

УДК 537.531.3

ФОТОННЫЕ ДОМЕНЫ В ГЕНЕРАТОРАХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЭНЕРГИИ

© 2020 г. Ф. Н. Шакирзянов*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
“Национальный исследовательский университет “МЭИ”, Москва, Россия

*E-mail: 3728049@mail.ru

Поступила в редакцию 02.12.2019 г.

После доработки 23.12.2019 г.

Принята к публикации 27.01.2020 г.

Обсуждается роль фотонных доменов в естественных генераторах электромагнитной энергии в определениях электродинамики гигантских энергий. Речь идет о звездах, конкретнее, желтых карликах класса G2, к которому относится и наше земное светило. Предлагается новая модель, в соответствии с которой ядра желтых карликов класса G2 являются термоядерными котлами пузырькового кипения, в которых протекает не только реакция синтеза протон – протонного цикла, но и любые другие. Роль пузырьков в этих котлах играют фотонные домены.

DOI: 10.31857/S0367676520050324

Как долго еще будет Солнце светить? Что происходит в солнечных недрах, и что порождает его гигантскую энергию? Ответы на эти вопросы получить в принципе невозможно, вернее невозможно утверждать, что эти ответы верны. То есть ответы на эти вопросы суть гипотезы, правдоподобие которых оценивается по минимуму противоречий этих гипотез с результатами инструментального наблюдения за Солнцем, а также математического анализа гипотез.

Так была отмечена гипотеза Роберта Юлиуса Майера, полагавшего, что Солнце разогревается падающими на него небесными телами. В 1848 он вычислил, что в отсутствие источника энергии Солнце остынет через 5000 лет, и предположил, что воздействие метеоритов сохраняет его горячим.

Оказались несостоятельными контракционная гипотеза Гельмгольца и Кельвина (разогрев за счет гравитационного сжатия), а также гипотеза Джеймса Джинса, который считал, что Солнце разогревается реакциями распада тяжелых радиоактивных элементов в толще нашей звезды.

В 1935 г. Ханс Альбрехт Бете выдвинул гипотезу, по которой источником солнечной энергии может быть термоядерная реакция синтеза – превращения водорода в гелий [1, 2]. За эту гипотезу Х.А. Бете в 1967 г. получил Нобелевскую премию.

Именно эта гипотеза является в настоящее время общепринятой. В соответствии с ней в центральной части Солнца непрерывно происходит термоядерная реакция (протон–протонный цикл) синтеза ядра гелия из четырех протонов (ядер водорода)

При этом выделяется 26.7 МэВ энергии и рождаются пара нейтрино и пара позитрон–электрон.

Фотон, зародившись в ядре Солнца, идет до поверхности Солнца случайное время. У одного фотона этот путь может занять несколько секунд, а другому – потребуются сотни тысяч или даже миллионы лет.

Каждую секунду Солнце перерабатывает около 400 миллионов тонн водорода. (В разных источниках от 4.26 до 600 миллионов тонн). Однако эта величина ничтожна по сравнению с массой Солнца – $2 \cdot 10^{27}$ тонн. Запасов ядерного топлива хватит еще на пять миллиардов лет, после чего Солнце расширится до гигантских размеров, поглотит большую часть Солнечной системы и затем постепенно превратится в белый карлик.

Температура внешней оболочки Солнца около 5800 градусов. Исходя из этого, астрофизики вычислили температуру внутри Солнца – 15 млн градусов. Эта температура маловата даже для протекания реакции протон-протонного цикла и совершенно недостаточна для других типов термоядерных реакций, требующих более высоких температур. Поэтому, видимо, Х.А. Бете и остановился на протон-протонном цикле.

Между тем, температура зоны термоядерных реакций (ядра) Солнца могла бы быть и гораздо выше и достигать величин порядка 100–150 миллионов градусов, если ядро было бы охвачено некоторым изолирующим слоем, затрудняющим истечение энергии из ядра в следующие за ядром

слои: зону радиации и далее в зону конвекции, фотосферу и хромосферу.

В высокотемпературном ядре были бы возможны энергетически более эффективные термоядерные реакции при сохранении температуры внешней оболочки в 5800 градусов [3].

Слабым местом модели Бете является парадокс, получивший название проблемы нейтринного дефицита, заключающийся в том, что на Земле фиксируется значительно меньший поток солнечных нейтрино, чем должно было быть при непрерывно протекающей термоядерной реакции протон – протонного цикла. Убедительного объяснения этого парадокса нет, но напряженность ситуации смягчают несовершенством существующих счетчиков нейтрино, которые, видимо, не реагируют на все типы нейтрино [4–6].

Далее, непрерывное горение термоядерного горючего привело бы к квадратичному, все возрастающему росту температуры Солнца. Между тем ее температура увеличивается линейно и очень медленно.

Существует проблема нагрева короны. Над видимой поверхностью Солнца (фотосферой), имеющей температуру около 5800 К, находится солнечная корона с температурой 1500000 К и более. Можно легко показать, что прямого потока тепла из фотосферы недостаточно для того, чтобы нагреть корону до столь высокой температуры.

Не объясняет модель Бете и происходящие иногда кратковременные супервспышки на желтых карликах G2 (солнцеподобные звезды), при которых их светимость возрастает в тысячи раз. Найдено более 40 желтых карлика, на которых в прошлом происходили супервспышки. Механизм этих вспышек до сих пор не раскрыт. У молодых звезд, супервспышки происходят почти каждую неделю. У солнцеподобных звезд они происходят раз в несколько тысяч лет. На нашем Солнце со значительной вероятностью супервспышка может произойти уже в следующие 100 лет. К каким последствиям это приведет в ближнем космосе и на Земле – это отдельный вопрос.

Конечно, на Солнце, в его ядре может происходить все, что угодно и как угодно. Но трудно представить, что термоядерная реакция в материальной среде происходит непрерывно. Действительно термоядерная вспышка освобождает гигантскую порцию электромагнитной энергии, излучение которой раздвигает среду, образуя фотонный домен – сферическую полость с гиперпроводящими стенками, заполненную электромагнитной энергией [7]. В результате, зона термоядерного взрыва изолируется от ядра, реакция в ней прекращается. Остается фотонный домен – пузырь, сферический резонатор с гигантской плотностью электромагнитной энергии (концентрацией фотонов).

В фотонном домене – вакуумном пузыре из-за гигантской концентрации фотонов становятся возможными упругие и неупругие столкновения фотонов (переход от статистики Бозе-Эйнштейна к максвелловской) протекают фотон – фотонные реакции слияния, ведущие к образованию “тяжелых” фотонов, которые преодолевают границу фотонного домена и, разогревая звездное вещество между пузырями, инициируют следующий термоядерный взрыв. Этот взрыв в свою очередь образует еще один пузырь и т.д.

Пузыри слипаются с себе подобными и образует пузырьковый кристалл, охватывающий зону термоядерных реакций в ядре, возникает изолирующий пузырьковый слой, существенно замедляющий скорость передачи энергии от ядра к поверхности Солнца. Поэтому разница температур ядра и поверхности может быть на порядок больше, чем в модели Бете. Внутри пузырькового слоя термоядерные реакции протекают импульсно. И это могут быть реакции любого типа, а не только протон – протонного цикла. Естественно, в импульсном режиме и реакциях других типов количество нейтрино значительно уменьшается, то есть импульсная модель свободна от парадокса дефицита нейтрино.

В пузырьковом кристалле постоянно образуются и лопаются пузыри. Это поистине пузырьковое кипение термоядерного котла, каковым и является Солнце. Верхние пузыри, из-за акустических сотрясений пузырьковой зоны гигантскими ударными волнами от лопающихся пузырей, отрываются и всплывают на поверхность Солнца. В свою очередь, лопаясь, пузыри – фотонные домены выталкивают своим излучением порцию звездного вещества в околосредное пространство, формируя отдельные протуберанцы и звездную корону в целом, дают импульсное радиоизлучение, разогревающее солнечную корону, образуют хромосферные вспышки и пятна (корональные дыры) на поверхности звезд [8]. Ударные волны также участвуют в передаче энергии от ядра к поверхности Солнца. То есть их роль существенна не только в конвективной зоне, как полагали ранее, но и в ядре и зоне радиации.

В пузырьковом кристалле сосредотачивается значительная часть энергии звезды. Когда это часть превышает некоторое критическое значение, звезда выбрасывает большую порцию пузырей, которые, лопаясь, дают супервспышку.

Обсуждение предлагаемой модели Солнца, ее реальности приводит к ряду интересных, вполне решаемых задач. Например, легко рассчитать объемную плотность электромагнитной энергии в фотонном домене, компенсирующую гигантское давление (порядка 10^{16} паскалей) в солнечном ядре. Интересно было бы оценить критические плотности электромагнитной энергии (кон-

центрации фотонов) в домене, при которых возможны а) упругие и б) не упругие столкновения фотонов. Интересно также, при каких напряженностях магнитного и электрического полей в вакууме это происходит, сравнимы ли они с полями поляризации и квантования вакуума? Красиво могут быть решены задачи о ламинарном и турбулентном всплытии одиночных пузырей и их групп от ядра до поверхности Солнца, каковы скорости время их всплытия? Каковы акустические характеристики пузырьковых кристаллов?

В целом, импульсные термоядерные процессы на Солнце и фотонные домены играют существенную роль в жизни самих звезд и представляют большой интерес с точки зрения использования их для создания мощных энергетических установок на Земле и в Космосе. Предложенная модель допускает протекание на Солнце различных термоядерных реакций, свободна от парадокса дефицита нейтрино, предполагает сохранение существенной части энергии Солнца в пузырьковых кристаллах в электромагнитной фазе, объясняет возникновение хромосферных вспышек и солнечных пятен, высокую температуру солнечной короны, периодич-

ность солнечной активности, раскрывает механизм возможных супервспышек Солнца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bethe H.A., Salpeter E.E.* Quantum mechanics of one- and two-electron atoms. Berlin: Springer, 1957. 368 p.
2. *Бете Х.А.* Квантовая механика атомов с одним и двумя электронами. М.: Физматгиз, 1960. 562 с.
3. *Дубовиченко С.Б.* Термоядерные процессы в Звездах и Вселенной. Алматы, Palmarium Academic Publishing, 2015. 348 с.
4. *Фраунфельдер Г., Хенли Э.* Субатомная физика. М.: Мир, 1979. 735 с.
5. *Margolis S.H., Schramm D.H., Silberberg R.* // *Astrophys. J.* 1978. V. 221. P. 990.
6. *Кландор-Клайнротхаус Г.В., Цюбер К.* Астрофизика элементарных частиц. М.: Изд-во УФН, 2000. 495 с.
7. *Бутырин П.А., Шакирзянов Ф.Н.* // *Изв. РАН. Сер. физ.* 2017. Т. 81. № 8. С. 1127; *Butyrin P.A., Shakirzianov F.N.* // *Bull. Russ. Acad. Sci. Phys.* 2017. V. 81. № 8. P. 1016.
8. *Шакирзянов Ф.Н.* // *Электричество.* 1999. № 10. С. 16.