

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РУССКОГО ФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

ЖУРНАЛ
РУССКОГО ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКОГО
ОБЩЕСТВА:

ЖРФХО,

Том 89, Выпуск № 1

Перезапущен под этим именем в 2015 году

Продолжение научного журнала ЖРФХО
РУССКОГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА, 1872–1930,
возобновивших свою общественную, научную
и издательскую деятельность в России
16 апреля 1991 г.

Публикует:

- наиболее актуальные, полезные, оригинальные работы соотечественников по всем отраслям естествознания;
- письма читателей и научные статьи, программы и методики, рекламу, технические предложения, анализ, обзор, прогноз;
- энергетика, экология, охрана здоровья, сельское хозяйство, промышленность, техника, технология, экономика, наука.

*Не чины и звания, ни возраст и профессия авторов,
а степень общественной пользы и оригинальность их мысли –
единственный критерий отбора работ для публикации*

Приоритетная защита всех публикуемых материалов. Предназначен для всех, кому не безразличны современные земные проблемы, кто ищет конкретное поле деятельности для эффективного приложения своих интеллектуальных способностей.

ДЕВИЗ ЖУРНАЛА:

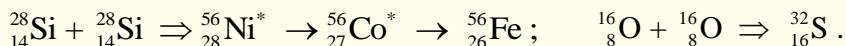
«Новое искание Истин – только это и есть Наука»

Д.И. Менделеев

ВЕРОЯТНЫЕ ПРОДУКТЫ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА В ТЕЛАХ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Андреанов Б.А.

С позиций гипотезы о возможной реализации низкоэнергетических реакций ядерного синтеза (LENR) рассмотрены общие черты, объединяющие такие, казалось бы, чуждые друг другу объекты как метеориты, фульгуриты, а также продукты вулканической деятельности на спутнике Юпитера Ио. Общим для всех является сочетание воздействия больших значений давления, температуры и плотности электрического тока. Для Челябинского метеора наиболее вероятной LENR может быть реакция между ядрами магния и кремния, входящими в минеральный состав оливина и пироксена, содержащихся в метеорите. В результате удара молнии кварцевый песок превращается в фульгурит, котором обнаруживаются металлические сфероиды троилита, альфа-железа и шрейберзита – минералов, более характерных для внеземных объектов. Это выглядит как LENR, в результате которой две молекулы SiO₂ превращаются в два атома серы и один атом железа:



Слияние двух ядер ${}_{14}^{28}\text{Si}$ проходит в три этапа: сначала образуются радиоактивные ядра ${}_{28}^{56}\text{Ni}^*$ с периодом полураспада ≈ 6 дней, которые, превращаются в радиоактивный ${}_{27}^{56}\text{Co}^*$ с периодом полураспада ≈ 77 дней и, наконец, образуется стабильный изотоп ${}_{26}^{56}\text{Fe}$.

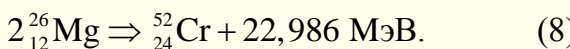
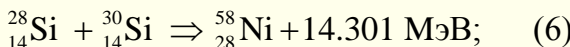
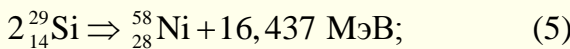
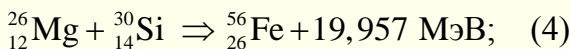
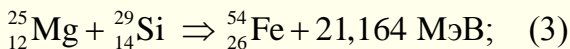
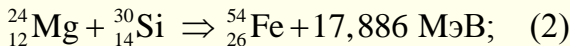
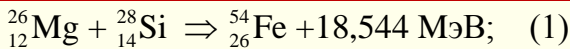
Аномальные количества серы и железа на спутнике Юпитера Ио так же предстают как продукты этих двух LENR, образованные из кварца под действием огромного давления, вызванного приливным разогревом Ио, в сочетании с электрическим током в 5 миллион ампер, текущим между Ио и Юпитером. Весомым доказатель-

ством реализации LENR могло бы послужить масс-спектрометрическое подтверждение изменения относительного содержания изотопов железа по сравнению с естественным распределением.

Ключевые слова: LENR, метеорит, изотопы, магний, кремний, сера, железо, кислород, оливин, пироксен, кварц, фульгурит, троилит, Ио.

*Shall I refuse my dinner because I do not
fully understand the process of digestion?*
Oliver Heaviside

В работах [1,2] предложена гипотеза, с позиций которой все явления, сопровождавшие взрыв Челябинского метеорита (ЧМ), рассмотрены как свидетельства возможной реализации природных низкоэнергетических реакций ядерного синтеза (LENR) между ядрами магния и кремния, входящими в минеральный состав оливина и пироксена, содержащихся в метеорите. Конечными продуктами этих реакций являются стабильные изотопы железа, никеля и хрома, которые соответствуют максимуму на общеизвестном графике зависимости удельной энергии связи от массового числа:



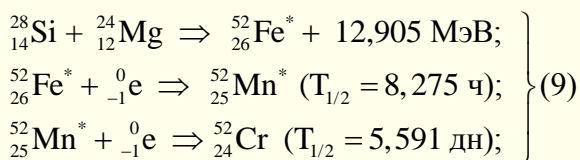
(Здесь с помощью [3] уточнены цифры энергетического выхода реакций (1), (4) и (8), а также добавлены новые реакции (3) и (6)).

Железо, никель и хром действительно были обнаружены в ЧМ, причём, процентное содержание этих элементов возрастает в оплавленной корке метеорита по сравнению с его телом, в то время как содержание кремния и магния уменьшается. Вот как выглядят для одного из осколков средневзвешенные значения весовых процентов, полученные в [4]:

	Si	Mg	Fe	Ni	Cr
тело	18,99	14,22	19,27	0,24	0,36
корка	17,03	14,17	21,73	0,60	0,39

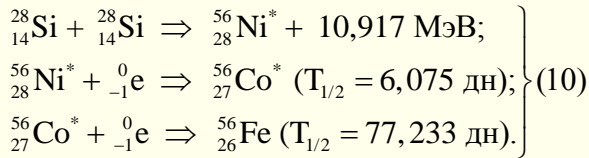
С учётом известных данных о распространённости указанных изотопов магния и кремния на Земле [3] (^{28}Si – 92.230%, ^{29}Si – 4.683%, ^{30}Si – 3.087%, ^{24}Mg – 78.99%, ^{25}Mg – 10.00%, ^{26}Mg – 11.01%) и в рамках предположения о несущественном отличии этой распространённости в метеоритах, наиболее вероятной, при прочих равных условиях, следует ожидать реакцию (1). На то, что она произошла, могло бы указать повышенное содержание продукта данной реакции – изотопа ^{54}Fe , по сравнению с его содержанием в земных породах (5.845%). К тому же реакции (2) и (3) также должны приводить к образованию данного изотопа. Поэтому на первый план выступает необходимость масс-спектрометрического исследования изотопов железа ЧМ. К сожалению, такие исследования, насколько известно автору, проведены не были.

Менее вероятными (во всяком случае, для ЧМ) являются другие группы реакций, на промежуточных этапах которых образуются короткоживущие радиоактивные вещества, а в конце – стабильный изотоп. Например, возможна реакция ядерного синтеза между наиболее распространёнными изотопами кремния и магния, в которой после нескольких последовательных превращений получается стабильный изотоп хрома:



Реакция идёт в три этапа: сначала при слиянии ядер ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ и ${}^{28}_{14}\text{Si}$ образуется радиоактивный изотоп железа ${}^{52}_{26}\text{Fe}^*$ (период полураспада ≈ 8 час), быстро переходящий путём электронного захвата в радиоактивный изотоп марганца ${}^{52}_{25}\text{Mn}^*$ (период полураспада ≈ 6 дн.), который, в свою очередь, также совершает электронный захват и превращается в наиболее распространённый стабильный изотоп хрома ${}^{52}_{24}\text{Cr}$.

Ещё одна возможная реакция синтеза с цепью превращений и результирующим образованием железа может происходить между одинаковыми ядрами кремния:



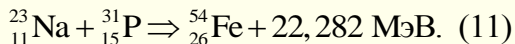
Слияние двух ядер ${}^{28}_{14}\text{Si}$ тоже проходит в три этапа: сначала образуются радиоактивные ядра ${}^{56}_{28}\text{Ni}^*$ с периодом полураспада ≈ 6 дней, которые, превращаются в радиоактивный ${}^{56}_{27}\text{Co}^*$ с периодом полураспада ≈ 77 дней и, наконец, образуется стабильный изотоп ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.

Кстати, именно такая реакция недавно наблюдалась на одной из звёзд: линия излучения радиоактивного кобальта с энергией 847 кэВ в реакции превращения ${}^{56}_{28}\text{Ni}^* \rightarrow {}^{56}_{27}\text{Co}^* \rightarrow {}^{56}_{26}\text{Fe}$ зарегистрирована при вспышке сверхновой звезды SN 2014 [5].

Поскольку температура сверхновых звёзд достаточна для протекания высокотемпературного ядерного синтеза, там, конечно же, не может идти речь о LENR, однако в некоторых земных экстремальных событиях не исключена возможность осуществления подобной реакции также и по низкотемпературному сценарию.

Для полноты картины многообразия рассматриваемых явлений уместно заметить, что иногда для протекания LENR вовсе не требуются какие-то экстремальные условия. Такие реакции обнаруживаются даже при комнатной температуре и атмосферном давлении. Так, в [6] они наблюдались без какого-либо внешнего воз-

действия в растущих микробиологических системах: в [6] (рис.4.7 главы 4.3) описаны экспериментальные результаты масс-спектрометрических исследований, чётко свидетельствующие о протекании реакции



В продуктах реакции (11) масс-спектрометр действительно зарегистрировал изотоп ${}^{54}\text{Fe}$, концентрация которого по отношению к изотопу ${}^{56}\text{Fe}$ увеличилась более чем в четыре раза по сравнению с природным значением.

Наряду с метеоритами на Земле имеются объекты, заслуживающие самого пристального внимания с рассматриваемой точки зрения – это фульгуриты. Замечено, что в участках фульгуритового расплава, контактирующих с неизменённой породой, состав стекла отличается очень высоким содержанием железа [7]. Обнаруживают даже металлические сфероиды размером до 3 мм, повсеместно находимые в фульгуритах и отсутствующие в окружающей породе. Эти металлические частицы состоят из троилита, альфа-железа и шрейберзита – редких железосодержащих минералов, более характерных для внеземных объектов [8]. Средние значения состава указанных фаз таковы:

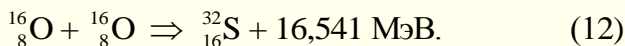
Троилит		Альфа-железо		Шрейберзит	
Fe,%	S,%	Fe,%	P,%	Fe,%	P,%
63.8	36.01	98.62	2.5	87.53	13.34

Конечно, можно без всякой экзотики считать, что повышение концентрации железа могло произойти в результате его химического восстановления и переплавки. Однако воздействие мощного электрического разряда при формировании фульгуритов даёт основание подозревать участие LENR. Высокие давления и температуры, развиваемые прохождением электрических зарядов молний через кварцевый песок, могут привести к превращению двух ядер кремния в ядро железа (10). Ещё более необычное предположение будет сделано ниже.

Выделяемая мощность имеет наибольшее значение на первом этапе реакции, когда энергия связи ядер освобождается за несколько миллисекунд разряда молнии. Взрывное выделение энергии на втором и третьем этапах не происходит по причине продолжительного периода полураспада, то есть энергия выделяется незаметно и постепенно. Конечно, её можно заметить по гамма-излучению, но в момент образования фульгурита, равно как и через несколько дней после этого, дозиметрические измерения, разумеется, никто не проводил, поэтому остаётся довольствоваться только интерпретацией последствий. Наиболее значимым из них должно явиться изменение соотношения изотопов железа, а именно, повышение содержания ^{56}Fe по сравнению с естественным распределением. Это самый распространённый природный изотоп железа (его распространённость 91.754%), поэтому для доказательства LENSR необходимо подтвердить его концентрацию в фульгурите больше этого значения с погрешностью, не превышающей хотя бы 1-2%. Итак, для окончательного решения вопроса необходимо дополнительное исследование относительного содержания стабильных изотопов железа в упомянутых средах.

В заключение в связи с рассматриваемой темой хотелось бы сделать предположение о механизме вулканической деятельности на самом геологически активном теле Солнечной системы – совершенно уникальном спутнике Юпитера Ио [9]. Считается, что эта деятельность вызвана приливными гравитационными взаимодействиями Ио с Юпитером, Европой и Ганимедом [10], из-за чего поверхность Ио в течение нескольких миллиардов лет испытывает периодические деформации с амплитудой около 100 м. За счёт возникающих при этом чудовищных давлений происходит непрерывный разогрев недр, который вызывает и поддерживает вулканизм. Как известно, более 400 действующих вулканов на Ио извергают огромные массы расплавленной серы [11]. Эта сера непрерывно изливается на поверхность, образуя обширные озёра, и даже поднимается на высоту 300 – 500 км. Откуда же берётся такое её количество, ведь спутник, как и большинство твёрдых тел Солнечной системы, состоит главным образом из ультраосновных силикатных пород [12, 13], окружающих железное ядро [14] и, казалось бы, соотношение химических элементов в нём не должно существенно отличаться от обычного?

При рассмотрении отличительных особенностей, приводящим к таким аномалиям, наряду с гигантским приливным давлением следует учесть также огромный незатухающий электрический ток порядка $5 \cdot 10^6$ А, протекающий между Ио и Юпитером [15]. Все эти факторы позволяют высказать осторожную догадку об участии LENR в преобразовании SiO_2 . Непрерывно могут идти две группы процессов. Первый из них представляет собой упомянутое слияние двух ядер кремния с превращением в ядро железа, описываемое уравнениями (10). Второй процесс состоит в слиянии двух ядер кислорода и превращении их в один атом серы:



Таким образом, в результате LENR две молекулы SiO_2 превращаются в два атома серы и один атом железа, выделяя суммарную избыточную энергию около 44 MeV . Такая догадка косвенно подтверждается присутствием значительного количества серы в троилите фульгуритов [8]; логично считать сам троилит продуктом LENR-реакций (10) и (12). Какая-то часть кислорода, возможно, не участвует в этих процессах и химически соединяется с серой, образуя диоксид, который обнаружен в атмосфере спутника и на его поверхности. Это позволяет более естественно объяснить приливной разогрев недр Ио и существование в нём железного ядра.

Разумеется, предположений и аргументов «за» и «против» на тему о возможном протекании LENR можно строить сколько угодно, однако фактов в пользу таких реакций в настоящее время накопилось столько, что их уже невозможно игнорировать. Несомненно, эта тема заслуживает самого пристального внимания. Если такие реакции действительно могут происходить, то в недалёком будущем у них есть перспектива стать основой для получения дешёвой и чистой ядерной энергии, например, из талька ($\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$) или кварцевого песка (SiO_2) без всяких радиоактивных отходов. Конечными продуктами таких реакций будут стабильные изотопы железа, никеля и хрома, так что ядерная электростанция одновременно могла бы служить ещё и металлургическим заводом, производящим чистые изотопы привычных металлов, которые, благодаря своей чистоте, возможно, обнаружат новые необычные свойства.

Автор признателен В.П. Лютоеву за полезное обсуждение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрианов Б.А. Природная низкоэнергетическая реакция ядерного синтеза // Изв. УГГУ. 2013. Вып.3 (32) . С. 12 – 16.
2. Andrianov B.A. Natural low energy nuclear fusion reaction // Infinite Energy. 2014. Vol.19. Issue 114. P. 42 – 44.
3. Nucleus ground and isomeric states parameters search engine. April 10, 2013. <http://cdfc.sinp.msu.ru/services/gsp.en.html>
4. Лютоев В.П., Потапов С.С., Силаев В.И., Лысюк А.Ю. Спектроскопические исследования минерального вещества метеорита Челябинск. //В сб. Метеорит Челябинск – год на земле: материалы Всероссийской научной конференции. Челябинск: Челябинский государственный краеведческий музей, 2014. С. 413 – 426. <http://www.chelmuseum.ru/upload/iblock/7f4/7f456a70ebfed23d4f5cf15cd4300c16.pdf>
5. [Сюняев Р.](#), [Чуразов Е.](#), [Гребенев С.](#) Впервые зарегистрирован синтез кобальта-56 при вспышке сверхновой типа Ia. Пресс-центр ИКИ РАН 21 марта 2014 г. <http://press.cosmos.ru/vpervyetzaregistririvan-sintez-kobalta-56-pri-vspyshke-sverhnovoy-tipa-ia>
6. Высоцкий В.И., Корнилова А.А. Ядерный синтез и трансмутация изотопов в биологических системах // М.: Мир, 2003. 161 с.
7. Лютоев В.П., Лысюк Г. Н., Потапов С. С., Мороз Т.Н., Лысюк А. Ю. Особенности состава и структуры импактных и техногенных стёкол Минералогия техногенеза - 2000: Новое издание. Миасс: ИМин УрО РАН, 2000. - С.68-85.
8. Минюк П.С., Пляшкевич А.А., Субботникова Т.В., Альшевский А.В. Магнетизм минеральных фаз Колымского фульгурита. В сб. Палеомагнетизм и магнетизм горных пород. // Материалы международной школы-семинара 7 – 12 октября 2013 г. Казань. С.156 – 162.
9. [https://en.wikipedia.org/wiki/Io_\(moon\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Io_(moon)).
10. Peale, S.J. Melting of Io by Tidal Dissipation // Science. 1979. vol.203 (4383). P.892 – 894.
11. Fanale, F. P. *et al.* Io: A Surface Evaporite Deposit? Science. 1974. vol. 186 (4167). P.922–925.
12. Carr. M.H. Silicate volcanism on Io // Journal of Geophysical Research.1986. vol. 91. P. 3521–3532.
13. McEwen.A.S. *at al.* High-temperature silicate volcanism on Jupiter’s moon Io // Science. 1998. vol.281 (5373). P.87–90.

14. Anderson. J.D. *et al.* Galileo Gravity Results and the Internal Structure of Io // Science. 1996. vol.272 (5262). P.709 – 712.
15. Jupiter's magnetosphere
http://voyager.jpl.nasa.gov/science/jupiter_magnetosphere.html



Андрианов Борис Андреевич, – кандидат технических наук, доцент, научный эксперт Русского Физического Общества, г.Челябинск E-mail: borisandr74@gmail.com

