

# Происхождение вод на Земле и их эволюция в результате круговорота

*Якушин Л.М., канд.геолого-минер. наук*

lmyakushin3709@mail.ru

Вопрос, откуда вода появилась на Земле, разными исследователями решается на основе разных исходных предпосылок и имеющихся данных? В настоящее время в науке официально признана гипотеза дегазация Земли, согласно которой четыре миллиарда лет назад, после остывания земной коры, через ее трещины и жерла вулканов начался выброс раскаленной магмы с одновременным выходом на поверхность газов, водяных паров и горячей воды. С этого времени начинается формирование гидросферы Земли.

Предположительно, в течение 1 миллиарда лет процесса дегазации, количество выносимой на поверхность земли воды изменялось от 0 до 1,3 км<sup>3</sup> /год. Далее, вынос воды из недр Земли уменьшался и сейчас составляет около 0,25 км<sup>3</sup> /год. Считается, что около 1,7 10<sup>9</sup> лет назад химический состав вод океана был близок к современному. В настоящее время количество вод в океане насчитывает 1370 млн. км<sup>3</sup>, а его площадь составляет 380 млн. км<sup>2</sup>, или 75% от общей площади поверхности Земли [Каланов В., сайт Знание-сила].

Есть и другие варианты, в которых постулируется поверхностное и даже космическое происхождение вод Земли, в том числе, и глубинных подземных вод. Во втором случае оно связывается с поступлением воды на Землю с космическими объектами, прежде всего с кометами. Но возникает вопрос, откуда вода появилась на кометах, как и происхождение самих комет? Одним из вариантов ответа на этот вопрос может явиться гипотеза о том, что существующая в пространстве между Марсом и Юпитером зона астероидов образовалась в результате взрыва существовавшей здесь планеты, на которой имелись поверхностные и подземные воды. То есть присутствие

воды на кометах является следствием наличия воды на взорвавшейся планете (как и на других планетах) а не наоборот.

Представляет несомненный интерес рассмотреть образование вод и их химического состава как в океанах и других поверхностных водах, так и ниже поверхности земли, то есть подземных вод зон активного, замедленного водообмена (переходная зона), и зоны застойного режима. А также характер их взаимодействия во времени и пространстве.

### **1. Происхождение и свойства флюидов в океанах.**

В работах [1-3] происхождение флюидов ниже дна океанов рассматривается в связи с проявлением здесь гидротермального рудогенеза. При этом формирование гидротермальных рудоносных растворов связывается с трансформацией океанической воды при высокотемпературном взаимодействии с породами коры и верхней мантии. Указанный процесс, по мнению авторов [2] протекает путем проникновения океанической воды по открытым трещинам в фундамент, которая постепенно погружается и нагревается. Глубина активного окисления магматических пород может достигать 300м, а температура воды разогревается до 50-80° С. После взаимодействия океанической воды при нисходящей и восходящей ее фильтрации через породы концентрация натрия, калия, хлора и ряда других элементов (основной макросостав) практически не изменяется. Содержание же металлов в ней (марганца, железа, цинка и др.), которым принадлежит основная роль в формировании отложений гидротермальных полей на дне океана, на несколько порядков увеличивается.

Взаимодействие восходящего гидротермального рудоносного раствора с холодной океанической водой на поверхности дна океана, приводит к формированию здесь рудопроявлений. Все многообразие отложений, связанных с гидротермальными процессами океанического дна, называют отложениями гидротермальной циркуляционной системы.

Авторы указанной работы, отмечают, что такое название в большой степени уводит от терминологии, используемой в рудной геологии. Тем не

мене, они считают, что этот термин в наибольшей степени отражает существо процесса (в циркуляционной системе). Длительность пребывания океанической воды в циркуляционной системе оценивается примерно в 10 лет.

Возможность существования указанной циркуляционной системы вызывает очень большие сомнения, прежде всего, с позиций гидродинамики. При постулируемом проникновении океанической воды по трещинам вниз до глубины 300м, необходимости горизонтальной и восходящей составляющих циркуляционного потока, должно происходить падение напора вдоль него (при протяженности потока порядка 1000 и более метров), которое должно составить значительную величину (свыше нескольких метров). При этом, необходим учесть, что разгрузка восходящих потоков высокотемпературных (свыше 300° С) вод обычно осуществляется через гидротермальные постройки высотой до 40м над поверхностью дна океана (вокруг построек из дна высачиваются низкотемпературные термальные вод), то есть разгрузка вод происходит при довольно больших напорах. В тоже время, напоры океанической воды в местах проникновения и ее разгрузки одни и те же. Это противоречие не снимается температурным расширением воды, ввиду ее небольшой величины. Кроме того, разогрев нисходящей океанической воды достигает 50-80° С, в то же время в разгружающихся через гидротермальные постройки воды температура достигает 360° С.

Интерпретация же относительно отличий химического состава вод океана от высокотемпературных гидротермальных флюидов (повышенные концентрации металлов) может быть совершенно иной, связанной с глубинным, а не поверхностным, происхождением восходящих гидротермальных вод. После взаимодействия последних с холодной водой, из них выпадают в осадок некоторые металлы и другие элементы, формируя гидротермальные отложения, как и на материках (с определенными отличиями). В то же время, близкий химический макросостав сравниваемых

вод можно рассматривать, как наличие генетической связи океанической воды с глубинными гидротермальными флюидами.

При этом необходимо отметить, что в работах [2, 3] и в ряде других указывается на наличие в Красном море в рифтовых впадинах высокоминерализованных горячих рассолов и содержащих металлоносные осадки.

Рассолы впадины строго стратифицированы с выделением нижнего и верхнего слоев, различающихся по температуре и солености. Температура нижнего слоя, с повышенной соленостью, постоянно увеличивалась с 1965 по 1992 г. от 56 до 66° С. Поступление гидротермальных растворов во впадину оценивается от 1000 до 3000 м<sup>3</sup> /ч., температура же их разными исследователями оценивается в пределах 195 – 400° С.

Многие исследователи связывают образование рассолов в указанных впадинах с растворением солей соленосных отложений (в верхних частях склонов впадин) в морской воде. Но на основе анализа приведенных выше и других данных можно дать другую интерпретацию генезиса рассолов.

В работе Дюнина В.И. [4], на основе большого фактического материала и его анализа, делается вывод, что региональные потоки в глубоких горизонтах нефтегазоносных бассейнов в принципе существовать не могут. Подземный сток, сформировавшийся в периферийных частях слоистых отрицательных структур, разгружается в непосредственной близости от региональных областей современного инфильтрационного питания, в основном, путем восходящей рассредоточенной разгрузки через слабопроницаемые породы. Массоперенос в глубоких горизонтах осадочных толщ отрицательных структур (зона весьма замедленного водообмена) формируется вне связи с краевыми зонами нефтегазоносных бассейнов под влиянием внутренних, главным образом эндогенных факторов. Глубокие водоносные (нефтегазоносные) горизонты представляют собой систему пластово-блокового строения с отсутствием или весьма слабой связью между собой.

## **Формирование подземных вод на континентах.**

В геологическом разрезе земной коры на континентах обычно выделяются зоны активного, замедленного и весьма замедленного водообмена. В первой зоне, на большей части территории, в основном, распространены пресные и слабосоленоватые воды. Воды зоны активного водообмена сформировались в результате процесса круговорота воды на Земле, включающего в себя инфильтрацию атмосферных осадков через почву и зону аэрации в грунтовые, а затем в нижележащие подземные водоносные горизонты.

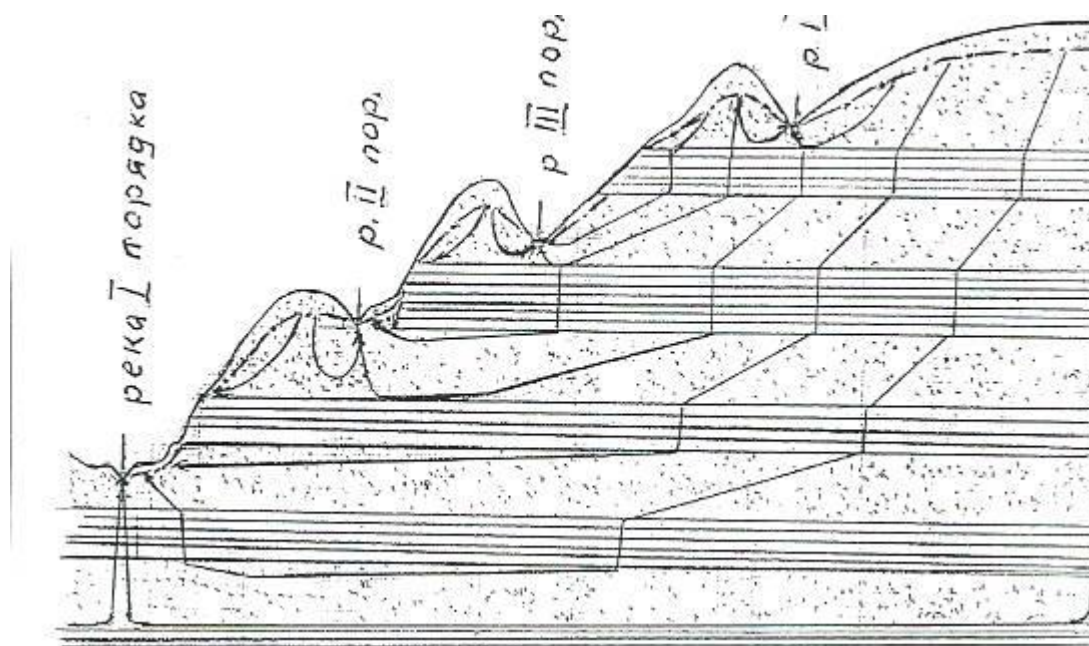
В работе Шестакова В.М. [5] отмечается, что в центральной части водораздельного потока подземных вод зоны активного водообмена имеет место падение напоров сверху вниз с образованием куполов напорной поверхности в пределах каждого водоносного пласта, а в зонах эрозионных врезов происходит «инверсия» изменения напоров с возрастанием их глубины. Эта характеристика соответствует понятию профильного потока (двухмерного).

На основе проведенных гидрогеологических исследований в Подмосковье [6], констатируется, что в районе Клинско-Дмитровской гряды в водоносных комплексах от четвертичного до протвинско-серпуховского, уровни воды постепенно снижаются на общую величину 70-100 м. Здесь же отмечается отрицательная температурная аномалия, которая прослеживается до глубины около 300 м от поверхности земли. Она характеризуется относительно низкой температурой (6, 5°), то есть ниже фоновой на несколько градусов. К Клинско-Дмитровской гряде приурочен водораздел между бассейнами крупных рек Волги и Москвы. Протяженность водораздельных потоков, дренируемых этими реками, не менее 40-50 км, а их общая мощность достигает 300 и более метров. Схематическая структура системы водораздельных потоков подземных вод представлена на рисунке 1.

Как видно из представленного ниже рисунка 1 эта структура является двухмерной (в плоскости рисунка), и определяется системой дренирования

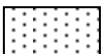

этих вод реками и ручьями различного порядка. Так на рисунке знаком р.IV обозначены ручьи, дренирующие, как правило, только грунтовые воды. Другими же знаками обозначены реки, дренирующие и напорные воды, причем река I порядка дренирует и потоки наиболее глубокого водоносного горизонта зоны активного водообмена.

Таким образом, ручьи и реки различного порядка, вместе с дренирующими ими подземными водами, можно рассматривать в качестве динамических структур различного иерархического уровня. Каждая из этих ДС имеет водосборную площадь, определенный объем водовмещающих пород и, соответственно, подземных вод. Сами же ручьи и реки можно рассматривать как своеобразные оси симметрии ДС.



**Рис. 1. Схематическая структура системы местных потоков подземных вод (профильного водораздельного потока).**

Условные обозначения.

	Водоносный горизонт и его номер		Уровень грунтовых вод
	Относительный водоупор		Линии тока профильного потока

Комплекс водоносных горизонтов в пределах водораздельного потока подземных вод представляет собой единую гидродинамическую систему с трехмерным характером структуры потока. При этом, каждая лента тока (полоса между двумя соседними линиями тока) имеет свои параметры, в вертикальной и горизонтальной плоскостях: длину (от участка на уровне грунтовых вод до соответствующей дрены), максимальную глубину проникновения линии тока (минимальную величину абсолютной отметки), период водообмена.

Глубина распространения зоны активного водообмена, в основном, зависит от превышения абсолютных отметок водораздельных поверхностей земли относительно уровней воды в наиболее крупных реках, дренирующих подземные воды, а также от климатических факторов, прежде всего количества атмосферных осадков.

Водораздельные потоки подземных вод генетически связаны с экзогенными процессами круговорота воды на Земле. В указанной зоне, как правило, приурочены пресные воды (с минерализацией до 1 г/л), поэтому они интенсивно используются для питьевого водоснабжения с помощью водозаборных скважин. Химический состав этих вод формируется, в начале, в земной атмосфере, а затем, фильтруясь через почвенный покров, зону аэрации, и далее через горизонты грунтовых и напорных вод, обогащаясь вымываемыми из них солями.

В зонах замедленного и весьма замедленного водообмена характер изменения минерализации и температуры с глубиной имеет примерно ту же направленность, что и в Красном море. В наиболее глубоких частях бассейнов подземных вод достигается их еще более высокая минерализация, чем указанная выше во впадинах Красного моря. Часто генезис такой минерализации вод так же связывают с наличием в разрезе соленых толщ, но они далеко не всегда присутствуют, но рассолы имеются.

В работе [7] и ряде других рассматривается процесс испарительного концентрирования высокотемпературных подземных вод за счет процесса всплывания пузырьков газа при глубинной дегазации недр Земли. В ходе этого процесса, присутствующая в пузырьках газа парообразная вода, выносится в вышележащие водоносные горизонты. При этом, с понижением температуры ниже  $100^{\circ}\text{C}$ , пар переходит в жидкое состояние, образуя в водоносных горизонтах зоны пониженной минерализации по сравнению с фоном.

**Если предположить, что восходящие из глубоких недр Земли флюиды имеют общую минерализацию, близкую к океанической воде, то по объему концентрированных подземных вод и их минерализации можно судить о размере восходящего потока воды и газа за какой-то промежуток времени.**

В работе Гаврилюка М. Г. [8] приводятся данные детальных геологических исследований на газоконденсатных месторождениях Узбекистана, залегающих в подсолевых отложениях верхней юры, сложенных биогермными известняками. Они, в частности, выявили несоответствие классической теории происхождения солей путем испарения морской воды в солеродных бассейнах.

Это, в частности, проявилось в несоответствии реальной макро-микроструктуры залегания слоев хлоридных солей, а также ангидритов, доломитов, магнезитов. При этом была обнаружена теснейшая пространственно-временная связь указанных отложений с нефтяными битумами, а также образованием в биогермных известняках газоконденсатных месторождений.

В последнем случае происхождение указанных месторождений можно генетически связать с гипотезой неорганического происхождения углеводородов. При этом источником углеводородов являются восходящие из глубоких недр Земли флюиды [9-11]. Если, как указывалось выше, эти флюиды химически близки океанической воде, то привносимые с ними в



месторождение соли вполне могут быть источником образований солевых залежей в результате процесса подземного испарительного концентрирования. Наибольшие мощности солей, обычно, приурочены к зонам проявления тектонических нарушений, по которым и происходит внедрение глубинных флюидов. Изменение толщины солевой толщи по площади, связано с солевой тектоникой, которая в свою очередь, по всей видимости, обуславливается внедрением в солевую залежь высоконапорных флюидов.

В докладе академика А.А. Маракушева «Природа ассоциаций соляных и нефтяных залежей», прочитанном на конференции в МГУ им. М.В. Ломоносова весной 2012 года, в частности, говорилось о глубинном происхождении соленых толщ и нефтяных месторождений в недрах Земли, связанном с глубинными восходящими потоками флюидов. В связи со сказанным, по всей видимости, по объему и массе ископаемых солевых толщ можно рассчитать объемы глубинных флюидов, сформировавших указанные толщи по формуле:  $V_{\text{фл.}} = V_{\text{ст.}} \cdot \rho_{\text{с}} / 35$ ,

где  $V_{\text{фл.}}$  – объем солевой толщи, м<sup>3</sup> ;

$\rho_{\text{с}}$  - плотность солей, кг/м<sup>3</sup> ;

35 – содержание солей в кг/м<sup>3</sup> в флюидах (принимается по аналогии с океанической водой).

Формирование флюидов в недрах Земли рассматривается в рамках парадигмы растущей (расширяющейся) Земли [11], а также кинетической картины мира [12, 13]. В последней из указанной наших работ (сборник статей), под общим названием «Аспекты кинетической картины мира» в шести статьях и докладах на конференциях рассматриваются вопросы физических полей, круговорота эфира в Мире, и процессы его обуславливающие.

При принимаемой скорости расширения Земли в последние миллионы лет (2 см/год), увеличивающейся в процессе ее эволюции, предполагает и соответствующее увеличение объема восходящего потока воды, а не его

уменьшения, о чем говорилось в начале настоящей работы. По всей видимости, с указанных позиций наибольший объем, поступающий из недр воды, приходится на настоящее время. В работе Граменицкого Е.М. «Глубины Земли – в лаборатории» [11] говорится, что в алюмосиликатных расплавах (магме) растворяется до 12% воды по массе (это 55% молекулярных). Отделяемая вода при кристаллизации магмы называется гидротермальными растворами. Из этих растворов, циркулируемых по трещинам, выделяются вещества жил (в том числе рудных). Если принять содержание воды в магме в среднем 6%, то слой новообразованной воды составит порядка 0,12 см/год (при поступлении 1,3 км<sup>3</sup>/год воды в океан это оставит слой воды 0,34 · 10<sup>-3</sup> см).

Таким образом, более вероятен вариант - увеличивающегося поступление воды в океан во времени.

### **Выводы.**

На основе проведенного краткого анализа по проблеме происхождения на Земле существующих поверхностных и подземных вод с некоторым основанием можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Подавляющая часть вод Земли генетически связана с восходящими потоками флюидов из ее недр, причем, исходный химический макросостав флюидов близок к современному составу океанической воды.

2. Пресные подземные воды зоны активного водообмена формируются под действием экзогенных факторов в процессе круговорота воды на Земле. Химический состав атмосферных осадков является исходным для этих вод, который преобразуется в результате испарительного концентрирования и взаимодействия инфильтрирующихся атмосферных осадков с почвой и вмещающими подземные воды породами.

3. Глубокие подземные воды формируются под действием эндогенных факторов, в основе которых лежит круговорот эфира в природе,

а их химический состав, прежде всего, связан с процессом испарительного концентрирования исходного состава восходящих глубинных флюидов.

4. Распределение по глубине химического состава, давления и температуры всего разреза подземных вод являются результатом действия на них экзогенных и эндогенных факторов, которые формируют их динамическое равновесие. Это равновесие регулярно нарушается во времени и пространстве режимом внедрения глубинных флюидов и под действием космических факторов.

5. С восходящим из недр Земли потоком флюидов, связаны все эндогенные месторождения полезных ископаемых, в том числе нефтяные и газовые.

6. На других планетах и их спутниках, на которых происходят активные эндогенные процессы, тоже должна быть вода, но только в виде соленых вод, а пресные в виде льда или в газообразном состоянии (ввиду отсутствия на них круговорота воды).

7. Приведенные выводы, конечно, нуждаются в целенаправленных дальнейших исследованиях этой сложной, но очень важной в теоретическом и практическом плане, проблемы.

#### Литература

1. Курносков В.Б. Гидротермальные изменения базальтов в Тихом океане и металлоносные отложения. М.: Наука, 1986, 253 с.
2. Гидротермальный рудогенез океанского дна/ Ю.А.Богданов и др.; Ин-т океанологии им. П.П. Широкова. – М.: Наука, 2006.- 527 с.
3. Батурин Г.И. и др. О составе и происхождении железорудных осадков и горячих рассолов в Красном море // Океанология, 1969, №3. – С 442- 451.
4. Дюнин В.И. Гидродинамика глубоких горизонтов нефтегазоносных бассейнов.- М.: Научный мир, 2000.
5. Шестаков В.М. Динамика подземных вод. М.: Издательство МГУ, 1979.

6. Просенков В.И. Особенности режима интенсивно эксплуатируемых водоносных горизонтов Москвы и Подмосковья и вопросы их рационального использования. Автореферат кандидатской диссертации. М., 1974.
7. Гуревич А.Е., Крайчик М.С., Батыгина Н.Б. Давление пластовых флюидов. Л.: Недра, 1987
8. Гаврилюк М.Г. Световые токи в природных процессах Земли. Спб. ЗАО Полиграфическое предприятие №3, 2010.
9. Кропоткин В.И., Пиковский Ю.И. О критике концепции неорганического происхождения нефти. Изв. АН СССР, серия геол., 1989, N 2.
10. Якушин Л.М. Основные взгляды на формирование и эволюцию месторождений углеродов и роль в этом процессе флюидодинамики. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений - 2002 - №7.
1. 11.Блинов В.Ф. Растущая Земля: из планет в звезды. - М.: Едиториал УРСС, 2003.
11. Якушин Л.М. Анализ обоснованности современных геодинамических гипотез и парадигм // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений - 2011 - №7.
12. Якушин Л.М. Аспекты кинетической картины мира. Сборник статей. LAMBERT Academic Publishing, 2015.
13. Граменицкий Е.М. Глубины Земли – в лаборатории// Химия и жизнь XXI век – 2016 №5.