

О ТЕРМОДИНАМИКЕ ЭВОЛЮЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ КВАЗИЗАКРЫТЫХ СИСТЕМ

Г. П. Гладышев

Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН, Москва

On Evolutional Thermodynamics of Dynamical Quasi-Closed Systems

G. P. Gladyshev

N. N. Semenov Institute of Chemical Physics, Moscow

Эволюция состава и строения динамических нестационарных квазиравновесных квазизакрытых систем всех иерархий является следствием стремления удельной функции Гиббса, образования этих систем, к минимуму. Данное заключение имеет надежное экспериментальное обоснование и соответствует второму началу в его классической формулировке.

Evolution of the content and structure of dynamic non-stationary quasi-equilibrium, quasi-secrect systems of all hierarchies is sequent of the tendency of specific Gibb's function, formation of these systems, to minimum. Such conclusion has a reliable basis and corresponds to the second beggining in its classic form.

В последние десятилетия создана иерархическая термодинамика квазиравновесных квазизакрытых систем. Она получила название кинетической термодинамики, поскольку изучает слабо неравновесные превращения в динамических системах, которые могут быть охарактеризованы с помощью функций состояния, т.е. функций, имеющих полные дифференциалы. Иерархическая термодинамика опирается на математический аппарат термодинамической теории Дж. У. Гиббса [1] и закон временных иерархий [2—5]. Оказалось, что она с успехом может быть применена для исследования эволюционного преобразования гетерогенных систем (их состава и строения) реального мира. Следует подчеркнуть, что упомянутая термодинамика систем изучает эволюционные их изменения, когда уместно говорить о достаточно медленных преобразованиях этих систем во времени. Изменения в подобных системах оцениваются с помощью величины удельной функции Гиббса образования j -ой системы, ΔG_j , которая стремится к минимуму и характеризует стабильность системы. Так, при изучении преобразования квазизакрытых биологических систем, эволюция которых протекает на супрамолекулярном уровне, речь идет о стремлении удельной величины функции Гиббса образования супрамолекулярной (im) структуры системы. Эволюция систем других иерархий связана со стремлением к минимуму удельной функции Гиббса образования структур, соответствующих иерархий. Следует иметь в виду, что такая термодинамика, разумеется, не занимается исследованиями систем, далеких от состояния равновесия, в которые наблюдаются нелинейные «револю-

ционные» (сравнительно быстрые) изменения. Эти быстрые эволюционные изменения, даже приближенно, не могут быть описаны в терминах функций состояния.

Эволюция природных систем, разумеется, может быть связана не только с силами межмолекулярных (im) взаимодействий, которые, прежде всего, определяют отбор стабильных веществ в биологических, химических, геохимических и других системах. Часто эволюционный отбор структур может быть связан с действием сил гравитации, электромагнитными взаимодействиями и т. д.

Настоящая статья посвящена расширению нашего термодинамического подхода, который может быть распространен на все иерархические структуры реального мира, направление эволюционных изменений в которых определяется известными в физике взаимодействиями.

Приводимая здесь интерпретация делается с позиции кинетической линейной термодинамики динамических квазиравновесных квазизакрытых эволюционирующих систем. При этом упор делается, именно, на изменяющиеся во времени, системы. Это отличает наш подход от широко распространенной тенденции, ограничивающейся исследованием термодинамики процессов.

Следует подчеркнуть, что, изучая эволюцию системы, мы говорим о нестационарном процессе изменения системы (состава и структуры) со временем. Действительно, эволюция — представление об изменениях систем, эволюционные преобразования в которых (по определению) является нестационарными.

Общей моделью эволюционирующей квазизакрытой системы является нестационарная динамическая квазиравновесная система, в которой протекают разнообразные процессы разделения вещества. Такая система со временем обогащается наиболее стабильным веществом (структурами) соответствующих иерархий. Моделью этой системы может служить «разделительно-накопительная колонка», подобная нестационарной хроматографической колонке, в которой возможны химические и структурные превращения.

В мире живого термодинамическая направленность эволюции и развития живых структур, в соответствии со вторым началом, определяется стремлением к минимуму удельной функции Гиббса образования структур, всех иерархий живой материи [2—5].

В неживой природе имеется множество примеров, подтверждающих термодинамическую направленность геофизических процессов [6]. Так, процессы образования гидротермальных минералов, а также различных форм льда, в земных условиях, как правило, протекают в динамических квазиравновесных квазизакрытых системах. Эволюционные (нестационарные) превращения в геологических и атмосферных квазизакрытых системах подобны образованию структур различных иерархий в живом мире. Так, эволюция состава и строения геотермальных систем является следствием стремления удельной функции (свободной энергии) Гиббса образования новых, возникающих в системе, структур (минералов) к минимуму.

Процессы сепарации пород в геофизических системах часто связаны с действием гравитации. При перемещении частиц осадочных пород в потоках флюидов может наблюдаться разделение компонентов. Такое разделение определяется характеристиками породы и флюида. Если флюидом является вода, она может переносить суспензионные частицы, а также объ-

екты сравнительно больших размеров. В простейшем случае скорость оседания мелких частиц в потоке определяется законом Стокса. Значение скорости оседания в этом случае зависит от разности плотностей, переносимых потоком, частиц и флюида, ускорением силы тяжести, радиусом частиц и динамической вязкостью флюида. Осаждение частиц породы, например, на дне реки можно рассматривать как стремление удельной функции Гиббса образования, выделенной сложной динамической квазизакрытой системы, к минимуму. Такое стремление ΔG_i к минимуму следует трактовать как стремление системы к более устойчивому (стабильному) состоянию.

Многие системы, с которыми мы сталкиваемся ежедневно, часто также можно рассматривать как нестационарные динамические квазизакрытые системы, которые эволюционируют в квазиравновесных режимах. Достаточно рассмотреть эволюцию состава и структуры фитиля горящей свечи или обугливания дерева при малом доступе кислорода. Так, по мере сгорания свечи, химический состав фитиля медленно меняется. Эволюция состава и структуры фитиля, как исследуемой выделенной системы, подобна эволюции состава и строения ткани живого организма, удельная функция образования супрамолекулярной структуры которой, при старении, стремится к минимуму. Легко убедиться, что горящий фитиль обогащается химически энергоемким веществом, супрамолекулярная структура которого становится все более и более стабильной. Этот факт согласуется с принципом стабильности веществ, сформулированным для живых систем [3—5].

Таким образом, эволюция состава и строения динамических нестационарных квазиравновесных квазизакрытых систем всех иерархий протекает в соответствии со вторым началом в его классической формулировке [1—3].

Литература

1. *Gibbs J. W.* The Collected Works of J. Willard Gibbs, Thermodynamics. New York: Longmans, Green and Co., 1928. V. 1. P. 55—349 (Рус. Пер. М.: Наука, 1982. 584 с.)
2. *Gladyshev G. P.* Thermodynamic Theory of the Evolution of Living Beings. N.Y.: Nova Sci. Publ. Inc., 1997. 142. <http://www.humanthermodynamics.com/JHT/Second-Law-Systems-Evolution.html> <http://www.endeav.org/?id=46&lng=eng>.
3. *Thims Libb.* Human Chemistry. LuLu. Inc., 2007. — 800 P.
4. *Гладышев Г. П.* Супрамолекулярная термодинамика — ключ к осознанию явления жизни. Издание второе, Москва — Ижевск: Институт компьютерных исследований. Регулярная и хаотическая динамика, 2003. — 144 С. <http://www.endeav.org/evolut/age/evol.htm>
5. *Gladyshev Georgi P.* The Principle of Substance Stability is Applicable to all Levels of Organization of Living Matter. International Journal of Molecular Sciences, 2006. No 7. 98—110.
6. *Geology.* Wikipedia <http://en.wikipedia.org/wiki/Geology>