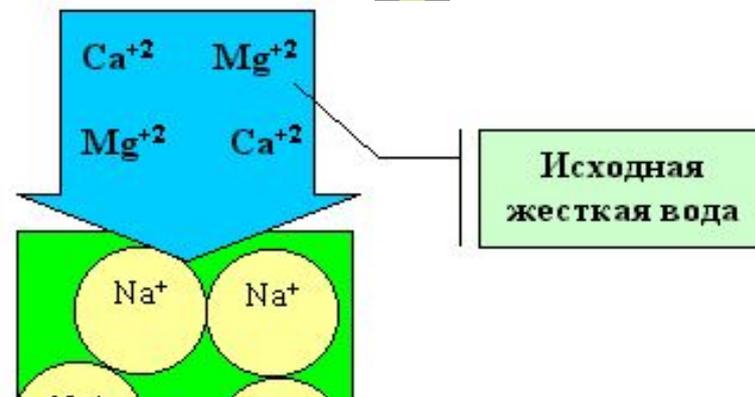


я воды
ических
ионитами,
е группы
ионы
дих их

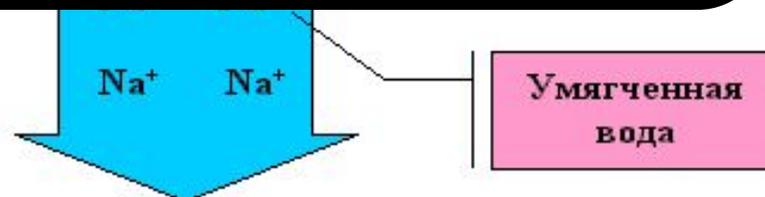


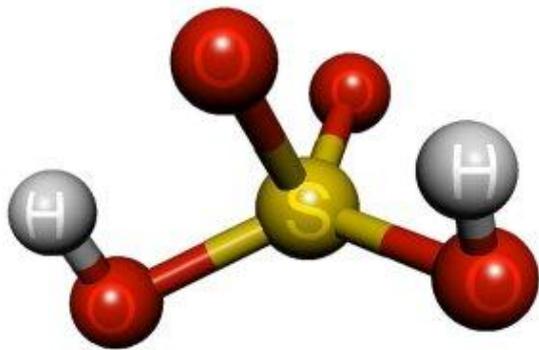
Как работает катионит

Умягчаемую воду фильтруют через слой катионита, при этом катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} из воды переходят в



Умягчающая способность катионита постепенно истощается, ее можно восстановить путем регенерации, пропуская через катионит растворы поваренной соли, серной кислоты или соляной.

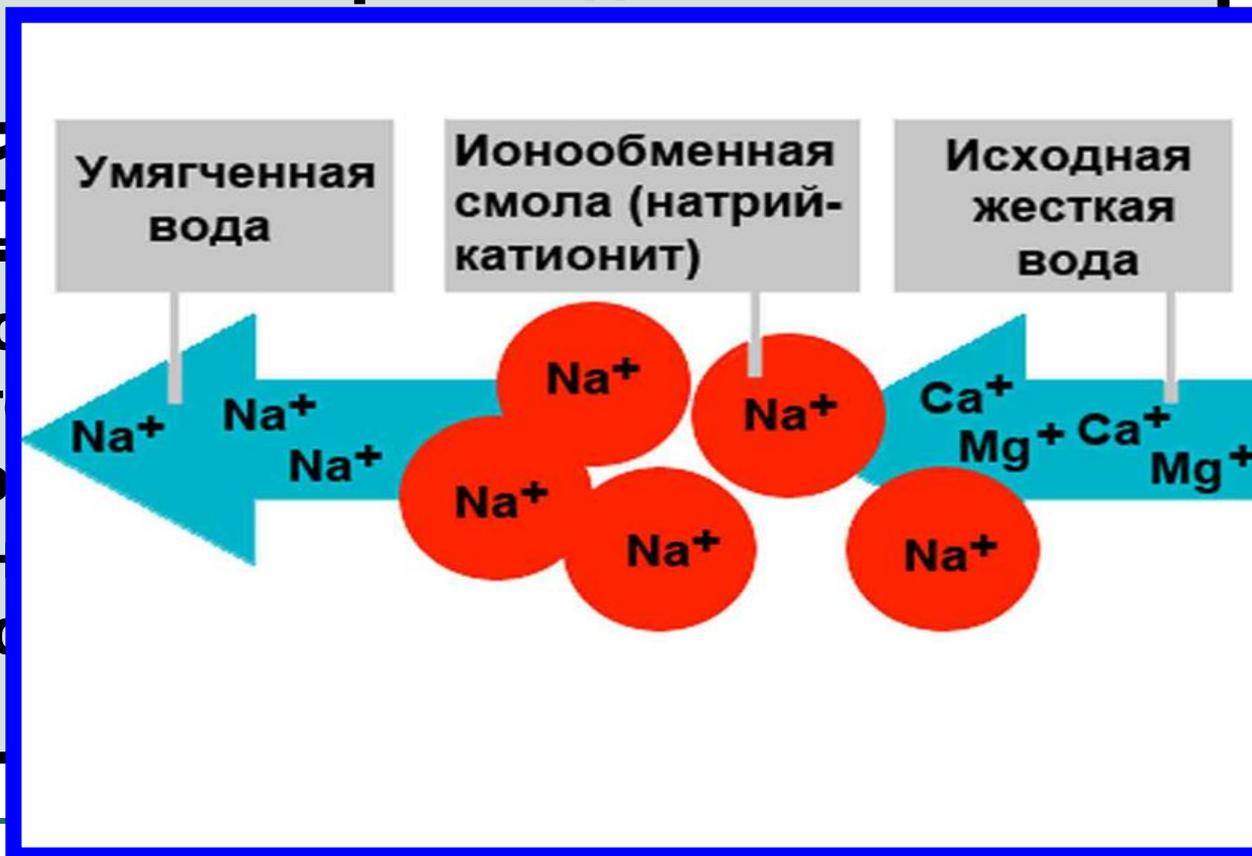




от того, каким реагентом
 ан катионит, различаются Na –
 ренная соль) и H– катионит
 ислотой).

что происходит на Na –

При филь
 Na – катио
 устраняет
 остается э
 карбонат
 умягчаемо



ем
 ная
 аемой
 ченной

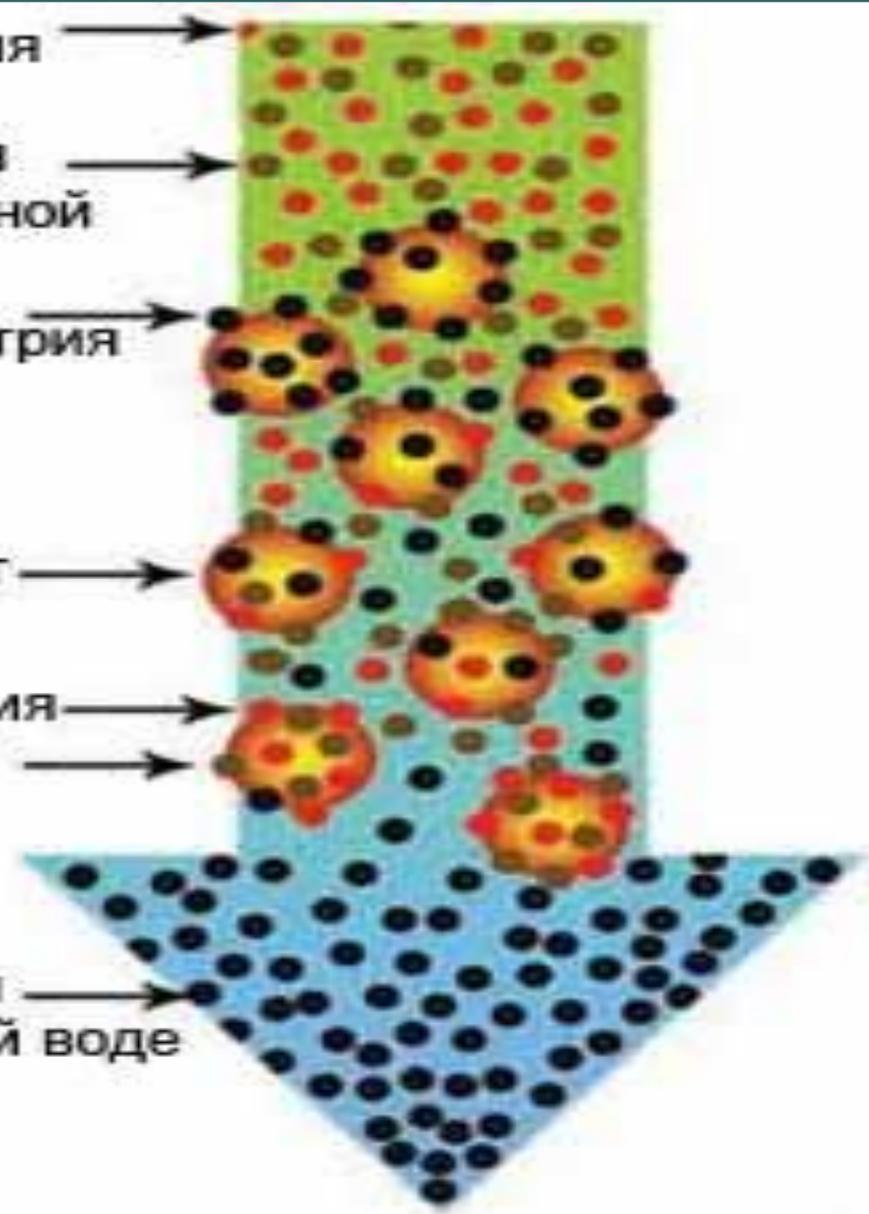
ионы кальция
и
ионы магния
в неумягченной
воде

ионы натрия

катионит

ионы кальция
и магния

ионы натрия
в умягченной воде

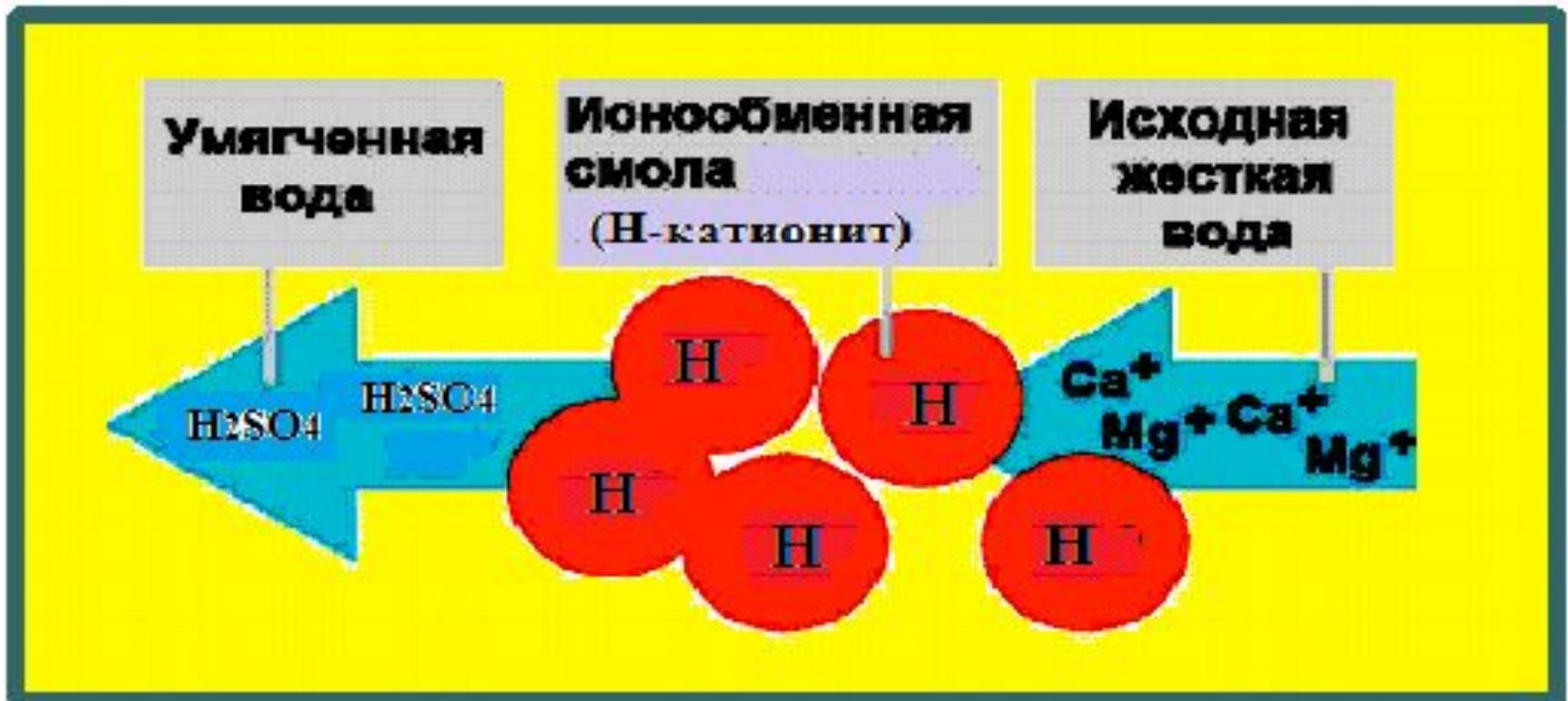


где К символ о

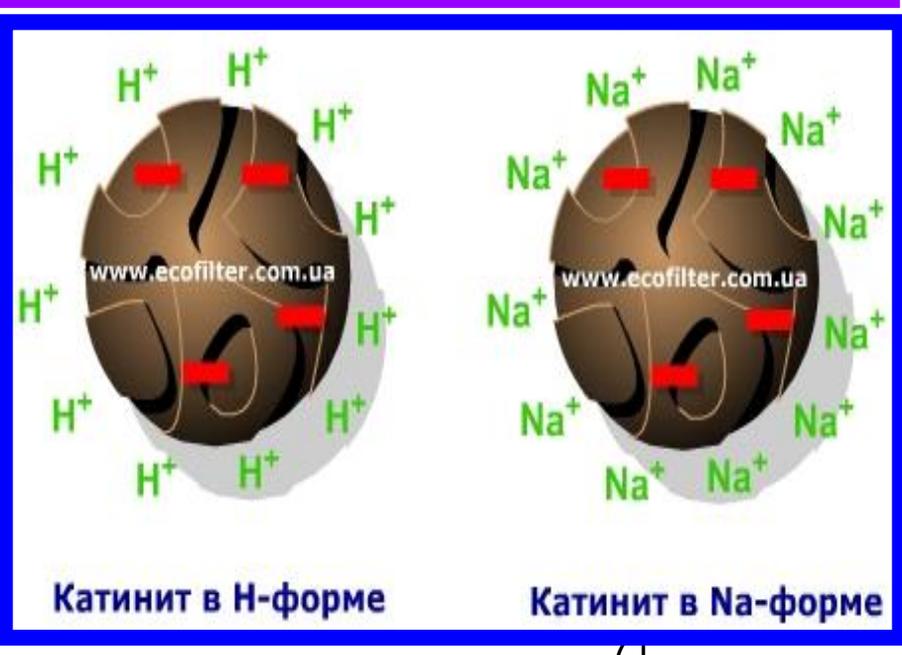
ски не

Что происходит на Н – катионитовом фильтре

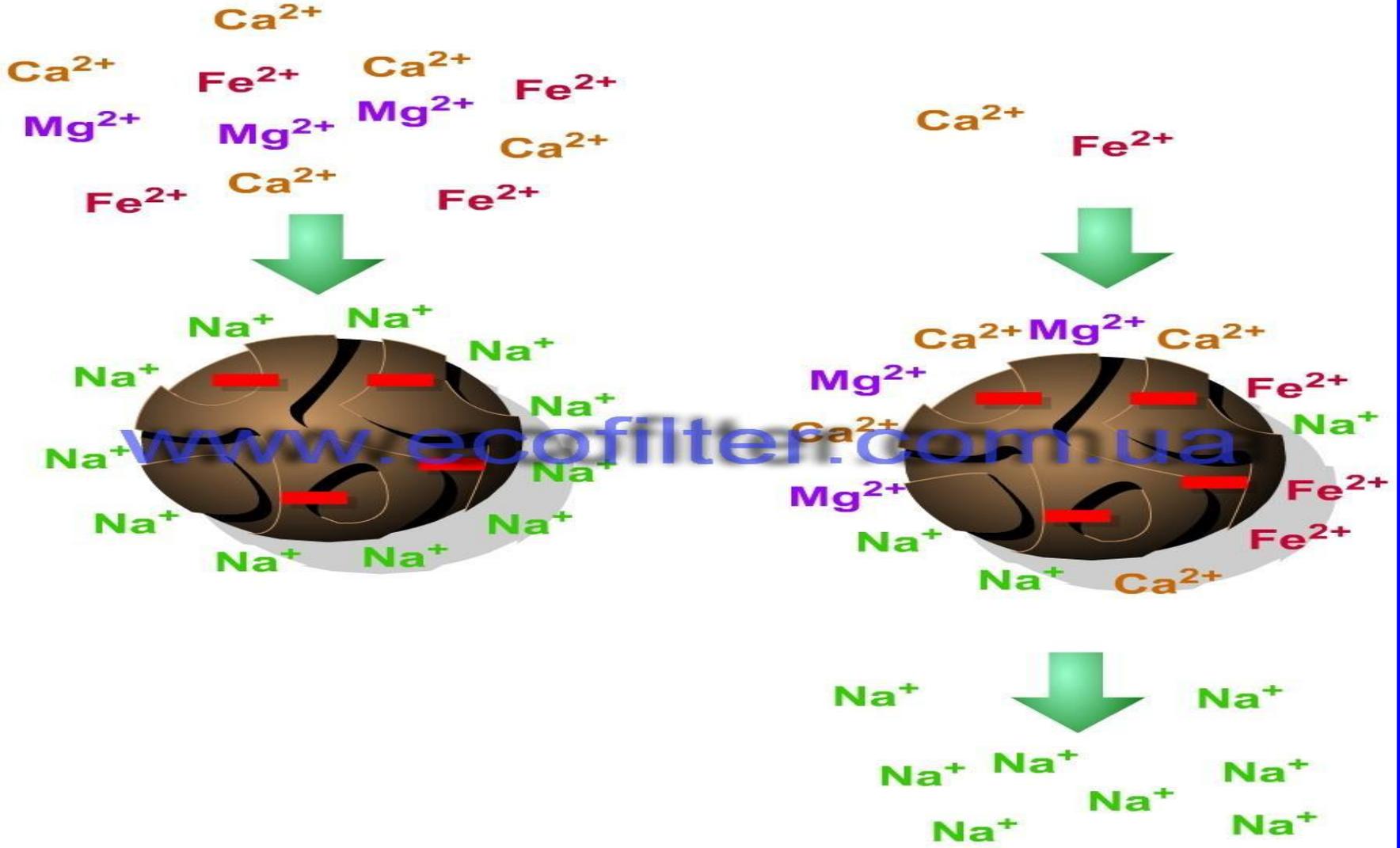
При фильтровании воды через Н-катионит в умягченной воде образуется минеральные



- Таким образом, после Na – катионирования получается щелочной фильтрат, а после H-катионирования кислый.
- Смешивая оба фильтрата можно получить практически полностью умягченную воду.
- В этом и заключается сущность умягчения воды по схеме H-Na –катионирования.



Полная и рабочая обменная способность



Различают полную и рабочую обменную способность катионита.

Полная обменная способность

кол-во гр.-экв Ca^{2+} и Mg^{2+} , которое может задерживать 1 м³ катионита, находящегося в рабочем состоянии, до того момента, когда жесткость фильтрата сравнится с жесткостью исходной воды.

Рабочей обменной способностью

кол-во гр.-экв Ca^{2+} и Mg^{2+} которое задерживает 1 м³ катионита до момента проскока в фильтрат некоторой жесткости.

Кинетика работы катионитового

фильтра (а)

A и A+B — рабочая и полная обменная способность катионита



РЕГЕНЕРАЦИЯ

Рабочий цикл фильтрования на катионитовом фильтре продолжается до момента проскока в фильтрат жесткости.

Тогда фильтр отключают на регенерацию.

Регенерация состоит из трех последовательных операций:

взрыхление

**собственная
регенерация**

**отмывка
катионит**

а

Взрыхлени

происходит током воды снизу вверх, эта операция ликвидирует спрессованность катионита.

Собственна я

регенераци

я

пропуске регенерирующего раствора через слой катионита. Обычно регенерирующий раствор пропускают сверху вниз. Na – катионирование – поваренная соль, H – катионирование – серной или соляной кислотой.

Отмывк

закljučается в отмывке от избытка регенерирующего раствора и от продуктов регенерации (соединений Ca^{2+} и Mg^{2+} вытесненных из катионита).

- При регенерации Na и H катионита, ионы Na^+ и H^+ вытесняют из катионита Ca^{2+} и Mg^{2+} , задерживаемые при рабочем цикле фильтрования, которые переходят в раствор.
- Катиониты же вновь обогащенные катионитами Na^+ или H^+ восстанавливают свою обменную способность.
- **Отмывка** –Отмывку производят током воды сверху вниз.
- После отмывки фильтр можно включать в рабочий цикл фильтрования (умягчения).

КАТИОНИТЫ



Катиониты по составу разделяются

**естественного
происхождения.**

**искусственного
происхождения.**

Минеральные катиониты естественного происхождения характеризуются малой обменной способностью и недостаточной химической стойкостью, что привело к замене на искусственные катиониты.

В технологии подготовки воды широко применяются органические катиониты искусственного происхождения.



Наиболее распространены
которые получают путем
углей
серной кислотой.

ся
ми

р,

механическ



химическая

важное

носа
цессе



выбор катионита может привести:

сильному осыпанию его при фильтровании и взрыхлении;

при высокой температуре обрабатываемой воды и повышении значения кислотности и жесткости катиониты способны переходить в состояние коллоидного состояния и терять обменную способность.

СХЕМЫ И ПРИЕМЫ КАТИОНИТОВОГО УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ

Выбор схемы катионитового умягчения воды зависит от требований которые предъявляются

к УМ
ИСХ

Одно ступенчатая Na – катионитовая установка

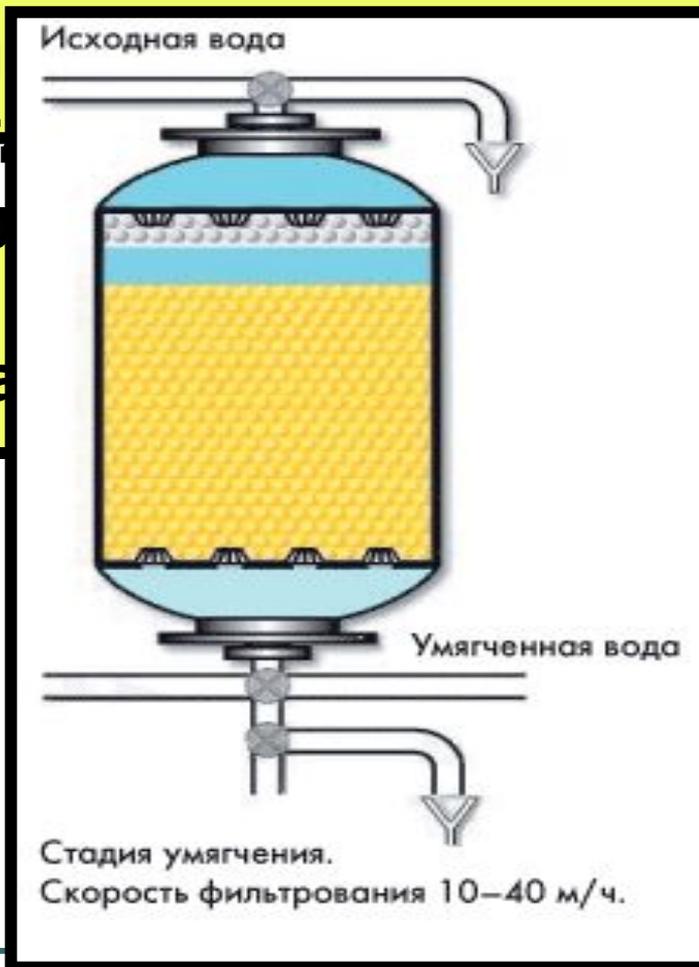
Сущность –
в однократном (одноступенчатом) фильтровании воды через Na – катионитовый фильтр.

Кол-во фильтров
определяется расчетом, но не менее двух, чтобы не прерывать работу установки во время регенерации.

**Преимущества – перед Н-катионитовым
фильтрованием является отсутствие в воде
растворов с кислой реакцией и следовательно
нет**

**необходимости в п
арматуры, труб и т**

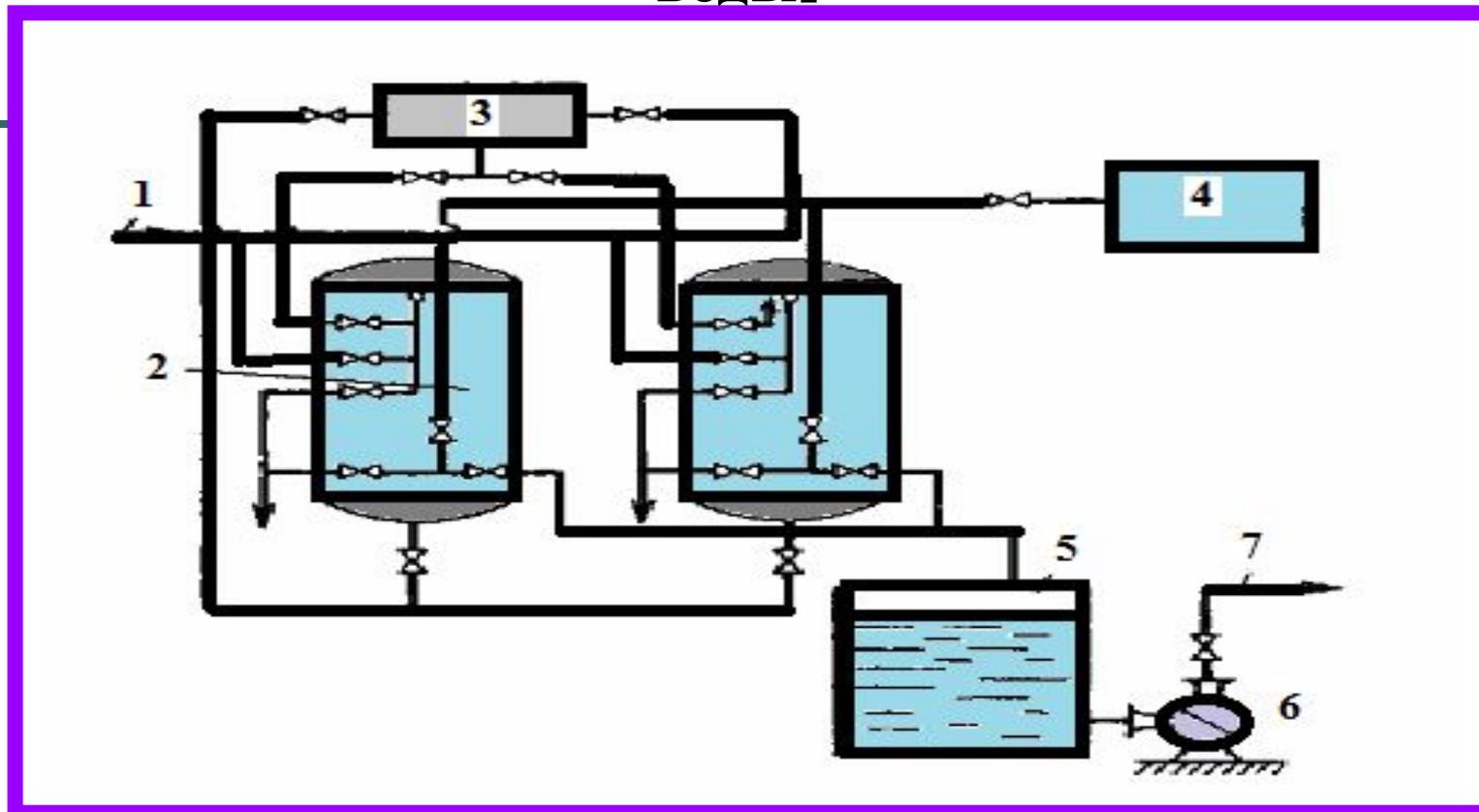
**Кроме того в каналах
стоки
требующие нейтра**



йкой

т кислые

Схема одноступенчатого натрий-катионирования ВОДЫ.



1,7 – подача исходной и отвод умягченной воды;
2 – Na-катионитовый фильтр; 3 – бак с раствором поваренной соли;
4 – бак с частично умягченной водой для взрыхления катионита;
5 – резервуар умягченной воды; 6 – насос.

Рекомендации к применению

Когда не лимитируется величина щелочности умягченной воды или когда щелочность допускается, но не превышает величины карбонатной жесткости исходной воды, потому что щелочность Na – катионитовой воды по величине равной карбонатной жесткости исходной воды.

При величине общей жесткости исходной воды не более 10 мг-экв \л и при условии, что жесткость фильтрата допускается до 0,1-0,2 мг-экв \л.

Недостатки

– практическая невозможность глубокого умягчения воды (0,01-0,02 мг-экв \л).

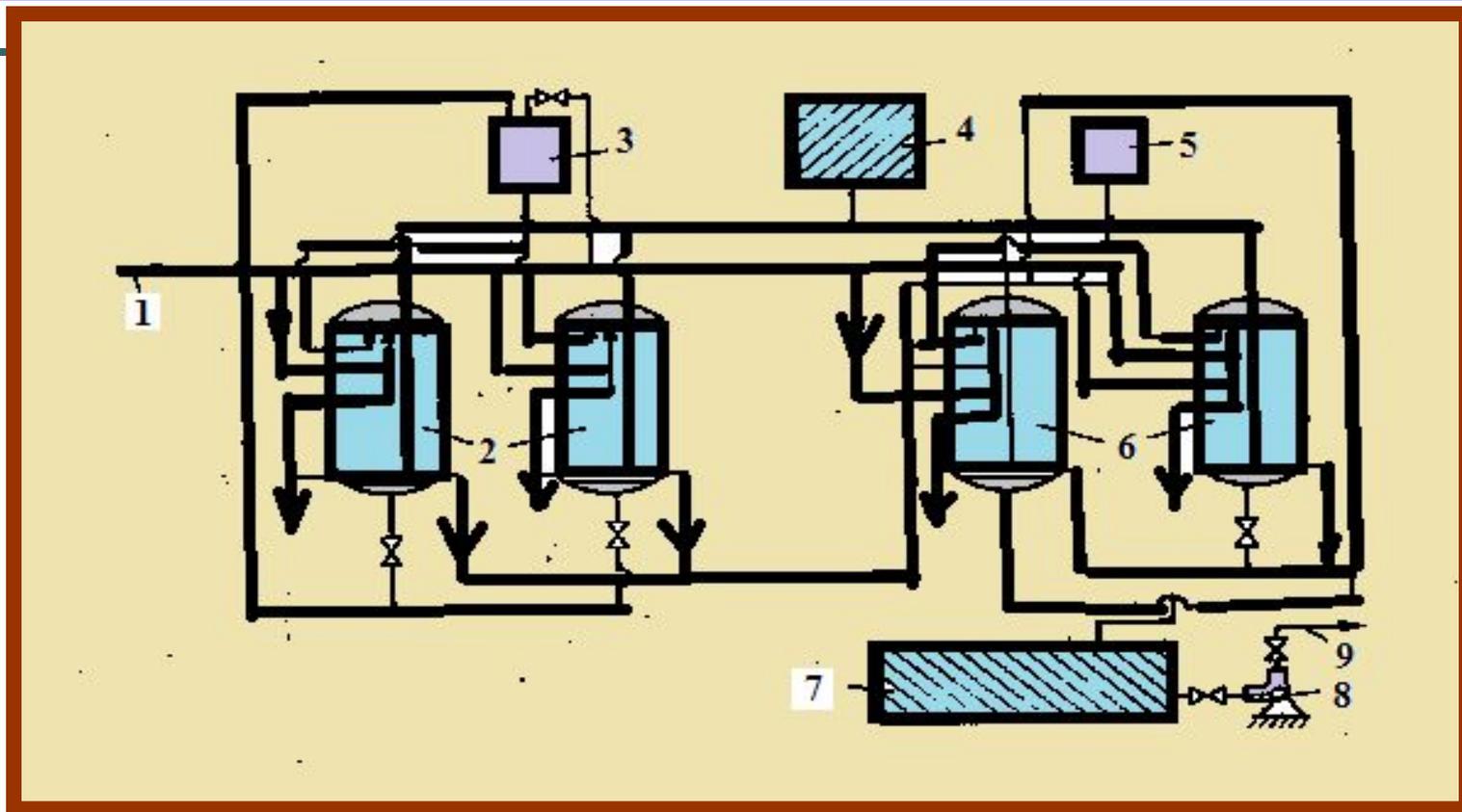
– относительно высокий удельный расход соли на регенерацию фильтров;

– неполное использование емкости поглощения фильтра.

Двухступенчатое **Na**-катионирование

- На фильтрах первой ступени умягчение производится не до проскока в фильтрат повышенной жесткости, а до тех пор пока жесткость фильтрата не достигнет 25-30% жесткости исходной воды.
- Следовательно, емкость поглощения фильтров 1-ой ступени более высока, чем при одноступенчатом умягчении.
- Основная масса катионита жесткости задерживается в фильтре I ступени, фильтры II ступени несут незначительную нагрузку по жесткости и рабочий цикл в них длится 150-200 часов.
- За весь этот период фильтры дают глубоко очищенную воду до 0,01-0,02 мг-экв/л.

Схема двухступенчатого натрий-катионитового умягчения воды



- 1,9 – подача исходной и отвод умягченной воды; 2,6 – натрий-катионитовые фильтры I и II ступени; 3,5 – баки с раствором соли для регенерации фильтров I и II ступени; 4 – бак с водой для взрыхления загрузки фильтров; 7 – резервуар умягченной воды; 8 – насос.

Расход соли по схеме двухступенчатого Na⁺ - катионирования

- **Снижение расходов соли возможно:**
- **1. ввиду того, что на фильтрах I ступени нет необходимости глубокого умягчения воды.**
- **2. за счет снижения удельного расхода соли на регенерацию фильтров II ступени до 120-150г. на 1 г\экв поглощенных катионов (вместо 200-225 при I ступенчатом).**

- **Фильтры II ступени регенерируются с применением удельного расхода соли (300-400 г на 1 г-экв поглощенных катионитов), но так как эти фильтры регенерируются редко общий расход соли уменьшается по сравнению с расходом ее на установках I ступенчатого Na –катионирования.**
- **экономии соли можно еще увеличить если использовать отмывную воду фильтров II ступени для регенерации фильтров I ступени.**

Вывод

- **применение II ступенчатого Na-катионирования увеличивает количество фильтров, но снижает эксплуатационные расходы и повышает эффект умягчения воды.**
- **Схема II ступенчатого Na-катионирования применяется для умягчения воды высокой жесткости более 8-10 мг-экв/л.**

H – Na катионирование

- **Схемы Na-катионирования становятся непригодными, когда карбонатная жесткость исходной воды превышает допустимую щелочность умягченной воды.**
- **Наиболее простым мероприятием для снижения щелочности воды, умягченной на Na катионитовых фильтрах, является подкисление ее серной кислотой или соляной с последующим удалением из воды свободной углекислоты образовавшейся при нейтрализации щелочи.**

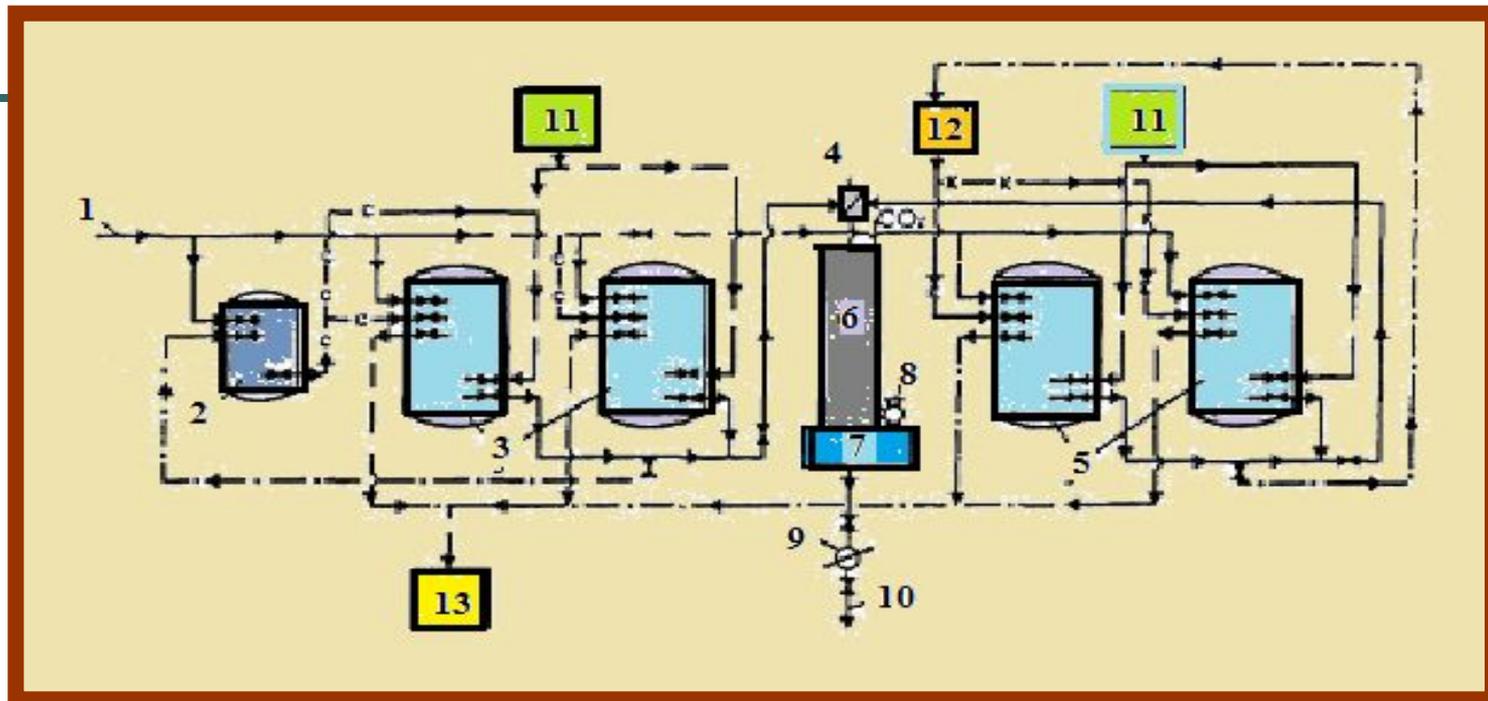
- **Сущность заключается в смешении двух потоков умягченной воды – кислой и щелочной после Н - катионитовых фильтров и Na -катионитовых.**
- **Смешивая эти два потока в определенной пропорции, получают глубоко умягченную воду.**

Схемы Н-На катионирования

1. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ Н-На катионирование



Схема параллельного H-Na катионирования умягчения воды



- 1 – подача исходной воды; 2 – солерастворитель; 3 – группа Na-катионитовых фильтров; 4 – смеситель; 5 – группа H-катионитовых фильтров; 6 – дегазатор;
- 7 – резервуар умягченной воды; 8 – вентилятор; 9 – насос; 10 – отвод умягченной воды; 11 – бак для взрыхления; 12 – бак для хранения раствора кислоты;
- 13 – резервуар отвода воды после взрыхления;
- ----- – трубопровод подачи воды для взрыхления; -.-.-.-.- – трубопровод отвода воды после взрыхления;
- -с-с-с-с-с – трубопровод подачи соли; к-к-к-к-к – трубопровод подачи кислоты;
- -х-х-х-х-х – трубопровод отвода первого фильтра

Применение

**получения постоянного и
глубокого
умягчения 0,01 мг-экв\л**

**концентрация сульфатов и
хлоридов
в исходной воде не должна превы-
шать 3-4 ,а Na не более 1-2
мг-экв\л**

**Остаточная щелочность не должна
превышать 0,4 мг-экв\л**

ЭКОНОМИЯ

Для **взрыхления** используют воду после отмывки катионита

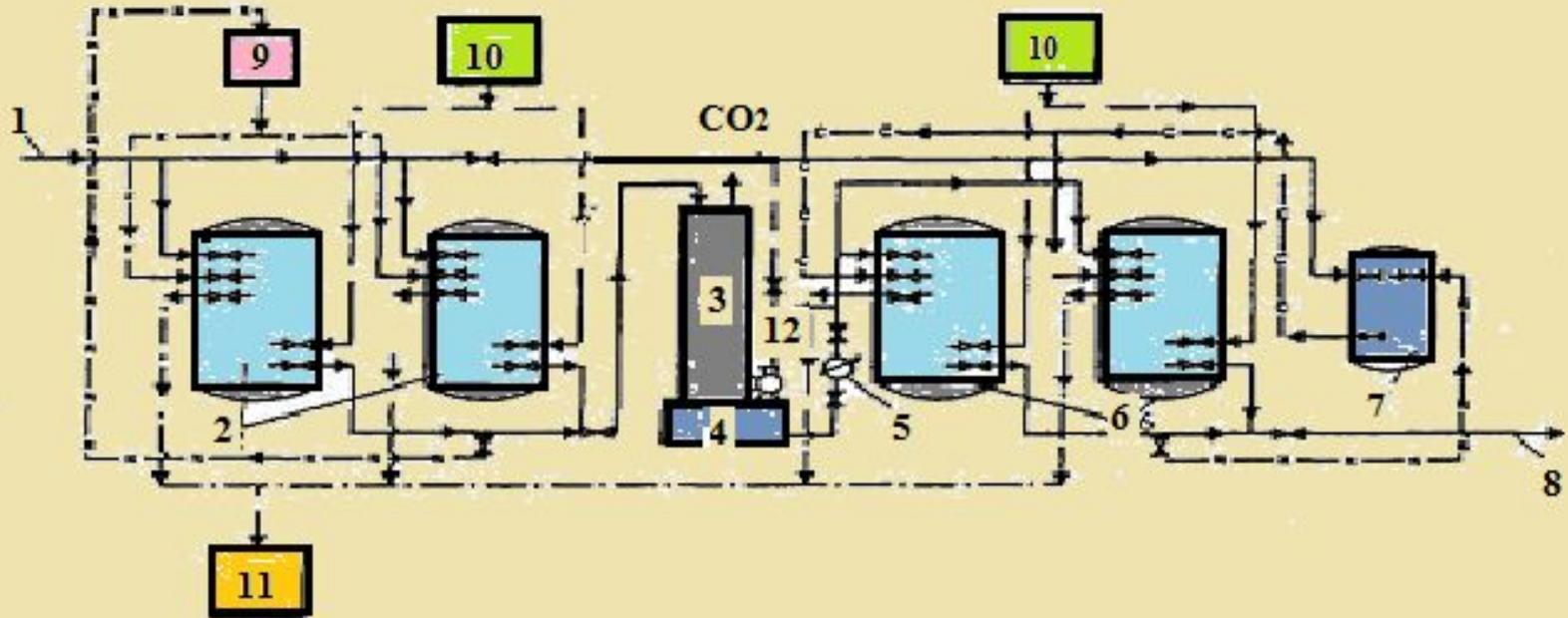


Схемы Н-На катионирования

1. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ Н-На катионирование



Схема последовательного Н-На катионирования ВОДЫ



- 1 – подача исходной воды; 2 – группа Н -катионитовых фильтров; 3 – дегазатор;
- 4 – резервуар умягченной воды; 5 – насос; 6 – группа Na-катионитовых фильтров;
- 7 – солерастворитель; 8 – отвод умягченной воды; 9 – бак для хранения раствора кислоты; 10 – бак для взрыхления; 11 – бак для взрыхления; 12 – вентилятор;

Применение

- при повышенной жесткости и солесодержании

жесткость исходной воды значительна (более 6-8 мг-экв \л),

- остаточной щелочность составляет около 0,7 мг-экв \л



- Кол-во воды необходимое для подачи на Н катионитовые фильтры определяется по формулам:
- При параллельном
- .
- При последовательном
- где q_n – кол-во, отделяемой воды на Н-катионитовые фильтры в $m^3/час$;

- Q – общий расход умягчаемой воды в $\text{м}^3/\text{час}$;
- J_k – карбонатная жесткость умягчаемой воды в мг-экв/л ;
- J_0 – общая жесткость умягчаемой воды в мг-экв/л ;
- a – заданная щелочность умягчаемой воды в мг-экв/л ;
- a_1 – заданная карбонатная жесткость смешанной воды (H катионированной и исходной) в мг-экв/л , принимается $\approx 0,7$ мг-экв/л ;
- v – средняя за рабочий цикл кислотность H-катионитовых фильтров в мг-экв/л (при условии отключения фильтров на регенерацию в момент увеличения щелочности фильтрата до $0,35-1$ мг-экв/л)

«Голодная регенерация»

- Для снижения удельных расходов реагентов существуют приемы:
- 1.двухступенчатое Na –катионирование воды, где увеличивается качество фильтрата, и снижается удельный расход соли на регенерацию.
- 2.прием называется «голодной регенерацией» H-катионитовых фильтров в схеме H-Na катионирования.

- При обычном Н-катионировании регенерация производится с удельным расходом кислоты в 2,5-3 раза больше теоретически необходимого.
- При «голодной регенерацией» Н-катионитового фильтра удельный расход кислоты равен его теоретическому удельному расходу, т.е. 1 г-экв\г-экв или в пересчете на грамм для H_2SO_4 – 49 г\г-экв.
- При регенерации «голодной» Н-катионитового фильтра кол-во подаваемой кислоты можно определить по формуле:

- где $q_{\text{H}_2\text{SO}_4}$ – расход 100% серной кислоты на регенерацию фильтра в кг;
- 0,049 – удельный расход серной кислоты на 1 г-экв поглощенных катионитов в кг;
- E_{HCO_3} – рабочая обменная способность катионита по ионам HCO_3^- в г-экв/м³ (для сульфогля $E_{\text{HCO}_3} \approx 300$ г-экв/м³)
- V – объем катионита в фильтре в м³.

- При подаче на фильтры подсчитанного кол-ва кислоты в фильтрате:
- - не образуются сильные минеральные кислоты, а лишь появляется углекислота, снижающая щелочность фильтрата;
- - снижение жесткости фильтрата до величины 0,5-3 мг-экв\л в зависимости от жесткости исходной воды.
- Схема H-Na- катионитового умягчения воды при режиме «голодной» регенерации H-катионитовых фильтров может применяться для вод с величиной карбонатной жесткости не менее 1 мг-экв\л при общем солесодержании до 2000 мг\л и не зависимо от содержания натрия.

СОВМЕСТНОЕ H-Na катионирования (простейшая)

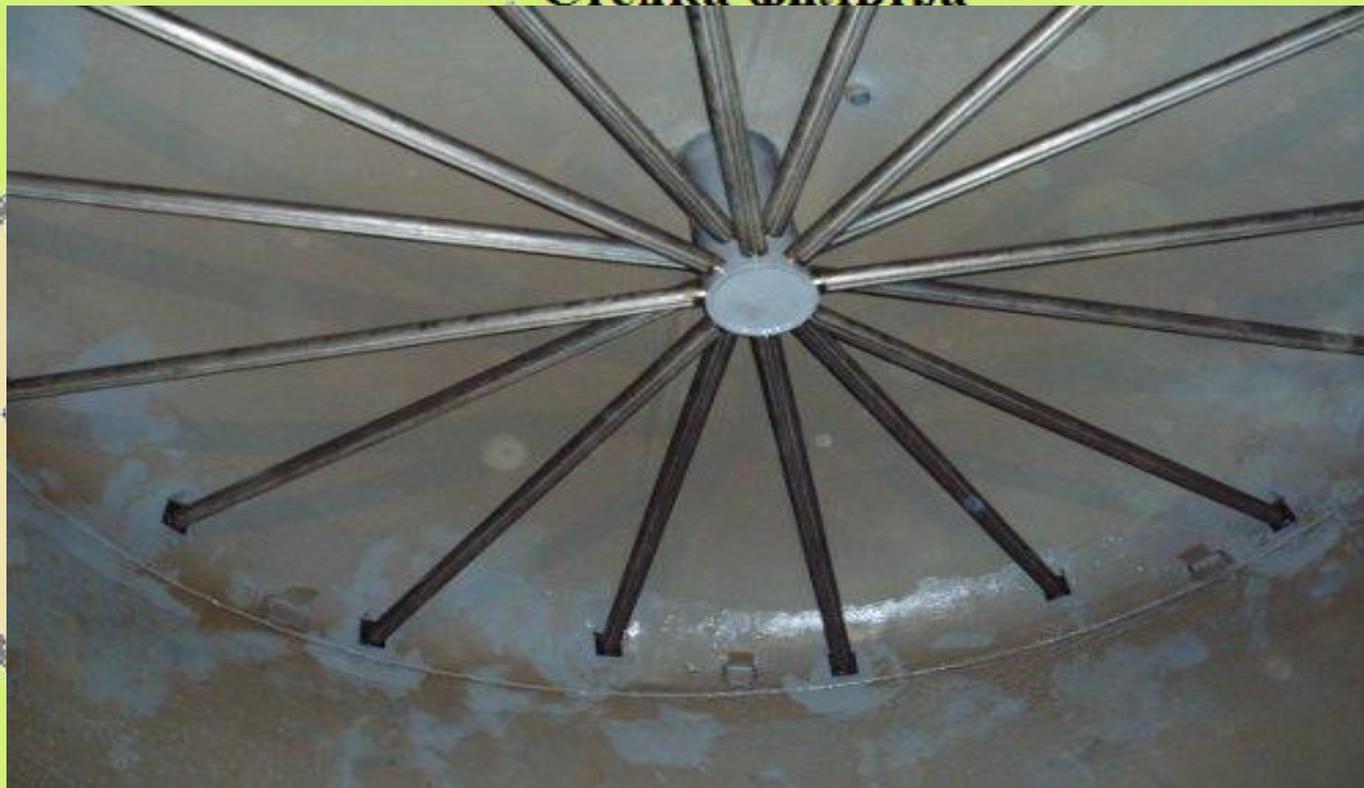
- При совместном H-Na катионирования в одном и том же фильтре осуществляется одновременно снижение щелочности фильтрата (до 1-1,8) и достаточно глубокого умягчения.
- Совместное H-Na катионирование может применяться когда требования к умягченной воде не слишком высоки (жесткость около 0,1-0,3) и щелочность не ниже 1 мг-экв\л. При этом жесткость исходной воды не более 6 мг-экв\л.
- Работа фильтра – верхний слой катионита работает по циклу H-катионирования, а нижний слой по циклу Na-катионирования.
- Достоинства – отсутствие кислых сбросных вод, что устраняет их нейтрализацию.
- Недостаток – сложная регенерация.



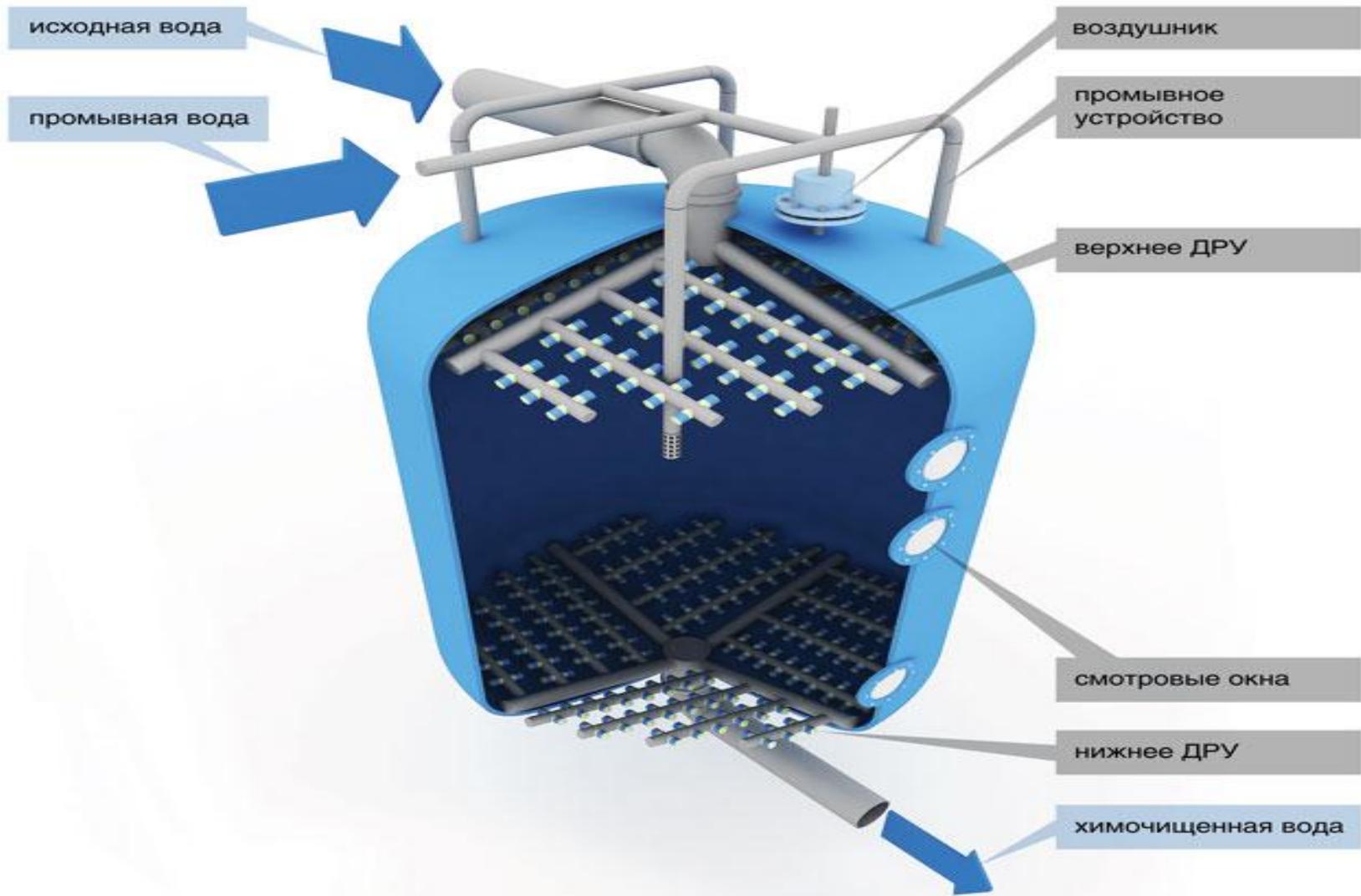
с;
а;
а;
его
ды;
ы;

Устройство для равномерного распределения регенерирующего раствора

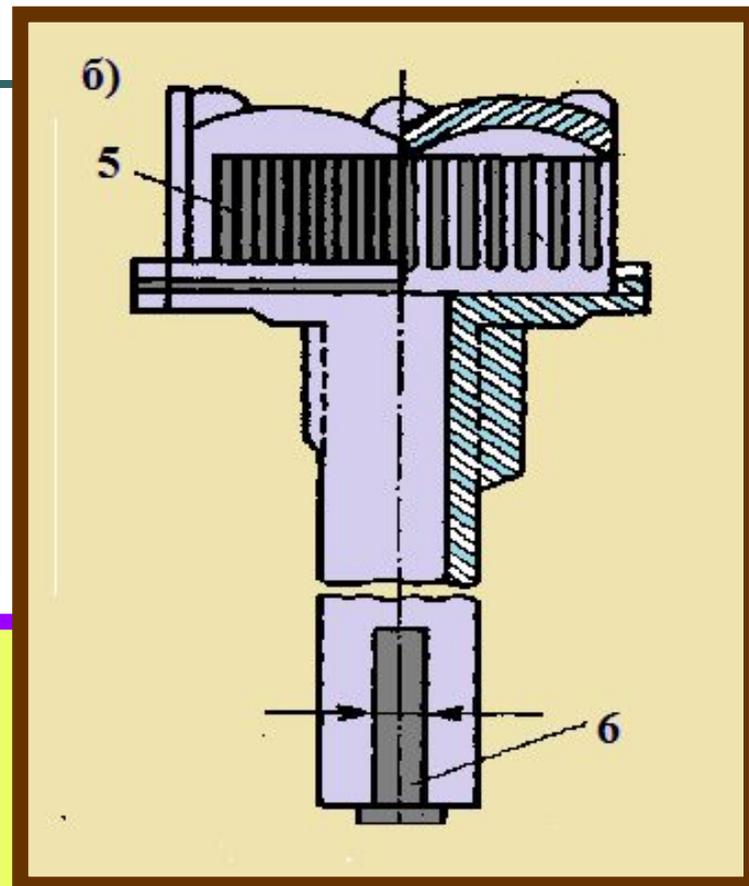
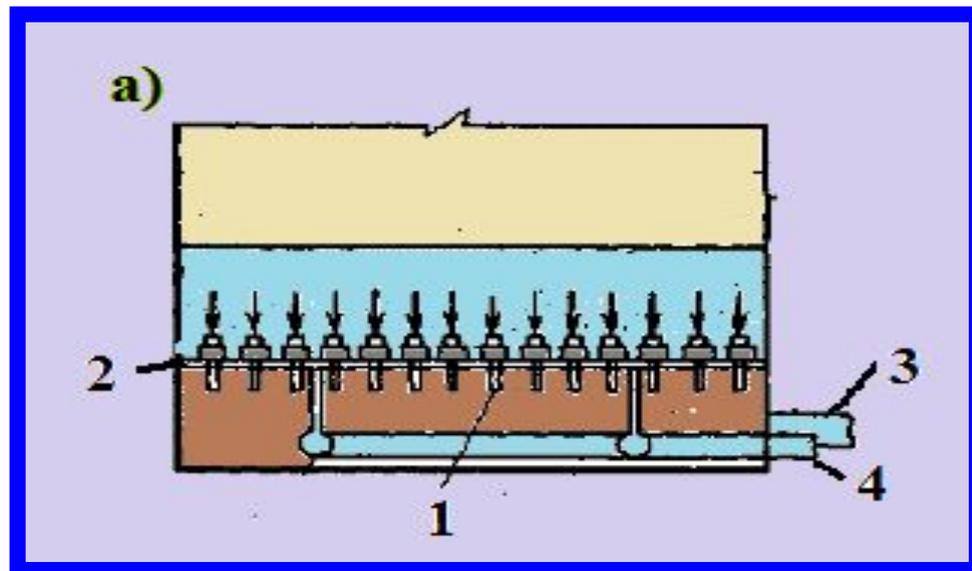
Стенка фильтра



ощего



Отвода фильтрата и распределение взрыхляющей воды осуществляется с помощью дренажа со щелевыми колпачками.



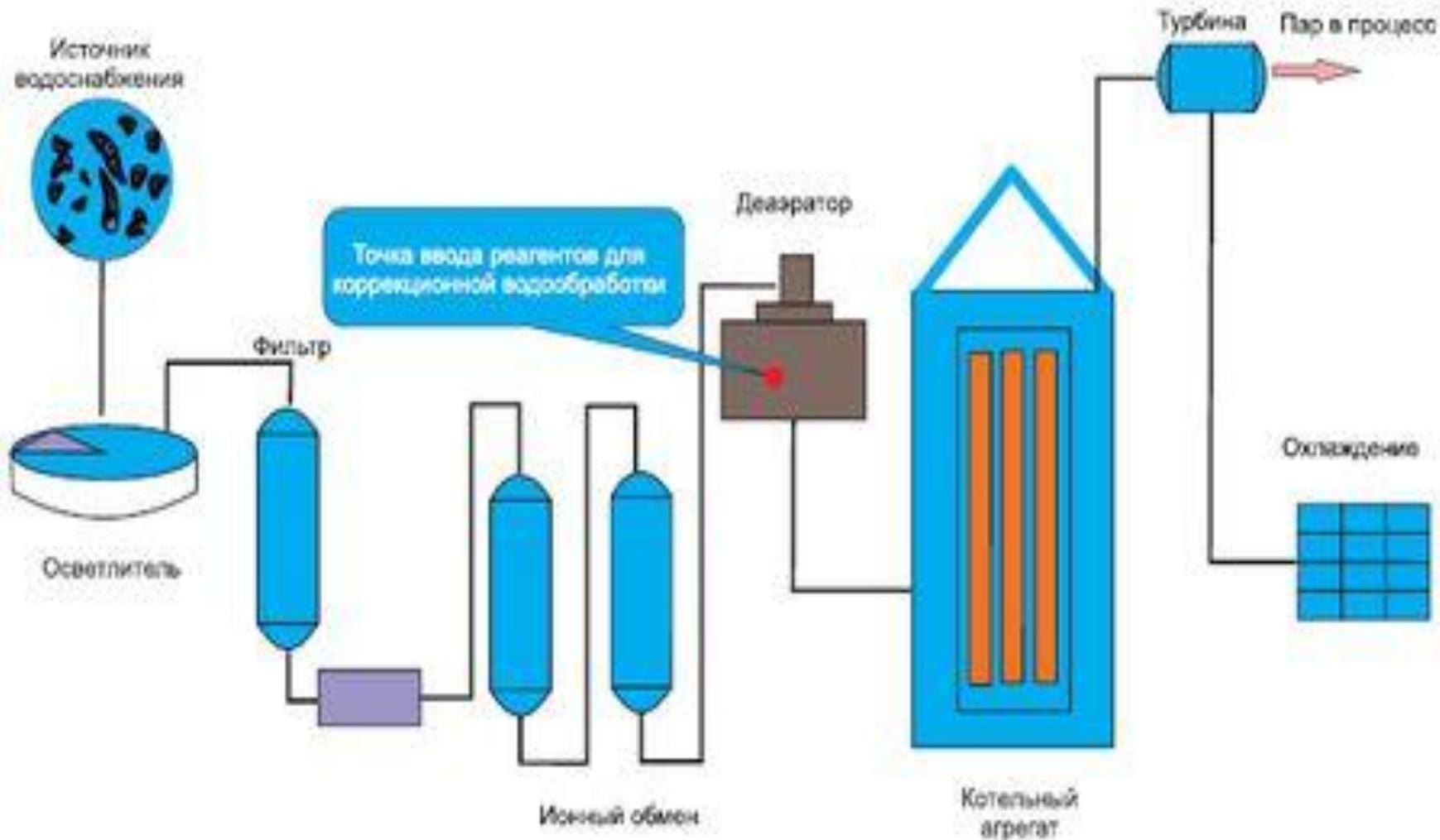
- а) колпачковый дренаж
- б) колпачок В-1
- 1. щелевой колпачок; 2. «ложное дно» в виде железобетонной трубы; 3,4 отводы фильтрата и подача воды для отмывки катионита. 5. щели; 6. щели для ввода воды на отмывку.

- **Катионитовые фильтры выпускаются серийно промышленностью, шести различных диаметров и с различной высотой загрузки катионитом.**
- **Кроме того каждый фильтр оборудован контрольно - измерительной аппаратурой:**
- **расходомеры для замера мгновенной производительности фильтра;**
- **счетчики для замера общего кол-ва умягчаемой воды**
- **манометрами, один из которых показывает давление воды в фильтрах, а другой после фильтра.**

- **Каждый катионитовый фильтр оборудуется необходимым кол-во задвижек и вентилей для:**
- **управления работой фильтра;**
- **отбора проб воды;**
- **контроля за наполнением фильтра;**
- **выпуска воздуха из него.**
- **Конструкции Na и H катионитовые фильтры различаются внутренней поверхностью:**
- **H-катионитовые фильтры и его детали соприкасающиеся с водой предохраняются от действия агрессивной среды, специальными покрытиями.**



www.TekoFilter.ru



Общая схема водоподготовки энергетического предприятия

Вспомогательные установки H-Na- катионитовых фильтров.

солевое хозяйство

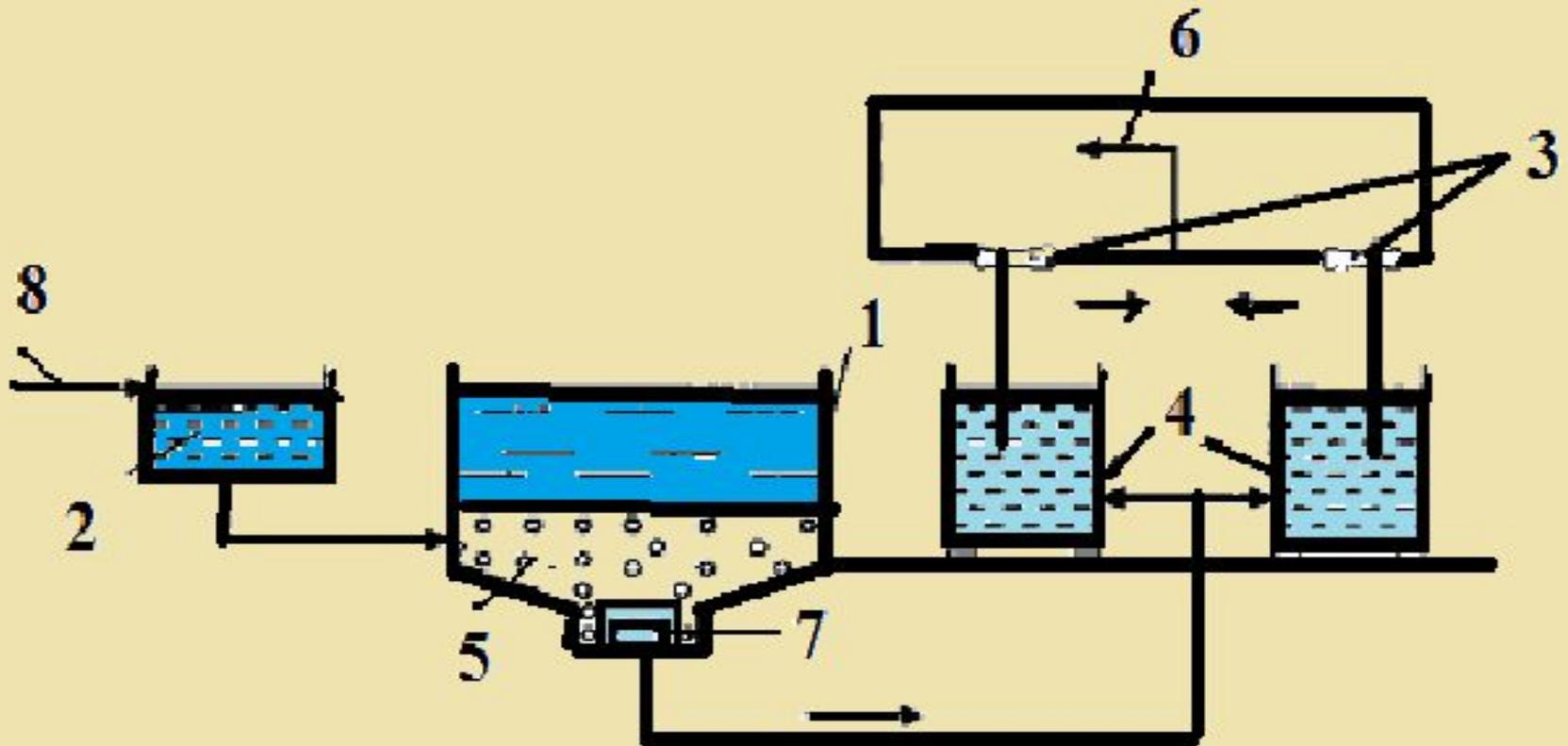


Вспомогательные установки Na-катионитовых фильтров- солевое хозяйство.

При проектировании складов для соли предпочтение отдают так называемому «мокрому хранению», при котором, соль прибывающая на катионитовую установку, сыпается в большую емкость и заливается водой.

В емкости получается насыщенный раствор соли, который постепенно используется для регенерации Na- катионитовых фильтров.

- 1. резервуар-хранилище для соли; 2. бак с постоянным уровнем воды; 3. эжекторы; 4. расходные баки; 5. слой соли; 6. отвод рассола соли на фильтры для регенерации; 7. песчано-гравийный фильтр; 8. подача исходной воды.



Насыщенный раствор соли из резервуар-хранилище насосом подают к смесителю, где происходит разбавление раствора соли до оптимальной концентрации (8-10%).

- Соотношение расходов воды и насыщенного раствора соли,**

подаваемых к смесителю контролируется расходомерами.

- Так как техническая соль сильно загрязнена, то раствор пропускают предварительно через кварцевый фильтр или песчано-гравийный.**

РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ СОЛЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

Емкость баков для мокрого хранения соли можно определить по формуле (считая, что концентрация насыщенного раствора соли $\approx 26\%$)

Q – полезный расход воды, подаваемой на Na – катионитовые фильтры, $m^3/sut.$

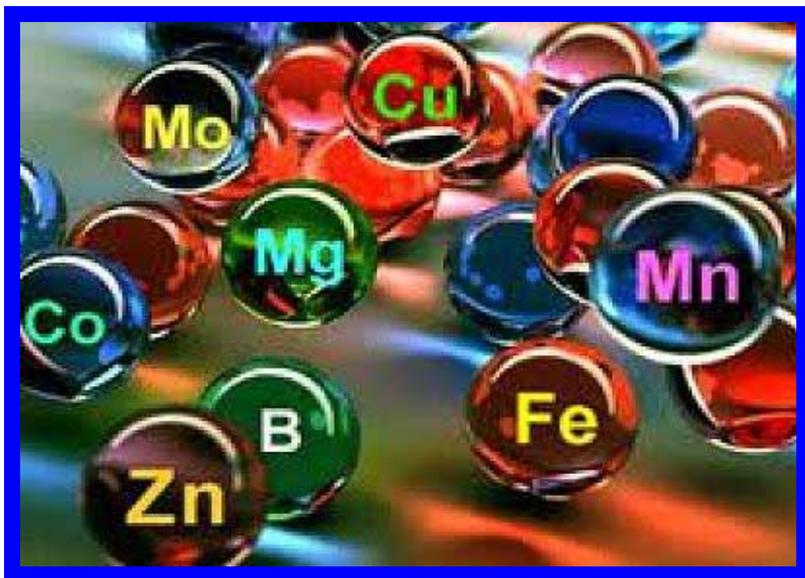
$Ж_0$ – общая жесткость воды, подаваемой на Na – катионитовые фильтры, $г-экв/m^3;$

- **а – удельный расход соли на регенерацию в г\г-экв. поглощенной катионитом жесткости;**
- **т – число дней, на которое принимается запас соли, обычно 20-40 дней;**

- Производительность насоса, подающего насыщенный раствор соли в период регенерации Na-катионитового фильтра, можно определить по формуле
- V – скорость фильтрования регенерирующего раствора соли через катионитовый фильтр, принимается 5-7 м\час.
- F – площадь поперечного сечения Na- катионитового фильтра, м²;

- v_p – желательная концентрация регенерирующего раствора соли 8-10%;
- v_n – концентрация насыщенного насыщенного раствора $\approx 26\%$.
- Фильтры для осветления насыщенного раствора соли рассчитывают на пропуск расхода, подсчитанного по формуле (2) и скорости фильтрования
- 4-6 м\час.

КИСЛОТНОЕ ХОЗЯЙСТВО



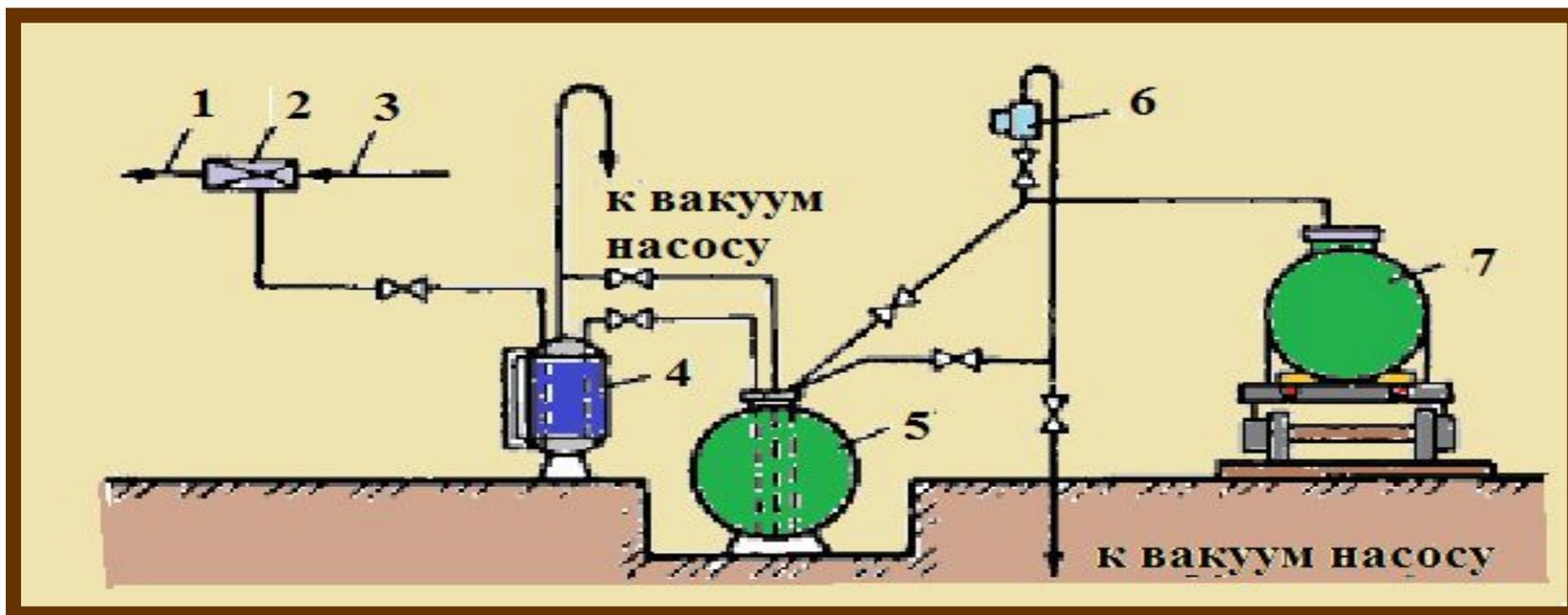
Кислотное хозяйство для обслуживания H-катионитовых фильтров

кислотное хозяйство состоит:

из цистерны для
концентрированной
кислоты

и различных приспособлений для подачи
кислоты из цистерны на
фильтры.

Схема кислотного хоз-ва для обслуживания работы Н-катионитовых фильтров



- 1 –отвод 1% регенерирующего раствора кислоты; 2 – эжектор;
- 3 – расходомер на линии осветленной воды; 4 – мерник кислотный;
- 5 – цистерна для хранения концентрированной кислоты;
- 6 – промежуточный бак; 7-железнодорожная кислотная цистерна;

- **растворы серной кислоты концентрацией больше 1-1,5% применять не следует, так как повышается опасность за гипсования катионита, в следствии увеличения концентрации CaSO_4 превышающей растворимость его в воде.**



РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ КИСЛОТНОГО ХОЗЯЙСТВА

Емкости цистерны для хранения концентрированной серной кислоты определяется по формуле:

Q_n – кол-во воды, пропускаемой через

N – катионитовые фильтры, $m^3 \backslash \text{час}$.

a – удельный расход кислоты на регенерацию катионита, $г \backslash г\text{-экв.}$;

t – число дней, на которое принимается запас кислоты, (обычно 30-40 дней);

- В – концентрация серной кислоты, %, находят по таблицам.
- γ - удельный вес кислоты, t/m^3 по таблицам.
- Wц - следует округлять до ближайшей большей величины равной емкости железнодорожной цистерны (16,25 или 50т,), чтобы можно было быстро опорожнить железнодорожную цистерну.



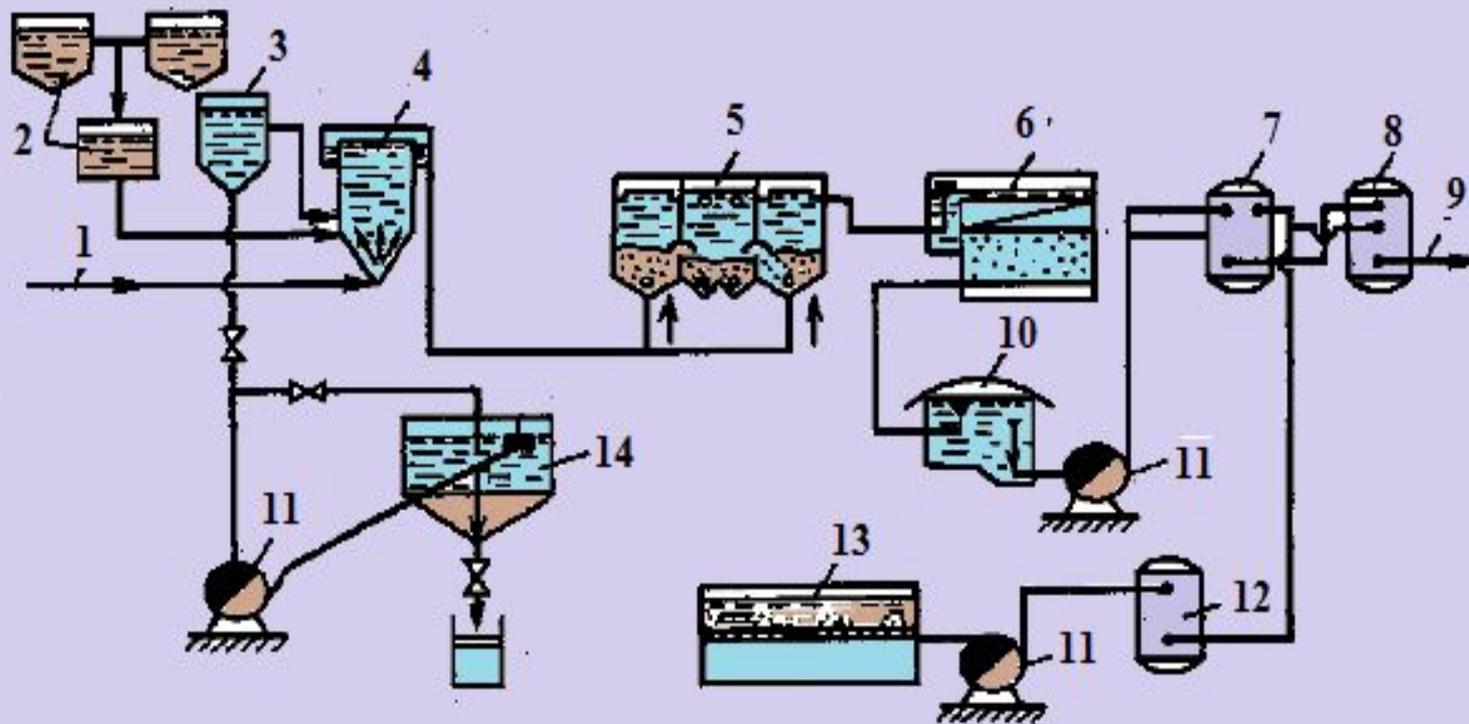
- **Полезную емкость мерника для концентрированной серной кислоты можно определить по формуле**

- **n – число рабочих Н-катионитовых фильтров;**
- **t – продолжительность работы фильтра между регенерациями, час.**
- **a – удельный расход кислоты на регенерацию катионита, г\г-экв.;**
- **Остальные обозначения те же.**

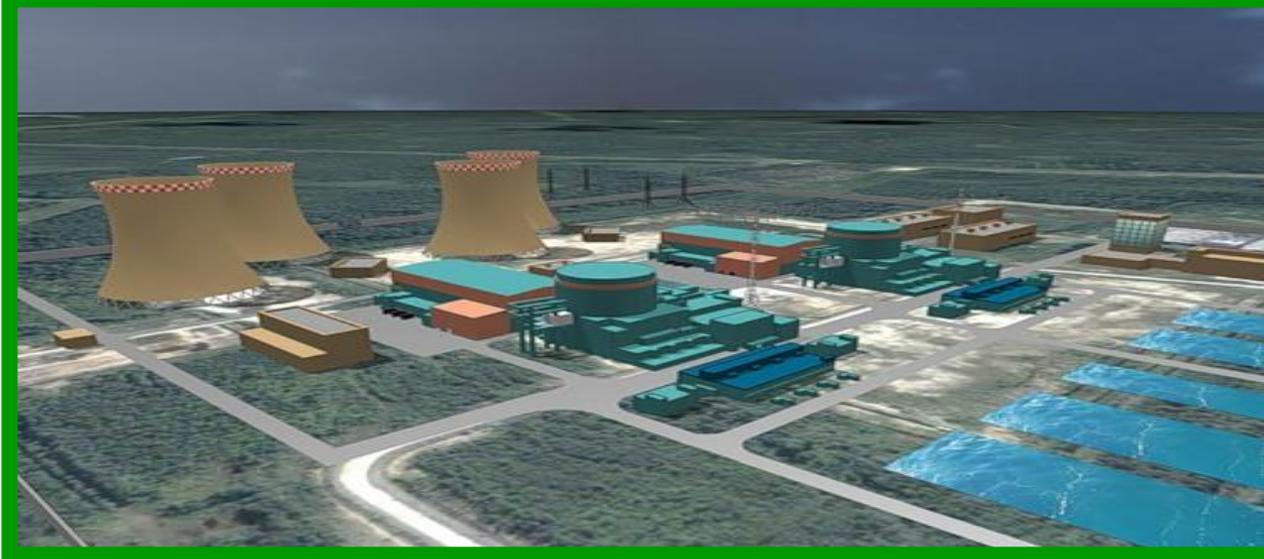
- **Емкость бака с водой для взрыхления катионита в фильтрах следует подсчитывать, исходя из возможного последовательного взрыхления катионита в двух фильтрах:**
- **ω (омега)– интенсивность взрыхления катионита в л\сек м² (для большинства катионитов $\omega = 4-5$ л\сек м₂)**
- **F – площадь фильтрования катионитового фильтра, м²**
- **t_в = продолжительность взрыхления в мин (t_в – 20-25 мин).**



**Методы известково-
содовый и частично
катионитовый.**



- 1,9 – подача исходной и отвод умягченной воды; 2 – дозатор коагулянта; 3.- дозатор известкового молока; 4 - смеситель (реактор);
- 5 – осветлитель со слоем взвешенного осадка; 6 – скорый осветлительный фильтр; 7,8 – Na-катионитовый фильтр первой и второй ступени; 10 – промежуточный резервуар; 11-повысительный насос; 12- фильтр для осветления солесодержащего раствора; 13 – бак мокрого хранения поваренной соли; 14 – бак известкового молока с гидравлическим перемешиванием



***Расход воды на
собственные нужды
катионитовых установок***

Расход на собственные нужды H-На-катионитовых установок складывается из потребления воды на следующие технологические операции:

приготовление

регенерируемых растворов, солей и кислоты;

ыхление

отмывка катионита после регенерации.

х перед ией;

На отмывку используют осветленную, не умягченную воду.

- На катионитовую установку воды должно поступать Q , м³/сут:

- где Q_y – полезная производительность установки по умягчению воды, м³/сут.
- Q_1 , Q_2 , Q_3 – соответственно расход воды на приготовление регенерирующего раствора, взрыхления и отмывку катионита.
- При повторном использовании отмывочной воды для взрыхления катионита в фильтрах расход воды на собственные нужды сокращается на Q_2 .

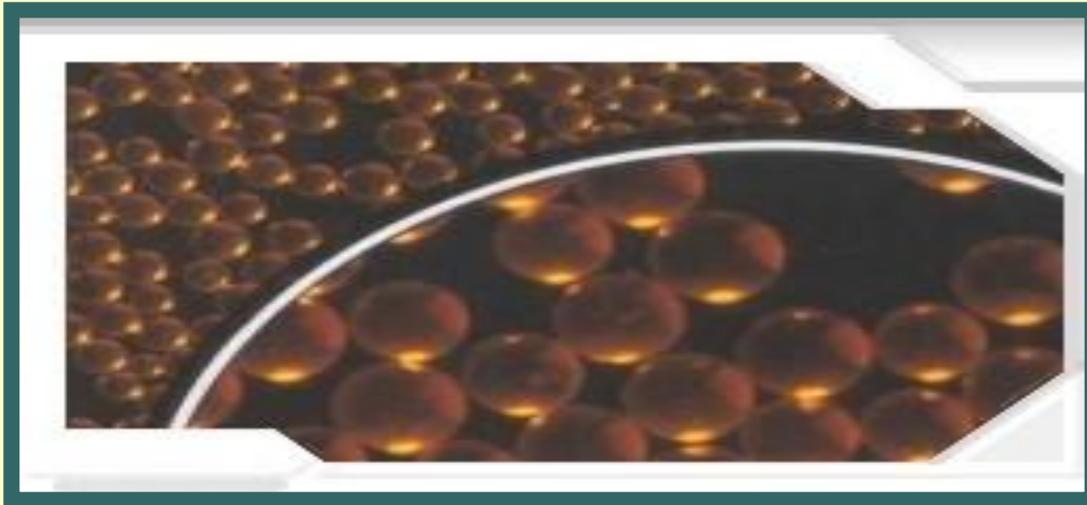
Регенерация

- Расчетный расход воды, $\text{м}^3/\text{сут}$, на приготовление растворов поваренной соли Q_1 $\text{м}^3/\text{сут}$ и серной кислоты Q_1^1 равен
- где n и n_1 - соответственно число фильтров Na и H катионитовых и регенерация каждого фильтра в сут.
- a и h – площадь, м^2 и высота, м загрузки фильтра катионитом.

- **Расход воды на взрыхление катионита, $\text{м}^3/\text{сут}$**

- **$T = 15$ продолжительность взрыхления, мин;**
- **ω (омега) – интенсивность взрыхления, принимается в зависимости от крупности зерен катионита в пределах $3 \dots 4 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.**

- **Расход на отмывку катионита $\text{м}^3/\text{сут}$**
- **где $q_{\text{уд от}}$ – удельный расход отмывочной воды равный $4...8 \text{ м}^3/\text{м}^3$ катионита.**



Термический метод умягчения воды

- Сущно
нагре
равно

ее



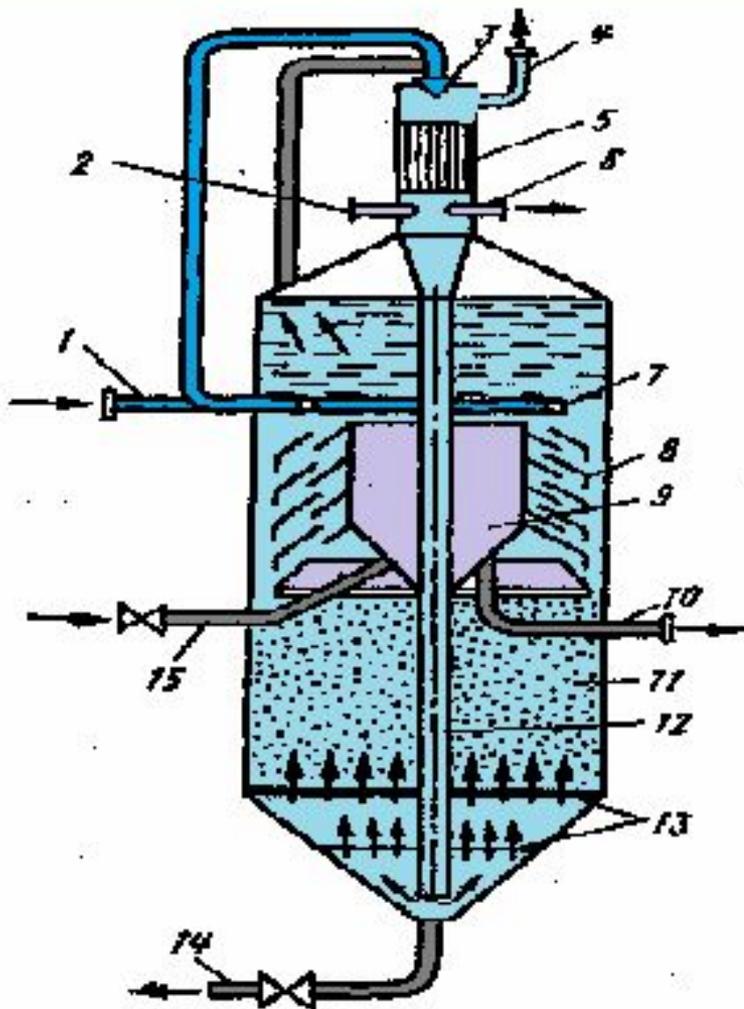
Термический метод целесообразно применять при использовании карбонатных вод, идущих на питание котлов низкого давления, а также в сочетании с реагентным методом умягчения воды.

- Потеря свободной углекислоты приводит к нарушению углекислотного равновесия и к распаду бикарбонатов с выделением малорастворимых осадков CaCO_3 и Mg(OH)_2 .
- Нагрев воды выше 100° приводит почти к полному устранению из нее карбонатной жесткости.

Не карбонатная жесткость, при высоком нагреве может быть частично удален, за исключением сернокислого калия (CaSO_4 – гипс), который образует на стенках аппаратов осадок в виде гипса, растворимость которого при нагреве воды до 250° падает до 40-50 мг\л.

- Кипячению может полностью удалить оксид углерода (свободную углекислоту) и тем самым значительно снизить карбонатную кальциевую жесткость, однако полностью устранить указанную жесткость не удастся, поскольку карбонат кальция незначительно (13 мг\л при $t = 180\text{C}$) , растворим в воде.
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Термоумягчитель конструкции Копьева



- 1,10 - подача исходной и отвод умягченной воды; 2 - продувка котлов; 3 - эжектор; 4 - выпар; 5 - пленочный подогреватель; 6 - сброс пара; 7 - кольцевой перфорированный трубопровод отвода воды к эжектору;
- 8 - наклонные сепарирующие перегородки; 9 - сборник умягченной воды; 11 - взвешенный слой; 12 - центральная подающая труба; 13 - ложное перфорированное днище;
- 14 - сброс шлама; 15 - сброс дренажной воды.
- Время пребывания воды в термоумягчителе составляет 30-45 мин,
- скорость ее восходящего движения во взвешенном слое $7 \dots 10$ мг/л., а в отверстия ложного дна $0,1 \dots 0,25$ м/с.

МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ.



Сущн
магн
вател
нагре

и водой
образо-
сти

Метод
калы
соста

вод
торые
доемах

Под влиянием магнитного поля происходит поляризация и деформация ионов.

Тепловой пункт





Противонакипный эффект зависит:

от состава воды;

напряженности магнитного поля;

скорости движения воды;

продолжительности пребывания воды
в магнитном поле;

от других
факторов;



Преимущества перед умягчением

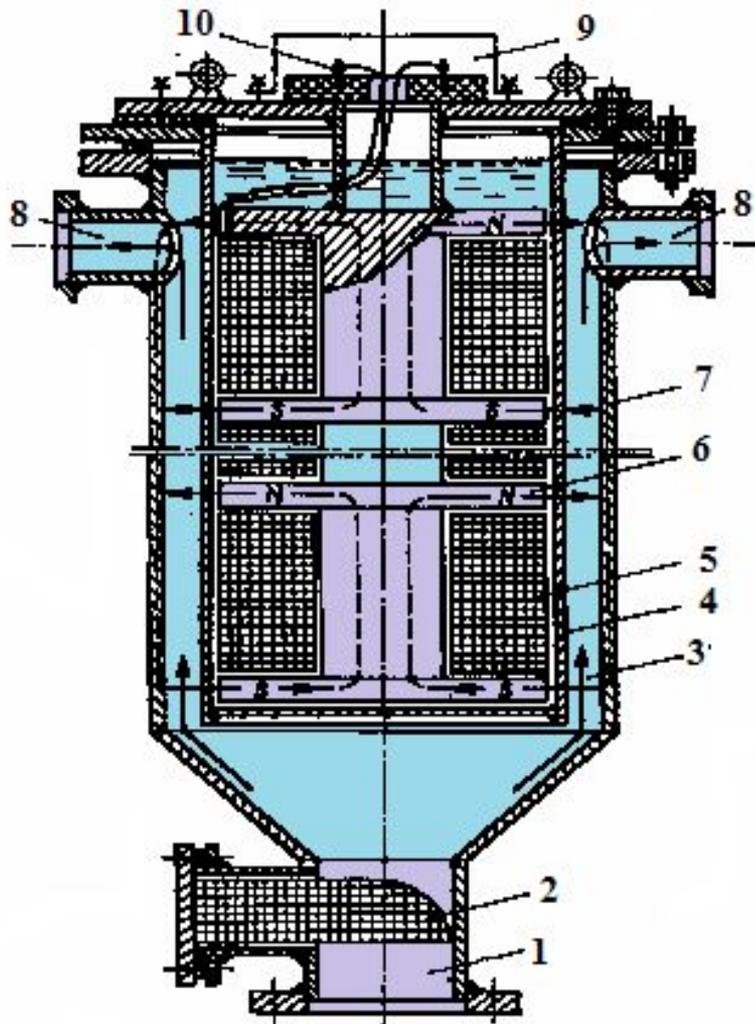
простота

дешевизна

**безопасность и почти
полное отсутствие
эксплуатационных
расходов.**



Магнитный аппарат с постоянными стальными магнитами и электромагнитами.



- Электромагнитный аппарат для противонакипной обработки воды.
- 1,8 – подача исходной и отвод омагниченной воды;
- 2 – сетка; 3 – рабочий зазор для прохода омагниченной воды; 4 – кожух;
- 5 – намагниченная катушка;
- 6 – сердечник; 7 - корпус;
- 9 – крышка; 10 – клеммы.
- Скорость движения воды в зазоре не должна превышать 1 м\с.

Магнитный аппарат монтируется к трубопроводам в вертикальном или горизонтальном положении с помощью переходных муфт.

В процесс работы аппаратов, проходные зазоры загрязняются механическими примесями, поэтому аппараты необходимо периодически разбирать и очищать.

Для воды с карбонатной жесткостью и окисляемостью 5,6 мг\л, солевая нагрузка оптимальное напряжение магнитного аппарата составляет 12В.



Коррозия труб без обработки воды

Воздействие умягчителя



VULCAN



Трубы не подвержены коррозии

www.calmat.com.ua

Основные преимущества магнитных активаторов воды:



не потребляют электроэнергию

не требуют химических реагентов

не нуждаются в обслуживании

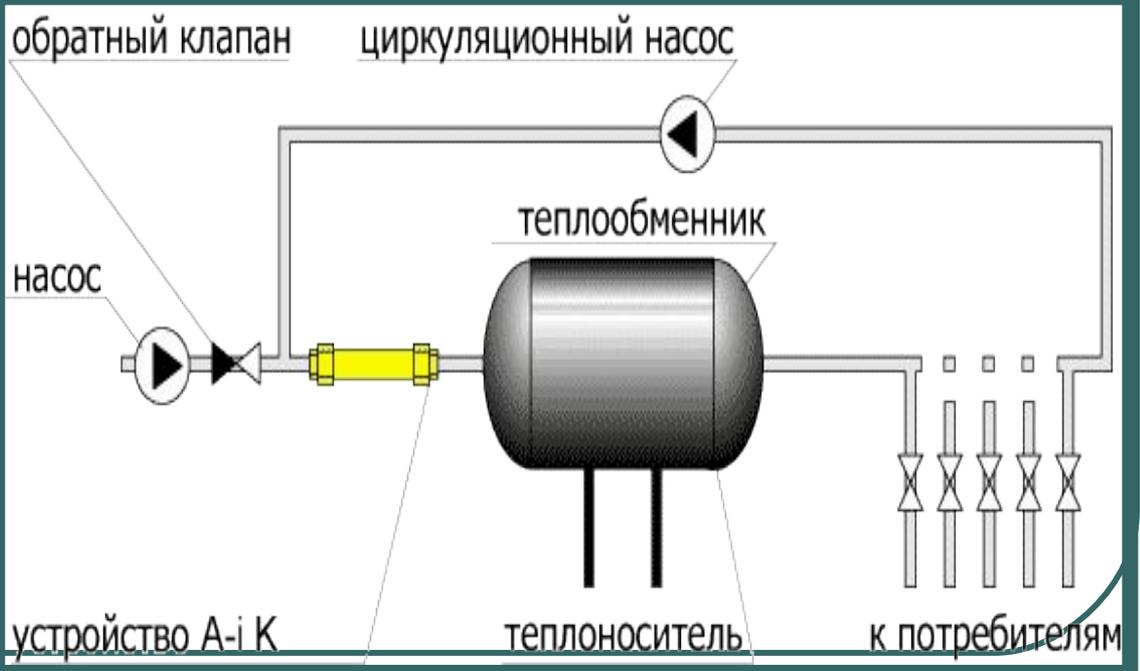
имеют длительный срок службы (10-15 лет)



экологически безопасны

Устройства магнитной обработки воды ANTI-INKRUST KRAFTING | Анти-Инкруст Крафтинг Приборы магнитной обработки воды Krafting Крафтинг

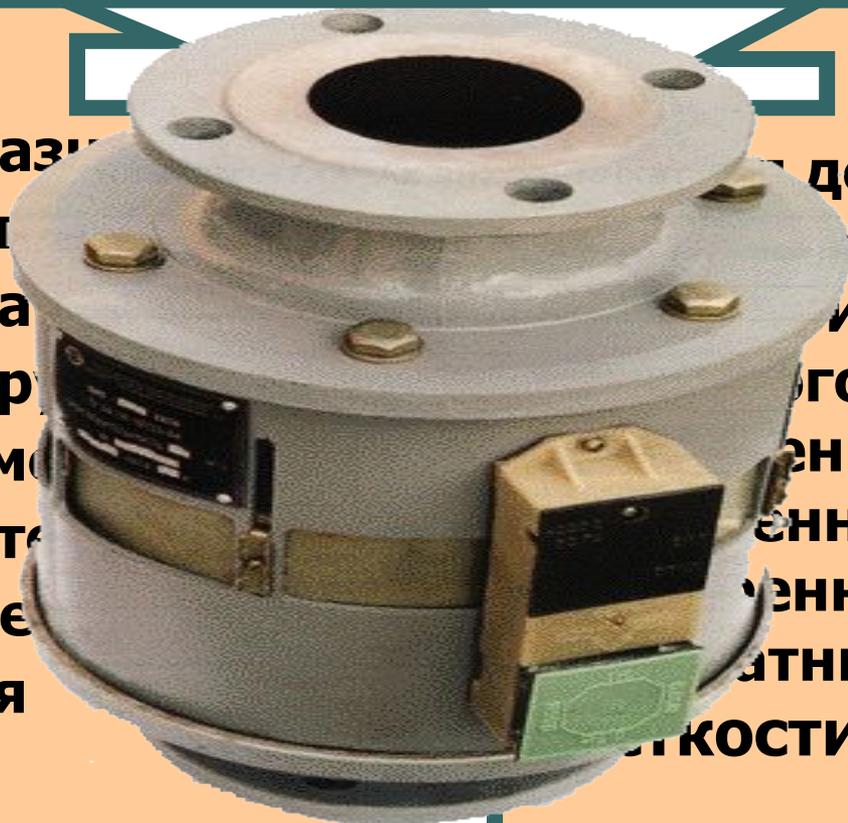
надежно защищают от накипи и коррозии



Аппарат магнитной обработки ВОДЫ

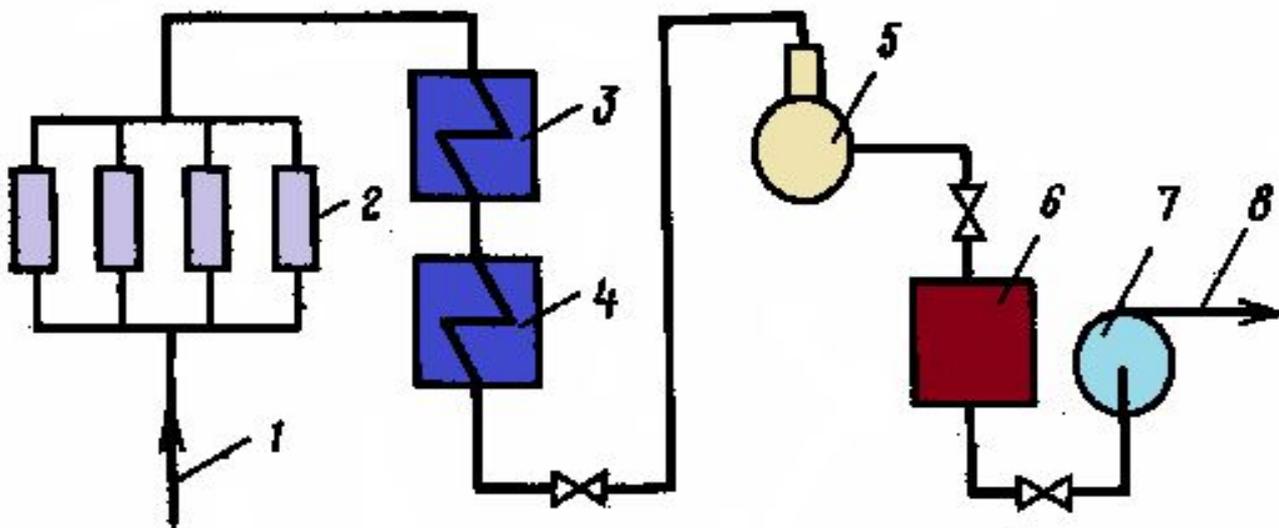
"АМО-25"

Аппарат предназначен для предотвращения накипи и коррозии в системах водоснабжения и оборотного охлаждения. Он основан на магнитной обработке воды, циркулирующей через теплообменное оборудование тепловых пунктов, горячего водоснабжения и оборотного охлаждения.

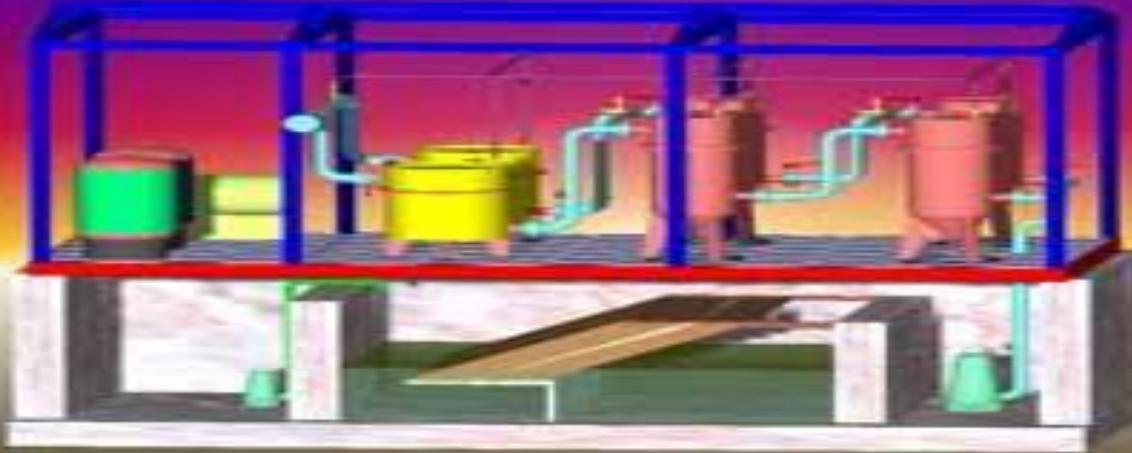


Этот прибор действует на основе магнитного поля высокой энергии на ионы кальция и магния в воде, что предотвращает образование солей жесткости.

Схема размещения магнитной установки для обработки котловой воды без предварительной очистки.



- 1,8 – исходная и подпиточная вода; 2. – электромагнитные аппараты; 3,4 – подогреватели I и II ступени; 5 – деаэратор; 6 – промежуточный бак; 7 – подпиточный насос.



***ОСНОВЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ВОДОУМЯГЧИТЕЛЬНЫХ
УСТАНОВОК***

Декарбонаты



Требования к
умягченной воде:

ПРОВЕРКА
ОДЫ И

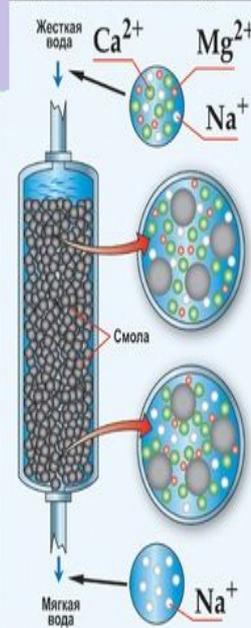
Остаточное

велич
харак
солес
ВОДЫ



ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ

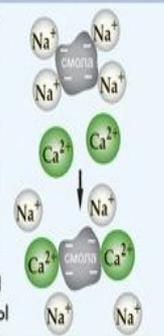
СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ



Жесткость воды	Анионы, присутствующие в растворе	Способы устранения жесткости
Временная	HCO_3^-	1. Кипячение: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 2. Добавление соды: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaHCO}_3$ 3. Добавление извести: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
Постоянная	Cl^- , SO_4^{2-} , H_2PO_4^-	Добавление соды: $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $6\text{MgCl}_2 + 6\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Mg}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_4 \downarrow + 12\text{NaCl}$



Установка для умягчения воды



НАКИПЬ

питательной
ВОДЫ КОТЛОВ ВЫСОКОГО
давления)

Когда источником водоснабжения является река, вода которой содержит значительное количество взвешенных веществ

(особенно в период паводка)

Отказаться от первой фазы очистки воды можно, когда содержание взвешенных веществ в воде в течение



Kerch.FM

Осветление и умягчение воды может быть достигнуто

путем отстаивания

или фильтрации

после осветления.

являются фазы

очистки, в которых происходят процессы осветления и умягчения воды.

ние



Если
Обес
В
В
П

и одновременно
содержание

которого сорбируют содержащую кремниевую кислоту. Магнезиальные реагенты и обожженный доломит.



II фаза – глубокое умягчение (катионирование.)

- На выбор схемы водоумягчительных установок влияет снижение щелочности в умягченной воде (если предъявляется такое требование).
- Снижение щелочности воды при одновременном ее глубоком умягчении может быть достигнуто известкованием с последующим катионированием.

ЩЕЛОЧНОСТИ

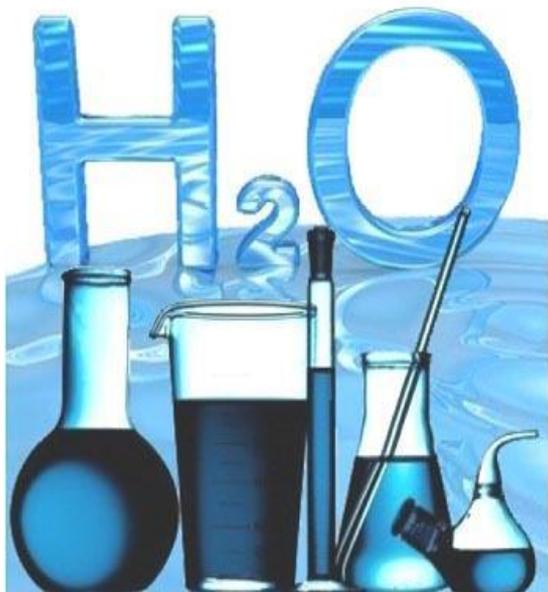


Экономичность установок

- **1. Если в исходной воде карбонатная жесткость значительно больше некарбонатной то с точки зрения эксплуатационной стоимости воды схема Na-катионирования с предварительным известкованием обычно выгоднее так как известь дешевле кислоты, используемую для регенерации H-катионитовых фильтров.**

- **2. Если исходную воду не нужно осветлять (подземные воды) по применению схемы H-Na-катионирования более экономична, так как отпадает необходимость в сооружении громоздких осветлителей (или отстойников), осветительных фильтров, аппаратов для гашения извести, растворение и дозирование извести, отсутствие коагулянта так же снижает эксплуатационные расходы.**
- **Без специального технико-экономического сравнения методов глубокого умягчения трудно решить какой метод выгоднее.**

При необходимости осветления воды правильный выбор умягчения можно сделать только с учетом местных условий:



дальности перевозок реагентов,

производительности водоумягчительной установки

качества исходной воды,

наличия или отсутствия предварительного подогрева воды,

возможность получения кислотостойких труб и арматуры,

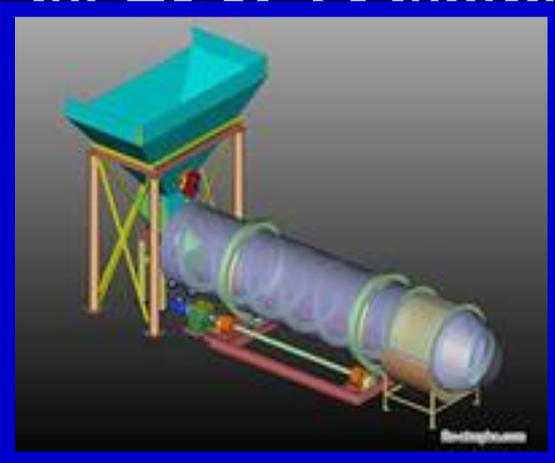
условий грунтовых вод, сроков строительства и т.п.

- При пр
устано
всех тр
- Наибо
работа
устано
трансп
раство
- Весьма
загр
осво
- Поэ
быт



ельных
анизации
НЫМИ
ИТЕЛЬНЫХ
ие и

- Весьма трудоемкими работами являются
загр
осво
Поэ
быт



ка к
ильт
заци
обое



НО

ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ



**Снижение солесодержания
до концентраций солей
близких
к дистиллированной воде.**

Классификация методов обессоливания ВОДЫ.

Обессоливание может быть полным или частичным.

Полное обессоливание

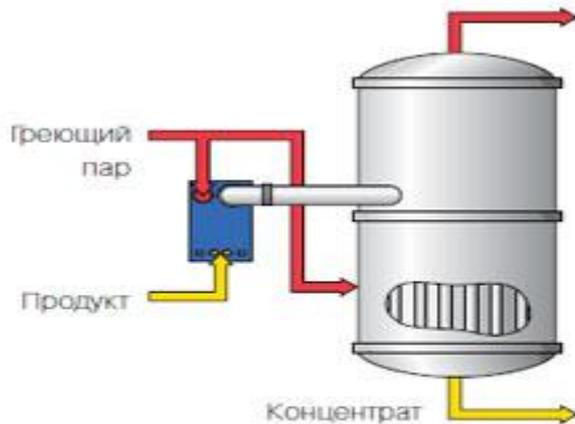
**—
дистиллированная
вода.**



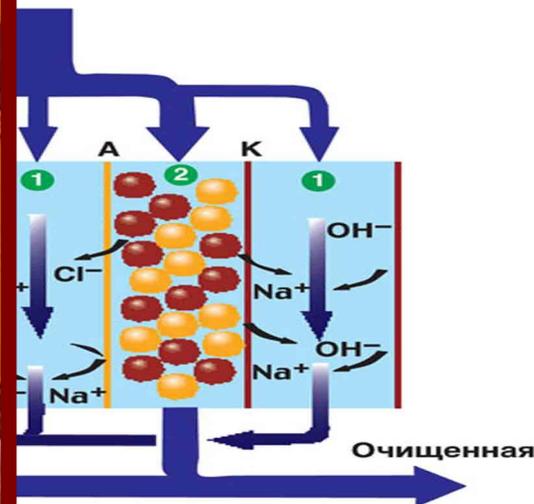
Частичное обессоливание—

**когда прокаленный
растворенный остаток в воде не
превосходит допустимого.
Примером частичного
обессоливания является
питьевая вода по
ГОСТу 2874-82
прокаленный осадок доведен
до 1000 мг\л.**

Полное обессоливание



AlfaVar в качестве бустера к существующей системе выпаривания Robert



следующими методами:

Как самостоятельный метод частичного обессоливания известкование и H-катионирование обычно не применяют, они сопутствуют лишь процессу умягчения.

Выбор метода опреснения определяется качеством исходной и обработанной воды, производительностью установки и технико-экономическими соображениями.

Ионитовый или дистилляция – по технико-экономическим сравнениям.

Степень минерализации – более 1,0 г\л;

2-3 г\л – ионитовый метод;

2,5–10 г\л – электродиализ;

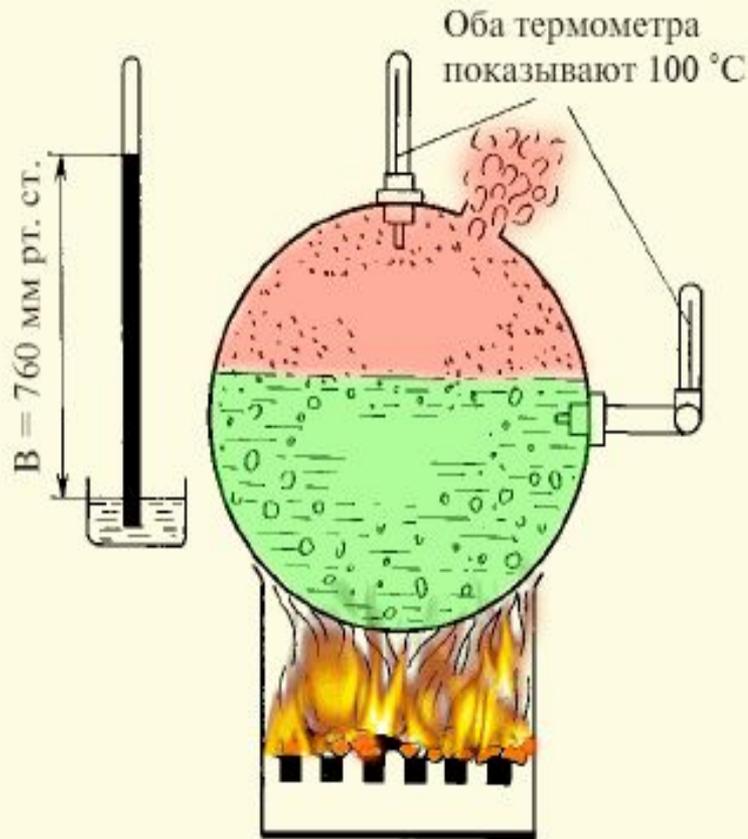
более 10 г\л – дистилляция, замораживание.

Обессоливание воды путем ее испарения и конденсации пара (дистилляция).

Дистилляция
воды пр
пресны

Этот м
сущес
дисти.

В испар
поступа

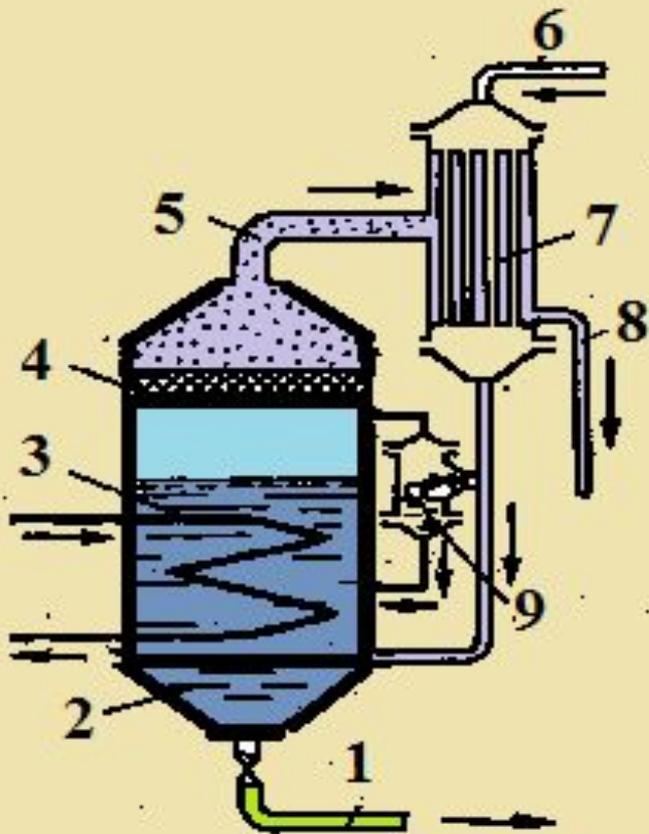


бности
даться на

ние 90%
ечивается

Рис. 1.1. Образование сухого насыщенного пара

Схема одноступенчатой дистилляционной установки



- 1.отвод рассола;
- 2.испаритель;
- 3. теплоноситель;
- 4.сепаратор;
- 5.вторичный пар;
- 6.подача исходной воды;
- 7. конденсатор;
- 8.отвод дистиллированной воды;
- 9.регулятор уровня.

Объем испарителя разделяют на водяной и паровой,
с помощью зеркала







*Многоступенчатая
определенная*



- 1. теплообменник
- сепаратор
- 9. отвод конденсата в парогенератор.

0

3.

д



Отложение солей

- При работе дистилляционных установок происходит отложение солей, которые образуются на греющих элементах испарителя.
- Накипь уменьшает температуру теплопередачу и работу всех установок.
- Очистку рабочих поверхностей осуществляется:
 - механическим и химическим путями.
 - они требуют больших затрат времени и энергии.
 - большие затраты на материалы.
- В настоящее время существуют различные методы очистки установок от накипи, в частности: реагентный и безреагентный методы.



Накипь в водяной трубе



**Накипь под сканирующим
электронным микроскопом,
поле зрения 64 x 90 мкм**

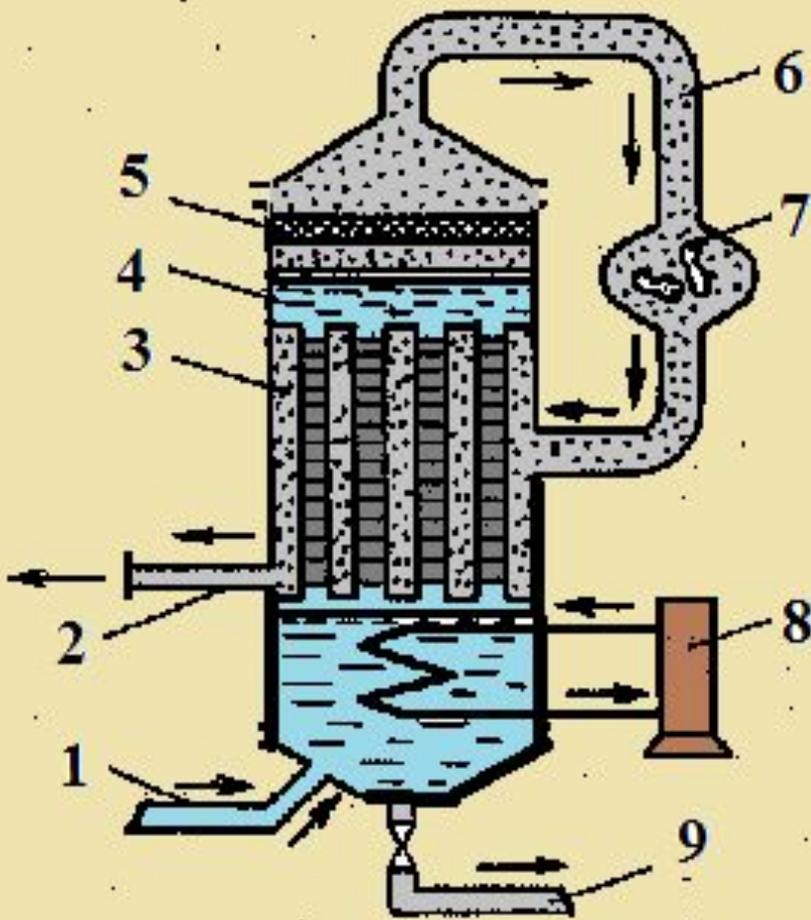
- **Реагентный** – в воду вводятся присадки в виде антинакипина, которые не вступают химическую реакцию с водой.
- мелкозернистые присадки - известняк, кварцевый песок, мел, гидроксид магния и другие.
- **Химический** – предварительное подкисление, подщелачивание, известково-содовый способы, предварительная ионообменная обработка воды.
- **Безреагентный** – электрохимическая обработка воды, магнитная, т.д.

- **Безнакипный** режим работы испарителей достигается так же созданием вакуума в испарителях, что дает возможность снизить температуру испаряемой воды до 50°C и ниже.
- Экономичность испарительных установок возможно повысить путем применения в их схеме **термокомпрессора** (парокомпрессора).
- **Сущность** - пар, полученный в испарителе, сжимается компрессором, в результате чего его температура повышается на несколько градусов по сравнению с начальной, а затем обратно возвращается в испаритель уже в качестве греющего пара.

- **Конденсируясь на стенке испарителя, пар отдает свое тепло соленой воде, за счет чего она вновь испаряется.**
- **Исходное тепло установка получает в виде механической или электрохимической энергии, расходуемой на привод термокомпрессора.**



Термокомпрессорная опреснительная установка.



- 1,2 – подача исходной и отвод опресненной воды,
- 3 – теплообменник-конденсатор;
- 4 – испаритель;
- 5 – сепаратор;
- 6 – вторичный пар;
- 7 – вакуум – компрессор;
- 8 – пусковой котел;
- 9 – сброс рассола.

- **Термокомпрессорные установки бывают одноступенчатые и многоступенчатые.**
- **Имеют испарители :**
 - ❖ **вакуумные;**
 - ❖ **атмосферные ;**
 - ❖ **работающие под давлением, большим атмосферного.**

МЕТОДЫ ИОНИТОВОГО ОБЕССОЛИВАНИЯ ВОДЫ.



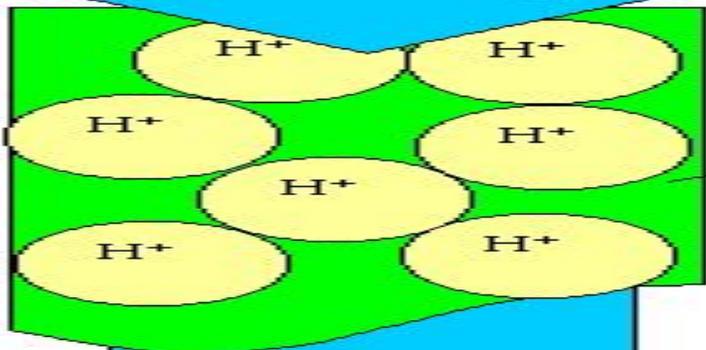
• По
че
за

ды

Катионы:
 Ca^{+2} Mg^{+2}
 Na^{+1} K^{+1}

Анионы:
 HCO_3^- SO_4^{-2}
 Cl^- NO_3^-

Исходная вода

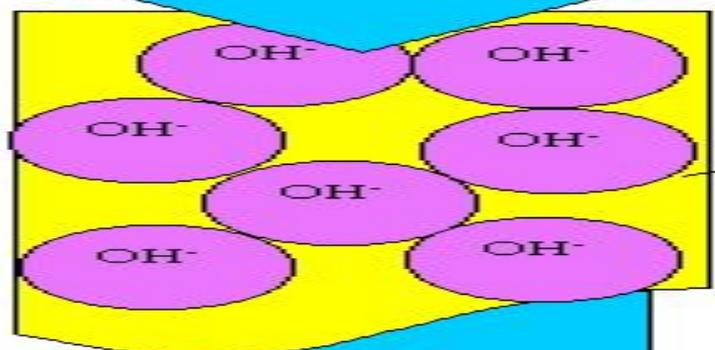


Ионообменная смола (H^+ - катионит)

Катионы:
 H^+ H^+ H^+ H^+

Анионы:
 HCO_3^- SO_4^{-2}
 Cl^- NO_3^-

Вода без катионов металлов (кислота)

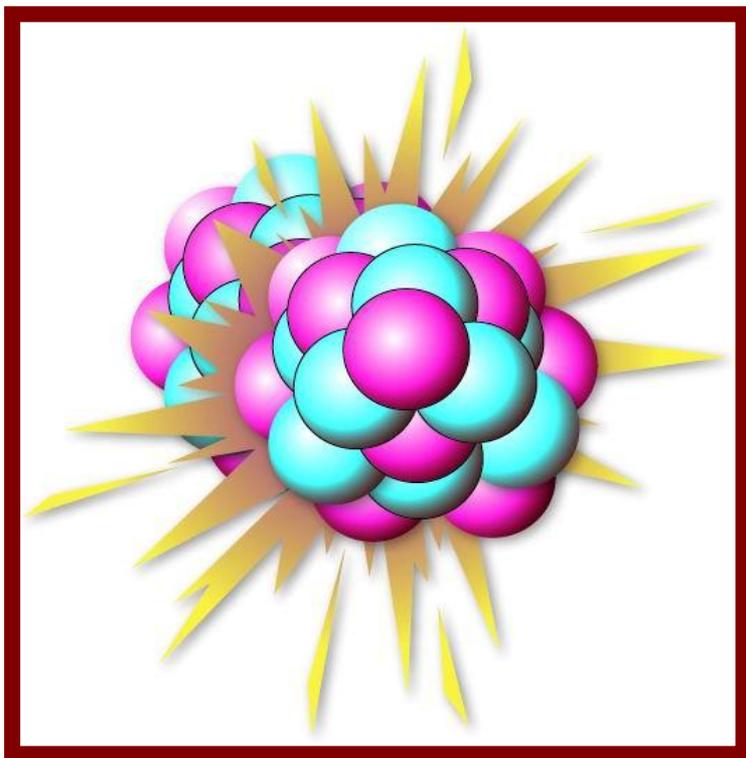


Ионообменная смола (OH^- - анионит)



Обессоленная вода (без катионов и анионов)

- **H-катионирование служит для задержания из воды катионов;**
- **ОН- анионирование для удаления из воды анионов.**



Простейшая одноступенчатая



буферный Na-катионитовый фильтр.

На обессоливающую установку поступает осветленная вода с содержанием взвешенных

веществ не более 20 мг\л,

Из за необходимости задержания

содержание до 5 мг\л.

Na+ в схемах полного обессоливания воды, рабочий цикл фильтрования на

N-катионитовых фильтрах короче, чем на N-катионитовых фильтрах водоумягчительных установках и следовательно рабочая обменная способность

N-катионита при полном обессоливании

соответственно ниже

НИОНИТОВЫЕ ФИЛЬТРЫ

ске обессоливаемой в вторую группу происходит обмен сильных кислот а ионы OH-,CO2 зависимости ентом уется

анионит.

Аниониты ионообменные смолы которые бывают:

Сильноосновные



Слабоосновные



кислота)

Если нужно удалить из исходной воды

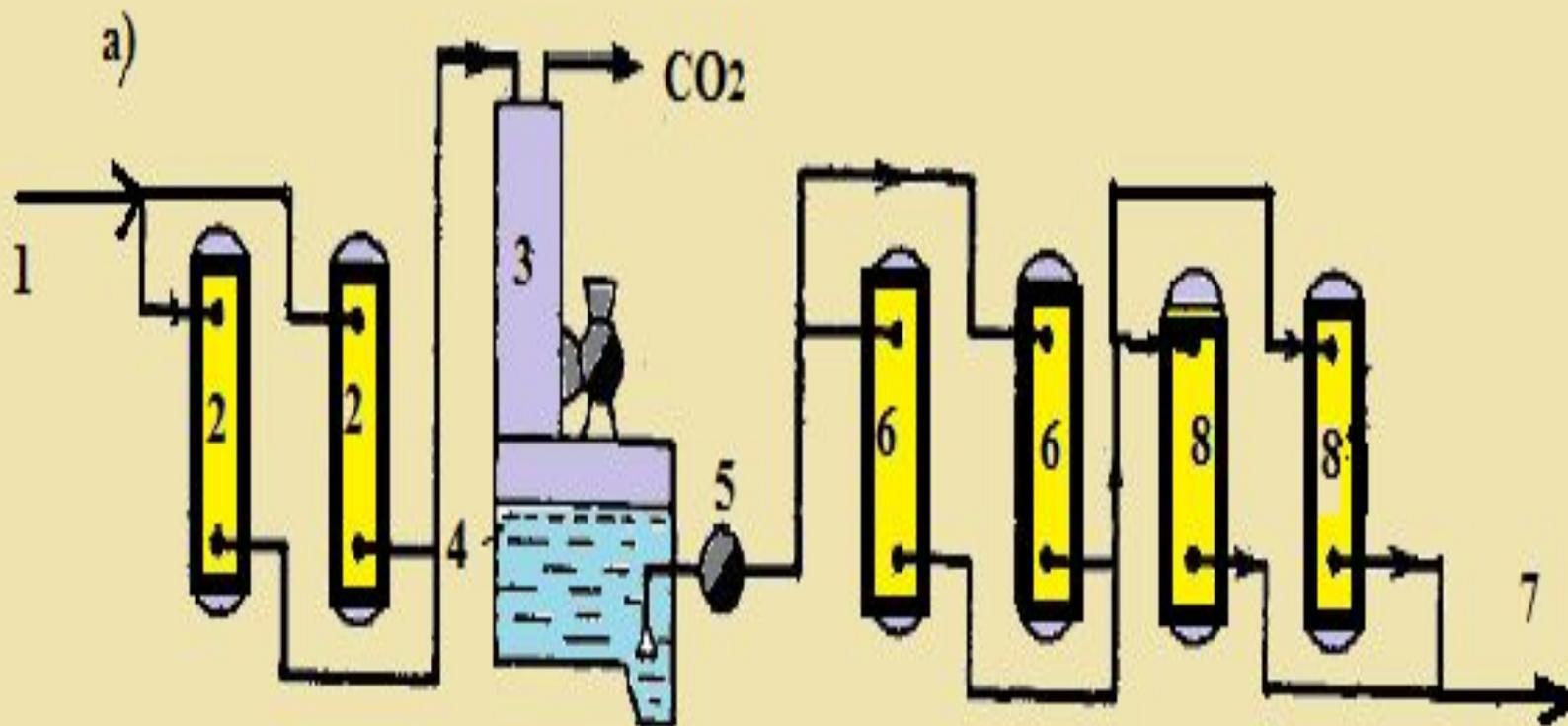
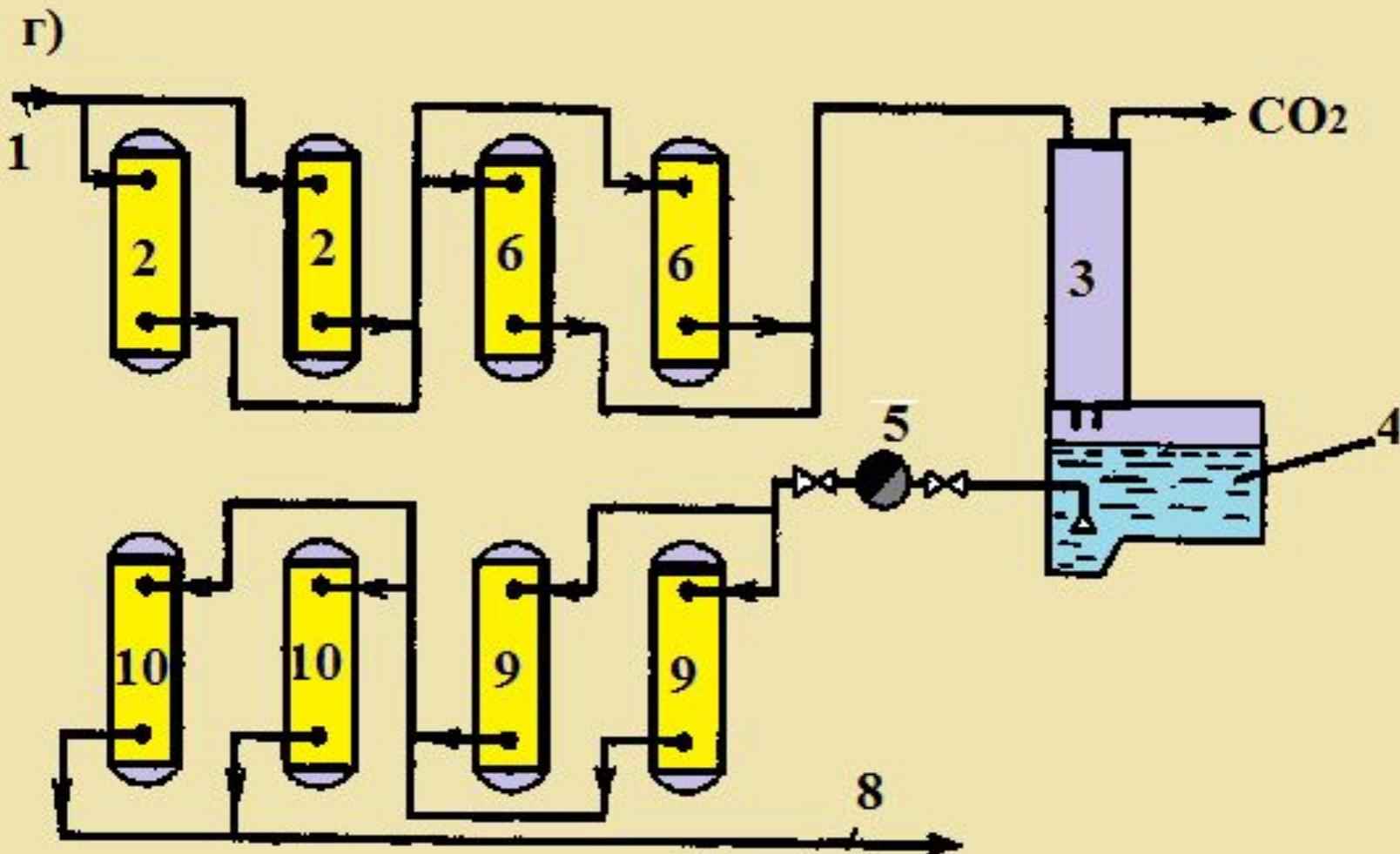


Схема двухступенчатого катионирования и анионирования.



Регенерация фильтров.

*При двухступенчатой схеме
H и OH –ионирования*

H-катионитовые фильтры первой ступени отключаются на регенерацию по проскоку в фильтрат ионов кальция и магния, вторая ступень – по проскоку ионов Na.



- Н-катионитовые фильтры выводят на регенерацию при снижении кислотности на 20%.
- Регенерируют фильтры I ступени кислотой с расходом 70-75 г\г.- экв.
- II ступень – скорость фильтрования 50-60 м\час;
- Высота слоя загрузки 1,5 м,
- Удельный расход кислоты H_2SO_4 – 100 г/г-экв. поглощенных катионов;
- Время регенерации и отмывки фильтров – 3 час.
- Воду после отмывки используют для взрыхления слоя катионита, а также для приготовления регенерирующего раствора.

- Анионитовые фильтры I степени регенерируют кальценированной содой, удельный расход 100 г/г. экв. поглощенных анионов.
- Концентрация регенерирующего раствора 4 %.
- Отмывают анионит I степени водой после регенерации Н-катионитовых фильтров, расход ее составляет 10 м³ на 1 м³ анионита.

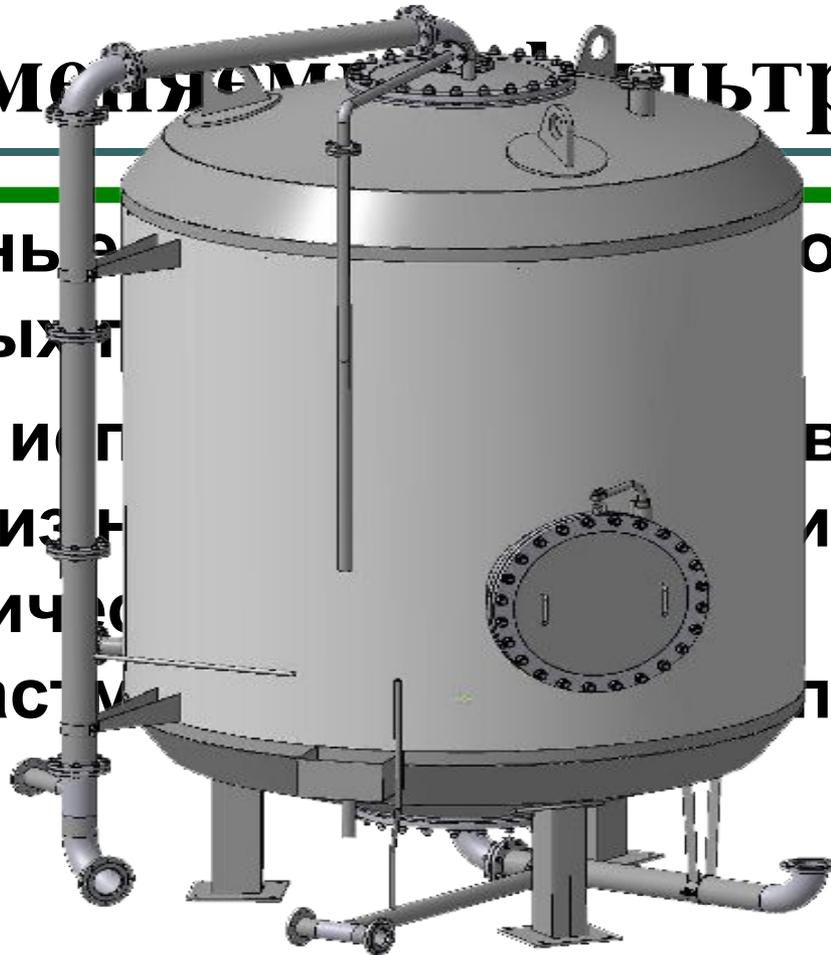


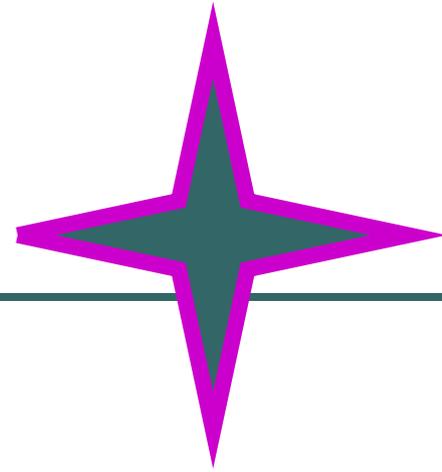
- Анионитовые фильтра II ступени имеют слой сильноосновного анионита равного 1,5 м;
- Скорость фильтрования 15-30 м\ч;
- Кремнеемкость определяется по паспорту;
- Регенерирующий раствор едкого натра имеет 4% и готовят его на Н-катионитовой воде;
- Удельный расход 100% NaOH – 120-140 кг\м³ анионита.



Применяемые фильтры.

- Стандартные фильтры с теплоизоляцией и внутренними перегородками.
- Для этого используются материалы из нержавеющей стали, алюминия, либо неметаллические (винилпласт и др.).





Экономия при регенерации.

регенерацию анионитовых фильтров при двухступенчатой схеме:

Анионитовые фильтры 1 ступени регенерируются раствором повторно используемом регенерирующим раствором анионитовых фильтров второй ступени т.е. раствором едкого натра.

Объем анионита в фильтрах должен быть рассчитан так, чтобы фильтры 1 и 2 ступени можно было отключать на регенерацию одновременно.

- **Из опыта эксплуатации и лабораторных исследований установлено, что при регенерации анионитовых фильтров едким натром, расход его уменьшается при двухступенчатой регенерации на 50-60%, если едкий натр пропускается через анионитовые фильтры в виде 2% раствора, а остальные, 50-40% в виде 0,2% раствора.**
- **Подогрев регенерируемого раствора повышает обменную способность анионита.**
- **Если при обессоливании не нужно удалять кремниевую кислоту регенерацию производят содой или бикарбонатом натрия.**

Схема едконатрового хозяйства

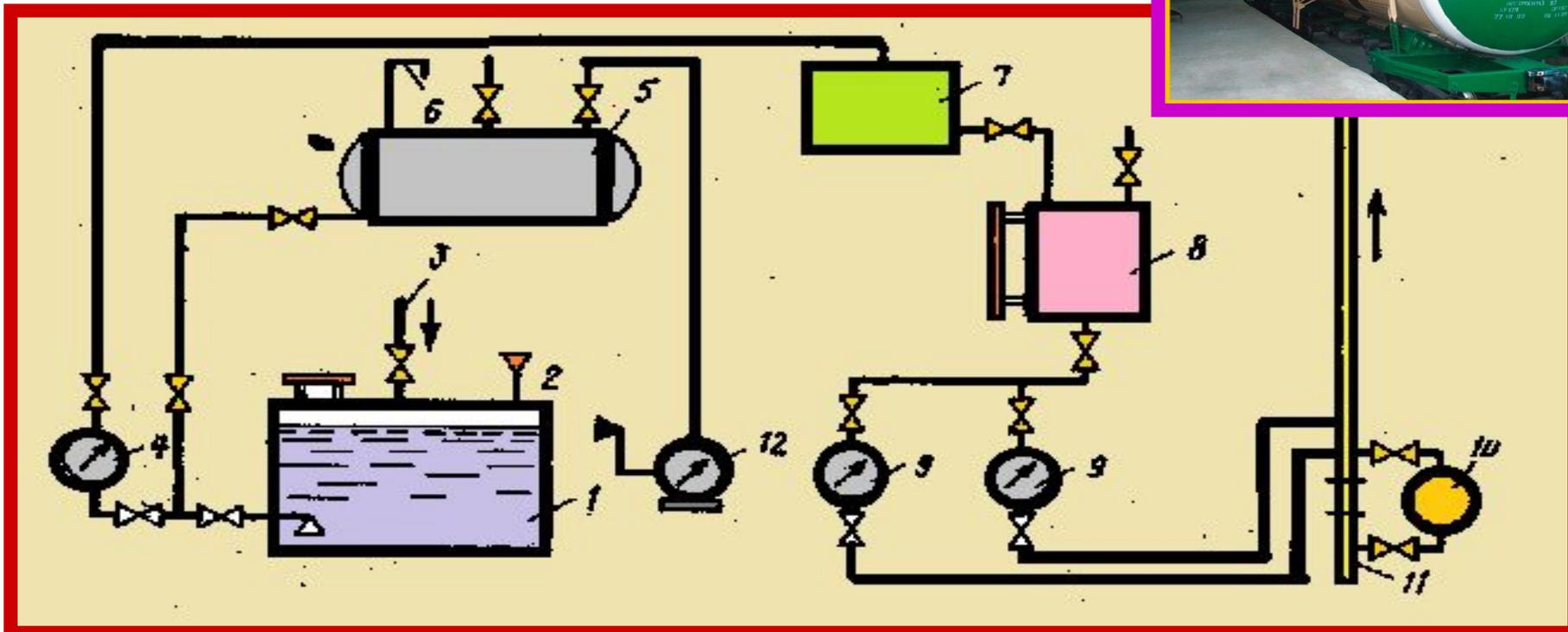


Рис. Схема едконатрового хозяйства.

1-бак для растворения твердого гидроксида натрия и приема его раствора;
2-воронка для слива раствора гидроксида натрия из контейнера;
3-подвод воды; 4-насос; 5-цистерна концентрированного раствора гидрооксида натрия; 6-сифон для заполнения цистерны; 7-расходомертнй бак; 8-мерник;
9-насос-дозатор; 10-расходомер; 11-трубопровод с водой, в котором образуется раствор диоксида натрия заданной концентрации; 12-вакуум-насос.

ФДС – фильтры смешанного действия.



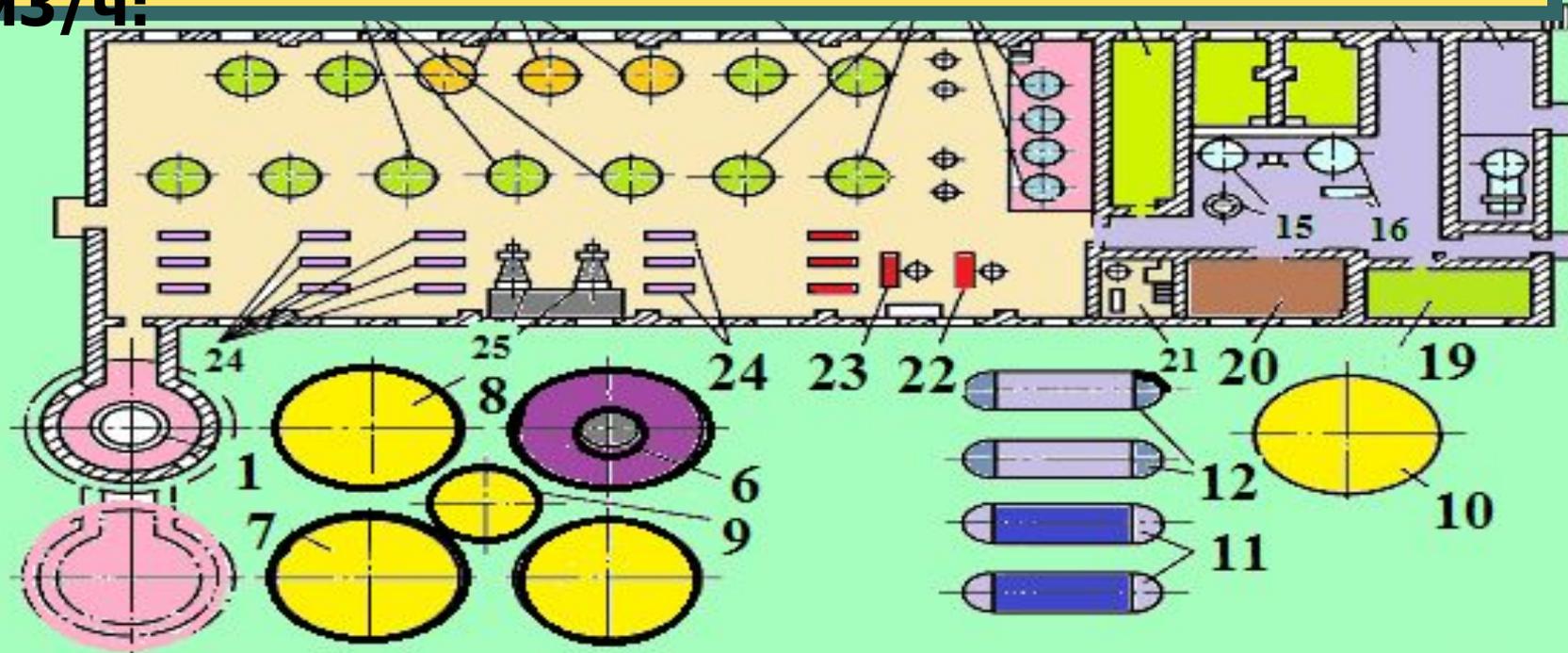
- **Содержат смесь Н-катионита и ОН-анионита.**
- **1.распределительное устройство;**
- **2.верхнее дренажное устройство;**
- **3.слой анионита;**
- **4.промежуточное дренажное устройство;**
- **5.слой катионита;**
- **6.нижнее дренажное устройство.**

- **Зерно катионита должно быть крупнее, чем анионитовое, для того чтобы при взрыхлении и последующем подаче воды катионит не осаждался вниз, а сверху располагают анионит.**
- **Высота слоя загрузки 0,6 м, скорость фильтрования 40-50 м\ч.**
- **Общая продолжительность операций по регенерации составляет около 4,5 часа.**
- **На дне ФСД расположена система для подачи сжатого воздуха для перемешивания ионитов после регенерации.**

Применение схем ионитового обессоливания.

- **Содержание соли в опресненной воде должно быть лимитировано потребителем:**
- **– хоз-питьевых целей лимит до 1 г\л, при концентрации хлоридов до 350 мг\л и сульфатов до 500 мг\л;**
- **– остаточное содержание при одноступенчатом ионировании применяют до 20 мг\л;**
- **– для получения воды с солесодержанием до 0,5 мг\л и одновременном обескремнивании до 0,1 мг\л применяют установку с двухступенчатой схемой Н и ОН- ионирования.**
- **– когда солесодержание воды необходимо снизить до 0,1 мг\л, а концентрацию кремниевой кислоты до 0,05 мг\л принимают схему трехступенчатого Н и ОН-ионирования**

Компоновка ВПУ производительностью 100 м³/ч:

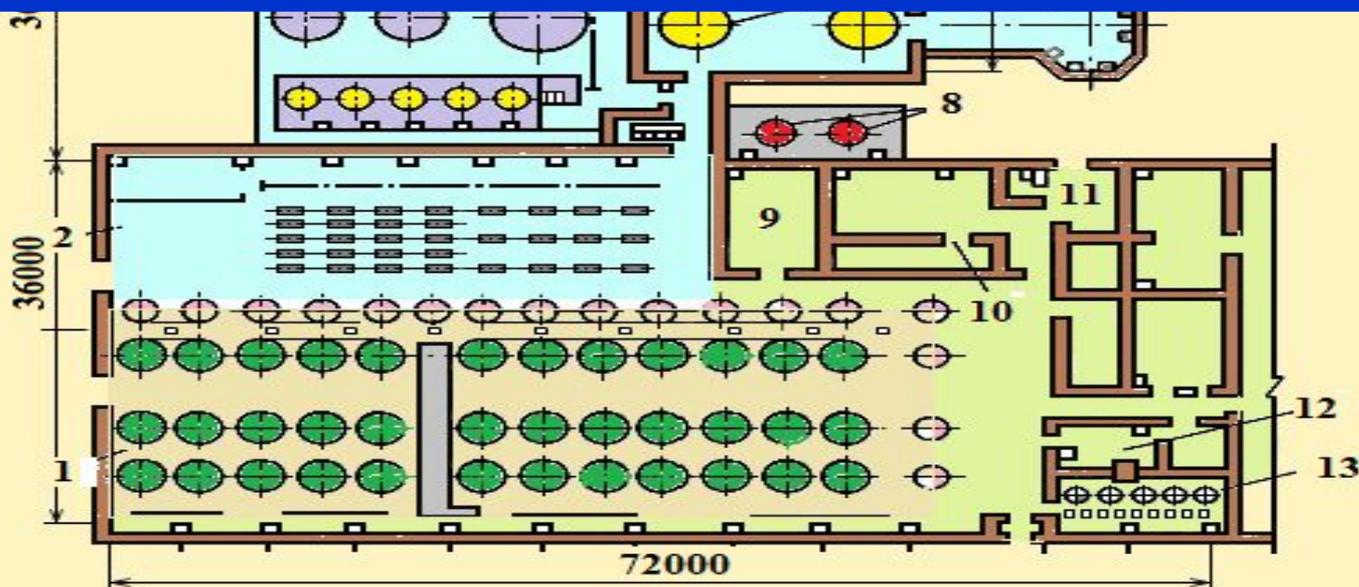


1 – осветлитель; 2 – механические фильтры; 3, 4, 5 – ионитные фильтры; 6 – декарбонизатор; 7, 8, 9, 10 – промежуточные баки обессоливающей установки; 11, 12 – баки хранения кислоты и щелочи; 13 – мерные баки; 14 – служебные помещения; 15, 16 – мешалки извести и коагулянта с циркуляционными насосами; 17 – склад фильтрующего материала; 18 – склад извести со вспомогательным оборудованием; 19 – бытовка; 20 – ремонтный пункт; 21 – реагентный узел; 22 – воздуходувка; 23 – вакуум-насос; 24 – насосы обессоливающей установки; 25 – вентиляторы с калорифером

34900

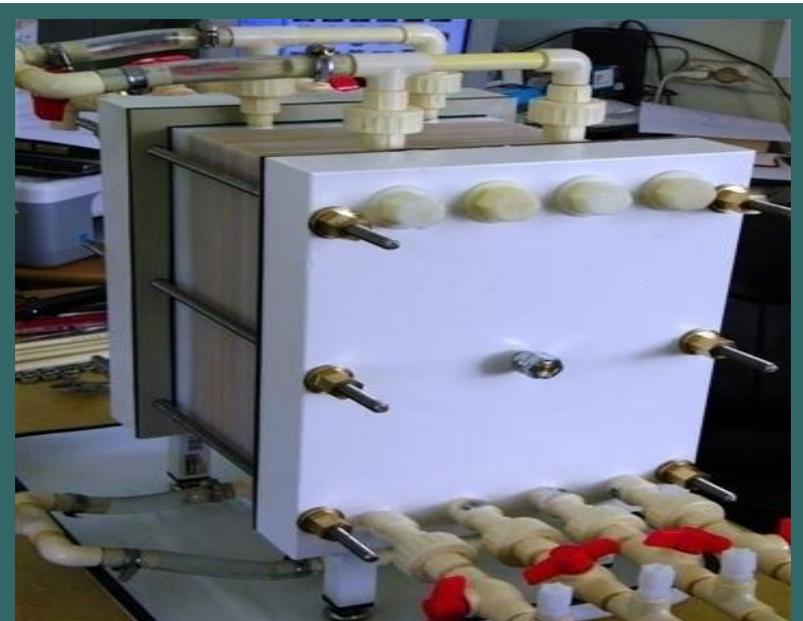
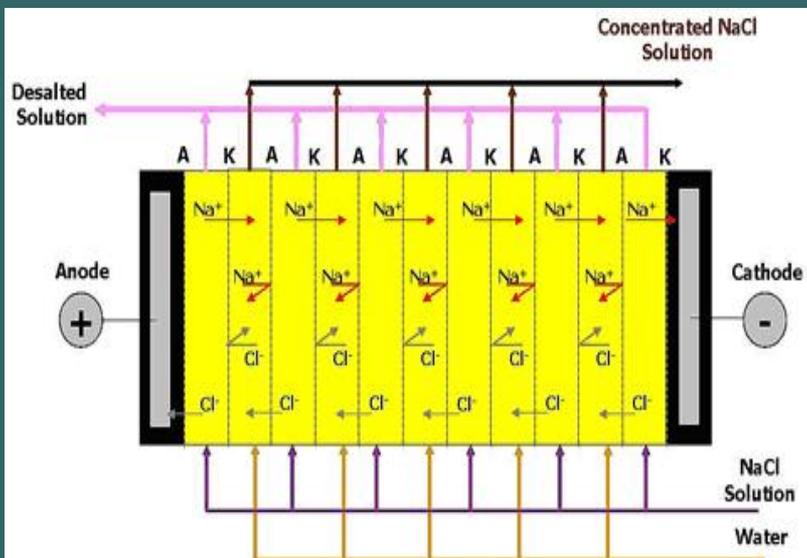
6x6000

Компоновка ВПУ производительностью 500 м³/ч с блочным включением фильтров (склад реагентов в отдельно стоящем здании):

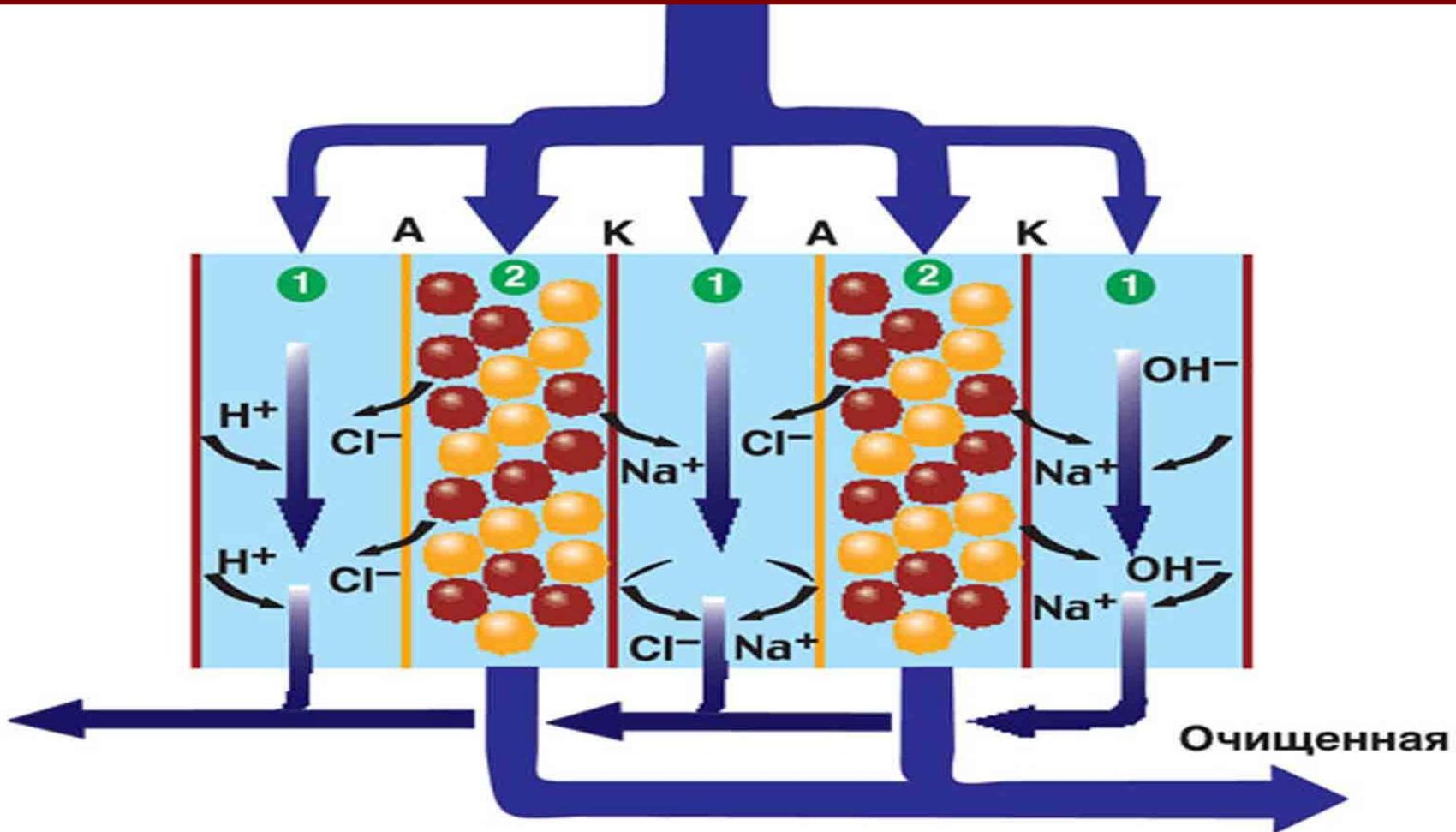


1 – фильтровальный узел; 2 – насосная; 3 – наружное баковое хозяйство; 4 – эстакада трубопроводов; 5 – мешалка известкового молока; 6 – баки-нейтрализаторы; 7 – осветлители; 8 – декарбонизаторы; 9 – электрощит; 10 – электролизерная; 11 – углекислотная; 12 – помещение КИП'а; 13 – реагентный узел

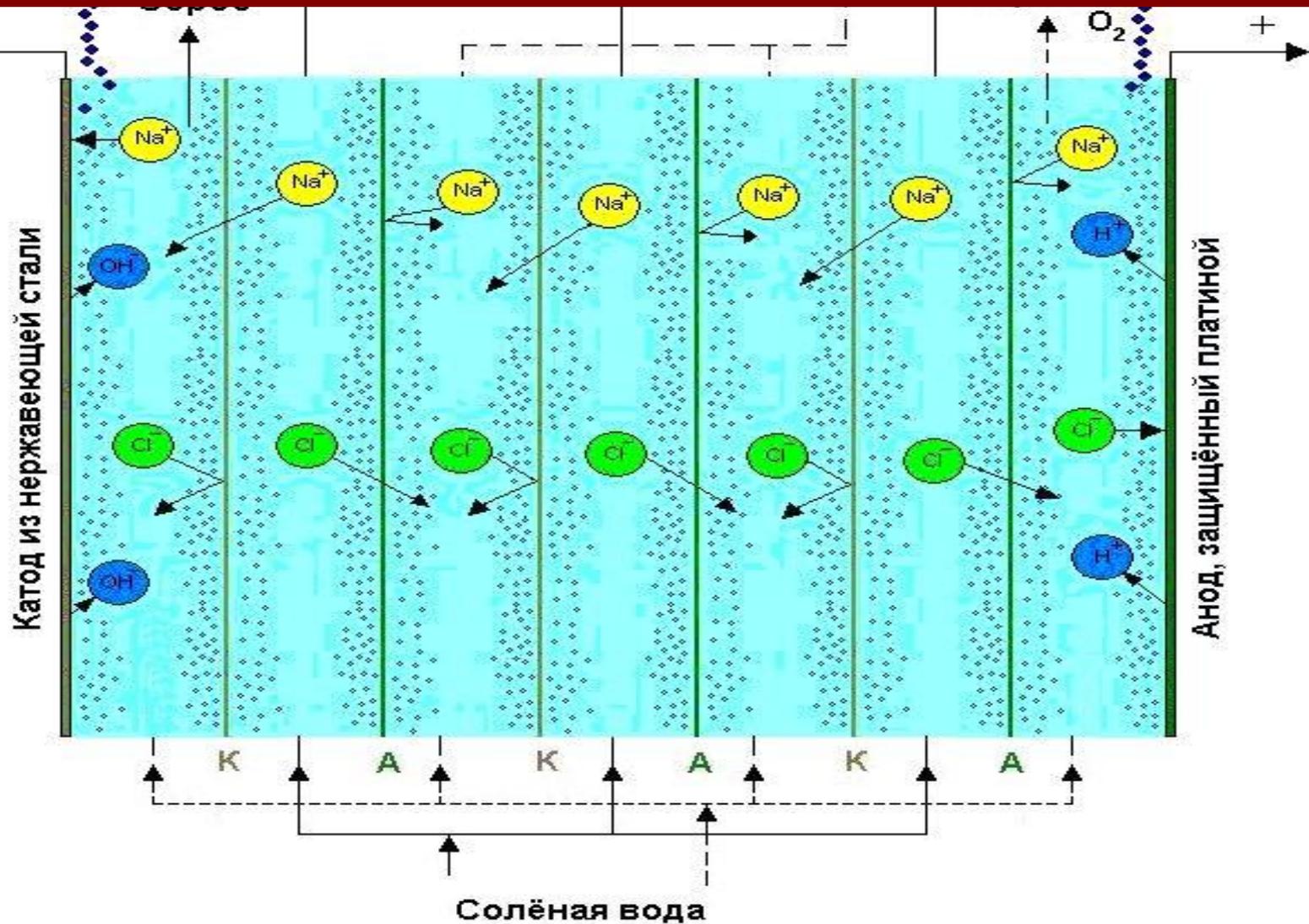
ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗОМ.



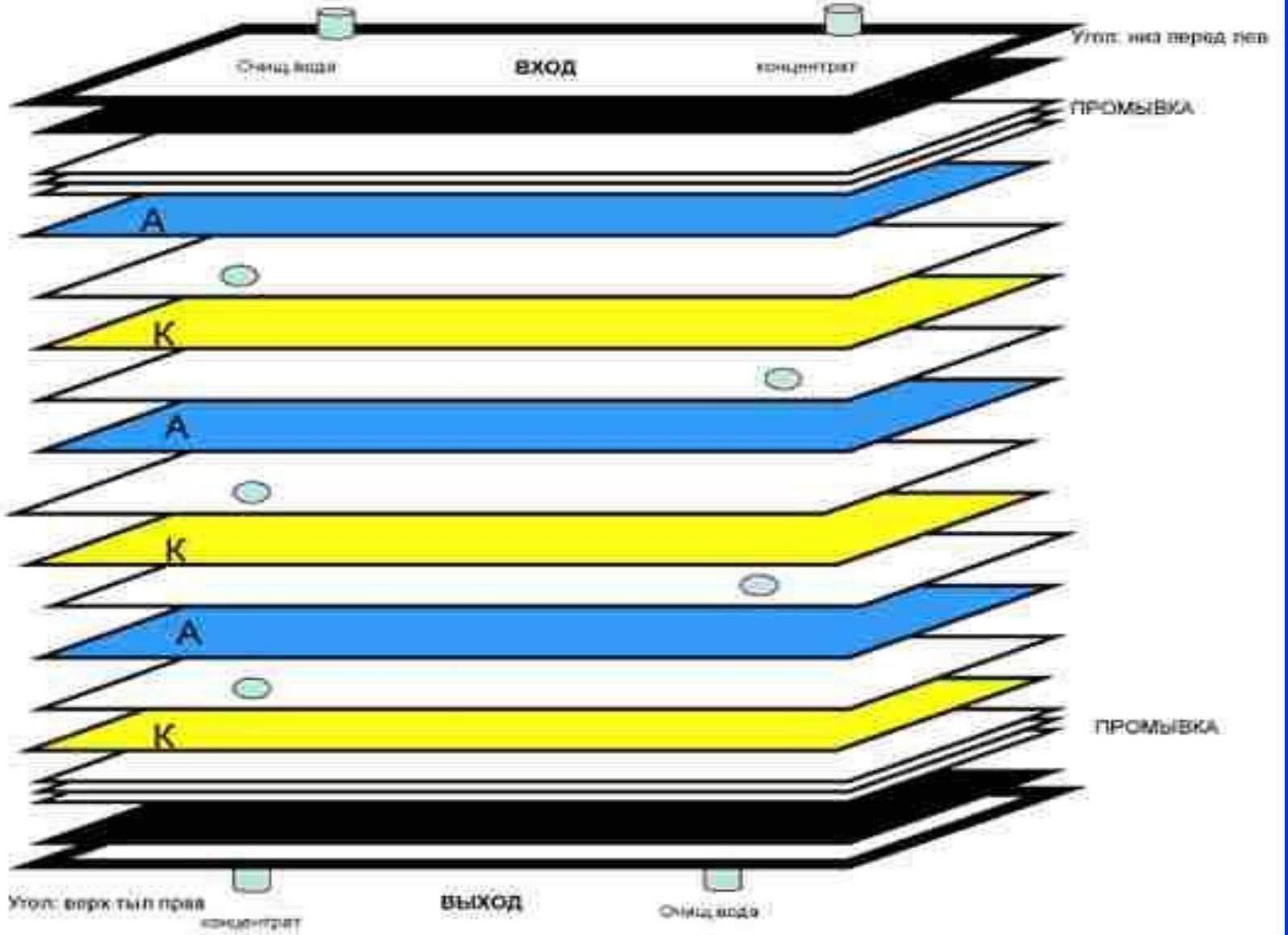
В сосуде образуется при пространства, это катодное, анодное и рабочее. В рабочем пространстве образуется опресненная вода.



Электродиализные аппараты бывают многокамерные.



катод

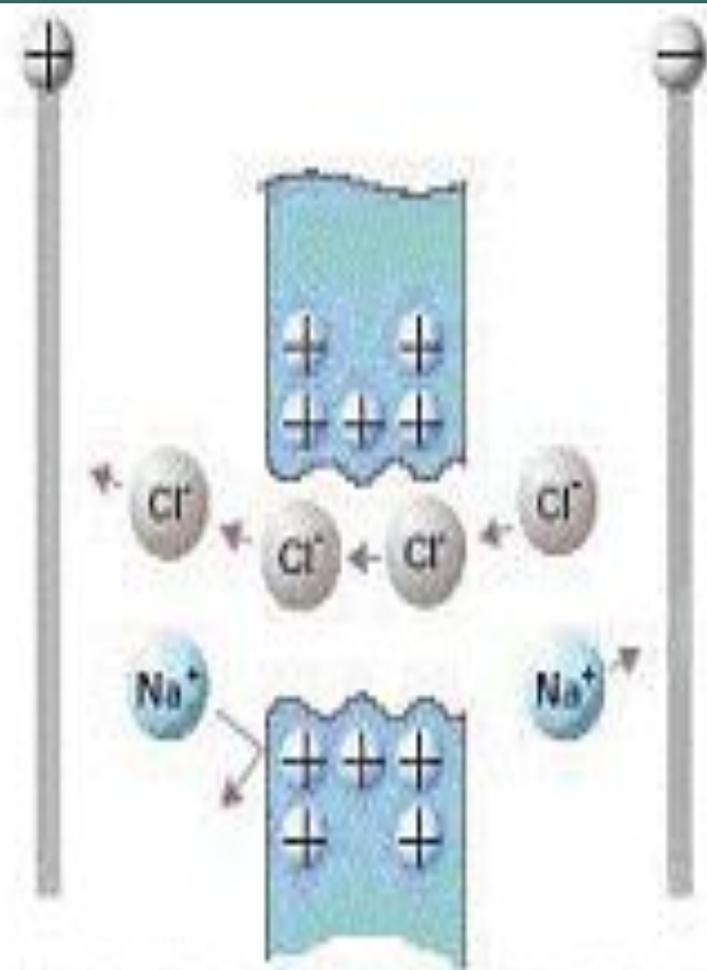


анод

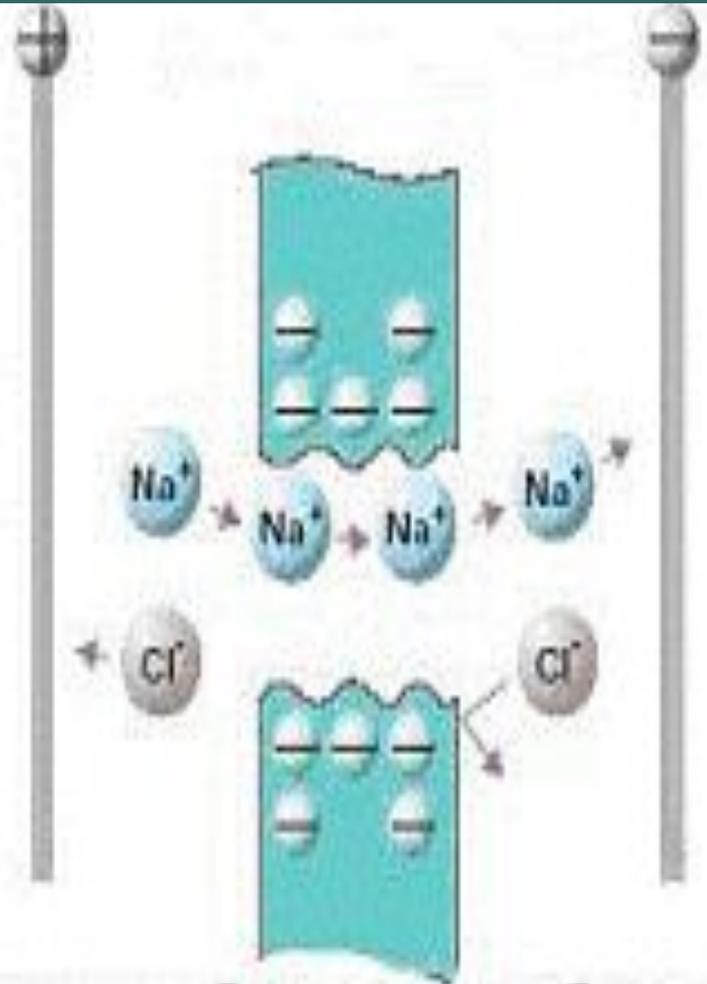


турболизатором потока воды.

- **Мембраны для аппаратов производят в виде гибких листов прямо-угольной формы или рулонов полимерного связующего с порошком ионообменных смол.**
- **Мембраны- пропускают воду и задерживают посторонние примеси, экологичны и эффективно изменяют состав и свойства воды, добиваясь выполнения требований к чистоте продукта. Наиболее эффективное использование электродиализаторов – при концентрации солей в воде 3 ... 8 г/л.**



анионообменная мембрана



катионообменная мембрана

Исходная вода, используемая в электродиализаторах, требует предварительной обработки. Для исключения возможности образования в камерах осадков из взвешенных частиц, коллоидных частиц, шлама из твердой фазы CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Так же из воды должны быть удалены ионы железа, марганца и органические вещества, присутствие которых приводит к «отравлению» мембран, т.е. к снижению их электрической проводимости.

Электр
окисле

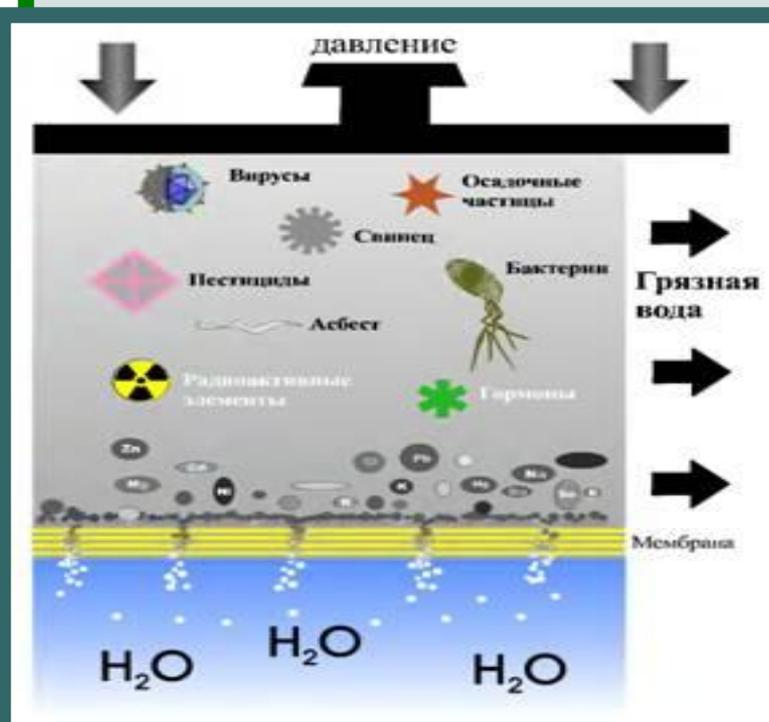
- пла

преим
электр
химич
• тра

Управ
полно

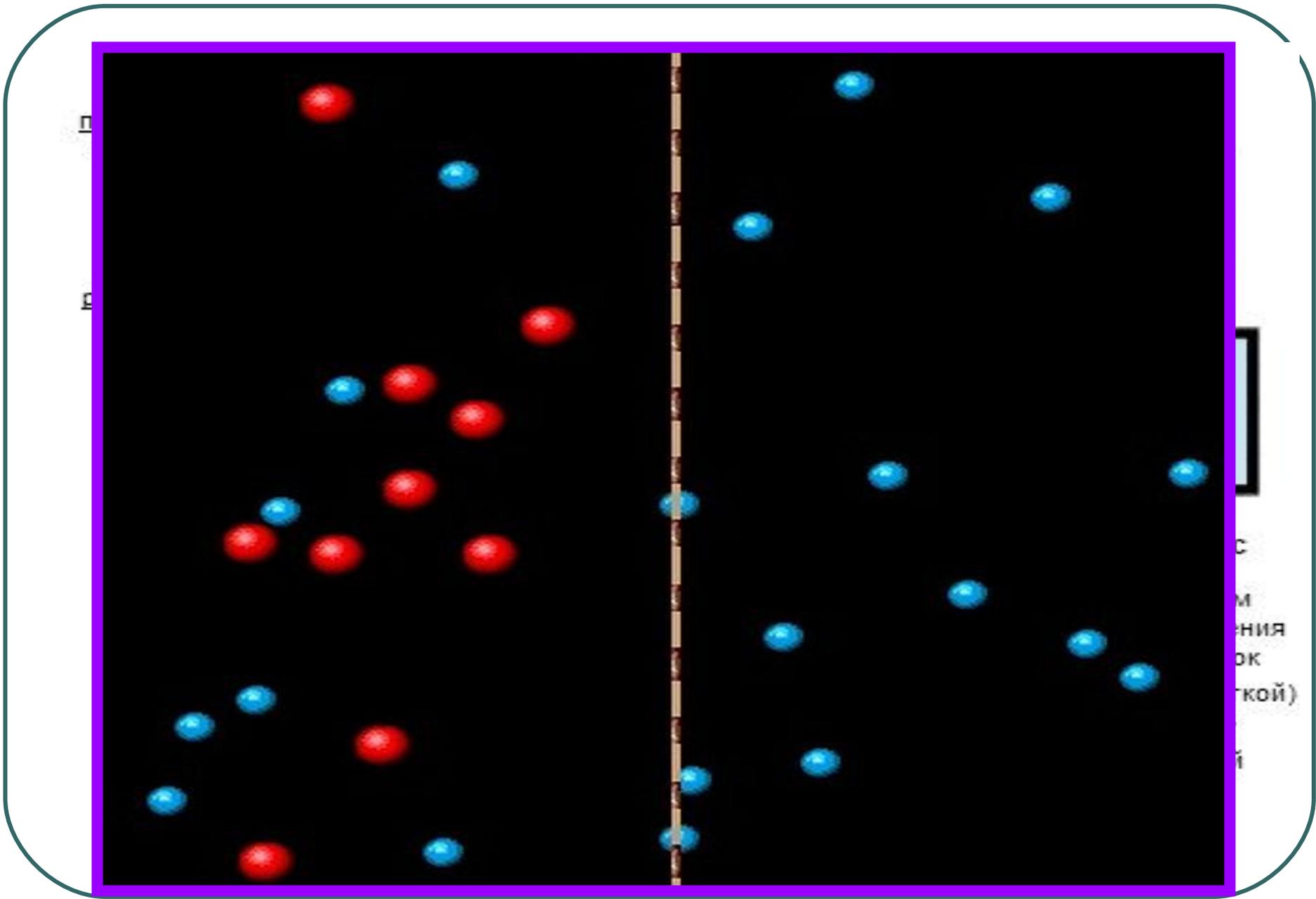


ОПРЕСНЕНИЕ ВОДЫ ОБРАТНЫМ ОСМОСОМ.



ОСМО
тека
асти
и д
ОСМО
раеи





П

В

□

С

М

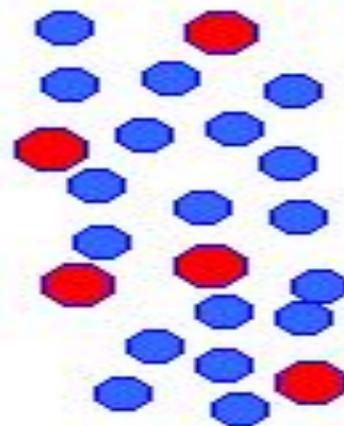
РНИЯ

ОК

ТКОЙ)

і

**Исходная вода с
Растворенными
солями,
микроорганизма
ми, органикой и**



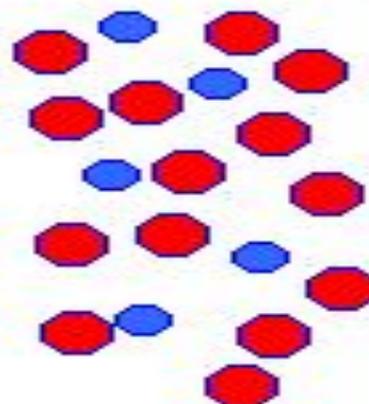
**м
е
м
б
р
а
н
а**

**H₂O –
чистая вода**

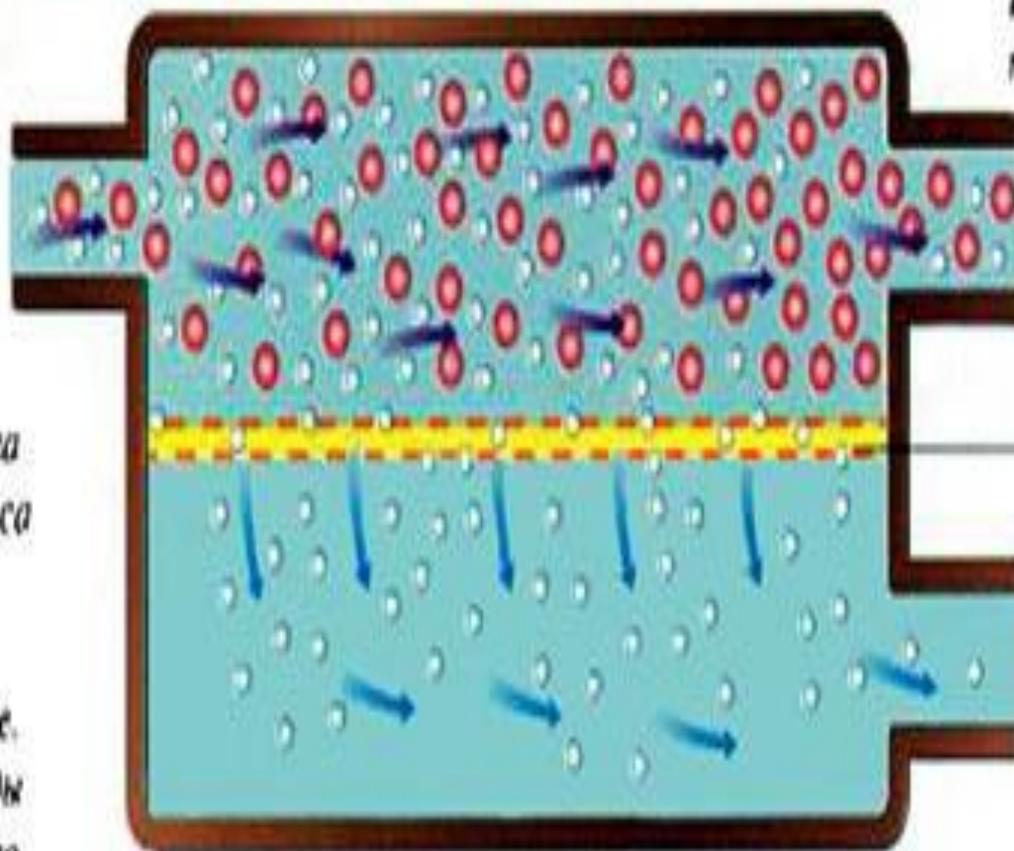


**м
е
м
б
р
а
н
а**

**Концентрирован
ный раствор
солей,
микроорганизмо
в, органики и т.д.**



Водопроводная вода под давлением



Концентрированные примеси на слив

► Мембрана фильтра на основе обратного осмоса настолько тонка, что мелкие молекулы воды могут пройти через нее. Для проталкивания воды через эту очень прочную мембрану используется давление воды в водопроводе.

Мембрана

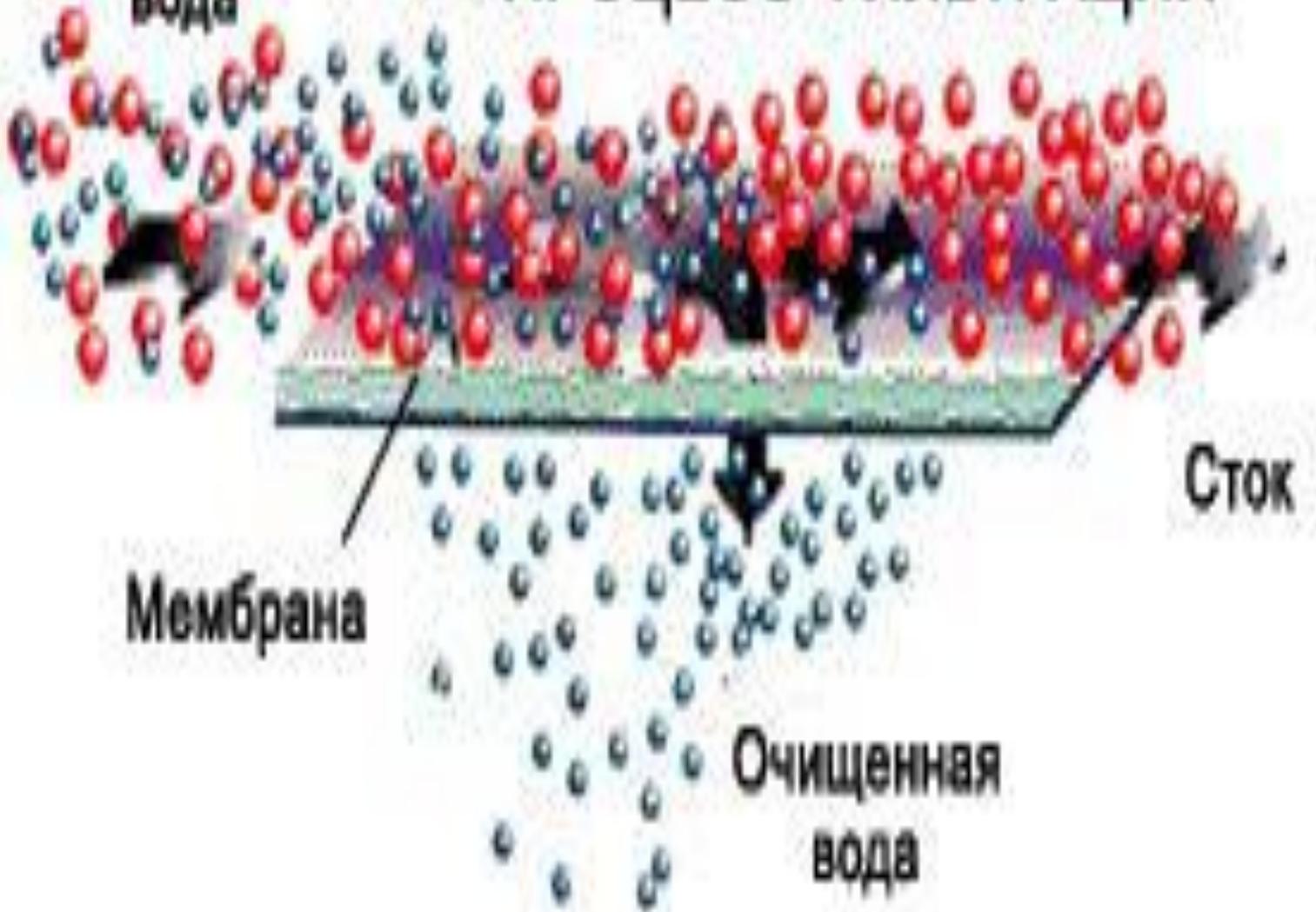
○ Мелкие молекулы - чистая вода

● Более крупные молекулы - примеси

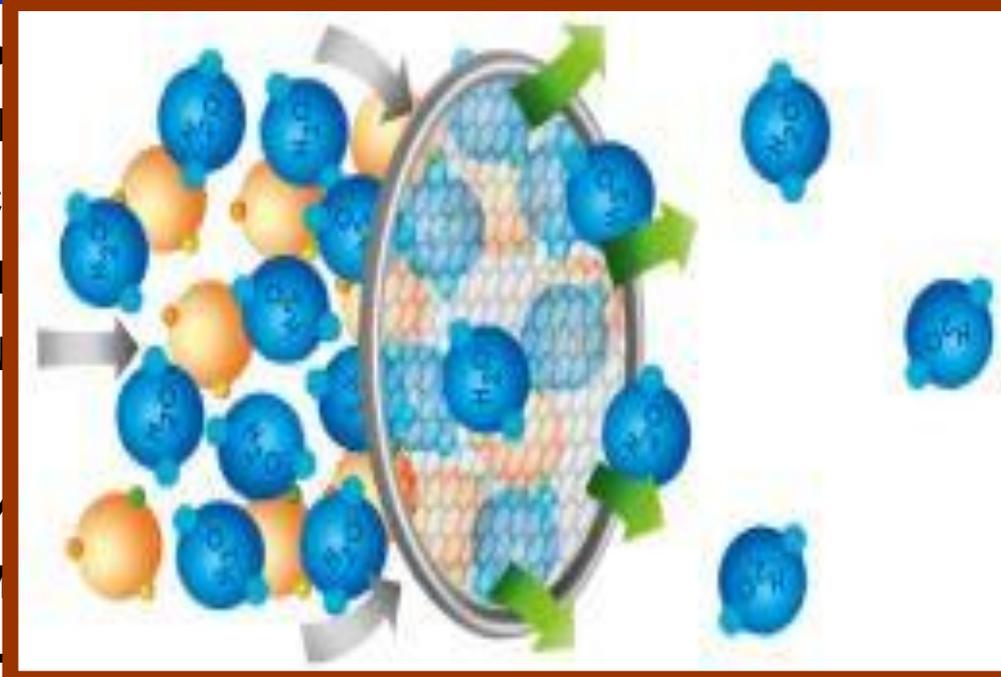
Чистая вода - в емкость для сбора

Водопроводная
вода

ПРОЦЕСС ФИЛЬТРАЦИИ



- Основные методы осуществления процесса являются (являются) получением (получением) материала (материала) (смола), (смола), фольгу и (фольгу и)
- Выбор материала (выбор материала) (свойств) (свойств)

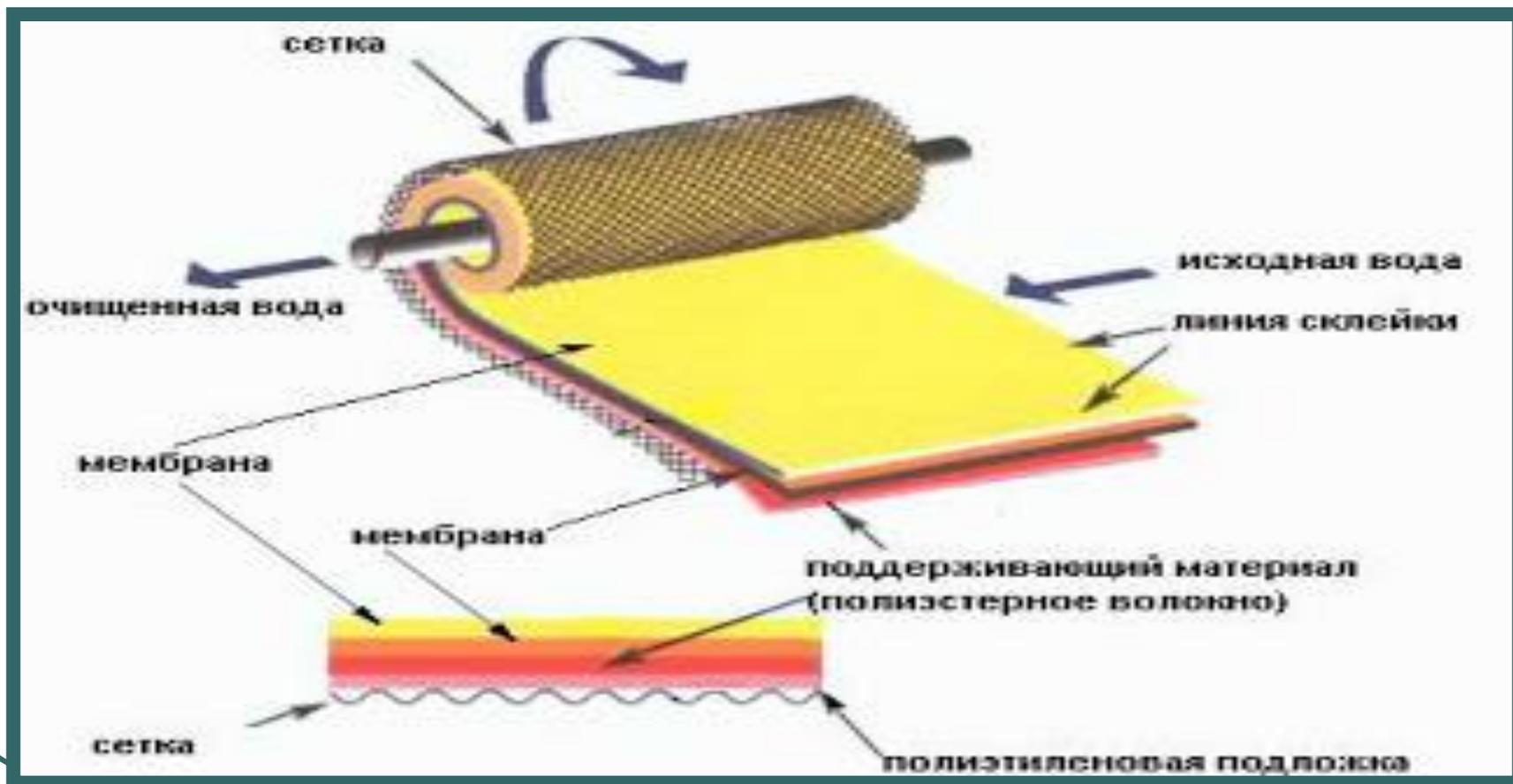


оса
для
ные
интетические
таллическую
т от
сть, а также в

значительной степени ее структура.

- Полупроницаемая перегородка выбирается с таким расчетом, чтобы через ее поры могли проходить молекулы воды, но не могли проходить ионы солей, растворенных в воде.

Полимерные мембраны. Полимерные мембраны могут быть пористыми и непористыми (понятие "непористые мембраны" условно, поскольку они могут иметь поры размером 0,5 – 1 мм).

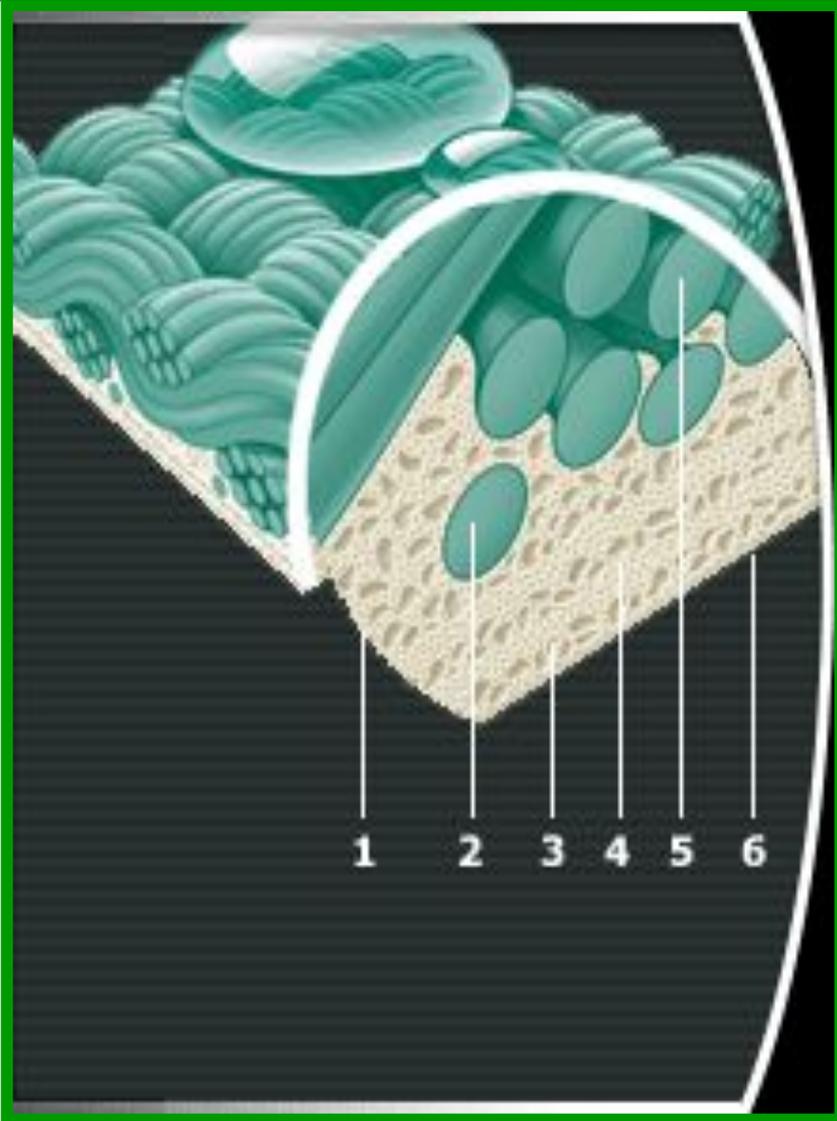


Керамические мембраны.

состоят из подложки на основе оксидов алюминия (с размерами пор 10 – 15 мкм и общей пористостью приблизительно 45%) и селективного слоя.

Преимущества керамических мембран:

- высокая рабочая температура,**
- высокая механическая прочность и долговечность,**
- стойкость к химически агрессивным средам,**
- удобство регенерации мембран.**



- **Мембранный материал** комбинированного типа.
- 1. многослойное керамическое покрытие;
- 2. волокна материала-носителя, встроенные в мембрану;
- 3. тонкое (5-10 микрон) (полиуретановое) покрытие;
- 4. очень маленькие (меньше одного микрона) керамические включения;
- 5. ткань-носитель;
- 6. покрытие, защищающее мембрану.

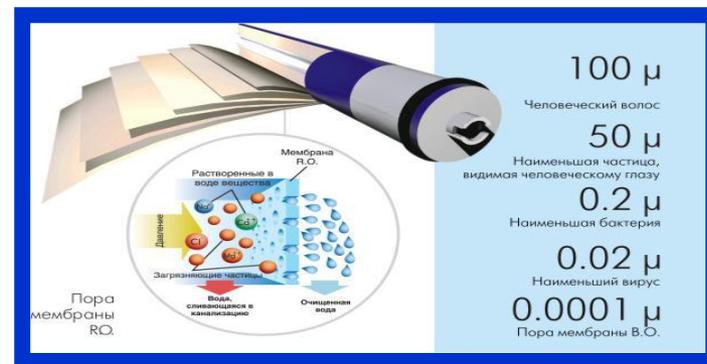
- **фильтр обратного осмоса поможет удалить из воды:**

- **жесткость**
пестициды
хром 97%
99%, же
99%, бе
97%, ци
селенит
дихлор



ерии 99,%,
иды 98%,
свинец
единения
итриты
шьяк 98%,
дий 80%,

- Полупроницаемые мембраны характеризуются:
- разделяющей способностью (селективностью);
- удельной производительностью (проницаемостью);
- должны обладать химической стойкостью к действию среды разделяемой системы;
- механической прочностью.
- Селективность или коэффициент солесодержания, % полупроницаемых мембран определяется из выражения



- где X_1 и X_2 – концентрация растворенного вещества в исходной воде и в фильтрате соответственно, мг/л.

- Проницаемость, $\text{л/м}^2 \text{ч}$, при данном давлении составляет

- где V –объем фильтрата, л;
- F – рабочая поверхность мембран, м^2 ;
- t – время фильтрования, ч.



- **В состав обратноосмотических установок, помимо мембранного аппарата входят:**
- **насос;**
- **оборудование для предварительной и последующей обработки воды;**
- **баки для раствора и фильтрата;**
- **датчики и приборы автоматического управления и контроля;**
- **механические фильтры;**
- **соединительная и регулирующая арматура.**





ООО «ГИДРОТЕХ», Москва

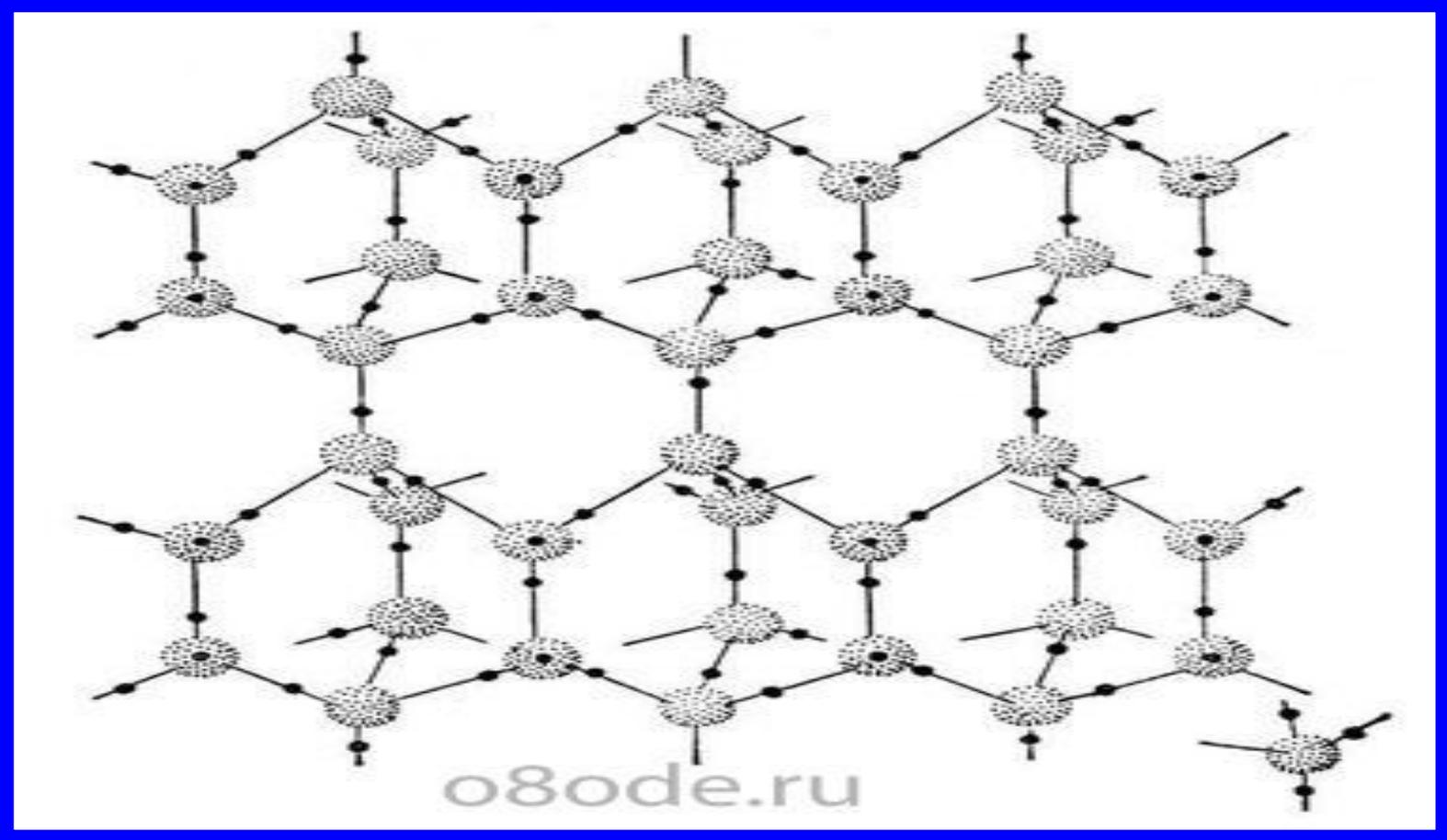
[Галилео - Очистка Воды.mp4](#)

[Аквафор Морион - Презентация \(РУС\).mp4](#)

[Магнитный активатор воды НакипOFF.mp4](#)

[Водоподготовка котельных.mp4](#)

K





Д
1
3
6

концентрированного рассола.

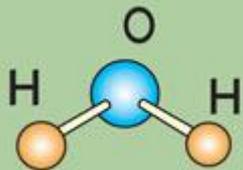
Таяние льда из соленой воды

Процесс таяния льда протекает в
обратной
последовательности:

первым из соленой воды начинает
вытекать охлажденный рассол
(температура плавления примерно -2°C),

затем уже плавятся чистые кристаллы,
образуя пресную воду
(при температуре 0°C).





- **Направления опреснения воды**
- **кристаллизационным методом :**

**замораживание с
использованием
естественного
холода;**

**замораживание с
использованием
искусственного
холода;**

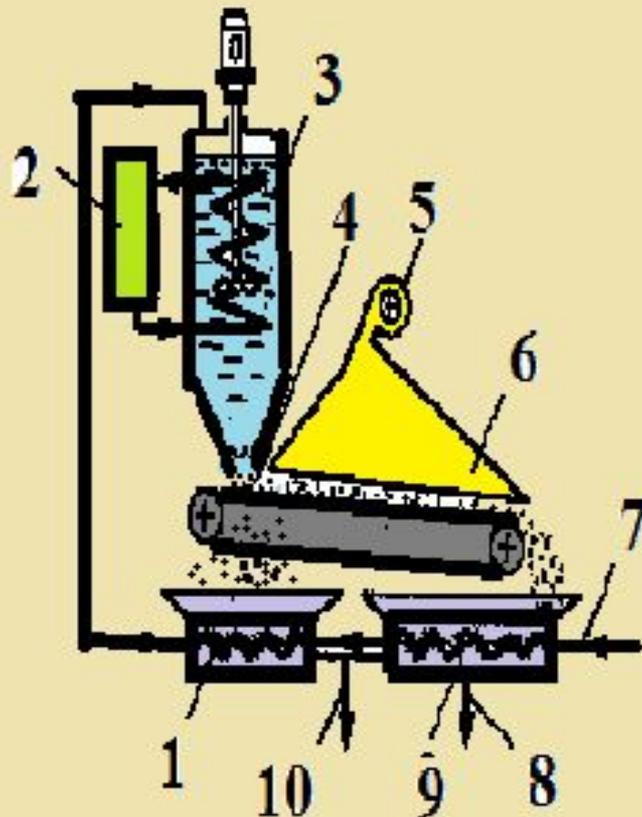




температуры
окружаю-
щего воздуха.

применено ввиду
погоды

Искусственное замораживание



- Схема опреснительной установки искусственного вымораживания системы Керврана
- 1 – теплообменник;
- 2 – холодильная машина;
- 3 – льдогенератор;
- 4 – транспортер;
- 5 – вентилятор;
- 6 – камера таянья льда;
- 7, 8 – исходная и пресная вода;
- 9- теплообменник 1-ой ступени.
- 10. сброс рассола.

- В льдогенераторе температура примерно - 6⁰С.

- За 45 минут
32 г\л
около
льда

- За счет
части
около

- Остаток
поступает

- Для получения



жанием
уется
и 350 кг

одит
ает

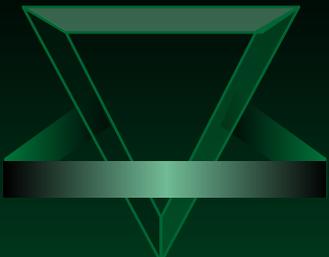
и 0,5 г\л)

ой

установке расходуется 110 ккал, что делает этот метод наиболее дешевым.

- **Недостаток – большая емкость отдельных холодильных установок для получения искусственного льда и большой расход металла на изготовление льдогенератора.**





ГЕЛИООПРЕСНЕНИЕ



- Под воздействием солнечной радиации в бассейне, заполненном соленой водой, происходит испарение воды, дистиллят, образующийся при конденсации пара на наклонных охлаждаемых воздухом поверхности крыш, выполненной из стекла и пластмассы, собирается в желобах, расположенных в нижней части.
- Оставшийся рассол удаляется дренажем.

а). Элемент парникового солнечного опреснителя.

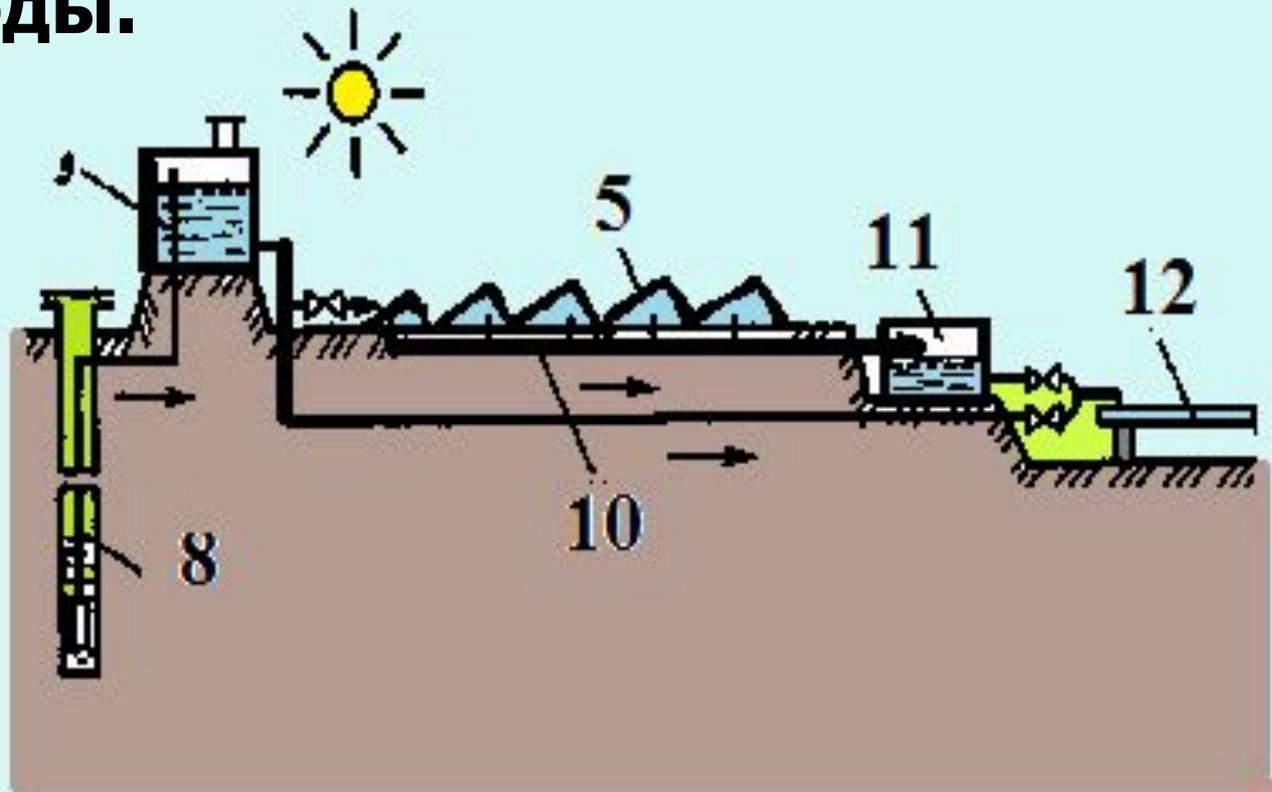
а) 5 7



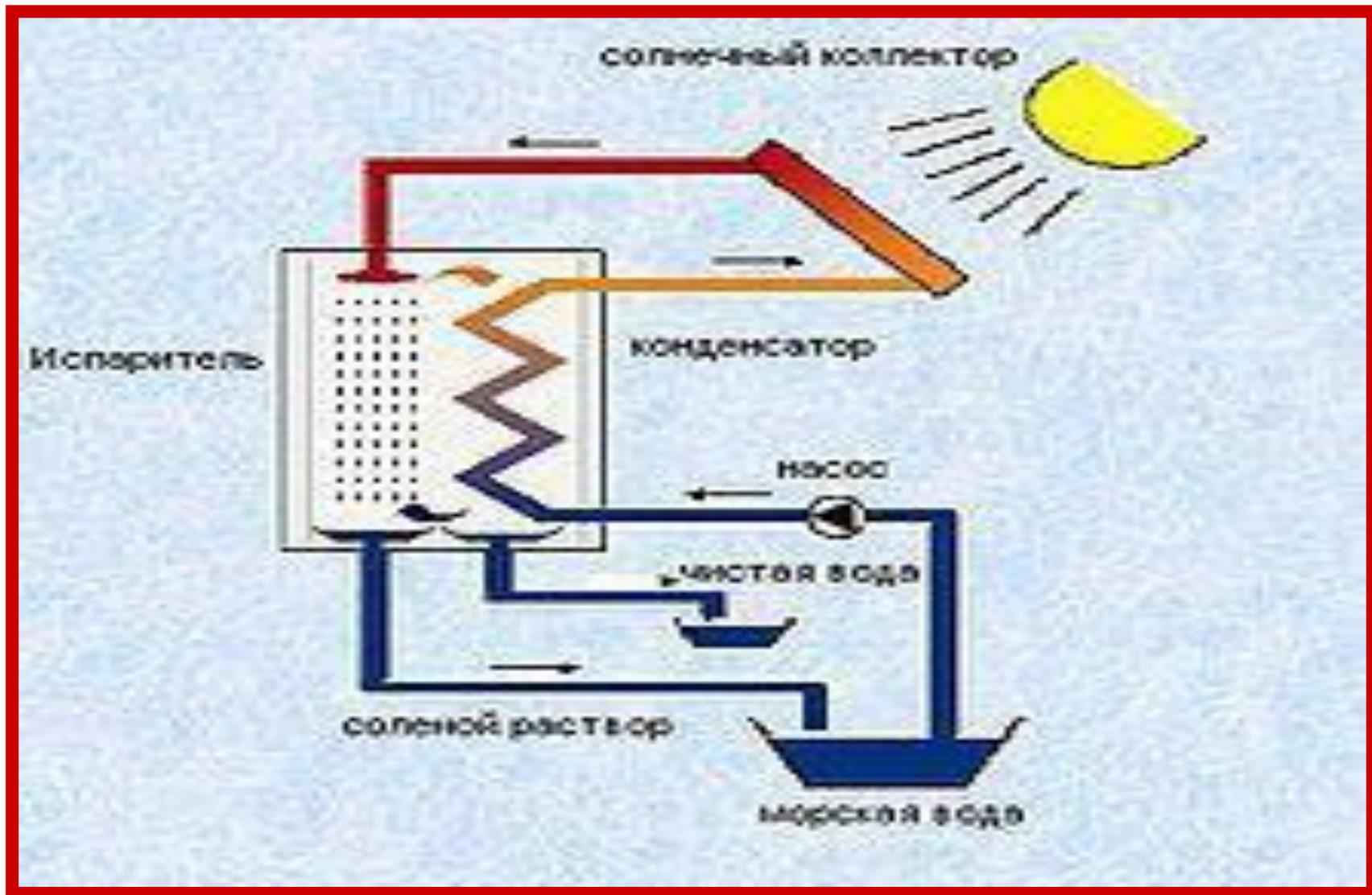
1 – водонепроницаемое основание; 2 – «черное дно»;
3- слой опресняемой воды, 4 – лоток для сбора дистиллята; 5 – остекление;
6 – пар; 7 – конденсат; 8. источник исходной соленой воды; 9. резервуар для опресняемой воды; 10. отвод опресненной воды; 11. резервуар с опресненной водой; 12. потребитель пресной воды.

б).Общий вод установки опреснения ВОДЫ.

б)



1 – водонепроницаемое основание; 2 – «черное дно»;
3- слой опресняемой воды, 4 – лоток для сбора дистиллята; 5 – остекление;
6 – пар; 7 – конденсат; 8. источник исходной соленой воды; 9. резервуар для опресняемой воды; 10. отвод опресненной воды; 11. резервуар с опресненной водой; 12. потребитель пресной воды.



Э
П
Т
П
С
Т
К
П
Т
С
У
С
К



Э

***УДАЛЕНИЕ ИЗ ВОДЫ
РАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ.***



Приемы удаления газа.

вода

углекислоты

С помощью приема
приема
воды,
свободно
и серо
поско
давление
атмосферном воздухе
близко к нулю.

парциальное давление
кислорода велико по
отношению к
атмосферному воздуху,
аэрацией в этом случае
кислород не удалить,
по этому воду доводят
до кипения.
Тогда растворимость
газов в ней падает до
нуля.

- Воду нагревают в термических деаэраторах, либо с помощью понижения давления до величины, при которой вода кипит без дополнительного подогрева в вакуумных деаэраторах.

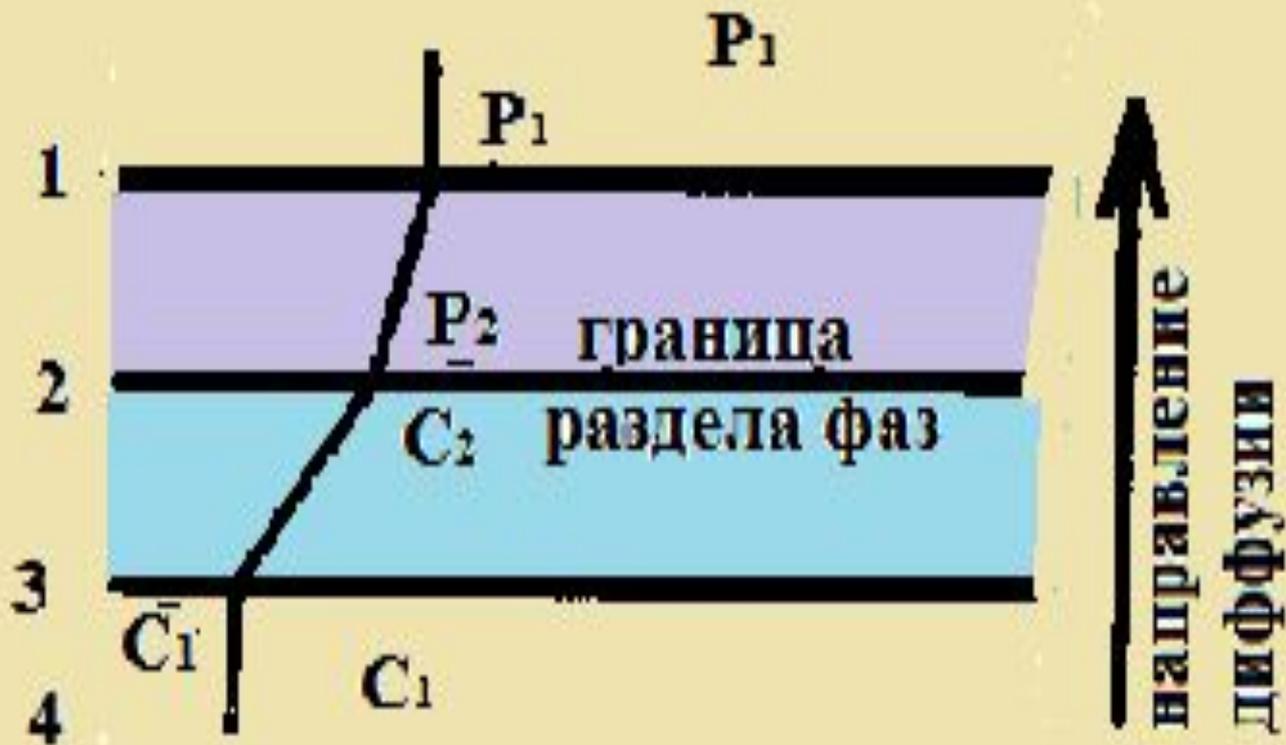


Вакуумный деаэратор

Деаэраторы вакуумные ДВ - предназначен для удаления коррозионно- агрессивных газов - кислорода и углекислоты - из воды для котлов, главным образом водогрейных и подпиточной воды систем горячего водоснабжения



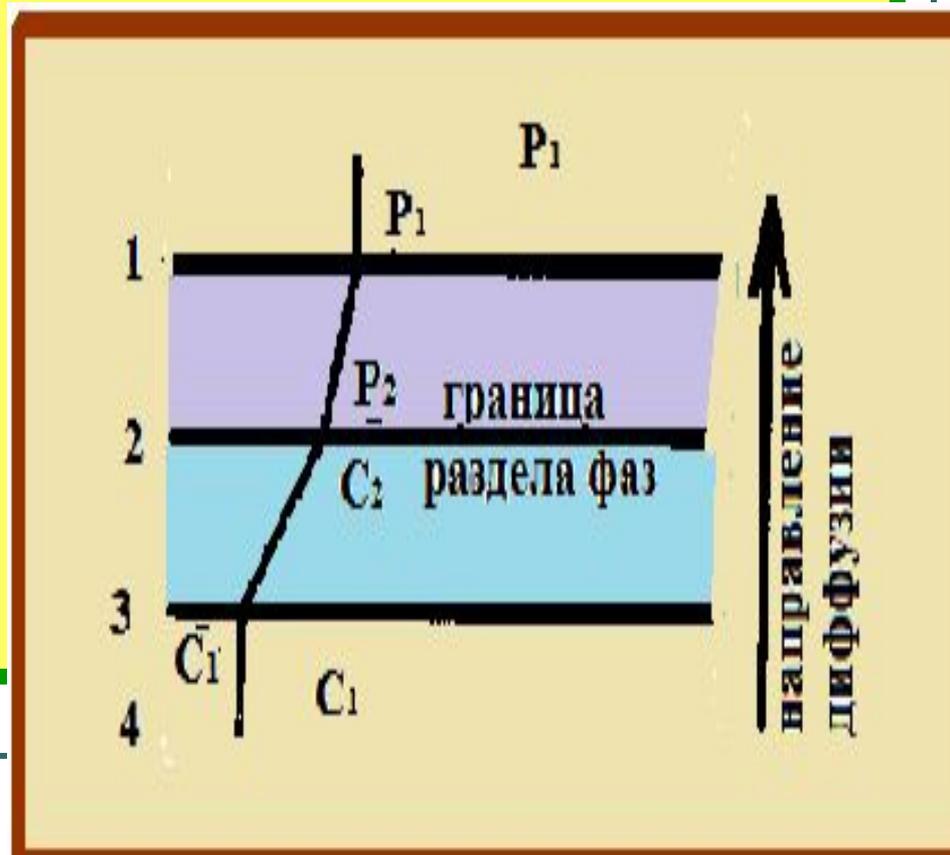
Теория двухслойного поглощения.



- При удалении газа из жидкостной фазы в газообразную, концентрация газа и его парциальное давление изменяются в диффузионных пленках.
- Концентрация газа в жидкой фазе равна концентрации его на границе между жидкой пленкой и основной массой жидкости.
- В жидкостной пленке происходит снижение концентрации от величины C_1 до C_2 , парциальное давление приближается к P_2 удаляемого из воды газа на границе раздела фаз.



- В газовой пленке парциальное давление, удаляемого из воды диффундирующего газа, начинает изменяться от величины P_2 до величины P_1 от границы раздела фаз, до границы газовой пленки и основной массы газа, в которой парциальное давление выходящего газа, так же равно P_1 .



Основные расчетные уравнения.

- Согласно теории двухслойного поглощения кол-во десорбируемого газа выражается формулой
- где $K_{ж}$ – пленочный коэф. десорбции в жидкостной пленке м\час.
- Основные расчетные формулы для аппаратов извлекающих из вода растворимый газ.
- где A – площадь соприкосновения жидкой и газообразной фаз, м²;
- K_0 – общий коэф. десорбции м\ч, для случая десорбции с труднорастворимыми газами; $K_0 = K_{ж}$;

- где G – кол-во удаляемого газа, кг\час.
- q – производительность аппарата, м³\час.
- $C_{\text{ВХ}}$ – кол-во удаляемого газа при входе в аппарат, мг\л.
- $C_{\text{ВЫХ}}$ – кол-во удаляемого газа при выходе из аппарата, мг\л.

ΔC_{CP} – средняя движущая сила процесса десорбции, кг\м², которую для случаев десорбции из мало концентрированных растворов газов подсчитывается по уравнению

$C_{\text{ВХ}}, C_{\text{ВЫХ}}$ – концентрация удаляемого газа в воде соответственно на входе его в аппарат и на выходе из него;

$C_{\text{Р.ВХ}}, C_{\text{Р.ВЫХ}}$ – равновесные концентрации удаляемого газа в воздухе соответственно при входе его в аппарат и на выходе из него,

- Таким образом, величина ΔC_{CP} зависит от разности концентраций удаляемого газа в воде и в воздухе.
- Пленочный коэф. $K_{Ж}$ возрастает с увеличением относительной скорости движения воды и воздуха в десорбере, с повышением температуры.
- Величина G , ΔC_{CP} могут быть подсчитаны по заданным условиям работы дегазатора, величина $K_{Ж}$ вычислена опытным путем.
- Эти уравнения являются основными для расчета аппаратов, а следовательно и размеры проектируемых аппаратов.

Классификация дегазаторов.

пленочные с различного рода насадками.

барботажные, вакуумные и д.р.

Пленочные дегазаторы

работают в условиях противотока дегазируемой воды и воздуха, подаваемого вентилятором;

применяют для удаления газов (кроме кислорода), для обескислороживания воды – вакуумные дегазаторы или термические.

НАСАДКИ

деревянная хордовая



Удаление из воды свободной углекислоты.

МЕТОДЫ

при умягчении воды
методом H-Na –
катиони-
рования;

при ионитовом
обессоливании воды;

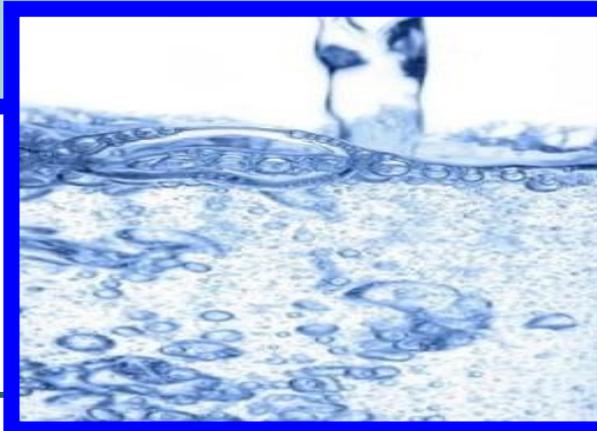
при обезжелезивании
воды аэрацией.





Для удаления свободной углекислоты чаще всего применяют:

пленочные дегазаторы с различного рода насадками, работающими в условиях противотока воды и воздуха, нагнетаемого вентилятором,



- **а также дегазаторами работающими без принудительной подачи воздуха (при обезжелезивании воды аэрацией).**

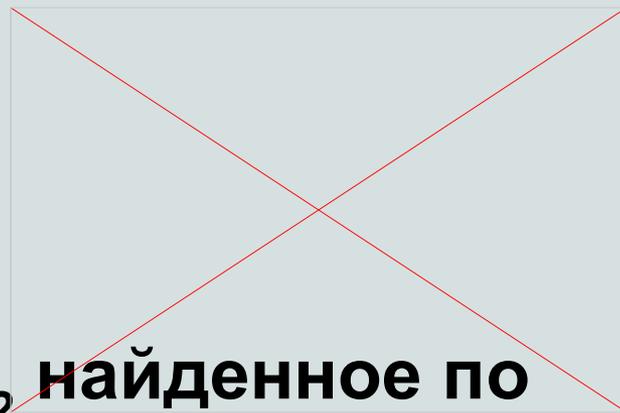


Насадочный декарбонизатор с кольцами рашига.

Расчетные формулы для удаления CO_2 в дегазаторе.

- Концентрация CO_2 в воде, подлежащей удалению, не всегда указывается в анализе, при их отсутствии этот показатель в анализе воды можно определить.
- При дегазации воды после Н- катионитовых фильтров
- J_K – карбонатная жесткость исходной воды (т.е. воды поступающей на ионитовую установку) мг-экв\л.
- $C_{\text{нач}}$ – содержание CO_2 в исходной воде в мг\л, определяется по номограмме 1.
- Номограмма – составлена для плотного растворенного остатка воды 20 мг\л и при $t - 22^\circ$.

- При иных значениях температуры и плотного остатка $C_{\text{НАЧ}}$ следует определять по формуле



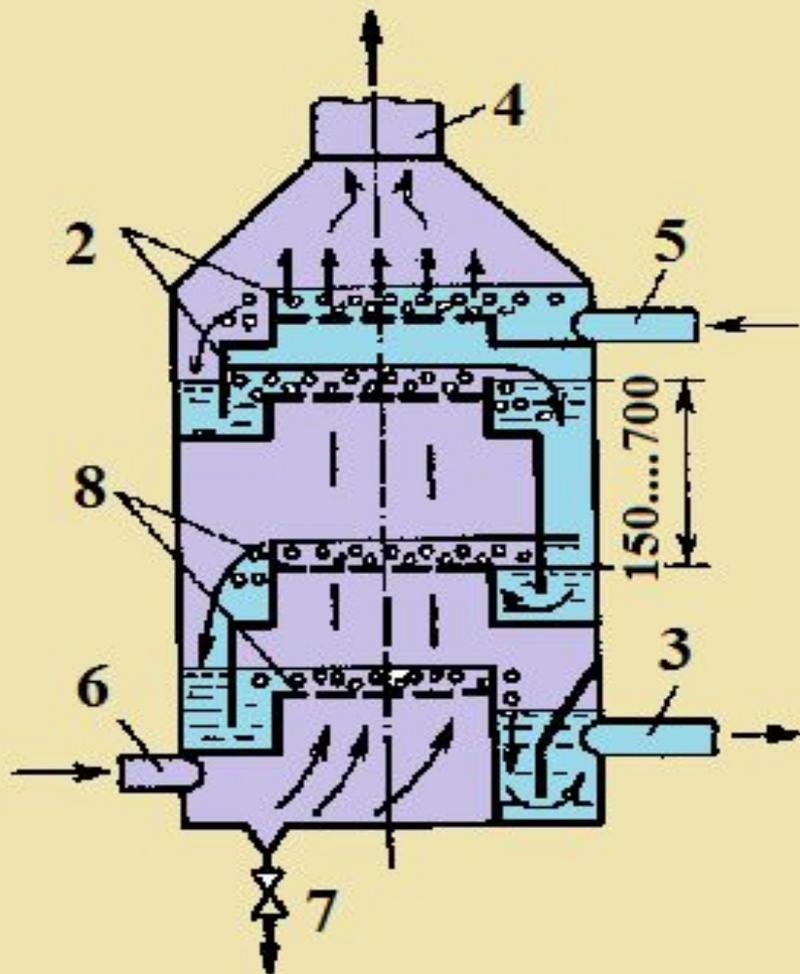
- $C_{\text{НОМ}}$ – содержание CO_2 найденное по номограмме 1;
- α – поправка по температуре, табл.1;
- β – поправка по плотному растворенному остатку, табл.2.

- При отсутствии в анализе данных о значениях pH и щелочности воды, концентрация CO_2 в исходной воде $C_{\text{нач}}$ можно ориентировочно определить по формуле
- При дегазации воды в цикле обезжелезивания воды аэрацией
- C_{Fe} – содержание железа в обезжелезиваемой воде, мг/л.

Барботажные дегазаторы.

- **В которых через слой медленно движущейся воды продувается сжатый воздух, тем самым ускоряется выделение газа.**
- **Воздух подается компрессорами обычно через дырчатые трубы или пористые плиты.**

Дегазатор пенного типа.



- Разновидностью барботажных дегазаторов являются дегазаторы пенного типа.
- Основным конструктивным элементом аппаратов служит перфорированная плита (решетка).
- В пенном слое газы из воды десорбируют интенсивно.
- Количество полок не превышает четырех-пяти.
- При этом для подачи воздуха можно применять центробежные вентиляторы среднего давления.



кислород

Удаление кислорода.

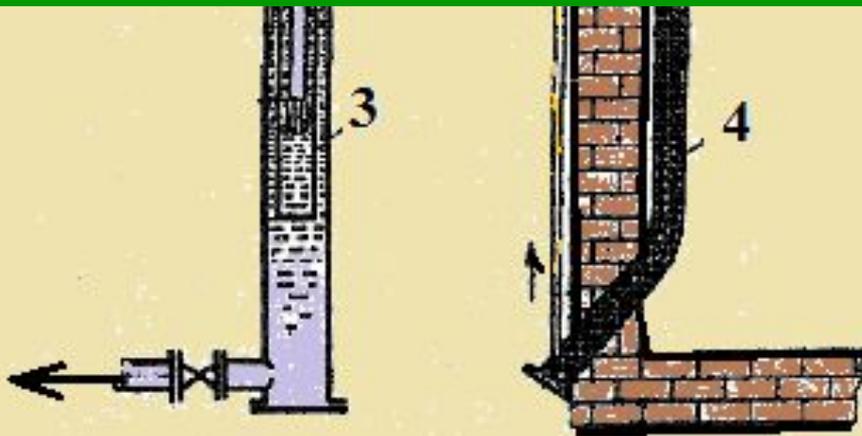
- Применяется метод вакуумного обескислороживания воды, реализуемый на специальных аппаратах – вакуумных дегазаторах, заполненных кольцами Рашига.
- В вакуумных дегазаторах, при помощи специальных устройств вакуум-насосов, эжекторов, создается такое давление при котором вода кипит при данной температуре.
- На пленочных дегазаторах с продувкой воздухом нельзя добиться удаление кислорода, так как при аэрации воды может, наоборот происходить ее насыщение кислородом.

- **Из физических методов обескислороживания воды применяют:**
- **- метод эжекции предварительного обескислороженного воздуха т.е. метод П. А.Аскользина;**
- **-вакуумная дегазация.**

1. инжектор; 2. десорбер; 3.

Метод П.А.Аскользина позволяет добиться глубокого обескислороживания воды. Недостаток использования топочных газов высокой температуры т.е. наличие котельной, а так же по данному методу не удастся одновременно достичь и удаления из воды свободной углекислоты.

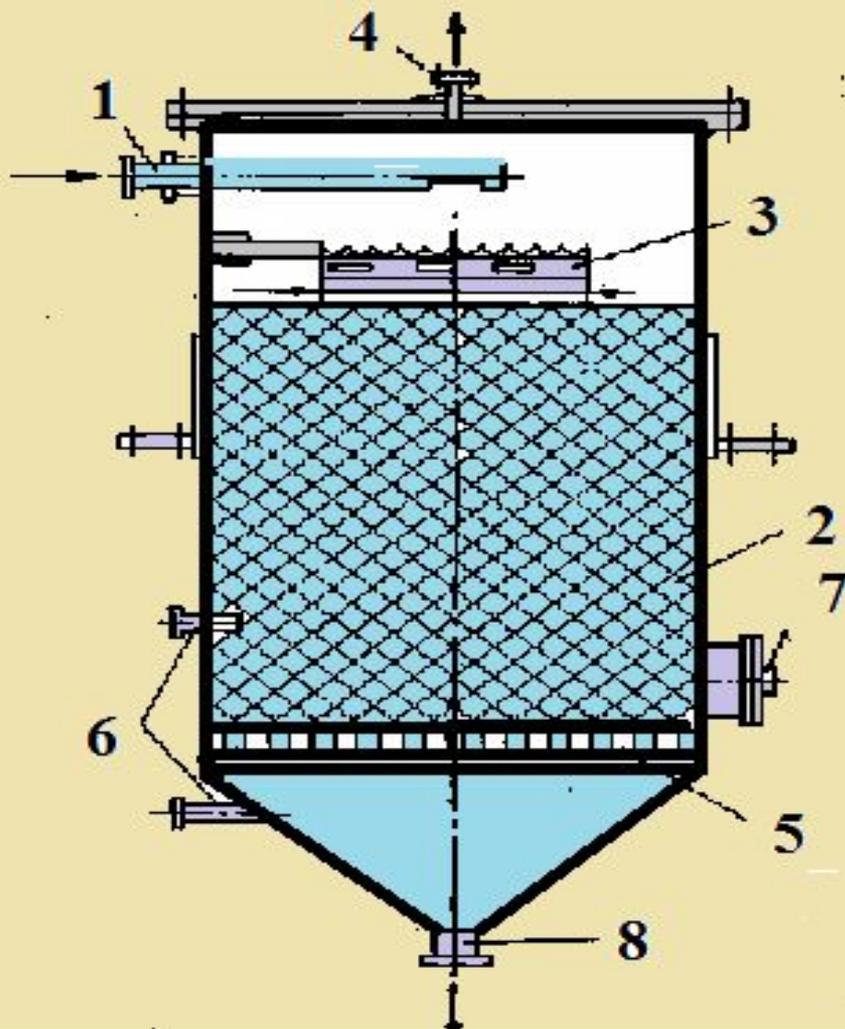
П.А.



собой герметическую трубу, загруженную древесным углем и топочными газами высокой температуры ($500-800^{\circ}\text{C}$).

Растворенный кислород дефундирует из воды в обескислороженный воздух.

ВАКУУМНЫЕ ДЕГОЗАТОРЫ



1. подача исходной воды;
2. насадка из колец Рашига;
3. водораспределительная воронка;
4. удаление воздуха;
5. дырчатое днище;
6. патрубки для водомерного стекла;
7. люк;
8. отвод легазированной воды.

ДЕАЭРАТОР ЩЕЛЕВОЙ «КВАРК»



Щелевые **деаэраторы** применяются в системах питания паровых и водогрейных котлов, водоподготовки подпиточной воды тепловых сетей, удаления растворенного воздуха в технологических циклах пищевых, фармацевтических, химических и нефтехимических производств, а также в иных технологических схемах, в которых требуется деаэрация воды.



Нагретая вода подается во входной патрубок. Далее деаэрируемая вода поступает на щелевые сопла, где происходит увеличение скорости потока и его вскипание.



Затем двухфазный поток направляется на профилированную криволинейную поверхность, где за доли секунды эффективно разделяется на выпар и деаэрированную воду. Деаэрированная вода стекает в деаэраторный бак.



Выпар, содержащий газы, отводится на встроенный либо вынесенный охладитель выпара и далее выбрасывается через воздушную свечу в атмосферу, либо отсасывается вакуум-эжектором или вакуумным насосом.

- **Преимущества целевых деаэраторов "КВАРК"**
- **Современный энергоэффективный деаэратор**
- **Срок службы деаэратора 30 лет**
- **Минимальные затраты на техобслуживание и ремонт**
- **Исключение проскоков недеаэрированной воды**
- **Компактная конструкция**
- **Широкий модельный ряд.**

- **Какие величины и параметры определяются при проектировании дегазатора.**
- **При проектировании дегазаторов должны быть определены следующие величины:**
 - **– площадь поперечного сечения дегазатора;**
 - **– необходимый расчет воздуха;**
 - **– поверхность насадки, требуемая для достижения заданного эффекта дегазации;**
 - **– необходимый напор, развиваемый вентилятором.**

• При расчете дегазаторов :

Определяют оптимальную плотность орошения насадки, которая у каждого вида дегазаторов своя:

- – деревянная хордовая насадка – $40 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$
- – с насадкой из колец Рашига – $60 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$
- – вакуумные дегазаторы $50 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$
- – насадка из колец Рашига, для обезжелезивания воды аэрацией – принудительной подаче воздуха $50-90 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$
- - без принудительной подачи воздуха (контактные градирни) – $10 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$
- – кольца Рашига для удаления сероводорода – $60 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$

РАСЧЕТ ДЕГОЗАТОРОВ

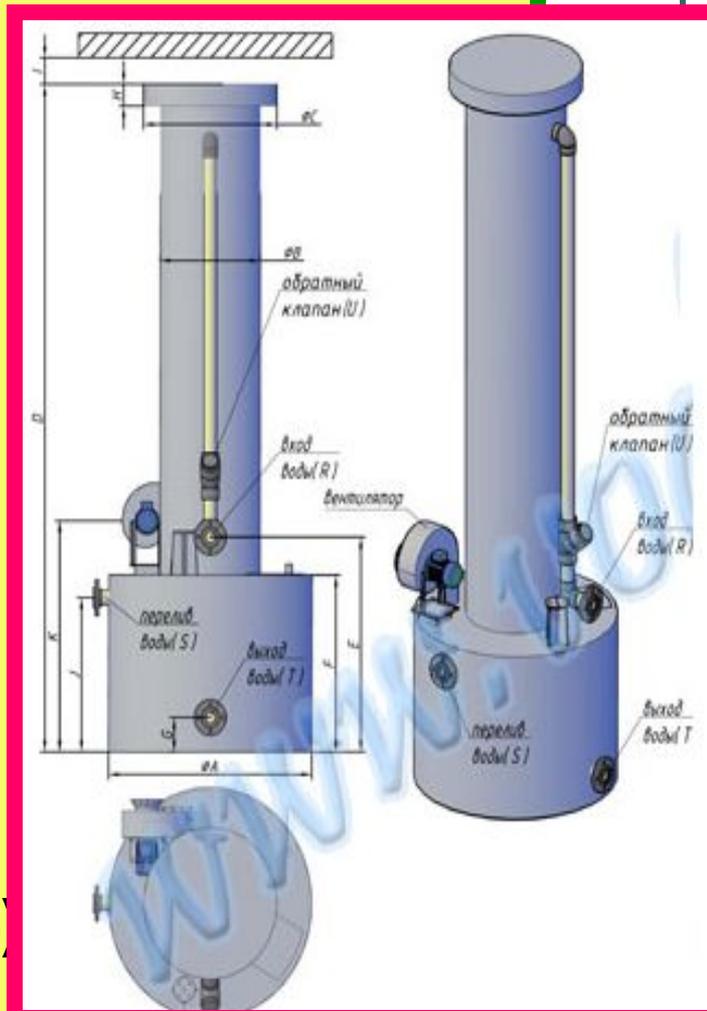


РАСЧЕТ ДЕГОЗАТОРА С НАСАДКОЙ ИЗ КОЛЕЦ РАШИГА

- Площадь поперечного сечения дегазатора, загруженного кольцами Рашига, следует принимать исходя из удельной нагрузки $60 \text{ м}^3/\text{м}^2$ час, удельный расход воздуха в этом случае, должен приниматься равным $15 \text{ м}^3/\text{м}^3$.
- Необходимую поверхность насадки (из колец Рашига) находят по формуле:
-
- где F - площадь поверхности насадки, м^2 ;
- $K_{ж}$ – коэф. десорбции, $\text{м}^3/\text{час}$.
- $\Delta C_{ср.}$ – средняя движущая сила процесса десорбции, $\text{кг}/\text{м}^3$;

- **G – кол-во свободной углекислоты подлежащей удалению кг\час.**

- **Объем насадки** м^3
- **F - площадь насадки, м^2 ;**
- **S – поверхность насадки (таб.4)**



РАСЧЕТ ДЕГОЗАТОРА С ДЕРЕВЯННОЙ ХОРДОВОЙ НАСАДКОЙ

- Площадь поперечного сечения и диаметр дегазатора определяют по таб.3, оптимальная плотность орошения насадки, равной $40 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ час}$.
- Площадь поверхности насадки, при которой обеспечивается заданная степень удаления свободной углекислоты (или другого газа) определяется по формуле:
-
- где F – площадь насадки в м^2 ;
- G – кол-во углекислоты подлежащей удалению в $\text{кг}/\text{час}$.;
-

- $q_{\text{час}}$ - производительность дегазатора в $\text{м}^3/\text{час}$;
- $C_{\text{вх}}$ и $C_{\text{вых}}$ - концентрация удаляемого газа на входе и на выходе из дегазатора, $\text{мг}/\text{л}$;
- $K_{\text{ж}}$ – коэф. десорбции т.е. кол-во газа, передаваемого в единицу времени, через единицу поверхности, при движущей силе процесса десорбции в $\text{л}/\text{м}^2/\text{час}$;
- $\Delta C_{\text{ср.}}$ – средняя движущая сила процесса десорбции, $\text{кг}/\text{м}^3$.
- Для обеспечения расчета дегазаторов составлены таблицы $\Delta C_{\text{ср.}}$ - рис.3, ;
- $K_{\text{ж}}$ – рис. 2

- Помимо площади щитов насадки нужно учитывать площадь внутренней поверхности самого аппарата, поскольку эта поверхность является так же поверхностью соприкосновения жидкой и газообразной фаз.
- Величина этой поверхности составляет около 7,5% от площади поверхности насадки.
- От площади поверхности насадки (F) находят требуемое кол-во щитов, поделив (F) площадь поверхности насадки на поверхность одного щита, которая подсчитана для каждой производительности дегазатора (таб.3 площадь поверхности насадки в одном щите с учетом ребер жесткости) м²;

- Часть высоты аппарата, занятая насадкой определяют по формуле:
- $H = 2n (h + \delta) - h$, мм.
- H – часть высоты аппарата, занятая насадкой в мм;
- n – кол-во щитов, шт.;
- h – высота между рядами и между щитами в мм, (таб.3 примечание берется 50 мм для всех производительностей);
- δ (дельта) – толщина досок насадки в мм, 13 мм. (таб.3 гр.4);
- $f_{п.н.}$ – площадь поверхности насадки в одном щите (с учетом ребер жесткости) м² (таб.3);
- Производительность вентилятора следует подбирать исходя из необходимого расхода воздуха

УДАЛЕНИЕ ИЗ ВОДЫ СЕРОВОДОРОДА

- Сероводород хорошо удаляется из воды при помощи аэрации, дегазатор применяется из колец Рашига работающий в условиях противотока воды и воздуха подаваемого вентилятором.
- Содержащиеся в воде соединения сероводорода могут состоять из свободного сероводорода (H_2S), гидросульфидного иона (HS^-) и сульфидного иона (S^{2-}).

- Только при $\text{pH} \leq 5$ все сульфидные соединения присутствуют в виде сводного сероводорода. Поэтому удаление сульфидных соединений возможно лишь при предварительном подкислении исходной воды или в цикле H-Na-катионитового умягчения или ионитового обессоливания воды.
- Расчет дегазаторов для удаления из воды, свободного сероводорода следует производить исходя из следующих данных:
- 1. площадь поперечного сечения (таб.8 по производительности), плотность орошения насадки (кольца Рашига) – $60 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{час}$, удельный расход воздуха – $12 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

- **2. значение средней движущей силы десорбции $\Delta C_{\text{ср}}$, кг\м³ определяется по рис.12 или по формуле, кг\м³**

-
- **где $C_{\text{вых}}$ - концентрация удаляемого газа в воде соответственно на выходе ее в аппарат, кг\м³**
- **$C_{\text{опт}}$ - содержание свободного сероводорода соответствующее оптимальному значению $\text{pH} \leq 5$.**

- Значение коэф. десорбции определяется по формуле, м\час:

- где f – площадь поперечного сечения, $f, f^{0,324}$ приведены в табл.8 м².
- H – растворимость сероводорода в воде в кг\м³ ат. при данной температуре и при парциальном давлении сероводорода 1 ат. рис.13.

- 6. Объем насадки

- , m^3

- F = площадь насадки, m^2

- S – поверхность насадки (таб.4) $m^2 \setminus m^3$

- 7.

- где F - площадь поверхности насадки, m^2 ;

РАСЧЕТ ВАКУУМНЫХ ДЕГАЗАТОРОВ

вычисляют по плотности орошения насадки $50 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{час}$.

- Значение S_p определяется по рис.3 в случае удаления свободной углекислоты и по рис. 8 в случае удаления кислорода.
- Коэф. десорбции $K_{ж}$ определяют по рис.9 для удаления свободной углекислоты и по рис.10 для удаления кислорода.
- Производительность устройства, создающего вакуум в дегазаторе, определяют по формуле, полученной из уравнения Клайперона:

; м^3

- где $V_{см}$ - объем паро-газовой смеси, отсасываемой из дегазатора, m^3 ;
- $G_{к.в.}$ – вес кислорода, отсасываемого из дегазатора (с учетом кислорода, подсасываемого из атмосферы через не плотности вакуумной системы) в $кг/час$.
- A – коэф. принимаемый при, удалении кислорода 377, при удалении углекислоты 520.
- $G_{к.д.}$ – вес кислорода, удаляемого из воды в $кг/час$.
- $G_{к.д.} = 1,312 * C_{к.в.}$

• где

•

- **P_k** – парциальное равновесное давление кислорода при данной температуре воды отвечающее заданной конечной концентрации кислорода.
- **$C_{\text{вых}}$** – конечная концентрация кислорода в воде в г/м^3 ;
- **H** – растворимость кислорода в воде при данной температуре и при парциальном давлении кислорода равном 1 ат в г/м^3 ат. Табл.7
- Объем парогазовой смеси подсчитанной по формуле, соответствует температуре и давлению которые, имеют место в вакуумном дегазаторе.

- Производительность вакуум-насосов в каталогах обычно относится к температуре 0° и давления 1 ат.
 - Для того чтобы привести объем газа, подсчитанного ранее к условиям принятым в каталогах можно воспользоваться законами Бойля-Мариотта и Гей-Люссака
-
- где V_0 – объем паро-газовой смеси при $t = 0^{\circ}$ и $P^0 = 1\text{ат}$, $\text{м}^3/\text{час}$.
 - V – объем паро-газовой смеси найденной ранее $\text{м}^3/\text{час}$. (по форме 1)
 - P - давление паро-газовой смеси в дегазаторе при температуре t рис.11



РАСЧЕТ ДЕГАЗАТОРОВ ПРИНИМАЕМЫХ ПРИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИИ ВОДЫ АЭРАЦИЕЙ

- К этому типу дегазаторов можно отнести пленочные дегазаторы с загрузкой из колец Рашига или кусковой загрузкой (кокс, гравий и др) работающих в условиях противотока воды и воздуха подаваемого вентилятором, а так же дегазаторы пленочные типа с теми же загрузками ,но работающие без подачи воздуха (контактные градирни).
- Сущность процесса обезжелезивания по отношению к большинству подземных вод заключается в окислении кислородом воздуха двухвалентного железа, в трехвалентное.



**Установка очистки подземных вод с
азрационным обезжелезиванием**

- **Скорость реакции окисления двухвалентного железа в трехвалентное зависит от значения рН воды, чем выше рН, тем скорее идет процесс.**
- **Этот процесс происходит достаточно быстро и надежно при рН= 7,5, а значение рН воды подземных источников обычно ниже величины 6,5 – 7,2 .**
- **Для поднятия значения рН воды до 7,5 из нее удаляют некоторое кол-во свободной углекислоты, которое может быть найдено по номограмме 1.**

- **Зная, начальное содержание свободной углекислоты в воде, и определив по номограмме концентрацию CO_2 которая соответствует $\text{pH} = 7,5$, можно найти кол-во CO_2 , которое должно быть удалено из воды, как разность концентраций начальной и оптимальной, соответствующей значению $\text{pH} - 7,5$.**
- **Кроме того, должно быть удалено то кол-во CO_2 , которое образуется при гидролизе бикарбоната железа, т.к. наличие этой углекислоты в воде может препятствовать повешению pH до требуемого предела.**

- Кол-во CO_2 , выделившейся при гидролизе железа, согласно расчетам, составляет 1,57 мг на 1 мг железа, содержащегося в исходной воде.
- где C_u – кол-во свободной углекислоты CO_2 , которое должно быть удалено из воды, мг\л;
- C_{Fe} – общее содержание железа в обезжелезиваемой воде, мг\л;
- $C_{\text{нач.}}$ – начальная концентрация CO_2 в обезжелезиваемой воде, мг\л;
- $C_{\text{опт.}}$ - концентрация CO_2 в мг\л соответствующая оптимальному значению $\text{pH} = 7,5$ при данной щелочности воды (номограмма 1).

- Величину $K_{ж}$ находим по рис 6 . При подсчете дегазаторов, работающих без принудительной подачи воздуха (контактные градирни), плотность орошения для всех насадок должно приниматься $10 \text{ м}^3/\text{м}^2$.
- 1.Площадь поперечного сечения дегазатора:
- 2.Плотность орошения насадки дегазатора по обезжелезиванию равна $50-90 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{час}$
- 3.



РАСЧЕТ ДЕКАРБОНИЗАТОРА



**Металлические кольца
Палля**



- Вода в декарбонизатор поступает после химической обработки т. е умягчения на H-Na катионитовых фильтрах.
- Находят концентрации CO_2 после H-Na катионитовых установок по формуле:

- где J_k - карбонатная жесткость в исходной воде до поступления на Na катионитовые фильтры, т.е. после подкисления на H катионитовых фильтрах мг-экв./л.
- $\text{Щ}_{\text{нач}}$ – щелочность исходной воды, после H катионитовых фильтров, мг-экв./л.

- $\text{Щ}_{\text{п.п}}$ – щелочность после подкисления мг-экв./л.
- $\text{C}_{\text{исх вх}}$ – содержание CO_2 в исходной воде, мг/л

2. Определяется кол-во CO_2 по формуле:

$C_{\text{ВЫХ}}^{\text{ОСТ}}$ – дана в условиях задачи, мг\л.

3. Необходимая площадь поверхности насадки, м^2

где F - площадь поверхности насадки, м^2 ;

$K_{\text{ж}}$ – коэф. десорбции, $\text{м}^3/\text{час}$. (рис.4)

$\Delta C_{\text{ср}}$ – рис.3 при $C_{\text{вх}}$ и $C_{\text{вых}}$.

4. Объем насадки, м^3

F - площадь насадки, м^2 ;

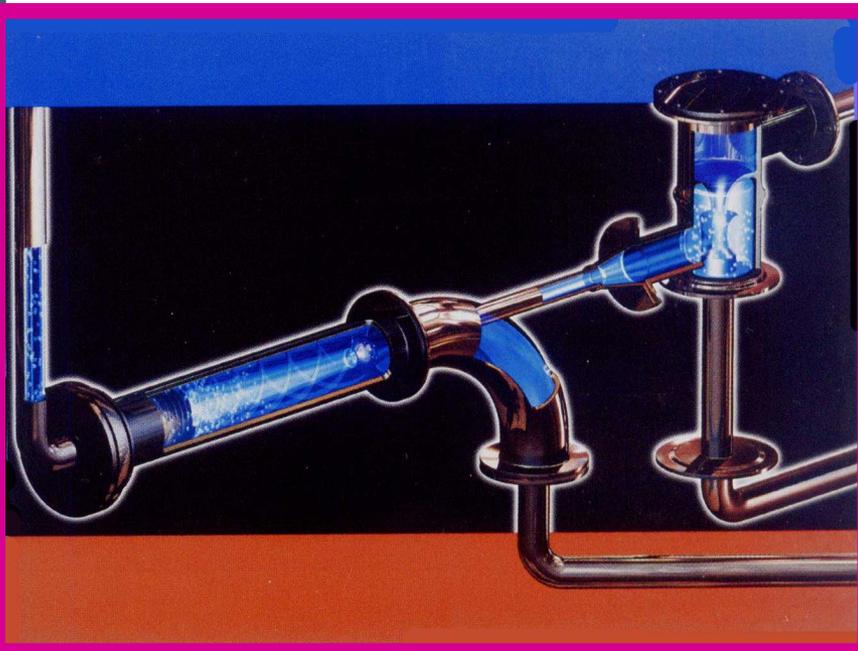
S – поверхность насадки (таб.4) $\text{м}^2/\text{м}^3$

- **5** Находим необходимый объем воздуха подаваемого на декарбонизацию по формуле, $\text{м}^3/\text{час}$
- d – удельный расход воздуха, определяют по справочнику О.В.Левшица «Справочник по водоподготовке котельных установок»
- 1976г. в котором рекомендовано принимать величину $d = 25 \text{ м}^3/\text{м}^3$ при умягчении воды,
- $d = 40 \text{ м}^3/\text{м}^3$ при обессоливании, $d = 30 \text{ м}^3/\text{м}^3$
- с подкислением подпиточной воды теплосети (которую принимаем).
- **6.**Площадь поперечного сечения, м^2
-
- **7.**Диаметр внутренней колонны декарбонизатора, таб.5 в зависимости от производительности.

- **7. Диаметр внутренней колонны декарбонизатора, таб.5 в зависимости от производительности.**
- **8. Скорость воздуха м\сек.**

- **$V_{д.к.}$ – необходимый расход воздуха в декарбонизаторе, м³\час. (по расчету)**
- **f - площадь поперечного сечения в декарбонизаторе, м² (расчет).**
- **9. Высота насадки, м**

ДЕКАРБОНИЗАТОРЫ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ



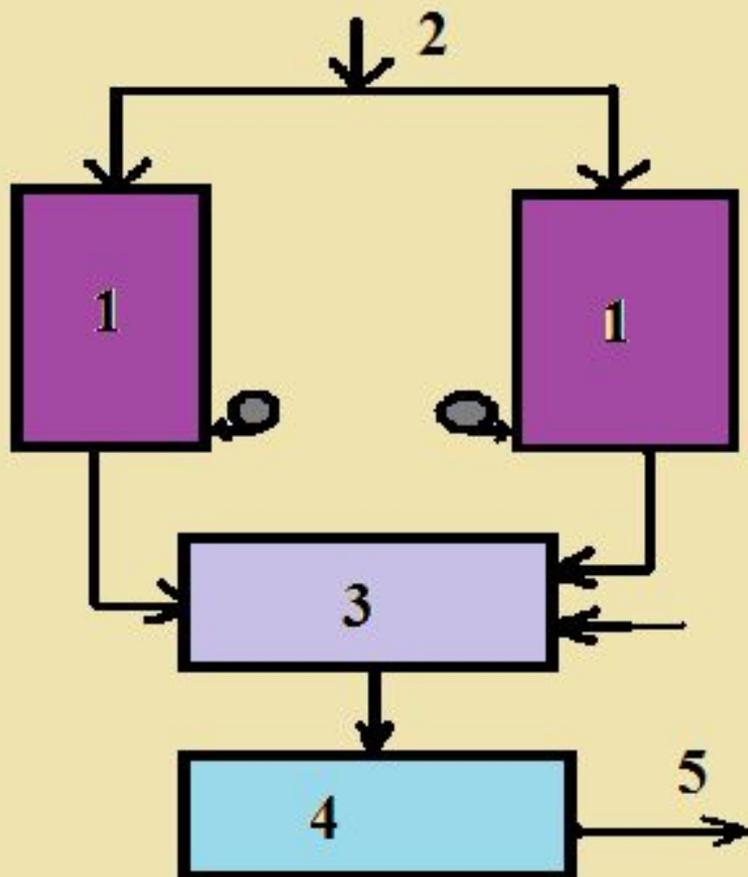
- В водоподготовительных установках систем теплоснабжения в качестве первой ступени десорбции растворенного диоксида углерода используют массообменные аппараты - декарбонизаторы.
- Окончательное удаление CO_2 осуществляется в деаэраторах.
- Основным средством против коррозии в системе теплоснабжения, при обработке подпиточной воды являются вакуумные-дегазаторы.

Роль первой ступени десорбции углекислоты – декарбонизацией.

- **1.вакуумные- дегазаторы работают при пониженных температурах теплоносителей, что позволяет значительно повысить тепловую экономичность теплоцентралей.**
- **В тоже время с понижением температуры процесс деаэрации затрудняется и не обеспечивает нормальную глубину десорбции CO_2 .**

- **2. Наиболее распространенными методами противонакипевой обработке подпиточной воды являются : известкование, подкисление, Na-катионирование, H-Na-катионирование.**
- **При этих методах содержание диоксида углерода возрастает, за счет разрушения бикарбонат ионов до значительной величины 50-500 мг\л.**
- **Не эффективное удаление углекислоты приводит к интенсивной внутренней коррозии тепловых сетей.**

Схема подпиточной установки с размещением декарбонизаторов над вакуумным деаэратором.



- 1. – Декарбонизаторы,
- 2 – трубопровод с исходной водой,
- 3 – вакуумный-деаэратор,
- 4 – резервуар для подпиточной воды;
- 5. подпиточный трубопровод.

Классификация декарбонизаторов

по применяемому способу
распределения
обрабатываемой
воды в воздухе или воздуха
в воде

пленочные в свою
очередь подразделяются
по типу насадок

капельные

Пленочные,капельные,
барботажные, пенные

деревянной хордовой,
колец Рашига,
седел Инталокс и т.п.;

вакуумно-
эжекционные
и распылительные
аппараты;

Классификация декарбонизаторов

вакуумные

**по схеме движения воды
и воздуха**

по числу ступеней

**со струйным и барботажным
распределением воды и пара
– который служит
в них десорбирующим агентом**

**противоточные и
прямоточные**

**одноступенчатые
и многоступенчатые.**

**по числу
ступеней**

одноступенчатые

**насадочные,
распылительные;**

многоступенчатые

**вакуумно-эжекционные,
пенные и отдельные
конструкции
распылительных**

**по схеме движения
воды
и воздуха**

**Противоточные –
подача воды и воздуха
навстречу друг к другу**

**насадочные,
барботажные
и пенные**

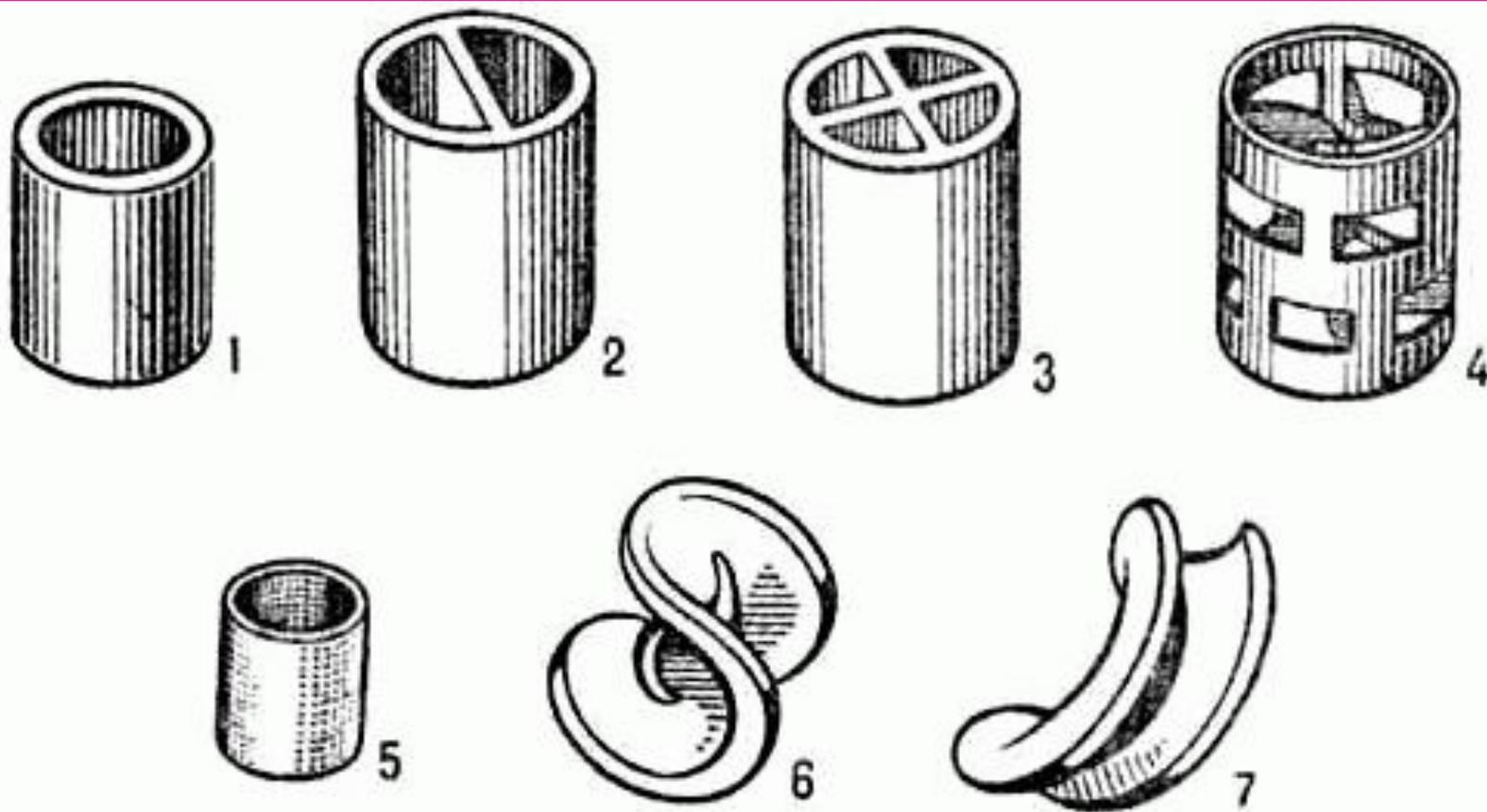
**Прямоточные –
распылительные**

**вакуумно-эжекционные
аппараты;**

Противоточные насадочные декарбонизаторы.



1.кольца Рашига **2.**кольца Лессинга**3.**кольцо с крестообразной перегородкой **4.**кольцо Палля **5.**кольцо Баррада; **6.**Седло Берля **7.**седла Инталокс



Седла Инталоксм



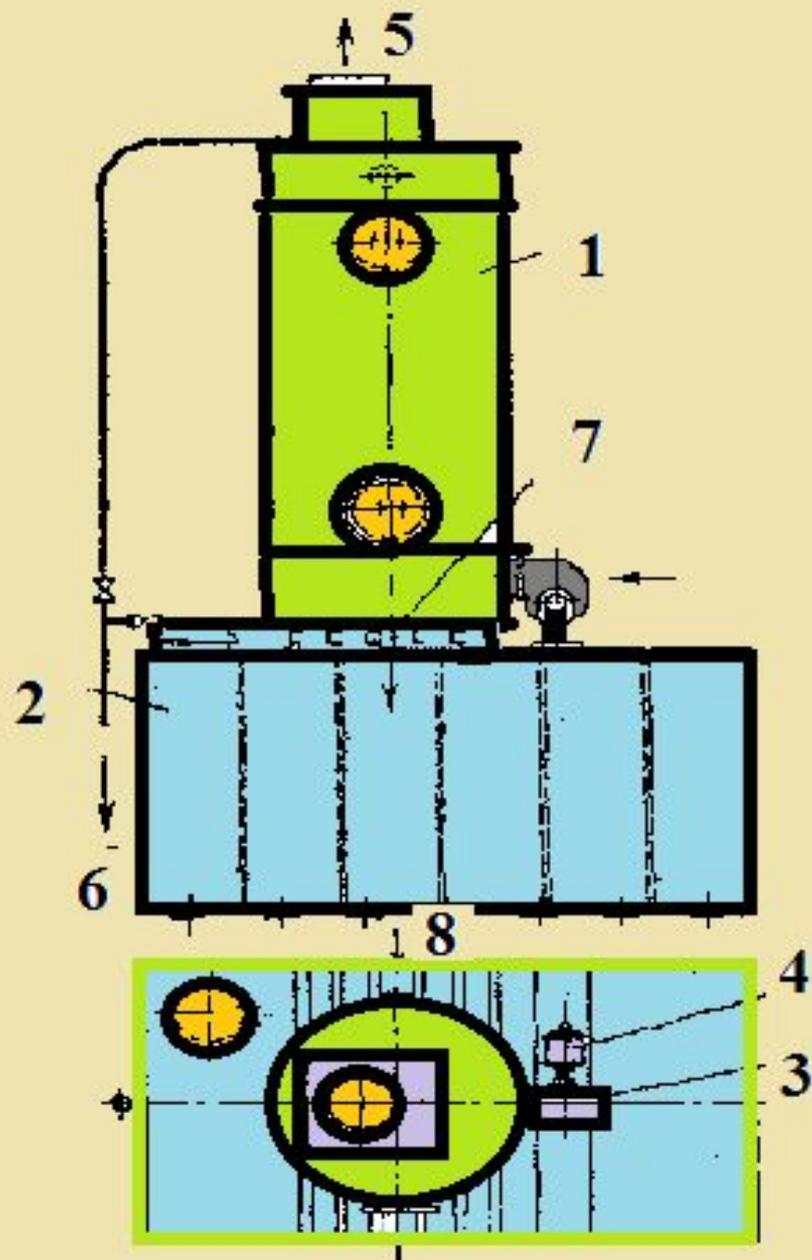
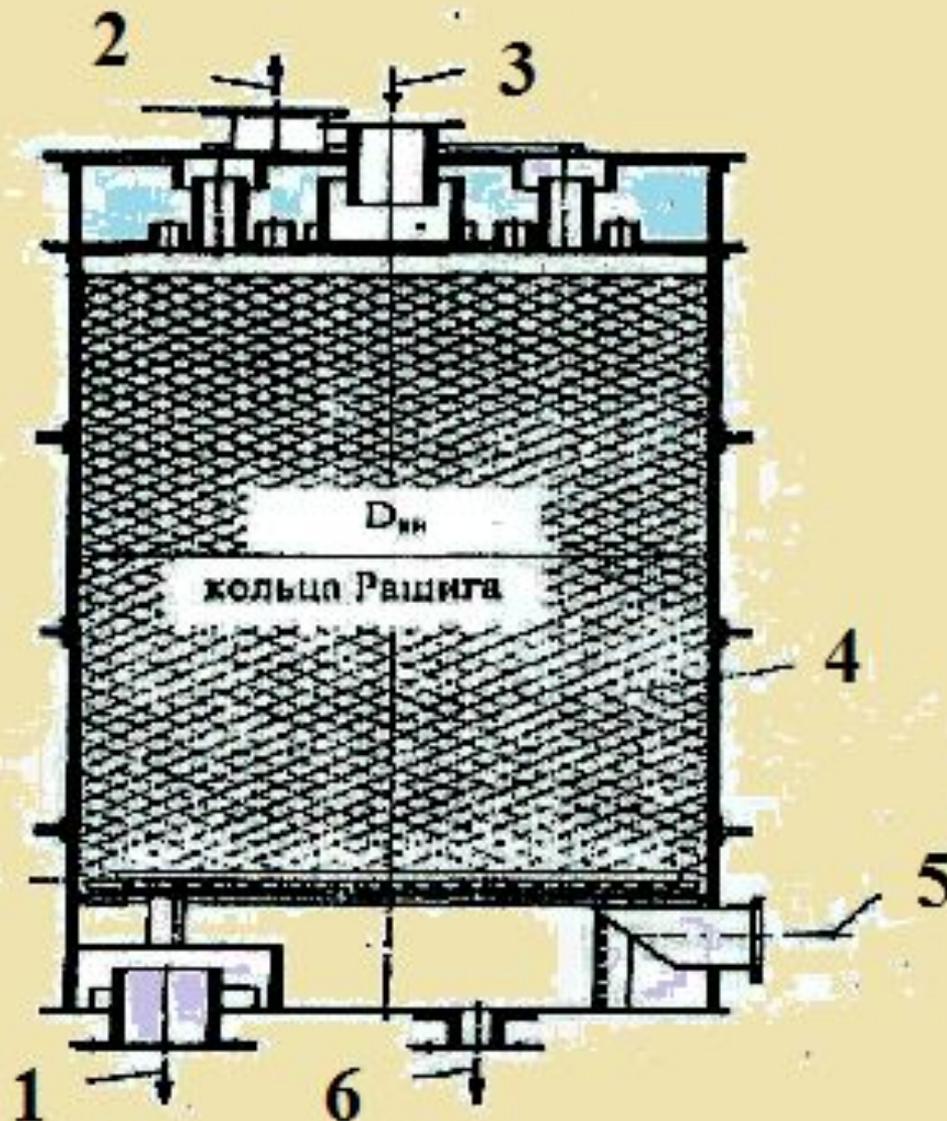


Схема установки декарбонизатора

- 1.декарбонизатор;
- 2.бак для воды;
- 3.вентилятор;
- 4.электродвигатель;
- 5.выход воздуха и углекислого газа;
- 6.дренаж;
- 7.выход воды из декарбонизатора;
- 8.подвод воды в декарбонизатор.

Колонка декарбонизации Рашига

- 1- выход декарбонизированной воды;
- 2- выход воздуха;
- 3- выход декарбонизированной воды;
- 4- насадка из колец Рашига ;
- 5- вход воздуха ;
- 6- спуск в дренаж;



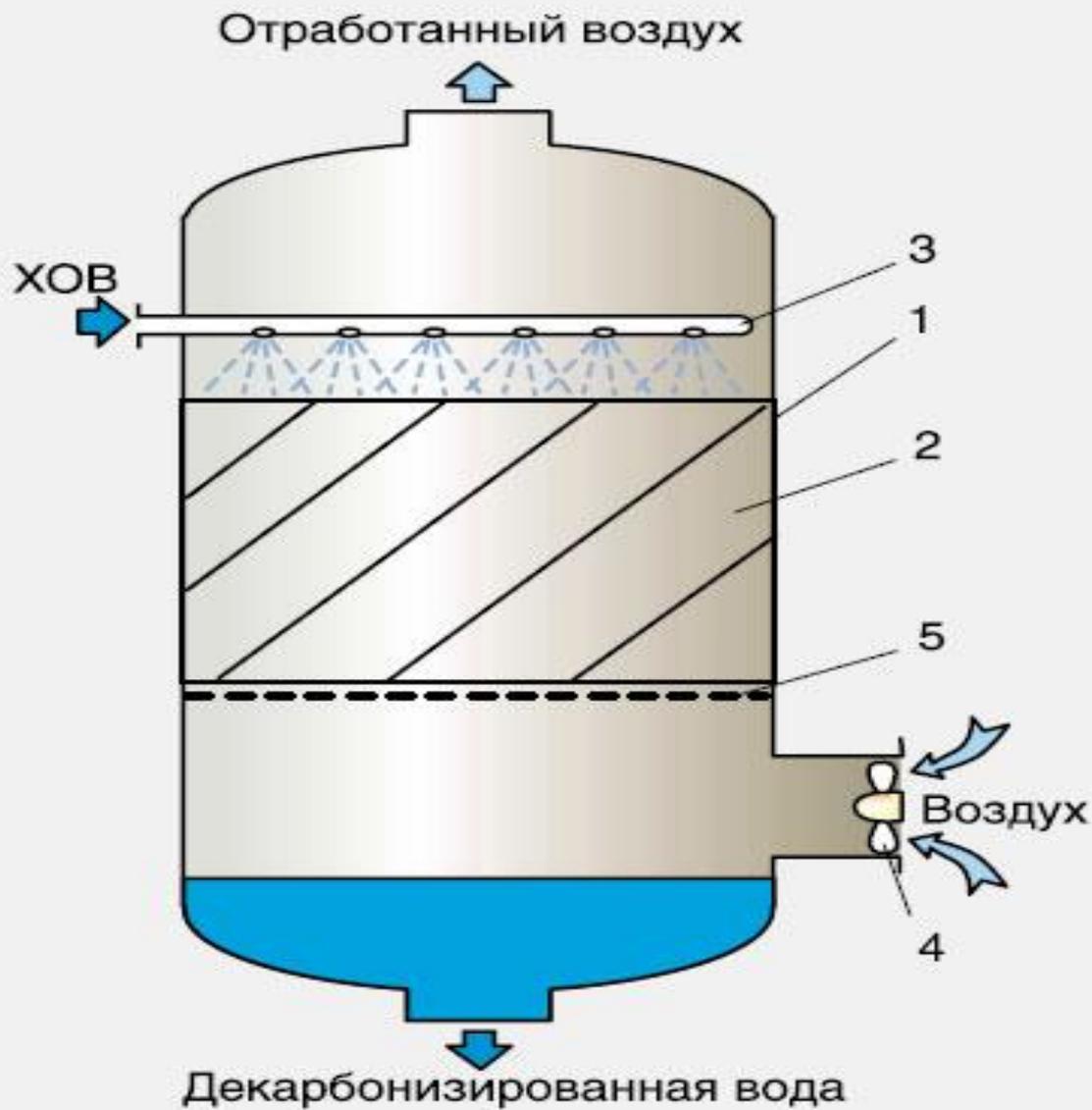


Рис. 2. Схема противоточного насадочно-го декарбонизатора:

- 1 – корпус;
- 2 – насадка (кольца Рашига);
- 3 – водораспределительная система;
- 4 – вентилятор;
- 5 – воздухораспределительная решетка

ПРОТИВОТОЧНЫЕ БАРБОТАЖНЫЕ ДЕКАРБОНИЗАТОРЫ

- При дегазации воды в барботажном режиме - воздух пропускают через слой воды при этом, создается большая площадь соприкосновения жидкой и газообразной фаз.
- Барботажные декарбонизаторы бывают одно и двухсекционные барботажные декарбонизаторы, производительностью до 20 м³/час.

вода на очистку в атмосферу

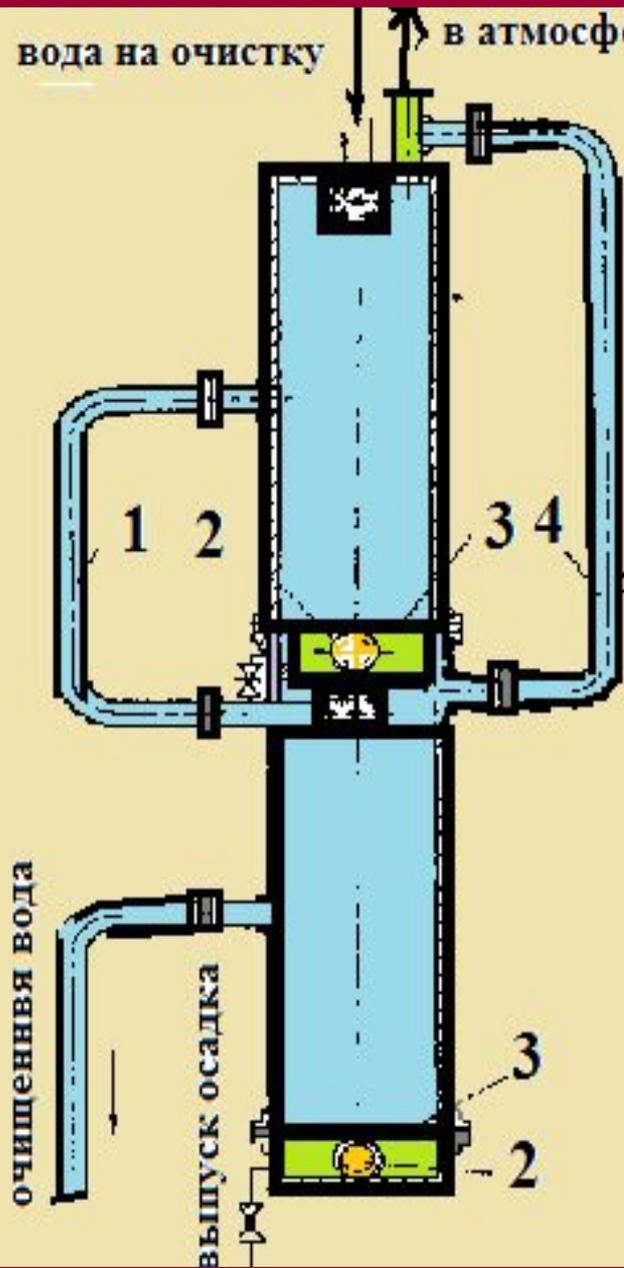


Схема двухсекционного барботажного декарбонизатора.

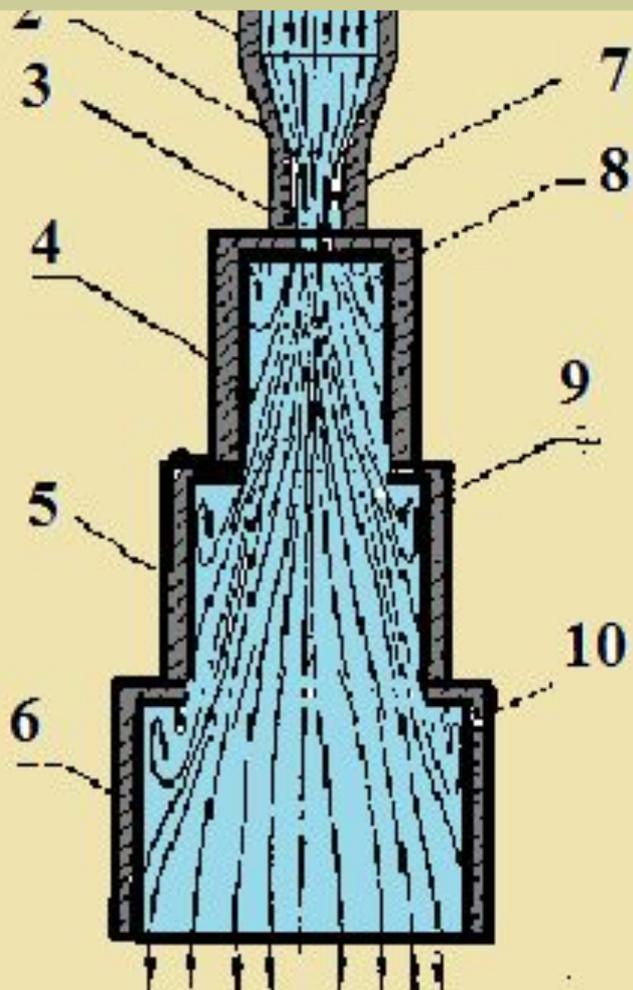
1. боковой перелив;
2. труба для подвода сжатого воздуха;
3. дырчатое днище;
4. труба для отвода выпара.

очищенная вода

выпуск осадка

- **Разновидностью барботажных декарбонизаторов является пенный . Пенные декарбонизаторы с непровальными сетчатыми тарелками перекрестного типа.**
- **Кол-во тарелок на должно превышать 4 – 5, а производительность аппарата – 100 м³/ч.**

Прямоточные вакуумно-эжекционные декарбонизаторы.



1. подводная труба;
2. сопло;
3. цилиндр насадки;
4, 5, 6. цилиндры;
7, 8, 9, 10. вакуумные зоны.

- Оптимальное кол-во ступеней составляет 4-7.
- Высота многоступенчатого эжектора достигает 10 м и более.
- Воздух в ступени эжектора подводится через специальные патрубки, приваренные к камерам смешения под углом 45° или через зазоры между трубами разного диаметра.

- **Эжектор устанавливается вертикально.**
- **Существует несколько вариантов конструкций вакуумно-распылительных головок.**
- **Недостатки – большая высота водовоздушных эжекторов, затруднен монтаж, ремонт и обслуживание декарбонизатора.**
- **В зимних условиях наблюдается обледенение эжекторов, брызги воды в воздухозаборных отверстиях застывают, затрудняя эжекцию воздуха.**

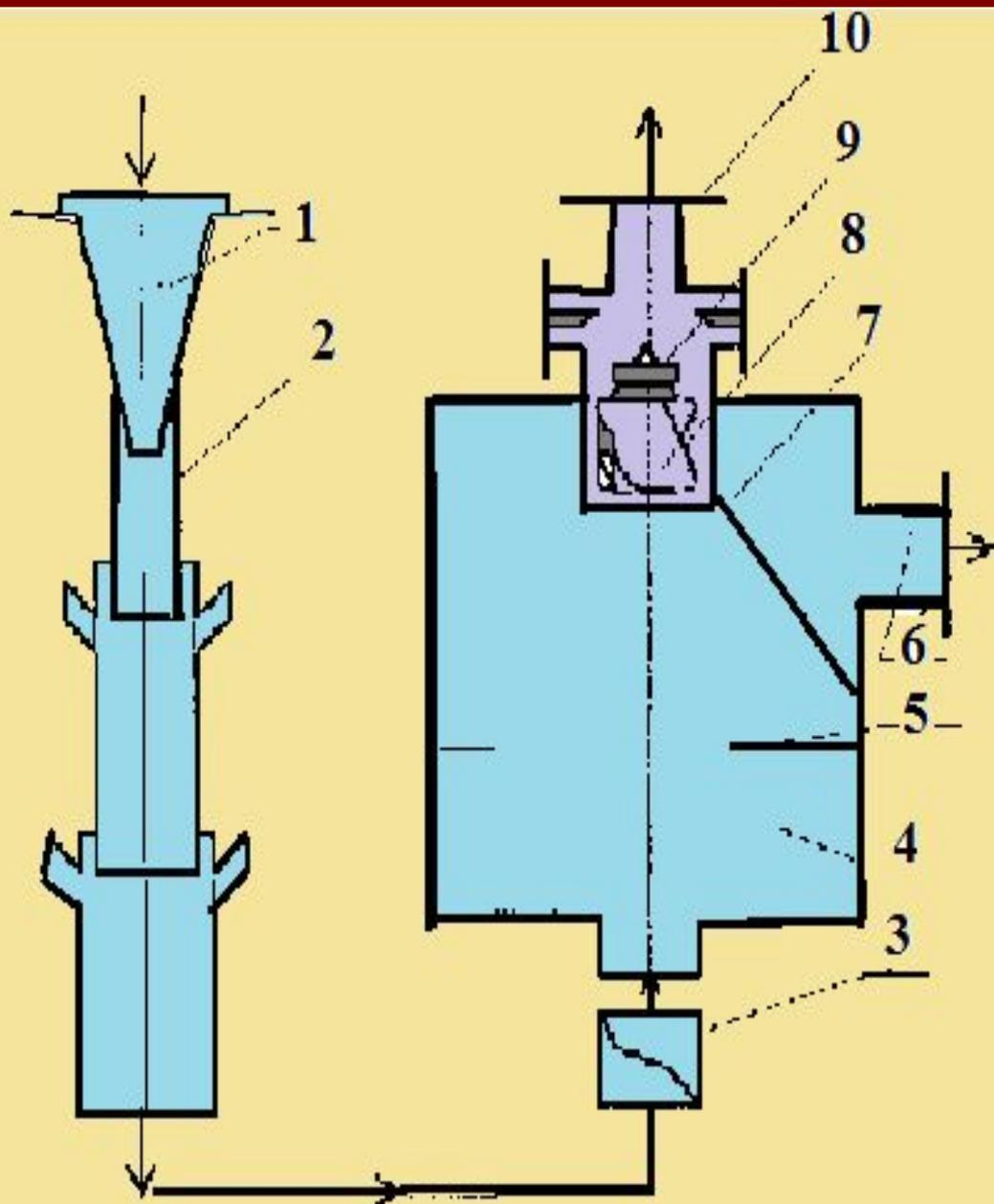


Схема установки с вакуумно-эжекционным декарбонизатором.

1. сопло;
2. вакуумная камера;
3. устройство для придания потоку вращательного движения;
4. воздухоотделитель;
5. перфорированный лист;
6. отвод декарбонизированной воды;
7. направляющая пластина;
8. винтообразный поплавок;
9. регулирующий затвор;
10. отвод отработавшего воздуха

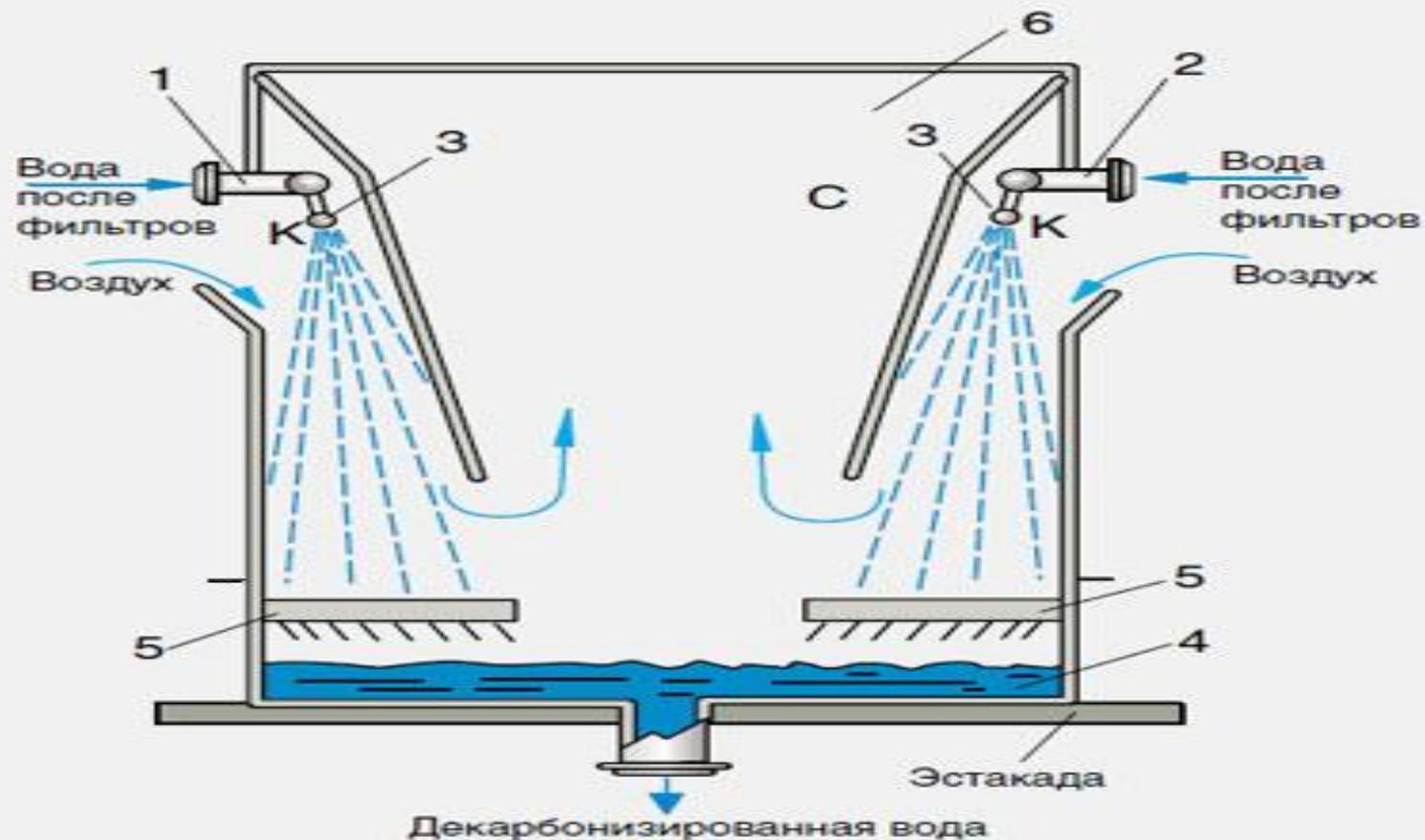


Рис. 3. Схема прямооточного распылительного двухсекционного декарбонизатора:

- 1, 2 – водораспределительные коллекторы; 3 – форсунки;
- 4 – поддон; 5 – система пеногашения; 6 – корпус;
- К – зоны контакта (капель воды и воздуха);
- С – зона сепарации (отделения капель от воздуха)

Декарбонизаторы в схемах источников теплоснабжения.

- Источники теплоснабжения – котельные, тепловые электростанции, ТЭЦ и т.д. являются сложными техническими системами.**
- Эффективность работы декарбонизаторов зависит от многих факторов, определяемых схемой и режимов работы теплоэнергетических установок.**
- Декарбонизаторы включаются в схемы водоподготовительных установок ТЭЦ и котельных, после узлов умягчения или снижения щелочности.**

ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ РАСТВОРЕННЫХ ГАЗОВ



В основе химических методов удаления из воды растворенных газов, лежит их химическое связывание, достигаемое введением реагентов или фильтрованием через специальные загрузки.

Реагентный метод

Удаление углекислоты химическими методами.

следует учитывать, что повышение

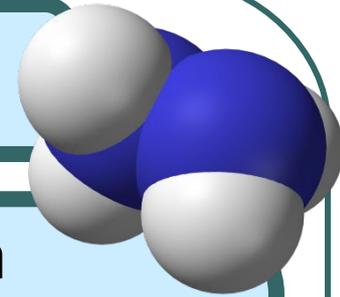
Может быть достигнуто реагентным методом с применением едкого натра (NaOH), соды (Na_2CO_3), извести (CaO), мела или мраморной крошки (CaCO_3).

При этом углекислота связывается.

реакции и эффект процесса

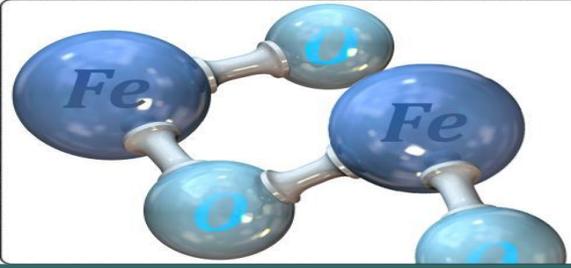
Реагентное хозяйство – растворные и расходные баки, сатураторы, баки-мешалки, дозирующие устройства и др.

3. Удаление кислорода химическими методами.



Удаление из воды растворенного кислорода возможно путем добавления в нее реагентов-окислителей, в качестве которых используют сульфит Na_2SO_3 , сернистого газа SO_2 , гидрозин в виде гидрозин-гидрата $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ или фильтрования через слой стальной обезжиренной стружки





4. Фильтрация через стальные стружки.

В процессе фильтрации железо окисляясь связывает кислород $4 \text{Fe} + 3\text{O}_2 = 2 \text{Fe}_2 \text{O}_3$
Оксид железа, образовавшийся в результате коррозии стружек, удаляется обратной промывкой.

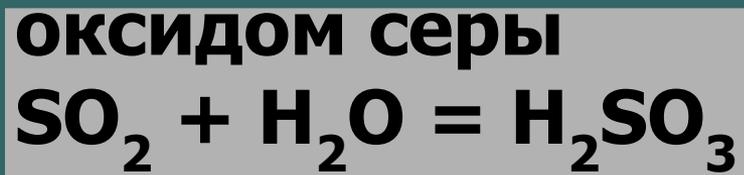
Продолжительность контакта воды со стружкой зависит от t при увеличении температуры от 20 до 80⁰С, уменьшается от 25 до 3 мин.



5.Обработка воды сульфитом натрия или оксидом серы.



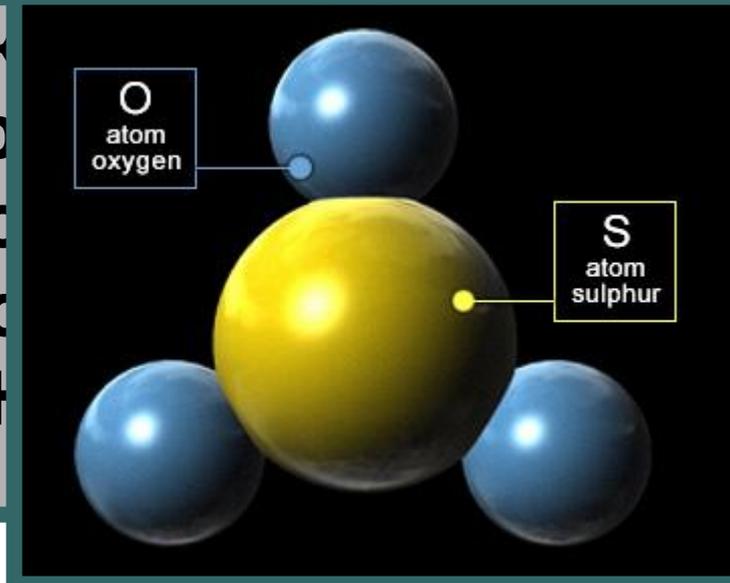
обработку воды
сульфитом натрия
21

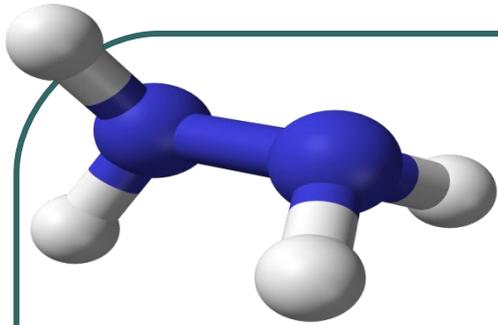


для удаления 1 мг кислорода расходуется 4 мг оксида серы или 7,9 мг сульфита натрия.



ОК
СО
ВО
ДО
2Н





6. Обработка гидразином.

Для удаления кислорода воду обрабатывают гидразином $N_2H_4 \cdot H_2O$

Гидразин является сильным обескислороживающим реагентом $O_2 + N_2H_4 \cdot H_2O \rightarrow N_2 + 3 H_2O$;

Эта реакция протекает значительно быстрее, чем окисление сульфитом натрия.

Катализатором в данном случае является медь металлическая, стекло, активированный уголь и т.п. Недостаток высокая стоимость.



7. Доза реагента

Дозу гидрозина, мг \л, рекомендуется определять с учетом его возможного взаимодействия с присутствующими в воде оксидами железа и меди.

C1; C2 ;C3 – концентрация в обрабатываемой воде растворенного кислорода, соединений железа и меди соответственно.



8. Удаление растворенного кислорода без подогрева.

Может быть достигнуто фильтрованием через электронно-обменные (ЭО) и электронно-ионообменные смолы (ЭИ).

При использовании ЭО для обескислороживания воды, высота слоя смолы в фильтре принимается равной 2м, скорость 20 м\с.

Регенерация фильтров осуществляется 1-2% раствором сульфита натрия.

ЭО смолы представляют собой катиониты и аниониты с введением в них железом или меди.

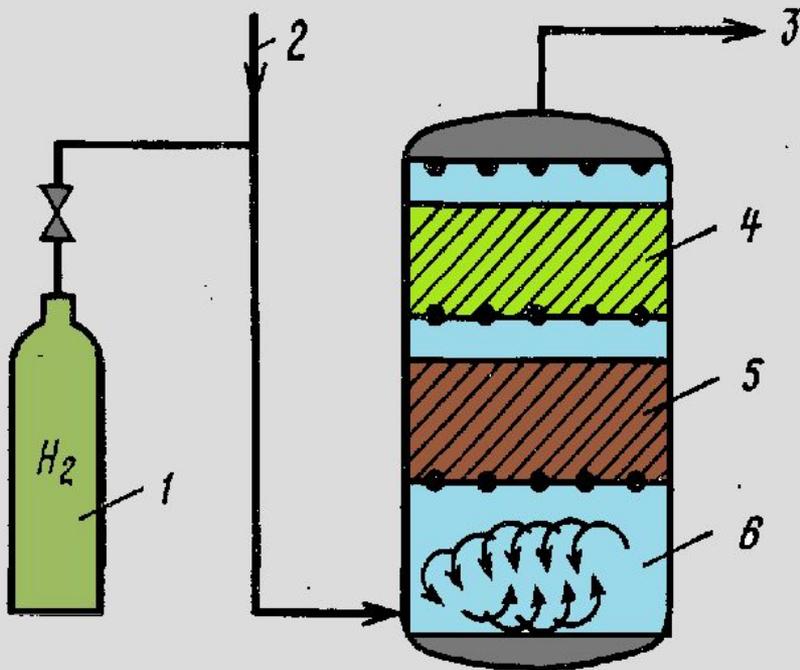


Схема по удалению кислорода ионообменнике, заряженном палладием, с использованием водорода в качестве катализатора.

Остаточное содержание кислорода 20-30 мг\л при исходной 9,1 мг\л.

Установка обескислороживания воды с помощью ионообменника с палладием.

- 1.баллон с воздухом;
- 2.3 - ввод исходной и отвод обескислороженной воды;
- 4.- ионообменник заряженный палладием;
- 5.-слой инертной смолы;
- 6.камера смешения.



Для удаления сероводорода из воды его окисляют, кислородом воздуха или хлором.

Для более полного удаления сероводорода аэрацией (кислородом воздуха) воду подкисляют серной или соляной кислотой до $pH = 5,5$.

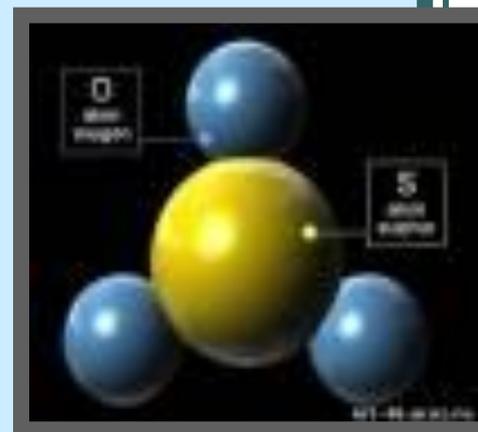
Доза кислоты, мг\л для снижения pH вычисляют по формуле

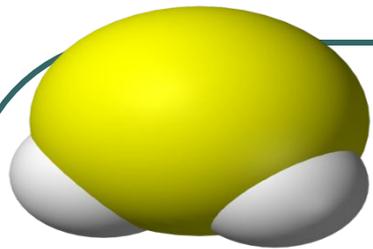
где e_1 – эквивалентная масса кислоты,

C - концентрация серной или соляной кислоты в техническом продукте,

$Щ$ – щелочность исходной воды, мг-экв\л.

Очищенную воду необходимо стабилизировать подщелачиванием, способствующему устранению коррозионных свойств.





10. Удаление сероводорода окислением т. е хлором.

Сероводород окисляется хлором до свободной серы или до серной кислоты (в зависимости от дозы хлора).

Малые дозы хлора (2,1мг на 1мг свободного сероводорода) окисляют сероводород до коллоидной серы $H_2S + Cl_2 = 2HCl + S \downarrow$

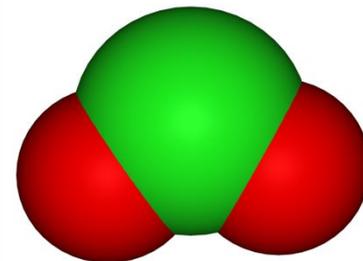
Который затем необходимо удалять - недостаток этого метода.

Большие дозы хлора (8,4 мг\л) окисляют сероводород до сульфата,

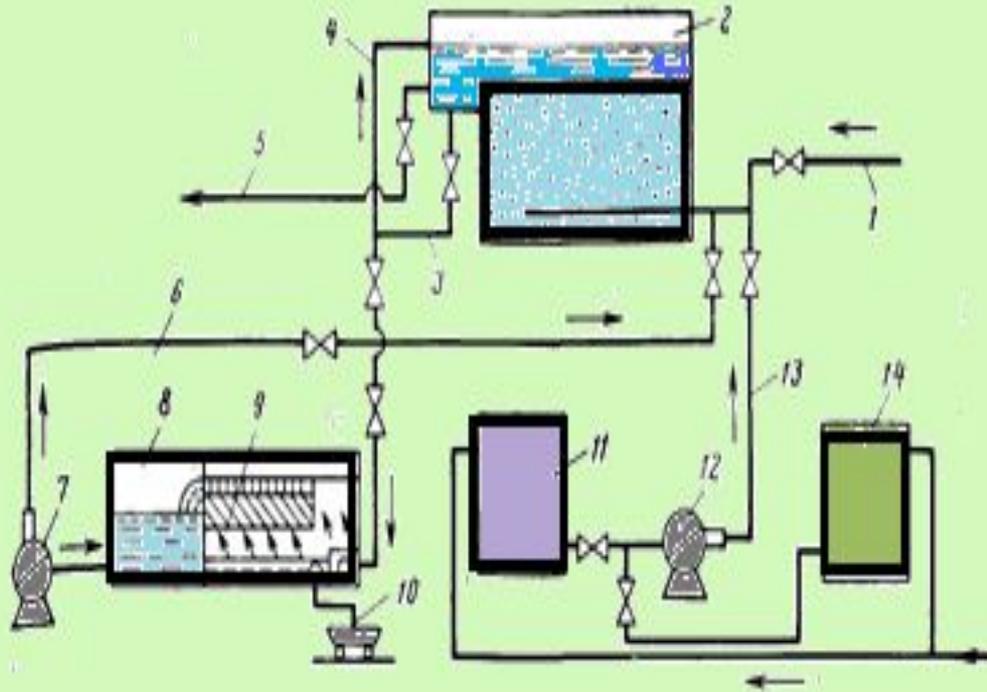


Реакция протекает медленно и имеет практическое значение лишь при небольшом кол-ве сероводорода.

Ее используют для удаления остаточного сероводорода, например после аэрации.



**Технологическая
схема глубокого
удаления из воды
сероводорода
фильтрованием через
модифицированную**



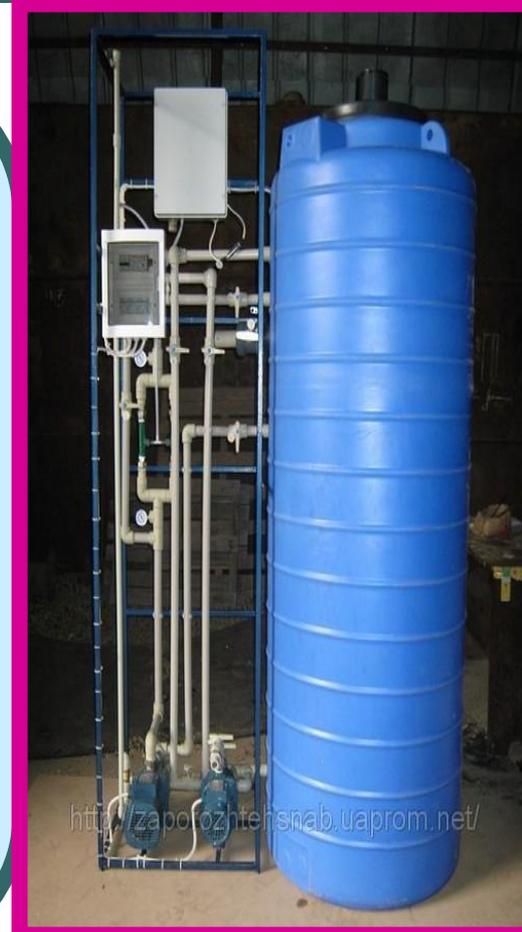
1и5 —подача исходной и отвод очищенной воды; 2 —контактный осветлитель; 3 — сброс растворов после модификации загрузки; 4—переудив; 6 —подача промывной воды от насоса; 7- насос; 8— резервуар промывной воды с тонкослойными модулями; 9- тонкослойные блоки 10— утилизация осадка; 11 и14 — бак для приготовления раствора $KMnO_4$ и $FeSO_4$; 12— насос-дозатор для подачи модифицирующих растворов по реагентопроводу; 13- подача модефицированного растворов.

- **Удаление сероводорода из подземных вод фильтрованием через модифицированную загрузку заключается в адсорбции ионов сероводородных соединений на зернах фильтрующей загрузки.**
- **Модификация песчаной загрузки состоит в том, что ее последовательно обрабатывают водными растворами железного купороса и перманганата калия или сульфата натрия и перманганата калия, в результате чего на поверхности зерен кварцевого песка при pH среды 6...9 образуется пленка, в составе которой гидроксид железа и диоксид марганца.**



11. Удаление сероводорода озонированием.

При расходе озона 0,5 мг на 1 мг удаляемого сероводорода, образуется коллоидная сера $3\text{H}_2\text{S} + \text{O}_3 = 3\text{S}\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$, при расходе озона 1,87 мг на 1 мг сероводорода образуется сульфаты $3\text{H}_2\text{S} + 4\text{O}_3 = 3\text{H}_2\text{SO}_4$ для воды, содержащей 15-20 мг\л сероводорода, продолжительность озонирования составляет 20 мин, расчетный расход озона – 30 мин.



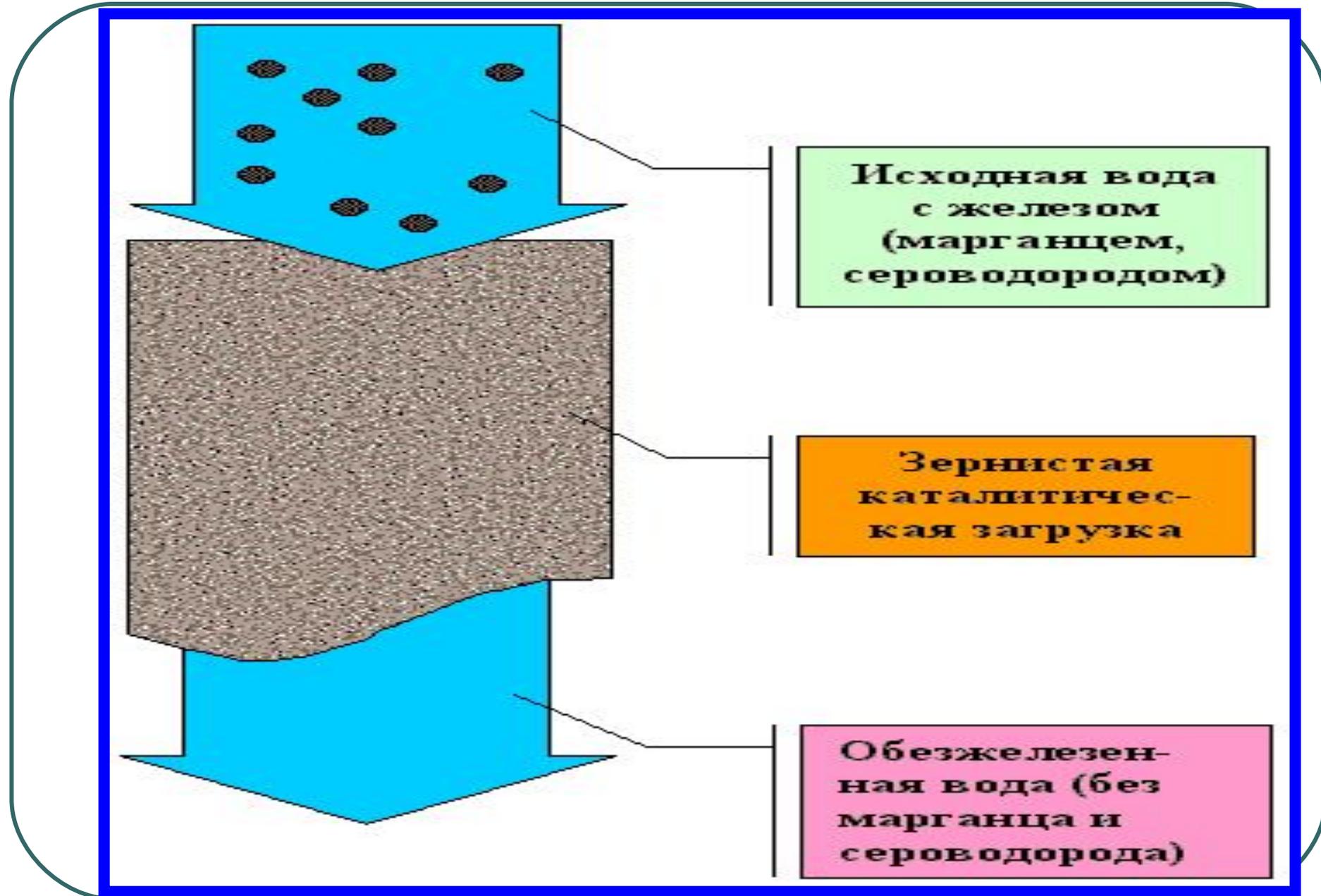
Обезжелезивание



Обезжелезивание - один из самых сложных этапов водоочистки.



В процессе водоподготовки, требуется удалить из воды железо и марганец, содержащиеся в растворенном виде. В соответствии с СанПиН 2.1.4.1074 содержание в питьевой воде железа и марганца составляет 0,3 мг/л и 0,1 мг/л, соответственно. При этом к производственной воде предъявляются более жесткие требования.



**Исходная вода
с железом
(марганцем,
сероводородом)**

**Зернистая
каталитичес-
кая загрузка**

**Обезжелезен-
ная вода (без
марганца и
сероводорода)**

В воде железо присутствует в следующих формах:

- Двухвалентное железо Fe^{2+} в растворенном



Тр
в с
Во
та
ра
бу
це
Пр
ос

Т
3'
3'
ся
1.



- **Органическое железо, находящееся в виде растворимых гуминовых комплексов - коллоидная взвесь;**
- **бактериальное железо – продукт жизнедеятельности железобактерий.**
- **В подземных водах железо находится, как правило, в виде ионов Fe^{2+} .**
- **После контакта с воздухом или с поверхностью изношенных стальных труб железо переходит в трехвалентное состояние.**
- **В поверхностных водах железо присутствует уже в окисленном состоянии Fe^{3+} , а также находится в составе железобактерий и органических комплексов.**

- **Превышение показателей установленных СанПиН по железу :**
- **придает воде неприятный металлический привкус и коричневатый цвет;**
- **становится причиной засорения водопроводных систем;**
- **ухудшает здоровье: аллергии, изменение состава крови, болезни печени, почек, ЖКТ, кожи – неполный список того, к чему может привести не только питье, но даже умывание такой водой.**

Суть очистки воды, загрязненной железом, заключается в его окислении с последующим удалением осадка. Среди методов, применяемых для этой цели:

Закачка воздуха в трубопровод и водонапорную колонну для усиления окислительных процессов;

**Использование химических сильных окислителей
– озон, хлор, перманганат калия, гипохлорит натрия и т.д.;**

Фильтры для обезжелезивания воды, окисляющие двухвалентное железо до трехвалентного с последующей грануляцией и выпадением его в осадок.

Метод окисления.

Метод обезжелезивания воды с использованием аэрацией кислорода и различных реагентов, таких как перманганат калия, хлор, озон или перекись водорода.

После окисления железо из растворенного состояния переходит в состояние взвеси, и его удаление осуществляется при помощи механической фильтрации.

При более высокой концентрации примесей в воде, а также при наличии сероводорода, прибегают к напорной аэрации воды – нагнетание кислорода при помощи компрессора.



- **Необходимо использовать большие резервуары, в которых вода сможет взаимодействовать с кислородом продолжительное время.**
- **Хлор и озон вещества эффективно производят очистку воды от различных загрязнений и сероводорода.**
- **Использование хлора для обезжелезивания также предполагает и обеззараживание воды.**
- **Удаление избытка хлора и прочих реагентов происходит при помощи сорбционного фильтра.**

- Для того чтоб осадить окисленное железо используют коагулянты.
- Это позволяет фильтрам быстрее произвести обезжелезивание воды, так как фильтрация растворенного железа достаточно сложна.
- Но этот метод обезжелезивания с использованием коагулянтов не справляется с марганцем или органическим железом, которые всегда присутствуют в «железной» воде.

Каталитическое окисление

- Наиболее востребованным методом обезжелезивания является каталитическое окисление.
- Фильтры оснащены специальной засыпкой, на поверхности которой происходит окисление.
- Гранулы засыпки – это ускоритель окисления, в некотором роде катализатор.
- В основном для обезжелезивания воды применяют фильтры с засыпкой из диоксида марганца.
- Железные элементы после взаимодействия с диоксидом марганца окисляются и оседают на поверхности засыпки фильтра, а при обратной промывке происходит удаление железа и смывка его в дренаж.

- **Фильтр для удаления железа включает в себя корпус с дренажно-распределительным устройством и блок управления, который находится сверху корпуса.**
- **Внутри корпуса засыпается фильтрующий материал.**
- **На его зернах и происходит окисление железа двухвалентного в трехвалентное, а затем и его выпадение в осадок.**
- **Управление происходит автоматически.**



- Обезжелезивание воды в процессе водоподготовки осуществляется различными методами.
- Когда в воде находится трехвалентное железо в форме взвеси (системы подачи подземной воды через водонапорные башни), достаточно применения отстаивания и фильтрации на механических фильтрах с размером пор до 5 мкм.
- Если требуется удалить из воды двухвалентное железо и марганец в растворенном состоянии, их требуется предварительно окислить и перевести в нерастворимое состояние.
- Окисление проводят кислородом воздуха, озоном, хлором, перманганатом калия.

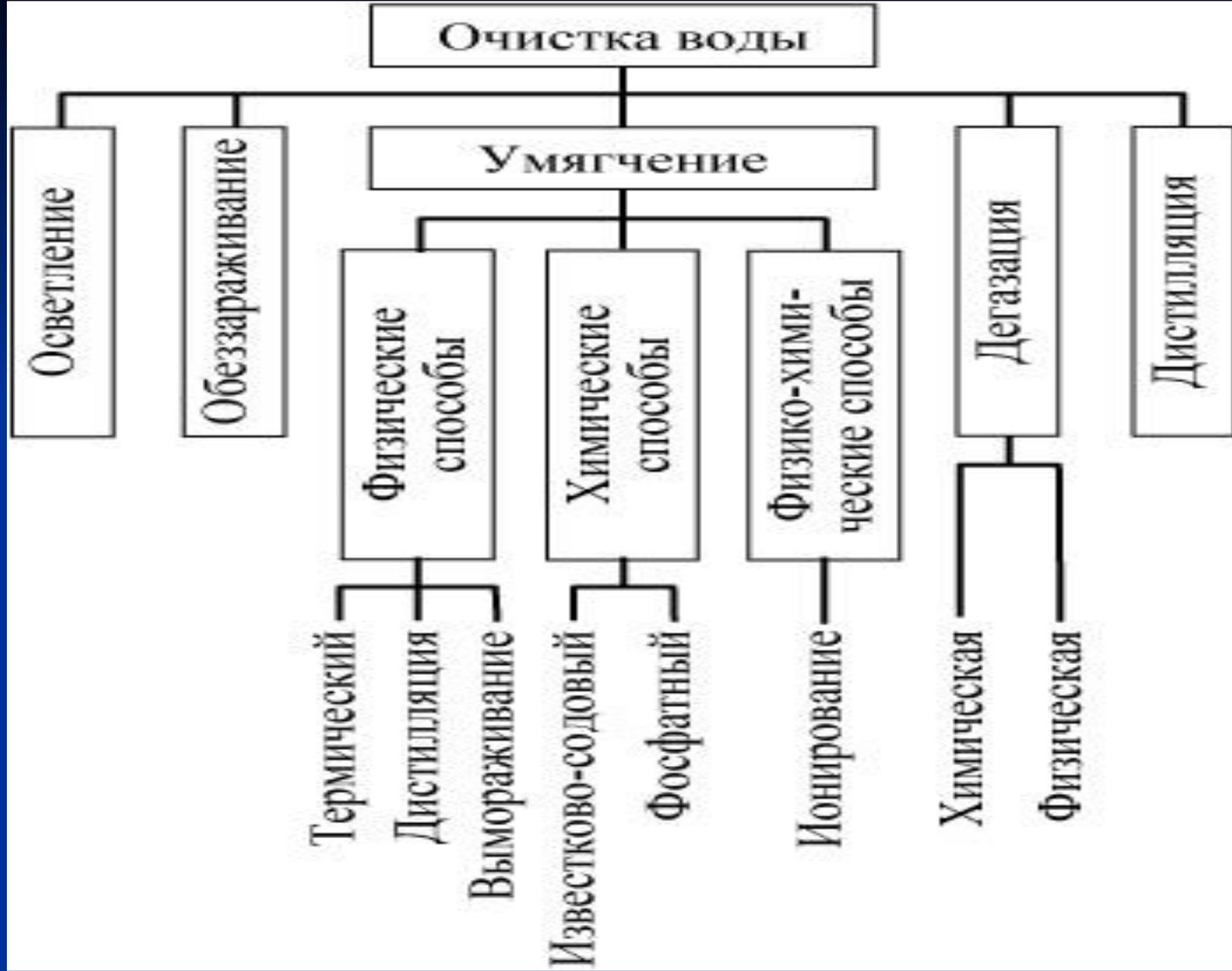
- Частицы окисленного железа и марганца в фазе гидроксидов отфильтровывают на механических фильтрах.
- Обезжелезивание воды механической фильтрацией производится на традиционных гравийной, песчаной или антрацитовой загрузках.
- Но поскольку процессы окисления и формирования хлопьев являются довольно длительными данный метод очистки воды имеет низкую эффективность.
- $2\text{Fe}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H} = 2\text{Fe}_3 + 2\text{OH}$
- $\text{Fe}_3 + 3\text{OH} = \text{Fe}(\text{OH})_3$
- Эффективность механических фильтров для промышленной водоподготовки возрастает после образования на частицах фильтрующих слоев гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$, работающих в качестве катализатора для дальнейшего окисления.

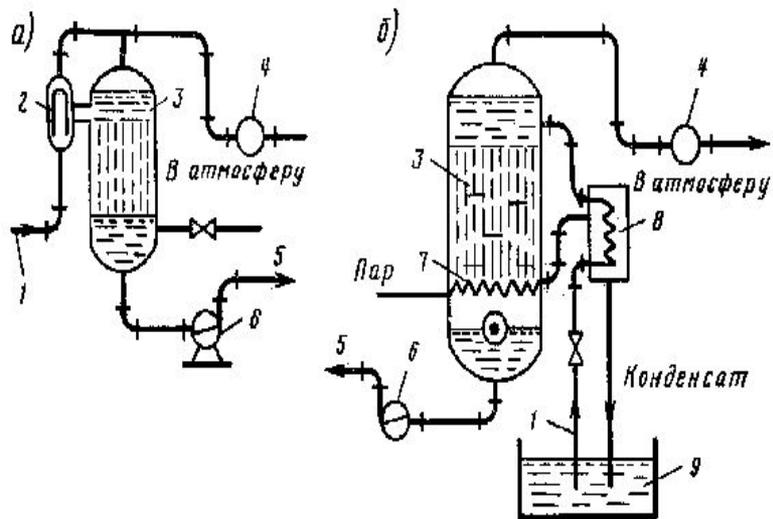
- **Химическая очистка воды может применяться и для удаления избытка железа.**
- **Она убирает двухвалентное железо, которое проявляется ржавым осадком, рыжими пятнами на посуде, кафеле, и отдает металлическим вкусом.**
- **При низкой концентрации железа (не более 10 мг/л) во время химической очистки воды его окисляют обычным кислородом.**
- **Вода насыщается кислородом с помощью специального компрессора, затем прогоняется через фильтрованный материал, в составе которого магний.**
- **Под воздействием кислорода двухвалентное железо переходит в оксид железа трехвалентного.**
- **Он легко кристаллизуется и улавливается фильтрами.**
- **Такая химическая очистка воды эффективна только при невысокой концентрации железа.**



- Если она превышает 10 мг/л, то для его удаления применяют более сильные окислители, такие как гипохлорит натрия.
- Схема окисления сильно не отличается.
- Единственное различие в том, что при окислении гипохлоритом натрия отпадает необходимость в больших резервуарах, используемых для промывки фильтров при окислении кислородом.
- Сегодня удаление железа путем химической очистки воды уходит на второй план.
- Все чаще для этих целей начинают использовать катионообменные смолы.
- Такая химическая очистка воды находит свое применение в промышленных масштабах и на очистных станциях.









svarog-uv.ru



- Магнитное устройство устанавливается в систему водоподготовки без внесения изменений в конструкцию оборудования и совершенно безопасно.
- система магнитов определенным образом устанавливаются по оси устройства, в магнитной системе на проходящую воду действует магнитное поле определенной конфигурации, которое распределяется по потоку.
- Магнитные элементы помещены в корпус из нержавеющей стали и, поэтому, очень долговечны и не требуют обслуживания.

3. Классификация декарбонизаторов.

- Существующие декарбонизаторы классифицируются по различным признакам:
- а) по применяемому способу распределения обрабатываемой воды в воздухе или воздуха в воде (Пленочные, капельные, барботажные, пенные);
- б) пленочные в свою очередь подразделяются по типу насадок (деревянной хордовой, колец Рашига, седел Инталокс и т.п.);
- в) капельные – вакуумно-эжекционные и распылительные аппараты;
- г) вакуумные со струйным и барботажным распределением воды и пара – который служит в них десорбирующим агентом;
- д) по схеме движения воды и воздуха – противоточные и прямоточные.

- Противоточные – подача воды и воздуха навстречу друг, другу (насадочные, барботажные и пенные).
- Прямоточные – распылительные, вакуумно-эжекционные аппараты;
- е) по числу ступеней – одноступенчатые и многоступенчатые.
- одноступенчатые – насадочные, распылительные;
- многоступенчатые – вакуумно-эжекционные, пенные и отдельные конструкции распылительных.

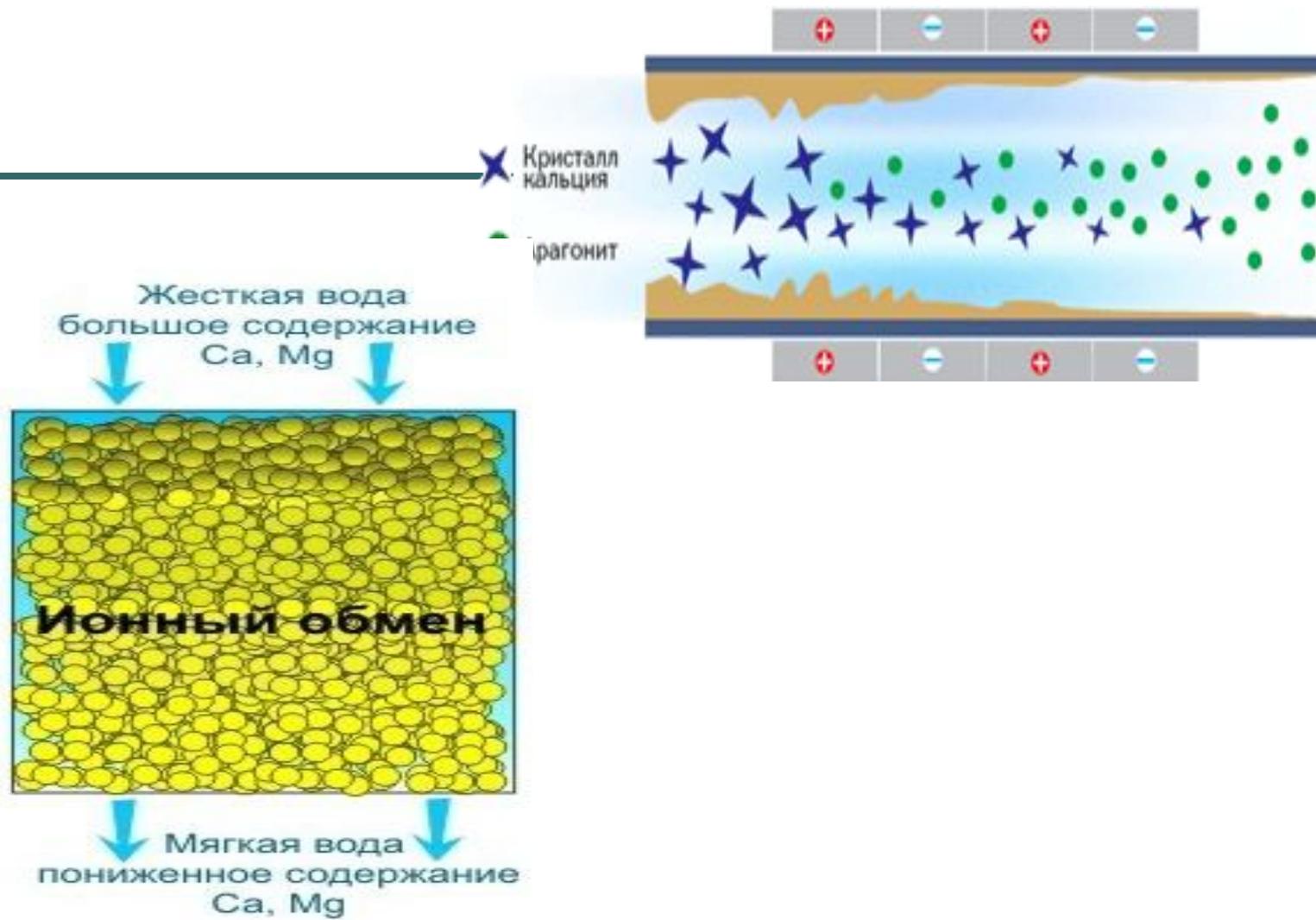
III.7. МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА ВОДЫ.

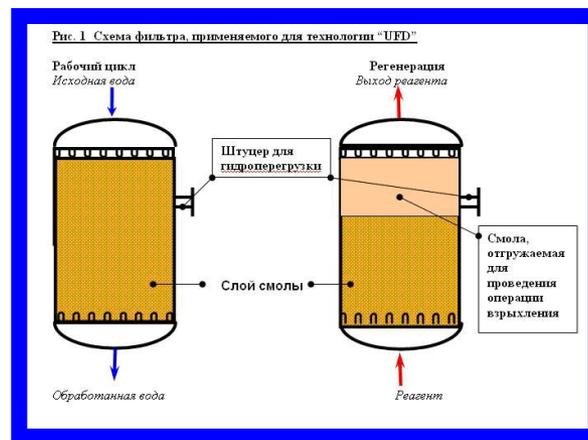
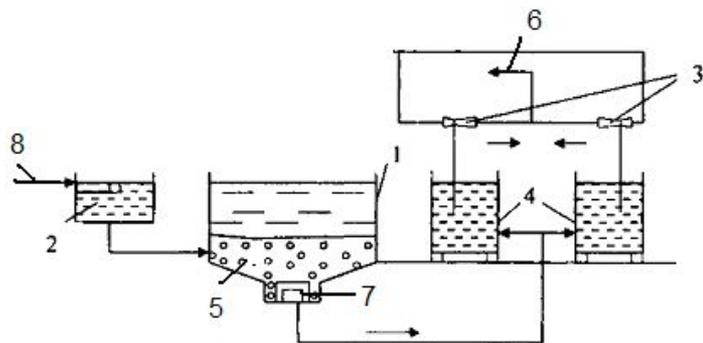
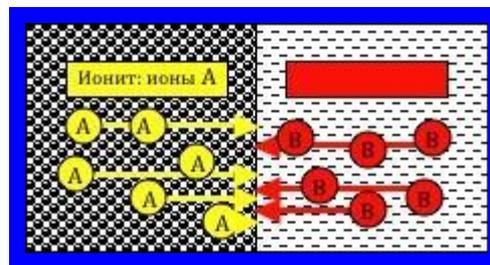
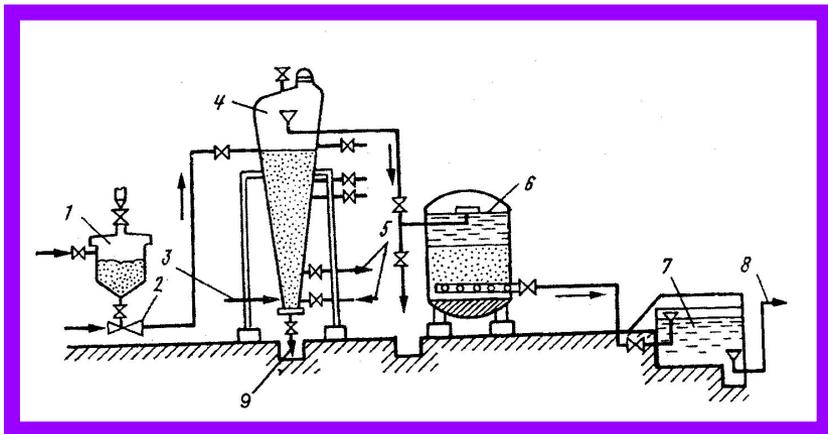
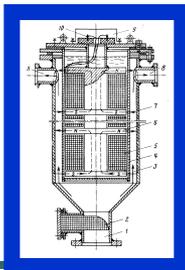
Сущность метода –
при пересечении
водой магнитных
силовых линий
накипеобразовател
и
выделяются не на
поверхности
нагрева, а в
массе воды.

Метод эффективен
при обработке вод
кальциево-
карбонатного
класса, которые
составляют около
80 % во всех
водоемах нашей
страны и охватывают
примерно 85% ее
территории.

получила широкое
применение для
борьбы с
накипеобразованием
в конденсаторах,
парогенераторах
низкого давления
и малой
производительности,
в тепловых сетях
и сетях горячего
водоснабжения.



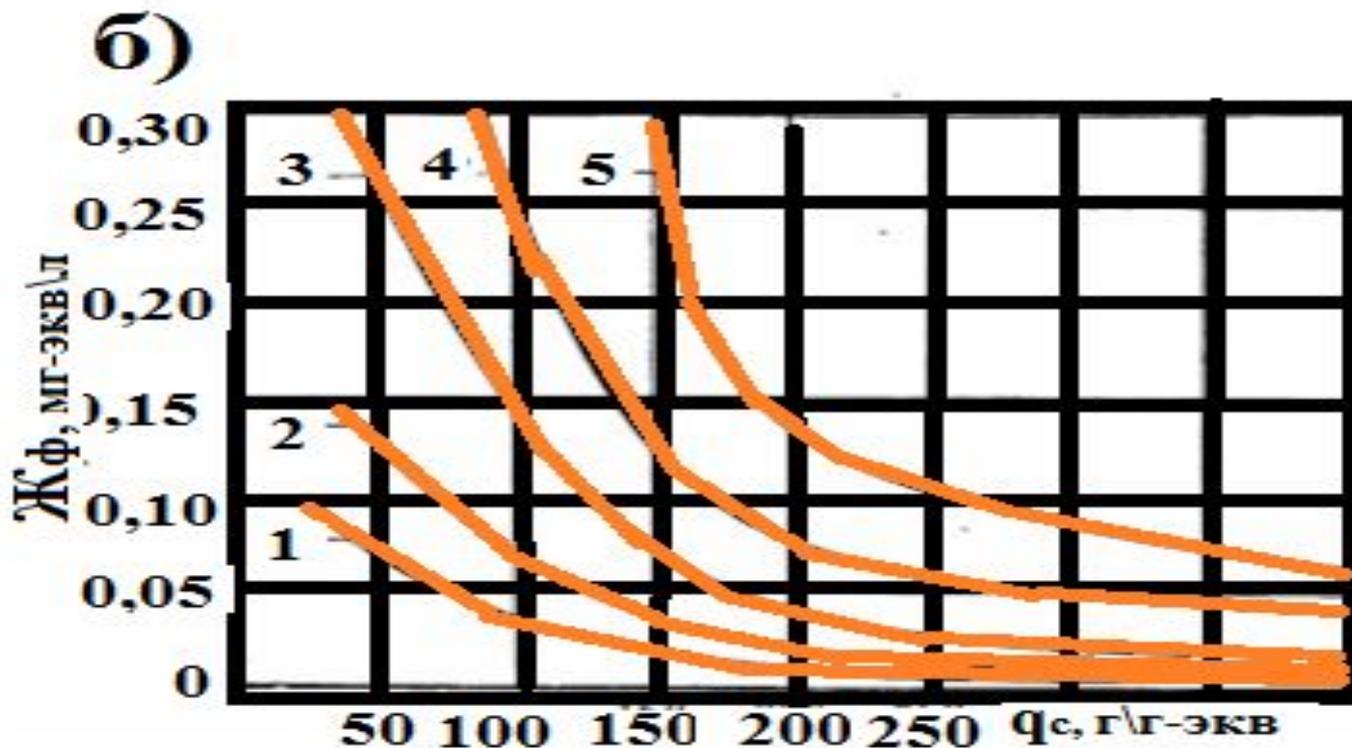






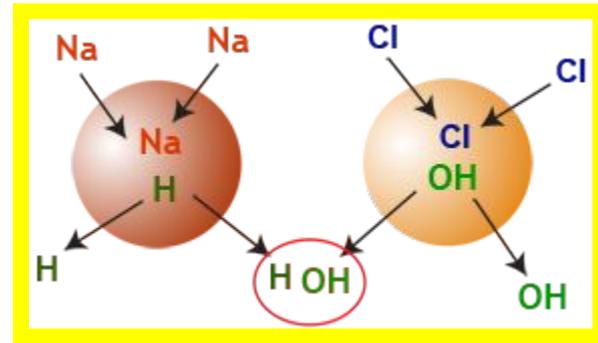
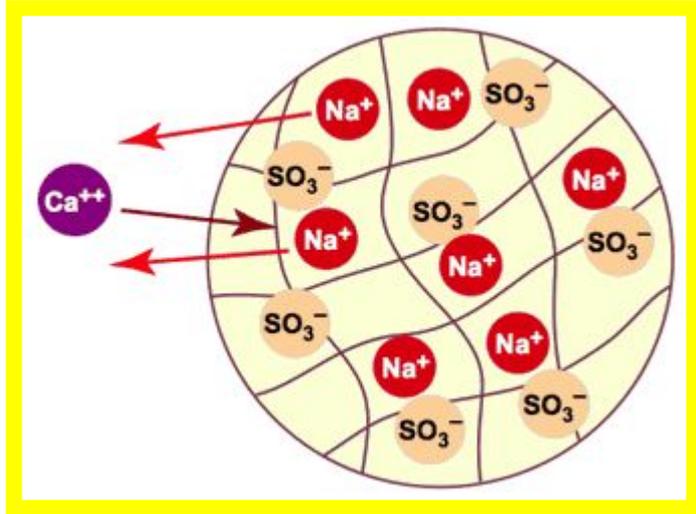
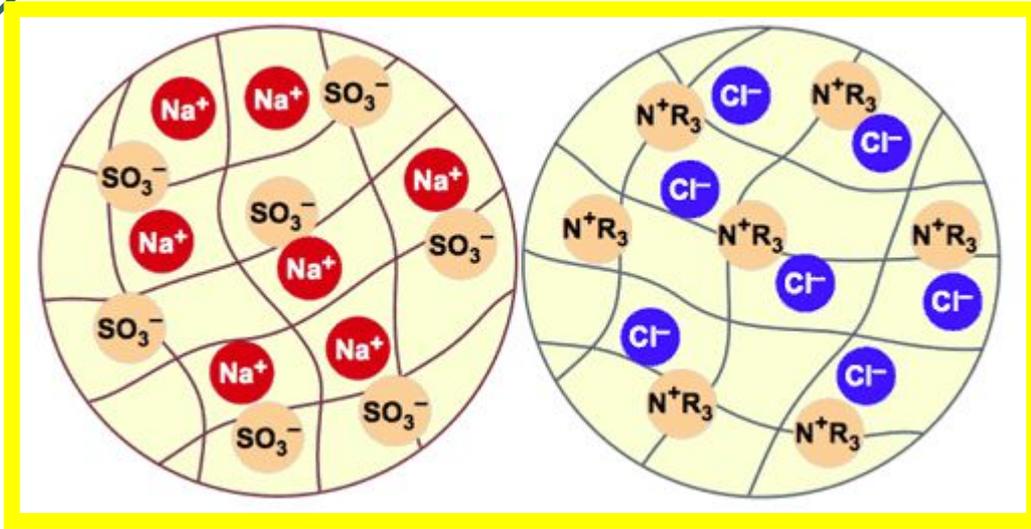
Flagma.ru

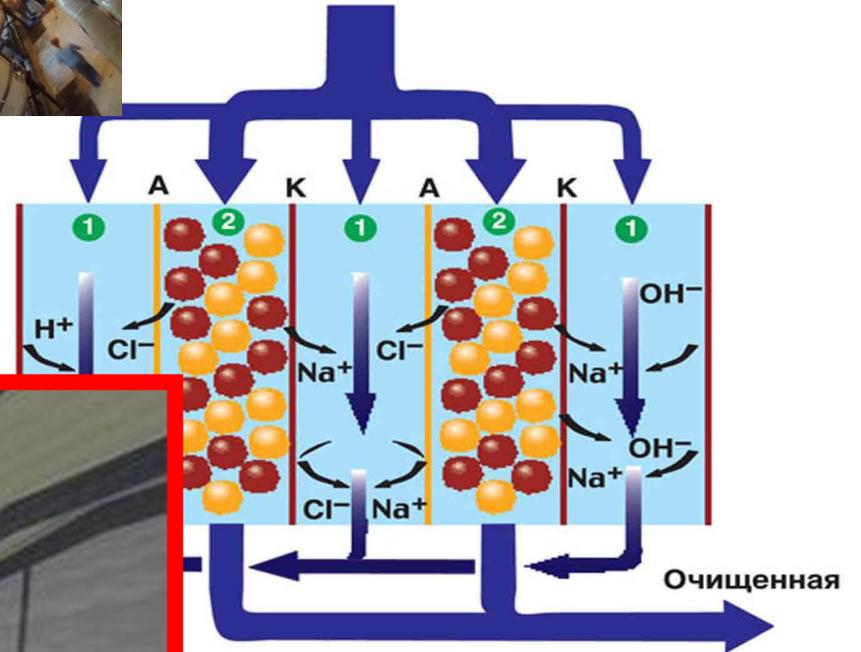


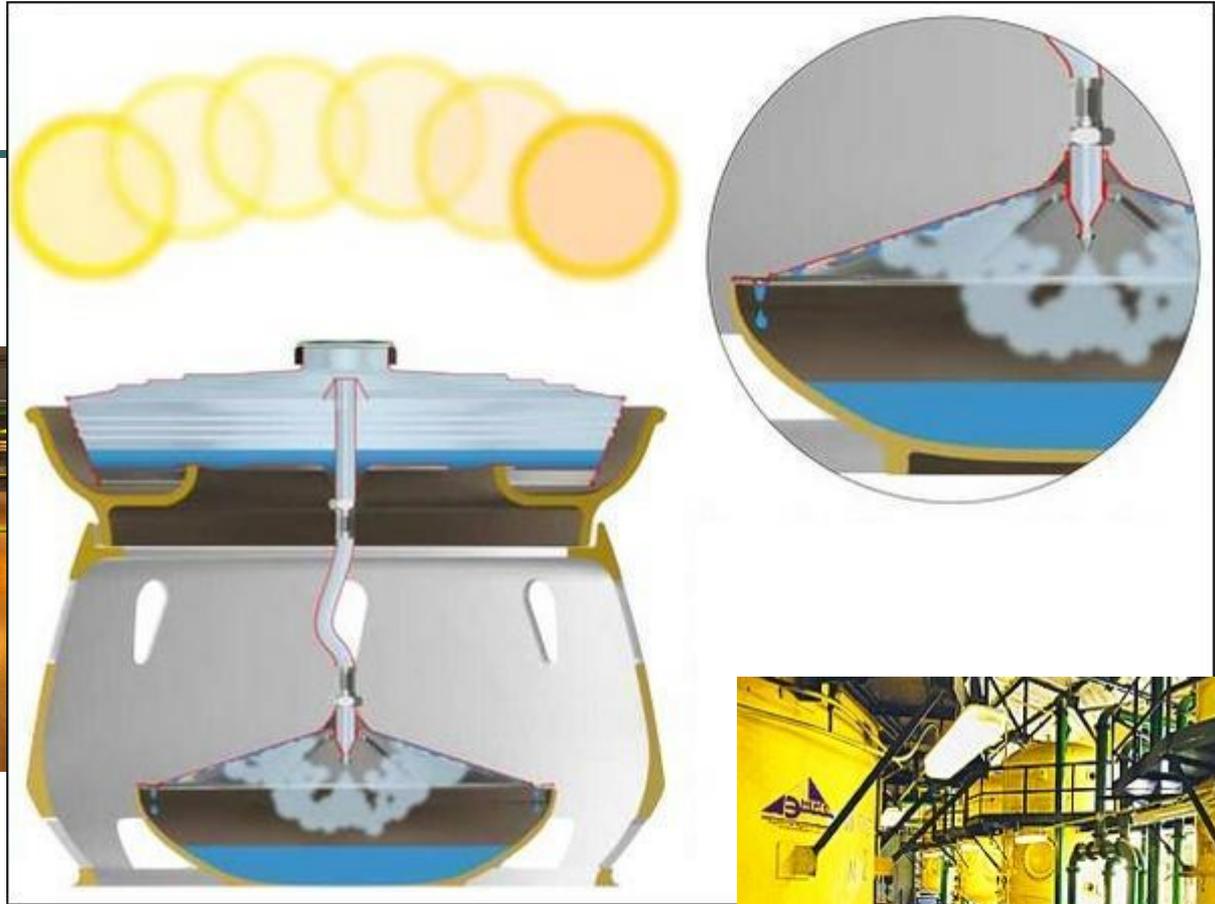


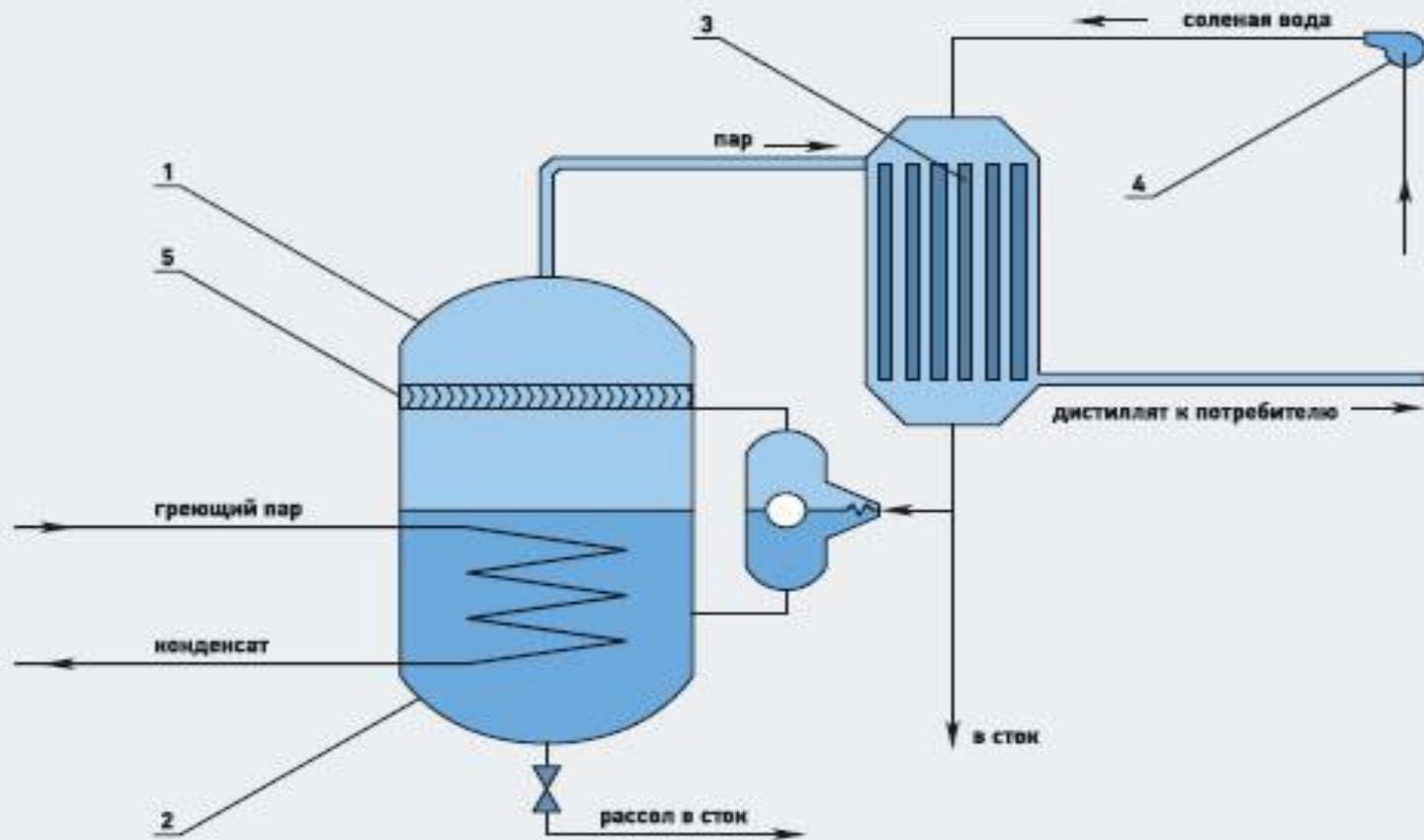
Графики для определения удельного расхода поваренной соли на регенерацию в зависимости от требуемой жесткости фильтрата $Жф$ и жесткости исходной воды ($б$), мг-экв/л.

1 — 5,0; 2 — 7,0; 3 — 10; 4 — 15,0; 5 — 20,0 мг-экв/л

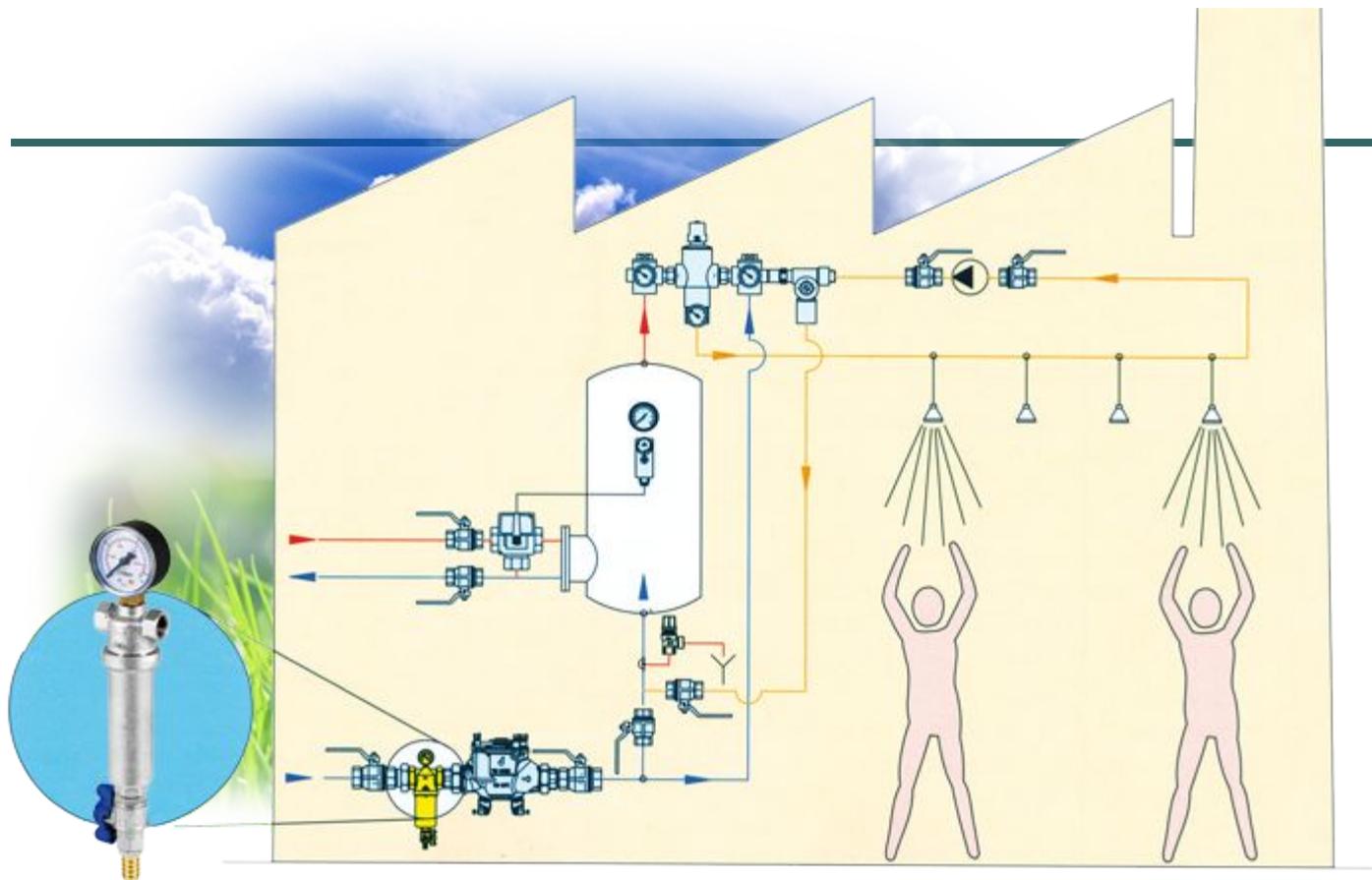








:: **Рис. 1.** Схема одноступенчатого дистилляционного опреснителя [9] (1 — корпус испарительной камеры; 2 — нагревательный элемент; 3 — конденсатор; 4 — насос; 5 — сборник дистиллята)



Рециркуляция:
осадок перекачивается на гидроциклон, где отделяется микропесок.
Чистый микропесок возвращается в инжекторную камеру для сокращения потерь, осадок непрерывно удаляется для последующей обработки.

Гидроциклон

К узлу обработки осадка

Коагулянт
Подкисление или известь

Исходная вода

Полимер

Стадия коагуляции:
в исходную воду добавляется коагулянт, например соль железа или алюминия.

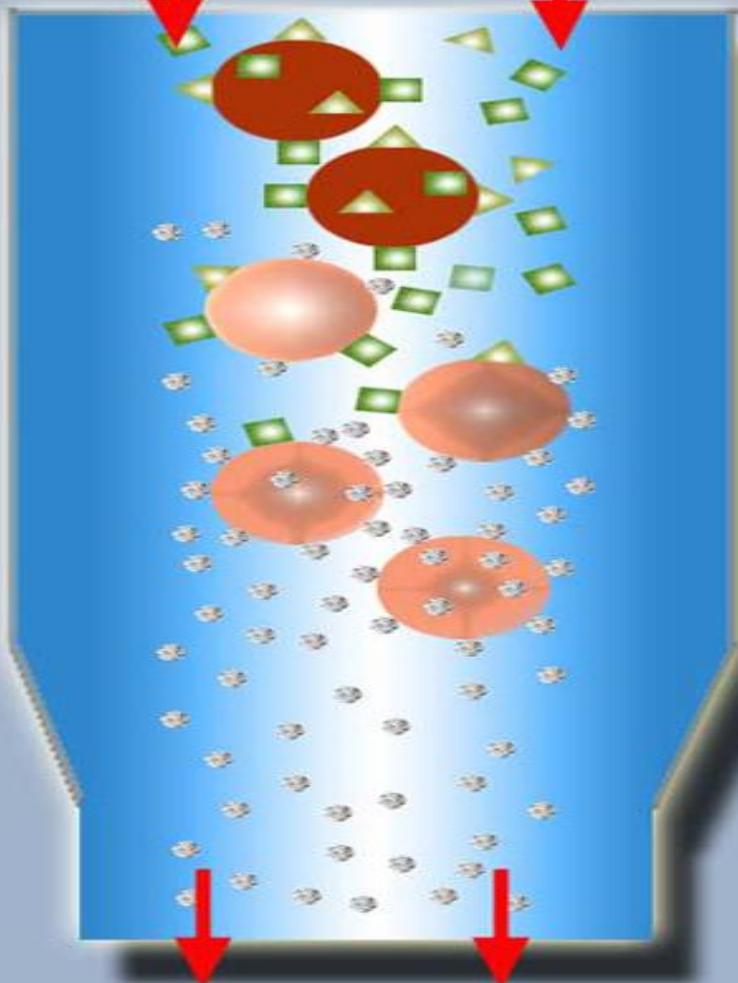
Инжекторная камера:
хлопья, сформировавшиеся на стадии коагуляции, «утяжеляются» плотным микропеском, который непрерывно вносится в камеру.

Резервуар «созревания»:
оборудован мешалкой для поддержания оптимальных градиентов скорости, при которых хлопья увеличиваются и «созревают».

Полочный осветлитель с противотоком:
он обеспечивает быстрое осаждение утяжеленного песком осадка.

Чистая вода

Жесткая вода



—  **Истощенная ионообменная смола**

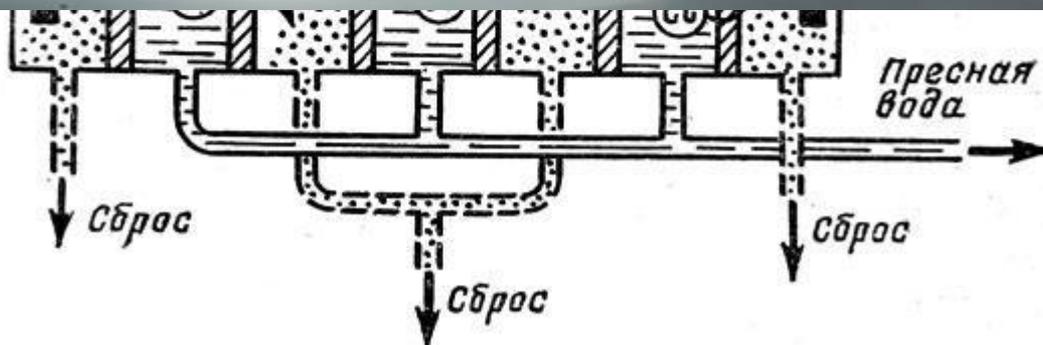
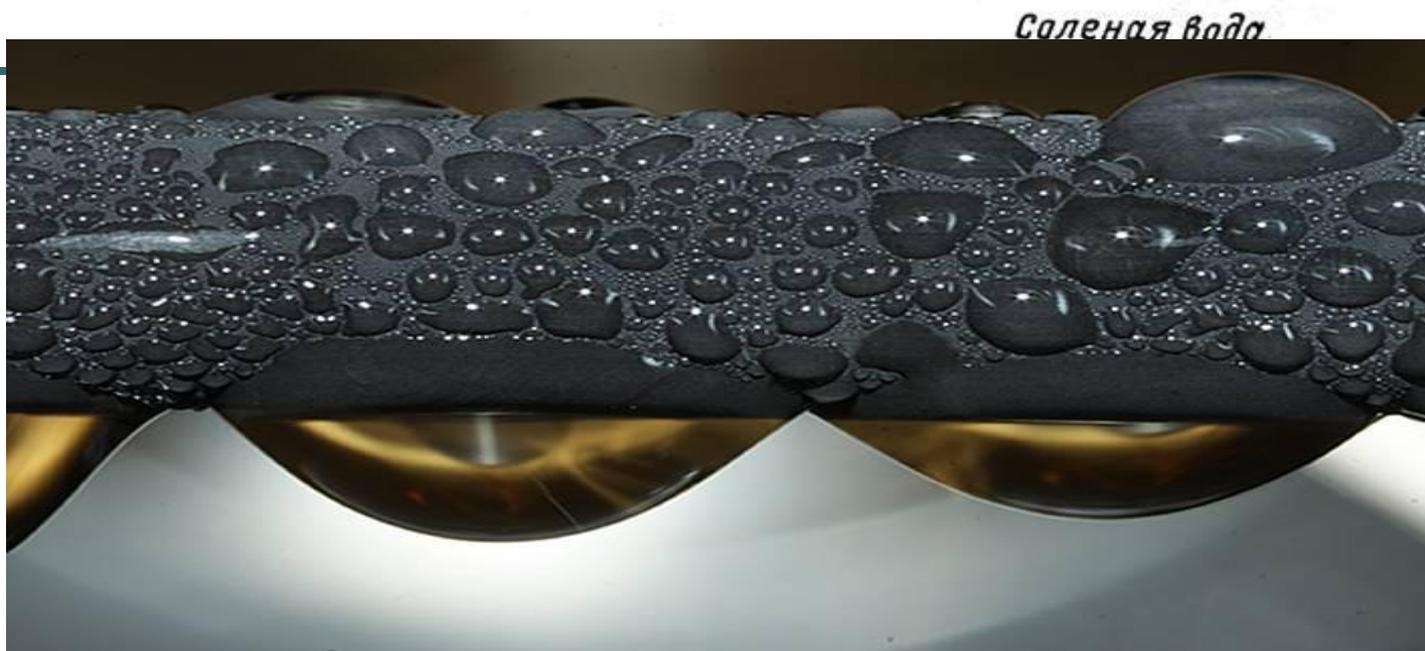
—  **Насыщенная ионообменная смола**

++  **Ионы магния**

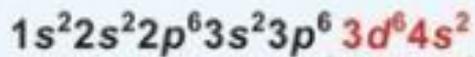
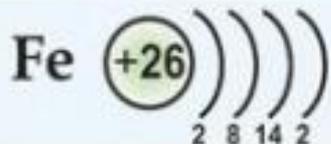
++  **Ионы кальция**

+  **Ионы натрия**

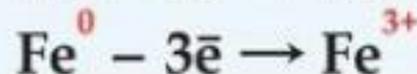
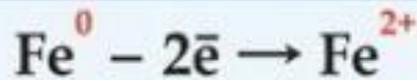
Умягченная вода



7. ЖЕЛЕЗО



валентные электроны



В ПРИРОДЕ

Fe_2O_3 гематит



Fe_3O_4 магнетит

$Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ лимонит

FeO вюстит



FeS_2 пирит

ПРОСТОЕ ВЕЩЕСТВО

Температура
плавления
1539 °C



$\rho = 7,874 \text{ г/см}^3$

СПЛАВЫ

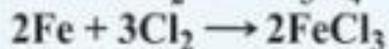
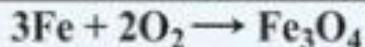
Fe + C (< 2%)
сталь



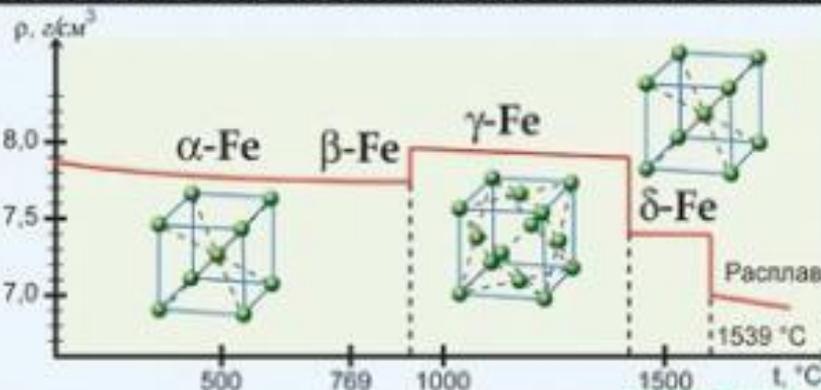
Fe + C (> 2%)
чугун

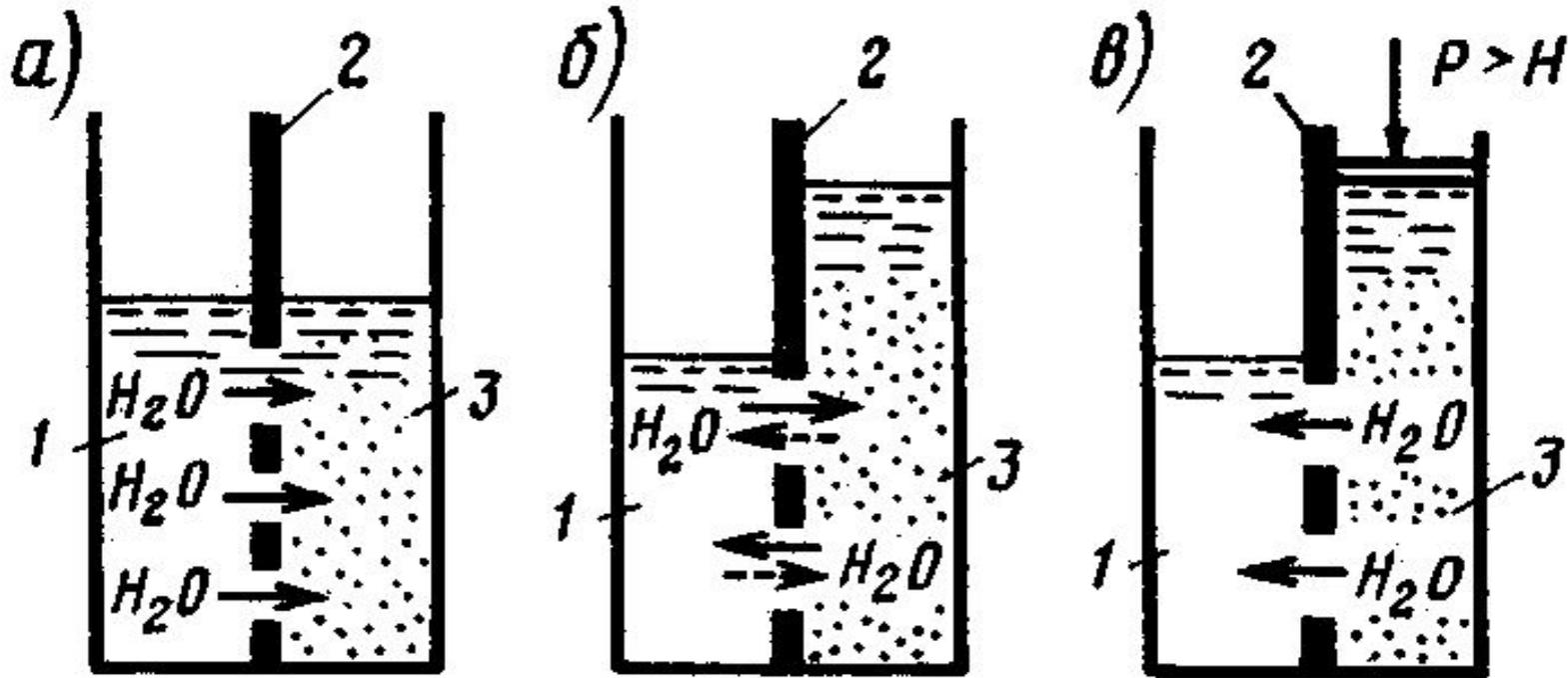


ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА



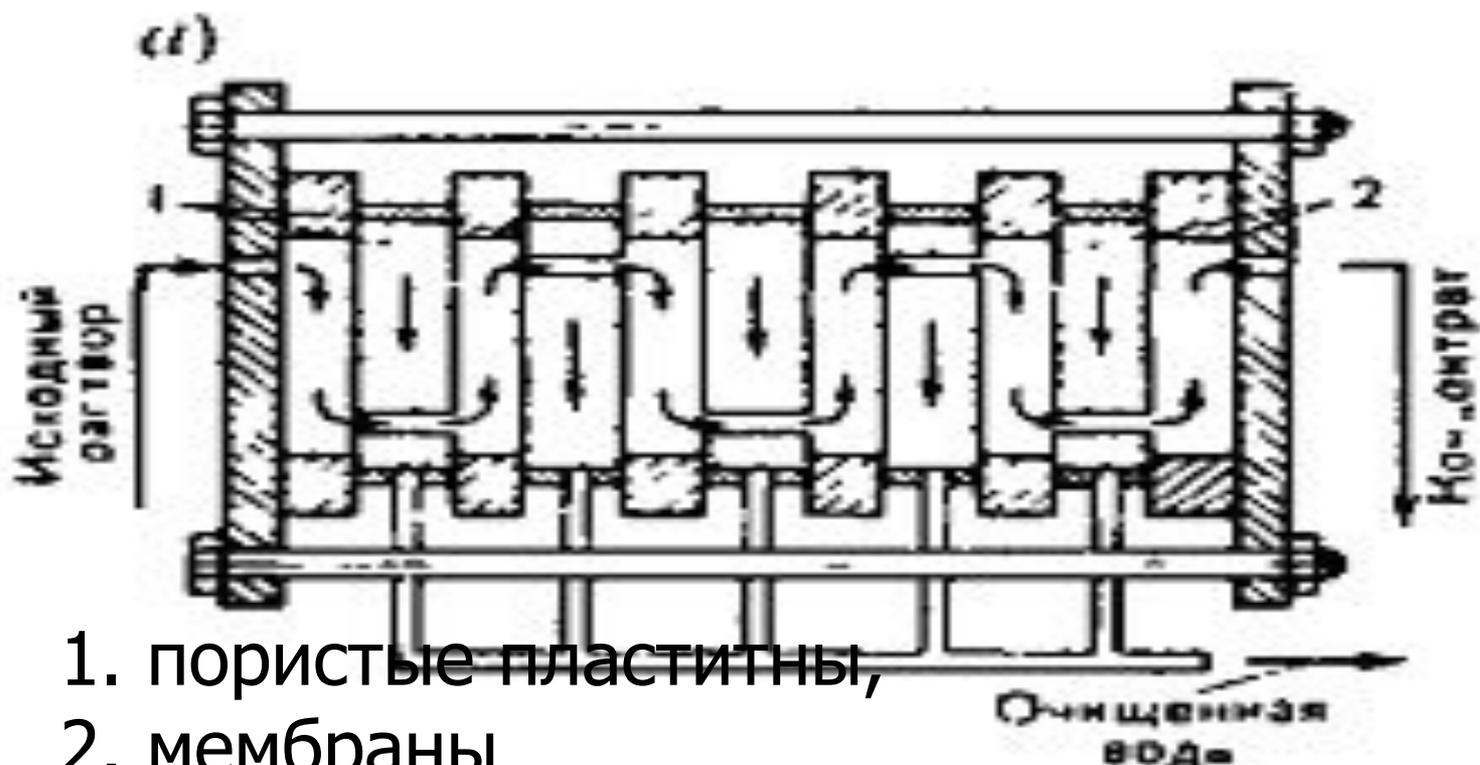
ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖЕЛЕЗА ПРИ НАГРЕВАНИИ

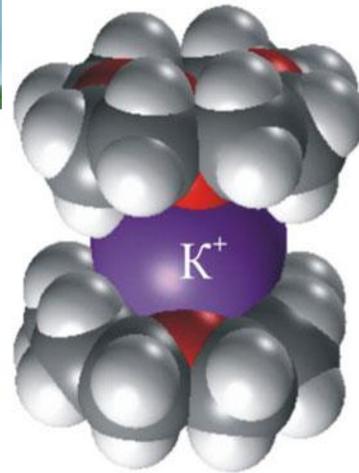
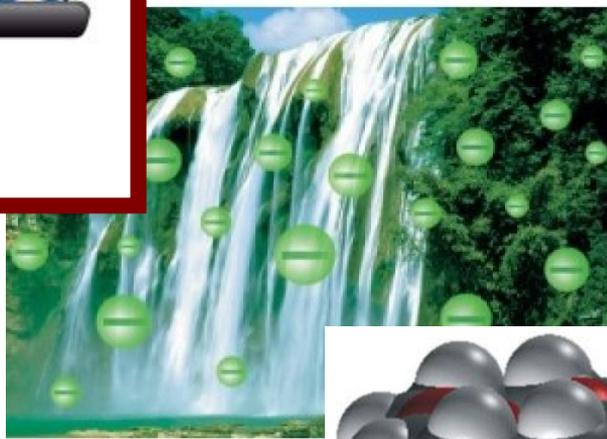
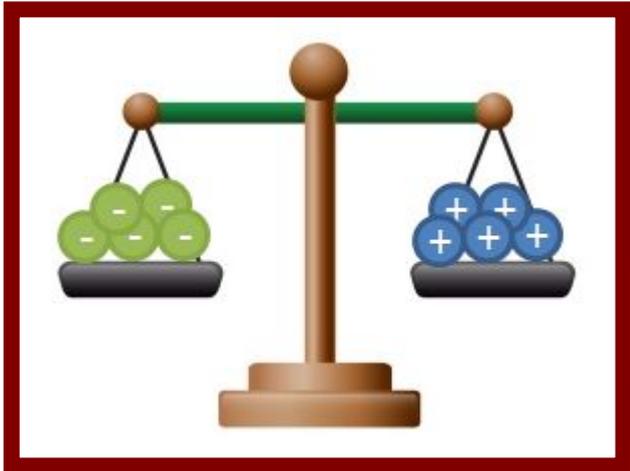




- Схема движения молекул воды через полупроницаемую перегородку.
- а) начала осмотического переноса;
- б) равновесное состояние;
- в) обратный осмос под внешним давлением $P > H$
- 1. вода; 2. полупроницаемая мембрана; 3. рассол солей.

Мембранная осмотическая установка с плоскомерными фильтрующими элементами.

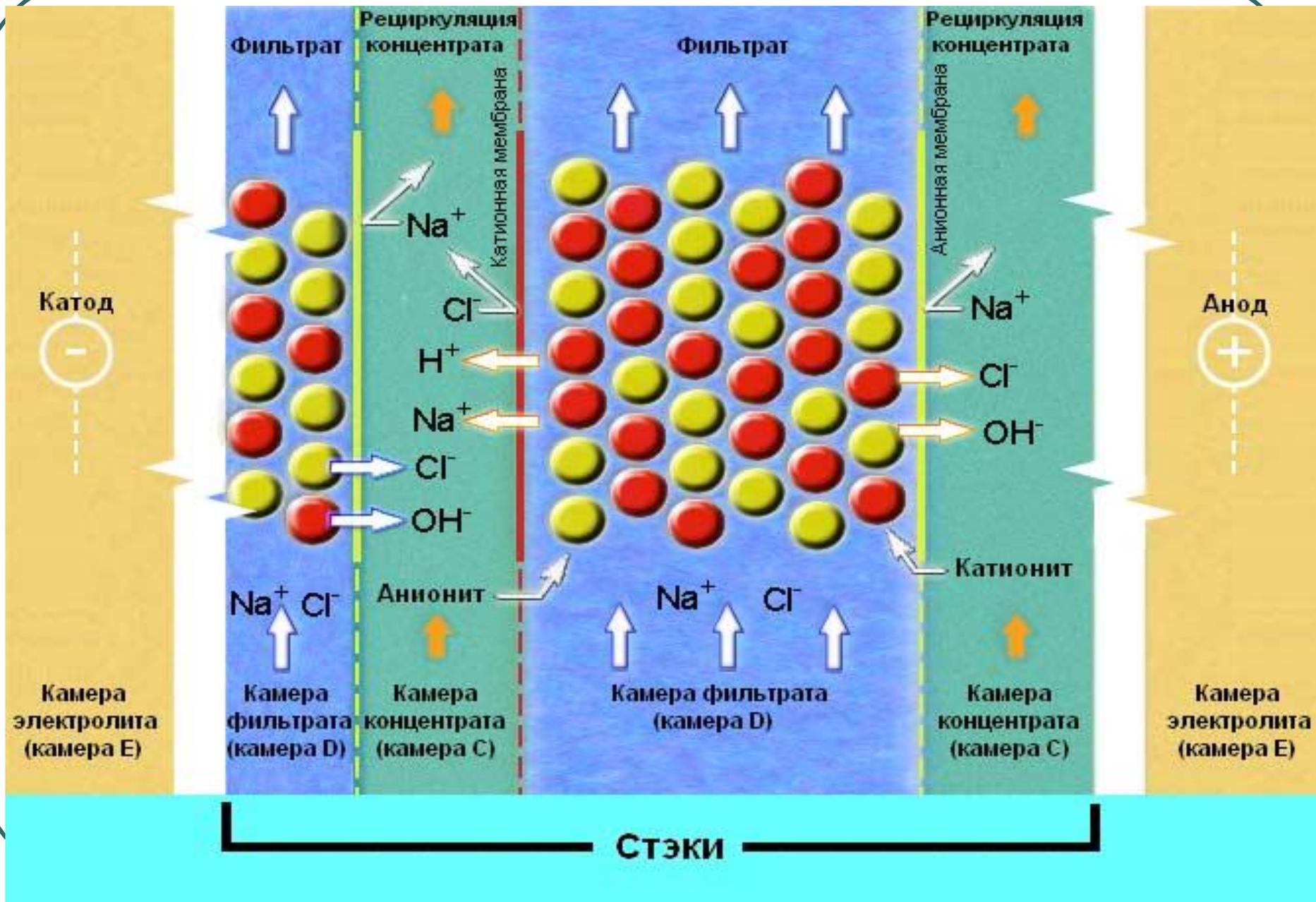


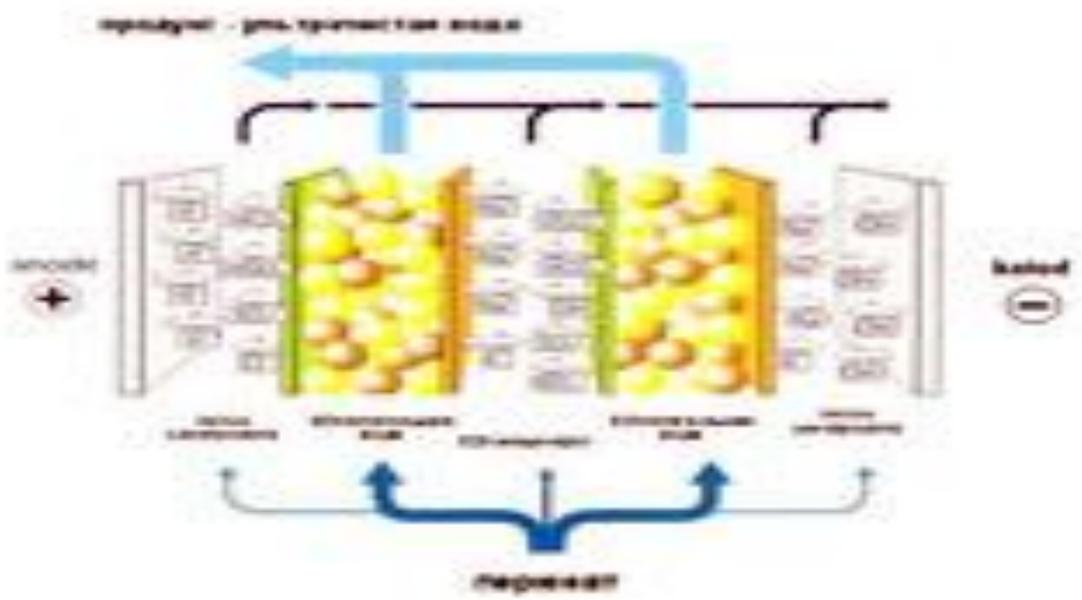
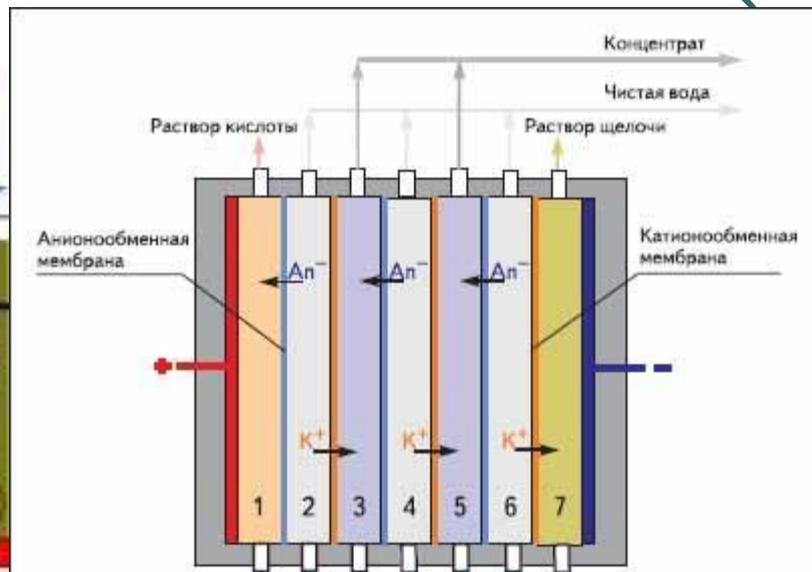
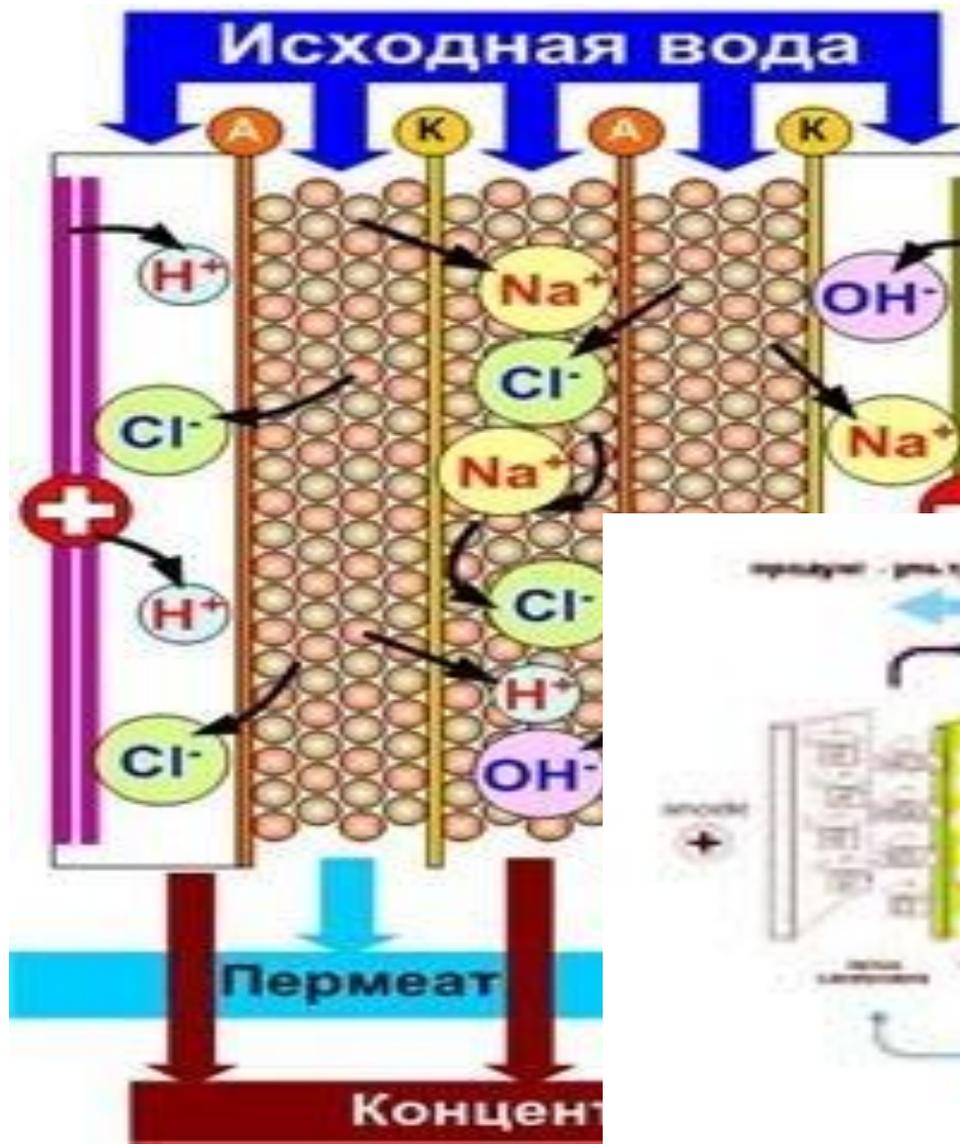


A



Б





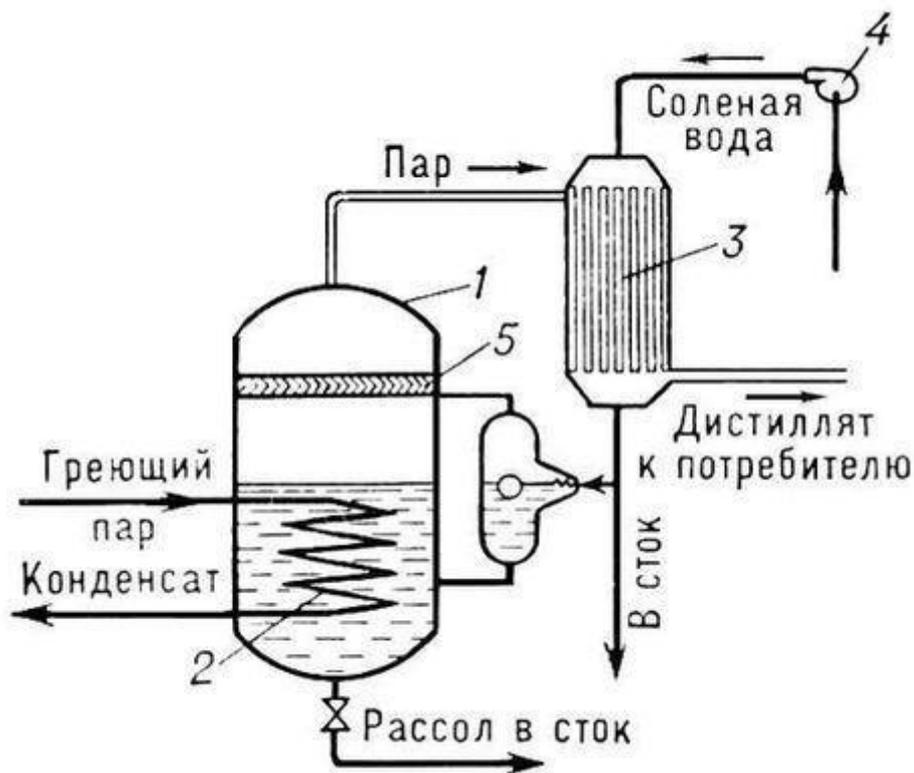


Рис. 1. Схема одноступенчатого дистилляционного опреснителя: 1 — корпус испарительной камеры; 2 — нагревательный элемент; 3 — конденсатор; 4 — насос; 5 — сборник дистиллята.

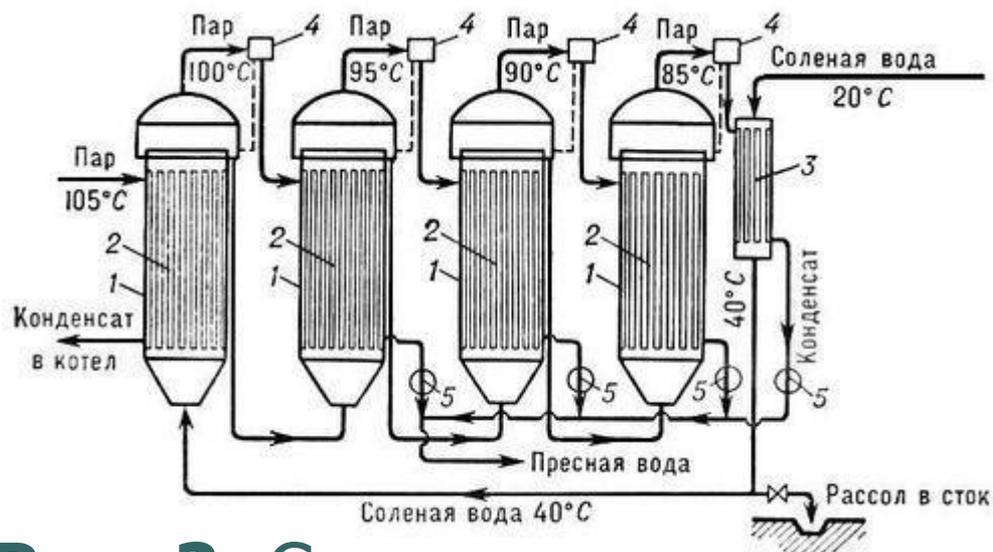


Рис. 2. Схема многоступенчатого дистилляционного опреснителя с трубчатыми нагревательными элементами: 1 — испарительные камеры 1, 2, 3 и 4-й ступеней; 2 — трубчатые нагревательные элементы; 3 — концевой конденсатор; 4 — брызгоулавливатель; 5 — насос.

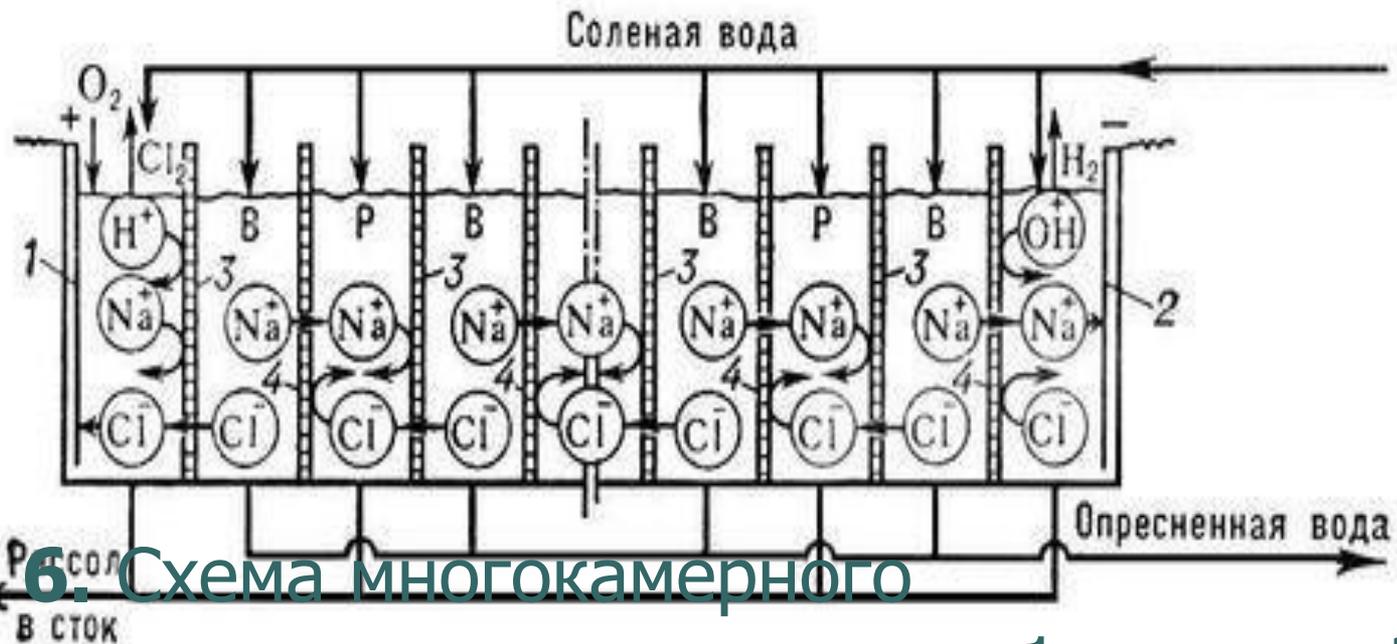
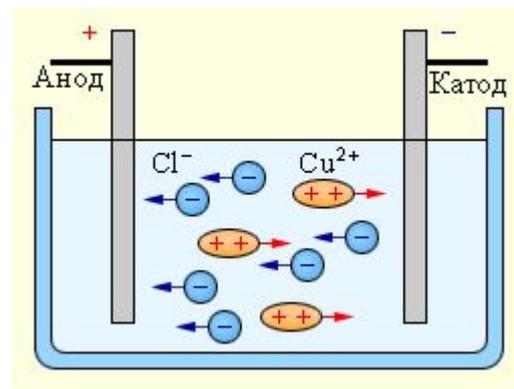
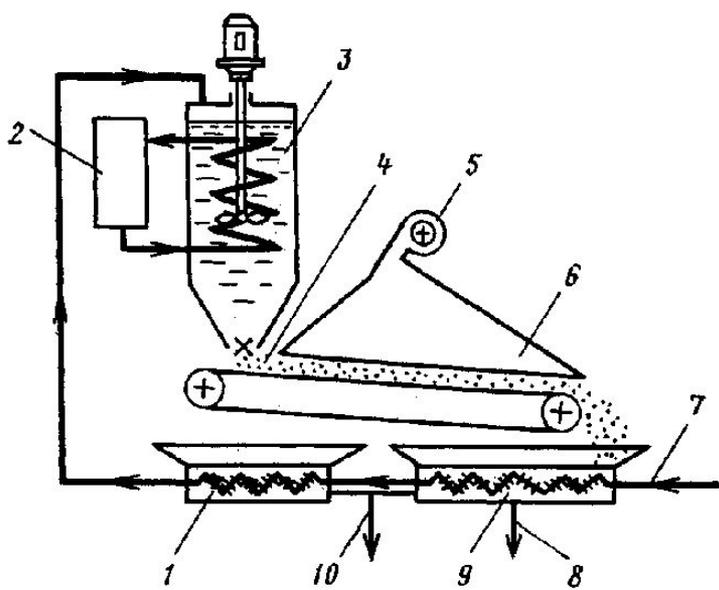


Рис. 6. Схема многокамерного электродиализного опреснителя: 1 — анод; 2 — катод; 3 — анионитовая мембрана; 4 — катионитовая мембрана; В — опресняемая вода; Р — рассол.



-
- Осмотическое давление растворов близких по составу к природным водам, даже при небольшой их минерализации достаточно велико, например, для морской воды содержащей до 3,5: солей, оно составляет примерно 2,5 МПа.

- Это приводит к выделению водорода вблизи катода и кислорода или хлора . вблизи анода. Нароботка H^+ и OH^- ионов приводит к электрической нейтрализации подходящих к электродам ионов
- Одновременно с этим происходит обогащение прианодного пространства кислотой, а прикатодного щелочью. Таким образом, из исходной воды получается три потока: обессоленная вода (дильуат), щелочной и кислый концентраты (католит и анолит).

Электродиализные мембраны чаще всего изготавливают на основе ионообменных смол из полистирола, сшитого дивинилбензолом. Эти материалы представляют собой полимерные композиции гетерогенного типа, состоящие из размолотой в пудру ионообменной смолы (60...65 % по массе) и инертных полимеров (полиэтилена, поливинилхлорида и других добавок), часто содержат армирующие волокна для придания листу мембраны механической прочности.

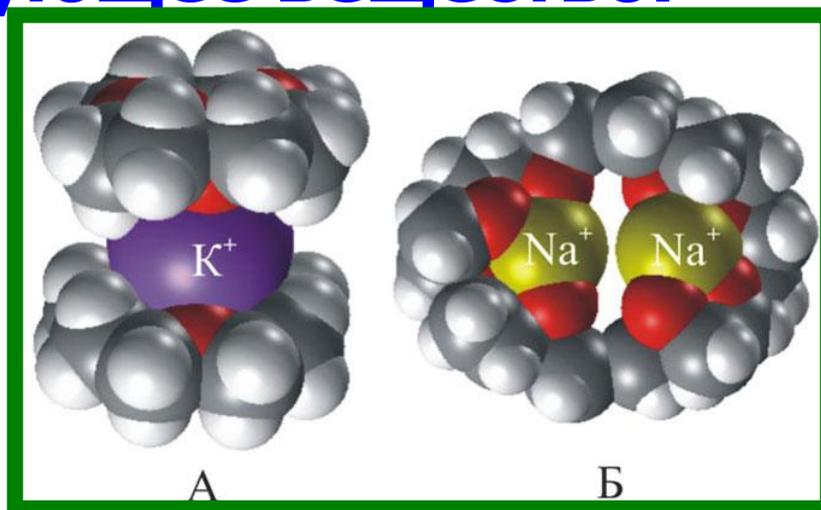
Основной тип ионообменных мембран, применяемых при электродиализе в России, - гетерогенные мембраны (серийные катионооб - менные мембраны МК-40; анионообменные мембраны МА-40, МА-41), производство которых было основано в г. Щекино (Московской обл.). Кроме крупных серий по заказу изготавливают изопористые мембраны МА-41 И и макропористые МА-41 П (аналоги анионообмен - ной мембраны МА-41), катионообменные мембраны МК-41.

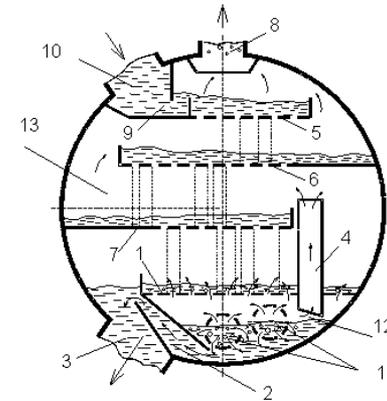
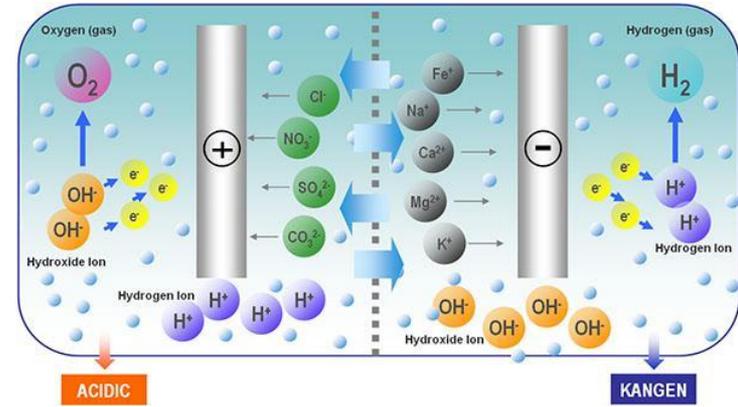
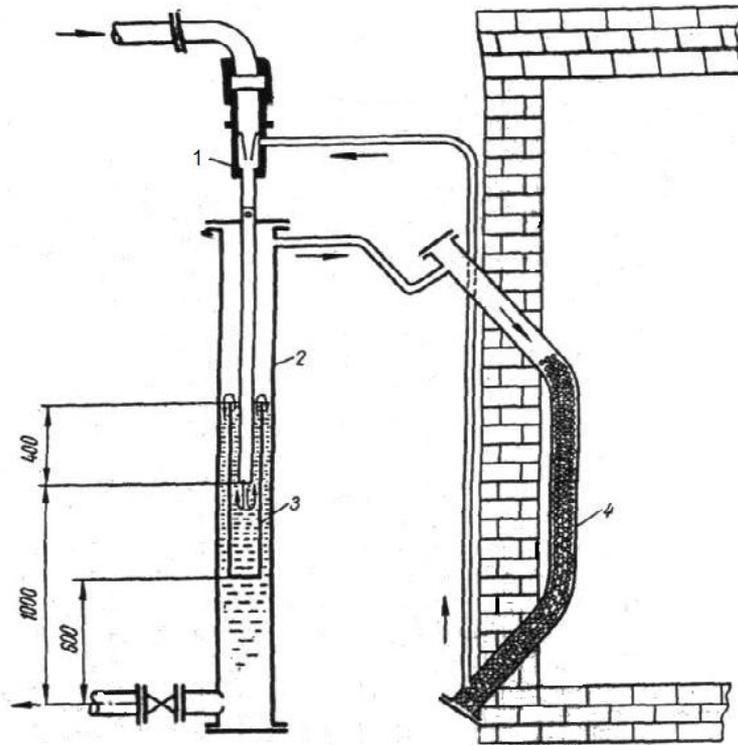
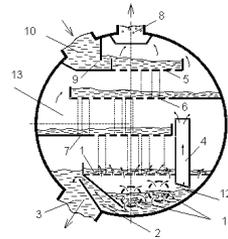
установка натрий-
катионирования горячей
ВОДЫ



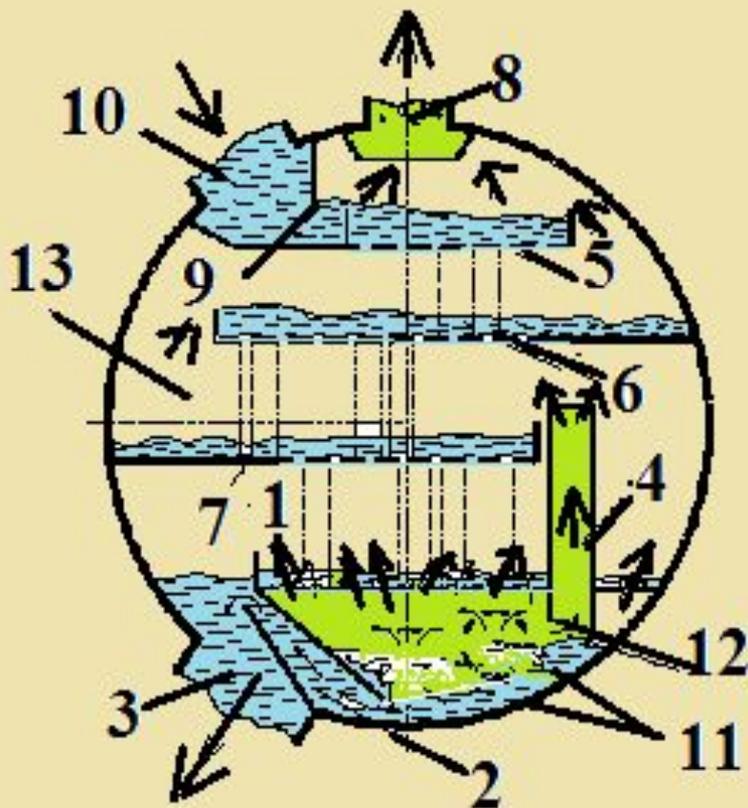
Блок дозирования серной кислоты

В настоящее время вода широко используется для питьевых целей, для промышленных процессов, для генерации электроэнергии на тепловых и атомных электростанциях как теплоноситель и парообразующее вещество.



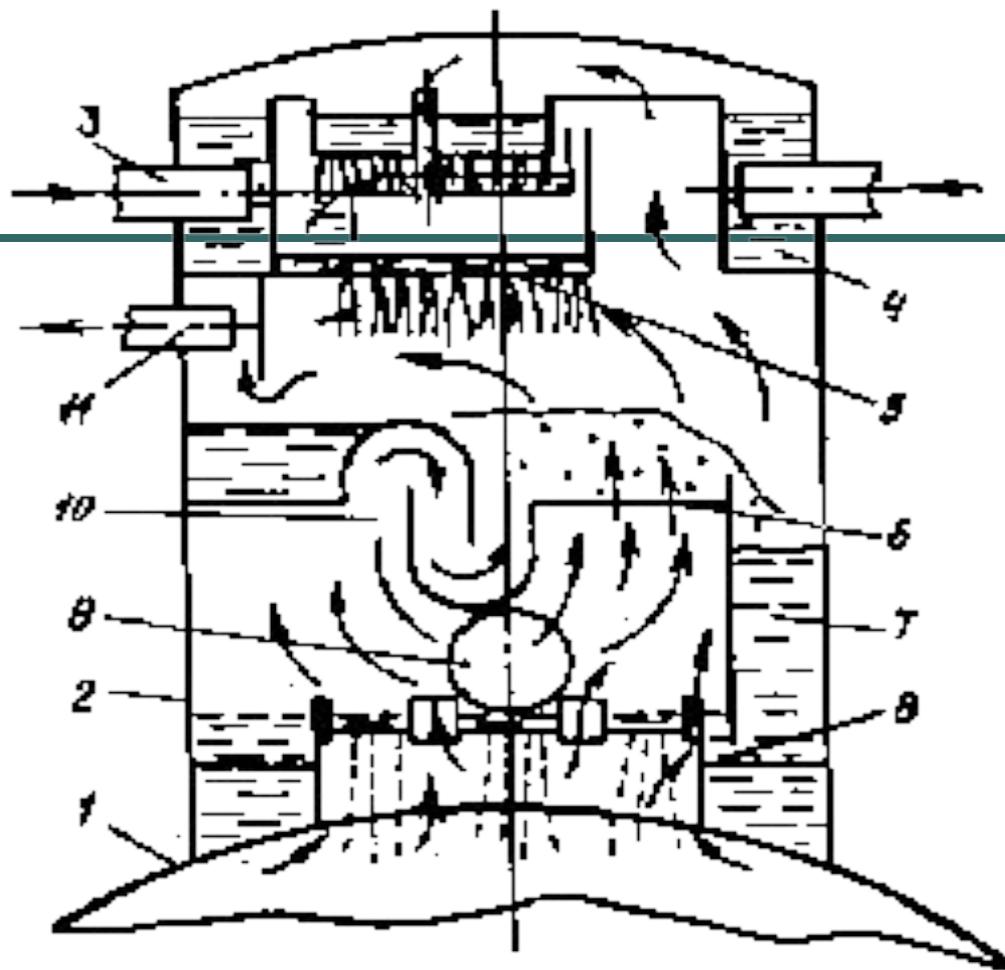


Струйно-барботажный вакуумный деаэратор горизонтального типа

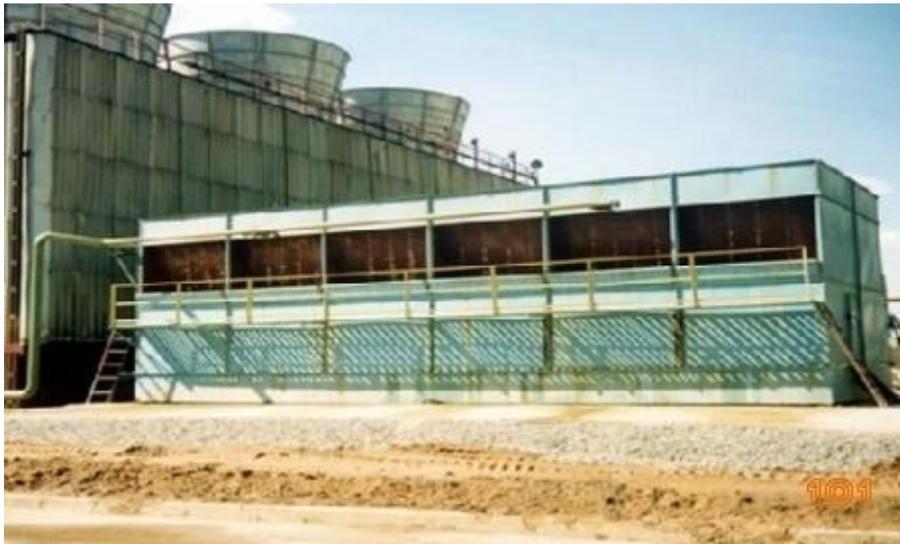
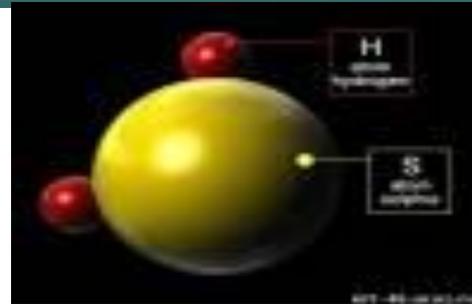


- 1 – барботажный лист;
2 – канал для прохода неиспарившейся перегретой воды;
3 – отвод деаэрированной воды;
4 – пароперепускной короб;
5, 6, 7 – тарелки соответственно первая, вторая и третья;
8 – отвод выпара;
9 – распределительный коллектор;
10 – подвод исходной воды;
11 – подвод греющего агента;
12 – испарительный отсек;

Используется на ТЭЦ, котельных большой тепловой мощности, для подпитки теплосети.



Принципиальная схема деаэратора ДП-2000 (2×100)/120-А



Принципиальная схема деаэратора



1.Бак аккумулятора;

При движении воды по барботажному листу, вода обрабатывается паром и через сливной канал поступает в гидрозатвор, расположенный в нижней части деаэрационной колонки.

Далее вода сливается в бак- аккумулятор деаэратора. Пар в колонку подается по коллектору греющего пара под барботажное устройство. При увеличении тепловой нагрузки избыточный пар отводится в струйный отсек через пароперепускной клапан , что позволяет проводить дополнительную обработку воды.

Пар прошедший через барботажный лист, также попадает в струйный отсек, пересекая пучок струй и конденсируется. Часть несконденсированного пара в виде выпара отводится через патрубок 11. Пароперепускной клапан,

встроенных в барботажный лист.



**отводится
пара в виде выпара.**

- **Технологическая характеристика**
- **Высота колонки, м 3,9**
- **Диаметр колонки, м 2,43x12**
- **Диапазон температуры прогрева воды, °С 10-80**
- **Концентрация газов за деаэратором:**
- **растворенного кислорода, мкг/кг 5-10**
- **свободной углекислоты, мкг/кг отсутствует**