

ВОДА ИЗ ВЕЛИКОЙ БЕЗДНЫ – ПРАВДА ИЛИ МИФ?

Андрей Баран

Библия является одной из наиболее древних книг человеческой цивилизации. Она содержит целый ряд ценных данных о духовных, этнических, юридических и других особенностях древних народов. Она также является поучительной и пророческой книгой, содержит исторические данные о событиях, которые происходили до и в начале нашей эры. Рождение, жизнь и смерть Иисуса Христа, которые наиболее детально описаны именно в этой книге, и стали той эпохальной чертой, которая разделила историю человеческой цивилизации на две эпохи – до рождения Иисуса и после Его рождения. Это нашло отражение в датировании времени. Поэтому описанные в Библии события ни в коем случае нельзя недооценивать. Эта книга также содержит данные о природных процессах, в частности, о другом глобальном событии – природном катаклизме, который полностью изменил поверхность всей планеты – Всемирном потопе. Так, в книге *Бытие 7:11-12* написано следующее: *«В шестисотый год жизни Ноевой, во второй месяц, в семнадцатый день месяца, в сей день разверзлись все источники великой бездны, и окна небесные отворились; и лился на землю дождь сорок дней и сорок ночей»*. Поэтому библейский Потоп преимущественно ассоциируется с дождем, который лил на землю 40 суток. Но в цитате есть следующие слова: *«... разверзлись все источники великой бездны ...»* И далее стих *7:24*: *«Вода же усиливалась на земле сто пятьдесят дней»*. То есть, во время Потопа еще дольше, чем с неба, вода поднималась из земли. Как известно, верхняя часть планеты – литосфера – является твердой оболочкой Земли. На первый взгляд выглядит невероятным, что твердая планета может содержать такое количество жидкости, чтобы полностью покрыть ее поверхность. Таким образом, возникает вопрос: согласуются ли указанные библейские данные с современными геологическими и гидрогеологическими знаниями?

Общие данные

Вода содержится в атмосфере, биосфере и гидросфере. Гидросферу образуют воды, которые находятся в жидком состоянии и накапливаются в океанах, морях, озерах, реках, болотах, а также в кристаллическом состоянии – это ледники и снег.

Наибольшую массу воды в гидросфере содержит Мировой океан (океаны и моря) – по разным оценкам 1330-1370 млн. км³. На втором месте находятся подземные воды – 461,4-1300 млн. км³, потом идут лед и снег – 24 млн. км³, потом озера – 176,4 тыс. км³, атмосферные воды – 12,9 тыс. км³, болота – 10,3 тыс. км³, речные воды – 2,1 тыс. км³ и вода в живых организмах – 0,05-1,1 тыс. км³.^{7 5 1} Таким образом, всего на планете (океанах, поверхности суши и в земной коре) содержится около 1,8 млрд. км³ воды, а по некоторым данным¹ до 2,5 млрд. км³. Это составляет около 1% массы Земли.²

О мощности гидросферы можно судить по следующим данным: наибольшая известная глубина Мирового океана 11 022 м; подземные воды в жидкой фазе на суше встречаются вероятно до глубины 10-12 км, глубже и выше вода существует в пароподобном и химически связанном состоянии; ледяной покров достигает толщины 4 км (в Антарктиде).^{5 2}

Вода в земной коре и верхней мантии

В настоящее время выделяют следующие виды подземных вод: свободную, пароподобную, в твердом состоянии, физически и химически связанную.

Свободные воды. Среди свободных вод, которые образуют жидкую фазу пород, различают гравитационную, капиллярную и иммобилизованную.

Гравитационная вода находится в капельно-жидком состоянии в крупных, надкапиллярных порах проницаемых пород, она движется по порам и трещинам в горных породах под действием силы тяжести и способна передавать гидростатическое давление. Наиболее часто именно эта вода используется для пищевого и промышленного потребления.^{7 5 2}

Капиллярная вода заполняет капиллярные пустоты и тонкие трещины в горных породах и под действием сил поверхностного натяжения на границе воды и воздуха поднимается выше уровня подземных вод, образуя, таким образом, зоны капиллярного насыщения. Ее формирование осуществляется не под действием гравитационных сил, а под действием сил поверхностного натяжения. Как правило, чем меньше размер частиц пород, тем больше высота капиллярного поднятия.⁷ Впрочем, при сплошном заполнении капиллярных пор эта вода может передавать гидростатическое давление.² По ряду свойств она существенно отличается от свободной гравитационной воды. Например, в наиболее мелких порах тонкодисперсных пород (глины, суглинки) замерзает только при температуре ниже -12°C.¹ В зависимости от расположения и связи капиллярной воды с гравитационной водой зоны насыщения выделяют следующие 3 их вида: подвешенные, стыковые и капиллярной каймы.⁵

Подвешенные капиллярные воды – это те, которые удерживаются в капиллярных порах и трещинах силами поверхностного натяжения при просачивании воды через поверхность земли. Они не достигают верхней границы грунтовых вод зоны полного насыщения. Стыковые капиллярные воды образуются в углах пор и на стыках частиц пород под влиянием капиллярных (менисковых) сил. Воды капиллярной каймы образуются при наличии грунтовых вод в зоне насыщения путем капиллярного поднятия силами поверхностного натяжения в зоне аэрации. При этом верхняя поверхность капиллярных вод претерпевает колебания в соответствии со сменой уровня грунтовых вод.⁵

Иммобилизованная (вакуольная или сорбционно-замкнутая) вода образуется в замкнутых порах (вакуолях) пород в виде капельно-жидкой фазы. При механическом нарушении или разрушении каркаса горных пород эта вода преобразуется в гравитационную.^{7 2} Условия формирования подобных изолированных пустот могут быть разными: отдельные поры осадочных

дисперсных горных пород, обособленные в результате цементации порового пространства, отдельные микропустоты в кристаллах и минералах, закрытые (изолированные) непосредственно в процессе минералообразования, изолированные микропустоты, что формируются при остывании и уменьшении объема магматических пород. Состав иммобилизированной воды может быть существенно разным, представленным газо-водными смесями, разными комплексами и концентрацией растворенных в воде веществ.¹

Пароподобная вода вместе с воздухом заполняет все не занятые водой поры и трещины в горных породах. Вода в форме пара является одной из составных частей газоподобной фазы горных пород. Водяной пар, который содержится в воздухе, находится в состоянии, близком к насыщению, за исключением верхних слоев, которые претерпевают периодическое высыхание. При определенных условиях пароподобная влага может конденсироваться и переходить в жидкое состояние, обуславливая увеличение влажности почв. Количество пароподобной воды в горных породах обычно не превышает нескольких тысячных долей процента от массы породы.^{7 5} Движение молекул водного пара в зоне полного насыщения осуществляется от участков с большей к участкам с меньшей упругостью водного пара, которая зависит от влажности и температуры воздуха. При 100%-й относительной влажности воздуха, которая характерна для зоны неполного насыщения, движение водного пара осуществляется в соответствии со сменой температуры, то есть в направлении понижения температуры горных пород.¹

Вода в твердом состоянии содержится в породах в виде рассеянных кристаллов льда или ледяных жил и прослоек, которые цементируют минеральные частицы пород превращая их в мерзлое состояние.⁷ Распространена в зоне многолетней мерзлоты и за ее пределами в приповерхностных слоях сезонного промерзания.

Физически связанная вода называется также молекулярной водой. Она делится на крепкосвязанную и рыхлосвязанную. Существенно, что связанные воды содержатся как в водопроницаемых породах, так и в водоупорах (глины, плотные известняки). Даже в таких, в которых свободная вода отсутствует. Физически связанные воды находятся под большим давлением молекулярных и электростатических сил или удерживаются в порах и трещинах пород силами поверхностного натяжения и отличаются рядом свойств от капельно-жидкой воды.^{1 2}

Крепкосвязанная (гигроскопическая или адсорбционная) вода образуется на поверхности минеральных частиц, которым свойственна поверхностная электростатическая энергия, нерушимым слоем в несколько диаметров молекул или долей микрометра. Содержание крепкосвязанной воды в осадочных породах увеличивается с уменьшением их зернистости. В песках ее содержание составляет до 1%, в лессах до 8%, в глинах до 18%.⁷ Ее наличие в породе незаметно для глаза.^{2 5}

Возле мелкодисперсных частиц породы, кроме гидратной оболочки из крепкосвязанной воды, образуется вторая гидратная оболочка, вода которой называется рыхлосвязанной.⁷ **Рыхлосвязанная (пленочная) вода** удерживается на

частицах пород силами молекулярного сцепления, при этом наиболее крепко связывается слой воды, который прилегает к частице.² Наличие пленочной воды заметно для глаза, поскольку породы приобретают при этом более темный цвет. Она может двигаться как жидкость от более толстых пленок к более тонким, не подпадает под действие силы тяжести и не передает гидростатическое давление, является малоподвижной. Максимальное содержание пленочной воды или максимальная молекулярная влагоемкость составляет для песков 1-7%, для супесей 9-13%, для суглинков 15-23% и для глин 25-45%. При увеличении толщины пленки к моменту, когда не обеспечивается удержание ее верхних слоев, пленочная вода может переходить в свободную, пополняя гравитационную.⁵

Химически связанная вода - это та, которая принимает участие в кристаллическом строении минералов в виде молекул H_2O или в строении более сложных минеральных соединений в виде OH^- , H^+ и H_3O^+ .¹ Она бывает цеолитной, кристаллизационной и конституционной.

Цеолитная вода входит в состав минералов в виде молекул. Может быть удалена незначительным нагреванием без разрушения самих минералов. Примерами минералов с такой водой является опал $SiO_2 \cdot nH_2O$, анальцит $Na_2Al_2Si_4O_{12} \cdot H_2O$, нонтролит $Na_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 2H_2O$ и др. Удаление (дегидратация) молекул цеолитной воды осуществляется без разрушения алюмосиликатного каркаса минерала, часто даже без нагревания до высоких температур. Ее содержание может восстанавливаться в структуре минерала при изменении термодинамических условий.^{1 5 6}

Кристаллизационная вода входит в кристаллическую решетку минералов в виде молекул H_2O . Минералы, которые содержат такую воду, называются кристаллогидратами: диоптаз $Cu_6[Si_6O_{18}] \cdot 6H_2O$, гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, мирабилит $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, бишофит $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ и др.⁶ Содержание такой воды в некоторых минералах достигает 50% и более. Удаление кристаллизационной воды преимущественно осуществляется при нагревании до 300-400°C и приводит к разрушению кристаллической решетки минералов и формирования безводных модификаций этих соединений.¹

Конституционная вода содержится в минералах в виде гидроксида (OH^-).¹ Вода выделяется только при природном или искусственном нагревании гидроксидсодержащих минералов (топаз $Al_2(OH,F)_2[SiO_4]$, флогопит $KMg_3(OH,F)_2[AlSi_3O_{10}]$ и др.) до температуры 400-1300°C, что сопровождается сменой конституции минералов, например, по схеме: брусит- $Mg(OH)_2 \rightarrow MgO + H_2O$. Это вызывает частичное или полное разрушение первичной структуры минералов.^{6 1}

Вода в кристаллических породах

Источниками знаний о глубинном строении земной коры и верхней мантии являются геофизические данные, магматические породы, которые извергаются из глубин, обломки (ксенолиты) других горных пород, которые магма частично выносит в приповерхностную часть и которые не успевают переплавиться, а также экспериментальные данные. Например, эксперименты О.Татла и одного из

основоположников современной петрологии Н.Боуэна (1956) с плавлением гранита показали, что гранит переходит в расплавленное состояние в условиях давления водного пара 4000 кг/см^2 и температуре 640°C . Чтобы произошло полное расплавление гранита необходимо более 9% воды. Для частичного плавления достаточно меньшего ее количества. При 2% воды около 20% гранита переходит в расплав при тех же температуре и давлении.⁸ Эксперименты показали возможность растворения значительного количества воды в гранитном расплаве.⁹ Например, при давлении 9000 атм и температуре 1200° содержание воды в расплаве достигает 14,6%. Экспериментально обнаружены разные тенденции поведения воды при магматической деятельности. Например, в силикатных расплавах с ростом давления увеличивается растворимость воды, а температуры кристаллизации минералов с увеличением давления водного пара уменьшаются.³ Экспериментальное изучение поведения ряда систем в присутствии H_2O в условиях разного давления паров воды помогает объяснить ряд явлений в области магматизма.⁸

Посредством химических анализов вода определяется в магматических и метаморфических горных породах, она присутствует в летучих эндогенного происхождения, фумаролах (газовых струях) и вырывается из земли в виде гейзеров (водных струй).

Количество воды в глубинных магматических породах обычно колеблется в пределах 0,5-2,0% (весовых), хотя иногда может достигать 6 и даже 9%.⁸ Среднее содержание воды в разновидностях гранита составляет 0,48-0,80% (весовых), диоритах – 0,97-1,73%, габброидах – 1,37-1,83%, перидотитах – 3,54-7,29%, пикрите – 5,10%, кимберлите – 7,85%.⁸ В интрузивных породах наблюдается тенденция к увеличению содержания воды в тех разновидностях, которые имеют более глубинное происхождение. В то же время эффузивные (внедряются на поверхности) породы, в общем, содержат больше воды чем интрузивные (внедряются на глубине).

Считается, что наиболее глубинное происхождение имеют такие породы как пикриты, щелочные ультрабазиты и кимберлиты – их магматические расплавы рождаются в верхней мантии на глубинах 80-180 км. Очень часто и в значительном количестве эти породы содержат ксенолиты (обломки) других пород, которые в значительной степени или полностью сложены серпентином $(\text{Mg,Fe,Ni})_3(\text{Si,Al})_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, минералом, который содержит воду в виде гидроксида. Серпентин считается вторичным минералом, он образуется по оливину и ромбическому пироксену. Конечно же, переход этих «сухих» минералов в гидроксидсодержащий серпентин требует присутствия воды.⁸

Считается, что источниками подземных вод являются: дегазация мантии, синтез воды в атмосфере с дальнейшей инфильтрацией в землю после выпадения осадков, попадание из космоса вместе с метеоритами⁵ и седиментационные воды. То есть глубинные части Земли рассматриваются учеными как один из реальных ее источников.

По разным данным среднее содержание воды в магматических горных породах составляет 1,15-1,4% (весовых).^{3 4} Если принять среднее содержание 1,25%, при значении средней плотности земной коры $2,77 \text{ г/см}^3$ и воды 1 г/см^3 , то среднее

объемное содержание воды в земной коре составит 3,46%. Площадь земной поверхности составляет 510 млн. км².⁵ Если принять среднюю толщину земной коры за 30 км, то ее объем составит 15 300 млн. км³, а объем воды, который в ней содержится, не считая гравитационных, поверхностных и атмосферных вод, - по разным данным 529,4-1300,0 млн. км³.¹ Всего же в верхней части нашей планеты (в океанах, на поверхности суши и в земной коре) по оценкам гидрогеологов содержится 1 800 млн. км³ воды.⁵ Этой воды достаточно, чтобы покрыть ее поверхность слоем толщиной более 3 км. Площадь гор, высота которых превышает 1 км, занимает небольшой процент земной поверхности. Если предположить, что до потопа не было гор выше 1000 м, то этой воды целиком достаточно, чтобы покрыть всю землю. Но еще намного больше воды содержится в верхней мантии, толщина которой в десятки раз превышает толщину земной коры.

Выводы

Вода является не только важным компонентом атмо- и биосферы, но и земной коры и верхней мантии. Она заполняет трещины, разного рода поры и пустоты среди осадочных, магматических и метаморфических горных пород, образует крепко связанные пленки, является важной составной частью микропустот и кристаллических решеток минералов. Она принимает активное участие в превращениях минералов и горных пород, а также магматической деятельности. Ее количества в верхней части нашей планеты достаточно для того, чтобы покрыть ее поверхность слоем более 3 км. Но еще во много раз большее ее количество содержится в верхней мантии, толщина которой в десятки раз превышает среднюю толщину земной коры. Приведенные данные лишней раз подтверждают правдивость Библии – книги, которая, как никакая другая книга, способствовала развитию человеческой цивилизации. В частности, правдивость в той ее части, которая описывает Всемирный потоп.

ЛИТЕРАТУРА

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: Учебник / В.А. Всеволожский. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 351 с.
2. Гаттенбергер Ю.П. Гидрогеология и гидродинамика подземных вод / Ю.П. Гаттенбергер. – М.: Недра, 1971. – 184 с.
3. Даминова А.М. Петрография магматических горных пород / А.М. Даминова. – М.: Недра, 1967. – 232 с.
4. Заварицкий А.Н. Изверженные горные породы / А.Н. Заварицкий. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 479 с.
5. Кононов В.М. Основы геологии, гидрогеологии и инженерной геологии / В.М. Кононов, А.М. Крысенко, В.М. Швец. – М.: Высшая школа, 1978. – 187 с.
6. Павлишин В. Мінералогія: Вступ до мінералогії. Кристалохімія, морфологія і анатомія мінералів. Мікромінералогія і наномінералогія: Підручник / В. Павлишин, С. Довгий. – К.: КНТ, 2008. – 536 с.
7. Седенко М.В. Основы гидрогеологии и инженерной геологии / М.В.Седенко. – М.: Недра, 1979. – 200 с.

8. Соловьев С.П. Химизм магматических горных пород и некоторые вопросы петрохимии / С.П. Соловьев. – Л.: Наука, 1970. – 312 с.
9. Хитаров Н.И., Кадик А.А., Лебедев Е.Е. Основные закономерности отделения воды от магматических расплавов гранитоидного состава. – Геохимия, №11, 1967.