

УДК 524.338.6-337

О ГЛОБАЛЬНЫХ И ЛОКАЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ ВСПЫХИВАЮЩИХ ЗВЕЗД НА ПРИМЕРЕ YZ CMi И OT SER

© 2017 В. Д. Бычков^{1*}, Л. В. Бычкова¹, Ю. Мадей², А. А. Панферов³

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

²Астрономическая обсерватория Варшавского университета, Варшава, 00-478 Польша

³Тольяттинский государственный университет, Тольятти, 445667 Россия

Поступила в редакцию 2 декабря 2016 года; принята в печать 14 марта 2017 года

Глобальные магнитные поля вспыхивающих звезд очень быстро эволюционируют — на временах десятки—сотни дней. По нашему мнению, это происходит вследствие взаимного сложения локальных магнитных полей, порождаемых дифференциальным вращением этих объектов. На примере двух вспыхивающих звезд, OT Ser и YZ CMi, рассматриваются возможные механизмы генерации и диссипации локальных и глобальных магнитных полей, а также механизм «магнитного торможения» этих звезд по схеме «дифференциальное вращение—генерация локальных магнитных полей—высвечивание энергии, накопленной локальными магнитными полями во время вспышек». Получены также оценки энергии вращения и глобального магнитного поля для OT Ser и YZ CMi. Показано, что даже мощная диссипация накопленной локальной магнитной энергии во время супервспышки 9 февраля 2008 г. (UT 20:22:00) на YZ CMi не повлияла на глобальное магнитное поле.

Ключевые слова: *звезды: активность — звезды: пекулярные*

1. ВВЕДЕНИЕ

Около 70% звезд нашей Галактики — это красные карлики. Для многих из них характерна вспышечная активность. Такое яркое и интригующее проявление переменности вызывает большой интерес, и изучению вспышек посвящено очень много работ, исследованы тысячи объектов, накоплен значительный наблюдательный материал. Вспышки некоторых звезд удалось синхронно пронаблюдать во всем диапазоне длин волн (см., например, [1, 2]; [3]). Развитию понимания природы этого явления в немалой степени способствовало исследование аналогичных процессов на Солнце. Модели, описывающие вспышки, в целом развиты достаточно хорошо, см., например, работы [3–8] и многие другие. Однако не все новые наблюдательные данные удается объяснить с помощью разработанных моделей.

Вспышки на красных карликах происходят в результате генерации локальных магнитных полей, т.е. это те объекты, в атмосфере которых энергии вращения и конвективного движения вещества частично преобразуются в магнитную. Есть все основания полагать, что мощность соответствующего «генератора» постоянна на текущем отрезке

времени и изменяется только с эволюцией объекта. Это соображение неоднократно высказывалось Р. Е. Гершбергом. Мощность «генератора» определяется такими параметрами, как скорость вращения, величина дифференциального вращения, температура и масса объекта, число Россби и т.д. Следует отметить еще одно важное обстоятельство: количество энергии, выделяющееся при вспышках, — вполне измеряемая величина. Естественно, что на результаты измерений влияет скважность наблюдений и то, что не все вспышки можно наблюдать. Некоторые из них частично или полностью затмеваются самой звездой. Поэтому такие вспышки (из-за затмения) могут дополнительно различаться для наблюдателей по своим свойствам. Однако эти эффекты, обусловленные затмением, вполне можно учитывать различными способами. Так что с учетом всех этих эффектов условную мощность «генератора» можно оценить для наиболее исследованных звезд, используя, к примеру, статистические методы [9–12]. Так, в работе [11] для наиболее изученных вспыхивающих звезд получена зависимость вида

$$\lg \nu = \alpha + \beta \lg E_U, \quad (1)$$

где ν — частота вспышек в обратных часах (hr^{-1}), E_U — энергия вспышки в фильтре U широкополосной системы Джонсона (в эрг), т.к. боль-

*E-mail: vbych@sao.ru

Таблица 1. Оценка мощности «генератора» локальных магнитных полей для избранных вспыхивающих звезд

Star	α	β	$\lg E_U, \text{erg s}^{-1}$
CN Leo	28.6 ± 3	-0.99 ± 0.12	25.297 ± 4.375
UV Cet	29.0 ± 4	-0.98 ± 0.14	25.963 ± 5.624
Wolf 424 AB	24.1 ± 5	-0.81 ± 0.18	25.363 ± 8.784
YZ CMi	21.4 ± 2	-0.71 ± 0.08	25.132 ± 4.046
EQ Peg A	30.7 ± 4	-1.00 ± 0.14	27.144 ± 5.626
EV Lac	20.7 ± 3	-0.69 ± 0.11	24.846 ± 6.028
AD Leo	24.4 ± 8	-0.82 ± 0.27	25.419 ± 14.375
YY Gem	12.6 ± 3	-0.43 ± 0.11	21.032 ± 9.350

Таблица 2. Основные параметры вспыхивающих звезд OT Ser и YZ CMi

Параметр	OT Ser	YZ CMi
M, M_\odot	0.55	0.31
Spectral type	M1.5V	M4.5V
R, R_\odot	0.49	0.29
$v \sin i, \text{km s}^{-1}$	6 ± 1	5 ± 1

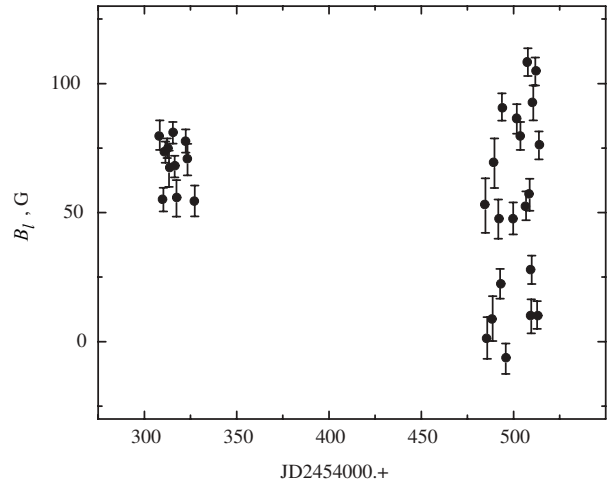
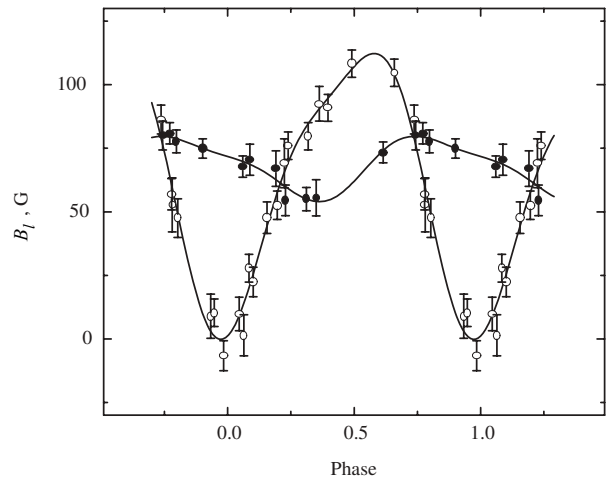
шая часть энергии вспышки выделяется именно в коротковолновой области спектра. Основываясь на величинах α и β , приводимых в работе [11], можно грубо оценить нижнюю границу мощности «генератора» локальных магнитных полей — вырабатываемой звездами за 1 секунду магнитной энергии, которая, накопившись, затем высветится во время вспышек в фильтре U . Наши оценки такой мощности для избранных вспыхивающих звезд представлены в таблице 1.

В настоящей работе мы рассматриваем возможные механизмы генерации и диссипации локальных и глобальных магнитных полей на примере двух вспыхивающих звезд, OT Ser и YZ CMi. В таблице 2 указаны их основные параметры, взятые из работ [13, 14].

2. ГЛОБАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ КРАСНЫХ КАРЛИКОВ

Глобальные и локальные магнитные поля одиннадцати красных карликов впервые были детально исследованы в работах [13–15]. Авторы указанных работ показали, что существуют два радикально различающихся типа магнитного поведения этих объектов:

- SD (strong dipolar) — сильное и устойчивое, имеющее два полюса, магнитное поле;

**Рис. 1.** Поведение продольной компоненты магнитного поля B_l вспыхивающей звезды OT Ser по данным из работы [13].**Рис. 2.** Средняя магнитная фазовая кривая B_l и фазовая кривая для вспыхивающей звезды OT Ser, полученные соответственно по оценкам первого (заполненные кружки) и второго (пустые кружки) сетов. Интервал времени между сетями около 180 дней. $P_{\text{rot}} = 3^d.424$.

- WM (weak multipolar) — слабое многополюсное поле.

Эти два вида поля существуют у звезд с одинаковыми массами и близкими периодами вращения [16, 17].

Donati et al. [13] и Morin et al. [15] также обнаружили совершенно удивительную особенность магнитного поведения этих звезд — магнитная активность (величина продольного магнитного поля, измеряемая по видимой поверхности звезды B_l) у некоторых объектов может скачкообразно меняться (увеличиваться или уменьшаться).

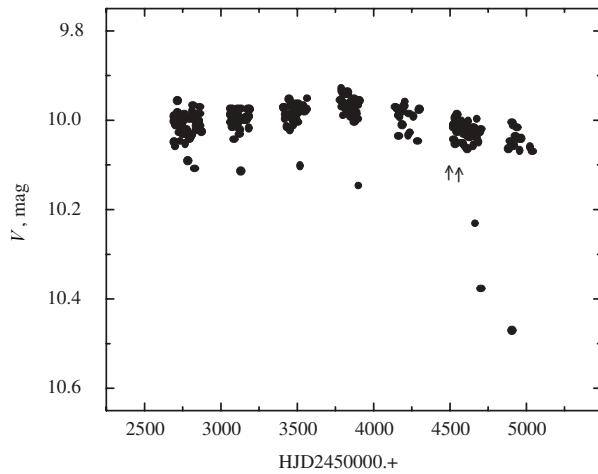


Рис. 3. Изменения блеска в V-цвете звезды OT Ser в интервале от 2003 до 2010 гг. по данным фотометрического обзора ASAS3 [18]. Стрелками указаны средние моменты двух сетов магнитных измерений.

Рассмотрим это удивительное явление на примере вспыхивающей звезды OT Ser, используя измерения, полученные в работе [13] в течение двух сетов. Рисунок 1 с результатами этих наблюдений иллюстрирует изменение B_l со временем. Хорошо видно, что в первом сете продольная компонента магнитного поля B_l OT Ser в среднем составляла 68 Гс по величине и показывала небольшую переменность сложной формы с амплитудой в 12 Гс (см. рис. 2). Через полгода, во втором сете, ситуация кардинально изменилась — амплитуда переменности B_l скачкообразно увеличилась в 4.5 раза до 54 Гс и изменился ее характер. Это подтверждает сложная фазовая магнитная кривая с периодом вращения 3.424 дня, представленная на рис. 2. Для ее получения мы использовали те же методы, что и при составлении каталога средних магнитных фазовых кривых в работе [19]. Утверждение о скачкообразном изменении амплитуды основано на том, что самые оптимистичные теоретические оценки скорости эволюции глобальных магнитных полей сложной структуры (а именно такие и наблюдаются у вспыхивающих звезд) составляют времена порядка 10^6 – 10^7 лет [20]. В этом смысле изменения амплитуды и формы магнитной фазовой кривой в течение полугода иначе как скачкообразными не назовешь. Такие быстрые изменения указывают на принципиально иной механизм генерации и эволюции глобальных магнитных полей, чем у звезд верхней части Главной последовательности. Как видно на рис. 2, фазовая кривая хорошо описывается двухволновой зависимостью вида

$$B_l(\phi) = B_0 + B_1 \cos(\phi + z_1) + B_2 \cos(2\phi + z_2), \quad (2)$$

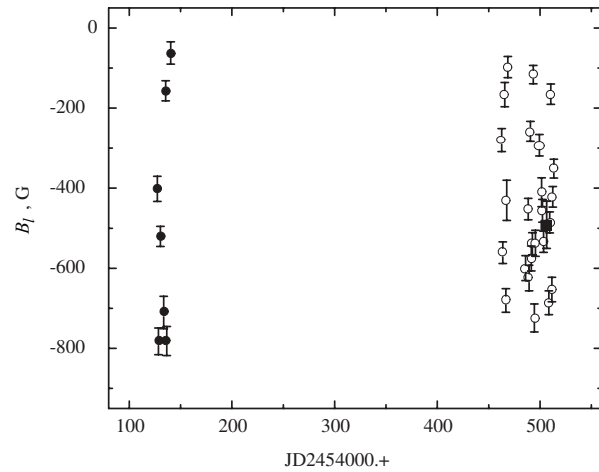


Рис. 4. Оценки магнитного поля YZ CMi в 2007 и 2008 гг. по данным из работы Mogin et al. [13] — заполненные и незаполненные кружки соответственно. Во втором сете (2008 г.) большим заполненным квадратом показана оценка B_l , полученная сразу по окончании супервспышки 9 февраля 2008 г., UT 23:06:31.

где

$$\phi = 2\pi \left(\frac{t_i - T_0}{P} \right) \quad (3)$$

с параметрами $B_0 = 64$ Гс, $B_1 = 54$ Гс, $B_2 = 13$ Гс. Таким образом, у этой звезды за полгода между двумя сетами произошла смена типа магнетизма с WM (weak multipolar) на SD (strong dipolar). Крайне важно было бы узнать, что случилось с OT Ser на этом промежутке времени и что привело к такому радикальному изменению в ее магнитном поведении. На рис. 3 показаны вариации блеска в V-цвете в интервале от 2003 до 2010 гг. по данным фотометрического обзора ASAS3 [18]. Наблюдается плавная долговременная переменность. Средние моменты двух сетов магнитных измерений OT Ser (см. рис. 1) указаны на рис. 3 стрелками.

3. ЛОКАЛЬНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ НА ПРИМЕРЕ YZ CMi

По своему магнитному типу YZ CMi относится к SD (strong dipolar). Магнитные измерения Mogin et al. [13] проводили в 2007 и 2008 гг. Оценки магнитного поля по данным из указанной работы мы представили на рис. 4. Видно, что амплитуда переменности магнитного поля несколько уменьшилась (см. также таблицу 3).

9 февраля 2008 г. в UT 20:22:00 у YZ CMi была зарегистрирована супервспышка, длившаяся около 1 часа. Были проведены ее наблюдения на 2-м телескопе пика Терскол с использованием скоростного UBVRi-фотометра (Zhilyaev et al. [21]).

Таблица 3. Оценки основных параметров вспыхивающих звезд OT Ser и YZ CMi

Параметр	OT Ser			YZ CMi		
		2007	2008		2007	2008
k^*	0.00519			0.00191		
P_{rot} , days	3.424			2.77729		
i , deg	56 ± 20			71 ± 20		
B_0 , G		68 ± 2	65 ± 2		-422 ± 14	-453 ± 6
B_1 , G		12 ± 2	54 ± 3		300 ± 16	250 ± 9
β		7	29		12	
B_p , G		406	436		4498	4696
W_r , erg	1.5×10^{42}			1.6×10^{41}		
W_m , erg		6.9×10^{36}	1.3×10^{36}		2.8×10^{37}	3.0×10^{37}
$\frac{W_m}{W_r}$		4.6×10^{-6}	0.87×10^{-6}		1.75×10^{-4}	1.88×10^{-4}

* коэффициент, учитывающий распределение массы внутри звезды.

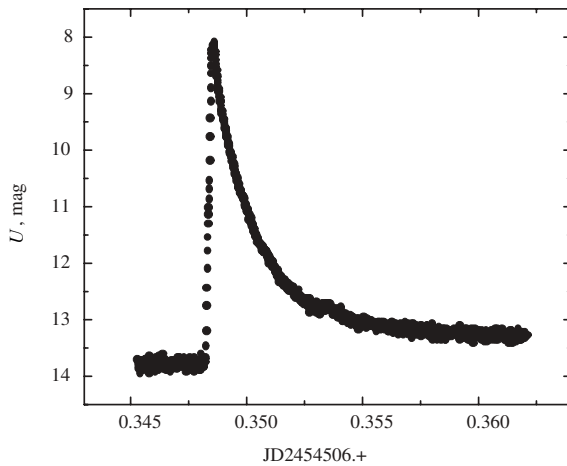


Рис. 5. Оценки блеска YZ CMi в фильтре U во время супервспышки 9 февраля 2008 г., UT 20:22:00.

Они позволили оценить параметры вспышки, размеры и физические параметры области энерговыделения. Это была одна из самых мощных вспышек энерговыделения, наблюдавшихся когда-либо у данной звезды. В максимуме вспышки ее светимость в фильтре U увеличилась приблизительно в 180 раз! Энергия, излучаемая в фильтре U в максимуме вспышки, доходила до 20% от болометрической светимости звезды ($M_{\text{bol}} = 10.25$ [22]). На рис. 5 представлена кривая блеска YZ CMi в фильтре U во время супервспышки. Окончание вспышки не было прослежено, и поэтому пришлось экстраполировать изменения величины в фильтре U до выхода на значения блеска в спокойном состоянии. Однако это не могло заметно повлиять ни на точность оценок дополнительно выделившейся

энергии во время вспышки, ни на определение времени ее окончания. Во ходе указанной супервспышки произошел очень мощный акт диссипации накопленной энергии локального магнитного поля. По счастливому стечению обстоятельств сразу по окончании этой вспышки (9 февраля 2008 г., UT 23:06:31) на 2-м телескопе TBL (Telescope Bernard Lyot, Южная Франция) во втором сете измерений величины продольной компоненты глобального магнитного поля B_l со спектрополяриметром NARVAL [14] была получена ее оценка. На рис. 4 она выделена большим заполненным квадратом.

На рис. 6 изображены кривые, построенные по измерениям Mogin et al. [13] в 2007–2008 гг. Видно, что в 2007 г. вращательная магнитная переменность носила простой гармонический характер с параметрами $B_0 = -422 \pm 14$ Гс, $B_1 = 300 \pm 16$ Гс, $P = 2^d 7773$. Следует отметить, что, к сожалению, количество оценок, полученных в 2007 г., невелико. Фазовая зависимость, определенная в 2008 г., имеет вид «двойной» синусоиды и меньшую амплитуду в максимумах, т.е. изменился вид фазовой зависимости, и ее параметры: $B_0 = -446 \pm 6$ Гс, $B_1 = 247 \pm 9$ Гс, $B_2 = 106 \pm 9$ Гс. Все оценки B_l из второго сета измерений (2008 г.) хорошо описываются средней магнитной фазовой кривой, полученной нами согласно выражению (2) и с указанными выше параметрами B_0 , B_1 и B_2 . Она приведена на рис. 6 сплошной линией. Для того чтобы показать, как хорошо полученная аналитическая зависимость описывает изменения B_l с фазой вращения, мы вычислили отклонения измеренных оценок B_l от средней магнитной фазовой кривой. Они представлены на рис. 7. Так же, как и на рис. 6,

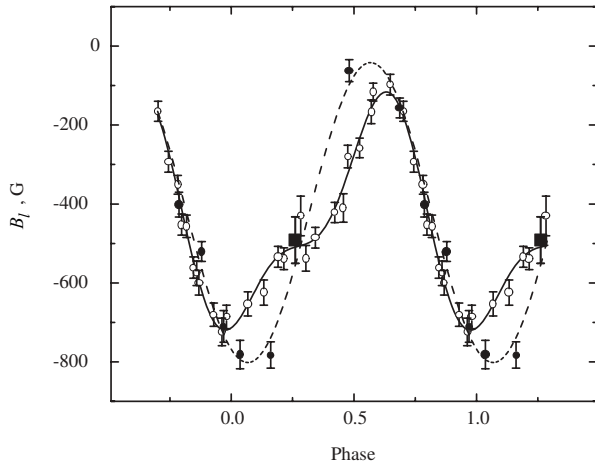


Рис. 6. Магнитные фазовые кривые вспыхивающей звезды YZ CMi с периодом вращения $2^d.7773$. Все оценки взяты из работ Mogin et al. [14]. Заполненные кружки и штриховая кривая относятся к измерениям 2007 г. и показывают простую синусоидальную фазовую зависимость. Измерения, проведенные в 2008 г., отмечены светлыми кружками и описываются уже двухкомпонентной фазовой зависимостью (сплошная кривая). Большим заполненным квадратом показана оценка B_l , полученная сразу по окончании супервспышки 9 февраля 2008 г. (UT 23:06:31).

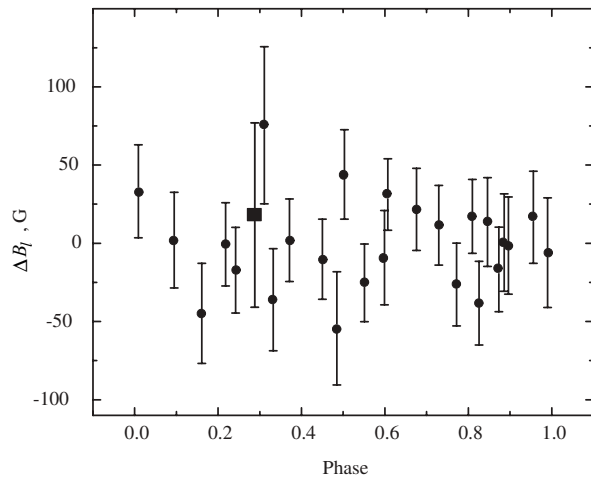


Рис. 7. Уклонения оценок B_l от полученной нами средней магнитной фазовой кривой для YZ CMi. Выделенная оценка (заполненный квадрат) получена сразу по окончании супервспышки 9 февраля 2008 г., UT 23:06:31.

уклонение оценки B_l , полученной сразу по окончании супервспышки (9 февраля 2008 г.), выделено большим заполненным квадратом. На рис. 7 хорошо видно, положение данной оценки на графике не отличается от остальных, а наблюдающиеся тренды уклонений объясняются неточностью описания двухволновой фазовой кривой. На этом основании можно сделать вывод, что даже столь мощная диссипация локального магнитного поля никак не сказалась на глобальном магнитном поле. Вообще, у этой известнейшей вспыхивающей звезды иногда наблюдаются мегавспышки (16 января 2009 г., UT max 04:32:00), во время которых увеличение блеска в фильтре U достигало 6.3 звездной величины (т.е. порядка 330 раз!) [12]. Мегавспышки отличаются от среднестатистических вспышек не только величиной выделяемой энергии, но и существенно большей продолжительностью [12].

4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Оценим количество дополнительной энергии, которое было выделено за время вспышки 9 февраля 2008 г. [21]. Для этого по рекомендации из работы [9] проинтегрируем кривую блеска во время вспышки. Полученная оценка составляет порядка 1.41×10^4 с, т.е. время, за которое YZ CMi излучит такое количество энергии в спокойном состоянии. Согласно [10], средний поток в спокойном состоянии в фильтре U — 4.00×10^{28} эрг s^{-1} и, следовательно, суммарное дополнительное количество

энергии, выделенное во время вспышки, равно 5.64×10^{32} эрг. Если оценить время, необходимое для накопления такого количества энергии при средней мощности «генератора» по оценкам, приведенным в таблице 1, получается около 1.3 года, что явно противоречит наблюдениям. Если же принять верхнюю границу оценки средней мощности «генератора», т.е. $\lg E_U \sim 29.2$ эрг s^{-1} , то время сокращается приблизительно до 1 часа, что, конечно же, много ближе к наблюдательным данным, но, вероятно, все же превышает наблюдаемую мощность «генератора». Оценим величины механической и магнитной энергий глобальных магнитных полей этих звезд.

Энергия вращения звезд была оценена в предположении твердотельного вращения:

$$W_r = \frac{Iw^2}{2} [\text{эрг}], \quad (4)$$

где $I = kMR^2$ — момент инерции звезды, k — коэффициент, учитывающий распределение массы внутри звезды, $w = 2\pi/P$ — угловая скорость вращения звезды. Распределение плотности по радиусу и соответствующий коэффициент k вычислялись для гидростатического равновесного состояния звезды, описываемого уравнением Лейна—Эмдена при показателе политропы $n = 3/2$ для случая конвективных звезд.

Для оценки величины энергии глобальных магнитных полей OT Ser и YZ CMi воспользуемся тем обстоятельством, что магнитные фазовые кривые довольно близки к синусоидальным, т.е. конфигурация глобального поля близка к простой дипольной. В таблице 3 приводятся значения параметров

магнитной фазовой кривой для YZ CMi (по измерениям 2008 г.) при ее аппроксимации «простой» синусоидой. В этом случае энергия магнитного поля звезды в предположении однородного поля в объеме звезды по порядку величины равна

$$W_m \approx \frac{B^2}{8\pi} \times \frac{4\pi R^3}{3} [\text{эрг}]. \quad (5)$$

Оценки основных параметров (углов β , i и напряженности поля на полюсе B_p) выполнены согласно формализму Стибса—Престона [23, 24] в дипольном приближении. Соответствующие оценки энергий, а также их отношение приведены в таблице 3.

К сожалению, OT Ser не вошла в список наиболее исследованных вспыхивающих звезд, поэтому мы не располагаем достаточным количеством данных, чтобы оценить мощность «генератора» локальных магнитных полей для этой звезды (см. таблицу 1). Единственное, что возможно сделать, это воспользоваться аналогичной оценкой для звезды с наиболее близкими для нее параметрами — YY Gem.

Если предположить, что глобальное магнитное поле OT Ser было «накачено» с помощью «генератора» локальных магнитных полей за период порядка 100 дней, то его мощность должна быть не менее 1.5×10^{29} эрг с⁻¹.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Энергия вращения звезд много больше энергии глобального магнитного поля и вполне может обеспечить работу динамо-механизма генерации магнитных полей, как это видно из оценок, приведенных в таблице 3. Существует механизм, заставляющий карлики поздних типов вращаться дифференциально, что приводит к эффективной работе локальных динамо-механизмов генерации магнитных полей. Энергия, накопленная локальными магнитными полями, высвечивается в результате корональных вспышек. По сути идет последовательное преобразование механической энергии в магнитную, а дальше — в излучение вспышек. Происходит «магнитное» торможение, т.е. потеря энергии механического вращения звезды путем высвечивания ее в окружающее пространство во время вспышек.

По нашему мнению, существуют одновременно независимо оба типа магнитного поля — SD и WM. Можно предположить, что в некоторых случаях сгенерированные локальные магнитные поля могут «складываться» (α^2 -механизм), а не диссипировать, и вследствие этого могут возникать глобальные магнитные поля. Примером может служить OT Ser, у которой наблюдается переход из WM-в SD-состояние. Вероятно, возможен и обратный

сценарий, когда генерируемые локальные магнитные поля могут «противодействовать» уже существующему глобальному магнитному полю, ослабляя его. На примере магнитного поведения YZ CMi мы видим изменение и частичное ослабление глобального магнитного поля. Остается надеяться, что накопление новых наблюдательных данных позволит сделать более уверенные выводы.

Тем не менее уже имеющиеся наблюдательные данные требуют пересмотра устоявшихся «классических» моделей звездных вспышек. При их построении надо обратить внимание на то обстоятельство, что горячая корона, окружающая вспыхивающую звезду, пронизана довольно сильным глобальным магнитным полем. Поэтому при построении моделей корональных магнитных арок (петель), описывающих локальные вспышки, следует учитывать наличие глобального магнитного поля, найденного у ряда подобных объектов [13–15].

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Б. Е. Жилиева за предоставление оригинальных фотометрических наблюдательных данных, а также Р. А. Гершберга и И. Ю. Алексеева за полезную дискуссию. Работа поддержана грантом Российского научного фонда № 14-50-00043.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. R. E. Gershberg, M. M. Katsova, M. N. Lovkaya, et al., *Astron. and Astrophys. Suppl.* **139**, 555 (1999).
2. R. E. Gershberg, A. V. Terebizh, and A. A. Shlyapnikov, *Bull. Crimean Astrophys. Obs.* **107**, 11 (2011).
3. M. M. Katsova, J. J. Drake, and M. A. Livshits, *Astrophys. J.* **510**, 986 (1999).
4. S. L. Hawley, G. H. Fisher, T. Simon, et al., *Astrophys. J.* **453**, 464 (1995).
5. M. M. Katsova and M. A. Livshits, *Astron. Astrophys. Transactions* **20**, 531 (2001).
6. K. Shibata and T. Yokoyama, *Astrophys. J.* **526**, L49 (1999).
7. K. Shibata and T. Yokoyama, *Astrophys. J.* **577**, 422 (2002).
8. A. V. Stepanov, Y. G. Kopylova, Y. T. Tsap, and E. G. Kupriyanova, *Astronomy Letters* **31**, 612 (2005).
9. R. E. Gershberg, *Astrophys. and Space Sci.* **19**, 75 (1972).
10. T. J. Moffett, *Astrophys. J. Suppl.* **29**, 1 (1974).
11. C. H. Lacy, T. J. Moffett, and D. S. Evans, *Astrophys. J. Suppl.* **30**, 85 (1976).
12. A. F. Kowalski, S. L. Hawley, J. A. Holtzman, et al., *Astrophys. J.* **714**, L98 (2010).
13. J.-F. Donati, J. Morin, P. Petit, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **390**, 545 (2008).

14. J. Morin, J.-F. Donati, P. Petit, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **390**, 567 (2008).
15. J. Morin, J.-F. Donati, P. Petit, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **407**, 2269 (2010).
16. J. Morin, X. Delfosse, J.-F. Donati, et al., in *Proc. Annual Meet. French Society of Astronomy and Astrophysics (SF2A-2011)*, Ed. by G. Alecian, K. Belkacem, R. Samadi, and D. Valls-Gabaud (2011), pp. 503–508.
17. J. Morin, E. Dormy, M. Schrunner, and J.-F. Donati, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **418**, L133 (2011).
18. G. Pojmanski, *Acta Astronomica* **47**, 467 (1997).
19. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, *Astron. and Astrophys.* **430**, 1143 (2005).
20. F. Krause and K.-H. Raedler, *Mean-Field Magnetohydrodynamics and Dynamo Theory* (Pergamon Press, Oxford, 1980).
21. B. E. Zhilyaev, Y. T. Tsap, M. V. Andreev, et al., *Kinematics Physics Celestial Bodies* **27**, 154 (2011).
22. I. N. Reid and S. L. Hawley, *New Light on Dark Stars: Red Dwarfs, Low-Mass Stars, Brown Dwarfs* (Praxis Publishing Ltd, Chichester, 2005).
23. G. W. Preston, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **83**, 571 (1971).
24. D. W. N. Stibbs, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **110**, 395 (1950).

On Global and Local Magnetic Fields of Flare Stars with YZ CMi and OT Ser as Examples

V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, J. Madej, and A. A. Panferov

Global magnetic fields of flare stars evolve very fast—at times of tens—hundreds of days. In our opinion, this is due to mutual addition of local magnetic fields generated by the differential rotation of these objects. With the example of two flare stars, OT Ser and YZ CMi, we consider possible mechanisms of generation and dissipation of local and global magnetic fields and the mechanism of “magnetic deceleration” of these stars according to the scheme “differential rotation—generation of local magnetic fields—fluorescence of energy accumulated by local magnetic fields during flares.” We also estimated the rotation energy and global magnetic field for OT Ser and YZ CMi. It is shown that even strong dissipation of the accumulated local magnetic energy in the flare on February 9, 2008 (UT 20:22:00) in YZ CMi has not had any impact on the global magnetic field.

Keywords: *stars: activity—stars: peculiar*