

УДК 533.061

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ ПОХОДЖЕННЯ ЮВЕНІЛЬНОЇ ВОДИ НА ЗЕМЛІ

Бузаш В.М.

УжНУ, 88000, Ужгород, Підгірна, 46

Вода –  $H_2O$ . Незважаючи на порівняну простоту її хімічного складу, ця хімічна сполука до сьогодишнього часу інтригує вчених тасмницею свого ювенільного (первородного) походження на Землі.

В даній публікації ми зробимо спробу висловити своє бачення можливого походження ювенільної води на нашій планеті. Отже, перша спроба пояснення появи води на Землі описана в Біблії (Перша книга Мойсеєва: Буття. Створення світу) [1]. Однак, це була скоріше лише констатація факту появи води на Землі без пояснення механізму її утворення.

Аналізуючи доступну нам літературу, ми дійшли до висновку, що без розгляду найсучасніших космогенічних теорій еволюції зірок, в тому числі й наднових, пояснити механізм появи на Землі ювенільної води буде не можливо.

На наш погляд, результати всебічного дослідження вибуху наднової зірки SN1978A, який вдалось зафіксувати 23 лютого 1987 року у Великій Магеллановій Хмарі [2], дозволили пролити світло на механізм термоядерного синтезу хімічних елементів у надрах зірок, в тому числі й наднових в останні моменти їх життя.

На рис. 1 приведена “космічна цибулина” – структура переднаднової в

останні моменти її життя. Вона складається [2] із концентричних оболонок, в яких протікають реакції ядерного синтезу за участю все більш важчих елементів. На рис.1 приведені радіуси кожної оболонки, наявна всередині її маса, температура і густина на її поверхні; чорними крапками відзначені області, в яких відбувається конвекція. Якщо центральну частину величезної, розрідженої оболонки, що містить водень і гелій (а), збільшити у 600 разів (в), то можна віднайти гелієве ядро, яке в 4 рази більше планети Юпітер, збільшення ще в 10 разів (с) виявляє залишки горіння гелію – ядро із вуглецю та кисню.

Вуглець згоряє, утворюючи неон і магній, котрі спільно з киснем перетворюються в кремній та сірку (d). На останньому етапі горіння кремній та сірка перетворюються в залізо, масою в 1,4 сонячної у самому центрі зірки.

Залізо - останній елемент, утворений в ланцюжку реакцій синтезу: не маючи більше можливості виробляти енергію і підтримувати тиск, залізне ядро розміром як Марс починає стискуватись. В центрі зірки густина досягає 10 млрд. грамів на кубічний сантиметр і температура складає 10 млрд. Кельвінів.

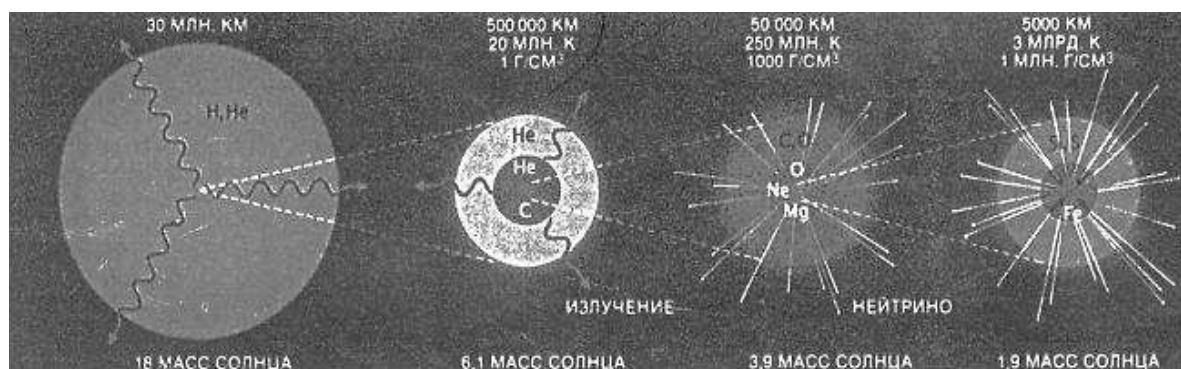


Рис.1 “Космічна цибулина” – структура переднаднової в останні моменти її життя [2]

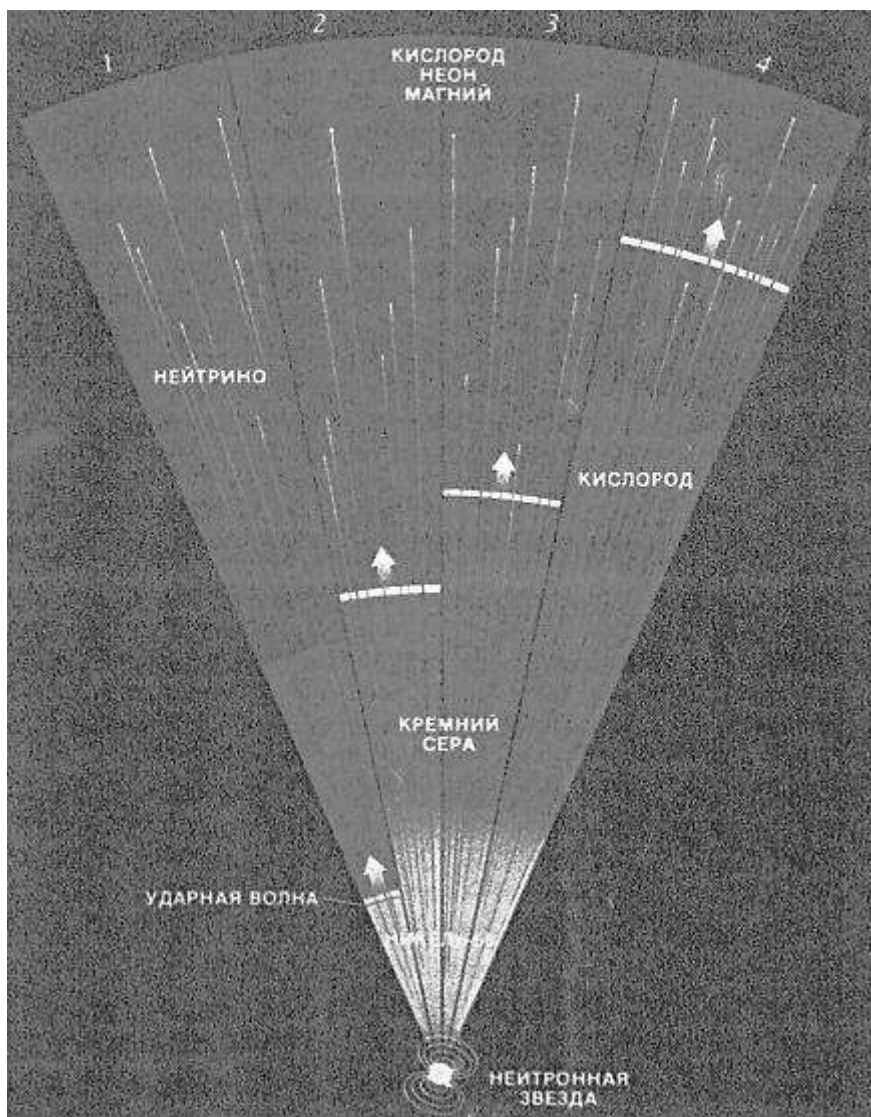
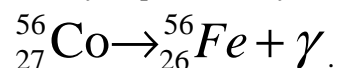


Рис.2. Вибуховий нуклеосинтез в надрах переднаднової [2]

Згідно з [2,3] в результаті дальшої еволюції залізного ядра має місце утворення потужної ударної хвилі, в результаті якого відбувається вибуховий нуклеосинтез [3], що добре ілюструється на рис. 2 [2].

Вибуховий нуклеосинтез відбувається, коли ударна хвиля, спричинена за рахунок зіткнення внутрішньої частини ядра переднаднової із її зовнішньою частиною, яка все ще продовжувала рух назустріч внутрішній частині ядра, котра вже здійснювала рух від центру до периферії. Утворена при цьому ударна хвиля проривається крізь внутрішні шари переднаднової. Частина кремнію та сірки, розігріта ударною хвилею до температури понад 5 млрд. К, згорає, утворюючи радіоактивний нікель-56 (стадія 1, див. Рис. 2); частина кисню в глибинах наступної оболонки переднаднової вигорає

до кремнію та сірки (стадія 2, див. Рис. 2), а неон та магній у внутрішніх частинах оболонки перетворюється в кисень (стадія 3, див. Рис. 2). Ударна хвиля поширюється через речовини, що знаходяться вище, не викликає більше перетворень елементів (стадія 4, див. Рис. 2). Продукт радіоактивного розпаду нікелю-56 – кобальт-56 також радіоактивний і при його радіоактивному розпаді (період напіврозпаду Ni-56 – 6,1 доби, Co-56 – 77,1 доби) утворюється збуджене ядро заліза-56:



За рахунок утворюваних при цьому  $\gamma$ -променів утворюється більша частина енергії свічення наднової. Нейтрино із нейтронної зірки, що стискується в центрі наднової, обганяють ударну хвилю [2].

На рис. 3а та 3б приведені спектри у видимій та інфрачервоній областях випромінювання наднової SN1987A. Наведені на рис. 3 та 4 дані добре підтверджують теоретичні уявлення про нуклеосинтез хімічних елементів у надрах переднових зірок.

Утворені в надрах переднових зірок або в процесі самого вибуху наднових хімічні елементи стають компонентами майбутньої сонячної системи.

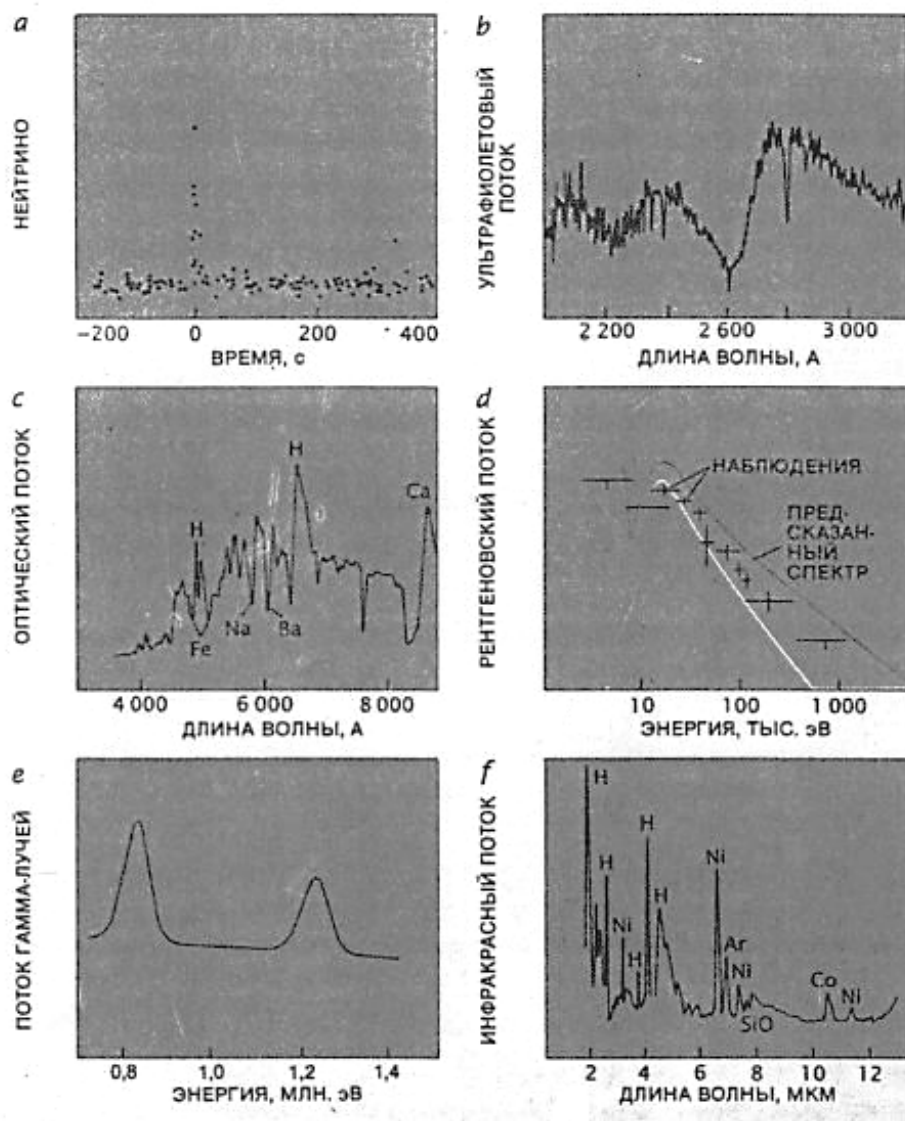


Рис. 3. Електронний (а) та інфрачервоний (б) спектри випромінювання наднової SN1987A [2]

В результаті вибухів наднових зірок утворюються газопилові туманності (типу туманностей Андромеди, Крабовидної і т.д.), з яких в ході їх еволюції сформуються зоряно-планетарні системи типу нашої Сонячної.

При цьому важливо знати як якісний, так і кількісний розподіл хімічних елементів у космічному просторі, на Сонці та в Земній корі тому, що ця інформація дозволяє прогнозувати можливий склад хімічних

сполук, які можуть утворитися при поступовому охолодженні газопилової туманності до термодинамічно прийнятних температур. Ці дані приведені на рис.4 [4].

Логічним буде припустити, що спочатку при цьому будуть утворюватися термодинамічно стабільні бінарні, потім тернарні, а після – ще складніші хімічні сполуки, як це слідує з даних, приведених на рис.5 [4].

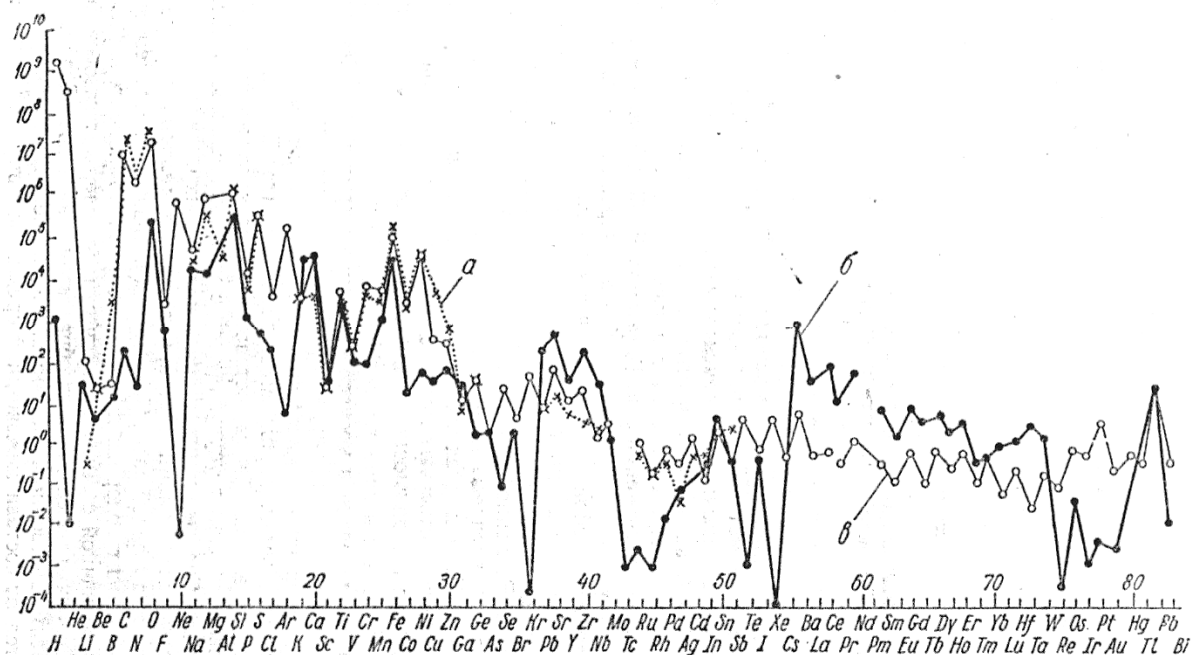


Рис.4. Розподіл хімічних елементів на Сонці, в земній корі та космосі [4]

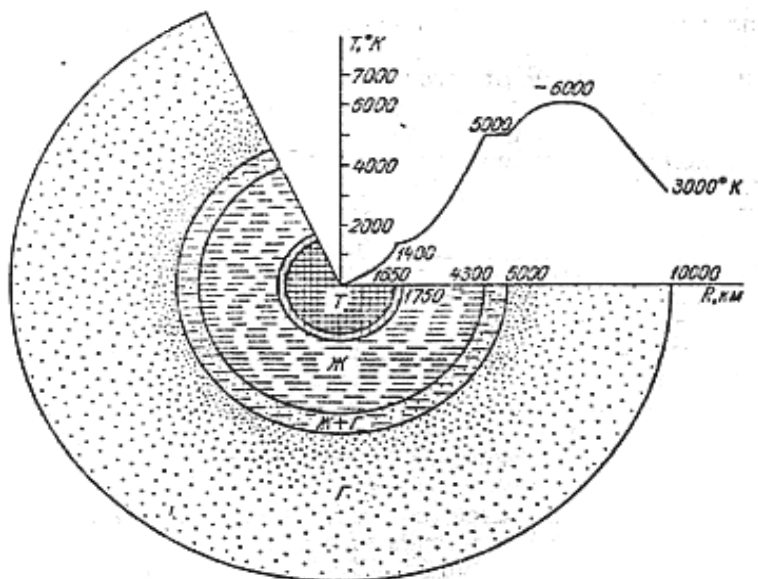


Рис.5. Припустимий початковий термічний стан Землі утвореної шляхом гравітаційної конденсації газопилової хмари [4]

Враховуючи розподіл хімічних елементів у космосі, на Сонці та в земній корі, можна допустити, що в процесі охолодження газопилової хмари, поряд з утворенням ряду бінарних сполук інших хімічних елементів (оксидів, сульфідів, нітридів, галогенідів і т.д.) могло відбуватись утворення гідридів заліза, нікелю та інших важких металів. Однак, при цьому не виключається можливість утворення й гідридів інших металів, зокрема, у першу чергу лужних та лужноземельних.

В якийсь момент існування газопилової хмари внаслідок певних флуктуацій питомої густини останньої мало місце утворення зародку гравітаційного центру з підвищеною питомою густиною. Ця обставина послужила причиною доцентрового руху часточок до точки конденсації.

Логічним було б допустити, що у першу чергу в цьому доцентровому русі повинні були прийняти участь часточки з високою питомою густиною, зокрема гідриди заліза та нікелю. Спочатку

швидкість конденсації ядра зростала повільно, однак в міру зростання маси центра конденсації зростало його власне гравітаційне поле і процес конденсації значно прогресував, закінчуючись стрибкоподібно.

На початковій стадії конденсації часточки падають на зародок ядра з дуже малою швидкістю. З цієї причини в першу чергу при цьому повинно утворитись холодне і тверде ядро майбутньої планети. Якщо не враховувати наступного впливу адіабатичного стиснення ядра, початковий розподіл температур в ядрі повинен відповідати балансу теплової та гравітаційної енергії захоплюваних ядром частинок.

Як видно з формули (1) [4]:

$$\Delta T = \frac{4\pi}{3} \cdot \frac{A}{C_p} \gamma \rho_{сер} R^2,$$

де  $A=2,36 \cdot 10^{-8}$  кал/ерг – тепловий еквівалент механічної роботи;

$\gamma=6,66 \cdot 10^{-8}$  см<sup>3</sup>/(г·с) – гравітаційна стала;

$\rho_{сер}$  - середня густина твердого ядра;

$R$  – радіус твердого ядра;

первинна температура ядра Землі повинна зростати від центра до поверхні прямо пропорційно квадрату радіусу. Максимальний радіус твердого ядра обмежується температурою плавлення гірських порід.

Таким чином, згідно [4] границі твердого ядра Землі обмежуються 1650 км., далі до межі 1750 км. від центра Землі ядро формувалось у вигляді частково розплавленої маси. При радіусі Землі більше 1750 км утворюється вже повністю розплавлений шар із все зростаючою температурою по квадратній залежності від радіусу до граничного діаметру, де температура стає достатньою для випаровування силікатних сполук.

Автор вважає [4], що при тиску біля 10 МПа температура випаровування SiO<sub>2</sub> дорівнює 5000 К. З цих даних витікає, що початковий радіус конденсованого ядра Землі становить 4300 км. [4]. Далі повинна утворюватись друга перехідна зона з практично сталою температурою перетворення силікатів у газову фазу. Потужність другої перехідної зони складає,

на думку Е. Б. Чекалюка [4] ~1400 км. Припускаючи кінцевий радіус первинно конденсованого ядра Землі ~5000 км. Автор [4] вважає, що воно містить при середній питомій густині ~3 г/см<sup>3</sup> лише 25% сучасної маси Землі, хоч, на наш погляд, ці припущення вимагають уточнення. Решта 75% маси утворили розпечену газову оболонку навколо ядра. При середній питомій густині газової оболонки ~0,5 г/см<sup>3</sup> її зовнішній радіус перевищував би 10000 км. При цьому розрахункова температура зовнішнього радіуса газової оболонки могла б сягнути 10000 К, однак інтенсивне поглинання тепла в процесі дисоціації хімічних сполук на елементи, ймовірно, значно обмежує передбачуваний максимум температури [4].

Таким чином, підводячи підсумки вищенаведеної інформації, Чекалюком [4] зроблено висновок, що основна маса речовини Землі в період її формування знаходилась в розпеченому та газовому стані. За цих термодинамічних умов більшість хімічних сполук були зруйнованими.

Тому хімічні сполуки, мінерали, корисні копалини та різноманітні породи, наявні сьогодні у надрах Землі, мають в основному земне походження. Вони утворились в процесі еволюції Землі вже в її планетарний період [4].

Причому, судячи з величин вільних ентальпій утворення оксидів металів в перерахунку на 1 моль O<sub>2</sub> в залежності від температури у першу чергу найбільш ймовірним було утворення бінарних сполук, що добре видно з даних приведених на рис. 6 [4].

Ймовірність утворення складніших потрійних сполук – мета- та ортосилікатів за тих же значень температур була меншою внаслідок більших значень вільних ентальпій утворення ніж для оксидів [6].

У табл.1 приведено середній склад ультраосновних порід мантії Землі [4]. Наведені у табл.. 1 дані засвідчують, що на частку оксидів Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> та FeO ультраосновних порід мантії Землі припадає 4,62 та 8,09 %<sub>мас.</sub> відповідно.

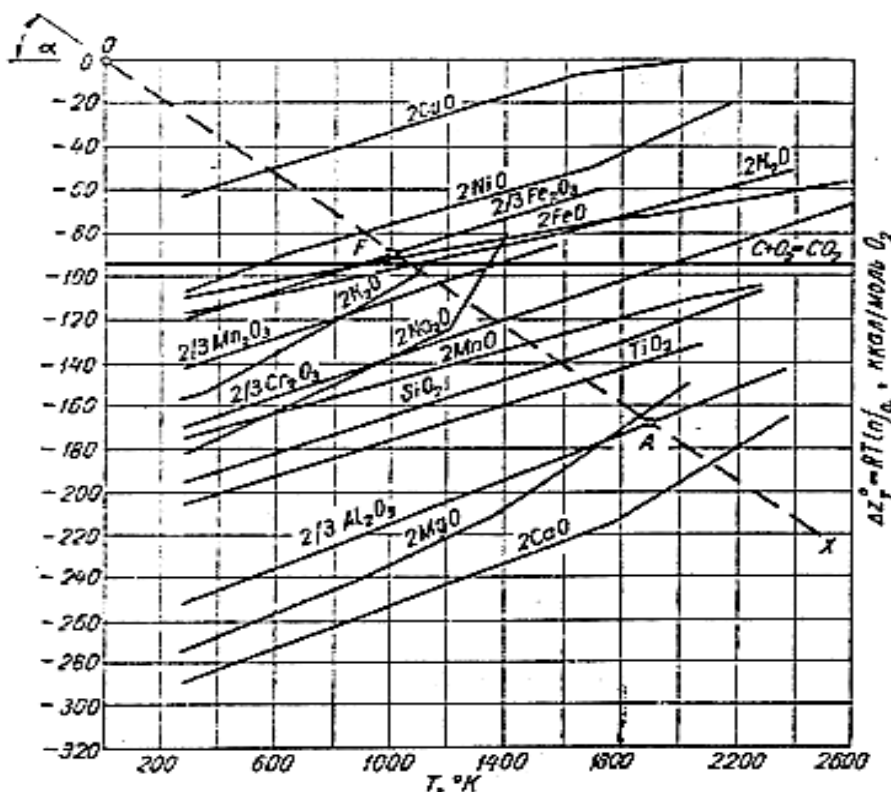


Рис.6. вільна ентальпія утворення оксидів металів в перерахунку на один моль молекулярного кисню в залежності від температури [4]

Таблиця 1. Середній склад ультраосновних порід [4].

Компонент	Вміст оксидів				Метасилікатний склад		
	q,мас.%	M,мол.мас.	q/M	γ,мол.част.	сполука	Умовн. частка	Мол. частка
SiO <sub>2</sub>	43,60	60,09	0,717	0,4170	TiO <sub>2</sub>	0,0053	0,0091
TiO <sub>2</sub>	0,72	79,90	0,009	0,0053	Al <sub>2</sub> SiO <sub>5</sub>	0,0268	0,0459
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,72	101,96	0,046	0,0268	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,0168	0,0288
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,62	159,70	0,029	0,0268	FeO	0,0655	0,1122
FeO	8,09	71,85	0,113	0,0655	MnSiO <sub>3</sub>	0,0012	0,0021
MnO	0,14	70,94	0,002	0,0012	MgO	0,0784	0,1342
MgO	24,80	40,32	0,573	0,3324	MgSiO <sub>3</sub>	0,2540	0,4390
CaO	12,20	56,08	0,217	0,1258	CaSiO <sub>3</sub>	0,1258	0,2160
Na <sub>2</sub> O	0,73	61,98	0,012	0,0069	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,0069	0,0118
K <sub>2</sub> O	0,38	94,20	0,004	0,0023	K <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,0023	0,0039
ΣMeO <sub>m</sub>	100,00	—	1,722	1,000	ΣMeSiO <sub>m</sub>	0,5830	1,0000

Згадані оксиди заліза в ультраосновних породах мантії Землі перебувають у незв'язаному стані (зокрема, не у вигляді мета- чи ортосилікатах). Для цього є дві причини.

По-перше, в ультраосновних породах середній вміст SiO<sub>2</sub> сягає всього лише 43,00 %<sub>мас</sub> або в перерахунку на молярну частку 0,4170 і він майже повністю витрачається на взаємодію з такими основними оксидами як,

в першу чергу, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, MgO, CaO та амфотерним оксидом Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

По-друге, на користь саме такої взаємодії SiO<sub>2</sub> із вищезгаданими оксидами добре свідчать вільні ентальпії утворення силікатів із оксидів металів та кварцу в перерахунку на 1 моль SiO<sub>2</sub> в залежності від температури, що проілюстровано на рис. 7 [5].

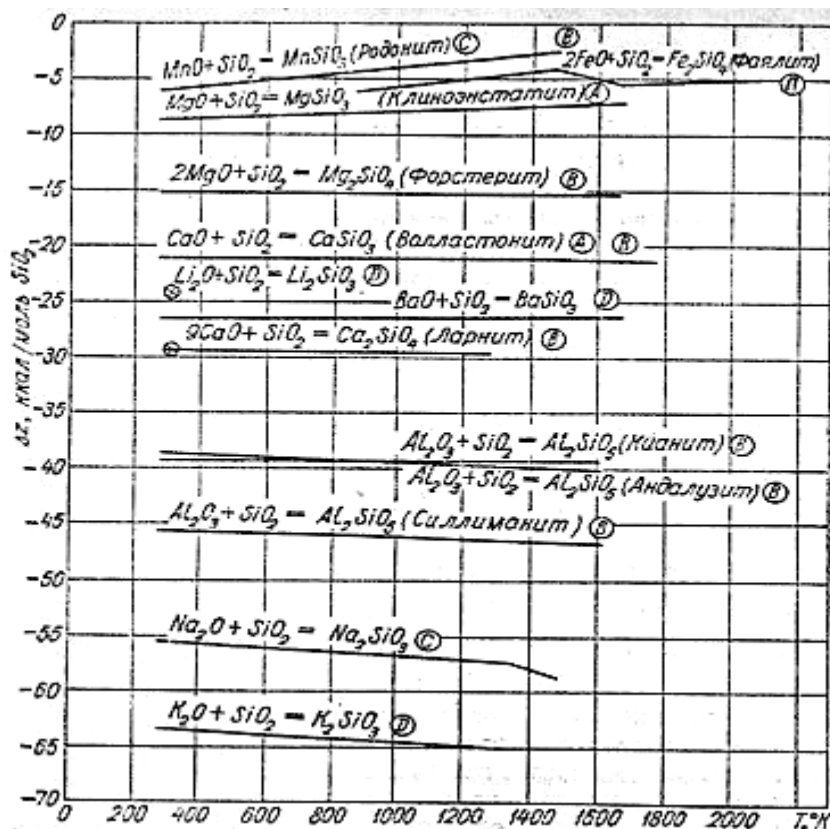
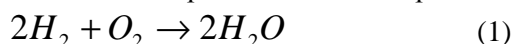


Рис.7. Вільна ентальпія утворення силікатів з оксидів металів і кварцу в перерахунку на один моль  $\text{SiO}_2$  в залежності від температури [4]

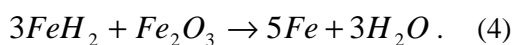
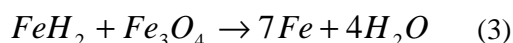
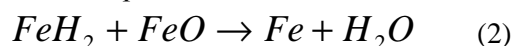
Вищенаведені факти нашоухують на цілком вірогідне припущення про можливий механізм походження ювенільної води на землі. При цьому не виключено 2 можливих механізми появи води на Землі.

Перший із них допускає виникнення певної, причому, порівняно невеликої частини від наявної сьогодні кількості води внаслідок безпосередньої взаємодії водню з киснем згідно рівняння хімічної реакції:

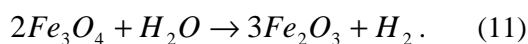
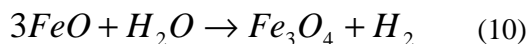
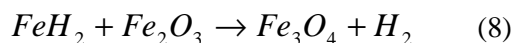
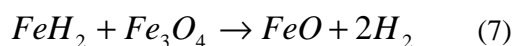
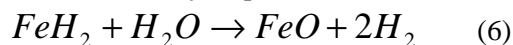


в процесі поступового охолодження парогазової оболонки Землі (див. Рис.5) до температури нижче  $3000^\circ\text{C}$ .

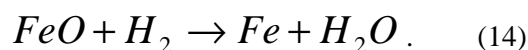
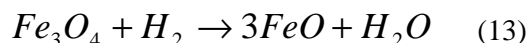
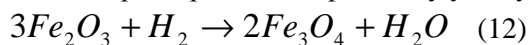
Другий механізм утворення ювенільної води, на нашу думку, включає взаємодію гідридів заліза та інших важких металів на границі рідке ядро-нижня мантія з оксидами заліза, згідно наступних рівнянь хімічних реакцій:



При цьому паралельно можуть протікати й інші хімічні реакції, в результаті яких можливе утворення водню:



Утворений під час протікання хімічних реакцій (6)-(11)  $\text{H}_2$  здатний при високих температурах відновлювати оксиди заліза, перетворюючись при цьому у воду:



Завдяки різниці у питомих густинах продуктів реакції відбувається їх диференціація у гравітаційному полі. При цьому, згідно [4], під дією високих температур і колосальних тисків утворена вода розчиняється у магматичних розплавах. Згідно Виноградова А. П. [5], вміст води в мантії сягає до 7%, що добре узгоджується з експериментальними результатами Н.І Хітарова [6] по розчинності води в силікатних розплавах гранітного та базальтового складів.

Можна зробити припущення щодо запуску механізму утворення ювенільної води згідно рівнянь хімічних реакцій (2)-(4). Радіус землі був дещо меншим. Взаємодія гідридів металів (в основному  $\text{FeH}_2$ ) з оксидами металів змінної валентності(переважно заліза) на границі розплавленої частини гідридного ядра – мантія з утворенням ювенільної води призвела до поступового і неухильного збільшення радіусу Землі. У свою чергу це, на нашу думку, і стало причиною загально відомого дрейфу континентів, які колись

становили єдине ціле – Пангею. Постійне зростання радіусу Землі внаслідок вищенаведеної причини викликало появу цілої системи глобальних геотектонічних розломів, які охоплюють всю поверхню земної кулі. Ці глобальні тектонічні розломи призвели до появи 16 геотектонічних плит, що добре видно з рис. 8 і 9. Дуже добре видно еволюцію Північноамериканської плити, яку демонструє рис. 10 [7] на протязі останніх 50 млн. років.

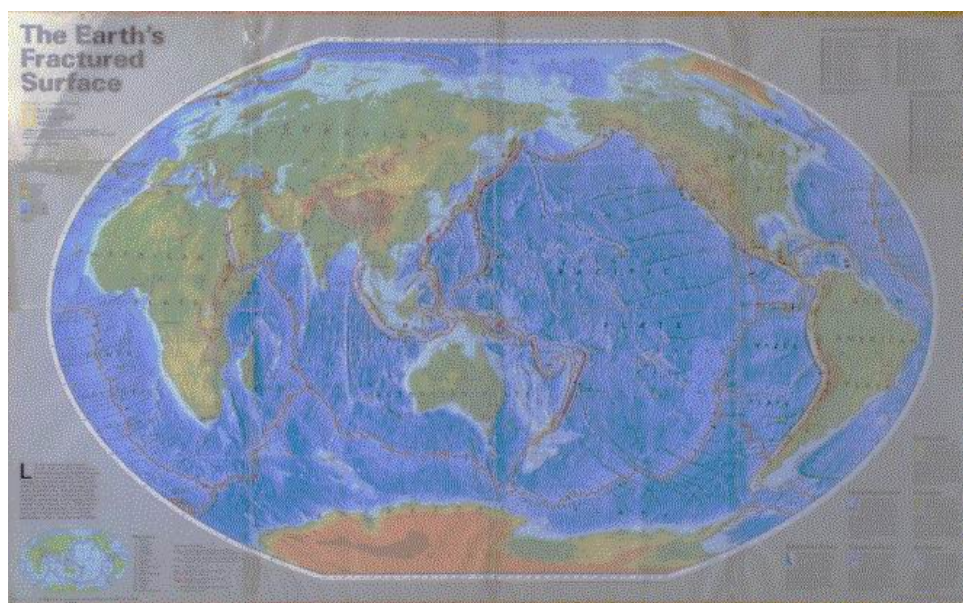


Рис.8. Система глобальних геотектонічних розломів Землі [7]

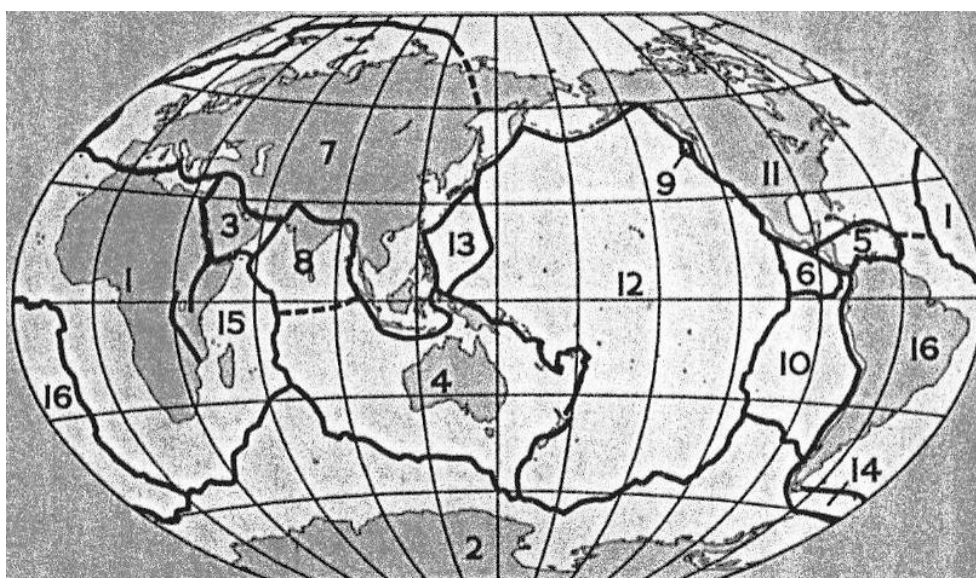


Рис.9. Найголовніші геотектонічні плити: 1-Африканська; 2-Антарктична; 3-Аравійська; 4-Австралійська; 5-Карибська; 6-Кокос; 7-Євразійська; 8-Індійська; 9-Хуан де Фука; 10-Назка; 11-Північноамериканська; 12-Тихоокеанська; 13-Філіпінська; 14-Скота; 15-Сомалійська; 16-Південноамериканська [7]



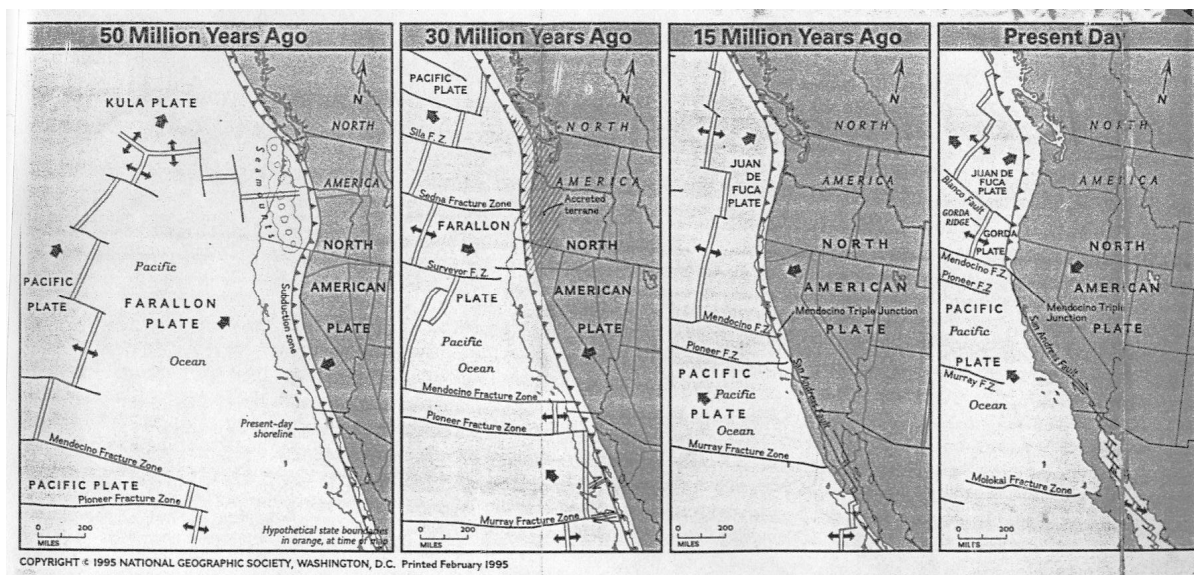


Рис.10. Еволюція Північноамериканської плити на протязі останніх 50 млн. років [7].

Нехтуючи кількістю води, що могла утворитись на Землі згідно рівняння (1), нами виконано наближені розрахунки кількості гідридів металів (переважно гідриду заліза), що була витрачена за 4,5 млрд. років існування Землі на утворення води, що міститься у всіх геосферах, у кількості  $15 \cdot 10^{17}$  т. [4].

Опускаючи деталі розрахунків відзначимо, що на утворення такої кількості води на сьогодні витрачено 0,1923% від всієї кількості гідридного водню, що знаходиться в ядрі Землі. Ці дані дозволяють з оптимізмом оцінювати перспективи нашого майбутнього.

Аналіз систематизованого нами матеріалу щодо походження ювенільної води на Землі дозволяє нам по-новому підійти до виявлення можливих причин і виявлення рушійних сил, описаного в Біблії [1] Всесвітнього потопу.

Згідно наших уявлень, у часи, що передували Всесвітньому потопу, внаслідок диференціації по питомій густині (за звичайних для нас умов  $d_{\text{FeO}} = 5.7 \text{ г/см}^3$ ,  $d_{\text{Fe}_3\text{O}_4} = 5.18 \text{ г/см}^3$ ,  $d_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 5.24 \text{ г/см}^3$  [8]) великі кількості оксидів заліза одночасно увійшли в контакт з розплавленою частиною гідридного ядра. Це призвело до бурхливого утворення ювенільної води, пара якої через певний період, через систему тектонічних розломів земної кори вирвалася в атмосферу Землі, де відбулась її конденсація. Це викликало інтенсивні дощі, які падали протягом 40 діб. Це послужило однією з

причин глобального підняття рівні води на нашій планеті. Згідно Біблії [1] рівень води піднімався протягом 110 діб. По нашому переконанню, поява величезної кількості води у мантиї призвела до певного зростання радіусу Землі, а значить і збільшення її поверхні.

Однак втрата мантиєю колосальної кількості води на протязі короткого періоду часу призвела згодом до свого роду колапсу Землі, внаслідок чого її радіус зменшився на кілька кілометрів. В свою чергу це призвело до зменшення поверхні Землі. Наслідком цього стало зменшення величини поверхні Землі на протязі 110 днів і поступове затоплення суші. Біблія [1] пише, що зменшення рівня води після Всесвітнього потопу тривало 9-10 місяців. Цього часу було, очевидно, досить, щоб відвести продукти реакції між гідридами та оксидами металів (переважно заліза) із зони реакції і забезпечити доступ в зону реакції новим порціям оксидів металів (переважно заліза). Це в свою чергу, знову запустило механізм генерування ювенільної води, яка стала причиною поступового зростання радіусу Землі, збільшення її поверхні, а відтак, до поступового зменшення рівня води на Землі, що тривало на протязі 9-10 місяців.

Нарешті, хотілось би висловити припущення, що подібні глобальні катастрофи могли відбуватись на нашій планеті не однократно у більших чи менших масштабах. Не виключено, що вони могли б бути однією з причин, що викликали різке вимирання динозаврів 65 млн. років тому

або не менш загадкове зникнення Атлантиди у ближчі до нас часи.

У зв'язку з тим, що матеріал даної публікації носить дискусійний характер, автор із глибокою вдячністю сприйме конструктивні зауваження та побажання.

#### Література

1. Біблія або книги святого письма старого і нового заповіту. Переклад з древньоєврейської і древньогрецької на українську. 988-1988. Ювілейне видання з нагоди тисячоліття християнства в Україні. –С.7.
2. С.Вусли, Т.Уивер. Грандиозна сверхновая 1987 года. В мире науки. Scientific American. Издание на русском языке. –М.:Мир. –1989. –№10. –С.14-23
3. Г.Бете, Г. Браун. Как взрываются сверхновые. В мире науки. –М.:Мир. – 1985. –№7. –С.28-35.
4. Э.Б.Чекалюк Термодинамические основы теории минерального происхождения нефти. –К.: Наукова Думка, 1971. –256с.
5. Виноградов. Земля и Вселенная, –М.: Наука, 1966. –С.6.
6. Н.И.Хитаров. –М.: Геохимия, 1960., – С.7.
7. G.M.Grosvenor, W.L.Allen, J.F.Shupe. The Earth's Fractured Surface. Maps of National Geographic society, Washington D.C. April 1995.
8. Справочник Химика. Под ред. Б.П.Никольского. –Л.: Химия, 1971. – Т.2. –С.60-61.

## PHYSICO-CHEMICAL BASES OF ORIGIN JUVENILE WATER ON THE EARTH

**Buzash V.M.**

On the foundation of analyses of literature dates phisico-chemical bases of origin juvenile water on the Earth are discusses.