

С.М.Судариков

Гидрогеохимия

Основные компоненты
природных растворов

***Химически «чистая»
вода***

ювенильная вода

- Термин «**ювенильные**» воды впервые был предложен в 1902 году Э. Зюссом для вод, образовавшихся в глубоких недрах земли в результате дегазации магматических расплавов.
- Это воды **новые**, ранее не принадлежавшие гидросфере и не участвовавшие ни в каких видах

В.В. Хаустовым (2011) предлагается ввести понятие ювенильного водного флюида (ЮВФ).

- ЮВФ - первичная вода, зарождение которой происходит в верхнемантийных и более глубоких очагах плавления (плюмы, «горячие точки»), которая мигрирует в сторону поверхности Земли вместе с сопутствующими летучими (газами и др.)

Ювенильные водные флюиды (ЮВФ)



ЮВФ - первичная вода, зарождение которой происходит в верхнемантийных и более глубоких очагах плавления (плюмы, «горячие точки»), которая мигрирует в сторону поверхности Земли вместе с сопутствующими летучими (газами и др.)

- Что касается минерализации и солевого состава ювенильных вод, то наиболее убедительной представляется гипотеза М.А. Мартыновой и др., что это вода с очень низкой минерализацией поскольку в момент своего зарождения ювенильные воды не могут содержать в себе растворенных веществ.

Количественная оценка

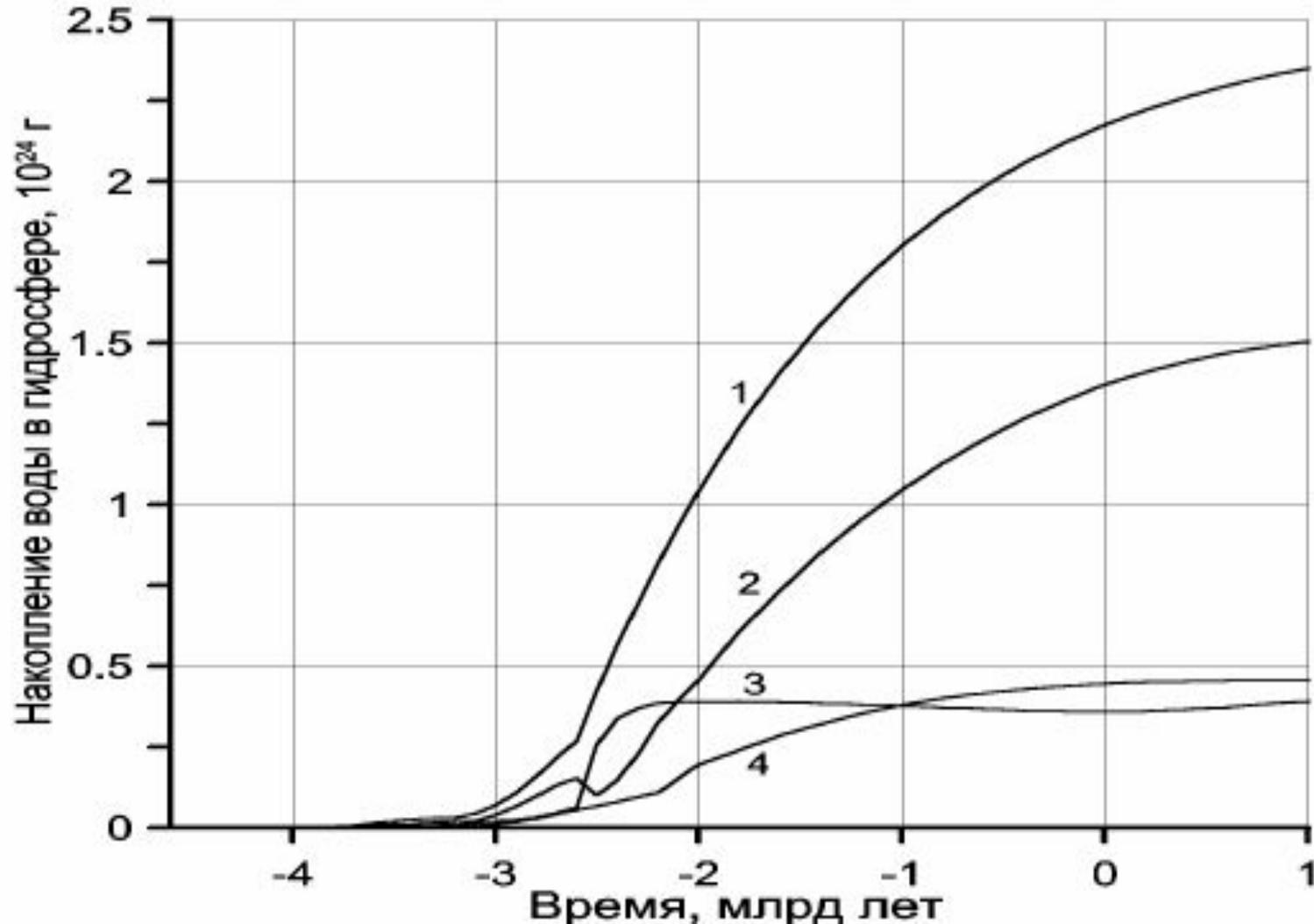
подтока ювенильных

растворов

- **О возможной производительности глубинного потока судят опосредовано по:**
- **а) интенсивности накопления водной массы Мирового океана**
- **б) количеству воды, содержащейся в базальтовом расплаве**
- **в) масштабам процессов разложения молекул воды**

Накопление воды в гидросфере Земли:

1 – суммарная масса дегазированной из мантии воды; 2 – вода в океане; 3 – вода в океанической коре; 4 – вода в континентальной коре



- Следует отметить, что существующие количественные оценки подтока ювенильных вод различных авторов различаются на порядки
- Тем не менее, даже принимая во внимание расхождение в оценках ювенильного подтока у различных исследователей, следует признать количество ювенильных вод, пополняющих современную гидросферу, значительным

Природная вода это водный раствор, т. е. дисперсная система. В растворе **чистая вода** является растворителем (**диспергатором**), растворенные вещества — **дисперсной фазой**.

- «**Чистую**» воду можно рассматривать как полимеризованную жидкость с формулой $(\text{H}_2\text{O})_n$. Степень полимеризации n зависит от T и P .
- Кластеры (агрегированные полимолекулы, встречаются наряду с отдельными молекулами воды), **при 0°C имеют структурную формулу $\text{H}_{180}\text{O}_{90}$, а при 70°C**

- Как показывают характеристики электропроводности, «чистая» вода также диссоциирует по схеме
- $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$.
- Часто упрощенно вместо H_3O^+ записывают H^+ ; тогда ионное произведение воды $K_{\text{В}}$ будет иметь вид:
- $K_{\text{В}} = c_{\text{H}^+} c_{\text{OH}^-} = [\text{H}^+] [\text{OH}^-]$.
- Величина $K_{\text{В}}$ зависит от температуры и при 25°C составляет $1,0 \cdot 10^{-14}$ моль²/л².

Водородный ион (H⁺)

- Концентрации ионов водорода и гидроксид-иона в нейтральной среде составляют 10^{-7} г-моль/л; поскольку ионная масса водорода равна 1, эта величина равна 10^{-7} г/л, или 10^{-4} мг/л.
- Концентрации ионов водорода из-за их малых значений принято выражать в логарифмической форме. Для большинства природных вод рН изменяется в пределах от 6 до 8. Воды с низкими значениями рН (иногда до 2–3) встречаются в зонах окисления сульфидных руд, обычно

Природные воды - растворы соляной или серной кислот, встречаются в кратерах вулканов. Содержание водорода в таких водах может достигать 10 - 100 мг/л, а рН 1,5–2 и ниже.



Гидроксил-ион (ОН⁻)

- В большинстве природных вод концентрации гидроксил-иона, определяемые значениями рН=6-8, очень малы.
- Воды с повышенной щелочностью характерны для **содовых озер**, для зон выщелачивания **щелочных пород**.
- В таких водах рН может повышаться до **10 –11**.

- В исключительных случаях могут формироваться воды с рН до **12,3–12,5**.
- Концентрация гидроксил-иона в таких водах достигает **~ 400 мг/л**.
- Такие воды встречены в Иордании в источниках бассейна р. Ярмук и формируются, видимо, при растворении редкого минерала **портландита**, при термическом разложении карбонатных пород.

Изотопный состав природной воды

- Благодаря работам Вл.Ив. Ферронского, Иг. Нест. Толстихина по изотопии воды нам известно, что в природе вода, в основном, представляет собой смесь девяти различных молекул (H_2^{16}O , H_2^{17}O , H_2^{18}O , HD^{16}O , HD^{17}O , HD^{18}O , D_2^{16}O , D_2^{17}O , D_2^{18}O), отличающихся изотопами водорода (^1H — протий, $^2\text{H}(\text{D})$ — дейтерий и $^3\text{H}(\text{T})$ — тритий) и кислорода (^{16}O , ^{17}O и ^{18}O).

Водород. ^1H – протий – 99,98 % ^2H (D) – дейтерий – 0,02 %

^3H (T) – тритий – $3 \cdot 10^{-16}$ %

На Земле 3-10 кг естественного трития.

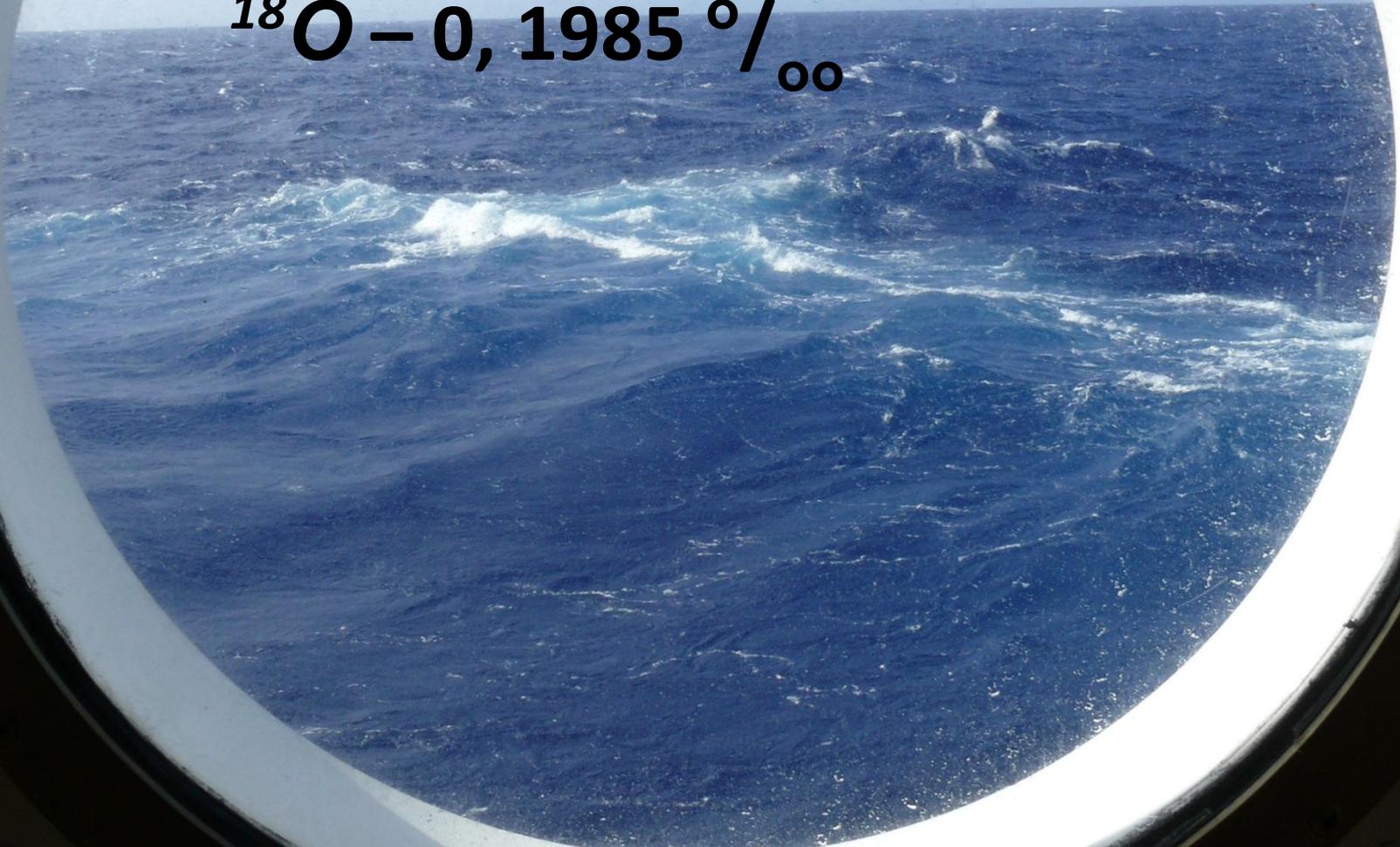
Период полураспада 12,26 лет

- **Кислород.**
- ^{16}O ; ^{17}O ; ^{18}O – стабильные изотопы кислорода;
- ^{14}O ; ^{15}O ; ^{19}O – короткоживущие;
- ^{16}O – 99,76 %
- ^{17}O – 0,04 %
- ^{18}O – 0,20 %

SMOW – Standard of Marine Ocean Water

$D - 0,0158 \text{ ‰}$;

$^{18}\text{O} - 0,1985 \text{ ‰}$



SMOW – Standard of Marine Ocean Water $D - 0,0158 \text{ ‰}; ^{18}\text{O} - 0,1985 \text{ ‰}$

- 99,8 % молекул воды имеют массу 18($^1\text{H}^1\text{O}^1\text{H}$). Вода с формулами D_2^{16}O , D_2^{17}O , D_2^{18}O называется **тяжелой** (ее получают при длительном электролизе обычной воды)

Наиболее устойчивой является тяжелая вода D_2O . Содержится в виде примеси в обычной воде в сотых долях процента. По свойствам D_2O существенно отличается от обычной:

- D_2O : $t_{\text{плавл}} - 3,81^\circ$; $t_{\text{кип}} - 101,4^\circ$;
плотность_{макс} $1,056 \text{ г/см}^3$ при $11,2^\circ\text{C}$
- вязкость на 20 % выше;
диэлектрическая постоянная на 0,3-0,5 % ниже обычной воды

Вода, содержащая сверхтяжелый изотоп водорода, — тритий (образуется в процессах ядерного распада) — называется **сверхтяжелой** (T_2O)

- С участием трития, образующегося также в атмосфере под действием космического излучения, происходит примерно 10^{-20} частей образования ${}^3H^{16}O^{1}H$ на одну часть H_2O . Эта водная молекула играет важную роль в качестве мигранта-трассера для определения возраста «молодых» вод зоны активного водообмена.

- T_2O : плотность – $1,33 \text{ г/см}^3$; $t_{\text{пл}}^{\circ} - 9^{\circ}$; $t_{\text{кип}}^{\circ} 104^{\circ}$. Гет. фаз. 2 г. Т.Б. Телер. 2 Т.Б.