

# **Анализ механизмов эволюционного изменения химического состава звезд**

*Дм. А. Крушев, А. А. Крушев, Д. А. Крушев, Н. И. Славцик, П. А. Крушев*

*Все авторы имеют равное участие в данной статье*

Проведен анализ эволюционного изменения химического состава звезд. Показано, что в звездах эволюционные изменения химического состава вызваны процессами захвата электронов ядрами нуклидов с образованием сверхтяжелых изотопов.

*Ключевые слова:* механизмы химической эволюции звезд; механизмы ядерной эволюции звезд; механизмы ядерных процессов при эволюции звезд.

## **1. Введение**

В космологии одной из важнейших задач является определение механизмов эволюционного изменения химического состава звезд.

Целью статьи является анализ механизмов эволюционного изменения химического состава звезд.

## **2. Наблюдения и анализ эволюционных изменений относительных интенсивностей линий химических элементов**

В соответствии с механизмами формирования общих спектров [1] максимальная интенсивность излучений общих спектров соответствует средней энергии возбужденных электронов. В статье [2] определено, что формирование протозвездных облаков происходит из космических газов с высокими энергиями электронов. Эволюционные изменения спектров звезд соответствуют эволюционному снижению средних энергий электронов, что соответствует последовательности классов звезд:

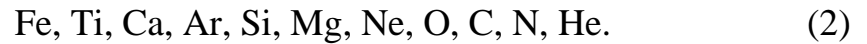


Анализ химического состава коричневых и красных карликов [3], [4] свидетельствует, что при образовании звезд присутствуют все химические элементы. Особо стоит отметить наличие в коричневых и красных карликах сильных полос молекулярных соединений одновалентных химических элементов [5]:

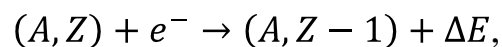


На этапах  $T \rightarrow L \rightarrow M \rightarrow K$  эволюция звезд сопровождается эволюционным снижением относительных интенсивностей линий

одновалентных элементов и увеличением относительных интенсивностей линий всех металлов побочной группы. На этапах эволюции классов звезд  $A \rightarrow B \rightarrow O$  происходит общее эволюционное снижение заряда ядер химических элементов и увеличение относительной интенсивности линий гелия, выделяются пиковые увеличения относительных интенсивностей линий химических элементов [6]–[9]:

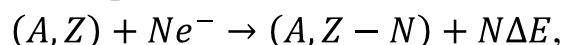


В белых карликах смещение максимальной интенсивности излучений общих спектров в мягкие рентгеновские частоты [10], [11], в соответствии с механизмами формирования общих спектров [1], свидетельствует о снижении средних энергий возбужденных электронов до энергетических уровней рентгеновской серии. Следовательно, в белых карликах происходят процессы перехода электронов имеющих низкие энергии на внутриядерные энергетические уровни. Из этого можно сделать вывод: эволюционное снижение средних энергий электронов не останавливается на основных энергетических уровнях нуклидов, а сопровождается процессами захвата электронов ядрами нуклидов. Захват электронов ядрами нуклидов сопровождается снижением заряда ядер:



где  $A$  – массовое число;  $Z$  – заряд ядра;  $e^-$  – электрон;  $\Delta E$  – энергия излучения перехода электрона.

При многократных захватах электронов ядрами нуклидов происходит увеличение нейтронизации ядер:



где  $N$  – целые числа.

Процессы эволюционного снижения средних энергий электронов, сопровождающиеся процессами захвата электронов ядрами нуклидов, объясняют эволюционное снижение зарядов ядер нуклидов.

Анализ эволюционного изменения химического состава звезд свидетельствует: первое, относительно интенсивные линии одновалентных химических элементов (1) присутствуют только в протозвездных облаках, коричневых и красных карликах. Общее эволюционное изменение химического состава звезд сопровождается: снижением интенсивностей линий одновалентных химических элементов (1); общим снижением зарядов ядер химических элементов; пиковыми интенсивностями линий химических элементов, имеющих наполовину или полностью заполненные энергетические уровни (2). В результате анализа можно сделать вывод:

эволюционные изменения химического состава звезд вызвано снижением зарядов ядер в соответствии с устойчивостью электронов на энергетических уровнях по правилам Клечковского и Гунда. Исключение составляет азот, который наблюдается как более устойчивый, чем кислород и углерод. Следует отметить и высокую устойчивость изотопов кремния. Устойчивость изотопов азота и кремния определяется, вероятно, структурой внутриядерных связей протонов в ядрах нуклидов.

Эволюционное снижение относительных интенсивностей линий водорода по отношению к гелию можно объяснить тем, что изотопы водорода имеют один непарный электрон, поэтому изотопы водорода, при одних и тех же условиях, менее устойчивы к захвату электронов ядрами, чем изотопы гелия. Следовательно, конечными наблюдаемыми этапами эволюции обычных звезд должны быть гелиевые белые карлики с относительно низким содержанием изотопов водорода, переходящие в нейтронные звезды.

Второе. Спектры изотопов имеют изотопический сдвиг. Следовательно, в белых карликах эволюционная нейтронизация ядер должна сопровождаться увеличением изотопического сдвига линий химических элементов. Дисперсия тяжелых изотопов может существенно влиять на расширение и смещение линий химических элементов. Нейтроны и полностью нейтронные ядра нуклидов не имеют Кулоновских сил отталкивания, поэтому свободно соединяются с ядрами других нуклидов, увеличивая их массу до сверхтяжелых изотопов. Возможно, дисперсия сверхтяжелых изотопов является основной причиной расширения и красного смещения линий в красную сторону, наблюдающихся в звездах В – О классов [8].

Третье. Плавное смещение максимальных интенсивностей излучений общих спектров звезд, от инфракрасных частот до рентгеновских частот свидетельствует, что электроны на всех энергетических уровнях являются динамически подвижными. В белых карликах интенсивное мягкое рентгеновское излучение свидетельствует о динамической подвижности электронов на внутриядерных энергетических уровнях. Динамическая подвижность электронов на внутриядерных энергетических уровнях свидетельствует: нейтронные звезды должны излучать в мягких рентгеновских и гамма – излучениях и иметь низкие интенсивности излучений инфракрасных серий.

Четвертое. Так как, излучение и поглощение энергии излучения определяется изменением энергий электронов, следовательно, приращение тепловой энергии при термодинамических процессах, а также химических и

ядерных реакциях, должно определяться прямо пропорциональным приращением общей суммы энергий электронов участвующих нуклидов.

Наблюдаемые в лабораторных условиях ядерные реакции распада, а также термоядерные реакции синтеза гелия (сопровождающиеся нейтронным распадом) соответствуют данному условию. Теоретические же модели синтеза тяжелых элементов из элементов тяжелее водорода не соответствуют данному условию и по изменению суммы энергий электронов являются эндотермическими. Это свидетельствует о невозможности экзотермических термоядерных реакций из элементов с зарядами ядер выше водорода.

Пятое. Процессы захвата электронов ядрами нуклидов должны начинаться в зоне максимального давления, в ядрах звезд. Ядра звезд закрыты наружными слоями, которые ограничивают скорость охлаждения нижних слоев. Следовательно, в ядрах звезд интенсивность снижения энергии электронами ограничена скоростью отвода энергии излучения от центральных слоев к наружным слоям. Низкие скорости отвода энергии излучения являются тормозным эффектом для процессов снижения энергии электронами и препятствуют захвату электронов ядрами нуклидов. Следовательно, скорость отвода энергии излучения от внутренних областей звезд определяет плавность эволюционных процессов захвата электронов ядрами нуклидов и исключает эволюционные взрывы звезд. Из этого следует, что наблюдаемые вспышки сверхновых звезд не могут являться эволюционными процессами. Скорее всего, резкое увеличение интенсивности излучения можно объяснить резким увеличением давления в результате катастрофических столкновений космических объектов.

Шестое. Необходимость отвода энергии при экзотермических реакциях, свидетельствует, что активно предпринимаемые в настоящее время попытки получения экзотермических термоядерных реакций сжатием лазерными пушками изотопов водорода невозможны, так как лазерное излучение приводит к увеличению энергий электронов, что препятствует процессам захвата электронов ядрами нуклидов.

### **3. Выводы**

В результате анализа механизмов эволюционного изменения химического состава звезд определено: эволюционные изменения химического состава звезд вызваны эволюционными процессами снижения средних энергий электронов, сопровождающиеся процессами захвата электронов ядрами нуклидов и образованием сверхтяжелых изотопов. В звездах, эволюционная последовательность изменения химических

элементов соответствует устойчивости электронов на энергетических уровнях согласно с правилами Гунда и Клечковского. Последними этапами эволюции нуклидов являются нуклиды с полностью нейтронными ядрами. Конечными наблюдаемыми этапами эволюции обычных звезд должны быть гелиевые белые карлики с относительно низким содержанием изотопов водорода, переходящие в нейтронные звезды. Сделано предположение, что дисперсия сверхтяжелых изотопов может являться причиной существенного расширения и смещения линий в белых карликах.

Определено, что выход энергии экзотермических ядерных реакций определяется количеством снижения общей суммы энергий электронов, участвующих нуклидов. Сделано предположение, что масса нейтрального нейтрона значительно ниже протона.

Определено, что вспышки новых звезд не являются эволюционными процессами.

Определено, что в результате динамической активности электронов нейтронные звезды должны излучать в мягких рентгеновских и гамма-частотах.

Определено, что лазерными пушками нельзя запустить термоядерные реакции синтеза гелия из водорода.

## Литература

1. Крушев, А. А. Анализ механизмов формирования интенсивностей излучений в общих спектрах / А. А. Крушев [и др.] // *Анализ квантовых механизмов...* (Четыре четверти, Минск, 2010), С. 17–24.
2. Крушев, А. А. Анализ механизмов формирования и эволюционного изменения спектров звезд / А. А. Крушев [и др.] // *Анализ квантовых механизмов...* (Четыре четверти, Минск, 2010), С. 25–33.
3. Barnbaum, C. Moderate–Resolution Spectral Atlas of Carbon Stars: R, J, N, CH, and Barium Stars / C. Barnbaum [et al.] // 1996ApJS..105..419B
4. Burningham, B. Exploring the substellar temperature regime down to ~550K / B. Burningham [et al.] // 2008MNRAS.391..320B
5. Burgasser, A. J. The Spectra of T Dwarfs. II. Red Optical Data / A. J. Burgasser [et al.] // 2003ApJ...594..510B
6. Lenorzer, A. An atlas of 2.4 to 4.1  $\mu$  m ISO/SWS spectra of early–type stars / A. Lenorzer [et al.] // 2002A&A...384..473L
7. Wesemael, F. An atlas of optical spectra of white-dwarf stars / F. Wesemael [et al.] // 1993PASP..105..761W
8. Hanson, M. M. A Medium Resolution Near–Infrared Spectral Atlas of O and Early–B Stars / M. M. Hanson [et al.] // 2005ApJS..161..154H
9. Crowther, P. A. Revised Stellar Temperatures for Magellanic Cloud O Supergiants from Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer and Very Large Telescope UV–Visual Echelle Spectrograph Spectroscopy / P. A. Crowther [et al.] // 2002ApJ...579..774C
10. Kleinman, S. J. A Catalog of Spectroscopically Identified White Dwarf Stars in the First Data Release of the Sloan Digital Sky Survey / S. J. Kleinman [et al.] // 2004ApJ...607..426K
11. Di Stefano, R. The Discovery of Quasi–soft and Supersoft Sources in External Galaxies / R. Di Stefano, A. K. H. Kong // 2004ApJ...609..710D
12. Bohr, N. Atomic Structure / N. Bohr // *Nature*. **107**, 104–107 (1921).
13. Bohr, N. Atomic Structure / N. Bohr // *Nature*. **108**, 208–209 (1921).