

## НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗВЕЗД С АНОМАЛЬНЫМИ ЛИНИЯМИ ГЕЛИЯ

Ю. В. Глаголевский, Н. М. Чунакова

Дан краткий обзор наиболее интересных, с нашей точки зрения, наблюдательных данных о звездах с аномальными линиями гелия в спектрах Bp(He). Приведены списки всех известных звезд с усиленными линиями гелия (He-r) и звезд с ослабленными линиями гелия (He-w). На основе литературных данных рассмотрены некоторые закономерности. Вероятно, звезды He-r поля и в скоплениях, а также He-w-звезды в скоплениях сконцентрированы вдоль галактического экватора. Распределение звезд с аномальными линиями гелия по галактической долготе равномерно, за исключением их концентрации в скоплениях. По-видимому, тенденция Bp(He)-звезд находится вблизи галактического экватора больше, чем эта тенденция у близких им по температуре Bp(Si)-звезд. Звезды поля в среднем имеют меньшие скорости вращения, чем звезды в скоплениях. Приведены данные, свидетельствующие о более быстром распаде магнитного поля ( $\tau \approx 10^8$ ), чем предсказывает гипотеза простого омического распада. Подтверждено существование корреляции между максимальным значением продольного поля  $|B_e|_{\max}$  и амплитудой изменения индекса  $R$ .

A short review is given of the most interesting observational data for the stars with anomalous helium lines in the spectra Bp(He). The lists are given of all the known stars with the reach helium lines (He-r) and the stars with the weak helium lines (He-w). On the basis of literature data some peculiarities are considered. Probably, the field (He-r) stars and the stars in clusters, and also the (He-w) stars in clusters are concentrated along the galactic equator. The distribution of the stars with anomalous helium lines along the galactic longitude is even except for their concentration in clusters. Apparently, the tendency of Bp(He) stars to be near the galactic equator is more evident than that of the closed to them in temperature Bp(Si) stars. The velocities of the field stars are on the average lower than those of the stars in clusters. The data are presented indicating more rapid decay of the magnetic field ( $\tau \approx 10^8$ ), than it is predicted by the hypothesis of the simple ohmic decay. The existence of correlation between the maximum value of longitudinal field ( $B_e$ )<sub>max</sub> and the amplitude of index  $R$  variation is confirmed.

**Введение.** Звезды с усиленными (He-r) и ослабленными (He-w) линиями гелия, которых часто объединяют в одну группу [звезды с аномальными линиями гелия Bp(He)] — часть обширного класса химически пекулярных звезд. На диаграмме Герцшпрунга—Рессела они занимают область температур от  $\sim 14\,000$  до  $30\,000$  К. В звездах He-r линии гелия имеют приблизительно такую же интенсивность, как линии водорода. В звездах He-w их интенсивности ослаблены по сравнению с нормальными звездами того же цвета. Наряду с этим в их спектрах наблюдаются линии других элементов аномальной интенсивности. В звездах He-r N и C часто показывают избыток содержания, а O — дефицит [1]. Неоднородна группа He-w-звезд. Качественно ее делят на несколько подгрупп, между которыми нет четкой границы [2, 3]: это Si-звезды (например, 3 Sco); Sr, Ti — с прототипом  $\alpha$  Scl; P, Mn — наиболее яркий представитель которой 3 Cen A.

Рассмотрим основные свойства звезд с аномальными линиями гелия и наиболее интересные результаты, полученные в ходе их наблюдений разными авторами.

Некоторые из звезд Bp(He) показывают спектральную и фотометрическую переменность, но она бывает выражена гораздо слабее, чем в классических пекулярных звездах. Наибольшие изменения присущи звездам He-w подгруппы Si и Sr, Ti, что предполагает их связь с кремниевыми Ap-звездами. Звезды P, Mn-подгруппы почти не показывают переменности (или она очень слабая). Уникальной среди них является  $\alpha$  Cen, занимающая промежуточное положение между He-r- и

He-w-группами. Линии He в ее спектре изменяются от ослабленных до усиленных, а линии других элементов остаются постоянными. Разнообразие особенностей так же велико, как и среди классических Ar-звезд, так что трудно найти две звезды с одинаковыми спектральными изменениями. Изучение этого свойства звезд с аномальными линиями гелия представляет собой одну из интереснейших проблем.

Если в случае пекулярных A-звезд считается почти установленным, что усиление линий отражает реальный избыток химических элементов в атмосферах, то еще не ясно, являются ли аномальные (усиленные или ослабленные) линии гелия в звездах He-g и He-w следствием реального содержания этого элемента или это связано с особенностями физических условий. Важным для решения этой проблемы является разработка надежной шкалы эффективных температур и создание моделей атмосфер с высоким и низким содержанием гелия.

Химический состав звезд с аномальными линиями гелия изучался в ряде оригинальных работ и обсуждался в обзоре М. и К. Яшекков [3] и др. Здесь отмечается отсутствие двух звезд с одинаковым химическим составом. Вероятно, имеет смысл исследовать ряд звезд методом моделей атмосфер после уточнения их эффективных температур и содержания гелия.

Интересные результаты получили Педерсен и Томсен [4—6] и Ниссен [7], наблюдая Vr (He)-звезды фотоэлектрически в узкой полосе, в центре которой находится линия гелия  $\lambda 4026 \text{ \AA}$  (*R*-индекс). Оказалось, что у многих из этих звезд *R*-индекс испытывает периодическую переменность с периодами от  $\sim 0.5$  до  $\sim 24^d$  и средней амплитудой  $0.01—0.02$ . При этом вид *R*-кривых у одних звезд простой (одна волна в течение периода), у других — более сложный. Повторные наблюдения некоторых объектов показали, что их переменность остается неизменной в интервале 8—10 месяцев, причем постоянны не только периоды, но и формы кривых. Наиболее хорошо изучены He-g-звезды, часть из которых имеет переменный профиль  $H_{\alpha}$ . Метод узкополосной *R*-фотометрии не только позволил определить точные периоды для ряда звезд, но и явился хорошим средством для выделения объектов He-w среди В-звезд. Совершенно очевидно, что необходимо накопление данных о переменности интенсивностей и профилей линий He. Борра и Ландстрит [8] обратили внимание на существование корреляции между *R*-индексом и величиной магнитного поля для He-g-звезд. Подробнее связь между этими параметрами звезд Vr (He) мы рассмотрим в последнем параграфе.

Из наблюдений разных авторов следует, что если некоторые свойства при переходе от классических Ar-звезд через He-w к звездам He-g ослабевают, то другие при этом усиливаются. Так, депрессия в области  $\lambda 5200 \text{ \AA}$ , наблюдаемая у пекулярных A-звезд, в звездах He-w значительно слабее, а звезды He-g вообще ее не показывают, возможно потому, что здесь играют роль температурные эффекты [9]. Но при этом у ряда звезд He-g наблюдается избыток энергии в инфракрасной области ( $\lambda = 4.8 \text{ мкм}$ ) спектра [10, 11]. Инфракрасный избыток наиболее часто встречается в интервале спектральных классов В0—В6 и реже в А3—F0. Максимальный по величине избыток наблюдается у более ранних звезд (В0—В2), т. е. звезд He-g, а затем он уменьшается при переходе к более поздним спектральным типам. Для звезд с усиленными линиями гелия ИК-избыток коррелирует с абсолютной величиной экстремального значения магнитного поля  $|V_e|_{\text{макс}}$ ; по-видимому, реальна и корреляция избытка с возрастом: он уменьшается с возрастом. Для He-g-звезды  $\sigma$  Ori E надежно установлено [10], что ИК-избыток появляется одновременно с минимумом блеска в полосе *u*, т. е. возможно, что часть излучения, поглощенная в полосе *u*, переизлучается в инфракрасной области спектра. В связи с этим, в частности, необходимы детальные фотометрические исследования звезд Vr (He), как это делается и делается в настоящее время для Ar-звезд.

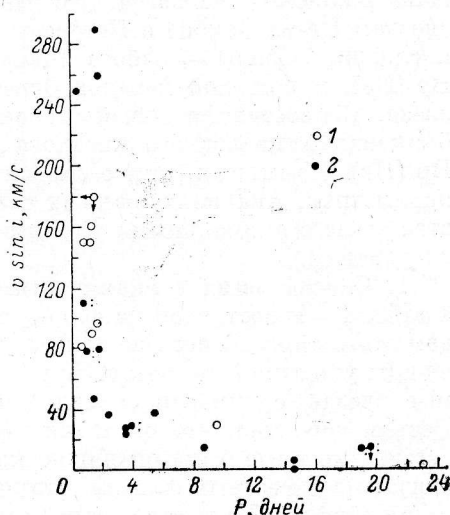
Для изучения эволюции звезд с аномальными линиями гелия важны исследования потери вещества, и такие работы уже проводились. Так, ряд звезд He-g (HD 184927 и др.) в ультрафиолетовой области спектра имеет интенсивные линии CIV с отчетливой переменной эмиссией, свидетельствующей о наличии потери массы [12]. Модуляция этого потока вращением показывает,

что ветер контролируется магнитным полем. Характер изменения линий таков, что значительная часть выброшенного вещества содержится в компактной магнитосфере. Интересно также, что, судя по приведенным в этой работе регистраграммам, поток этот максимален в фазе перехода магнитного полюса через меридиан. В связи с большой важностью этой проблемы для изучения эволюции Вр (He)-звезд следует попытаться найти признаки истечения вещества в видимой, более доступной для исследований, области спектра.

Еще одна важная характеристика звезд с аномальными линиями гелия — это их медленное осевое вращение, что характерно и для Ар-звезд. Распределение числа звезд He-g и He-w по скоростям вращения рассматривали К. и М. Яшеки [13]. Согласно их результатам, у 60 % звезд этого типа скорости вращения  $v \sin i$  не больше 50 км/с, в то время как для нормальных звезд той же температуры они сосредоточены в интервале 150—200 км/с. Яшеки обращают внимание на вероятное существование второго максимума в области 100—150 км/с в распределении  $v \sin i$  у звезд He-g, хотя, возможно, это эффект небольшой статистики, и этот вопрос требует дальнейшего изучения. Хорошая корреляция между  $v \sin i$  и периодом  $P$  [13], как и для Ар-звезд, является одним из свидетельств правомочности применения модели наклонного ротатора к звездам с аномальными линиями гелия. Собранные нами данные дополняют и подтверждают сказанное (рис. 1).

Рис. 1. Зависимость между скоростью вращения  $v \sin i$  и периодом  $P$  для звезд с аномальными линиями гелия.

1 — He-g; 2 — He-w.



В настоящее время факт существования магнитных полей в атмосферах звезд с аномальными линиями гелия не вызывает сомнения, а это еще более подтверждает гипотезу о том, что рассматриваемые объекты являются продолжением классических пекулярных А-звезд в область более высоких температур. Измерение магнитных полей в этих звездах обычной фотографической методикой часто затруднено, так как линии в их спектрах малочисленные, слабые и часто уширены вращением. Поэтому наибольшего успеха добилась группа Борра и Ландстрита [8, 14, 15], применившая фотоэлектрический метод измерения поля в линиях водорода. Хотя измерения магнитных полей в звездах с аномальными линиями гелия начались недавно, некоторые предварительные выводы уже можно сделать: как и у Ар-звезд, их магнитное поле переменное, период его изменения совпадает с периодом спектральной и фотометрической переменности, встречаются звезды, у которых поле постоянно по величине. Вероятно, это звезды с малыми углами наклона к лучу зрения (HD 58260, HD 96446); среди He-g- и He-w-звезд имеются объекты с полем, меньшим ошибок измерений. Обычно это звезды He-w с аномальными линиями P, Mn, Hg; создается впечатление, что магнитное поле «избегает» звезд с усиленными линиями этих элементов не только у Ар, но и у Вр (He)-звезд. Магнитное поле у звезд с аномальными линиями гелия в среднем выше, чем у Ар-звезд, при этом звезды He-w по величине занимают промежуточное положение между объектами He-g и Ар [15]. Причина этой тенденции неясна, однако, возможно, она связана с тем, что массивные звезды Вр (He) более молодые.

Учитывая большое сходство самых разных характеристик Ар- и Вр (He)-звезд, казалось бы, можно предполагать, что механизмы, приводящие к возникновению у них этих аномалий, должны быть одинаковы, например диффузия или аккреция вещества. Однако в этом случае мы сталкиваемся с трудностью, так как с точки зрения одной гипотезы невозможно объяснить, почему

У звезд с примерно одинаковыми температурами He-r-, He-w-, Mn-, Hg-, Si-типов наблюдаются разные химические аномалии. Вилху и др. [16] обращают внимание на то, что, например, среди объектов двух перекрывающихся групп (Si и Mn, Hg) у звезд последней отсутствует значительное поле и, возможно, именно это создает различия в химических особенностях. Но ведь и He-r-, и He-w-звезды имеют сильные поля в атмосферах, а аномалии содержания гелия у них противоположны. В этом случае нарушается гипотеза о первопричине всех аномалий — магнитном поле. Следовательно, для решения проблемы в первую очередь необходимы тщательное сопоставление различных особенностей звезд с аномальными линиями гелия и их сравнительный анализ между собой и со звездами соседних групп.

К настоящему времени в литературе имеется несколько обзорных работ, посвященных изучению звезд с аномальными линиями гелия в спектре и содержащих списки этих звезд. Это работы К. и М. Яшеков [3] и Кейреля [17] по звездам He-w; Осмера и Петерсон [18] и Хунгера [1] по He-r-звездам. Самые последние обзоры — работа Шенайха [19], содержащая список из 29 звезд Vr (He), и большой каталог Эгрета и Яшек [20], включающий около сотни звезд. Мы составили новый список этих объектов. Во-первых, со времени опубликования последнего каталога [20] появились сведения о новых звездах Vr (He). Во-вторых, кроме списка звезд мы собрали сведения о некоторых их параметрах. Анализ собранных данных позволяет рассмотреть некоторые свойства звезд с аномальными линиями гелия и наметить пути дальнейших их исследований.

**1. Список звезд с аномальными линиями гелия.** Список звезд, вошедших в табл. 1—4, составлен на основе всех имеющихся в литературе работ по звездам этого типа. В него вошли все звезды, о которых в литературе хотя бы однажды упоминалось, как о He-r- или He-w-объектах; включены и так называемые звезды с «умеренно» сильными и «умеренно» слабыми линиями гелия. Весьма вероятно, что в списки могут попасть и те классические пекулярные звезды, которые были ошибочно классифицированы как He-w. Это может быть связано с известным фактом, что пекулярные A-звезды имеют ослабленные для их спектрального класса линии гелия, а некоторые звезды He-w — усиленные линии металлов. Отсутствие надежных количественных критериев приводит к тому, что одна и та же звезда разными авторами может быть отнесена к двум (и даже трем) различным группам. Следовательно, одна из ближайших задач — это разработка количественных способов оценки типов пекулярности. Несколько звезд по результатам разных исследований показывают различное содержание гелия вплоть до нормального. Возможно, это частично объясняется переменностью интенсивностей линий гелия. Все такие случаи в табл. 3 и 4 отмечены в примечании или в самой таблице.

В табл. 1 и 2 для звезд He-r и He-w приводятся следующие данные.

1. Номер звезды по каталогу HD (или CPD, или др.).
2. Экваториальные координаты на эпоху 1950.0 (звезды в таблицах расположены в порядке увеличения  $\alpha$ ).
3. Галактические координаты  $l^{\text{II}}$  и  $b^{\text{II}}$  на эпоху 1950.0.
4.  $V, B - V, U - B$ , взятые в основном из оригинальных работ и каталога [21].

В табл. 3 и 4 приводятся следующие параметры.

1. Номер звезды.
2. Приближенный спектральный класс (для звезд He-w приводятся спектральные классы по гелию и водороду, где возможно).
3. Скорость вращения  $v \sin i$  звезды, а в последующем столбце — ссылка на работу, из которой она взята.
4.  $P$  — период изменений блеска (или спектральной переменности) в днях и ссылка на работу, из которой он взят.
5.  $\Delta m (R)$  — амплитуда изменений блеска в области линии  $\lambda=4026 \text{ \AA}$  HeI из работ [4—6].
6.  $B_e \pm \sigma_e$  — пределы изменения магнитного поля и средняя квадратичная ошибка его определения. Для звезд He-w даны ссылки на работы, из которых взяты величины  $B_e$ ; для звезд He-r это [8, 12, 22].



ТАБЛИЦА 1

№ п/п	Звезда	$\alpha_{1950}$	$\delta_{1950}$	$l_{II}$	$b_{II}$	$V$	$B - V$	$U - B$
1	HD 35912	05 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	01°15'	202°	-18°	6 <sup>m</sup> 4	-0 <sup>m</sup> 18	-0 <sup>m</sup> 74
2	HD 36430	05 29	-06 44	210	-21	6.2	-0.18	-0.71
3	HD 36982	05 33	-05 30	209	-20	9.1	0.10	-0.61
4	HD 37017	05 33	-04 32	208	-19	6.5	-0.14	-0.77
5	HD 37479	05 36	-02 37	207	-17	6.7	-0.16	-0.89
6	HD 37776	05 38	-01 32	206	-16	7.0	-0.14	-0.86
7	HDE 260858	06 35	12 49	200	4	9.0	—	—
8	HD 47777	06 38	09 47	203	3	7.9	-0.16	—
9	HD 264111	06 45	04 43	208	1	9.6	0.03	-0.72
10	HD 57219	07 17	-36 39	249	-11	5.1	-0.17	-0.65
11	HD 58260	07 22	-36 14	249	-10	6.7	-0.12	-0.74
12	HD 60344	07 31	-23 50	239	-2	7.8	-0.18	-0.85
13	HD 64740	07 52	-49 29	263	-11	4.6	-0.24	-0.92
14	CPD -46°3093	08 48	-46 40	266	-2	9.2	-0.08	-0.67
15	HD 79447	09 10	-62 07	280	-10	4.0	-0.18	-0.67
16	HD 92938	10 40	-64 12	290	-5	4.8	-0.14	-0.58
17	HD 93030	10 41	-64 08	290	-5	2.8	-0.23	-1.01
18	HD 96446	11 04	-59 41	290	0	6.7	-0.16	-0.87
19	CPD -62°2124	11 33	-62 59	294	-2	11.0	0.08	-0.77
20	HD 120640	13 49	-46 39	313	15	5.8	-0.16	-0.59
21	HD 132058	14 55	-42 56	326	14	2.7	-0.22	-0.85
22	HD 133518	15 03	-51 50	323	6	6.8	-0.10	-0.72
23	HD 135485	15 14	-15 30	347	35	8.3	-0.08	-0.54
24	HD 144941	16 06	-27 08	348	18	10.1	0.05	-0.71
25	HD 149257	16 32	-45 31	338	1	8.5	-0.04	-0.80
26	CPD -69°2698	17 07	-70 02	322	-18	8.4	-0.11	-0.88
27	HD 164769	18 01	-27 18	4	-3	9.9	(-0.8)	-0.88
28	W 66	~18	~-24	~-6	~-1	10.2	0.11	-0.64
29	HD 165207	18 03	-29 26	2	4	8.8	(-0.6)	—
30	HD 168785	18 20	-30 10	3	-7	8.5	0.04	-0.74
31	HD 169467	18 23	-46 00	349	-15	3.5	-0.18	-0.63
32	HD 177003	18 59	50 28	81	19	5.4	-0.17	-0.75
33	HD 184927	19 34	31 10	64	5	7.7	-0.17	-0.81
34	HD 186205	19 40	09 06	47	-7	8.5	0.05	—
35	LSII+36°37	20 12	36 39	74	1	11.3	0.33	-0.47
36	HD 207538	21 46	59 28	102	5	7.3	0.33	-0.64
37	HD 208266	21 51	60 24	102	5	8.1	0.26	-0.51
38	HD 209339	21 59	62 15	105	6	6.6	0.07	-0.82

ТАБЛИЦА 2

№	Звезда	$\alpha_{1950}$	$\delta_{1950}$	$l_{II}$	$b_{II}$	$V$	$B - V$	$U - B$
1	HD 5737	-00 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>	-29°37'	268°	-87°	4 <sup>m</sup> 3	-0 <sup>m</sup> 16	-0 <sup>m</sup> 56
2	HD 19400	03 02	-72 06	290	-42	5.5	-0.15	-0.49
3	HD 21699	03 28	47 51	149	-7	5.5	-0.10	-0.57
4	HD 22470	03 34	-17 38	207	-51	5.2	-0.14	-0.49
5	HD 22920	03 38	-05 22	192	-44	5.5	-0.16	-0.57
6	HD 23408	03 43	24 13	166	-24	3.9	-0.07	-0.40
7	HD 28843	04 30	-03 19	199	-32	5.8	-0.14	-0.55
8	HD 35298	05 21	02 03	201	-18	7.9	-0.14	-0.59
9	HD 35456	05 22	-02 32	205	-20	6.9	-0.05	-0.49
10	HD 35502	05 22	-02 51	295	-20	7.3	-0.03	-0.54
11	HD 35575	05 23	-01 32	204	-20	6.4	-0.17	-0.73
12	HD 35730	05 24	03 35	200	-17	7.2	-0.15	-0.69
13	HD 35881	05 25	01 05	202	-18	7.8	-0.09	-0.50
14	HD 36046	05 26	-00 38	204	-19	8.1	-0.10	-0.56
15	HD 36429	05 29	02 48	201	-16	7.6	-0.13	-0.64
16	HD 36526	05 30	-01 38	205	-18	8.3	-0.11	-0.60
17	HD 36540	05 30	-04 33	208	-20	8.1	0.05	-0.49
18	HD 36549	05 30	02 03	208	-19	8.7	-0.08	-0.40
19	HD 36629	05 30	-04 36	208	-20	7.7	0.01	-0.65
20	HD 36668	05 30	00 35	203	-17	8.1	-0.11	-0.45
21	HD 36916	05 32	-04 08	208	-19	6.7	-0.10	-0.58

ТАБЛИЦА 2 (продолжение)

№	Звезда	$\alpha_{1950}$	$\delta_{1950}$	$l_{II}$	$b_{II}$	$V$	$B - V$	$U - B$
22	HD 36958	05 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	-04°46'	208°	-19°	7 <sup>m</sup> 3	-0 <sup>m</sup> 09	-0 <sup>m</sup> 61
23	HD 37043	05 33	-05 56	210	-210	7.3	—	—
24	HD 37058	05 33	-04 52	209	-19	7.4	-0.16	-0.74
25	HD 37129	05 34	-04°27'	208	-19	7.1	-0.15	-0.73
26	HD 37140	05 34	-00 20	204	-17	8.5	0.09	-0.42
27	HD 37149	05 34	-01 39	206	-17	8.0	-0.10	-0.50
28	HD 37210	05 34	-06 29	210	-20	8.1	-0.07	-0.41
29	HD 37235	05 34	-00 44	205	-17	8.2	-0.10	-0.45
30	HD 37321	05 35	-01 28	206	-17	7.1	-0.08	-0.55
31	HD 37525	05 37	-02 40	207	-17	8.1	-0.09	-0.60
32	HD 37642	05 37	-03 22	208	-17	8.1	-0.13	-0.62
33	HD 37807	05 39	-03 38	208	-17	7.9	-0.10	-0.64
34	HD 44953	06 22	-19 45	228	-15	6.6	-0.14	-0.65
35	HD 49333	06 45	-20 58	231	-10	6.0	0.15	-0.69
36	HD 49606	06 47	16 16	198	7	5.7	-0.12	-0.52
37	HD 51688	06 56	25 59	190	13	6.3	-0.11	-0.47
38	HD 61641	07 37	-36 23	250	-7	5.8	-0.17	-0.59
39	HD 62712	07 42	-38 05	253	-7	6.4	-0.16	-0.48
40	HD 74196	08 39	-52 50	270	-7	5.6	-0.14	-0.48
41	HD 79158	09 10	43 25	178	44	5.3	-0.14	-0.48
42	HD 82984	09 32	-48 47	273	2	5.1	-0.13	-0.44
43	HD 84046	09 38	-62 43	283	-8	6.4	-0.09	-0.41
44	HD 90264	10 21	-66 39	289	-8	5.0	-0.14	-0.50
45	HD 99992	11 27	-63 45	294	-3	9.5	(0.1)	—
46	HD 109026	12 29	-71 51	301	-9	3.9	-0.17	-0.62
47	HD 120709	13 49	-32 45	317	28	4.3	-0.14	-0.59
48	HD 125823	14 20	-39 17	322	20	4.4	-0.19	-0.73
49	HD 131120	14 50	-37 36	328	19	5.1:	—	—
50	HD 135038	15 12	-54 23	323	3	8.5	(0.0)	—
51	HD 137509	15 26	-70 54	315	-12	7.0	(0.1)	—
52	HD 138729	15 33	-58 25	323	-2	9.0	(0.4)	—
53	HD 142096	15 50	-20 01	351	25	5.0	-0.02	-0.58
54	HD 142301	15 52	-25 06	347	22	5.9	-0.07	-0.59
55	HD 142884	15 55	-23 23	349	22	6.8	0.01	-0.45
56	HD 142990	15 56	-24 41	348	21	5.5	-0.09	-0.65
57	HD 143699	16 00	-38 28	339	11	4.9	-0.14	-0.56
58	HD 144334	16 03	-23 28	350	21	5.9	-0.08	-0.56
59	HD 144661	16 05	-24 20	350	20	6.3	-0.06	-0.52
60	HD 144844	16 06	-23 33	351	20	5.9	0.02	-0.32
61	HD 145501	16 09	-19 19	355	23	6.3	0.12	-0.37
62	HD 146001	16 12	-25 21	350	18	6.1	0.04	-0.37
63	HD 151346	16 45	-23 53	357	13	7.9	0.41	-0.20
64	HD 161480	17 43	05 44	30	17	7.7	0.03	-0.42
65	HD 161733	17 45	05 42	31	17	8.0	0.06	-0.44
66	HD 162374	17 49	-34 47	356	-4	5.9	-0.10	-0.64
67	HD 168733	18 19	36 42	64	21	5.4	-0.13	-0.58
68	HD 172854	18 40	-22 28	12	-8	7.7	(-0.1)	—
69	HD 175156	18 52	-15 40	19	-8	5.0:	(-0.2)	-0.39:
70	HD 175362	18 53	-37 24	359	-17	5.4	-0.16	-0.70
71	HD 176582	18 57	39 09	70	15	6.4	-0.17	-0.71
72	HD 178993	19 08	16 57	50	4	9.0	(0.5)	—
73	HD 182568	19 22	29 31	63	7	5.0	-0.09	-0.72
74	HD 183339	19 25	57 55	89	10	6.6	-0.13	-0.54
75	HD 191980	20 10	15 12	56	-10	8.0	-0.20	-0.65
76	HD 198513	20 47	51 43	90	5	6.2	-0.07	-0.57
77	HD 200311	20 59	43 31	85	-2	7.7	-0.11	-0.50
78	HD 202671	21 15	-18 12	32	-40	5.4	-0.10	-0.50
79	HD 212454	22 21	57 02	104	0	6.2	-0.12	-0.56
80	HD 213918	22 32	39 04	96	-16	8.7	0.03	-0.53
81	HD 217833	23 00	54 58	108	-4	6.5	-0.08	-0.56
82	HD 217919	23 01	63 26	111	3	8.3	0.62	-0.30
83	HD 224926	23 59	-03 18	94	-63	5.1	-0.13	-0.50

ТАБЛИЦА 3

№ п/п	Звезда	Sp	$v \sin i$ , км/с	Ссылка	P	Ссылка	$\Delta m$ (R)	$V_e \pm \sigma_e$ , Гс	Скопление или ассоциация	Примечание
1	HD 35912=HR 1820	B2V	32	[27]	—	—	—	—	Or <sub>1</sub> OB1 (a)	Норм. Не?
2	HD 36430=HR 1848	B2V	25	[27]	—	—	—	—	Or <sub>1</sub> OB1 (c)	Норм. Не?
3	HD 36982	B1.5V	—	—	—	—	0.015, мало наблюдений	—	Or <sub>1</sub> OB1 (d)	Умеренно Не-г
4	HD 37017	B2V	150	[27]	0.901175	[8]	0.022	-400 -2300	Or <sub>1</sub> OB1 (c)	Умеренно Не-г
5	HD 37479 = $\sigma$ Ori E	B2V	150	[39]	1.190841	[40]	0.022	+3000 -2300	Or <sub>1</sub> OB1 (b)	
6	HD 37776	B2V	150 90	[27] [41]	1.5385	[6]	0.025	+250 -2000	Or <sub>1</sub> OB1 (b)	
7	HDE 260858	—	50	[41]	—	—	—	—	NGC 2264	Умеренно Не-г
8	HD 47777	B2.5IV	—	—	—	—	—	—		
9	HD 264411	B2	150	[41]	—	—	—	—		
10	HD 57219	B3V	124	[27]	—	—	—	—		
11	HD 58260	B2V	97	[30]	1.657?	[6]	0.010	+2000?		
12	HD 60344	B2V	$\leq 15$ 33	[18] [42]	—	—	Не пере- менная	< $\sigma$ 490		
13	HD 64740=HR 3089	B1.5	160	[43]	1.33016	[6]	0.018	+400 -800		
14	CPD -46°3093	B5	60	[44]	—	—	—	—		
15	HD 79447	B3V	0	[45]	—	—	—	—		
16	HD 92938	B3V	220	[27]	—	—	Переменная? Or мало наблюдений	—	IC 2602	Умеренно Не-г
17	HD 93030=HR 4199 = $\theta$ Car	B0Vp	202 145 80	[27] [46] [41]	0.7045	[5]	Переменная?	< $\sigma$ 60	IC 2602	Умеренно Не-г, 1
18	HD 96446	B2V	0 — <45	[47] [41]	23+6?	[5]	Не пере- менная	-1400 ?		

Т А Б Л И Ц А 3 (проболесение)

№	Звезда	Sp	$v \sin i$ , км/с	Ссылка	P	Ссылка	$\Delta m (R)$	$V_e \pm \sigma_e$ , Гс	Скопление или ассоциация	Примечание
19	CPD -62°2124	B2III-IV	150?	[48]	—	—	—	—	IS 2944	Норм. He?
20	HD 120640=HR 5206	B2V	15	[18]	—	—	Не переменная?	< $\sigma$	—	—
21	HD 132058=HR 5574= $\beta$ Lup	B2	80	[46]	—	—	—	—	—	Умеренно He-г
22	HD 133518	B3V	130	[27]	—	—	Не переменная, мало наблюдений	< $\sigma$	—	—
23	HD 135485	B3	$\leq 15$	[18]	—	—	—	—	—	Умеренно He-г
24	HD 144941	B3	25	[41]	—	—	—	—	—	—
25	HD 149257	B2IVn	$< 20$	[50]	—	—	—	—	—	—
26	CPD -69°2698	—	$< 35$	[51]	—	—	—	—	—	—
27	W 66	B2Vpe	—	[44]	$< 14.5$	[52]	—	—	—	—
28	HD 164769	B2IVp	~180	[52]	—	—	—	—	NGC 6530	—
29	HD 165207	B2Vp	—	—	—	—	—	—	—	—
30	HD 168785	B3	—	—	—	—	Мало наблюдений	—	—	—
31	HD 169467=HR 6897= $\alpha$ Tel	B3III	30	[41]	—	—	—	—	—	Умеренно He-г
32	HD 177003=HR 7240	B3V	0	[7]	—	—	Постоянная?	—	—	Умеренно He-г
33	HD 184927	B2V	19	[45]	9.536	[54]	—	+3000 0	—	—
34	HD 186205	B2V	7	[27]	—	—	—	—	—	Сер OB2
35	HD 207538	B0V	15	[28]	—	—	—	—	—	Сер OB2
36	HD 208266	B5V	—	—	~14.3	[56]	—	—	—	Суг OB1
37	LSII+36°37	—	—	—	—	—	—	—	—	Сер OB2
38	HD 209339	B0IV	—	—	—	—	—	—	—	Не переменная?

Примечание. 1 — HD 92030 может быть связана с объектами, имеющими аномалии C и N [8].



Т А Б Л И Ц А 4

№	Звезда	Sp	Sp (He)	$v \sin i$ , км/с	Ссылка	P	Ссылка	$\Delta m (R)$	$V_e \pm \sigma_e$ , Гс	Ссылка	Сгруппирование, ассоциация	Пекулярность, примечание
1	HD 5737=HR 280= = $\alpha$ Sc1	B5	B8III	0 45	[45] [57]	19 <sup>d</sup>	[6]	0 <sup>m</sup> 008	+340 -400	[15]		Sr, Ti
2	HD 19400=HR 939= = $\theta$ Hvi	B6	B8	44	[27, 45]	—	—	—	+190 -250	[15]		Si
3	HD 21699=HR 1063	—	B8III	59 37	[27] [53]	2.4761	—	—	< $\sigma$	[53]	$\alpha$ Per	Si, 1
4	HD 22470=HR 1100	—	A0p	190 80	[27, 45] [60]	1.9	[58]	—	+500 -800	[59]		Si
5	HD 22920=HR 1121= = 22 Eri	B5	B8	120	[27, 45]	—	—	—	$\sim \sigma$	[15]	Пляды	Si
6	HD 23408=HR 1149	B5	—	38 28	[27] [45, 61]	—	—	Мало наблюдений	—			P, Mn, 1
7	HD 28843=HR 1441	B5	B9	—	—	1.37375	[6]	0.014	-400 +200	[15]		Si
8	HD 35298	B3V	B9V	260	[27]	1.9	[14]	—	+2920 -2810	[14]	Ori OB1 (a)	
9	HD 35456	B5-6V	B8	—	—	1.7, 2.5 3.3, 8.2	[14]	—	+1080 -300	[14]	Ori OB1 (a)	4
10	HD 35502	B5	—	290	[45, 62]	1.7	[14]	—	-95 +2250	[14]	Ori OB1 (a)	1
11	HD 35575	B3	—	120	[27, 45]	—	—	—	—		Ori OB1 (a)	
12	HD 35730	B5IV	—	58	[27]	—	—	—	—		Ori OB1 (a)	
13	HD 35881	—	B8V	220	[27]	—	—	—	—		Ori OB1 (a)	
14	HD 36046	—	B9	—	—	—	—	—	+160 -840	[14]	Ori OB1 (b)	
15	HD 36429	B4	—	—	—	—	—	—	+3480 -980	[14]	Ori OB1 (a)	
16	HD 36526	—	B9	—	—	1.6	[14]	—	—		Ori OB1 (b)	
17	HD 36540	B7	B9	—	—	—	—	—	—		Ori OB1 (c)	
18	HD 36549	B6V	B9	—	—	—	—	—	+1100 -1300	[24]	Ori OB1 (a)	
19	HD 36629	B5	—	5	[27]	—	—	Мало наблюдений	+4320 -4590	[14]	Ori OB1 (c)	
20	HD 36668	—	B9	—	—	2.1, 2.7 3.0	[14]	—	—		Ori OB1 (b)	4

Т А Б Л И Ц А 4 (продолжение)

№ п/п	Звезда	Sp	Sp (He)	$v \sin i$ , км/с	Ссылка	P	Ссыл-ка	$\Delta m$ (R)	$V_e \pm \sigma$ , Гс	Ссылка	Скопление, ассоциация	Пекулярность, примечание
21	HD 36916	B3.5p	B8	100	[63]	—	—	—	? -640, мало наблюдаемый	[14]	Ort OB1 (c)	Si, Mn, 3
22	HD 36958	B5	—	—	—	—	—	Мало наблюдаемый He пере- менная	—	—	Ort OB1 (c)	—
23	HD 37043=HR 1899	—	—	50 0	[27] [64]	—	—	—	< $\sigma$ Мало наблюдаемый	[15]	Ort OB1 (c)	P, Ga
24	HD 37058	B5	—	30 5	[45] [27]	14.612	[6]	0.02	+2500 +1300 +30	[23] [24]	Ort OB1 (c)	Sr, Ti, 1
25	HD 37129	B5	—	50	[27]	—	—	0?, не пере- менная?	—	—	Ort OB1 (c)	—
26	HD 37140	B7	B9	—	—	—	—	—	+400 -1050	[14]	Ort OB1 (b)	Si
27	HD 37149	—	B8	—	—	—	—	—	—	—	Ort OB1 (b)	—
28	HD 37210	—	B9	—	—	—	—	—	+400 -760	[14]	Ort OB1 (c)	4
29	HD 37235	B6	B8	—	—	—	—	—	—	—	Ort OB1 (b)	Si?
30	HD 37321	B3V	B8	—	—	—	—	0?, мало наблюдаемый	—	—	Ort OB1 (b)	—
31	HD 37525	—	B8	—	—	—	—	—	—	—	Ort OB1 (b)	—
32	HD 37642	B4	B9Vp	—	—	0.8	[14]	—	+2700 -2980	[14]	Ort OB1 (b) Ort OB1 (c)	4
33	HD 37807	B2	B8	10	[27]	—	—	—	+500	[24]	Ort OB1 (c)	Si
34	HD 44953	B4	B8III	—	—	—	—	—	—	—	NGC 2287	Si
35	HD 49333= =HR 2509=12Cma	B4	B8	—	—	2.181	[6]	—	+700	[14]	—	—
36	HD 49606=33 Gem	B5	B9III	30	[65]	3.1?	[65]	0.024	Мало наблюдаемый	—	—	P, Mn, Hg P, Hg
37	HD 51688=HR 2605	B5	B9IV	30 120 50	[65] [65] [27] [66]	—	—	—	< $\sigma$	[53]	—	He пост.? Si
38	HD 61641=HR 2954	B5	—	—	—	—	—	0, мало наблюдаемый	—	—	—	—
39	HD 62712=HR 3001	B5	B9p	—	—	—	—	0, мало наблюдаемый	—	—	NGC 2451	—

№ п/п	Звезда	Sp	Sp (He)	$v \sin i$ , км/с	Ссылка	P	Ссыл-ка	$\Delta m$ (R)	$V_e \pm \sigma_e$ , Гс	Ссылка	Скопление, ассоциация	Пекуляр-ность, примечание
40	HD 74196=HR 3448	—	B8IV	250	[67]	0.988	[67]	~0.01	—	[15]	IC 2391	Si
41	HD 79158=HR 3652=36Lyn	B7	B9IIIp	45	[15]	—	—	—	-1300 -300	—	—	Sr, Ti
42	HD 82894=HR 3817	B7V:	—	27	[27, 45]	—	—	—	—	—	—	P, Ga
43	HD 84046	—	B8	60	[3]	—	—	—	—	—	—	Si
44	HD 90264=HR 4089	—	B9V	78	[27, 45]	0.9445, 1.0565, 17.7	[5]	0.01?	—	—	—	—
45	HD 99992	B1.5III	—	—	[27, 45]	—	—	—	+470	[15]	Lower Cen	—
46	HD 109026=HR 4773	B5	—	280 180	[15]	—	—	He пере- менная?	-140	—	Upper Cen	P, Ga
47	HD 120709=HR 5210=3Cen A	B4— 5IV—V	—	0	[45]	—	—	He пере- менная	~ $\sigma$	[15]	Upper Cen	—
48	HD 125823=HR 5378= $\alpha$ Cen	B3V	B8	8 0 15	[64] [27, 45] [28]	8.82	[9]	0.085	+800 -800 +400 -400	[68]	Upper Cen	Si
49	HD 131120=HR 5543	B2.5	B6V	94	[45]	—	—	—	+190 -45	[15]	—	Si
50	HD 135038	—	B8III	—	[70]	—	—	—	—	—	—	—
51	HR 137509	—	~B9	40	—	—	—	~0.01, мало наблюдений	—	—	—	Si, Cr, Ti
52	HD 138729	B1III	—	—	[27]	—	—	—	—	—	Upper Sco	—
53	HD 142096=HR 5902	B2.5	—	207 170	[28]	—	—	—	—	—	Upper Sco	—
54	HD 142301=HR 5912=3Sco	B3—4	B8p	80 47	[74] [73]	1.461	[72]	0.015	+4700 -4000	[72]	Upper Sco	Si
55	HD 142884	B5	B9p	200 135	[7]	—	—	—	—	[15]	Upper Sco	Si, 3
56	HD 142990=HR 5943	B3	B8	200 150	[27] [28]	0.49 0.98?	[15]	0.025	+800 -4750	[15]	Upper Sco	Si?

Т А Б Л И Ц А 4 (продолжение)

№ п/п	Звезда	S <sub>p</sub>	S <sub>p</sub> (He)	v sin i, км/с	Ссылка	P	Ссылка	Δt (R)	V <sub>e</sub> ± σ <sub>e</sub> , Гс	Ссылка	Скопление, ассоциация	Пекулярность, примечание
57	HD 143699 = = HR 5967	B6V:	—	225 180	[45] [27]	—	[15]	Мало наблюдений	-240 Мало наблюдений	[15]	Upper Cen	Si
58	HD 144334 = = HR 5988	B4	B8p	65 44 25	[64] [74] [73]	3.61	[15]	He пере- менная?, мало наблюдений	+500 -1400	[15]	Upper Sco	
59	HD 144661 = = HR 5998	B4	B7IIIp	38 400 34	[64, 74] [27] [73]	—		He пере- менная?, мало наблюдений	+1130 -430	[15]	Upper Sco	P, Ga
60	HD 144844 = = HR 6003	B5	B9IVp?	20: 180 15	[64] [27] [73, 74]	—		—	+475 -290	[15]	Upper Sco	P, Ga
61	HD 145501 = = HR 6054	B4	A0IV	70	[27]	—		—	-1480	[15]	Upper Sco	Si
62	HD 146001 = = HR 6054	B6	B8IV	200	[27]	—		Мало наблюдений	Мало наблюдений +1315	[15]	Upper Sco	
63	HD 151346	B4:	B7-8p	≤20 46	[63] [73]	—		—	-200 < σ	[15]	Upper Sco	
64	HD 161480	B5	B7-8	25	[75]	—		—	—		IC 4665	P, Hg, Mn
65	HD 161733	B4-6	B8	40	[75]	—		0.018	+445	[15]	IC 4665	P, Hg, Mn
66	HD 162374 = = HR 6647	B3	B8	40	[64]	1.66, 2.52	[6]	—	-150		IC 4665	P, Hg, Mn
67	HD 168733 = = HR 6870	B3IIIp B5III	B8p	0	[27, 45]	14.6	[76]	0 <sup>?</sup> , мало наблюдений	-260 -1080	[76]	NGC 6475	Si
68	HD 172854		—	11	[45]	—		—	+110	[15]		Sr, Ti
69	HD 175156 = = HR 7119		—	20 18	[27] [61]	—		—	-300	[15]		Sr, Ti
70	HD 175362 = = HR 7129	B3-4	B9	28	[32]	3.67	[32]	0.030	+7000 -5000	[32]	Upper Cen	Sr, Ti
71	HD 176582 = = HR 7185	B5	—	0 110	[45] [28, авт.]	0.8143?	[4]	Переменная, мало наблюдений	—			



№ п/п	Звезда	Sp	Sp (He)	$v \sin i$ , км/с	Ссылка	P	Ссылка	$\Delta m (R)$	$V_e \pm \sigma_e$ , Гс	Ссылка	Скопление, ассоциация	Пекулярность, примечание
72	HD 178993	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Не переменная?
73	HD 182568 = HR 7372	B3IV	—	158	[27, 45]	—	—	Переменная? мало наблюдений	—	—	—	—
74	HD 183339 = HR 7401	B5	B8IV	40	[53]	6—7?	[53]	—	+1990 -1680	[53]	—	Si
75	HD 191980	B5	—	<15	[3]	~19.5	[56]	—	—	—	—	Si
76	HD 198513 = HR 7978	—	B8	100	[27]	—	—	—	—	—	—	—
77	HD 200314	B5	B9	<10	—	—	—	—	—	—	—	Si (Mn, Hg)
78	HD 202671 = HR 8137 = 30Cap	B6	B8	61 25	[27] [45, 27]	—	—	—	+100 -270	[15]	—	(Mn, Hg), Sr, Ti
79	HD 212454 = HR 8535	B5	B8IIIp	47	[53]	—	—	—	< $\sigma$	[53]	—	P, Hg
80	HD 213918	B6IVp	A0	60	[78]	—	—	—	—	—	Lac OB1	P, Si, 3
81	HD 217833 = HR 8770	B4	B8—9	39	[53]	5.36	[56]	Не переменная, мало наблюдений	--250 -5000	[53]	—	Si, Cr
82	HD 217919	B0.5III	—	310:	[79]	—	—	—	—	—	—	—
83	HD 224926 = HR 9087 = 29Psc	B5—6	B8III	100 65	[45] [77]	—	—	Не переменная	< $\sigma$	[15]	—	Si?
				117	[27]	—	—	—	—	—	—	(Mn, Hg)

Примечания. 1 — Абт [29] обозначил эти звезды как имеющие Sn-характеристики (присутствие в спектре широких и резких линий), которые могут встречаться одновременно с другими характеристиками. 2 — Согласно [2], эти объекты He-w, а Молнар [80] получил для них нормальное содержание гелия. 3 — Абт [29] включил эти звезды в Si-группу (HD 213918 также в Sr, Cr-группу). 4 — Ar-звезда, согласно [81].

7. В предпоследней колонке указывается принадлежность звезды к скоплению или ассоциации. В примечаниях для звезд He-г указывается характер усиления линий гелия (умеренно He-г или подозревается нормальное содержание He), а для He-w-звезд — какая еще peculiarity, кроме ослабления линий гелия, наблюдается в спектре звезды. Цифра в последней колонке указывает на соответствующий пункт в примечаниях к табл. 3 и 4.

Отметим, что в табл. 4 мы внесли два ряда измерений поля для HD 37058. Первые наблюдения поля осуществили Саргент и др. [23] и показали присутствие положительного поля  $B_e = 2500 \pm 300$  Гс. Однако позднее Конти [24] не подтвердил поля, получив 5 оценок положительной полярности, причем лишь в одном случае  $B_e > 3\sigma$ . Педерсен [6] обнаружил переменность гелиевого спектра звезды с  $P = 14^d 612 \pm 0^d 07$  и амплитудой  $\Delta m(R) \approx 0^m 02$ . Опираясь на этот период, мы вновь проанализировали результаты Конти. Во всех случаях значения магнитного поля ложатся в зависимости от фазы периода не хаотически и их можно представить как положительную ветвь кривой изменения магнитного поля. Поле на звезде явно присутствует, и возможно также, что одно измерение в работе [23] представляет собой экстремальное значение поля, но некоторая неточность периода не позволяет объединить эти наблюдения. Конти [24] измерил поле в HD 36629 и HD 37807, которые тоже внесены в табл. 4, несмотря на большую ошибку измерений.

Итак, в табл. 1 и 3 содержатся сведения о 38 звездах He-г, из них 22 звезды поля, а 16 — члены 7 скоплений и ассоциаций. Несколько звезд из списка — вероятные члены скоплений. Принадлежность звезды к скоплениям мы проверяли по ее галактическим координатам, фотометрическому расстоянию и лучевой скорости. Так, HD 57219 и HD 58260 по координатам могут принадлежать к скоплению Cr 135. Однако данных по этому скоплению нет, и проверить принадлежность к нему не представляется возможным. Лучевая скорость HD 144941 очень сильно отличается от средней лучевой скорости членов скопления Uppel Sco, и мы не включили ее в число его членов.

В табл. 2 и 4 собраны данные о 83 звездах He-w, у которых степень ослабления линий гелия самая разнообразная, есть несколько звезд с «умеренно» ослабленными линиями. 51 звезда списка — члены 11 скоплений и ассоциаций разного возраста, несколько звезд — вероятные члены скоплений. Звезда HD 61641 находится вне границ скопления NGC 2451, хотя по другим параметрам — величине лучевой скорости  $v_r$ , модулю расстояния — удовлетворяет членству. Звезда HD 131120 по положению и лучевой скорости может являться членом скопления Uppel Sco, но неизвестны ее фотометрические параметры, чтобы проверить модуль расстояния.

На основе собранных в этих таблицах наблюдательных данных рассмотрим некоторые свойства звезд с аномальными линиями гелия.

**2. Распределение в пространстве.** Кауфман [25] привел распределение звезд He-г по галактическим координатам, а также оценил среднее расстояние  $\bar{r}$  до них и среднее расстояние  $|\bar{z}|$  от галактической плоскости. Что касается звезд He-w, то для них этот вопрос до сих пор не рассматривался. Изучение же пространственного распределения звезд важно для исследования их эволюционного положения и оценки возраста. Для исследования пространственного распределения звезд с аномальными линиями гелия число их, конечно, невелико. Однако в первом приближении некоторые выводы можно получить.

На рис. 2 приведены гистограммы распределения звезд He-г и He-w по галактическим координатам. Наиболее характерным при этом является то, что звезды He-г поля и скоплений сосредоточены на низких галактических широтах, в основном между  $b^{\text{II}} < \pm 20^\circ$ . Что касается галактической долготы, то обращает на себя внимание отсутствие звезд в области долгот  $120^\circ < l^{\text{II}} < 180^\circ$ , хотя это может быть результатом малой статистики. Гистограммы распре-

Рис. 2. Распределение звезд He-г по галактическим координатам.

Здесь и далее: а — поле; б — скопления.

Рис. 3. Распределение звезд He-w по галактическим координатам.

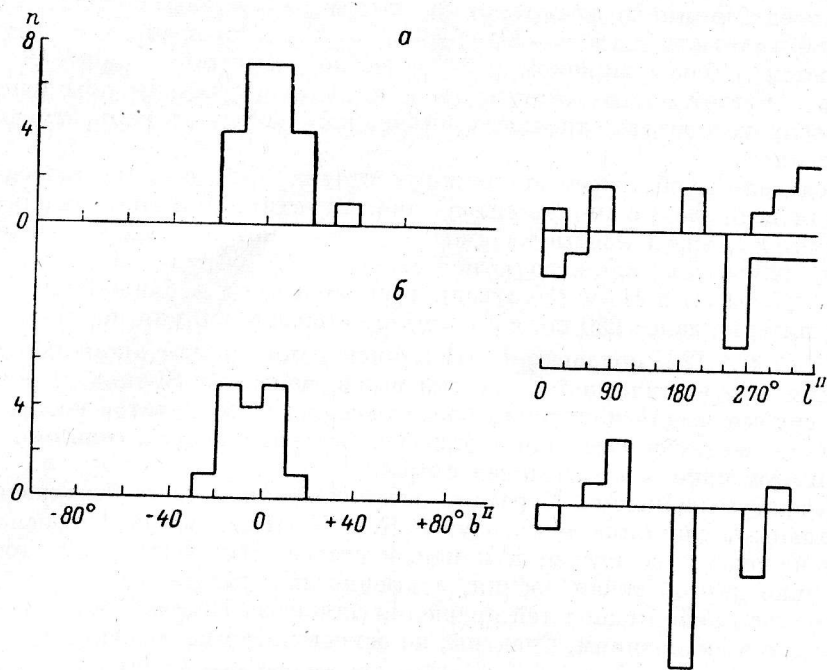


Рис. 2.

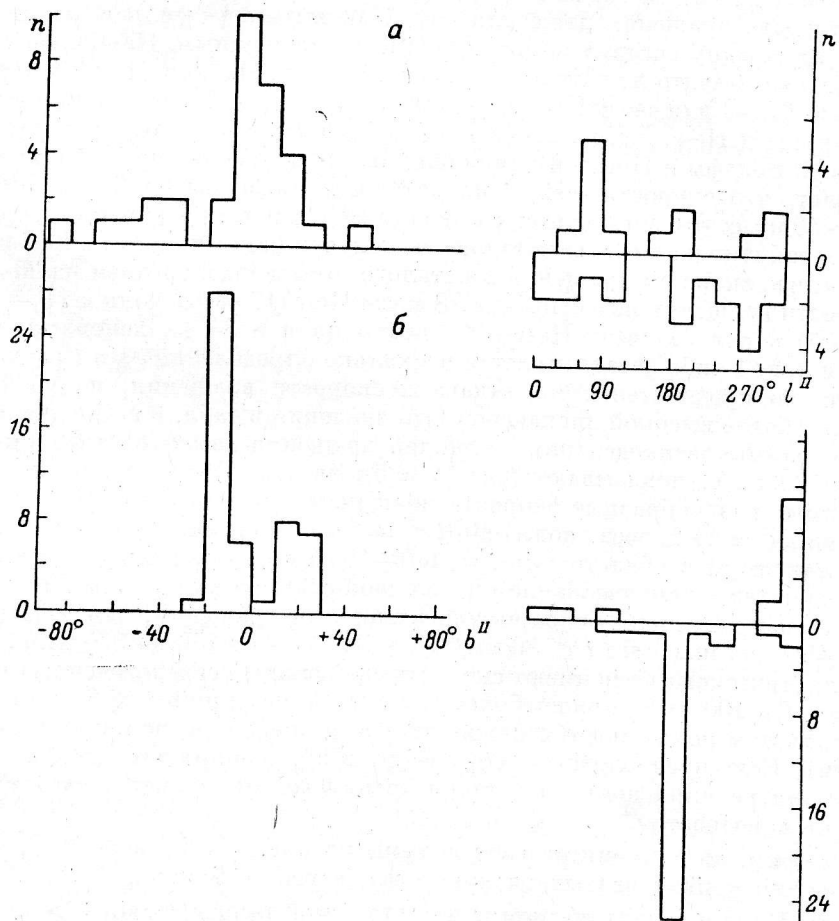


Рис. 3.

деления звезд He-w показывают (рис. 3), что звезды — члены скоплений сконцентрированы в области широт  $-20^\circ < b^{\text{II}} < +30^\circ$ , в то время как звезды поля встречаются в более широком диапазоне, но отсутствуют при  $b^{\text{II}} > +50^\circ$ . По галактической долготе звезды He-w поля распределены довольно равномерно, если не считать отдельных пиков, как результат концентрации звезд в скоплениях.

Мы сделали приближенные оценки расстояний  $|\bar{z}|$  от галактической плоскости для всех звезд с аномальными линиями гелия. При этом использовались расстояния  $r$  до звезд, взятые из оригинальных работ либо оцененные по параллаксу  $\pi''$  (23 звезды) или абсолютной величине  $M_v$ . Сравнение величины  $|\bar{z}|$  для He-r (7 звезд) и He-w (30 звезд), расположенных в ближайших окрестностях Солнца, не далее 250 пс, с аналогичной величиной для пекулярных звезд типа Si  $\lambda$  4200 Å [26] показывает, что концентрация звезд с аномальными линиями гелия к галактической плоскости выше, чем звезд Si-типа. Однако наши оценки грубые, и для получения более надежных результатов необходимо определить более точно расстояния до звезд. Все эти свойства, если они подтверждаются, имеют явно эволюционный смысл.

**3. Скорость вращения.** Характер распределения скоростей вращения звезд с аномальными линиями гелия изучен К. и М. Яшеками [13], и основные их выводы изложены во введении к нашей статье. Мы рассмотрим этот вопрос с несколько другой точки зрения, а именно сходны или различаются между собой распределения скоростей вращения для звезд He-r и He-w, принадлежащих к полю и скоплениям. Спектры, на основе которых оценены скорости вращения, получены разными авторами и имели дисперсию 4—20 Å/мм, а для более слабых звезд 40—60 Å/мм. Методика определения  $v \sin i$  также различна. Поэтому скорости вращения даже для одной звезды могут сильно различаться, а свести их в одну систему не представляется возможным. Наибольшее число значений  $v \sin i$  взято из каталога скоростей вращения Уесуги и Фукуда [27] (19, или 30 %, — для звезд He-w, и 6, или 25 %, — для He-r). Сравним скорости вращения звезд He-r и He-w из каталога со значениями, которые дают, например, Р. и С. Вольфы и Престон для общих звезд. Сравнение по 7 общим звездам показывает, что скорости  $v \sin i$  из каталога завышены на 25—30 км/с для  $v \sin i > 50$  км/с. Это согласуется с выводом Вольф и др. [28], которые сравнили  $v \sin i$ , затабулированные в каталоге и полученные ими для  $\sim 200$  звезд, и показали, что скорости вращения в каталоге завышены в среднем на 25—30 %.

Скорости вращения известны для 28 звезд He-r (17 звезд поля и 11 — членов скоплений) и для 57 звезд He-w (23 звезды поля и 34 — членов скоплений). Если для какой-либо звезды имеется несколько определений  $v \sin i$  различными авторами, то предпочтение мы отдавали скорости вращения, полученной по спектрам с более высокой дисперсией (эти значения в табл. 3 и 4 подчеркнуты).

Гистограммы распределения скоростей вращения звезд, построенные с интервалом 20 км/с, показывают (рис. 4 и 5): звезды He-r — члены скоплений имеют самые разнообразные скорости вращения в интервале от 0 до 220 км/с, в то время как у 80 % звезд поля  $v \sin i < 60$  км/с, а остальные образуют второй слабый максимум в области  $v \sin i \approx 120 \div 160$  км/с. Возможно, такое распределение связано с использованием небольшой статистики. Звезды He-w в скоплениях имеют в среднем более высокие скорости вращения, чем звезды поля: лишь у 45 % из них  $v \sin i < 80$  км/с, а у 30 % — от 140 до 320 км/с. Звезды He-w галактического поля имеют скорости вращения, сосредоточенные в основном между 0 и 100 км/с, причем более чем у 80 % звезд  $v \sin i < 80$  км/с. Таким образом, звезды поля имеют меньшие скорости вращения, чем звезды — члены скоплений. Если предположить, что звезды в скоплениях моложе, чем звезды поля, то эта разница понятна с точки зрения гипотезы уменьшения скорости вращения с возрастом.

Посмотрим, как изменятся гистограммы на рис. 4 и 5 после учета завышения значений  $v \sin i$ , взятых из каталога Уесуги и Фукуда.

Звезды He-w в галактическом поле: для одной звезды с  $v \sin i > 60$  км/с на гистограмме значение  $v \sin i$  взято из каталога. Если его уменьшить на 30 %, то распределение еще больше сместится в сторону меньших  $v \sin i$ .



Звезды He-w в скоплениях: для 5 звезд с  $v \sin i > 60$  км/с значения скоростей взяты из каталога. Если в них внести соответствующие изменения, то все равно остаются звезды с  $v \sin i$  от 120 до 300 км/с.

Существенно не изменится картина распределения и для звезд He-r: поле — для одной звезды с  $v \sin i > 60$  км/с значение скорости взято из каталога, в ско-

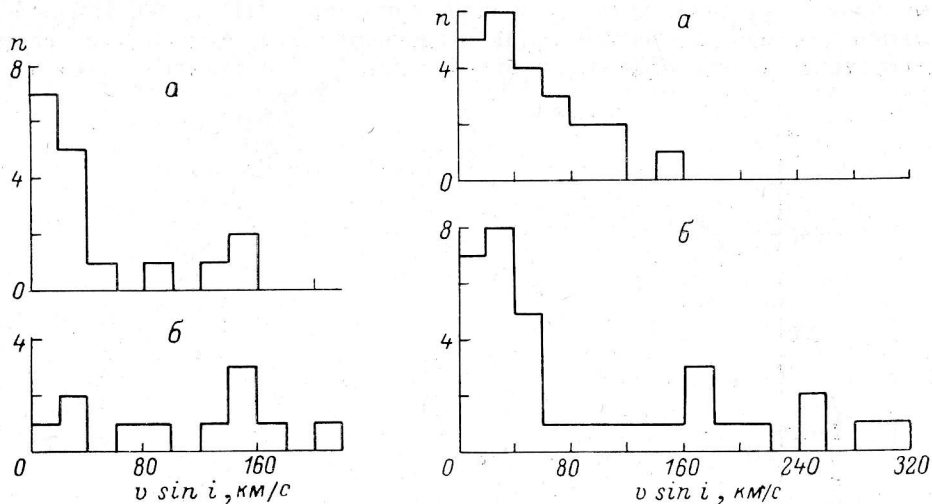


Рис. 4. Распределение He-g-звезд по скоростям вращения.

Рис. 5. Распределение He-w-звезд по скоростям вращения.

плениях — для трех звезд; все равно остаются звезды, у которых  $v \sin i > 120$  км/с.

Таким образом, хотя к приведенным гистограммам следует относиться как к предварительным, учитывая разнородность наблюдательных данных и не-

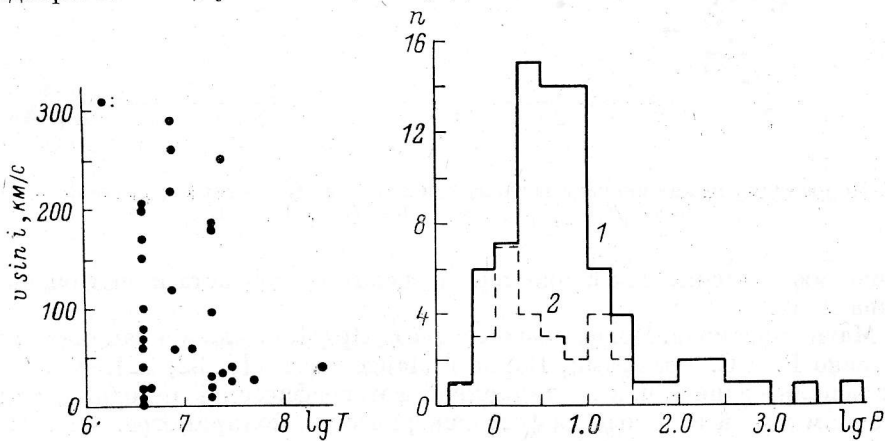


Рис. 6. Скорость вращения  $v \sin i$  звезд He-w в скоплениях как функция возраста.

Рис. 7. Распределение наблюдаемых периодов звезд с аномальными линиями гелия (1) и классических Ar-звезд (2).

надежность некоторых оценок  $v \sin i$ , мы считаем, что выводы о более высоких скоростях вращения звезд в скоплениях по сравнению с полем не вызывают сомнений. Если это так, то имеет место замедление скорости вращения  $V_p$  (He) звезд с возрастом. Однако на рис. 6 нет четкой корреляции скорости вращения  $v \sin i$  для звезд He-w в скоплениях с возрастом. (Их возраст взят из работ [29, 30]). Но обращает на себя внимание отсутствие звезд со скоростями  $v \sin i > 50$  км/с в более старых ( $\lg T > 7.5$ ) скоплениях.

В целом же скорости вращения звезд с аномальными линиями гелия выше, чем у классических Ar-звезд. На рис. 7 показано распределение числа звезд

обеих групп в зависимости от периода, который определяется гораздо точнее, чем скорость вращения. Из него очевидно, что распределение гелиево-аномальных звезд смещено в сторону более коротких периодов и максимум его приходится на  $P \approx 1-2$  дня, а пекулярные А-звезды показывают широкий максимум в интервале 2—10 дней [31]. До сих пор не обнаружено звезд He-g и He-w с периодами больше 25 дней, хотя, возможно, некоторые (HD 58260, HD 96446) и являются долгопериодическими. Как мы видели выше, на скорости вращения влияют эволюционные эффекты, поэтому работы по уточнению скоростей  $v \sin i$

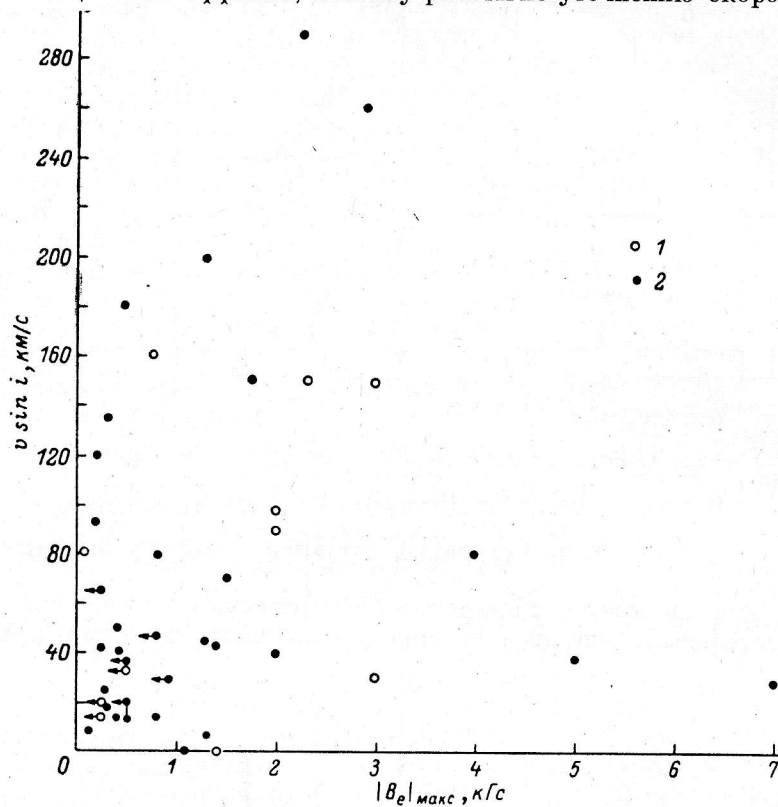


Рис. 8. Корреляция между скоростью вращения  $v \sin i$  и абсолютной величиной магнитного поля  $|B_e|_{\max}$  для звезд He-g (1) и He-w (2).

и уточнению зависимостей скоростей вращения от возраста имеют очень большое значение.

4. Магнитное поле. Магнитное поле звезд Вр (He) было впервые обнаружено и измерено Р. и С. Вольфами, Борра и Ландстритом [8, 22, 32], а затем другими с использованием как традиционной фотографической методики, так и по измерениям линий водорода на фотоэлектрическом поляриметре. Анализ полученных данных показал, что последовательность магнитных звезд продолжается в сторону высоких температур вплоть до 30 000 К. Как и в случае более холодных «классических» Ар-звезд, существует различие кривых изменения магнитного поля, измеренных фотографической и фотоэлектрической методикой, причина которого до конца не выяснена. Вследствие того что магнитные поля звезд с аномальными линиями гелия стали измеряться позднее, они изучены еще далеко недостаточно, чтобы делать какие-либо надежные выводы. Магнитное поле, измеренное по линиям водорода, как правило, изменяется с фазой периода по кривой, в первом приближении представляемой синусоидой [33]. Кроме того, применение модели нецентрального диполя требует для их описания гораздо меньшего смещения его от центра, чем в случае фотографических кривых. Однако у ряда звезд, например HD 37776, кривая изменения поля носит более сложный характер. Следовательно, дальнейшее изучение формы магнитных кривых весьма желательно.

Магнитная геометрия быстровращающихся звезд с аномальными линиями гелия, по-видимому, не отличается от геометрии медленно вращающихся. Однако средняя величина поля у последних больше, хотя корреляция крайне нечеткая (рис. 8) из-за произвольности углов наклона  $i$  и ориентаций диполей. Этот вопрос важен в проблеме эволюции магнитного поля, так как существуют данные об уменьшении поля Ар-звезд с возрастом. Окончательно вопрос об этой тенденции может быть решен только после изучения поверхностных полей звезд.

Очень важным является вопрос об ориентации диполя относительно оси вращения звезды (угол  $\beta$ ). Для Ар-звезд Престон [34] предположил существование преимущественной ориентации диполя вблизи  $\beta = 80$  и  $20^\circ$  (приблизительно одинаковое число звезд). Но по мере накопления данных о магнитных полях [35] распределение числа Ар-звезд с разными  $r = B_e(\text{мин})/B_e(\text{макс})$  выравнивается

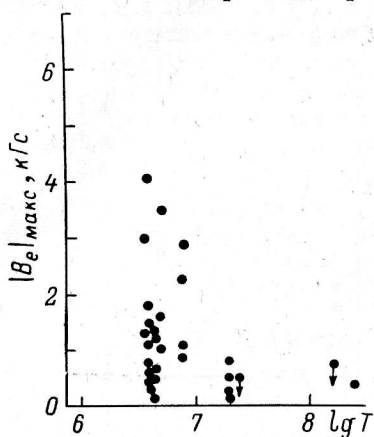


Рис. 9. Изменение абсолютной величины магнитного поля  $|B_e|_{\text{макс}}$  для звезд He-w — членов скоплений с возрастом.

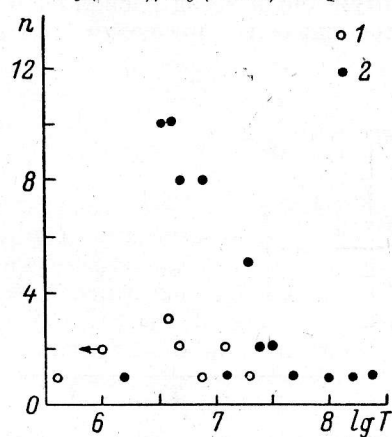


Рис. 10. Распределение числа звезд He-g (1) и He-w (2) — членов скоплений с возрастом.

и удовлетворительно объясняется равномерным распределением угла  $\beta$ . Только после накопления наблюдательных данных, таких как  $B_e$ ,  $v \sin i$ ,  $P$ , недостаток которых особенно чувствуется для звезд Вр (He), можно решить этот важный для теории происхождения и эволюции звезд вопрос.

Звезды с аномальными линиями гелия обнаружены в скоплениях, возраст которых колеблется в интервале  $6.5 \leq \lg T \leq 8.5$ . Диапазон  $T$  достаточен, для того чтобы продемонстрировать зависимость магнитного поля от возраста, хотя для этого существуют определенные трудности. Во-первых, только у 4 He-g- и 7 He-w-звезд известны кривые изменения магнитного поля. Для множества звезд известны лишь максимальные значения из ряда измерений. Но именно поверхностное поле определяет физические свойства звезд. Тем не менее ввиду произвольности углов  $i$  можно ожидать в среднем ход поля с возрастом, если он существует.

На рис. 9 приведен график зависимости  $|B_e|_{\text{макс}}$  от  $\lg T$  для He-w-звезд. Для звезд He-g зависимость построить невозможно ввиду слишком малого количества звезд с измеренным полем. Исходя из максимальных значений поля (верхняя огибающая на рисунке), возможно предположить уменьшение поля с возрастом. Если это так, то мы имеем свидетельство в пользу гипотезы реликтового происхождения поля. Если использовать максимальные значения поля  $|B_e|_{\text{макс}} = 4$  кГс для  $\lg T = 6.6$  и  $|B_e|_{\text{макс}} = 0.4$  кГс для  $\lg T = 8.4$ , то по формуле, описывающей распад поля,

$$B = B_0 e^{-t/\tau},$$

находим  $\tau \approx 10^8$  лет, что меньше оценки Каулинга [36] ( $\tau \approx 10^{10}$  лет), принимавшего в расчет только омический распад, и совпадает с результатом Борра [14] для Ар-звезд. Следуя этим результатам, можно предположить существование дополнительных к омическому источников разрушения магнитного поля, на-

пример турбуленции в атмосфере. Недавно вышла работа [37], в которой сообщается о наличии в Ар-звездах рентгеновского излучения, свидетельствующего о существовании неустойчивости в верхних слоях атмосферы Ар-звезд. Аналогичные процессы, а именно потоки вещества, о которых говорилось во введении, наблюдаются и у Вр(He)-звезд. Существование таких нестационарных явлений в атмосферах химически пекулярных звезд создает трудности для гипотез диффузии и аккреции образования химических неоднородностей, для осуществления которых необходима спокойная атмосфера.

Максимальное число звезд Вр(He) приходится на диапазон возрастов  $\lg T \approx 6.5 \div 7.0$  (рис. 10). Звезды Ар (в том числе Si  $\lambda$  4200 и Mn, Hg-типа [29]) и Ам встречаются в скоплениях, возраст которых лежит в диапазоне  $7 \leq \lg T \leq 9$ , а максимум числа звезд расположен вблизи  $\lg T \approx 8.0$  [38], т. е. можно с уверенностью сказать, что звезды He-g и He-w встречаются чаще в молодых ско-

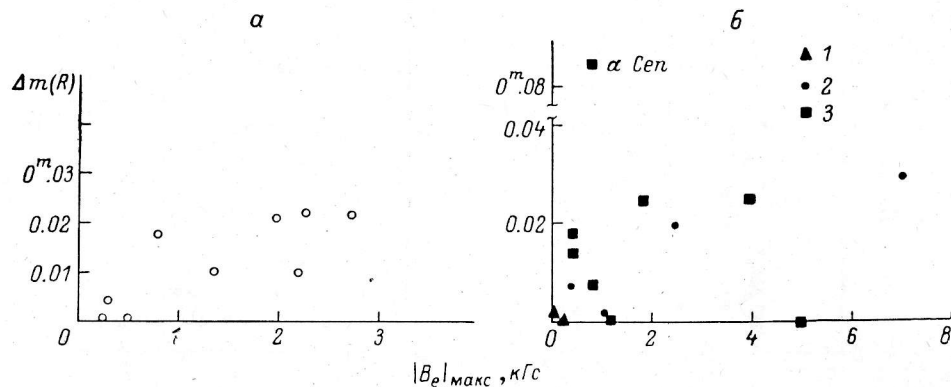


Рис. 11. Корреляция между амплитудой изменения  $R$ -индекса и абсолютной величиной поля  $|B_e|_{\max}$  для звезд He-g (а) и He-w (б).

Подклассы: 1 — P, Mn; 2 — Sr, Ti; 3 — Si.

плениях, чем звезды Ар и Ам. Эти массивные горячие звезды в более старых скоплениях уже ушли с главной последовательности, а менее массивные Ар и Ам еще остаются.

Совокупность наблюдательных данных показывает, что аномальное содержание гелия у звезд типа He-g связано с магнитным полем и, следовательно, с полем связаны и наблюдаемые спектральные изменения. Борра и Ландстрит [8] высказали предположение о существовании связи между индексом  $R$  и величиной поля для звезд He-g.

На основе данных табл. 3 и 4 мы построили график зависимости между  $|B_e|_{\max}$  и  $\Delta m(R)$ ; для звезд He-g (рис. 11, а) корреляция значимая, коэффициент ее  $R = 0.77 \pm 0.14$ .

Звезды, у которых поле на поверхности отсутствует, не обнаруживают и переменности линий He I, а небольшие изменения в линии  $\lambda$  4026 Å He I показали звезды с большими магнитными полями. У двух звезд (HD 58260 и HD 96446), у которых значение поля хотя и большое, но постоянное по величине, линии гелия показывают переменность, но амплитуда их изменения небольшая. Это, впрочем, легко объясняется с точки зрения модели наклонного ротора. Подобную корреляцию мы искали и для звезд He-w. На рис. 11, б звезды He-w разных типов пекулярностей нанесены разными значками. Звезды P, Mn не обнаруживают ни магнитного поля, ни переменности гелиевого спектра. Для звезд Sr, Ti статистика мала, а для объектов с Si-аномалиями получен большой разброс. Две звезды этого подкласса (HD 217833 и HD 144334) не показали переменности в линии  $\lambda$  4026 Å, хотя ее и следовало ожидать, судя по величине магнитного поля. Скорее всего, это связано с малым количеством наблюдательных данных по периоду. Для звезды HD 142990 неизвестен тип пекулярности. Мы не нашли в литературе спектрофотометрических исследований этой звезды; скорость вращения ее большая и трудно выделить линии пекулярных элементов в спектре. Особое положение на рис. 11, б занимает  $\alpha$  Cen —



объект промежуточного типа между звездами He-g и He-w. Для подтверждения существования взаимосвязи величины поля и амплитуды изменения интенсивностей линий гелия следует и в дальнейшем накапливать наблюдательный материал.

**Заключение.** Обзор основных результатов наблюдений звезд с аномальными линиями гелия — Вр (He) — демонстрирует большое число наблюдательных проблем.

Магнитные поля звезд Вр (He) изучаются менее десяти лет. В первую очередь необходимо накопление данных о наличии и характере переменности магнитных полей и их структуре. Необходима разработка методики определения поверхностных магнитных полей, определяющих наблюдательные свойства Вр (He)-звезд.

Одной из главных задач является разработка количественных критериев четкого выявления Вр (He)-звезд среди нормальных В-звезд (эта работа выполняется в САО АН СССР в группе эволюции звезд под руководством И. М. Копылова) и четкого отделения их от кремниевых и ртутно-марганцевых звезд, близких им по температуре и перекрывающихся с ними на диаграмме Герцшпрунга—Рессела.

Исключительно важна проблема эволюционных особенностей Вр (He)-звезд. Детальное исследование звезд с аномальными линиями гелия сдерживается крайним недостатком сведений о фотометрической переменности, малым числом известных периодов вращения, неточностью скоростей вращения и других параметров.

При изучении и уточнении физических параметров в первую очередь необходимо уделить внимание созданию надежной температурной шкалы. Это сложная проблема, если иметь в виду существование значительных химических аномалий, особенно содержания He, присутствие сильных магнитных полей и др. До сих пор мы имеем очень мало сведений об особенностях содержания различных химических элементов, особенностях строения атмосферы. Важно провести поиск в видимой области спектра признаков истечения вещества, которые замечены в ультрафиолете. Вопрос об истечении вещества является важным не только для проблем эволюции, но и в вопросах изучения стабильности атмосфер, химических аномалий и др.

### Литература

1. Hunger K. Properties and problems of helium stars. — In: Problems in Stellar Atmosphere and Envelopes. Ed. B. Baschek et al., 1975, p. 57—100.
2. Norris J. The weak-helium-line stars of Population I. — *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1971, 23, N 197, p. 213—233.
3. Jaschek M., Jaschek C. Early type stars with abnormal spectra. — *Vistas in Astronomy*, 1974, 16, p. 131—163.
4. Pedersen H. A search for helium variability among helium weak stars. — *Astron. and Astrophys.*, 1976, 49, p. 217—219.
5. Pedersen H., Thomsen B. Spectrum and photometric variability of He-weak and He-strong stars. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1977, 30, p. 11—25.
6. Pedersen H. Spectrum variability of He weak and He strong stars. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1979, 35, p. 313—323.
7. Nissen P. E. The helium-to-hydrogen ratio in B stars, as determined from photoelectric observations of narrow-band index of the He I  $\lambda$  4026 line. — *Astron. and Astrophys.*, 1974, 36, N 1, p. 57—68.
8. Borra E., Landstreet J. D. The magnetic field of the helium-strong stars. — *Astrophys. J.*, 1979, 228, p. 809—816.
9. Maitzen H. M. Photometric evidence for the appearance of the  $\lambda$  5200 flux depression in helium-weak stars. — *Astron. and Astrophys.*, 1981, 95, p. 213—214.
10. Groote D., Hunger K., Schultze G. The IR-excess of helium-variable stars. — *Astron. and Astrophys.*, 1980, 83, p. 5—7.
11. Groote D., Kaufmann J. The infrared — excess of peculiar B and stars. I. — *Astron. and Astrophys.*, 1981, 94, p. 23—24.
12. Magnetospheres and winds of the helium strong stars / P. K. Barker, D. N. Brown, C. T. Bolton, J. D. Landstreet. — In: Advances in Ultraviolet Astronomy: Four years of IUE Research. NASA Goddard Space Flight Center, 1982.
13. Jaschek C., Jaschek M. Hot peculiar stars. — 23rd Liege Astrophys. Coll., Univ. de Liege, June 1981, p. 417—427.
14. Borra E. Decaying stellar magnetic fields, magnetic braking: evidence from magnetic observations in Orion OB1. — *Astrophys. J.*, 1981, 249, p. 39—42.

15. Borra E., Landstreet J. D., Thompson J. The magnetic fields of the helium-weak B stars. — *Astrophys. J., Suppl. Ser.*, 1983, 53, p. 151—167.
16. Vilhu O., Tuominen J., Holsti N. A spectroscopic study of weak-helium line stars. — *Науч. информации Астрон. совета АН СССР*, 1978, 45, с. 124—149.
17. Cayrel R. Abundance of helium in stellar atmospheres. — In: *Highlights of Astronomy*. Dordrecht, Ed. C. Jager, 1970, vol. 2, p. 254—268.
18. Osmer P., Peterson D. The composition and evolutionary status of the helium-rich stars. — *Astrophys. J.*, 1974, 187, p. 117—129.
19. Schöneich W. The relations between the He-peculiar stars and the Ap-stars. — *Сообщ. CAO*, 1981, 32, с. 50—56.
20. Egret D., Jaschek M. — In: *23rd Liege Astrophys. Coll.*, Univ. de Liege, June 1981, p. 387.
21. *Photoelectric Catalogue Magnitudes and Colours of Stars in the U, B, V and U<sub>c</sub>, B, V Systems* / V. Blanco, S. Demers, J. J. Douglass, M. P. Fitzgerald. Washington, 1968.
22. Landstreet J. D., Borra E. The magnetic field of  $\epsilon$  Ori E. — *Astrophys. J.*, 1978, 224, p. 5—8.
23. Sargent W., Sargent A., Strittmatter P. The existence of magnetic fields in two peculiar B stars in Orion. — *Astrophys. J.*, 1967, 147, N 3, p. 1185—1187.
24. Conti P. Zeeman measures of sharp-lined early B stars. — *Astrophys. J.*, 1970, 159, N 2, p. 723—726.
25. Kaufmann J. Statistics of helium stars. — *Astron. Ges. Mitt.*, 1975, N 36, S. 79—80.
26. Jaschek C., Jaschek M. Peculiar and metallic-line A stars in clusters: an evolution scheme. — In: *The magnetic and Related Stars*. Ed. R. Cameron, 1967, p. 287—301.
27. Uesugi A., Fukuda I. A catalogue of rotational velocities of the stars. — *Contr. Inst. Astrophys. and Kwasan Obs. serv. Univ. Kyoto*, 1970, N 189, p. 205—250.
28. Wolff S., Edwards S., Preston J. The origin of stellar angular momentum. — *Astrophys. J.*, 1982, 252, p. 322—336.
29. Abt H. The occurrence of abnormal stars in open clusters. — *Astrophys. J.*, 1979, 230, p. 485—496.
30. Wolff S. C. The rotational velocities of magnetic Ap stars. — *Astrophys. J.*, 1981, 244, p. 221—229.
31. Catalano F. A., Strazzula J. The distribution of the periods of the magnetic variable stars. — In: *Physics of Ap-Stars*. Ed. W. Weiss, H. Jenker, J. Wood, 1975, p. 57—62.
32. Wolff R., Wolff S. C. HR 7129: a helium variable with a large magnetic field. — *Astrophys. J.*, 1976, 203, p. 171—176.
33. Borra E., Landstreet J. D. The magnetic fields of the Ap stars. — *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1980, 42, p. 421—445.
34. Preston G. W. Surface characteristics of the magnetic stars. — *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 1971, 83, N 495, p. 571—584.
35. Глаголевский Ю. В. К проблеме поверхностных магнитных полей химически peculiarных звезд. — *Астрофиз. исслед.* (Изв. CAO), 1985, 20, с. 26—36.
36. Cowling T. G. On the Sun's general magnetic field. — *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 1945, 105, p. 166—174.
37. Cash W., Snow T. P. A study of X-ray emission from Ap and Am stars. — *Astrophys. J.*, 1982, 263, p. 59—62.
38. Feinstein A. Star Clusters. — *IAU Symp. 85*, Ed. Hesser J. E., 1980, p. 227—228.
39. The atmosphere of the hydrogen-deficient star  $\epsilon$  Ori E / D. Klinglesmith, K. Hunger, R. C. Bless, R. L. Millis. — *Astrophys. J.*, 1970, 159, p. 513—524.
40. Hesser J., Walborn W., Ugarte P.  $\epsilon$  Ori E as a mass-transfer binary-system. — *Nature*, 1976, 262, p. 116—118.
41. Kaufmann J., Theil U. Spectral atlas of helium-rich stars. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1980, 41, p. 271—294.
42. Kaufmann J., Hunger K. Spectrophotometry and quantitative analysis of the hydrogen-deficient star HD 60344. — *Astron. and Astrophys.*, 1975, 38, p. 351—357.
43. Lester J. A spectroscopic study of the strong helium line star HD 37017. — *Astrophys. J.*, 1972, 178, p. 743—762.
44. Groote D., Kaufmann J., Lange A. Fine analysis of the intermediate helium-star CPD—46°3093. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1982, 50, p. 77—85.
45. Боярчук А. А., Копылов И. М. Каталог скоростей вращения. — *Изв. Кр. АО*, 1964, 31, с. 44—89.
46. Levato H., Malaroda S. Rotational velocities of some B stars. — *PASP*, 1970, 82, No. 487, p. 741—744.
47. Buscombe W. The hydrogen-deficient star HD 96446. — *MNRAS*, 1965, 129, p. 1—17.
48. Drilling J. The spectra of two new intermediate helium stars. — *Astrophys. J.*, 1981, 250, N 2, p. 701—703.
49. Detz A. Spectral photometry and quantitative analysis of the star HD 120640. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1977, 28, N 3, p. 403—408.
50. Schönberner D. The atmosphere of the «hydrogen-deficient» star HD 135485. — *Astron. and Astrophys.*, 1973, 28, N 3, p. 433—440.
51. Kaufmann J., Hunger K. Observations of six new helium-rich stars. — *Mitt. Astr. Ges.*, 1972, 31, S. 185—187.
52. Ode II A. The helium-rich star W66 in NGC 6530. — In: *23 rd Liege Astroph. Coll.*, Univ. de Liege, June 1981, p. 439—443.

53. Глаголевский Ю. В., Чунакова Н. М. Поиск магнитных полей в звездах с аномальными линиями гелия. — *Астрофиз. исслед. (Изв. САО)*, 1985, 19, с. 37—40.
54. Levato H., Malagoda S. On the properties of the helium variable HD 184927. — *PASP*, 1979, 91, p. 789—795.
55. Lee P., O'Brien A. An analysis of the helium rich star HD 186205. — *Astron. and Astrophys.*, 1977, 60, p. 259—262.
56. Věto B., Schöneich W., Rustomov J. A search for variability of 8 stars with anomalous helium content. — *Astron. Nachr.*, 1980, 301, H. 6, S. 317—327.
57. Vilhu O. Spectroscopic analysis of the weak-helium-line star  $\alpha$  Scl. — *Ann. Acad. Sci. Fen., Ser. A, IV Physica*, 1972, N 394, p. 5—39.
58. Weiss W. Is there a magnetic field-period relation for the hotter Ap-stars? — *Com. IAU 27*, 1980, IBVS, N 1841, p. 1—5.
59. A search for strong magnetic fields in rapidly rotating Ap stars / J. Landstreet, E. Borra, J. Angel, R. Illing. — *Astrophys. J.*, 1975, 201, p. 624—629.
60. Abt H., Chaffee F., Suffolk J. Rotational velocities of Ap-stars. — *Astrophys. J.*, 1972, 175, p. 779—787.
61. Day R., Warner B. A rotational velocity study of sharp-line B-stars. — *MNRAS*, 1975, 173, N 2, p. 419—428.
62. Bernacca P., Perinoto M. A catalogue of stellar rotational velocities. — *Contr. Asiago Obs.*, 1970, N 239.
63. Hack M. The spectrum of the Bp star HD 36916. — *Astrophys. and Sp. Sci.*, 1969, 5, p. 403—419.
64. Norris J. Neutral-helium line strengths. V. — *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1971, 23, p. 213—233.
65. Чунакова Н. М., Глаголевский Ю. В., Бычков В. Д. Некоторые результаты исследования Mn, Hg-звезды 33 Gem. — *Сообщ. САО*, 1981, 31, с. 5—22.
66. Wolff S. C., Preston J. Late B-type stars: Rotation and the incidence of HgMn Stars. — *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1978, 37, p. 371—392.
67. Jakate J. On the photometric variability of  $\alpha$  Vel and of the He-weak star HR 3448. — *Com. IAU 27*, 1979, IBVS N 1536.
68. Wolff S. C., Morrison N. Magnetic field and radial velocity variations of  $\alpha$  Cen. — *PASP*, 1974, 86, N 514, p. 935—939.
69. Norris J. The variations of the helium spectrum variable  $\alpha$  Cen. — *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1971, 23, p. 235—255.
70. Cowley A., Hawk N. An interesting new southern peculiar A star HD 137509. — *PASP*, 1975, 87, N 518, p. 527—528.
71. Norris J., Strittmatter P. A. Neutral helium line strengths. VIII. Line profiles in the weak-helium-line star 3 Sco. — *Astrophys. J.*, 1975, 196, p. 515—520.
72. Landstreet J., Borra E., Fontaine I. The magnetic field of the helium-weak star 3 Scorpii. — *MNRAS*, 1979, 188, p. 609—613.
73. Ключкова В. Г., Копылов И. М., Кумайгородская Р. Н. Вр-и Ар-звезды в движущемся скоплении Sco—Cen. — *Письма в АЖ*, 1981, 7, № 6, с. 366—371.
74. Hartoog M. The rotation of Ap-stars in open clusters and magnetic braking. — *Astrophys. J.*, 1977, 212, N 3, p. 723—727.
75. Levato H., Malagoda S. Spectroscopic study of two peculiar stars in IC 4665, HD 161480 and HD 161733. — *PASP*, 1977, 89, p. 84—94.
76. Jones T., Wolff S. C. The magnetic fields of HR 6870. — *PASP*, 1974, 86, N 509, p. 67—69.
77. Wolff S. C., Wolff R. The manganese stars. — *Astrophys. J.*, 1974, 194, 1, p. 65—74.
78. Malagoda S. Line identification in the spectrum of HD 213918. — *PASP*, 1981, 93, p. 614—620.
79. Garmany C. Internal motions in the association Cep OB3. — *Astron. J.*, 1973, 78, N 2, p. 185—191.
80. Molnar M. The helium-weak stars. — *Astrophys. J.*, 1972, 175, N 2, p. 453—464.
81. Jones G., Borra E. A photoelectric search for Ap stars in the Orion Association. — *Astron. and Astrophys.*, 1981, 94, p. 134—139.

Поступила в редакцию 8 апреля 1983 г.