

УДК 521.937

## Необычная структура магнитного поля HD 21699

*Ю.В. Глаголевский, Г.А. Чунтонов*

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, 369167, Россия, Нижний Архыз

В работе (Статева, 1995) показано, что He у звезды HD 21699 концентрируется на одной половине ее полушария и ослаблен на другой, причем максимум He совпадает с положением положительного магнитного полюса. Кремний ведет себя противоположным образом. Однако содержания элементов с точки зрения теории диффузии должны быть вокруг обоих магнитных полюсов одинаковыми в случае структуры магнитного поля, соответствующей центральному диполю. Обычно так и наблюдается у всех магнитных звезд, за исключением HD 21699, 28823, 175362 и некоторых других объектов.

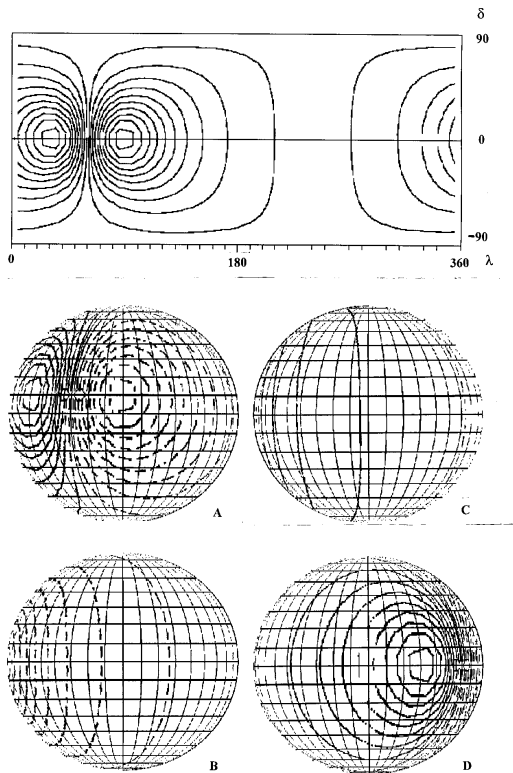
В работе (Перчи, 1985) отмечается, что фотометрическая кривая U,B,V имеет всего одну волну, хотя звезды с дипольными магнитными полями всегда имеют две волны.

В работе (Браун и др., 1985) показано, что на звезде наблюдается только один джет и только из одного магнитного полюса, хотя такая асимметрия совершенно неизвестна в космических объектах.

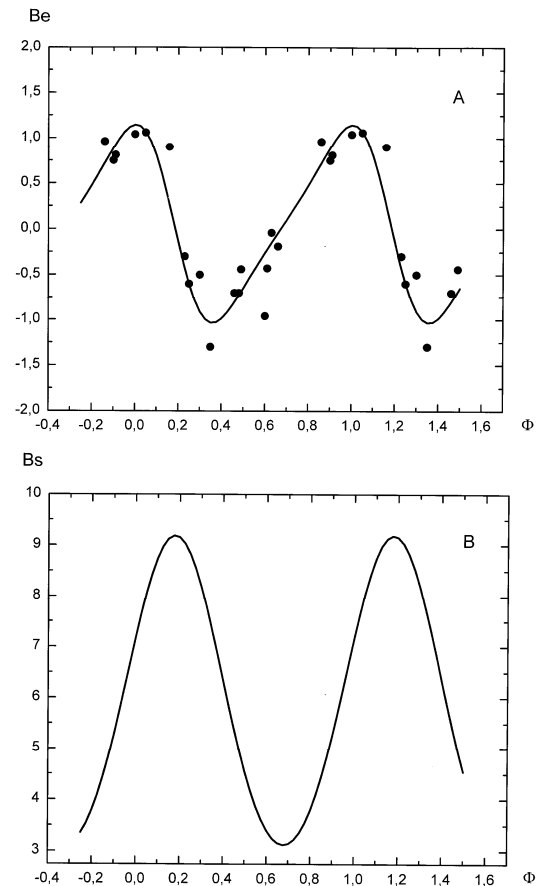
Наша задача заключалась в дополнительном исследовании структуры магнитного поля. Для этого использовался метод магнитных зарядов, описанный в работе (Герт, Глаголевский, 2000). В отличие от некоторых других методов моделирования эта методика имеет физический смысл, заключающийся в том, что магнитное поле должно иметь источник в виде вихревых токов. Такое поле теоретически описывается полем магнитного диполя. Задавая необходимые параметры, вычисляются фазовые зависимости среднего эффективного магнитного поля  $B_e$ – $\Phi$  и среднего поверхностного магнитного поля  $B_s$ – $\Phi$ , которые сравниваются с наблюдаемыми зависимостями. Методом последовательных приближений можно добиться наилучшего совпадения вычисленных и наблюдаемых зависимостей.

Для построения модели магнитного поля звезды HD21699 были использованы измерения, выполненные в (Браун и др., 1985) с помощью  $H_\beta$ -зеemanовского поляриметра. Наиболее точное согласие между наблюдаемыми и вычисленными фазовыми зависимостями получается в случае, когда диполь смещен из центра звезды на величину  $a = 0.4 \pm 0.1$  радиуса звезды поперек своей оси. В результате магнитные полюса на поверхности звезды оказываются близко друг к другу: не  $180^\circ$ , как при центральном диполе, а ближе к  $55^\circ$ . Меркаторская карта распределения магнитного поля по поверхности HD21699 и глобусы в разных фазах приведены на рис. 1. Если не учитывать знак поля, то на поверхности звезды образуется одно большое магнитное “пятно”. Поведение диффузии химических элементов не зависит от знака поля, поэтому в магнитном “пятне” аномалии содержания химических элементов также не зависят от знака поля. Наблюдательные данные показывают, что содержание гелия в пятне максимально, а кремния – минимально. Содержание кремния максимально там, где магнитные силовые линии горизонтальны к поверхности, на долготах  $180^\circ$ – $320^\circ$ . Вследствие всех этих свойств наблюдается только одна волна изменений интенсивности спектральных линий химических элементов, одна фотометрическая волна и один общий из двух полюсов звездный ветер.

В работах (Воклер и др., 1979; Алесиан, Воклер, 1981; Мегесье, 1984) обсуждается причина неравномерного распределения кремния по поверхности магнитных звезд. Он скапливается там, где силовые линии расположены горизонтально к поверхности звезды. У звезд с центральным диполем он концентрируется в области магнитного экватора, где силовые линии преимущественно горизонтальны. В случае смещения диполя, как у HD21699, противоположная от магнитных полюсов сторона имеет большие площади с горизонтально расположенными силовыми линиями. По этой причине кремний концентрируется в этой области и ослаблен вокруг магнитных полюсов.



**Рис.1.** Распределение магнитного поля по поверхности звезды HD21699. Наверху – меркаторская карта ( $\lambda$  – широта,  $\delta$  – долгота). Внизу – картина распределения поля в разных фазах вращения звезды: А – фаза 0.25; В – фаза 0.50; С – фаза 0.75; D – фаза 0.0



**Рис. 2.** Фазовые зависимости изменения магнитного поля. Точки – измеренные значения, сплошные линии – модельные зависимости. А – зависимость среднего эффективного магнитного поля, В – зависимость среднего поверхностного магнитного поля (вычисленная, наблюдаемых значений нет)

Наш опыт моделирования магнитных полей многих СР-звезд показывает, что смещение диполя может быть в любом направлении: как вдоль оси диполя, так и поперек. Механизм образования конфигураций со смещенным диполем представляет собой проблему. В настоящее время еще не установилось до конца мнение о механизме формирования магнитных конфигураций. Первые попытки этого выполнены, в частности, в работе (Брейтвейт, Нордлунд, 2006). Однако в этой работе рассмотрены только конфигурации, симметричные оси вращения.

Возможно, искажение поля происходит на ранних стадиях эволюции в период интенсивного процесса аккреции. Можно предположить, что диполь может быть смещен вследствие выпадения больших масс аккрецирующего вещества.

### Литература

- Алесиан Ж., Воклер С. (Alecian G. and Vauclair S.) \ Astron. Astrophys. 1981. V. 101. P. 16.  
Брейтвейт Ж., Нордлунд А. (Braitwaite J. and Nordlund A.) \ Astron. Astrophys. 2006. V. 450. P. 1077.  
Браун Д.Н. и др. (Brown D.N., Shore S.N., Sonneborn G.) \ Astrophys. J. 1985. V. 90. P. 1354.  
Воклер С. и др. (Vauclair S., Hardorp J., Pederson D.M.) \ Astrophys. J. 1979. V. 227. P. 526.  
Герт Э., Глаголевский Ю.В. (Gerth E. and Glagolevskij Yu.V.) \ Proc. of the Intern. Conf. "Magnetic Fields of Chemically Peculiar and Related Stars". \ Eds. Yu.V. Glagolevskij and I.I. Romanyuk. Moscow. 2000. P. 151.  
Мегессье К. (Megessier C.) \ Astron. Astrophys. 1984. V. 138. P. 267.  
Перчи Дж.Р. (Perchi J.R.) \ Publ. Astron. Soc. Pacific. 1985. V. 97. P. 856.  
Статева И.К. (Stateva I.K.) \ Astrophys. Sp. Sci. 1995. V. 226. P. 329.