



## ЭНЕРГИЯ ОБРАЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

*Выявлена роль дифференциации вещества и определена роль благородных газов в процессе формирования планет.*

**Ключевые слова:** планеты солнечной системы, благородные газы.



**Устьянцев В. Н.**  
uvn\_50@mail.ru

В 1979 году С.И. Ибадуллаев и К.К. Карабаев в своей работе «Об эволюции магматического процесса в Средней Азии», на основании фактического материала (геологическая карта Средней Азии (1976), показали эволюционную этапность магматизма в разные периоды (от протерозоя до неогена включительно) развития земной коры, и пришли к выводу, что «все известные в Средней Азии интрузивные и вулканические комплексы являются дериватами магматических процессов, проявившихся двадцать восемь раз (от протерозоя до неогена). Они представлены семнадцатью комплексами пород различного состава, генезиса и времени становления. Дифференциация магматических образований происходила в направлении: щелочные – кислые – основные – ультраосновные породы.

Частота проявления магматических комплексов варьирует от 1 до 16. Так граниты лейкократовые, биотитовые и двуслюдяные, гранодиоты, гранито-гнейсы внедрялись 16 раз (архей-неоген); габбро, нориты, габбро-диориты, диориты – 14 раз; породы

комплекса гранодиориты, кварцевые диориты, гранито-гнейсы и гранито-диорито-гнейсы – 13 раз; диориты, габбро-диориты, кварцевые диориты, кварцевые сиенито-диориты – 11 раз; дуниты, передотиты, гарцбургиты серпентинизированные – 5 раз (в кембрии, ордовике, девоне и карбоне); комплекс пород – перидотиты, пироксениты, габбро, габбро-нориты – 1 раз (мел). Комплекс габбро, габбро-норитов, который соответствует «базальтам» внедрялся 14 раз (от архея до неогена включительно).

Высокой частотой внедрения отличаются комплексы пород кислого и основного состава, меньшей – серии щелочных и ультраосновных пород.

В каждом отдельно взятом периоде дифференциация осуществлялась в сторону изменения состава магмы от кислого до основного.

Высокая магмапродуктивность, как отмечают Р. Уайт и Д. Маккензи (1995), не может быть обеспечена плавлением на уровне литосферы, а требует привнесения материала из более глубоких горизонтов мантии.

О.А. Богатиков (1985) отмечал, что «надо учитывать то обстоятельство, что более легкоплавкое вещество лейкосомы будет легче перемещаться при высокотемпературном (особенно водном) амфиболитовом метаморфизме, создавая тем самым впечатление большей древности меланосомы».

Состав слоев:

1. гранулиты – 40-50%, мигматиты и гнейсы – 20-30%, кристаллические сланцы – 10-20%, плагиоклазиты и гранитоиды – 10-15%;

2. плагиоклазиты и габбро-нориты – 50-60%, гранулиты и гнейсы – 20-30%, гранулитовые эклогиты – 10-20%;

3. серпентиниты – 20-40%, эклогитизированные породы и эклогиты – 60-80%;

4. гарцбургиты и эклогиты – до 80%, пироксениты и лерцолиты – до 15%, вебстериты и габбро – 5%;

5. аморфизованная слабо дифференцированная базальтово-пикритовая ассоциация.

«Все меняется (в геологическом масштабе времени) и меняется не хаотически, а сохраняя некоторую направленность. Постепенно вещество земной коры все более и более дифференцируется. Идет не усреднение, а пространственное разделение элементов, минералов, горных пород» (В.И. Вернадский, 1920).

«Газы стратосферы, находящиеся наверху, очень независимы от движения вещества на земной поверхности, и, хотя существует обмен между веществом этих высоких областей, веществом стратосферы и поверхности земли, этот обмен совершается крайне медленно. Несомненно, в течение геологического времени, он не будет заметной величиной. В тропосфере количественно чувствуются отголоски геохимических обратимых процессов» (В.И. Вернадский, 1934).

Этот вывод, справедлив и для других планет Солнечной системы.

Из области ядра, исходит волна энергии, под воздействием которой вещество и его структура, подвергаются преобразованию на атомарном уровне.

Теорема, доказанная И.Р. Пригожиным (1947), термодинамики неравновесных процессов:

«при внешних условиях, препятствующих достижению системой равновесного состояния, стационарное состояние системы соответствует минимальному производству энтропии»

Синергетика объясняет процесс самоорганизации в сложных системах следующим образом: Закрытая система в соответствии с законами термодинамики должна в конечном итоге прийти к состоянию с максимальной энтропией и прекратить любые эволюции. Самоорганизация неразрывно связана с волновыми процессами. В

любых открытых, диссипативных и нелинейных системах неизбежно возникают автоколебательные процессы, поддерживаемые внешними источниками энергии, в результате которых протекает самоорганизация.

Процесс формирования месторождений минерального сырья – антиэнтропийный. Система формирования минерального сырья – открытая, благодаря наличию тектонических нарушений в земной коре. Таким образом, главным фактором формирования месторождений являются тектонические нарушения. То есть, тектонические нарушения контролируют месторождения минерального сырья.

$$E=mc^2$$

где, E – энергия системы, m – её масса, c – скорость света.

Энергия: (E), единицы измерения, система СИ-(Дж), система СГС – (эрг).

$E=mc^2$  – формула А. Эйнштейна, указывает на эквивалентность массы вещество и энергии. То есть изначально энергия большого взрыва порождает вещество, которое в планетарных стационарных центрах подвергается распаду на атомарном уровне (ядерные реакции, энергию дает гелий): хондрит – CO, CO<sub>2</sub> – метан – кремневодород, кремнеуглеводород – нефть+метан – водород – гелий.

Вещественный состав минерального сырья на планетах, зависит от элементов, не подвергшихся распаду.

**Планеты-гиганты** и планеты земной группы своим плотностным характеристикам резко различны, – это есть яркое проявление процесса дифференциации вещества.

C – углистые хондриты содержат много железа, которое почти всё находится в соединениях силикатов. Благодаря магнетиту (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), графиту саже и некоторым «органическим» соединениям углистые хондриты приобретают тёмную окраску. также содержат значительное количество гидросиликатов (серпентин, хлорит, монтмориллонит). Гидросиликаты в составе хондритов существенно влияют на их плотность.

В Солнечной планетарной системе отмечается закономерность: с удалением от Солнца, уменьшается количество **тяжелых элементов**, а количество легких элементов (водород, гелий, углеводород, вода и др.), увеличивается.

– Пребиотические вещества, которые образуются при облучении льда, теряют свои органические свойства и высокое содержание водорода, азота и кислорода, при нагревании более чем до 300 °C; это происходит вблизи Солнца.

– Слишком низкие температуры предотвращают пребиотическое направление развития, в отличие от Земли.

«... Лишь часть вещества организмов собирается в виде каустобиолитов. Это только та часть, которая **выходит из жизненного круговорота**, какая-нибудь миллионная часть химических элементов, проходящих через живое вещество.

Вся основная масса элементов удерживается живым веществом в круговороте, в поле своего действия...»

«Циклические элементы составляют почти всю массу земной коры – 99.7%. Остающийся небольшой остаток – 0.3%, не есть ничтожная величина.

«Нахождение элементов в кремнеалюминиевых массах – сложных, вечно изменчивых системах, более или мене вязких, обладающих высокой температурой и высоким давлением переполненных газами (CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O – пары)» [В.И. Вернадский, 1934]

**Благородные газы** образуются в земной коре и мантии, в процессе радиоактивного распада определенных элементов, таких как **уран и торий**. Эти радиоактивные элементы подвергаются ядерному распаду, испуская альфа- и бета-частицы, а также гамма-излучение. В рамках этого процесса распада, образуются изотопы благородных газов, которые дают энергию, которая способствует дифференциации вмещающего вещества. Энергетическая подпитка системы способствует процессу минералообразования. УВ в том или ином количестве образуются из всех видов пород, под водами воздействием волны энергии, исходящей от экзоэнергетических элементов.

Все без исключения планеты Солнечной системы, отражают механизм формирования сложной системы углеводородов и однозначно указывают на их абиогенное происхождение.

#### **Благородные газы и их роль в развитии планетарной системы**

Отметим, открытие удалось сделать благодаря уникальному прибору – магнитному резонансному массспектрометру, разработанному и созданному в Ленинградском Физико-техническом институте имени А. Ф. Иоффе (он оказался в десятки тысяч раз чувствительнее лучших зарубежных спектрометров). Разработкой приборов и исследованиями по изотопии гелия руководил доктор физико-математических наук, профессор Мамырин Борис Александрович. В практической геологии **изотопно-гелиевый критерий** позволяет картировать рудоносные зоны (уран, литий, УВ, нефть и др.), отличать зоны действующих разломов земной коры, оценивать обстановку в сейсмически неустойчивых районах.». (Б. А. Мамырин, Г. С. Ануфриев, Л. В. Хабарин, И. Н. Толстихин, И. Л. Каменский, 1982).

Российские ученые установили, что гелии, которыми «пропитаны» породы земной коры и породы мантии, резко отличны по изотопному составу.

В коре, в различных регионах отношение гелия-3 к гелию-4 может меняться в десятки и сотни раз и это отношение крайне мало.

А в гелии мантии отношение легкого изотопа к тяжелому оказалось очень стабильным и в тысячу раз больше, чем в гелии земной коры.

Это редчайший феномен природы, поскольку сдвиги в изотопном отношении для различных элементов на Земле не превышают обычно нескольких процентов. В результате изотопных анализов гелия из разнообразных природных объектов был обнаружен, первоначально в газах термальных источников Южно-Курильских островов, гелий с аномально высоким изотопным отношением  $He^3/He^4 \sim (3 \pm 1) 10^5$ .

Дальнейшие исследования и анализ проб, отобранных из многих точек земного шара во всех океанах, на всех материках, на многочисленных островах, показали, что установленный факт носит глобальный характер, и в гелии, продуцируемом подкорковыми слоями Земли, отношение  $He^3/He^4$  выше в сотни и тысячи раз, чем в гелии, генерируемом породами земной коры.

Впервые зафиксированы нейтрино вторичного термоядерного цикла Солнца. Ученые из международной коллаборации Borexino объявили о первом наблюдении нейтрино из реакций углеродно-азотного цикла в Солнце. Это экспериментально подтверждает теоретические представления о вторичном цикле термоядерного синтеза в массивных звездах.

Результаты исследования опубликованы в журнале Nature. Звезды питаются энергией термоядерных реакций превращения водорода в гелий, происходящих в их недрах. Такой синтез возможен двумя путями: в протон-протонной (pp) цепи, включающей только изотопы водорода и гелия, и в ходе вторичного цикла, который еще называют углеродно-азотным, или CNO-циклом по символам углерода, азота и кислорода – элементов, выступающих катализаторами реакций. Ядерные реакции как первичного, так и вторичного цикла сопровождается испусканием характерных нейтрино. Протон-протонные цепи производят около 99 процентов энергии Солнца и сходных с ним по размерам звезд, поэтому ранее ученым удавалось наблюдать только нейтрино из pp-цикла. Но считается, что у тяжелых звезд с массой в полтора раза и более массивнее Солнца, преобладает углеродно-азотный цикл, и важно было экспериментально доказать его существование. Из-за чрезвычайно малой вероятности вза-

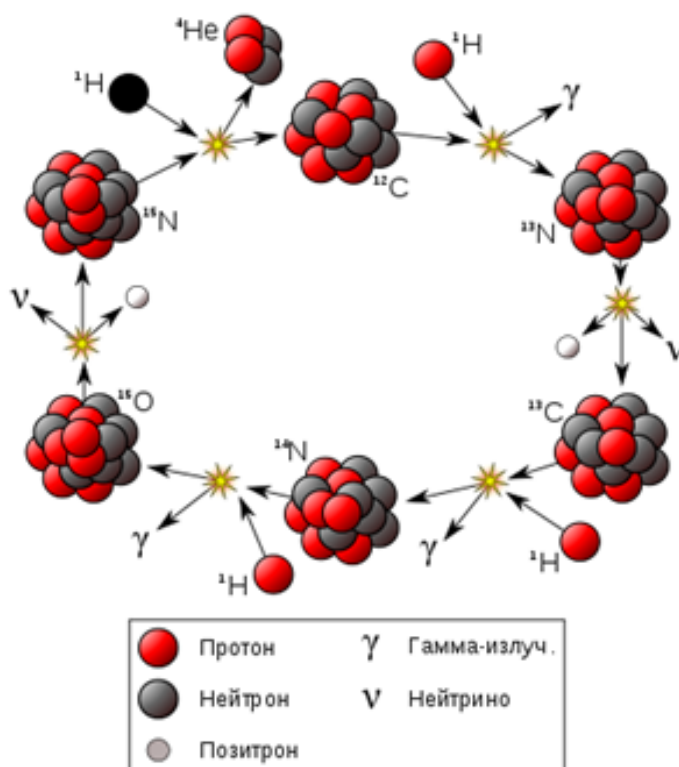
имодействия с обычным веществом нейтрино легко проходят сквозь толщу Солнца, сохраняя информацию о ядерных процессах в глубинах звезды и условиях их протекания.

Зафиксировать среди солнечных нейтрино те, которые относятся к вторичному циклу было очень сложной задачей, так как их сигнал незначительно превышал фоновый. Но ученым коллаборации Borexino это удалось. До недавнего времени оставался открытым вопрос, удастся ли зарегистрировать нейтрино из CNO-цикла. «Регистрацию CNO-нейтрино, помимо малости самого потока, осложняет присутствие спектральной компоненты природного фона, неотличимой от их спектра» - приводятся в пресс-релизе Объединённого института ядерных исследований в Дубне слова одного из участников эксперимента, старшего научного сотрудника Лаборатории ядерных проблем им. В.П. Дзержинского, Олега Смирнова. Свойство беспрепятственно проникать сквозь вещество позволяет нейтрино сохранять информацию о внутренних процессах в Солнце, но это же свойство делает их неуловимыми для обычных детекторов частиц. Поэтому для регистрации нейтрино используют специальные детекторы очень большой массы с тщательным контролем всех процессов, которые могут отражать взаимодействия нейтрино с электронами. В тех редких случаях, когда нейтрино взаимодействует с электроном, он передает ему часть своей энергии. Этот процесс

напоминает упругое столкновение бильярдных шаров. Электрон, получив некоторую начальную скорость, постепенно теряет ее в ходе взаимодействия с молекулами среды. Часть энергии при этом излучается в виде фотонов.

Таким образом, взаимодействие нейтрино с электроном приводит к вспышке света, и несколько тысяч фотонов разлетаются от точки взаимодействия во все стороны. Эти фотоны регистрируют тысячи детекторов света, а специальные приборы – фотоэлектронные умножители – позволяют оценить энергию, переданную электрону, а также определить точку, где произошло взаимодействие. В сверхчувствительном детекторе Borexino, расположенном в самой большой подземной лаборатории в мире в Гран-Сассо в Центральной Италии, в качестве активной среды для регистрации нейтрино используется около 100 тонн жидкого сцинтиллятора. Несмотря на огромное количество солнечных нейтрино, проходящих через детектор (более секстиллиона за день) только полсотни нейтрино оставляют заметный «след» в детекторе за это же время.

Ученые, работающие над анализом данных, смогли выделить сигнал, который можно объяснить только присутствием нейтрино из CNO-цикла. Таким образом доказано протекание ядерных реакций CNO-цикла в Солнце. «Полный поток нейтрино из CNO-цикла составляет около одного процента от полного потока солнечных нейтрино», поясняет Олег Смирнов. Открытие



имеет первостепенное значение для астрофизики, так как в звездах более массивных, чем Солнце, энергия выделяется в основном за счет углеродно-азотного цикла. Его механизм теперь экспериментально подтвержден. Ядро Солнца – гигантский термоядерный реактор. В процессе ядерных трансформаций при температуре около 15 миллионов градусов протоны сливаются друг с другом и образуют гелий. Гелий нарабатывается в двух многостадийных процессах: в протон-протонной (pp) цепочке и в углеродно-азотном (CNO) цикле. Часть ядерных реакций сопровождается испусканием нейтрино. Из-за чрезвычайно малой вероятности взаимодействия с обычным веществом нейтрино легко проходят сквозь толщу Солнца, сохраняя информацию как о ядерных процессах в глубинах Солнца, так и об условиях их протекания. Хотя поток солнечных нейтрино огромен и исчисляется миллиардами частиц на квадратный сантиметр в секунду, регистрация неуловимых нейтрино представляет собой чрезвычайно сложную экспериментальную задачу». Доказательство прохождения реакций углеродно-азотного цикла в Солнце является важным научным достижением, шагом на пути к разрешению загадки его химического состава. Поскольку поток нейтрино, генерируемый в CNO-цикл, напрямую связан с концентрацией элементов C, N и O, участвующих в реакциях, то измерение потоков этих нейтрино напрямую связано с химическим составом Солнца.

#### **В.И. Вернадский, 1934 г. о гелие:**

«Все находения связаны с нефтяными месторождениями и с углеводородными газами, их сопровождающими. Во всех месторождениях есть возможность констатировать или вблизи массивных более богатых рассеянными ураном и торием кислых, гранитных пород или продуктов их разрушения – детритовых пород, которые могут явиться источником гелия.

Открылись гелиеопосные газовые поля, заключающие скопления гелия, могущие с избытком покрыть, не истощаясь, требования современного воздухоплавания. На одном заводе в Тестэре в Колорадо, где существуют газовые струи, содержащие до 7-8 % объемных гелия (1930), добывается в год 339 800 м<sup>3</sup> гелия, т.е. больше 60 т гелия» [1].

**Неон.** Неон имеет атомный номер 10 в периодической таблице элементов. Неон имеет более высокую атомную массу, чем азот и кислород, но они встречаются только в виде молекул. Этот благородный газ известен, в частности, из осветительной техники. Однако он также используется в качестве хладагента в холодильной технике.

Неон находят повсюду – на Земле, в небесах и на море. Наибольшая концентрация его в атмосфере – 0,00182% по объему. А всего на нашей планете около 6,6·10<sup>10</sup> т неона. У элемента №10 три стабильных изотопа: <sup>20</sup>Ne, <sup>21</sup>Ne и <sup>22</sup>Ne. Повсеместно преобладает легкий <sup>20</sup>Ne. В воздушном неоне его 90,92%, на долю <sup>21</sup>Ne приходится 0,257%, а на долю <sup>22</sup>Ne – 8,82%. Среднее содержание неона в земной коре мало – всего 7·10<sup>-5</sup> г/т.

В изверженных породах, составляющих основную массу литосферы, около 3 млрд. т неона. Отсюда, по мере разрушения пород, неон улетучивается в атмосферу. В меньшей мере атмосферу снабжают неонами природные воды. Неон – самый малочисленный обитатель Земли из всех элементов своего периода. Это характерно для всех инертных газов несмотря на то, что элементам с четными номерами обычно присуща большая распространенность. «Земная» диаграмма резко контрастирует с «космической»: в газовых туманностях и некоторых звездах неона в миллионы раз больше, чем на Земле. Концентрация неона в мировой материи неравномерна, в целом же по распространенности во Вселенной он занимает пятое или шестое место. Неон обильно представлен в горячих звездах – красных гигантах, в газовых туманностях, в атмосфере внешних планет солнечной системы – Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна. В 1974 г. американский астроном М. Харт установил, что атмосфера далекого Фото Урана Плутона в нижних слоях примерно так же плотна, как земная. Учитывая низкую температуру атмосферы Плутона (около 40°K), Харт вычислил, что в этой атмосфере преобладает неон. Причину неоновой бедности нашей планеты ученые усматривают в том, что некогда Земля потеряла свою первичную атмосферу, которая и унесла с собой основную массу инертных газов. Они ведь не могли, как кислород и другие газы, химически связаться с Нептуна другими элементами в минералы и тем самым закрепиться на планете.

Американские ученые выдвинули версию образования планеты Земля (источник: <https://ria.ru/20181207/1547581979.html>). Исследованиями на эту тему занимались специалисты Калифорнийского университета в Дэйвисе. Ученые проанализировали соотношение изотопов неона, захваченных мантией Земли во время формирования планеты. Образцы экспедиция под руководством специалистов из Университета Род-Айленда достала образцы со дна Атлантики. На этот благородный инертный газ, в отличие от водяного пара, углекислого газа или азота, не влияют химические и биологические процессы. По словам одного из авторов исследования, про-

фессора Суджоя Мукхопадхая, в силу этого **свойства неона он навсегда сохраняет информацию о своем происхождении.**

Ученые выделили три изотопа – неон-20, 21 и 22. Все они стабильны и не радиоактивны, однако неон-21 образуется при радиоактивном распаде урана. Таким образом, количество неона-20 и неона-22 остается неизменным с момента рождения планеты. Существуют три основные гипотезы о происхождении нашей планеты.

Одна предполагает, что Земля росла сравнительно быстро - от двух до пяти миллионов лет. при этом планета захватывала необходимые для жизни воду и газы из окружающего молодое Солнце облака. Согласно другой гипотезе, небесные тела – планетезимали – образовались под облучением Солнца из частиц пыли. Они стали источником нужных соединений. Согласно третьей теории, Земля развивалась медленно и за счет богатых водой, кислородом и азотом метеоритов. **Отсюда исследователи делают вывод, что для каждой из трех теорий формирования Земли должно быть характерно собственное соотношение изотопов 20 и 22.** Чтобы определить этот коэффициент, исследователи изучили образцы подушечной лавы. Эти стекловидные породы формируются при подводных или подледных извержениях. Исследователи разрушили породы в герметичной камере и проанализировали состав газов. Они получили соотношение изотопов неона для трех гипотез о происхождении Земли. Выяснилось, что коэффициент, соответствующий теории «мантии Земли», выше, чем у «гипотезы планетезималей» и модели «долгого развития».

**«Это четкое указание на то, что в глубокой мантии Земли есть небулярный неон. Учитывая, что он является маркером для других газов, необходимые для жизни вещества – водород, вода, углекислый газ и азот – накапливались одновременно», – прокомментировал исследование его участник Кертис Уильямс.**

«Результаты анализа атмосферы Юпитера зондом космического аппарата «Галилео» в 1995 году показали, что содержание неона в ней примерно в 10 раз меньше, чем на Солнце. Этот факт, как и пониженное содержание гелия в пробах, противоречил теоретическим представлениям о схожем химическом составе Юпитера и Солнца, образовавшихся в одно время при формировании Солнечной системы 4,56 миллиарда лет назад. Хью Уилсон (Hugh Wilson) и Беркхард Милитцер (Burkhard Militzer) из университета Калифорнии в Беркли построили модель процессов в атмосфере планеты и предложили возможное объяснение парадокса. По словам ученых, неон в атмосфере может опускаться ни-

же, вне доступа спускаемого аппарата, вместе с каплями жидкого гелия, выпадая своеобразным неонно-гелиевым «дождем».

«Изначально гелий конденсируется в туман в верхних слоях атмосферы, подобно облаку, и по мере того, как капли становятся больше, они падают ниже. Неон растворяется в гелии и опускается вместе с ним. Таким образом, наше исследование связывает наблюдаемое отсутствие неона в атмосфере с другим гипотетическим процессом, гелиевым дождем», – сказал Уилсон, чьи слова приводит пресс-служба университета. Аналогичное явление ранее было предложено для объяснения повышенной светимости и температуры Сатурна, который с учетом своего возраста и теоретической скорости охлаждения должен быть холоднее, чем показывают наблюдения. Исследователи замечают, что земной дождь – не очень удачная аналогия для процесса, происходящего в атмосфере газового гиганта. Капли гелия образуются на уровне в 10-13 тысяч километров ниже вершин водородных облаков. Температура на этой высоте составляет около 5 тысяч градусов Цельсия, а давление - примерно 1-2 миллиона земных атмосфер. В таких условиях жидкий водород уже приобретает металлические свойства, тогда как гелию и неону для этого требуется более высокая температура и давление. Поэтому неон смешивается с каплями гелия, которые движутся вниз через толщу жидкого водорода, подобно маслу в воде.

«Когда гелий и неон опускаются в глубину планеты, в оставшемся «одеяле», богатом водородом, их остается меньше. Измеренные концентрации обоих химических элементов согласуются с нашими расчетами», – сказал Милитцер. Ученые считают, что их результаты могут быть полезны для уточнения моделей внутреннего строения Юпитера и, например, известных экзопланет, многие из которых по своим свойствам похожи на него. Кроме того, эти данные могут быть полезны для новой миссии NASA к Юпитеру, «Юнона» (Juno), которая запланирована на 2011 год. Миссия «Галилео» (Galileo) была первым орбитальным исследованием Юпитера, самой большой планеты Солнечной системы, и его спутников. Космический аппарат был запущен в 1989 году и проработал до 2003 года. В частности, «Галилео» сделал множество снимков планеты и некоторых ее спутников, а также в 1995 году отправил спускаемый аппарат в атмосферу Юпитера». (ysicalPiew Letters).

**Аргон.** Аргон имеет атомный номер 18. В материи Вселенной аргон представлен еще обильнее, чем на нашей планете. Особенно много его в веществе горячих звезд и планетарных туманностей. Подсчитано, что аргона в космосе

больше, чем хлора, фосфора, кальция, калия - элементов, весьма распространенных на Земле. Для аргона и других инертных газов (кроме гелия) «закрыты» пути из атмосферы: отсутствуют как диссипация в космическое пространство, так и консервация в связанном состоянии в пределах коры. Выделившиеся из твердой Земли инертные газы накапливаются в атмосфере, что приводит к их относительно высоким концентрациям и к сильной контаминации, доступных наблюдению частей земной коры атмосферными компонентами.

**В атмосфере** отношения  $40\text{Ar}/36\text{Ar}=296$ . Для определения изотопного состава аргона в мантии Земли были исследованы подводные изверженные породы. Изучение изотопного состава аргона из толеитовых базальтов привело к обнаружению довольно широкого диапазона отношений  $40\text{Ar}/36\text{Ar}$  – от близких к атмосферным значениям до 25000 (Ozima, Podosek, 1983). Примерно в таких же пределах менялось это отношение и в ультраосновных включениях в базальтах (Толстихин, 1986). Поскольку возможность атмосферной контаминации не вызывает сомнения, обычно в качестве типичных для мантии принимают наиболее высокие отношения  $40\text{Ar}/36\text{Ar}$ .

О радиогенном происхождении аргона в составе природного и нефтяного газа. Л.М. Кушко. Дальнейшие исследования показали, что не все минералы прочно удерживают радиогенный аргон. Например, древние микроклин-пертиты теряют в среднем 25% аргона. Не исключена возможность, что имеются минералы, теряющие еще большее количество аргона. Несмотря на то, что содержание изотопа калия  $\text{K}40$  в составе калия весьма незначительно (лишь 0,0119%) и только в 11,2%  $\text{K}40$  происходит так называемый калий-захват, приводящий к образованию изотопа аргона  $\text{Ar}40$ , все-таки значительное распространение калия в литосфере (по расчетам А.Е. Ферсмана содержание калия составляет 0,15% массы Земли) увеличивает значение калия в образовании радиогенного аргона. Например, количество изотопа  $\text{Ar}40$  в аргоне, находящемся в калийной руде, в 3 раза превышает его содержание в аргоне атмосферы. В 1959 г. Э.К. Герлинг по нашей просьбе в связи с исследованиями редких газов в институте Куйбышев НИИ НП произвел анализы аргона из газа некоторых нефтяных и газовых месторождений Куйбышевской и Оренбургской областей на изотопный состав.

Пробы попутного и природного газа выбирались таким образом, чтобы получить результаты по разрезу многопластового месторождения и одновременно охватить все основные продуктивные горизонты нефти и газа. Из приведенных

данных видно, что в аргоне, содержащемся в природных газах пермской системы, исключая газ Жуковского месторождения, радиогенный аргон не обнаружен.

В.А. Кротова:

1. Колебания процентного содержания радиогенного аргона на фоне общего роста его количества с глубиной можно объяснить различной газонасыщенностью нефтей.

2. Наблюдается общее закономерное увеличение содержания радиогенного аргона с глубиной (т. е. чем древнее породы, вмещающие нефть, тем больше содержание радиогенного аргона).

**Криптон.** Криптон имеет атомный номер 36. Криптон является частью нашей атмосферы. Из-за низкой концентрации около  $1,1 \text{ мл/м}^3$ . Более четкую картину того, как сформировалась наша планета, получили ученые при помощи криптона – благородного газа из мантии Земли, собранного в геологических горячих точках Исландии и Галапагосских островов, согласно новому исследованию Калифорнийского университета в Дэвисе, опубликованному 15 декабря в журнале Nature.

Результаты показали, что летучие элементы Земли, такие как углерод, вода и азот поступали по мере того, как Земля росла и становилась планетой.

Исследователи обнаружили, что химический отпечаток криптона в глубокой мантии очень похож на примитивные, богатые углеродом метеориты, которые, возможно, были доставлены из холодных, отдаленных уголков Солнечной системы. Но предыдущие работы других ученых показала, что неон, еще один благородный газ в глубокой мантии, был получен от солнца. Два разных результата предполагают, по крайней мере, два различных источника летучих веществ в мантии Земли, появившихся очень рано в ее истории. Исследователи также отметили меньшее количество редкого изотопа  $\text{Kr-86}$  в глубокой мантии по сравнению с известными метеоритами. Дефицит  $\text{Kr-86}$  говорит о том, что только известные метеориты могут не учитывать весь криптон мантии.

«В органической химии называют такие химические вещества, молекулы которых содержат атомы углерода, связанные с другими химическими элементами. Это могут быть как небольшие молекулы вроде простейших углеводородов или спиртов, так и намного более сложные. И самое главное, «органика» совсем не обязательно имеет биологическое происхождение: органические молекулы могут образовываться из неорганических веществ и реагировать друг с другом без какого-то бы ни было участия жизни». (Максим Абаев)

«Метеорит возрастом 4,6 миллиарда лет подтвердил теорию происхождения воды на Земле. Камень родом примерно из самого начала нашей Солнечной системы помогает разгадать тайну происхождения воды на Земле. Дело в том, что он содержит воду, по своему составу схожую с водой на нашей планете» (2023, Москва).

Комета Чурюмова-Герасименко. Комета 67P Чурюмова-Герасименко богата органическими соединениями. Однако ни орбитальный аппарат Rosetta, ни зонд Philae не были оборудованы приборами, позволяющими искать следы жизни. Средний состав найденных молекул можно описать формулой  $C_1H_{1,56}O^0,134^{N0,046}S^0,017$ , что идентично растворимому органическому веществу из хондритных метеоритов и включа-

ет в себя множество цепочечных, циклических и ароматических углеводородов в примерном соотношении 6:3:1. Некоторые молекулы были впервые достоверно обнаружены в комете – это нонан ( $C_9H_{20}$ ), нафталин ( $C_{10}H_8$ ), бензиламин ( $C_7H_9N$ ), бензойная кислота ( $C_7H_6O_2$ ), этилен ( $C_2H_4$ ) и пропен ( $C_3H_6$ ). За два года нашли на ней ксенон, иней, прекурсоры сахаров, высокомолекулярные «органические» вещества, не обычные скалы, увидела смену окраски ядра и в комете, а также впервые в истории высадила на комету зонд «Филы» (Александр Войтюк). Космический аппарат «Rosetta» впервые однозначно обнаружил твердое «органическое» вещество в виде сложных углеродсодержащих молекул». XXI

#### Литература

1. Вернадский В.И. Очерки геохимии. Государственное-научно-техническое горно-геолого-нефтяное Издательство. Москва Ленинград Грозный Новосибирск 1934.
2. Ахмеджанов М.А., Борисов О.М. Тектоника до мезозойских образований срединного и южного Тянь-Шаня. – Т.; «Фан», 1977.
3. Гуди Р., Уолкер Дж., Атмосферы, пер. с англ., М., 1975; Солнечная система, пер. с англ., М., 1978; 34. Мороз В. И., Физика планеты Марс, М., 1978; Юпитер, пер. с англ., т. 1-3, М., 1978-79;
5. Жарков В. Н., Внутреннее строение Земли и планет, 2 изд., М., 1983.
6. Устьянцев В.Н. Энергетика, дегазация планет Солнечной системы. Планеты и Солнце как стационарные энергетические центры. Благородные газы, тяжелые элементы и водород как показатели происхождения углеводородов, М., ISBN 978-5-00227-081-1.

UDC: 55

V.N. Ustyantsev, uvn\_50@mail.ru

## ENERGY OF FORMATION OF MINERAL RAW MATERIALS

**Abstract:** The role of differentiation of matter is revealed and the role of noble gases in the process of planet formation is determined.

**Keywords:** planets of the solar system, noble gases.