

Технологические процессы обработки ВОДЫ

Преподаватель
доцент кафедры «Химия» КГЭУ
*Филимонова Антонина
Андреевна*

Технологические процессы обработки воды

Многообразии примесей в природной воде служит причиной того, что очистка добавочной воды для подпитки котлов организуется в **несколько стадий** на водоподготовительной установке (ВПУ).



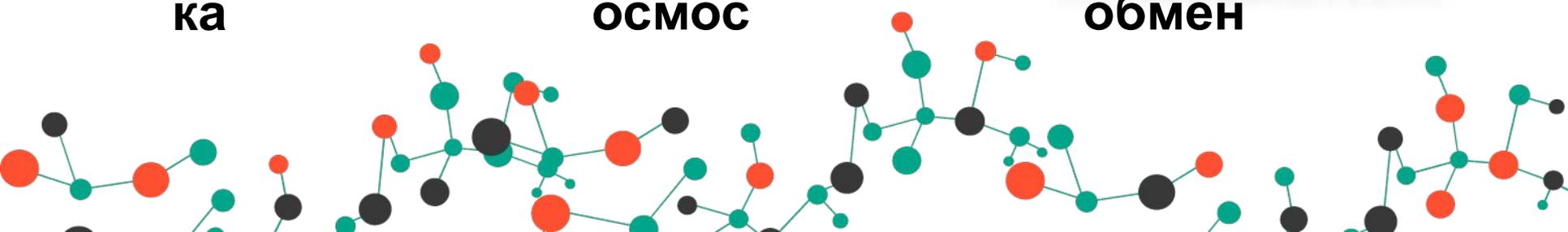
предочистка



обратный осмос

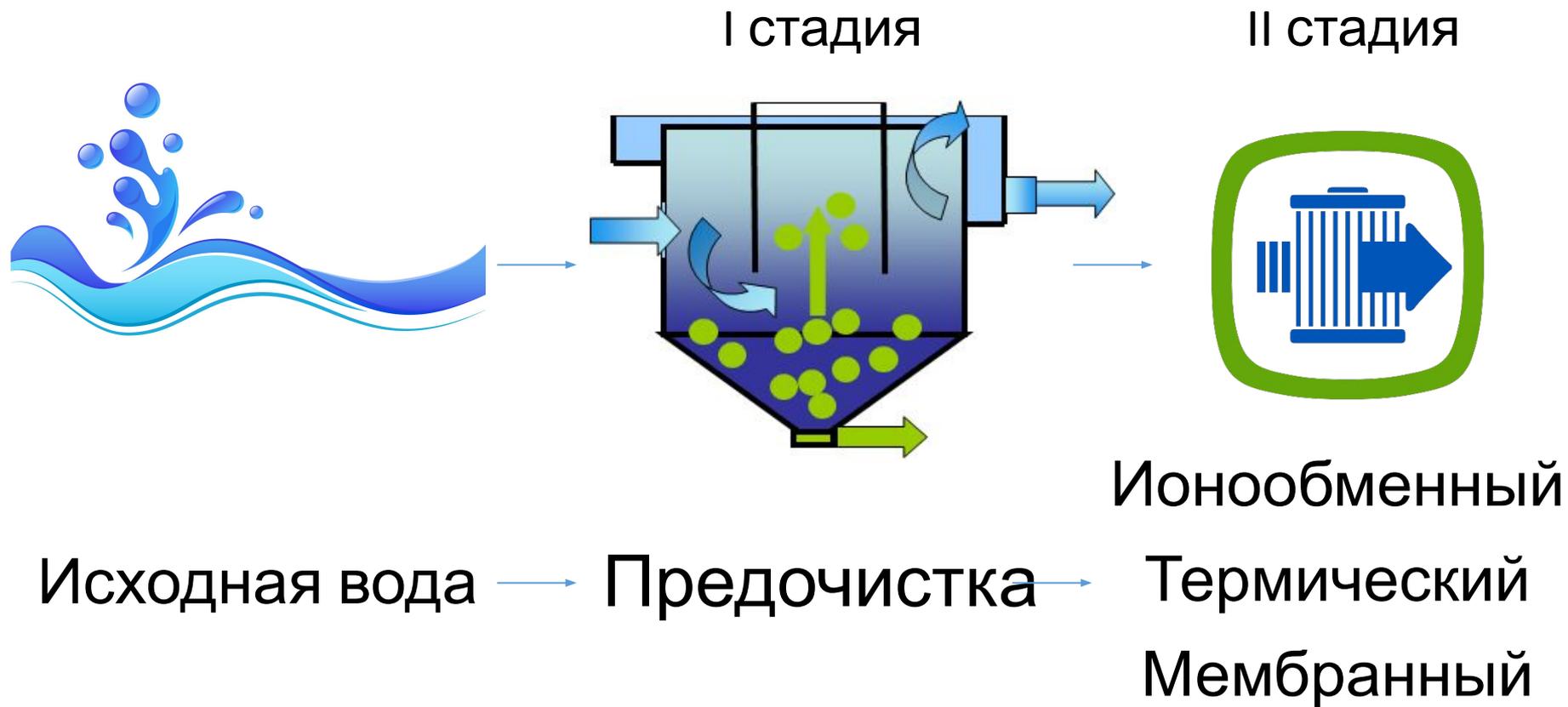


ионный обмен



Технологические процессы обработки воды

Стадии водоочистки на ТЭС



Технологические процессы обработки воды

Стадии водоочистки на ТЭС

I

из воды выделяются грубодисперсные и коллоидные вещества, а также снижается бикарбонатная щелочность и жесткость

II

производится очистка воды от истинно-растворимых примесей, снижение остаточной жесткости

III

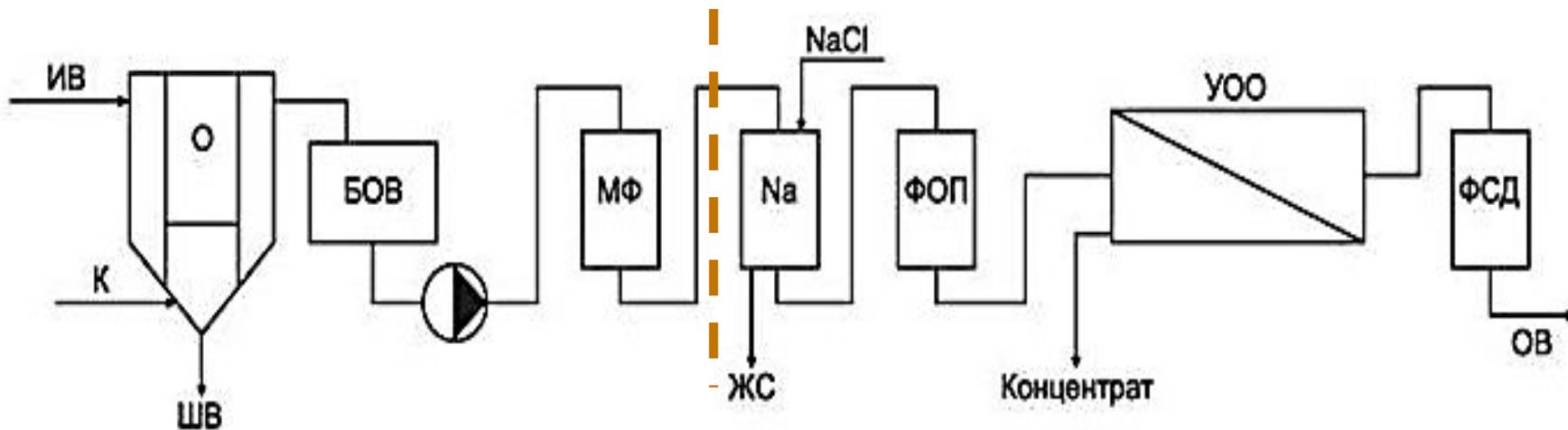
термическая и химическая деаэрация (дегазация)



Схема типовой водоподготовительной установки

I стадия

II стадия



ИВ – исходная вода; О – осветлитель; БОВ – бак осветленной воды; МФ – механический фильтр; Na – Na-катионитный фильтр; ФОП – фильтр-органопоглотитель; К – коагулянт; ШВ – шламовые воды; ОВ – обессоленная вода; ЖС – жесткий сток; УОО – установка обратного осмоса; ФСД – фильтр смешанного действия.



Методы осаждения

Предочистка осуществляется **методами осаждения**, при применении которых примеси выделяются из воды в виде осадка. Эти методы называются также реагентными, так как для выделения примесей в воду дозируются специальные реагенты.



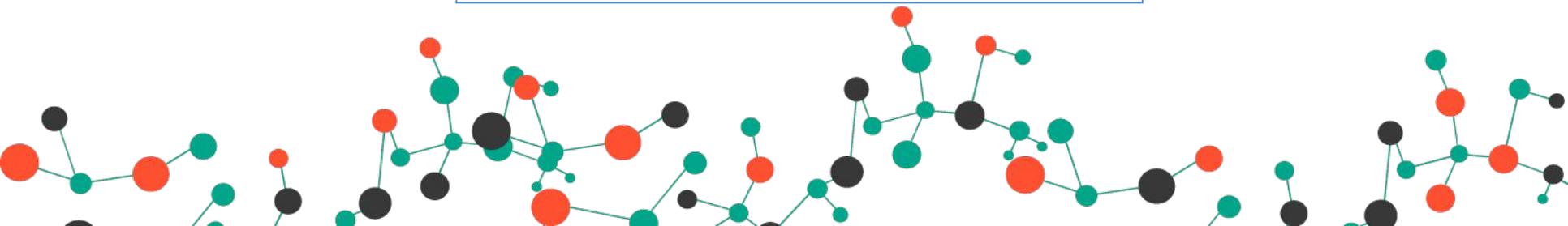
коагуляция
флокуляция



известкование
содоизвесткован
ие

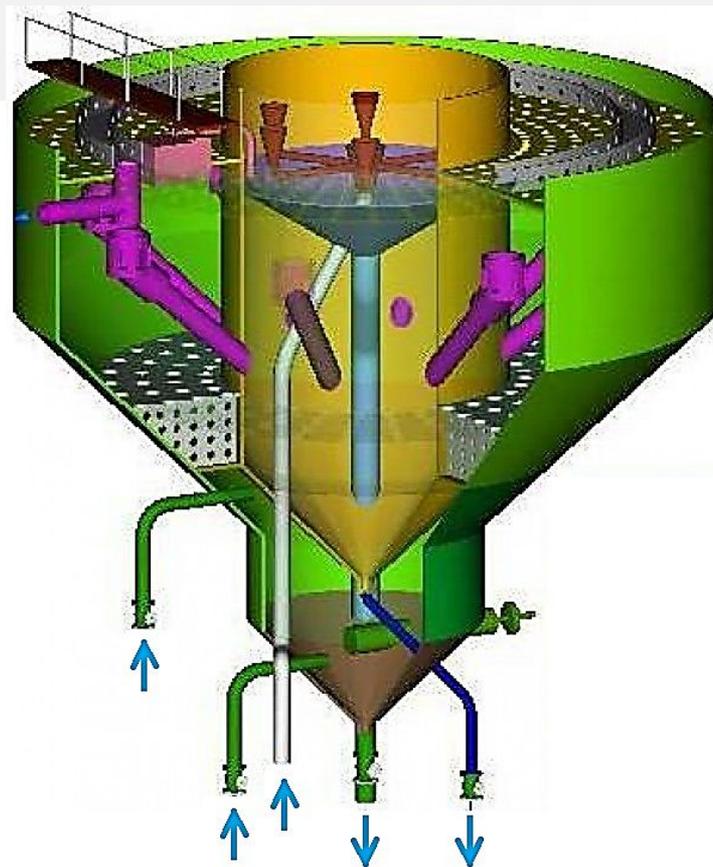


магнезиальное
обескремнивание



Аппараты предварительной ОЧИСТКИ

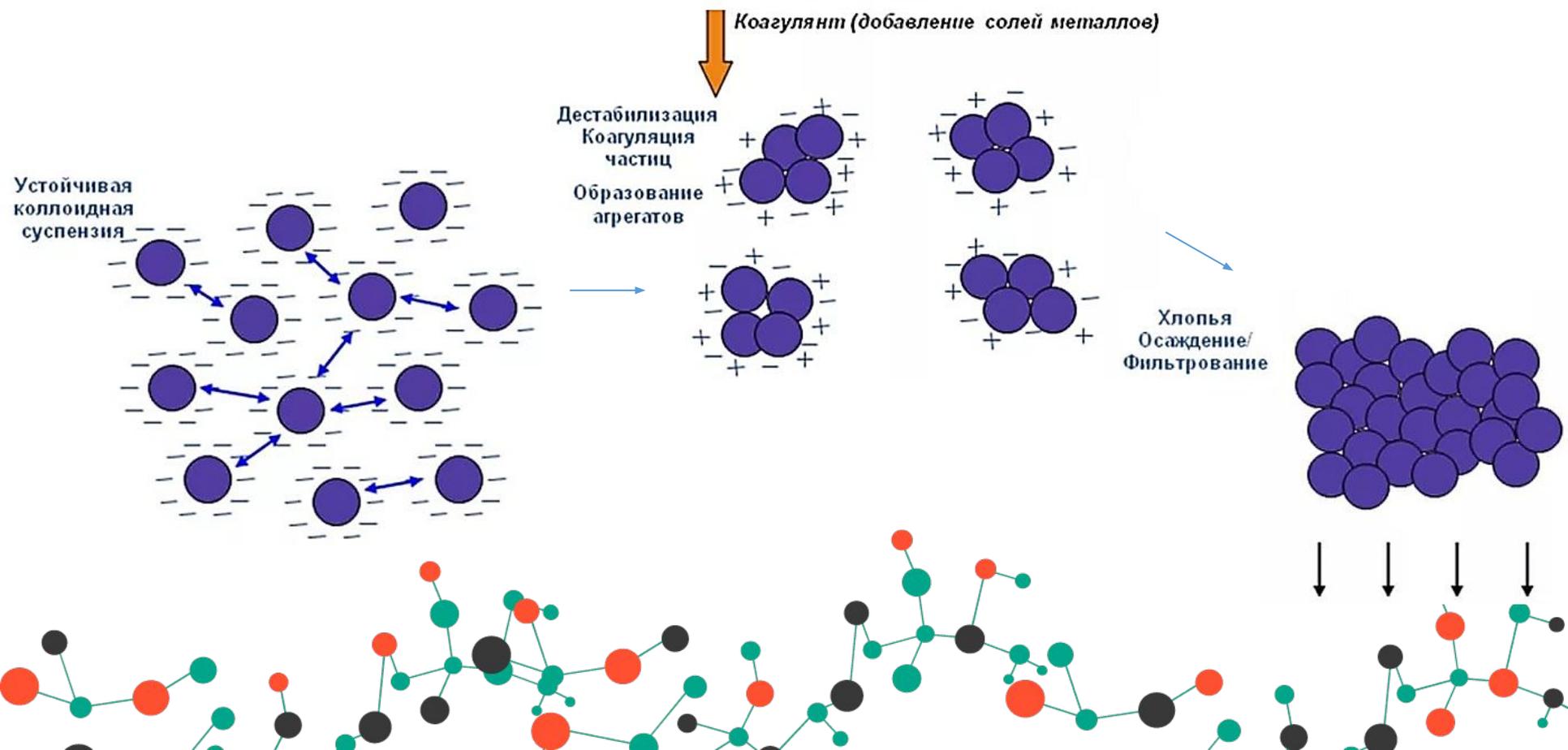
Как правило, эти процессы совмещаются и проводятся одновременно в одном аппарате – **осветлителе**:



Коагуляция

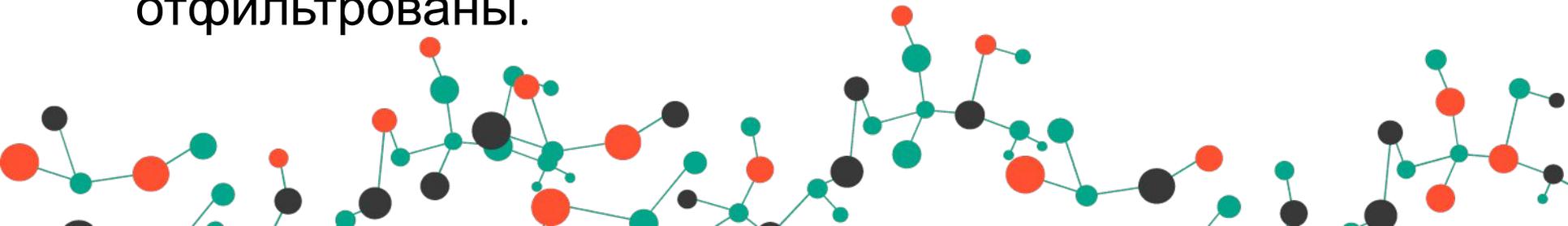
Коагуляция - физико-химический процесс слипания коллоидных частиц и образования грубодисперсной макрофазы с выпадением ее в осадок.

В качестве **коагулянтов** применяют **сульфат алюминия** $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}]$ или **железный купорос** $(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$

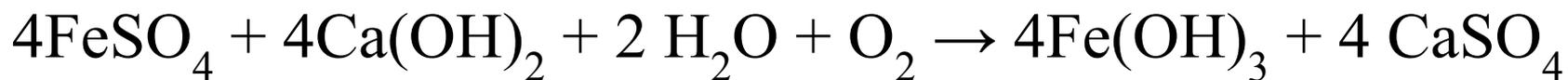
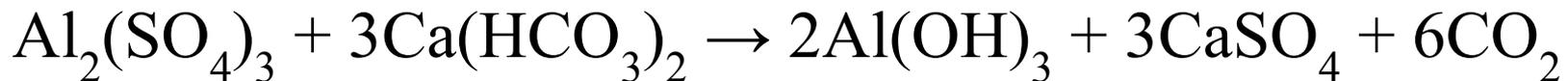


Коагуляция

- В качестве реагентов, называемых **коагулянтами**, обычно применяют сернокислые соли: **сульфат алюминия** $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}]$ или **железный купорос** $(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$
- Эти соли в воде подвергаются гидролизу с образованием труднорастворимых $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{Fe}(\text{OH})_3$, которые способствуют слипанию коллоидных частиц и появлению хлопьевидной крупной взвеси. Образуются укрупненные агрегаты, которые подчиняются силе тяготения. Эти агрегаты оседают или могут быть легко отфильтрованы.



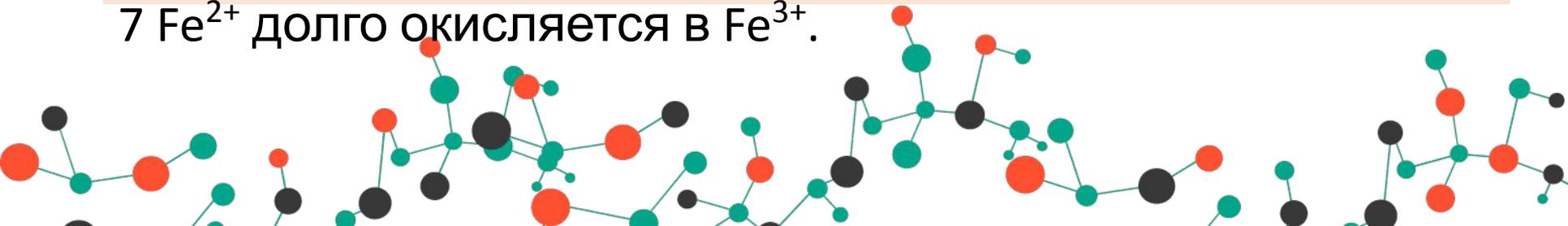
Коагуляция



В воде после коагуляции возрастает концентрация сульфатов, уменьшается щелочность и увеличивается концентрация углекислоты.

Проведение процесса коагуляции **сульфатом алюминия** эффективно при значениях pH среды 5,5 – 7,5.

Коагуляцию **железным купоросом** совмещают с известкованием, чтобы создать pH = 10, так как при pH = 7 Fe^{2+} долго окисляется в Fe^{3+} .

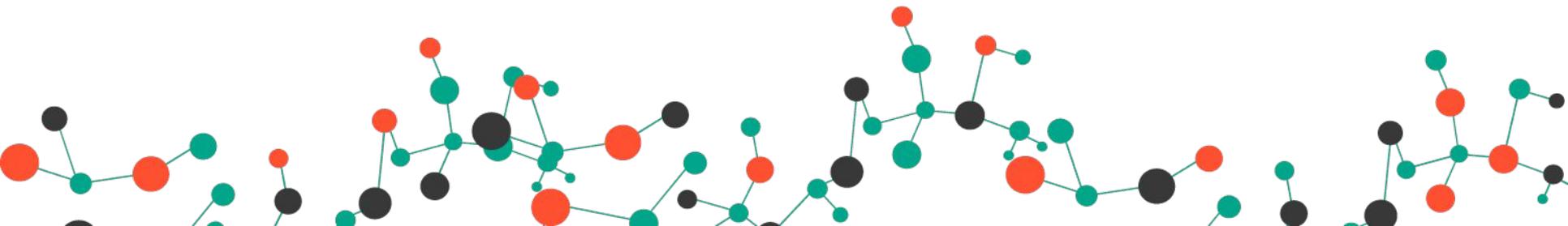
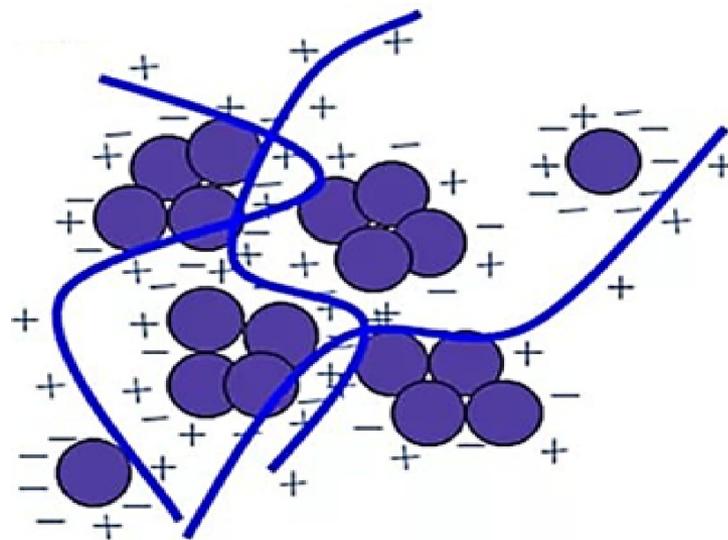


Флокуляция

Вспомогательный процесс, повышающий эффективность коагуляции.

Флокулянты:

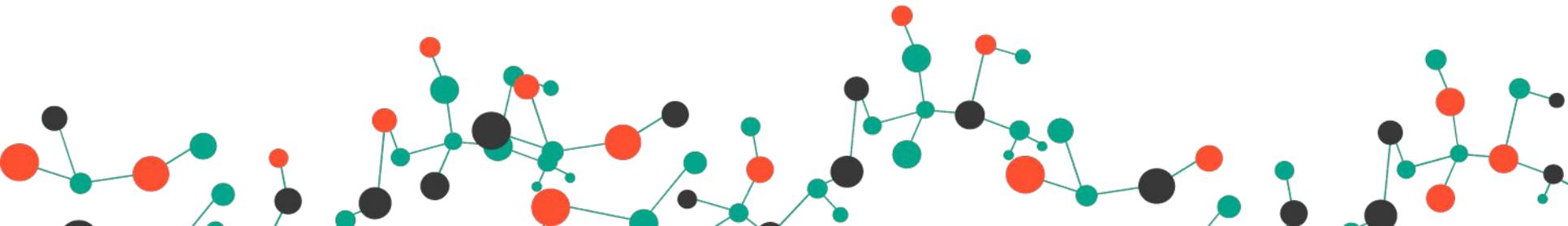
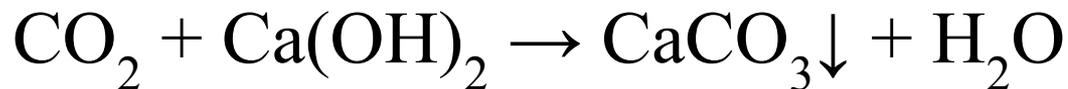
- **органические** - крахмал, карбоксиметилцеллюлоза
- **неорганические** - активная кремниевая кислота
- **синтетические** – полиакриламид (ПАА)



Известкование

Известкование воды, т. е. обработка воды $\text{Ca}(\text{OH})_2$, применяется для снижения:

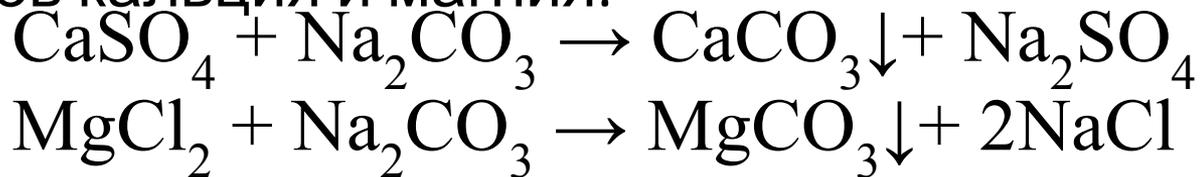
- карбонатной щелочности
- гидрокарбонатной щелочности
- жесткости
- сухого остатка
- декарбонизации исходной воды



Содоизвесткование

Для более глубокого умягчения воды проводят процесс **содоизвесткования**.

Вместе с известью в воду дозируют Na_2CO_3 . Поэтому происходит известкование и дополнительно устраняется некарбонатная жесткость. Т.е. при содоизвестковании из воды осаждаются практически все ионы кальция и магния.

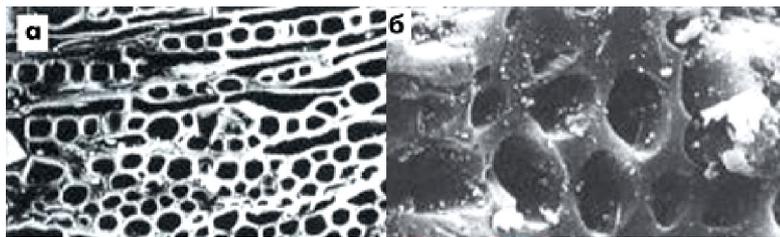
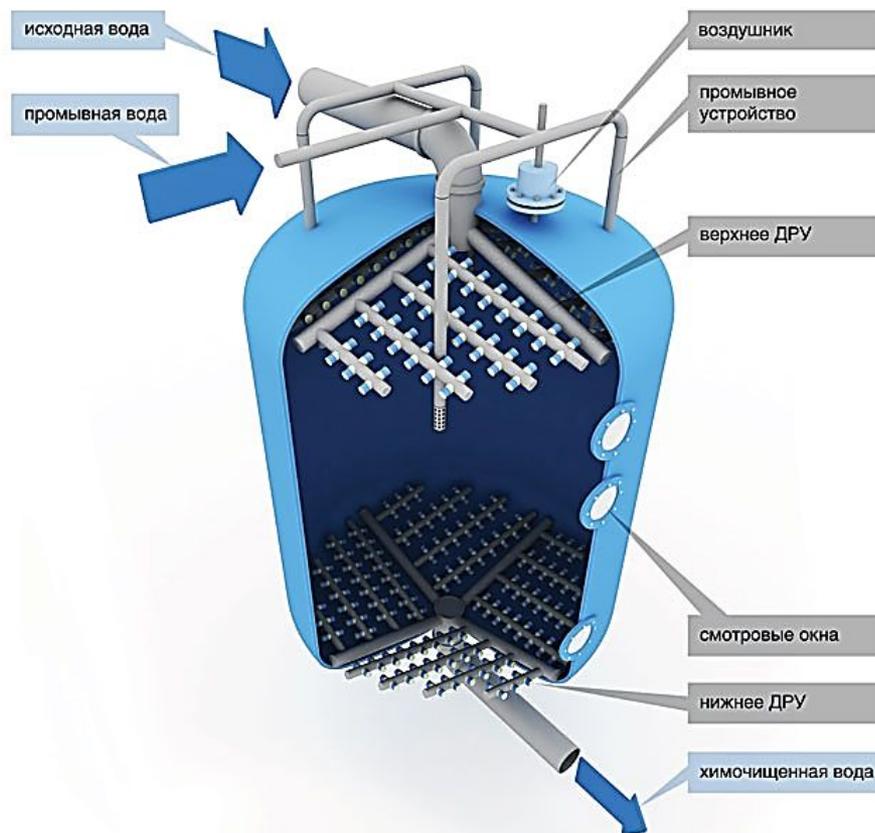


До 30-х годов содоизвесткованием очищали воду для котлов электростанций. В настоящее время метод используется для очистки сточных вод.



Фильтрация

После реагентных методов предочистки вода проходит на механических фильтрах процесс фильтрации, который является безреагентным методом предочистки воды.

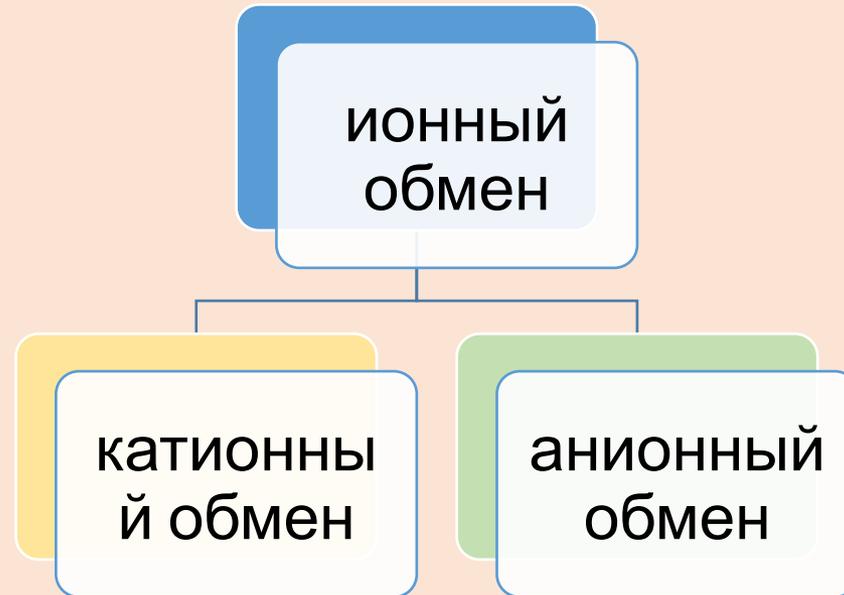


Фильтрующие материалы: кварцевый песок, дробленый антрацит, сульфуголь, катионит КУ-2, целлюлоза, перлит и т.д.

Глубокое обессоливание

Ионный обмен

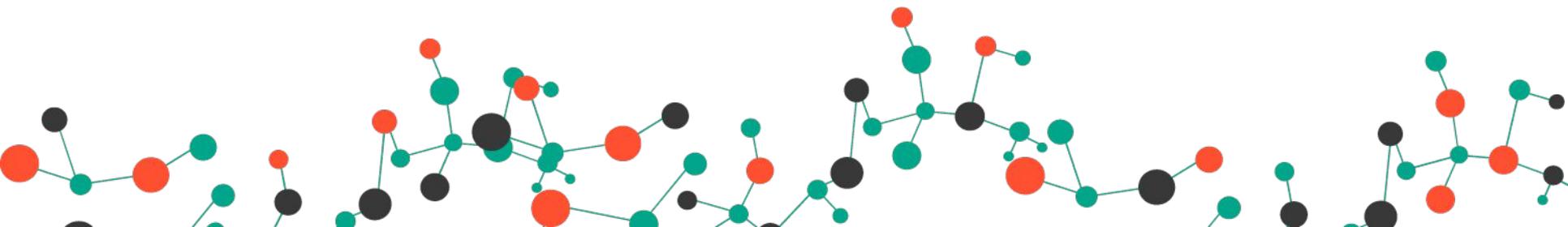
- **Ионный обмен** — это обратимая химическая реакция, при которой происходит обмен ионами между твердым ионитом и очищаемой водой.



Установка ионного обмена на Казанской ТЭЦ-2



Просачиваясь между зернами ионита, обрабатываемая вода обменивает часть ионов растворенных в ней электролитов на эквивалентное количество ионов ионита, в результате чего изменяется состав, как обрабатываемой воды, так и самого ионита.

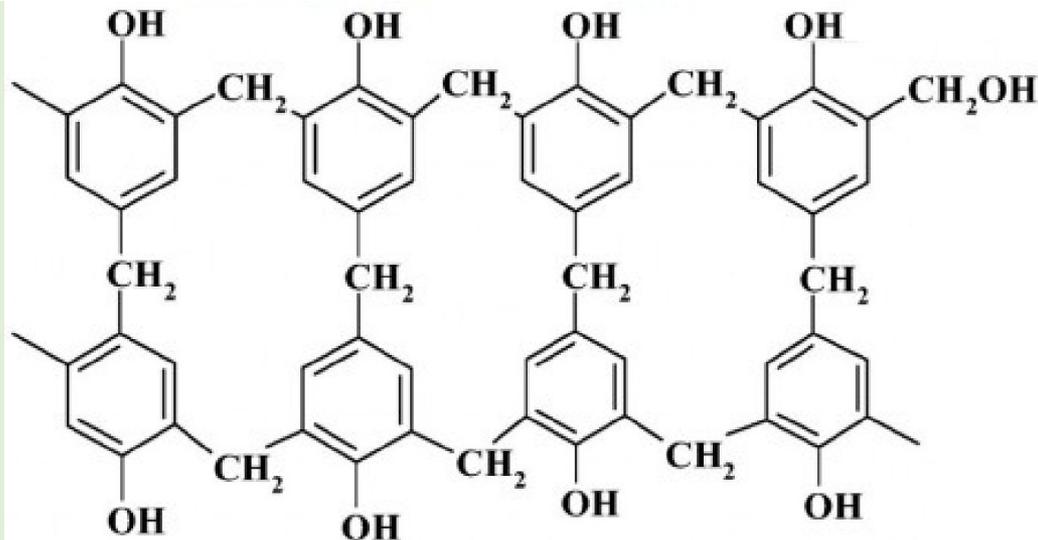


Строение ионитов

Любой ионит состоит из твердой основы (матрицы), представляющей пространственную сетчатую структуру из углеводородных цепей.

Наиболее часто используют полимеризационные смолы, полученные на основе стирола.

При полимеризации стирола образуется линейный полимер, который «сшивается» молекулами дивинилбензола с образованием трехмерной структуры.

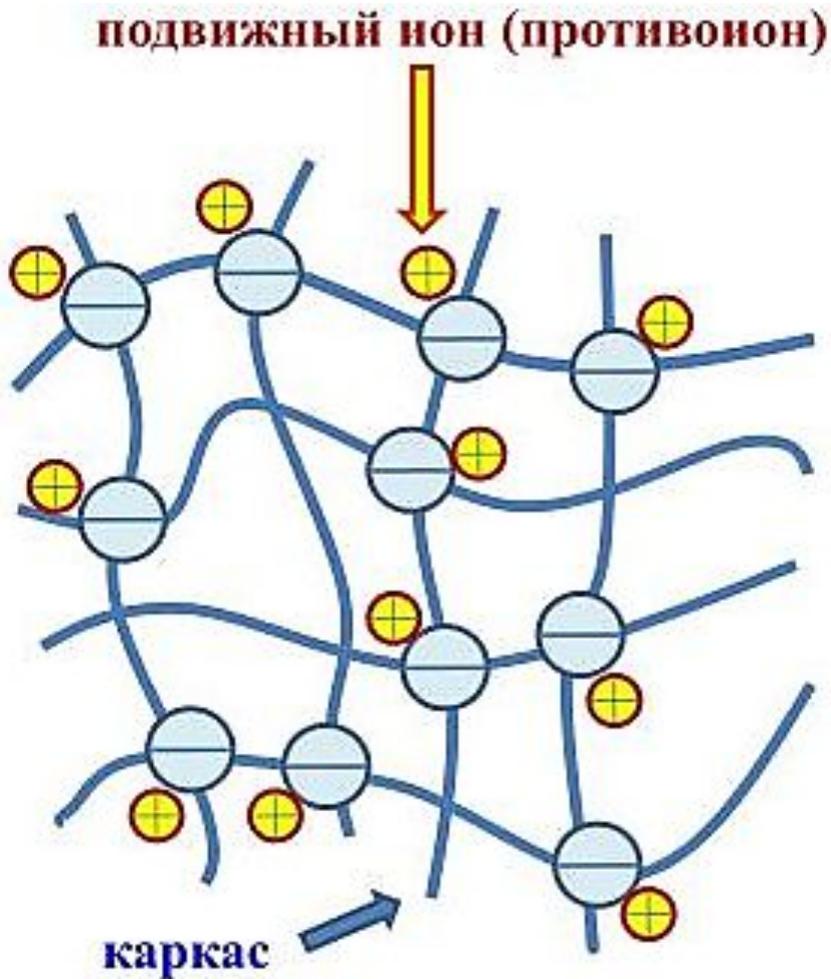


Такая структура обладает эластичностью и способностью изменять свой объем (набухать) в воде.

При набухании гелевого ионита его гранула как бы раскрывает скрытые в сухом ионите поры.



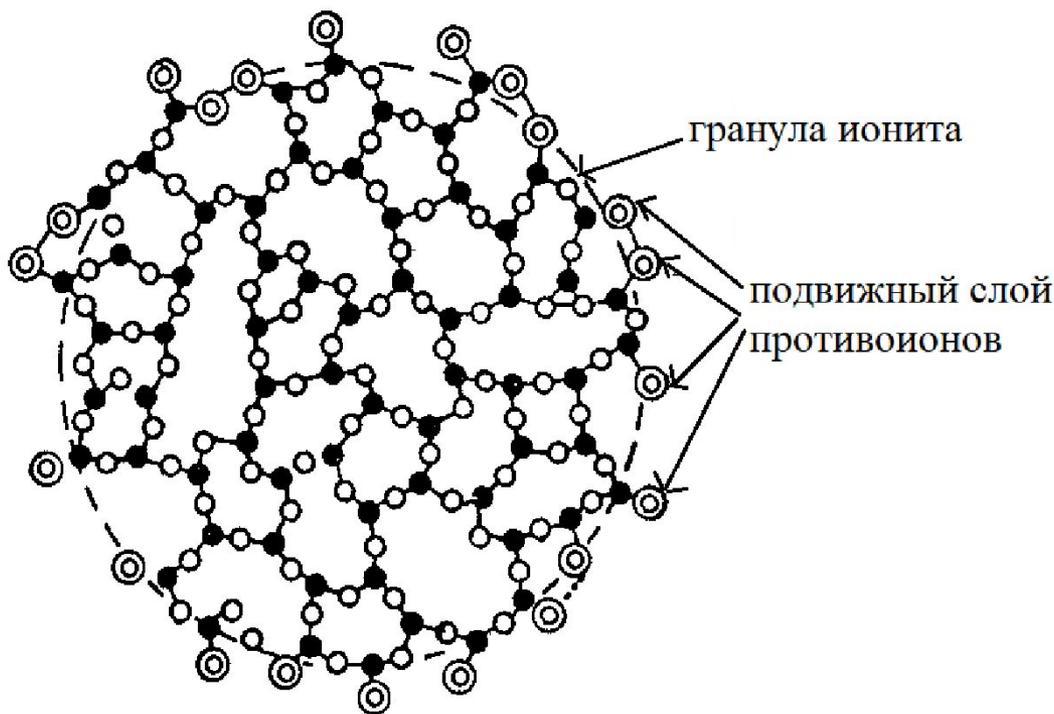
Строение ионитов



На центральный каркас наносятся специальные функциональные группы, способные к образованию на поверхности ионита потенциалообразующих ионов, т.е. к возникновению заряда. Потенциалообразующие ионы представляют собой неподвижные, связанные с каркасом ионы. Вокруг них создается диффузный слой из противоположно заряженных ионов (**противоионов**), которые являются подвижными (способными к обмену).

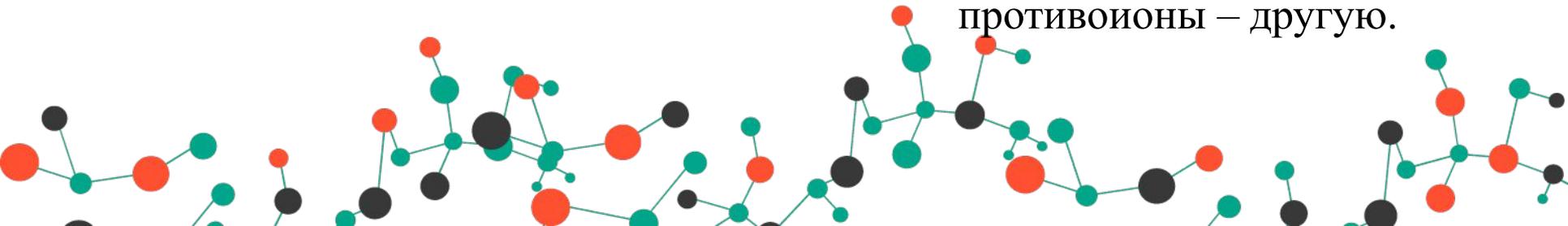


Строение ионитов



Ионы диффузного слоя обладают повышенным запасом кинетической энергии и могут выходить из диффузного слоя в раствор, но при этом из раствора в диффузный слой должны переходить ионы того же знака заряда.

Таким образом, ионит можно представить как твердый электролит, неподвижная часть которого представляет одну его часть, а подвижные противоионы – другую.



Строение ионитов

Ионообменные смолы синтезируют в виде мелких зерен (гранул) разных размеров и форм.

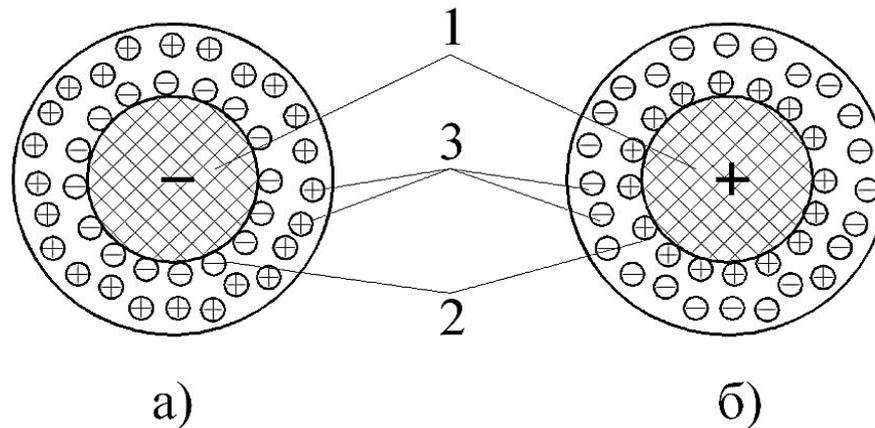
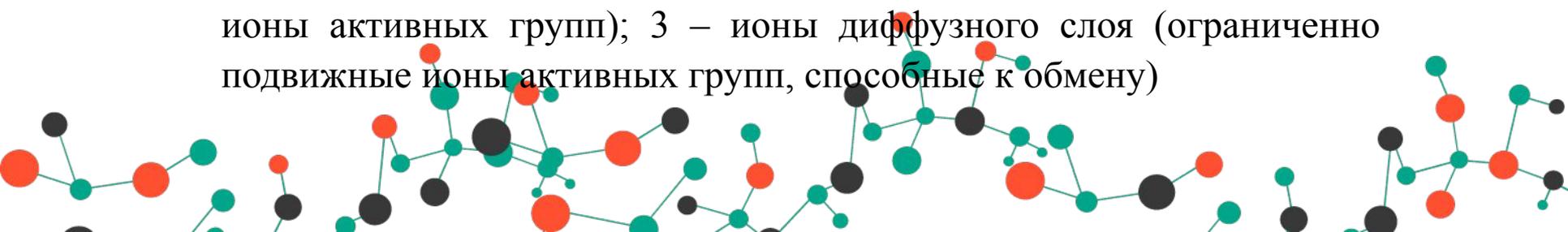


Схема структуры зерна ионита:

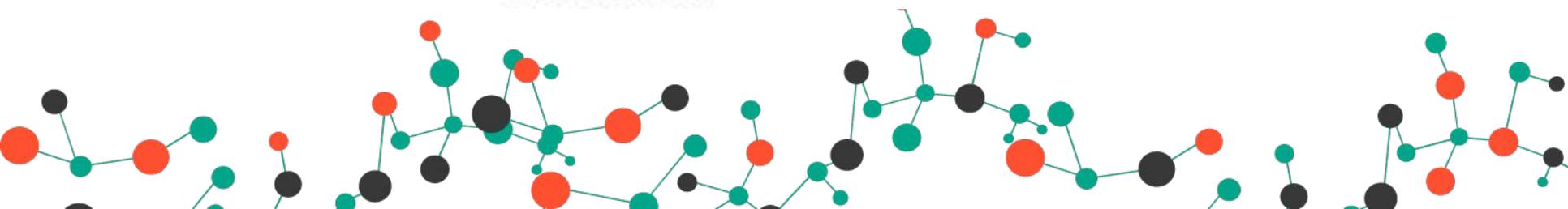
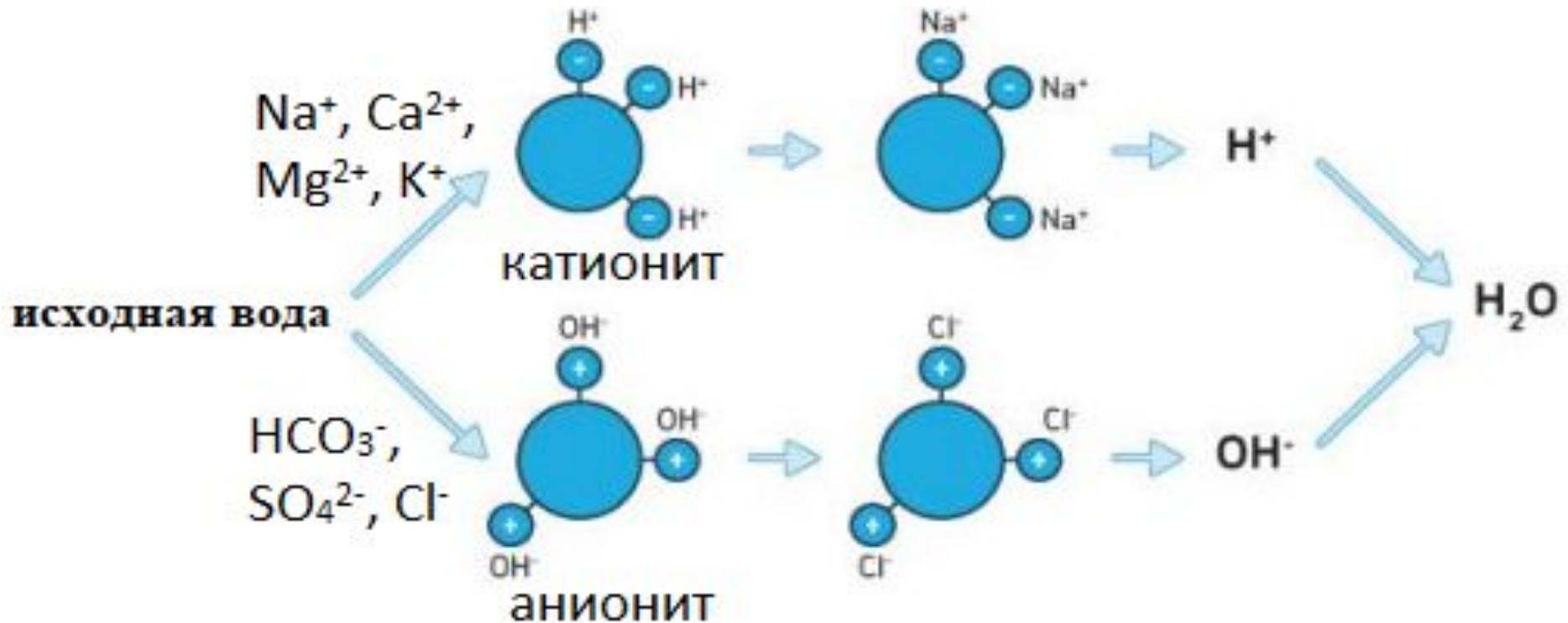
а – катионит; б – анионит;

1 – матрица (твёрдый многоатомный каркас ионита); 2 – потенциалообразующие ионы (связанные с каркасом неподвижные ионы активных групп); 3 – ионы диффузного слоя (ограниченно подвижные ионы активных групп, способные к обмену)



если в результате обработки воды методом ионного обмена происходит обмен катионов, то такой процесс называется катионированием;

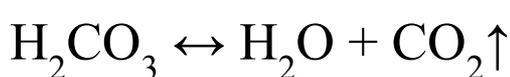
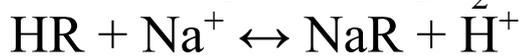
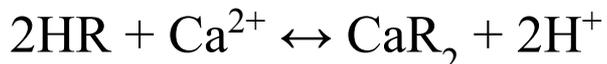
если же происходит обмен анионов, то такой процесс называется анионированием.



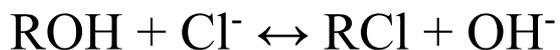
Метод химического обессоливания

- Метод химического обессоливания заключается в последовательном фильтровании воды через водород-катионитные, а затем анионитные фильтры.
- Включает в себя Н-катионирование и ОН-анионирование

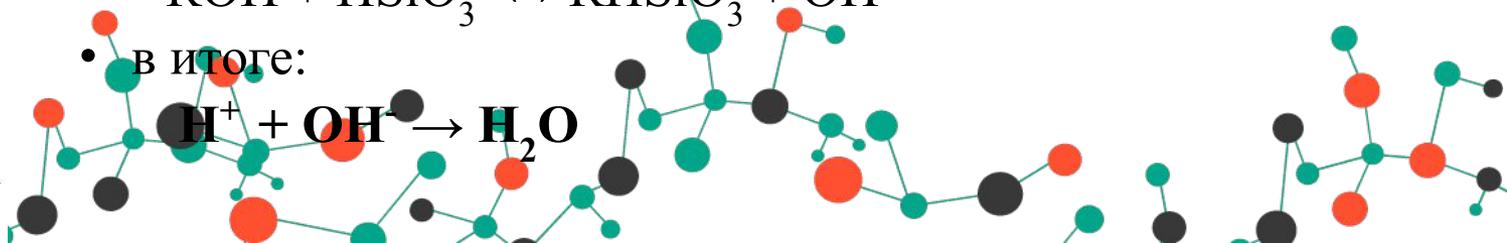
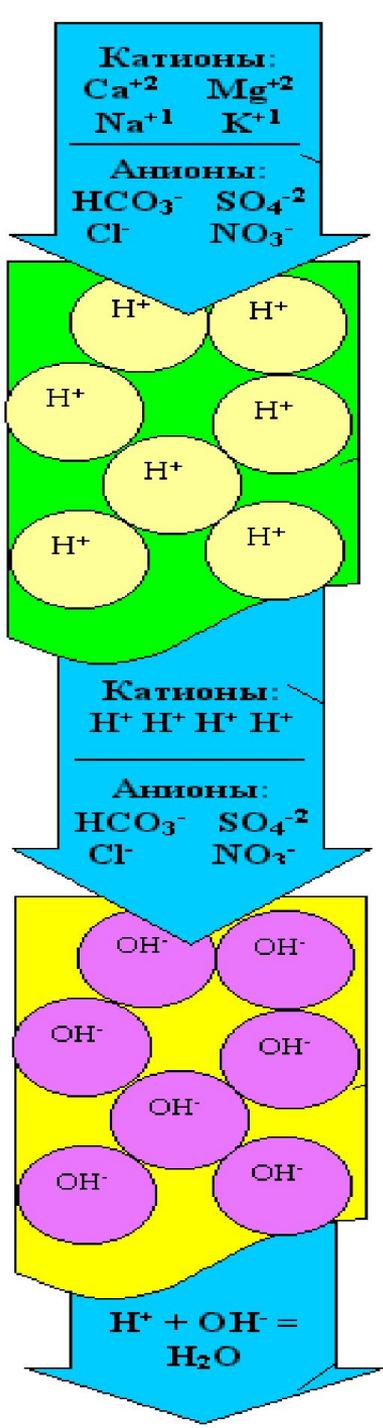
- при водород-катионировании протекают реакции:



- при ОН-анионировании протекают реакции:



- в итоге:



Преимущества и недостатки ионного обмена



-высокое качество очистки воды
-не требует затрат энергии
-нет дорогостоящего оборудования и дорогих расходных материалов
-различные варианты исполнения метода, что позволяет готовить воду разной степени очистки
-не требует больших затрат на ремонт и эксплуатацию

-большие объемы дорогостоящих реагентов на регенерацию
-необходима очистка и нейтрализация сточных вод
-большой объем сточных вод
-контроль качества и периодическая замена ионита



Термические методы удаления растворенных газов

Удаление из воды растворенных или образующихся в процессе обработки воды газов называется **дегазацией**



В обязательном порядке из воды удаляют **углекислоту (CO_2)** и **кислород (O_2)**, являющиеся коррозионно-активными газами

Дегазации подвергается **питательная вода** контура станции, **добавочная вода**, восполняющая потери в контуре, **подпиточная вода** теплосети и **питательная вода испарителей** и **паропреобразователей**

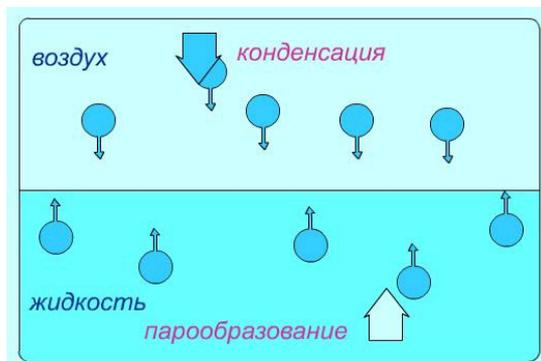
Наиболее эффективный способ удаления растворенных газов из воды – **термическая деаэрация** – это процесс десорбции, при котором происходит переход растворенного газа из жидкости в пар

Термическая дегазация основана на законе
Генри–Дальтона –

Растворимость газов в жидкостях при
повышении температуры **уменьшается**

Закон Генри

Закон Дальтона

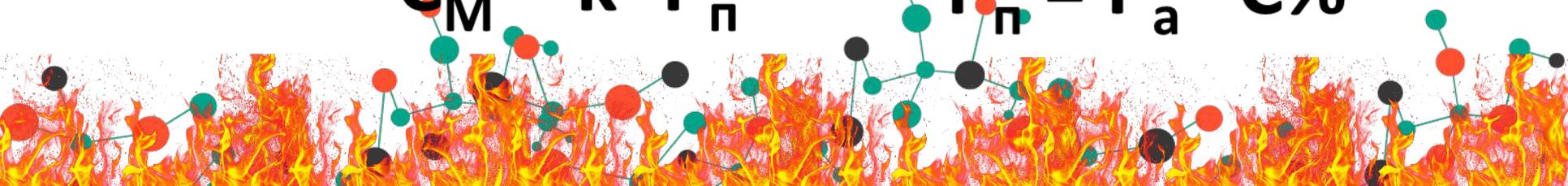


При постоянной температуре
растворимость газа в данной
жидкости прямо
пропорциональна давлению
газа над раствором

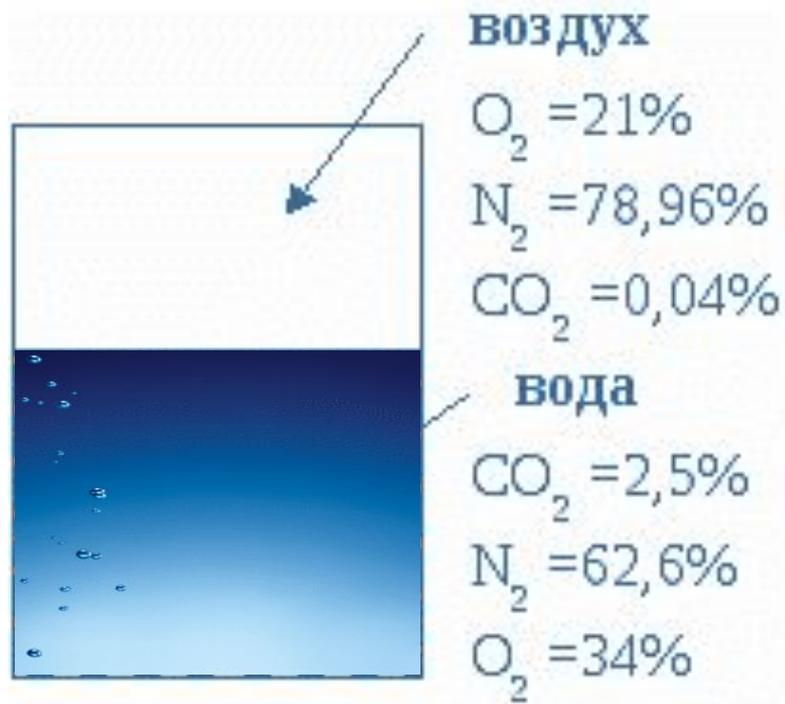
$$C_M = k \cdot P_n$$

В случае растворения смеси
газов в жидкости каждый из
них растворяется
пропорционально своему
парциальному давлению

$$P_n = P_a \cdot C\%$$



Растворимость газов в жидкостях



- Растворимость газов в воде зависит от **их давления** в пространстве над водой .
- При кипении над поверхностью воды образуется ее пары, которые снижают парциальное давление всех остальных газов. В результате начинается бурное выделение из воды молекул растворенных в ней газов.



Растворимость газов в жидкостях

При кипении молекулам газов приходится преодолевать силы притяжения (сорбцию) их к молекулам воды.

Для ускорения этого процесса, называемого **десорбцией**, необходимо создать следующие условия:

-увеличение площади поверхности контакта воды с паром – дробление потока деаэрируемой воды на струи, капли или пленки, а также при барботаже пара через толщу воды;

-увеличение средней температуры деаэрируемой воды для снижения вязкости и поверхностного натяжения, а также увеличения диффузии газов, что возможно при кипении воды;

-быстрое отведение выделяющихся из воды газов. Это правило также следует из закона Генри-Дальтона.



Растворимость газов в жидкостях

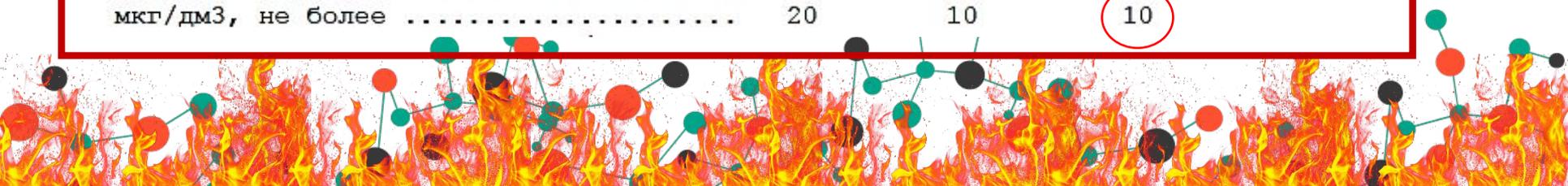
Концентрация газа в воде зависит от времени дегазации, с увеличением времени дегазации концентрация растворенного газа в воде уменьшается. Полного освобождения воды от растворенного газа достичь невозможно, поэтому время, необходимое для дегазации, находят, задаваясь **определенной конечной концентрацией** растворенного в воде газа.

Утверждены
Приказом Минэнерго России
от 19.06.2003 N 229

ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И СЕТЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

4.8.21. Качество питательной воды котлов с естественной циркуляцией должно удовлетворять следующим нормам:

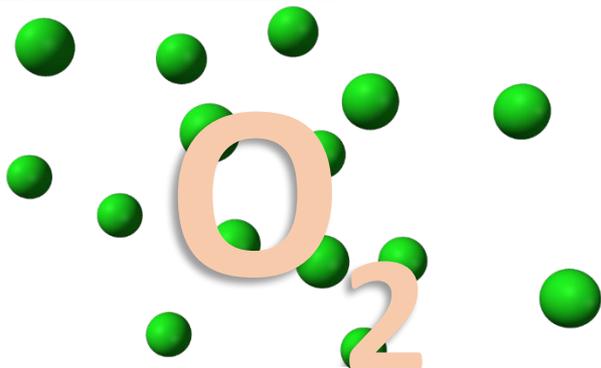
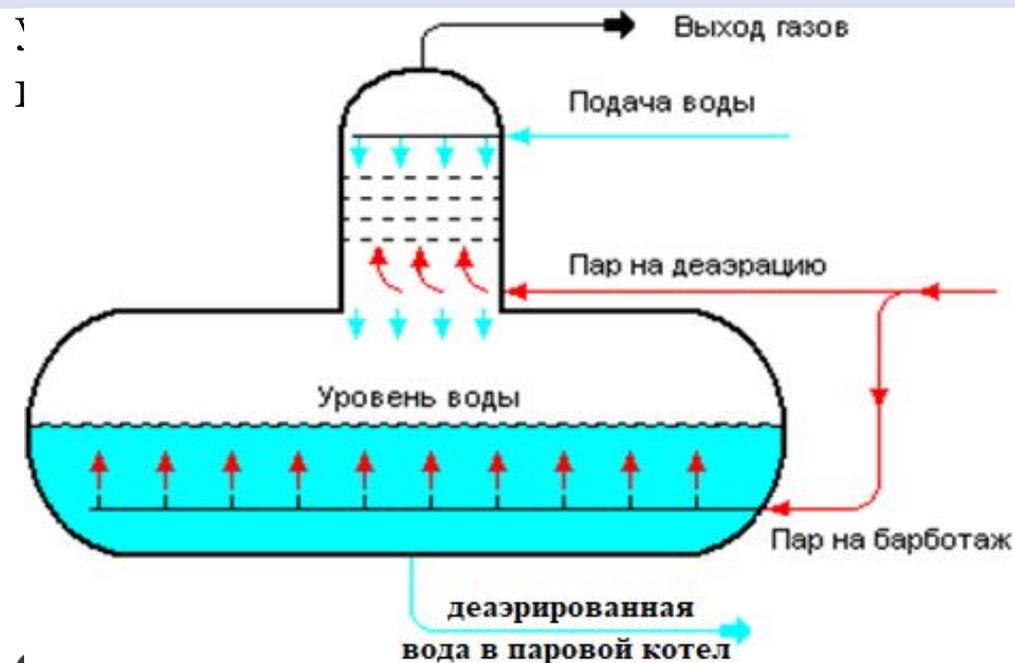
Номинальное давление за котлом, кгс/см ² (МПа)	40 (3,9)	100 (9,8)	140 (13,8)
Содержание растворенного кислорода в воде после деаэратора, мкг/дм ³ , не более	20	10	10



Удаление кислорода



Десорбционный метод удаления кислорода реализуется в термических деаэраторах, в которых происходит нагрев воды паром до температуры ее кипения при одновременном равномерном разбрызгивании жидкости и



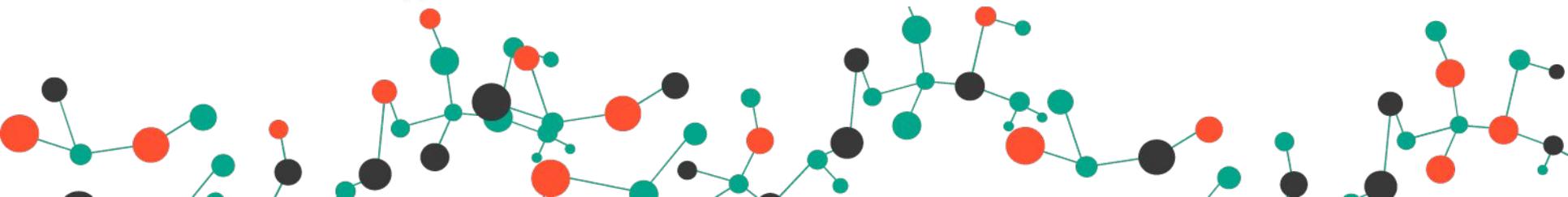
«Тепловое загрязнение» водоемов



КАК В КАЗАНИ: 170 ТОНН РЫБЫ В ЗАИНСКОМ РАЙОНЕ ПОГИБЛИ ИЗ-ЗА СИЛЬНОЙ ЖАРЫ

15.08.2016, 14:44  906  23 АВТОР: PROKAZAN.RU

Общий ущерб предприятию составил около 35-40 млн рублей



Термический метод обессоливания воды – метод дистилляции



Обессоливание воды дистилляцией — это старейший, хорошо освоенный, но **энергоёмкий** процесс, который используют на высокопроизводительных станциях и для сильноминерализов

- При нагревании водных растворов молекулы воды приобретают энергию, превышающую силы молекулярного притяжения, и выносятся в паровое пространство.
- Ионы и молекулы растворенных веществ, содержащихся в воде, не имеют такого запаса энергии и практически не переходят в пар.

Преимущества и недостатки метода термического обессоливания



- минимальное количество реагентов и сброс стоков в окружающую среду;
- высокое качество воды;
- возможность использования избыточного тепла;
- удаление из воды растворенных газов.

- необходимость предподготовки;
- большие энергозатраты;
- образование накипи;
- большие капитальные затраты.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

