

УДК 550.2

DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-3-15-25

## ПРИРОДНЫЕ ПОЛИМЕРЫ: НОВАЯ ПАРАДИГМА ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ

## NATURAL POLYMERS: A NEW PARADIGM OF THE EARTH EVOLUTION

*Ю. В. Павленко, Забайкальский государственный университет, г. Чита  
payurva@mail.ru*

*Yu. Pavlenko, Transbaikal State University, Chita*



Представлена новая парадигма эволюции природных полимеров как ещё одного удивительного свойства преобразования самовозбуждающейся скрытой материи Вселенной. Особое внимание уделено неорганическим полимерам, слагающим земную кору. Расшифровка длительного и сложнейшего пути формирования и преобразования этих полимеров составляет большую и весьма перспективную научно-практическую проблему, поскольку в процессе термодинамической эволюции Земли неорганические полимеры прямо проявляют себя в генетических особенностях формирования и самой планеты, и эндогенного оруднения. При рассмотрении известных научных положений о полимерах обращено внимание на химические реакции поликонденсации и полимеризации, которые своеобразно перестраивают, преобразуют, наращивают атомы, исходные мономеры в сложные гигантские цепочки, формируют новое вещество с оригинальными физико-химическими свойствами. Применительно к меняющимся термодинамическим условиям полимеры образуют аморфную (термопластичную) или кристаллическую (термореактивную) структуру. Аморфные органические разности полимеров свойственны холодным космическим войдам. Они образуются в гигантских водородных облаках из лёгких органогенных химических элементов при активном участии в качестве катализатора электромагнитного излучения. Сложнейшие процессы медленного преобразования этих полимеров привели к формированию некоторого объёма полимеров в виде плотного аморфного вещества, которое активно участвовало в процессах аккреции при формировании и эволюции галактик, звёзд и планет. Эти предположения впервые объясняют путь превращения преобладающей газовой составляющей открытого космоса в твёрдое вещество галактик. Кристаллические неорганические полимеры, синтезированные в земной коре, представлены высокотемпературными полимерами, образованными при существенно большем давлении. Это относительно молодые полимеры нескольких поколений. Первоначально под воздействием жёсткого электромагнитного и радиоактивного излучения эти полимеры формировались в облаках шаровых звездных скоплений, рассеянных скоплениях спиральных ветвей нашей Галактики, затем под воздействием эндогенного тепла ядра Земли в её мантии и преобразовывались, совершенствуясь, в процессах образования земной коры. Изучая неорганические полимеры, наука способна познать особенности материального мира, проливающие свет на истинную его природу

**Ключевые слова:** парадигма; эволюция; органические, элементоорганические, неорганические полимеры; аморфные, кристаллические структуры; поликонденсация; полимеризация; Вселенная; войды; Галактика; Земля

A new paradigm of natural polymers evolution as another surprising property of transformation of the self-excited hidden matter of the Universe is presented. Particular attention is paid to inorganic polymers that make up the earth's crust. Decoding the long and difficult way of formation and transformation of these polymers is a big and very promising scientific and practical problem, because in the process of thermodynamic evolution of the Earth, inorganic polymers directly manifest themselves in the genetic features of the planet formation and endogenous mineralization. When considering the known scientific statements about the polymer, the attention is drawn to chemical reactions of polycondensation and polymerization, which is kind of a rebuild, transform, increasing the atoms of the original monomers in a complex of giant chains, to form a new substance with the original physico-chemical properties. In relation to the changing thermodynamic conditions, polymers form an amorphous (ther-

moplastic) or crystalline (thermosetting) structure. Amorphous organic polymer differences are characteristic of cold space voids. They are formed in huge hydrogen clouds from light organogenic chemical elements with active participation as a catalyst of electromagnetic radiation. The most complicated processes of slow transformation of these polymers have led to the formation of a certain volume of polymers in the form of a dense amorphous substance, which actively participated in the accretion processes in the formation and evolution of galaxies, stars and planets. These assumptions explain for the first time the path of predominant gas component transformation of open space from the solid matter of galaxies. Crystalline inorganic polymers synthesized in the earth's crust are represented by high-temperature polymers formed at significantly higher pressure. These are relatively young polymers of several generations. Initially, under the influence of hard electromagnetic and radioactive radiation, these polymers were formed in clouds of spherical star clusters, scattered clusters of spiral branches of our Galaxy, then under the influence of endogenous heat of the Earth's nucleus in its mantle and transformed, being improved, in the processes of the earth's crust formation. By studying inorganic polymers, science is able to know the peculiarities of the material world, shedding light on its true nature

*Key words:* paradigm; evolution; organic, organometallic, inorganic polymers; amorphous and crystalline structures; polycondensation; polymerization; of the Universe; voids; Galaxy; Earth

---

**В**ведение. Всем знакомое слово «полимеры» на самом деле олицетворяет современные выдающиеся достижения науки и техники. Полимеры являются новым источником доступного универсального сырья, способного заменить и превзойти по своим качествам металлы, древесину, олицетворяют новые материалы высокой прочности, твёрдости, жаростойкости, обладают прочими великолепными технологическими свойствами. Природные полимеры являются продуктами самоорганизации, самосовершенствования самой материи, широко используемыми с древних времен. Оригинальные свойства полимеров способны внести свой вклад в развитие фундаментальных и смежных с ними наук. Это касается совершенствования гипотез образования Вселенной галактик и нашей Земли, развития химии и физики космоса, а также участия полимеров в формировании современного мира.

Химия полимеров — новое научно-практическое направление, призванное на основе природных полимеров создавать новые разнообразные синтетические материалы или химически перерабатывать природные полимеры в искусственные полимеры с необычными свойствами. В удивительных преобразованиях полимеров отражаются еще неведомые черты истории развития материи. За разнообразием природных полимеров, их большой потребительской значимостью скрываются

процессы, среда их образования, т.е. их природа, сведения о которой недостаточно полно освещены в литературе. Полимеры, как самостоятельное направление развития материального мира, являются неизменными участниками эволюции и Вселенной, и нашей планеты.

Вселенная — это окружающий мир, бесконечный в пространстве, во времени, по многообразию форм заполняющего его вещества и его превращений. Химический состав Вселенной, %: H-75, He-23, O-1, C-0,5, средняя температура — 2,7 К, плотность —  $10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>, в том числе (%): темная энергия — 68,3, темная материя — 26,8, барионное вещество — 4,9 [1]. Традиционно известна только барионная форма, к которой относится и человек, остальные формы являются новыми, неизведанными. Получается, что сегодня мы не знакомы с основной частью материи Вселенной.

*Метод исследования.* Новые формы материи, природа и уровень познания её свойств открывают просторы для предсказания многих процессов формирования и «жизнедеятельности» нашей планеты. Научные достижения последнего полувека свидетельствуют о более сложном строении неоднородной Вселенной, чем ранее предполагалось. Новые, преимущественно физические данные о Вселенной активизировали эпоху гипотез, предположений, предсказаний. По мнению В. В. Белоусова, гипотеза — это необходимый методический

прием исследования, без которого мы потерялись бы среди массы наблюдаемых явлений [2]. Только проверкой гипотез можно приблизиться к выяснению и уточнению многих истинных свойств далеко не познанной природы, особенно на уровне элементарных частиц. Неизбежная череда гипотез — необходимый инструмент познания, отвечающий меняющемуся уровню развития науки. Проверка соответствия новых фактов, связей между явлениями, существующими гипотезами, концепциями указывает и предсказывает направление дальнейших исследований. Без этого наука бесплодна.

Использован метод теоретического моделирования. Он поднимает на более высокий научный уровень стратегические цели познания планеты. Метод базируется на универсальных законах и известных гипотезах образования планеты, на многочисленных новых фактах, не находящихся достаточного отражения в существующих теориях формирования и развития Земли. Они востребованы, прежде всего, геологами для решения стратегических задач прогнозирования, поисков, разведки месторождений различных полезных ископаемых, не вскрытых эрозионными процессами.

*Результаты исследований и обобщения.* Вселенной свойственна ячеистая структура, в которой стенки ячеек представлены сверхскоплениями галактик, а пустота ячеек — войдами. Все они непрерывно развиваются и видоизменяются по физическим законам. В составе галактик обнаружены тёмная материя, космические лучи, межзвёздный газ, шаровые скопления, рассеянные скопления, двойные звёзды, звёздные системы большей кратности, сверхмассивные чёрные дыры, чёрные дыры звёздной массы и, наконец, одиночные звёзды [1]. Природа их образования и развития представляет огромный научный и практический интерес. Множество разнообразной взаимодействующей материи Вселенной порождает множество загадочных явлений в звездах и межзвёздном пространстве, что требует своего объяснения.

Совсем недавно межзвёздное пространство представлялось пустотой. Не-

ожиданные и удивительно сложные пути развития новой науки — химии космического пространства — связаны с именем голландского студента Ван де Холста, который в период фашистской оккупации, исходя из периодического закона Д. И. Менделеева, определил самую длинную волну в спектре излучения водорода. Она равна 21 см и относится к коротким радиоволнам, в том числе излучаемым в условиях низких температур. Его предсказание о том, что присутствие водорода в космосе обнаруживается по этой волне, оправдалось. Это радиоволна постоянно посылает нам сообщение о водороде из дальних уголков Вселенной, об огромных невидимых глазу облаках космического водорода, их форме и размерах, связывающих разобщённые звёздные миры в единое целое. Более того, холодное излучение водорода абсолютно прозрачно, для него не существуют никаких преград, в том числе в виде непроницаемой космической пыли.

В космосе кроме протона — стабильной элементарной частицы с положительным зарядом, атомное ядро которого представляет самый распространённый изотоп водорода — протий, обнаружено много других элементов. Однако важнейшую роль в химии сверхвысокого вакуума играют атомарный водород и гелий (его в десять раз меньше), в малом количестве в вакууме присутствуют кислород, неон, азот, углерод, кремний. В войдах обнаружены органические молекулы более двадцати сложных химических соединений. Среди них молекулы цианоацетилена ( $\text{HC}_3\text{N}$ ), муравьиной кислоты ( $\text{HCOOH}$ ), формальдегида ( $\text{HCHO}$ ), притом разного изотопного состава, аммиака ( $\text{NH}_3$ ), неустойчивого к ультрафиолетовому излучению, формамида ( $\text{HCONH}_2$ ), метилцианида ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ), сероуглерода ( $\text{CS}_2$ ), сероокиси углерода ( $\text{COS}$ ), окиси кремния ( $\text{SiO}$ ). Эти элементы, соединения в сущности представляют природные органические полимеры. Не исключено, что и наша планета во время своего образования уже содержала органические соединения в форме полимеров — основы примитивных форм жизни (Петрянов, 1973). Как одна их форм эволюции

материи значимая часть «первородных» полимеров принимала активное участие в формировании вещества Вселенной.

К природным полимерам относятся РНК и ДНК, которые так важны для генов и процесса продолжения жизни. На самом деле РНК служит для передачи сигналов и благодаря ей существуют протеины, пептиды и энзимы. Энзимы способствуют протеканию химических процессов в живых организмах, а пептиды являются одними из наиболее интересных составляющих, образующих кожу, волосы и даже рога носорогов. Среди природных полимеров можно назвать полисахариды (полимеры сахара) и полипептиды, такие как шелк, кератин (волосы) [13–16].

Полимеры отличаются способностью образовывать гигантские цепочки атомов углерода, азота, водорода, серы, кислорода. На свойства полимеров существенно влияет не столько их состав, сколько размеры и строение «кирпичиков», звеньев, мономеров. Они связаны между собой двойными и даже тройными валентными связями. Часто в такие связи прорываются атомы иного или нескольких элементов с другим количеством связей, образуя большое разнообразие полимеров (рис. 1). При каждом изменении структуры существенно изменяются свойства полимеров. Все клетки живой материи состоят из молекул-цепочек, составляющих пищу, одежду, кров и топливо человека.

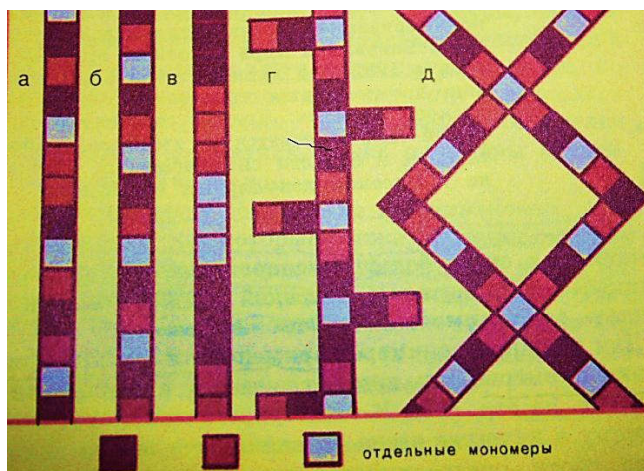


Рис. 1. Расположение мономеров в полимерных цепочках (Гладков, 1973): а – в полном беспорядке; б – в какой-либо строгой последовательности; в – группами (блоками); г – присоединением боковых цепочек; д – перекрещивающимися ветвями / Fig. 1. Arrangement of monomers in polymer chains [Gladkov, 1973]: a – in complete disarray; b – in any strict sequence; c – groups (blocks); d – joining side chains; e – crossing branches

В природе известны органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Наиболее изученные органические полимеры состоят из биогенных элементов (углерод, водород, сера, кислород, фосфор, азот), элементоорганические – из неорганических (кремний, алюминий, титан) и органических элементов. К интересующим нас неорганическим полимерам относятся материалы, главная цепь и боковые ответвления которых неорганические, не являются углеводородными радикалами.

Разнообразие более трёх миллионов органических веществ обусловлено, прежде всего, особыми свойствами четырехвалентного углерода. Прочные химические соеди-

нения углеводородов с другими элементами легко образуют линейные, кольцевые, сетчатые и прочие по форме полимерные цепи атомов различной длины. Цепи в разных местах могут включать атомы других элементов и однозвенные мономеры. Разнообразие также обусловлено способностью атомов углерода взаимодействовать друг с другом не одной, а двумя или тремя валентностями, а также формировать многовариантное пространственное расположение атомов. Цепочки полимеров могут быть атактическими (боковые мономеры направлены в разные стороны), изотактическими (мономеры образуют частично кристаллическую структуру) и синдиотак-

тическими (мономеры располагаются в определённом порядке) (Гладков, 1973).

Цепочки различных видов образуются в результате химических реакций поликонденсации и полимеризации в условиях низких и высоких температур, давлений и в присутствии катализаторов. В отличие от полимеризации, в процессе поликонденсации исходные вещества превращаются в безотходные конечные продукты. Поликонденсация — сравнительно медленный процесс получения прочных волокон, не создающий длинные молекулы. В реакции полимеризации, наоборот, образуются гигантские молекулы необычной прочности. Сочетание физических свойств обеспечивает полимерам упругость, свойственную газообразным веществам, текучесть и несжимаемость, присущую жидкостям, и сопротивляемость любому изменению формы, характерную для твердых тел.

В аморфных полимерах молекулярные цепочки причудливо переплетены друг с другом. При нагревании такие полимеры никогда не переходят в парообразное состояние. Кристаллические полимеры сочетают параллельное расположение коротких отрезков длинных молекул с аморфными участками, выполняющими роль своеобразного клея. Твердость таких полимеров зависит от количества кристаллических участков. Свойства и реакции полимеров свидетельствуют об их неограниченной способности изменять свойства и в зависимости от термодинамических условий получать самые разнообразные вещества.

В молекулах элементоорганических полимеров присутствуют кремний, алюминий, фтор, бор, кобальт. Наиболее распространённые кремнийорганические полимеры сочетают углеводородные и кислородные соединения кремния. Технология синтеза фторопласта, например, предусматривает замену при высоком давлении и в присутствии перекиси водорода (катализатор) атомов метана ( $\text{CH}_4$ ) на фтор путём последовательного замещения атомов водорода атомами хлора (хлороформ  $\text{CHCl}_3$ ), затем атомами фтористого водорода (дифторохлорметан  $\text{CHF}_2\text{Cl}$ ) и удаления  $\text{HCl}$ .

Фторопласты — прекрасный диэлектрик, самое скользкое вещество в мире.

Неорганические полимеры природного происхождения широко распространены в атмосфере (до высоты 15–18 км), гидросфере и преобладают в верхней части литосферы, составляющих земную кору. Основными компонентами земной коры являются сложные неорганические полимеры оксидов кремния, алюминия и других металлов. Состоят полимеры из тетраэдров ( $\text{SiO}_4$ ) и ( $\text{AlO}_4$ ), октаэдров ( $\text{AlO}_6$ ). Ионы ортосиликата могут объединяться за счёт общих атомов кислорода, образуя длинные цепи полисиликатов. Кремнекислородные тетраэдры  $\text{SiO}_4$  могут образовывать одинарные или двойные цепи, слои, кольца или ионные связи с металлом. Наиболее распространены силикатные минералы сетчатой полимерной структуры, такие как полевой шпат, гранат и слюды. На них похожи соли металлов (оксиды) переменной валентности. Многие из них образуют кристаллы типа алмаза или кварца [5].

У минералов свойства полимеров прослеживаются в явлениях изоморфизма, в координационных и островных структурах (островные, кольцевые, цепочечные, ленточные, слоистые, каркасные), в структурных узлах — комплексах — радикалах с простыми и сложными связями атомов (узлов), в полиморфизме и политипии [12]. Кроме структуры минералов, особый интерес вызывает их кристаллохимическое разнообразие. По состоянию атомов, их сочетанию в зависимости от минералообразующих сред выделяются следующие неорганические минералы: простые вещества, сульфиды и близкие к ним минералы, кислородные соединения, галоиды [3; 4].

В неорганической природе кремний занимает такое же положение, как углерод в живой природе. Неорганические полимеры принципиально не отличаются от органических, что подчеркивает общность фундаментальных процессов, определяющих полимерную природу вещества [6]. Главные цепи этих полимеров построены из ковалентных или ионно-ковалентных связей, последние могут прерываться еди-



ничными сочленениями координационного характера. К неорганическим соединениям структурно-полимерного строения отдельных атомных группировок относятся также фосфаты, бораты, арсенаты, гидроокиси, карбиды, нитриды, силициды, арсениды и многие другие классы химических соединений. Типичными полимерами этого типа являются пироксеноидно-амфиболовые силикаты с полимерным строением их анионных группировок [7].

Для двуокиси кремния ( $\text{SiO}_2$ ) характерны высокая температура плавления ( $1723^\circ\text{C}$ ), относительно большая плотность и твердость. Полимеры, построенные посредством межатомных связей, в отличие от молекулярных твердых соединений, всегда имеют кристаллическую структуру, атомные твердые вещества могут иметь кристаллическую или аморфную структуру. Металлы и ионные соединения кристаллической структуры в обычных условиях аморфных тел не образуют. Главным структурообразующим фактором для полимеров служат ковалентные связи, образующие одно-, двух- или трехмерные остовы – макромолекулярные части структуры полимерного материала с участием структурообразующего ван-дер-ваальсово-го фактора.

В первичной высокотемпературной силикатной магме, содержащей значительное количество газов, атомы кремния легко замещаются на алюминий, образуя алюмосиликаты. И силикатная матрица, и включения в ней содержат вещества преимущественно в полимерной форме, т. е. образуют гетероцепные неорганические полимеры. Поликонденсация гидратированных ионов характерна для Be, Sc, Zr, Hf, Cr, Mo, Co, Ni, Ru, Cu, Ga, In, Sn, Pb, Sb. Оксиды этих металлов являются полимерами. Известны также структурные единицы, отвечающие анионам фосфорной и других кислот в одной цепи (молибденовая  $\text{H}_2\text{MoO}_4$ , вольфрамовая  $\text{H}_2\text{WO}_4$  и др.) [11]. К природным полимером относятся также янтарь, глина, тальк, известь.

Для полимеров характерны набухание, большие вязкости растворов и распла-

вов, что способствует образованию гелей кремневой кислоты, гидроксидов алюминия и железа, полимеризации серы и т. д., явно участвующих в эндогенном рудообразовании. Гели образуются при коагуляции и последующей коалесценции (слияние частиц) зелей при понижении температуры, концентрировании или выделении новой дисперсной фазы из пересыщенных растворов. Удалением из гелей жидкой среды получают тонкопористые тела, в которых дисперсная фаза превращается в прочные адгезионные или фазовые (когезионные) пористые структуры. Гели термодинамически неустойчивы. Вследствие синерезиса дисперсная система может самопроизвольно разрушаться, выделять жидкую концентрированную фазу, уплотнять структурную сеть.

В свободном виде четырехвалентный кремний в природе не встречается, чаще он образует двуокись аморфной и кристаллической модификаций. В силикатах кремнекислородные цепочечные группировки связаны в кристаллической решетке посредством крупных катионов, причем главным образом ионными силами. У кристаллических силикатов атомы кислорода располагаются в вершинах правильного Si-тетраэдра. Определенная часть атомов кислорода в силикатах не насыщена валентностями, она может использоваться для связи изолированных анионных группировок в цепочки, ленты, слои и т. д. Кристаллические полимерные тела с регулярной трехмерной структурой макромолекул можно рассматривать как одну гигантскую макромолекулу, все атомы которой связаны ковалентными связями. Жесткий каркас химических связей придает исключительную твердость таким полимерам, как алмаз, бор, корунд, карборунд и т. п., а карбиду бора – исключительную химическую и термическую стойкость.

Неорганические полимеры свойственны элементам III–VI групп верхней части периодической таблицы, не обладающим ярко выраженными свойствами металлов. Внутри групп способность элементов к образованию атомных цепей резко убывает с увеличением номера ряда, галогены же (F,

Cl, Br, J), как и в органических полимерах, обрывают линейные, разветвленные, лестничные и сетчатые (двух- и трёхмерные) цепи. Длинные линейные атомные цепи без боковых групп могут образовывать только элементы VI группы (S, Se, Te), а также углерод, другие элементы этой способности лишены. Большинство минералов земной коры образуют сетчатые (двух- и трёхмерные) полимеры — кристаллы типа алмаза или кварца. В III группе лишь бор склонен к образованию гомоцепных полимеров, а в IV — этим свойством обладают C, Si, Ge, Sn; для углерода известны все три типа полимерных структур. Кремний, германий, олово образуют трехмерные полимерные тела со структурой, аналогичной алмазу. Для них характерен изоморфизм атомов кремния атомами алюминия. К трехмерным алюмосиликатам относятся и цеолиты — переходная разность между органическими и неорганическими полимерами [5; 8; 11]. Черный фосфор, серый мышьяк, серая сурьма и неметаллический висмут — тоже полимеры слоистой структуры.

Главные элементы структуры слоистых алюмосиликатов — кремнекислородный ион  $\text{SiO}_4$  и алюмокислородный ион  $\text{Al}(\text{O}, \text{OH})_6$  — образуют соответственно тетраэдрические и октаэдрические двумерные сетки. Ввиду близости размеров граней тетраэдрической и октаэдрической сеток они образуют слои из двух, трех, четырех и больше сеток (пакеты), составляющие основу композиционного материала [9].

Разнообразие видов полимеров, их свойств является важной характеристикой материи, которая знаменует путь её преобразования от первичного волнового, газового состояния до плотного барионного вещества. Можно предположить, что первичные органогенные полимеры образовались в жестких электромагнитных условиях открытого космоса. Интенсивное электромагнитное излучение способствовало формированию в условиях холодного синтеза и комплексов анионных групп, и великого разнообразия минералов, горных пород и воды, свойства которых сравнимы со свойствами полимеров.

Вода — бинарное неорганическое соединение с ковалентной связью атомов водорода и кислорода — также имеет признаки полимеров (Петрянов, 1973). Среди них:

- молекула воды — такой же оксид водорода (гидрид кислорода), как и оксиды металлов в полимерах;
- взаимное расположение положительных и отрицательных зарядов в её молекуле можно представить в виде тетраэдра, аналогичного тетраэдру природных силикатов (рис. 2);

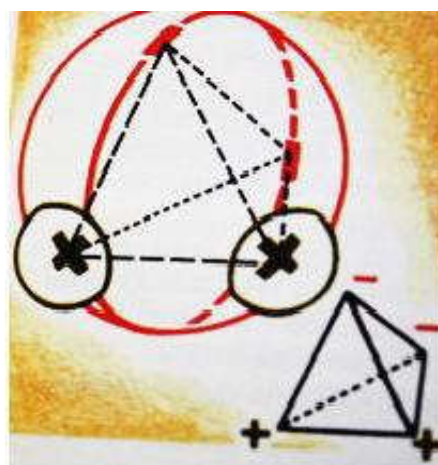


Рис. 2. Тетраэдрическая структура молекул воды. Плюс — водород, минус — кислород (Петрянов, 1973) / Fig. 2. Tetrahedral structure of water molecules. Plus-hydrogen, minus-oxygen (Petryanov, 1973)

- аналогично углероду и кремнию молекула воды соединена четырьмя водородными связями;

— молекулы в талой воде состоят из многих простых молекул-агрегатов, сохраняющих свойства льда, образуя сложные, ассоциированные молекулы, напоминающие полимерные цепи;

— среди преобладающего гексагонального типа льда встречаются разновидности пластинчатой, столбчатой, игольчатой структуры, аналогичные структурам полимеров;

— среди гидридов элементов VI группы ( $\text{H}_2\text{Te}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) аномально высокая температура кипения воды составляет  $100^\circ\text{C}$  вместо  $80^\circ\text{C}$ , что сравнимо со свойством аммиака и фтористого водорода, а

среди гидридов элементов IV группы температура плавления льда составляет  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  вместо минус  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

— аналогично полимерам свойства воды изменяются с изменением строения атомов, изотопных соотношений кинетических и ядерных характеристик, расположения электрических зарядов в молекуле;

— лёд — самый прекрасный из всех минералов, как и полимеры, способен течь, прочен, долговечен, имеет шесть разновидностей, отвечающих различным давлениям; самая горячая — шестая разновидность, например, при давлении 3 ГПа плавится при температуре  $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

— первые молекулы лёгкой воды в космосе конденсируются на частичках космической пыли при низких температурах, образуя таинственные серебристые облака. Однако тяжелые, радиоактивные и некоторые другие её разновидности образуются в процессе высокотемпературных термоядерных реакций;

— в природе вода представляет сложный раствор вод; вода в воде, образованная из больших ионов  $\text{H}_9\text{O}_4^+$  и  $\text{H}_7\text{O}_4^-$ ; в присутствии порошка кремнистой кислоты становится сухой и сыпучей.

Известно 48 разновидностей вод, из них 39 — радиоактивных, 9 — стабильно устойчивых. С учетом сверхтяжелых изотопов водорода и возможных изотопов кислорода предполагается 135 типов различных вод. Обычная вода — это смесь различных молекул, неодинаковых по изотопному составу и различными реакциями изотопного обмена (Petryanov, 1973).

Несмотря на глубоко проникающие современные минералогические методы в познании основных свойств минералов и горных пород, их моделирования и синтеза, их полимерные свойства скрывают много слабоизученного, таинственного. Они представляют большой научный интерес в познании минерала как организма в естественной истории и законов, управляющих ростом его внешних форм и внутренней структуры. Это путь совершенствования знаний о только открывающихся генетиче-

ских особенностях этих важнейших образований материальных космических тел и нашей планеты.

Происхождение около 80 простых минералов связывается с дозвёздным и звёздным периодом эволюции материи Вселенной. Около 600 минералов, представленных преимущественно соединениями металлов с «полимерно-активной» серой, являются продуктами термоядерного синтеза звёзд. Многочисленные, разнообразные, широко распространенные минералы на «полимерно-активной» кремнекислородной матрице представлены 13 классами, из которых 8 полимерно ориентированных классов имеют эндогенное происхождение. Около 160 минералов, представленных галоидоводородными кислотами HF, HCl, HBr, HI, встречаются в виде вулканических газов, пегматит-пневматолитовых и гидротермальных (флюорит) образований.

Более 1000 наиболее представительных кремнекислородных полимеров в форме силикатов с ярко выраженным изоморфизмом слагают 90 % массы земной коры. Тетраэдрические сочетания атомов силикатов образуют моносилкаты  $\text{SiO}_2$ , сложные кремнекислородные комплексы  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ ,  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$ ,  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$ ,  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$ , кремнекислородные цепочки  $[\text{SiO}_3]^{2-}$ ,  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ , кремнекислородные листы  $\langle\text{Si}_2\text{O}_5\rangle^{2-}$ ,  $\langle(\text{SiAl})_4\text{O}_{10}\rangle$ , кремнекислородные каркасы  $\{(\text{SiAl})_n\text{O}_{2n}\}$  (рис. 3). С большими полимеризованными кремнекислородными группами в силикатах энергетически сочетаются крупные по размеру низовалентные катионы, добавочные анионы  $\text{OH}^-$ ,  $\text{O}_2^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ , комплексные группы  $[\text{PO}_4]^{3-}$ ,  $[\text{SO}_4]^{2-}$ ,  $[\text{CO}_3]^{2-}$  и др., а также кристаллизационная и цеолитовая вода. Силикаты являются сырьем для получения Ni, Be, Zr, Cs, Li, Pb, Zn, U, Th и других элементов и полезными ископаемыми в виде асбеста, глин (каолинит, монтмориллонит), слюды (мусковит, флогопит), граната, керамического сырья (полевые шпаты), драгоценных и поделочных камней, полифункционального (цеолиты), оптического (кварц, флюорит) и другого продукта.



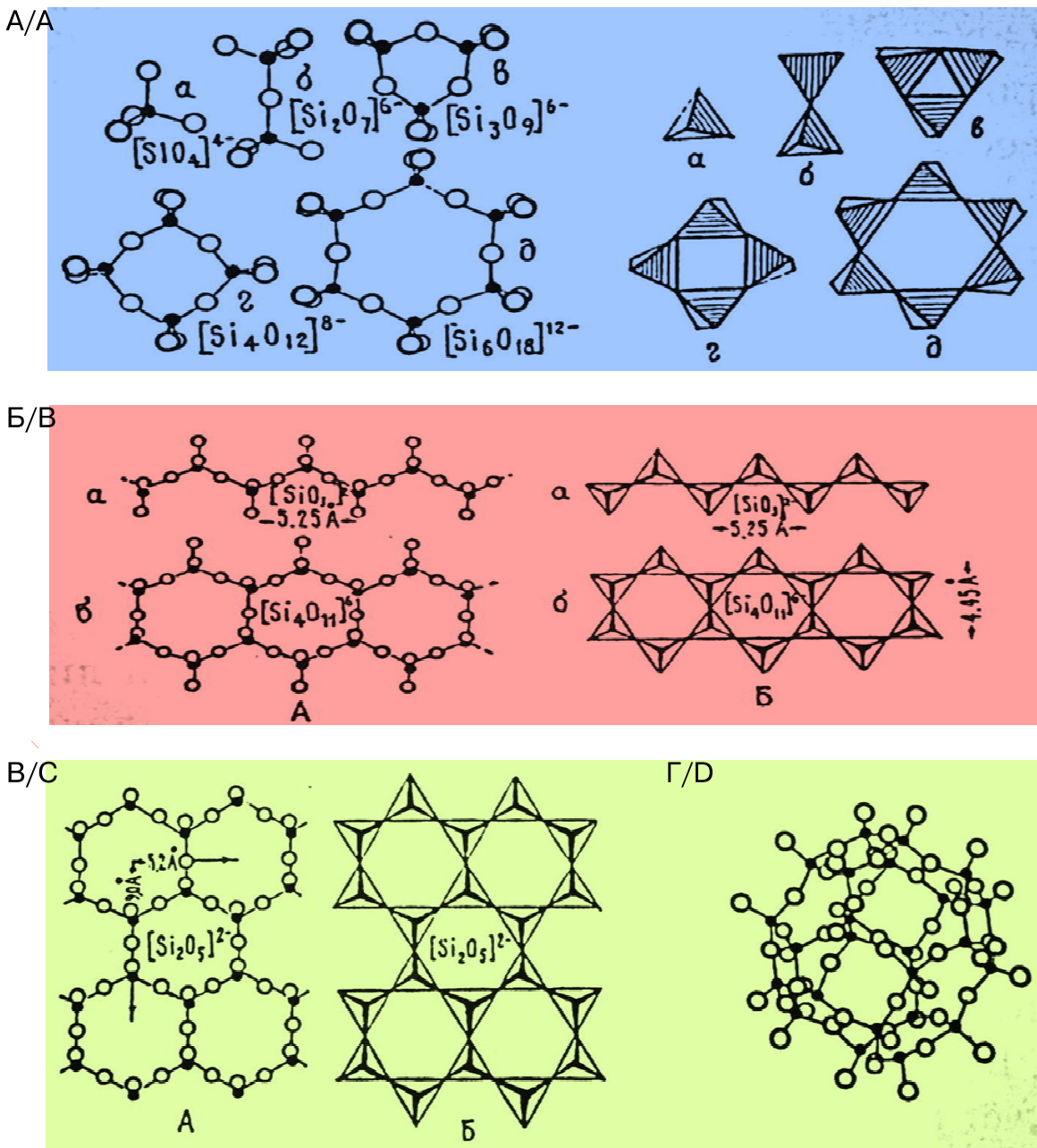


Рис. 3. Структуры силикатов [12] / Fig. 3. Structure of silicates [12]

- А. Типы кремнекислородных тетраэдров (в двух изображениях): а – одиночный  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ ; б – двойной, связаный вершинами  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ ; в – тройной, связаный в кольцо  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$ ; г – четвертой, связаный в кольцо  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$ ; д – шестерной, связаный в кольцо  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$  /  
 A. Types of silicon oxygen tetrahedra (in two images): a – single  $[\text{SiO}_4]^{4-}$ ; b – double linked vertices  $[\text{Si}_2\text{O}_7]^{6-}$ ; c – triple associated to rings  $[\text{Si}_3\text{O}_9]^{6-}$ ; d – quarter that is linked to a ring  $[\text{Si}_4\text{O}_{12}]^{8-}$ ; e – gear, bound to the ring  $[\text{Si}_6\text{O}_{18}]^{12-}$
- Б. Типы цепочек кремнекислородных тетраэдров (в двух изображениях): а – одиночный  $[\text{SiO}_3]^{2-}$ ; б – сдвоенный (лента)  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ . Вершины тетраэдров направлены к наблюдателю, утолщены (Б) /  
 B. Types of chains of silicon-oxygen tetrahedra (in two images): a – single  $[\text{SiO}_3]^{2-}$ ; b – double (tape)  $[\text{Si}_4\text{O}_{11}]^{6-}$ . The vertices of the tetrahedra are directed to the observer, thickened (B)
- В. Лист кремнекислородных тетраэдров / С. List of silica oxide tetrahedras  
 Г. Алюмокремнекислородный каркас / D. Aluminosilicic oxygen frame

**Выводы.** 1. Полимеры являются ещё одним эволюционным свойством самовозбуждающейся материи, способным обеспечивать химические реакции поликонденсации и полимеризации, в результате которых атомы, исходные мономеры перестраиваются, преобразуются, наращиваются в сложные гигантские цепочки, формируя новое вещество с оригинальными физико-химическими свойствами.

2. Способность полимеров формировать аморфную (термопластичную) или кристаллическую (терморективную) структуру определяется термодинамической обстановкой.

3. В холодных (около 3 К) войдах открытого космоса в условиях низкого давления (около  $10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>) и господства электромагнитного излучения, выступающего, вероятно, в качестве катализатора, в безмерных водородных облаках лёгкие химические элементы образуют первичные органогенные полимеры. Сложные процессы медленного преобразования этих полимеров привели к формированию некоторого объёма полимеров в виде плотного аморфного вещества, которое активно уча-

ствовало в процессах аккреции при формировании и эволюции галактик, звёзд и планет.

4. Кристаллические неорганические полимеры, синтезированные в земной коре, представлены высокотемпературными полимерами, образованными при существенно большем давлении. Это относительно молодые полимеры нескольких поколений. Первоначально под воздействием жёсткого электромагнитного и радиоактивного излучения полимеры формировались в облаках шаровых звездных скоплений и в рассеянных скоплениях спиральных ветвей нашей Галактики, затем под воздействием эндогенного тепла ядра Земли в её мантии и преобразовывались, совершенствуясь, в процессах образования земной коры.

5. Длительный и сложнейший путь формирования и преобразования полимеров в процессе термодинамической эволюции Земли прямо проявляется в генетических особенностях формирования самой планеты и эндогенного оруденения. Расшифровка этих особенностей составляет перспективную научно-практическую проблему.

## Список литературы

---

1. Вселенная [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 18.12.2017).
2. Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 608 с.
3. Лазаренко Е. К. Курс минералогии [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.studmed.ru/lazarenko-ek-kurs-mineralogii\\_a63fc2bc042.html](http://www.studmed.ru/lazarenko-ek-kurs-mineralogii_a63fc2bc042.html) (дата обращения: 28.12.2017).
4. Лазаренко Е. К. Опыт генетической классификации минералов. Киев: Наукова думка, 1979. 315 с.
5. Неорганические полимеры [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/2894](https://www.dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/2894) (дата обращения: 18.11.2017).
6. Неорганические полимеры [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.megabook.ru/article/> (дата обращения: 25.01.2018).
7. Новые неорганические полимеры — искусственные амфиболы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fs.nashaucheba.ru/docs/2151/index-3688822.html> (дата обращения 17.01.2018).
8. Павленко Ю. В. Особенности формирования Вселенной // Вестник Забайкальского регионального отделения РАЕН. 2016. С. 20–24.
9. Полимер-силикатные композиты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.chemiema-pia.ru/chemics-8438-1.html> (дата обращения: 12.01.2018).
10. Происхождение воды на планете [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 22.12.2017).
11. Семчиков Ю. Д. Неорганические полимеры [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/183.html> (дата обращения: 14.01.2018).
12. Трубочёв А. И., Ожогина Е. Г. Основы кристаллографии, минералогии и петрографии. Чита: ЗабГУ, 2015. 260 с.
13. Mathias Lon J., Tarkin-Tas E., Lange C. A. Hydrogen-bonded supramolecular polymers from derivatives of  $\alpha$ -amino- $\epsilon$ -caprolactam: a bio-based material // Journal of Polymer Science. 2011. No. 49. P. 2451–2460.

14. Mathias Lon J., Kaya E., Tarkin-Tas E., Osborn S., Ayotte R., Manning S. Preparation, characterization and copolymerization of the 12-membered cyclic diamide 1,6-diazaacyclododecane-2,5-dione // *Journal of Polymer Science*. 2014. No. 52. P. 96–103.
15. Morris P. J. T. *Polymer pioneers: a popular history of the science and technology of large molecules*. Chemical Heritage Foundation, 2005. 88 p.
16. Strobl G. R. *The physics of polymers*. 3rd ed. Springer, 2007. 518 p.

## References

1. *Vselennaya* (The Universe). Available at: <http://www.ru.wikipedia.org/wiki> (Date of access: 18.12.2017).
2. Belousov V. V. *Osnovnye voprosy geotektoniki* (The main issues of geotectonics). Moscow: Gogolotekh iz-dat, 1962. 608 p.
3. Lazarenko E. K. *Kurs mineralogii* (The course of Mineralogy). Available at: [http://www.studmed.ru/lazarenko-ek-kurs-mineralogii\\_a63fc2bc042.html](http://www.studmed.ru/lazarenko-ek-kurs-mineralogii_a63fc2bc042.html) (Date of access: 28.12.2017).
4. Lazarenko E. K. *Opyt geneticheskoy klassifikatsii mineralov* (Experience of genetic classification of minerals). Kiev: Naukova Dumka, 1979. 315 p.
5. *Neorganicheskie polimery* (Inorganic polymers). Available at: [http://www.dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_chemistry/2894](http://www.dic.academic.ru/dic.nsf/enc_chemistry/2894) (Date of access: 18.11.2017).
6. *Neorganicheskie polimery* (Inorganic polymers) Available at: <http://www.megabook.ru/article/> (Date of access: 25.12.2018).
7. *Novye neorganicheskie polimery – iskusstvennye amfiboly* (New inorganic polymers - artificial amphiboles). Available at: <http://www.fs.nashaucheba.ru/docs/2151/index-3688822.html> (Date of access: 17.01.2018).
8. Pavlenko Yu. V. *Vestnik Zabaykalskogo regionalnogo otdeleniya RAEN* (Bulletin of the Zabaikalsky Regional Branch of the Russian Academy of Natural Sciences), 2016, pp. 20–24.
9. *Polimer-silikatnye kompozity* (Polymer-silicate composites). Available at: <http://www.chemieman.ru/chemies-8438-1.html> (Date of access: 12.01.2018).
10. *Proiskhozhdenie vody na planete* (Origin of water on the planet). Available at: <https://www.ru.wikipedia.org/wiki> (Date of access: 22.12.2017).
11. Semchikov Yu. D. *Neorganicheskie polimery* (Inorganic polymers). Available at: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/183.html> (Date of access: 14.01.2018).
12. Trubachev A. I., Ozhogina Ye. G. *Osnovy kristallografii, mineralogii i petrografii* (Fundamentals of crystallography, mineralogy and petrography). Chita: ZabGU, 2015. 260 p.
13. Mathias Lon J., Tarkin-Tas E., Lange C. A. *Journal of Polymer Science* [Journal of Polymer Science], 2011, no. 49, pp. 2451–2460.
14. Mathias Lon J., Kaya E., Tarkin-Tas E., Osborn S., Ayotte R., Manning S. *Journal of Polymer Science* (Journal of Polymer Science), 2014, no. 52, pp. 96–103.
15. Morris P. J. T. *Polymer pioneers: a popular history of the science and technology of large molecules* [Polymer pioneers: a popular history of the science and technology of large molecules]. Chemical Heritage Foundation, 2005. 88 p.
16. Strobl G. R. *The physics of polymers*. 3rd ed. [The physics of polymers. 3rd ed.]. Springer, 2007. 518 p.

## Коротко об авторе

## Briefly about the author

**Павленко Юрий Васильевич**, д-р геол.-минер. наук, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: мелко-среднемасштабное геологическое картирование, прогнозирование, поиски, разведка месторождений  
pavurva@mail.ru

**Yuriy Pavlenko**, doctor of geological mineralogical sciences, professor, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: small-medium-scale geological mapping, forecasting, prospecting, exploration of deposits

## Образец цитирования

Павленко Ю. В. *Природные полимеры: новая парадигма эволюции Земли* // *Вестн. Забайкал. гос. ун-та*. 2018. Т. 24. № 2. С. 15–25. DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-3-15-25.

Pavlenko Y. *Natural polymers: a new paradigm of the Earth evolution* // *Transbaikal State University Journal*, 2018, vol. 24, no. 2, pp. 15–25. DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-3-15-25.

Статья поступила в редакцию: 06.03.2018 г.  
Статья принята к публикации: 18.03.2018 г.