



Забайкальский государственный университет

Кафедра химии

Лекция

Химия воды



Одним из важнейших химических соединений для человечества является вода.

Вода, занимая почти **75 %** поверхности Земли, является самым обильным и ценным ресурсом.

Мировые запасы воды огромны — около **1389** млн.км³.

Если распределить их поровну, то на каждого жителя планеты пришлось бы по **280** млрд.литров. Однако **97 %** водных ресурсов приходится на долю океанов и морей, в которых вода слишком соленая. Оставшиеся **3%** — пресные воды.

Вода составляет от **50-97 %** веса всех растений и животных и около **70 %** веса человеческого тела.

Все химические реакции в организме протекают только в водной среде.

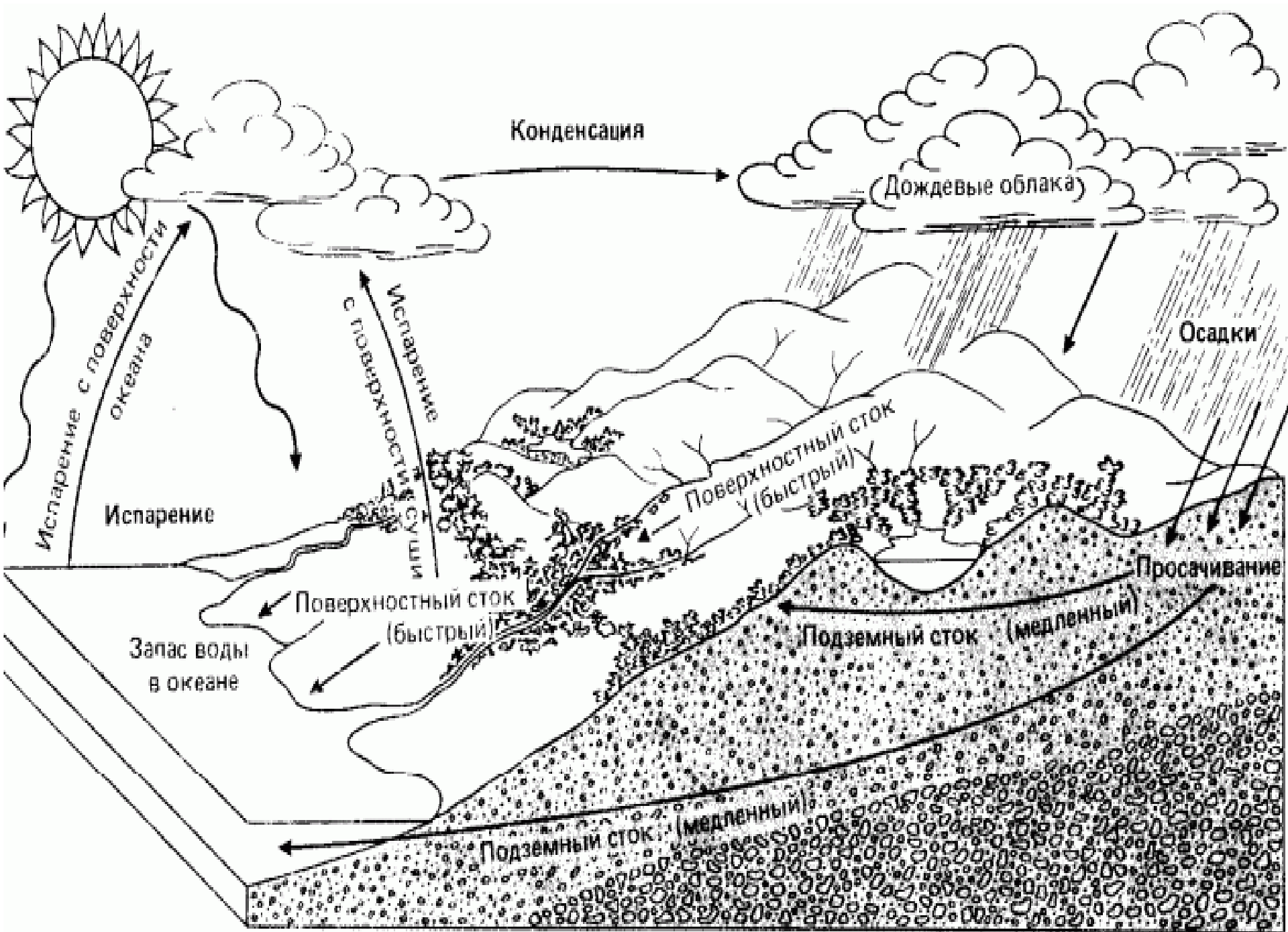


Из всей пресной воды человечество может использовать лишь **0,003%**, так как она либо сильно загрязнена, либо залегает на больших глубинах и ее нельзя извлечь по приемлемым ценам, либо содержится в айсбергах, полярных льдах, в атмосфере и в почве.

Вода находится в постоянном круговороте. Этот естественный процесс рециркуляции происходит до тех пор, пока потребление воды не становится интенсивнее, чем восполняются ее запасы и пока не превышен объем отходов, делающий воду непригодной.

Существует два источника пресной воды: поверхностные и грунтовые воды.





Критериями использования воды служат показатели водозабора и водопотребления.

Почти три четверти добываемой в мире воды идет на орошение, остальная вода используется в промышленности и коммунальном хозяйстве, для охлаждения оборудования на электростанциях и т.д. На выращивание одной тонны пшеницы необходимо 1500 тонн воды, одной тонны риса – более 7000 тонн, одной тонны хлопка – 10000 тонн.

Огромное количество воды требуется для производства продовольствия и различной промышленной продукции. Прежде чем в магазине появится литровая банка консервов из фруктов или овощей, на нее будет истрачено 40 литров воды. Для производства суточной нормы пищевых продуктов на одного человека требуется около 6 м³ воды.



Различают три вида вод:

Природная вода — это вода, которая качественно и количественно формируется под влиянием естественных процессов при отсутствии антропогенного воздействия и качественные показатели которой находятся на естественном среднемноголетнем уровне.

Сточная вода — это вода, бывшая в бытовом, производственном или сельскохозяйственном употреблении, а также прошедшая через какую-либо загрязненную территорию, в том числе населенного пункта.

Денатурированная вода — природная вода, подвергаемая антропогенному загрязнению, например, путем смешивания со сточной водой.



Человек может существовать без пищи несколько недель, а без воды лишь несколько дней.

От поступления воды в живой организм зависит переваривание пищи, циркуляция крови, удаление распадающихся клеток, регуляция кислотно-основного баланса и температура тела.

Несмотря на активное участие в процессах обмена вода инертна в физиологическом отношении.

Вода участвует в таких процессах, как перестройка молекул и ионов, образование сложных органических молекул, выполняющих биохимические функции, диссоциация молекул, гидролиз соединений, окислительно-восстановительные реакции и т.д.

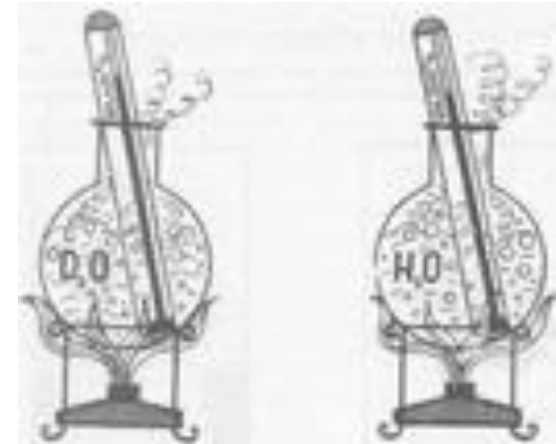
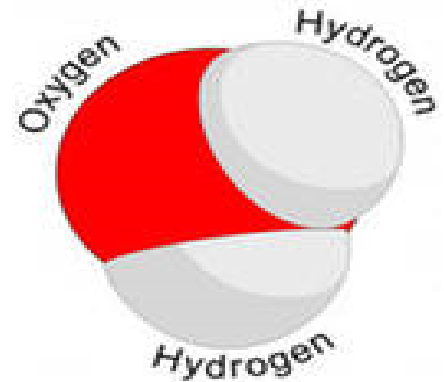


Состав воды и ее строение

H_2O (оксид водорода) – устойчивое соединение, с массовой долей водорода 11,10 % и кислорода – 88,91 %.

Известно до 36 разновидностей молекул воды, состоящих из сочетаний изотопов водорода (протия – 1H ; дейтерия – 2D и трития – 3T) и кислорода с массовыми числами от 14 до 19. На долю стабильного изотопа H_2O (где кислород с массовым числом 16) приходится 99,73 % от массы воды.

Тяжелая вода D_2O получается в результате многократного электролиза обычной воды и отличается по свойствам от обычной воды.



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЫЧНОЙ И ТЯЖЕЛОЙ ВОДЫ

Свойства воды	обычная	тяжелая
Формула	H_2O	D_2O
Молярная масса воды, г/моль	18	20
Температура замерзания, °C	0	3,8
Температура кипения, °C	100	101,4
Плотность при 20°C, г/см ³	0,9982	1,150
Температура максимальной плотности, °C	4	11,6

Реакции с тяжелой водой происходят значительно медленнее, чем с обычной водой.

Тяжелая вода оказывает сильное биологическое воздействие на живые организмы и непригодна для жизненных процессов, так как более прочные связи О—Д изменяют скорости биологических процессов и приводят к смещению равновесия этих процессов.

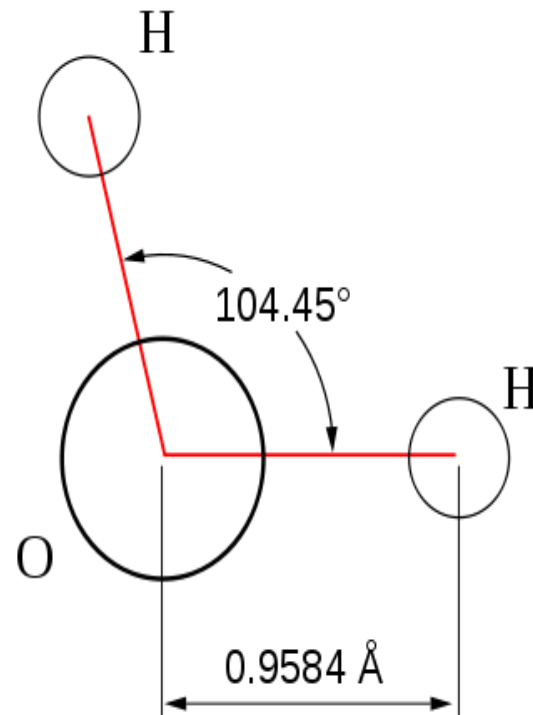
Тяжелую воду применяют в качестве замедлителя нейтронов в ядерных реакторах, а также как источник дейтронов D^+ для ядерных и термоядерных реакций, для получения искусственных радиоактивных изотопов, используемых при исследовании механизмов протекания реакций.



Строение молекулы воды

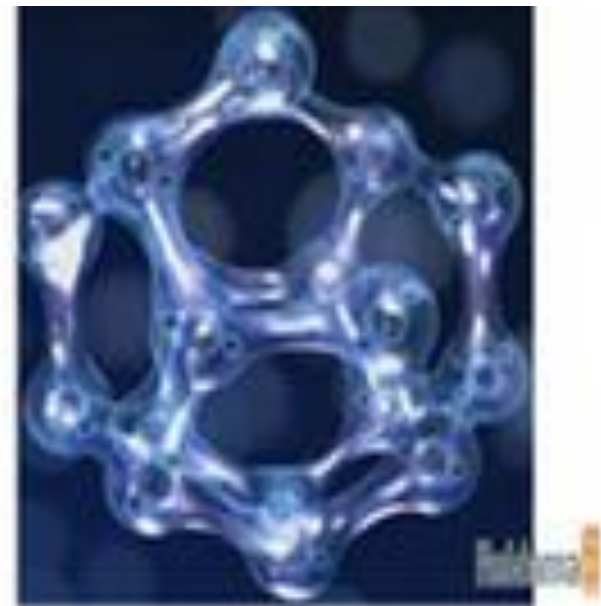
Между атомами водорода ($1s^1$) и кислорода ($1s^2 2s^2 2p^4$) в молекуле воды образуются две ковалентные полярные связи по обменному механизму.

По методу валентных связей атом кислорода в молекуле воды находится в состоянии sp^3 -гибридизации. Две гибридные орбитали атома кислорода перекрываются с s -орбиталями двух атомов водорода, а на двух других гибридных орбиталях кислорода располагаются две несвязывающие электронные пары. В результате отталкивания связывающих и несвязывающих электронных пар валентный угол в молекуле жидкой воды равен 105° .



Неподеленные пары электронов кислорода влияют на строение молекулы воды, придавая ей тетраэдрическую структуру. Орбитали, с неподеленными электронными парами, направлены к противоположным от протонов вершинам тетраэдра. Поэтому около протонов создается пониженная электронная плотность (+), а вокруг орбиталей с неподеленной парой электронов — повышенная электронная плотность (-).

В молекуле воды ядерные центры атомов водорода и кислорода образуют равнобедренный треугольник.



Параметры молекул воды зависят от ее агрегатного состояния

Агрегатное состояние воды	Валентный угол	Длина связи О-Н	Расстояние Н...Н
Пар	104,27°	0,9564	1,515
Жидкость	105,03°	0,9568	1,540
Лед	109,5°	0,9900	1,620

Особенности физико-химических свойств воды

Полярность

Высокая полярность молекул воды объясняется несовпадением центров тяжести ее положительных и отрицательных зарядов.

Благодаря необычно большому дипольному моменту – μ (H_2O)=1,85 Д вода является химически активным соединением, обуславливающим электролитическую диссоциацию солей кислот, оснований и имеет аномально большую диэлектрическую постоянную, равную 79,5 при 25°C, т.е. в воде два электрических заряда притягиваются или отталкиваются с силой приблизительно в 80 раз меньшей, чем в вакууме.

Наличие водородных связей

Молекулы воды связаны между собой водородными связями. По прочности они занимают промежуточное положение между ковалентными и межмолекулярными связями.

Причиной образования водородной связи является смещение единственного электрона водорода к сильно электроотрицательному атому кислорода.

При этом водород превращается в частицу с уникальными свойствами:

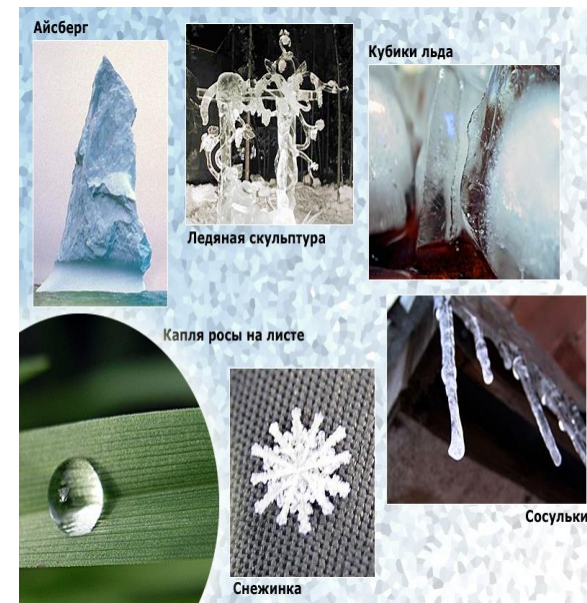
- а) не имеет электрона, а поэтому не отталкивается, а притягивается электронными оболочками других частиц;
- б) обладает ничтожно малым размером и, следовательно, большим поляризующим действием.

Энергия водородной связи в воде равна 29 кДж/моль.

Водородные связи объединяют молекулы воды в ассоциаты.

Ассоциация молекул воды является причиной аномально высоких температур ее кипения, плавления, теплоты парообразования. Известно, что в ряду аналогичных соединений с увеличением молярной массы возрастают температуры плавления и кипения. Однако в случае воды при сопоставлении ее с аналогами эта закономерность нарушается.

Молекулы воды не образуют ассоциатов в парообразном состоянии. В жидкой воде ассоциированные молекулы могут находиться в равновесии с неассоциированными молекулами.



Притяжение молекул воды друг к другу обуславливает большую величину поверхностного натяжения $72,7 \text{ мДж/м}^2$. Это значит, что для разрыва водяного столбика диаметром $2,5 \text{ см}$ потребуется усилие в 90 тонн . Схема возникновения поверхностного натяжения такова:

Молекула А, расположенная внутри жидкости, притягивается соседними частицами с одинаковой силой, т.е. межмолекулярные силы, действующие на молекулу воды, расположенную в объеме фазы, распределены равномерно со стороны соседних молекул;

Молекула Б, расположенная на поверхности жидкости, испытывает действие межмолекулярных сил в большей степени со стороны жидкой фазы и почти не взаимодействует с молекулами газообразной фазы. Поэтому каждая отдельная молекула на поверхности жидкости обладает большей энергией по сравнению с энергией молекулы в объеме фазы. Она находится в неравновесном состоянии и стремится втянуться в объем жидкости.

Поэтому небольшие количества воды принимают шарообразную форму, так как из всех геометрических тел одинакового объема шар имеет наименьшую поверхность.

Водородные связи влияют на растворимость веществ. В воде хорошо растворяются вещества, имеющие в составе полярные группы или ионную связь, например, спирты, амины, сахара, соли, кислоты, основания, а также некоторые газы NH_3 , CO_2 , SO_2 и другие.

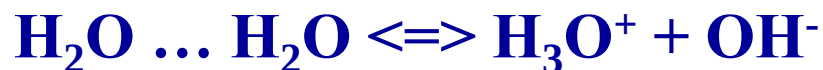
Структура льда и его свойства также обусловлены водородными связями.



Способность к донорно-акцепторному взаимодействию

Вода проявляет свойства донора за счет неподеленной пары электронов атома кислорода. Этим объясняется высокая химическая активность воды и способность ее к комплексообразованию в качестве лигандов.

Вода относится к слабым электролитам и поэтому ионизирует в небольшой степени по следующей схеме:



или упрощенно



При 24°C константа диссоциации воды равна:

В одной тонне чистой воды содержится 0,1 мг-иона водорода и 1,7 мг-иона гидроксила. Время пребывания водорода в одной из молекул не превышает 10^{-8} сек, что указывает на большую скорость диссоциации.

$$K_{H_2O} = \frac{[H^+]*[OH^-]}{[H_2O]} = 1,8*10^{-16}$$

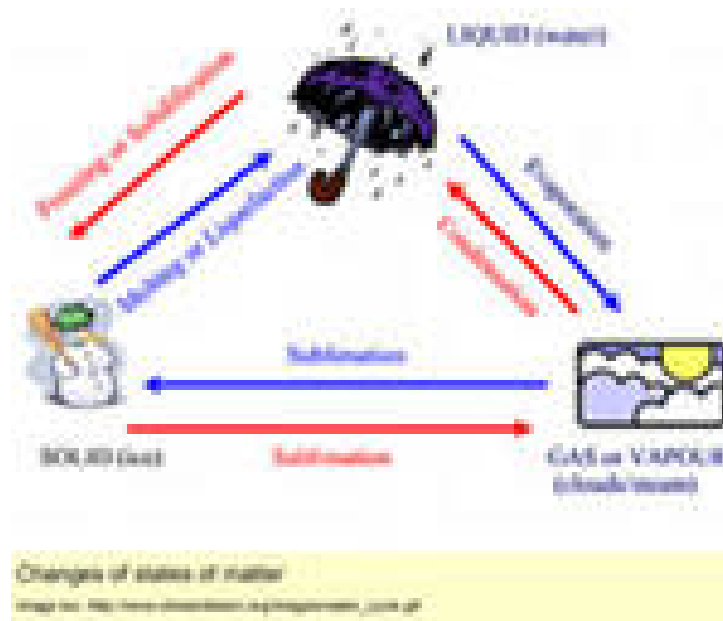


Диаграмма состояния воды

Вода при 0°C и давлении насыщенного пара 600,5 Па образует три фазы в состоянии равновесия:

ПАР $\rightleftharpoons$ ЛЕД $\rightleftharpoons$ ВОДА

С повышением температуры исчезает твердая фаза – лед, с понижением температуры – жидкая фаза – вода. Система из трехфазной системы становится двухфазной.



Структура и свойства льда

Кристаллы льда имеют гексагональную структуру.

В структуре льда есть пустоты, которые могут заполняться другими соединениями, например, одноатомными молекулами газов с образованием соединений включения или клатратов.

Каждый атом кислорода тетраэдрически связан с четырьмя другими атомами кислорода. Между ними располагаются атомы водорода. Два атома водорода соединены с атомом кислорода ковалентной полярной связью (длина связи = 0,099 нм), а два других – соединены водородной связью (длина связи = 0,176 нм), т.е. принадлежат двум другим молекулам воды. В результате образуется рыхлая структура с небольшой плотностью.



При плавлении льда водородные связи частично разрушаются (примерно на 10%), молекулы воды сближаются и плотность воды немного возрастает. При нагревании воды происходит ее расширение, увеличивается расстояние между молекулами и одновременно разрушаются водородные связи, что приводит к уменьшению объема. Поэтому плотность воды проходит через максимум при температуре $3,98^{\circ}\text{C}$.

Благодаря аномалии в плотности лед плавает на воде. При замерзании на глубине водоемов сохраняется относительно теплая вода (не ниже 4°C), что позволяет существовать живым организмам.



По мере замерзания воды происходит увеличение ее объема ($\sim 10\%$). Это может привести к нежелательным последствиям, например, к разрыву стальных труб, развитию трещин в скальных породах, разрушению стройматериалов. Наибольший вред приносит периодическое замораживание и оттаивание воды.

Необычным свойством льда является его пластичность. Примером проявления пластичности может служить течение горных ледников. Это свойство льда объясняется наличием в его структуре таких сечений, вдоль которых снежные слои кристалла оказываются слабее связанными водородными связями.



Физические свойства воды

Вода – прозрачная текучая жидкость, не имеющая в чистом виде вкуса, запаха, цвета. Синий цвет морей, озер обусловлен присутствием в воде тонко измельченных твердых веществ.

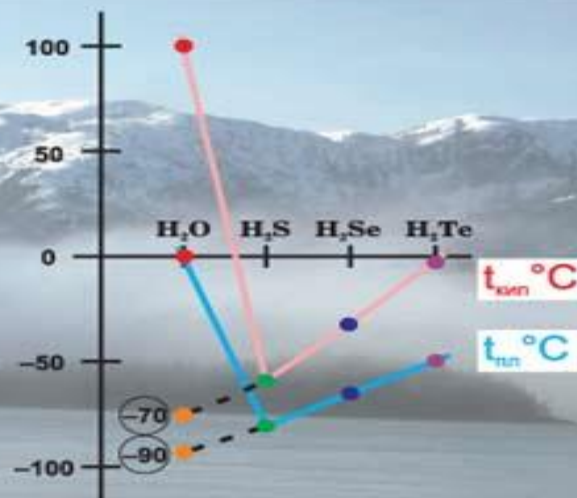
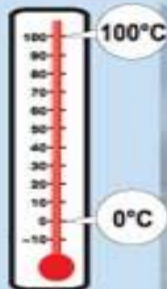
Некоторые свойства воды используются для определения единиц измерения фундаментальных физических величин. Например, в основу стогоградусной термометрической шкалы положен интервал между точками замерзания (0°C) и кипения (100°C) воды при давлении 101,3 кПа.

Плотность веществ сравнивают с плотностью воды, выбранной в качестве стандартной. Плотность чистой воды равна 1 г/см^3 при $3,98^{\circ}\text{C}$.

Благодаря высокой теплоемкости воды $4,18\text{ кДж/(г}\cdot\text{град)}$, она выполняет функции регулятора температуры на земном шаре. Вода медленно нагревается и медленно остывает. Поэтому, например, отсутствие воды в пустыне приводит к резким суточным колебаниям температуры (жара днем и холод ночью).

СВОЙСТВА ВОДЫ

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ И КИПЕНИЯ

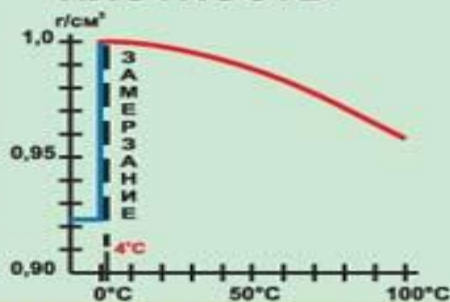


ПЛОТНОСТЬ

Лед



0°
1°
2°
3°
4°
4°
4°



УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ



Химические свойства воды

Наличие неподеленных пар электронов и высокий дипольный момент воды придают ей химическую активность.

Вода взаимодействует с большим количеством разнообразных веществ.

1. С инертными газами

При пропускании инертных газов над переохлажденной водой под давлением 150 атм. образуются *клатраты* или соединения включения типа $\text{Ar} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Xe} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Kr} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, устойчивые при низких температурах.

2. С галогенами

Реакции галогенов с водой зависят от окислительной активности галогенов.

В ряду $F_2 - Cl_2 - Br_2 - I_2$ окислительные свойства уменьшаются, поэтому реакции взаимодействия с водой протекают следующим образом:



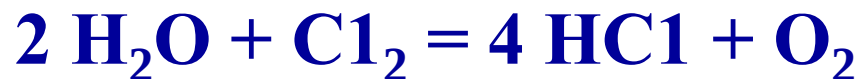
(реакция протекает при обычной температуре)



(система находится в равновесии)



(равновесие смещено в сторону исходных веществ)

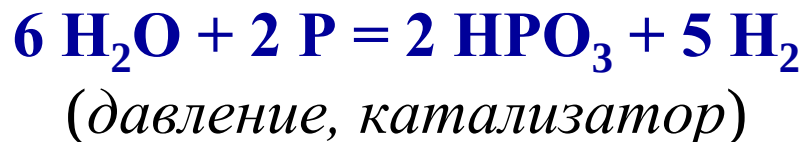


(при нагревании)

3. С атомарным кислородом

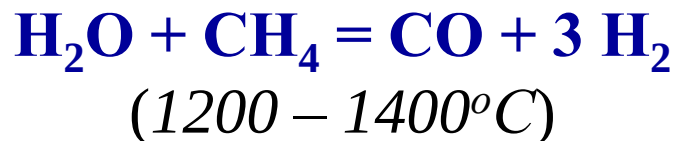
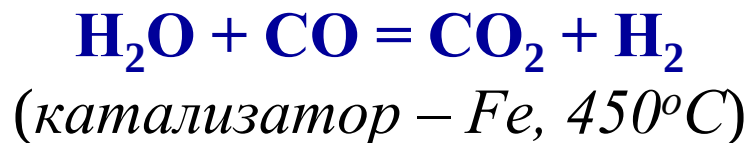
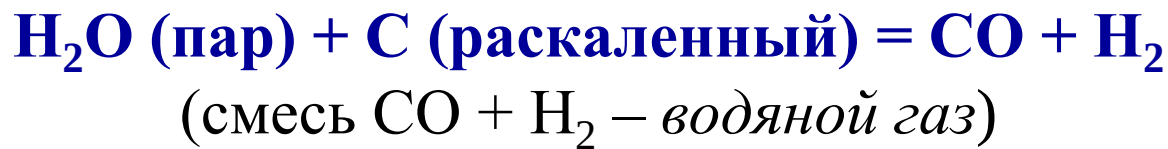


4. С фосфором



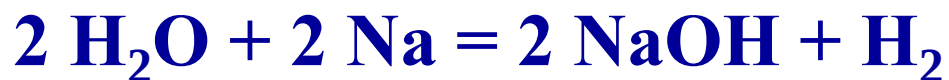
5. С углеродом и его соединениями

В промышленности эти реакции используются для получения водорода.



6. С металлами

- а)** С s-элементами. Реакция протекает при обычных условиях (кроме магния, с которым реакция протекает при 100°C, и бериллия, покрытого прочной оксидной пленкой):



- б)** С металлами средней активности (Fe, Cd, Co, Ni т.д.)



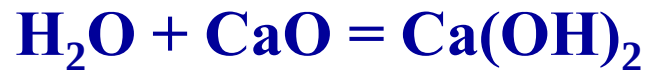
(при температуре красного каления)

- в)** С благородными металлами (Ag, Au, Pt) и ртутью вода не взаимодействует.

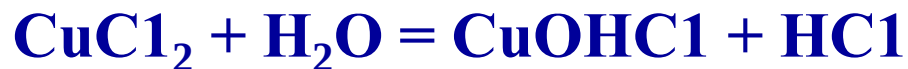
7. С гидридами s-элементов



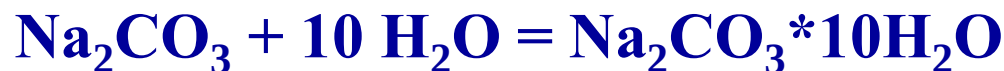
8. С основными и кислотными оксидами



9. С солями (гидролиз)



10. С различными веществами с образованием гидратов

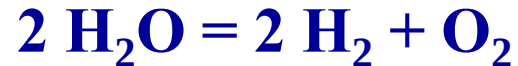


11. С органическими веществами (реакции гидратирования)



12. Термическая устойчивость воды

Вода устойчива к нагреванию, но свыше 1000°C происходит ее термическая диссоциация.



13. Каталитические свойства воды

Некоторые металлы не реагируют с сухим хлором, натрий не окисляется в атмосфере воздуха без следов влаги.

Фтороводород в отсутствии влаги не разъедает стекло и т. д.

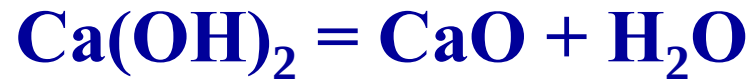
Вода в связанном состоянии

Формы состояния связанной воды многообразны.

1. Химически связанная вода

В такой форме вода не существует самостоятельно, но может выделяться в свободном виде.

Например, при нагревании гидроксида кальция происходит диссоциация по следующей схеме:



Химически связанная вода содержится в большинстве вяжущих строительных материалов, во многих горных породах, а также в кислородсодержащих кислотах, основных и кислых солях.

2. Вода в кристаллогидратах

Вода, содержащаяся в кристаллогидратах называется **кристаллизационной**. Кристаллогидрат с большим содержанием воды устойчив при низких температурах и разлагается при ее повышении, образуя менее гидратированные соединения.

В кристаллической решетке молекулы воды связаны и с анионами, и с катионами; они могут располагаться между слоями, взаимодействуя с 2-3 ионами.

В условиях высокой температуры устойчивы менее гидратированные или безводные соединения, поэтому при получении **вяжущих материалов** образуются именно такие формы.

При обычной температуре идет гидратация вяжущих материалов в результате взаимодействия с жидкой водой, водными растворами, водяным паром. Этот процесс способствует образованию пластичной массы вяжущих материалов. Со временем вяжущие материалы превращаются в камневидное тело, твердеют, так как образуются кристаллогидраты (гипс, портландцемент и др.).

Так, слоистая структура двухводного гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ состоит из небольших по размеру катионов Ca^{2+} и крупных анионов SO_4^{2-} . Молекулы воды располагаются в этом «шахматном поле» через два слоя. С ионом Ca^{2+} вода связывается через атом кислорода (донор), а через водород (акцептор) с кислородом, содержащимся в ионах SO_4^{2-} .



3. Вода в гидрогелях



Твердение вяжущих материалов проходит через стадию образования **геля** – студнеобразной массы. Это полужидкое – полутвердое состояние.

Дегидратация геля (обезвоживание) происходит по-разному: при обычной температуре или при нагревании вода испаряется или вступает в химическое взаимодействие с другими веществами.

По мере обезвоживания геля изменяются его свойства, пористость. Постепенно гель переходит в твердое камневидное тело с высокой прочностью.

Некоторые гели обладают способностью разжижаться при механических воздействиях – перемешивании, вибрировании и т.п.

Неоднократное обратимое разжижение геля называют **тиксотропией**. Процесс тиксотропии используют при твердении бетона.



4. Адсорбированная вода

Многие строительные материалы поглощают своей поверхностью влагу из окружающей среды, в первую очередь из воздуха. Это явление называют **адсорбцией**. Адсорбция зависит от химического состава, состояния поверхности и от внешних условий (температуры, влажности и т.д.).

Если молекулы воды вступают в химическое взаимодействие с веществами поверхности, то это способствует образованию прочных соединений – **хемосорбция**. Процесс ограничен доступной частью поверхности.

Вещества разделяют по отношению к воде на **гидрофильные** (хорошо смачиваются водой) и **гидрофобные** (не смачиваются водой) вещества.

Обработка материалов изменяет их свойства по отношению к воде. С помощью химически модифицированных поверхностей уменьшают или увеличивают гидрофильность / гидрофобность поверхности, что используется в промышленности.

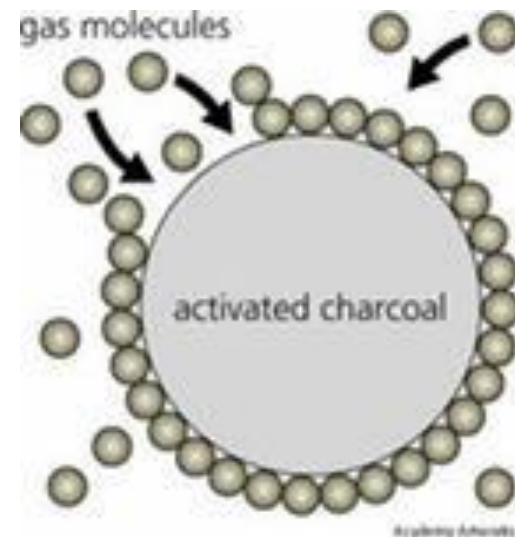
Под влиянием физических факторов вода непрочно адсорбируется поверхностью твердого вещества (физическая адсорбция). Поверхностные частицы твердого вещества (атомы, ионы, молекулы) притягивают подобные им частицы из окружающей среды, создавая силовое поле.

Выход частиц из этого поля требует затраты энергии, т.е. «испарение» частиц с поверхности не является свободным.

Адсорбция – экзотермический процесс, поэтому с повышением температуры количество адсорбированной воды уменьшается. При хемосорбции влияние температуры может быть незначительным.

Увеличение поверхности (внутренние поры, капилляры, повышение степени дисперсности) способствует увеличению количества адсорбированной воды.

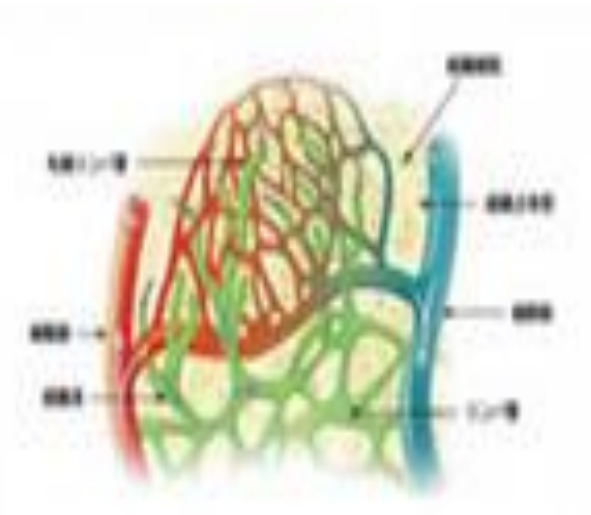
Это следует учитывать при использовании строительных материалов.



5. Капиллярная вода

Жидкость, находящаяся в трубке, взаимодействует с ее поверхностью. Роль капилляров могут выполнять поры.

Перемещение влаги (миграция) в пористых и сыпучих материалах, грунте возможно за счет капиллярной конденсации. При этом система переходит в более равновесное состояние; внутри достигается одинаковое парциальное давление водяного пара.



Показатели качества воды

Физические

Химические

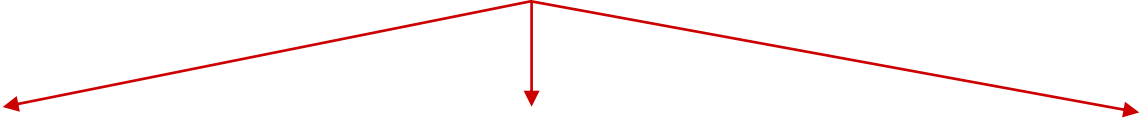
Биологические

Бактериологические



Физические показатели

характеризуются как общесанитарные



1. Содержание взвешенных веществ
(частиц песка, ила, планктона), которые определяются взвешиванием осадка после его выпаривания, мг/л

2. Цветность (окраска)
оценивается в условных единицах

3. Вкус и запах
(обуславливаются растворенными солями, газами, органическими соединениями)
оцениваются в баллах (*органолептически*), или по порогу разбавления

Химические показатели

**Основные
ионы**

Микроэлементы

**Растворенные
газы**

**Биогенные
вещества**

**Органические
вещества**



Основные ионы

Наиболее распространены в природных водах:

Анионы: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , HSiO_3^-

Катионы: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}

они составляют 90-95% от общего содержания ионов в воде.

Содержание в воде растворимых солей кальция и магния характеризуют *жесткость воды*.

Различают жесткость *карбонатную* – $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ и *некарбонатную* – CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.



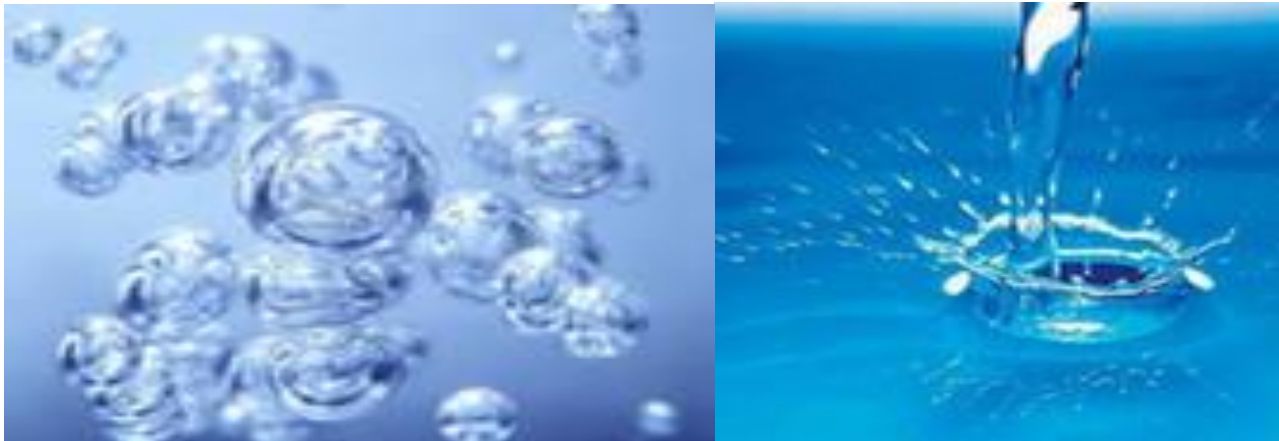
Растворенные газы

(O_2 , CO_2 , H_2S и др.)

O_2 в воду поступает из воздуха и образуется при фотосинтезе. Растворимость кислорода зависит от температуры воды; его концентрация в воде зимой меньше.

CO_2 находится в растворенном виде и в виде уголекислоты. Основными источниками CO_2 являются процессы распада биохимических веществ.

H_2S бывает органического (продукт распада) и неорганического (растворение минеральных солей) происхождения. H_2S придает воде неприятный запах и вызывает коррозию металла.



Биогенные вещества

Это соединения, необходимые для жизнедеятельности водных организмов и образующиеся в процессе обмена веществ соединения азота и фосфора.

Микроэлементы

Это элементы, содержание которых в воде менее 1 мг/л. Наиболее важные из них йод и фтор.



Органические вещества

Присутствуют в виде **гуминовых соединений**, образующихся при разложении растительных остатков и органических соединений, поступающих со стоком.

Их определяют 2 показателями:

ХПК (химическое потребление кислорода) – это количество кислорода, которое идет на окисление органики химическим путем в присутствии катализатора (сульфата серебра или дихромата калия), мг/л.

БПК (биологическое потребление кислорода) – это количество кислорода, которое идет на окисление органики естественным путем (биологическое окисление веществ), мг/л.

К химическим показателям воды относится водородный показатель – **pH**.

Биологические показатели

Это гидробионты и гидрофлора.

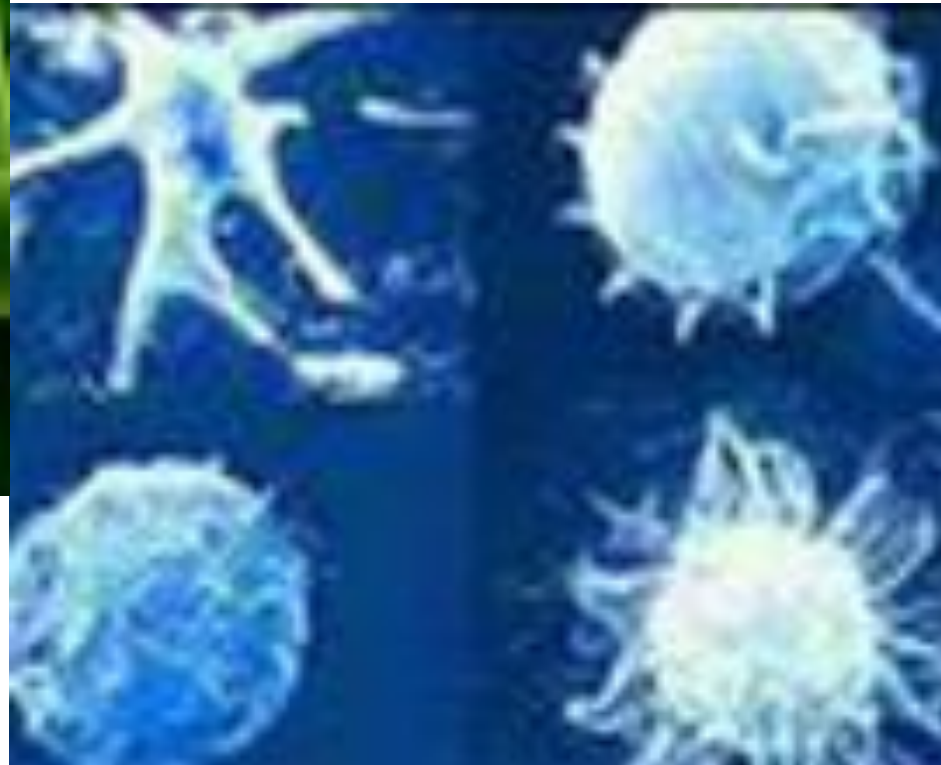
Гидробионты – обитатели от дна до поверхности.

Гидрофлора – растительность (высшие формы, водоросли).



Бактериологические показатели

- *Присутствие болезнетворных микроорганизмов* (кишечная палочка, холерный вибрион, стафилококки и др.)

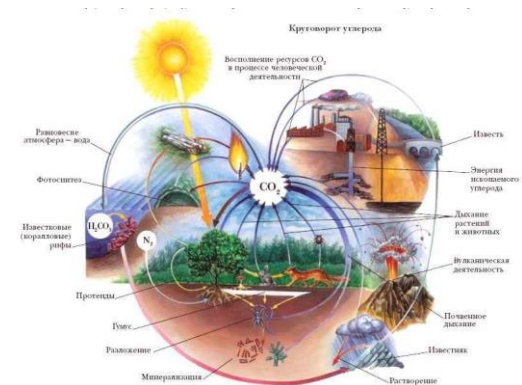


Природная вода содержит различные **примеси**: грубодисперсные (песок, глина и т.д.) и коллоидные частицы, органического и минерального происхождения, растворимые и нерастворимые соединения, в том числе и соли.

Для получения питьевой и технической воды, используемой в различных отраслях народного хозяйства, необходимо провести ее обработку. Процесс обработки воды обусловлен ее целевым назначением.

Питьевая вода должна соответствовать стандартным требованиям: полная безвредность, приятные органолептические свойства, бактериальная безопасность, жесткость не более 7 ммоль/л.

К воде, применяемой для промышленных целей предъявляются менее жесткие требования и зависят от цели ее использования.



Способы получения очищенной воды

Вредные химические элементы и вещества попадают в водоемы, ухудшая их санитарное состояние и вызывая необходимость специальной глубокой очистки воды перед использованием ее для хозяйственно-питьевых и некоторых промышленных целей

Способы очистки сточных вод

```
graph TD; A[Способы очистки сточных вод] --> B[Механические]; A --> C[Биохимические]; A --> D[Физико-химические]; A --> E[Электрохимические];
```

Механические

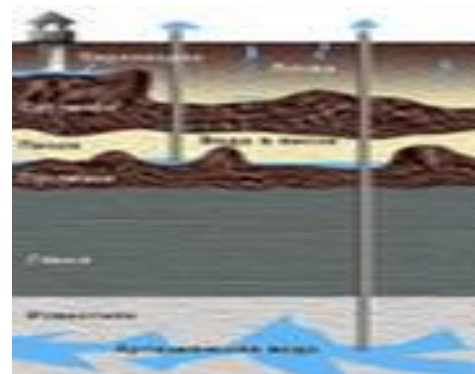
Биохимические

Физико-химические

Электрохимические

Механическая очистка

- 1. Отстаивание** — для очистки от грубодисперсных примесей.
- 2. Процеживание** — для извлечения крупных примесей, во избежание засорения труб и каналов (используют решетки, сита).
- 3. Фильтрация** — для выделения из сточных вод тонкодисперсных твердых и жидких частиц, которые не отстаиваются (используются металлические сетки, тканевые фильтры (хлопчатобумажные, из стекло- и искусственного волокна), керамические, зернистые материалы (песок, гравий, торф, уголь и др.).
- 4. Гидроциклоны** — очищают сточные воды от взвешенных частиц под действием центробежной силы, отбрасывающей тяжелые частицы к периферии потока.



Физико-химические методы очистки

Флотация

**Адсорбционная
очистка**

**Ионообменная
очистка**

Ультрафильтрация



Флотация

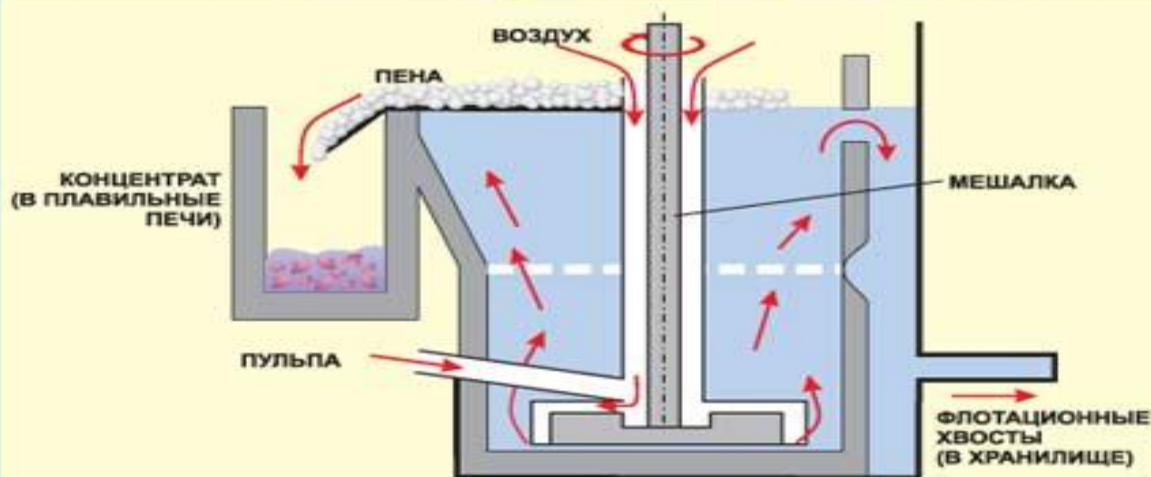
Флотация применяется для удаления из сточных вод нерастворимых диспергированных примесей, которые плохо отстаиваются. Для этого в воду подают воздух под давлением через перфорированные трубы с мелкими отверстиями. При движении через слой жидкости, пузырьки воздуха сливаются с частичками загрязнений и поднимают их на поверхность воды, где они собираются в виде пены.

Степень очистки составляет 95-98%.



ОБОГАЩЕНИЕ РУД ФЛОТАЦИЕЙ

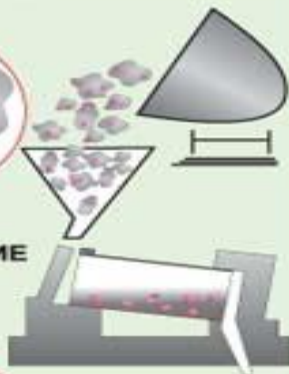
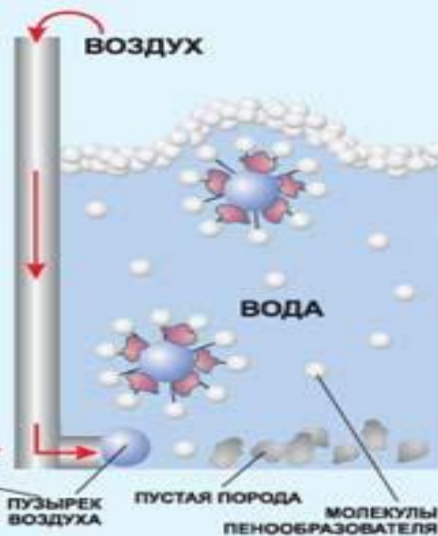
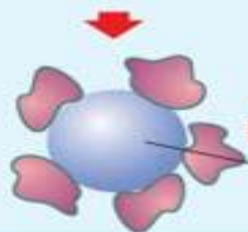
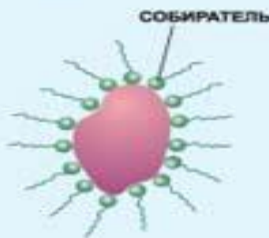
ФЛОТАЦИОННАЯ МАШИНА



МЕХАНИЗМ ПЕННОЙ ФЛОТАЦИИ

ЗЕРНА МИНЕРАЛА
В ПОРОДЕ

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

ОТДЕЛЬНЫЕ
ЗЕРНА
МИНЕРАЛАОБРАЗОВАНИЕ
ГИДРОФОБЛЕНКИ

Адсорбционная очистка

Адсорбционная очистка (очистка на твердых сорбентах) применяется для глубокой очистки сточных вод при незначительной концентрации загрязнителей, если они биологически не разлагаются или являются сильными ядами (фенолы, гербициды, пестициды, ароматические и нитросоединения, СПАВы, красители и т.д.).

Эффективность очистки 80-95%.

В качестве адсорбентов используют активированный уголь, золу, шлаки, синтетические сорбенты, глины, силикогели, алюмогели, гидраты окислов металлов.



Ионообменная очистка

Ионообменная очистка применяется для извлечения из сточных вод металлов (Zn, Cu, Cr, Ni, Pb, Hg, Cd, V, Mn и др.), а также соединений мышьяка, фосфора, цианистых соединений и радиоактивных веществ.

Суть метода состоит в том, что существуют природные и синтетические вещества (иониты), нерастворимые в воде, которые при смешивании с водой обменивают свои ионы на ионы, содержащиеся в воде.

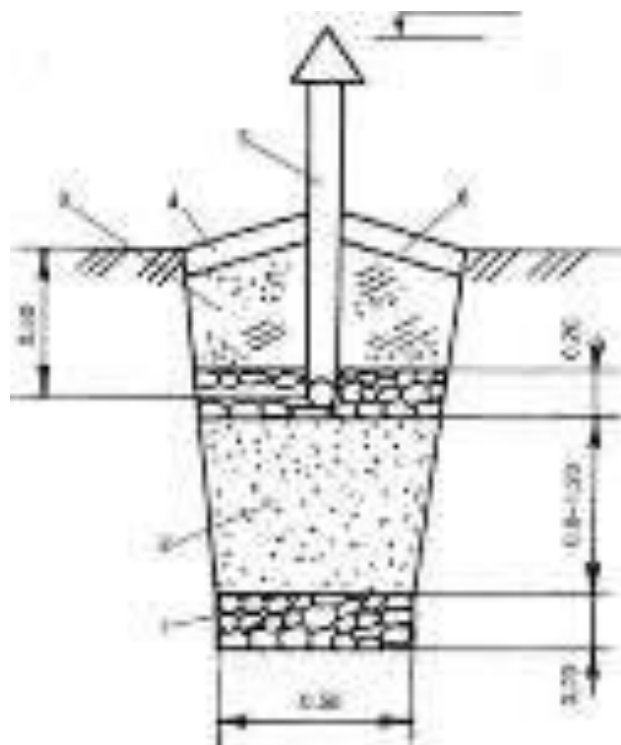
К неорганическим природным ионитам относятся цеолиты, глинистые минералы, полевые шпаты, различные слюды.

К неорганическим синтетическим относятся силикагели, оксиды и гидроксиды некоторых металлов (алюминия, хрома, циркония и др.).



Ультрафильтрация

Ультрафильтрация – процессы фильтрования растворов через полупроницаемые мембраны под давлением, превышающим осмотическое.



Химические методы

Химическая очистка проводится как доочистка вод.

Нейтрализация

Сточные воды, содержащие кислоты или щелочи, перед сбросом в водоемы или перед технологическим использованием подвергаются нейтрализации.

Для нейтрализации кислых стоков используют щелочи известковое молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $(\text{NaOH}, \text{KOH})$, соду (Na_2CO_3) , аммиачную воду (NH_4OH) , карбонаты кальция и магния $(\text{CaCO}_3$ и $\text{MgCO}_3)$, доломит $(\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3)$, цемент, для нейтрализации щелочных – кислоты (газы, содержащие CO_2 , SO_2 , NO_2 , N_2O_3).

