

УДК 524.352

## О НЕКОТОРЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ Т ТЕЛЬЦА. О ЛИНИЯХ ПОГЛОЩЕНИЯ

Н.Х. ГУЛИЕВ

*Шемахинская астрофизическая обсерватория  
им.Н.Туси НАН Азербайджана*

На основании спектральных наблюдений Т Тау, выполненных в 1971-1985гг., выявлено, что по характеру глобального процесса звезды Т Тау можно отнести к наиболее медленно меняющимся звездам этого типа. Спектральный класс Т Тау должен быть позднее – К1 из-за влияния линейчатой эмиссии и вследствие поглощения оптического излучения пылевыми оболочками.

Из группы орионовых переменных по спектральным особенностям выделяется более однородный, с физической точки зрения, тип переменных – “звезды типа Т Тельца”. Одной из спектральных особенностей звезд типа Т Тельца является абсорбционный спектр звезды низкой светимости. Спектр поглощения обычно завуалирован непрерывной эмиссией, заполняющей абсорбционные линии. У некоторых звезд абсорбционный спектр не виден вообще (HL Tau, RU Lup). Значительная переменность абсорбционного спектра наблюдается у самой Т Тельца. Спектральный класс изменяется от F до K без видимой корреляции с другими параметрами. В Таблице 1 даны спектральный класс Т Тельца, определенный разными методами по линиям поглощения [1], по распределению энергии в непрерывном спектре [2], по многоцветной фотометрии [3] и по фотометрии [4].

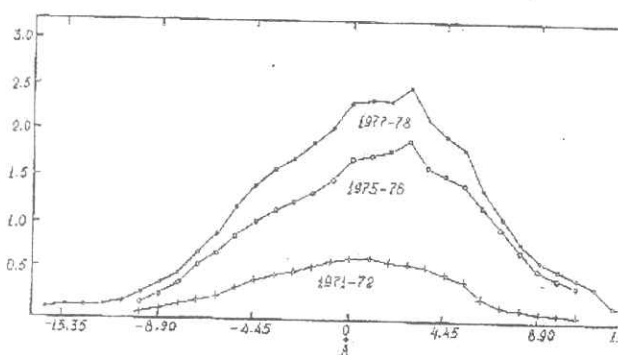
Таблица 1.

Звезда	Методы			
	Линия поглощения	Непрерывный спектр	Многоцветная фотометрия	Фотометрия
Т Тау	G 5e	K1	K1	K3 – K5

Как видно, спектральный класс, определяемый по линиям поглощения более ранний, чем полученный другими методами. В последнем каталоге Г.Хербига около 700 переменных типа Т Тельца, из них две трети относятся к спектральному классу K, около одной трети к классу M и лишь немногие к классу G.

На основании спектральных наблюдений Т Тельца в 1971-1985гг., автором выявлены следующие особенности: обнаружена вспышка в эмиссионных линиях водорода, H и K CaII, найдено квазипериодическое изменение эквивалентных ширин этих линий с характерным временем  $t_p=28-30d$ . Анализ наблюдательных данных показывает, что атмосфера этой звезды может находиться в следующих состояниях: относительно спокойное, активное и вспышечное.

Представляется интересным изучение изменения средних за сезон профилей линии  $H_\beta$ , а также переменность линий поглощения относительно спокойных, активных, вспышечных состояний Т Тельца. Для этой цели исследовано 44 спектрограммы средних за сезон профилей  $H_\beta$ , 55 спектрограмм линии поглощения. Спектрограммы получены в фокусе Кассегрена 2-м телескопа с помощью (2x2) призмного спектрографа (дисперсия  $93\text{Å}/\text{мм}$  у  $H_\gamma$  и  $60\text{Å}/\text{мм}$  у K CaII, расширение не менее 0,2мм). Средняя квадратичная ошибка определения эквивалентных ширин составляет  $0,3\text{Å}$ , лучевых скоростей –  $20\text{км}/\text{с}$  (у  $H_\gamma$ ). Данные обработки и получение спектрограмм автором изложены более подробно в работе [5,6].



На Рис.1 показаны данные скоростей и средние за сезон профили  $H_{\beta}$ . Средние за сезон профили  $H_{\beta}$  в 1971-72гг. (2440952-1317) и 1975-76гг. (2442413-778) (построены З.А.Исмаиловым).

Рис.1.

Средние за сезон профили линии  $H_{\beta}$  в спектре Т Тельца.

Согласно результатам [7,8] эквивалентные ширины эмиссионных линий водорода и H и K CaII изменяются синхронно и только вспышки у них происходят не одновременно. Из Рис.1 видно, что в 1975г. (2442413-778) и 1977-78гг. (2443144-509) количество и скорость вещества аккрецирующего околозвездного диска Т Тельца увеличились, при этом увеличилась интенсивность линии  $H_{\beta}$ .

Результаты UVV – фотометрии звезды Т Тельца [7] показывают, что в 1971-73гг. показатель цвета (U-B)=0,7, в 1975-76 гг. (U-B)=0,5, в 1977-78 гг. (U-B)=0,35, характер изменений V и показатель цвета (B-V) остались прежними.

Наблюдаемое излучение Т Тельца можно представить как сумму фотосферного излучения, соответствующего звездам спектрального класса K2 и дополнительного излучения, появляющегося во вспышках и близкого по показателям цвета к высокотемпературному газовому континууму. Излучение в линиях бальмеровской серии становится важным только для температур в интервале от 8000 до 25000К. Как видно из Рис.1 и согласно результатам [5,7,8,11], эмиссионные линии водорода и H и K CaII (интенсивность) увеличиваются при усилении УФ-излучения звезды. Наши исследования и результаты работы [9] показывают, что между периодом вращения Т Тельца и интенсивностью эмиссионных линий никакой зависимости нет. По данным [10] излучение в эмиссии составляет от 10% до десятков раз непрерывного фотосферного потока излучения всей звезды. По-видимому, дополнительное излучение возникает в переходном слое активного аккреционного диска.

Таким образом, околозвездный диск Т Тельца является “активным”, выделяющим собственную энергию в ходе аккреции.

Вуалирование фотосферных линий переменной во времени непрерывной и линейчатой эмиссией создает значительные трудности при спектральной классификации звезд типа Т Тельца и родственных объектов. Поэтому исследованы спектры Т Тельца в различных эмиссионных состояниях, результаты приведены в Таблице2. Как видно, эквивалентные ширины центральной остаточной интенсивности и спектральные классы, определяемые по некоторым линиям поглощения в спектре звезды Т Тельца, изменяются от спектра к спектру. Спектр поглощения изменяется по-разному у разных линий и особенно необычны изменения центральной остаточной интенсивности. Это показывает, что известное у звезд типа Т Тельца “вуалирование” линий поглощения нельзя объяснить только наложением непрерывной и линейчатой эмиссии. Для оценки спектрального типа Т Тельца использованы имеющиеся в работе [11] зависимости эквивалентных ширин от спектрального класса для большого набора звезд разных спектральных классов. В Таблице3 приведены средние значения эквивалентных ширин и спектральных классов по некоторым линиям поглощения. В JD 2443510, 2443511, 2443512 эмиссионные линии усиливаются и появляются многочисленные эмиссионные линии. Например, в ночь JD 2443511 эквивалентная ширина  $H_{\beta}$  увеличилась в восемь раз, а  $H_{\gamma}$ -в

Таблица 2.

Дата JD	Fe I 4404		Fe I 4383		Fe I 4325		Ti I, Ca I 4291		Fe I 4271		Ca I 4226		Fe I 4143		Fe I 4045		Mn I 4030		Fe I 4005			
	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>	W <sub>λ</sub>	R <sub>λ</sub>		
0989,143	2,7	0,44	3,8	0,57	1,8	0,43	G0	2,6	0,43	G8	2,5	0,53	G8	1,2	0,40	0,6	0,33	0,5	0,29	-	-	
,158	4,1	0,61	4,1	0,61	3,0	0,55	G7	3,2	0,54	K1	2,7	0,57	G9	1,6	0,45	0,9	0,34	0,4	0,24	-	-	
,171	3,8	0,57	3,7	0,55	2,9	0,54	G9	3,5	0,58	K3	3,3	0,69	K3	1,8	0,43	0,7	0,26	0,7	0,29	0,6	0,34	
,187	2,2	0,41	4,5	0,67	2,0	0,41	G1	3,2	0,53	K1	2,6	0,55	G8	2,1	0,50	0,8	0,34	0,9	0,40	0,3	0,21	
,201	3,4	0,56	3,3	0,54	1,9	0,45	G1	1,8	0,37	G4	3,0	0,56	K1	1,4	0,45	0,4	0,24	0,7	0,26	0,4	0,29	
,237	3,2	0,48	3,0	0,50	2,1	0,51	G2	2,7	0,45	G9	3,3	0,62	K3	1,2	0,39	0,4	0,21	0,4	0,22	0,3	0,22	
,251	2,7	0,45	3,7	0,60	2,2	0,45	G2	2,4	0,49	G7	2,6	0,55	G8	0,9	0,28	0,8	0,36	0,5	0,21	0,2	0,15	
,274	1,6	0,30	2,6	0,43	1,3	0,36	F6	1,5	0,35	G2	1,8	0,50	G2	0,9	0,29	-	-	-	-	0,4	0,21	
2774,156	1,7	0,31	2,8	0,35	2,0	0,33	G1	2,2	0,38	G6	2,7	0,48	G9	1,1	0,35	0,9	0,45	2,2	0,48	0,6	0,43	
,180	2,4	0,45	1,2	0,34	1,6	0,32	F9	2,6	0,45	G8	1,7	0,38	G0	1,9	0,52	2,4	0,75	1,8	0,48	1,1	0,52	
,203	2,8	0,38	2,4	0,36	2,7	0,42	G6	2,4	0,41	G7	2,8	0,63	K0	1,5	0,42	1,6	0,51	1,6	0,50	-	-	
,227	2,6	0,33	2,6	0,40	1,1	0,29	F4	2,6	0,41	G8	3,3	0,58	K3	1,3	0,35	-	-	2,0	0,56	1,0	0,57	
,250	2,9	0,35	1,5	0,37	1,6	0,31	F9	2,0	0,34	G5	2,1	0,37	G4	1,9	0,37	1,7	0,41	0,9	0,40	0,2	0,17	
,271	2,8	0,41	1,5	0,37	1,4	0,31	F7	1,9	0,37	G5	2,8	0,61	K0	1,8	0,35	0,7	0,40	0,7	0,22	0,4	0,22	
,297	2,7	0,40	2,5	0,47	1,9	0,35	G1	1,9	0,37	G5	1,2	0,35	F4	0,8	0,29	1,2	0,45	1,3	0,40	-	-	
,320	2,3	0,34	3,0	0,52	1,9	0,31	G1	2,2	0,37	G6	2,4	0,53	G7	0,9	0,31	0,7	0,33	0,8	0,31	0,4	0,23	
,344	2,7	0,40	3,1	0,48	1,2	0,29	F5	2,7	0,38	G9	2,5	0,55	G7	1,1	0,36	0,9	0,35	0,9	0,32	0,4	0,24	
,367	2,6	0,44	2,6	0,43	0,9	0,24	F2	1,1	0,31	F8	2,3	0,50	G6	1,0	0,31	0,6	0,28	0,3	0,15	1,2	0,45	
,414	2,1	0,31	1,9	0,32	1,1	0,22	F4	1,7	0,31	G3	2,0	0,45	G3	1,0	0,31	0,6	0,24	0,6	0,21	0,6	0,24	
,437	2,7	0,36	2,2	0,43	1,6	0,26	F9	1,9	0,45	G5	1,9	0,48	G2	0,5	0,26	1,2	0,45	-	-	0,3	0,15	
6108,279	1,7	0,36	2,7	0,48	1,9	0,36	G1	2,7	0,44	G9	2,8	0,59	K0	1,2	0,39	1,1	0,39	0,9	0,29	0,8	0,36	
,312	2,3	0,40	3,1	0,51	2,7	0,48	G6	3,1	0,51	K1	3,4	0,69	K3	1,3	0,44	0,8	0,39	1,4	0,52	0,5	0,36	
,340	2,3	0,40	2,7	0,48	1,6	0,39	G1	2,9	0,48	K0	3,1	0,60	K1	1,4	0,57	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 3.

Дата JD 244...	Fe I 4383		Fe I 4325		T I, Ca I 4291		Fe I 4271		Ca I 4226		Кол-во спек- трограмм
	$W_\lambda$	Sp	$W_\lambda$	Sp	$W_\lambda$	Sp	$W_\lambda$	Sp	$W_\lambda$	Sp	
1989,203	3,6	G9	2,0	G7	2,2	G3	2,6	G8	2,8	K0	8
2774,297	2,4	G3	1,2	F6	1,6	F9	2,1	G5	2,4	G7	12
3496,234	3,5	G9	1,8	G5	-	-	2,6	G8	3,4	K3	3
3504,252	3,4	G9	1,9	G6	-	-	3,0	K0	3,0	K1	6
3510,259	3,9	K1	1,8	G5	-	-	3,3	K1	3,0	K1	6
3511,207	3,7	K0	2,2	K0	3,6	K0	2,9	K0	2,9	K0	5
3512,313	3,6	G9	2,2	K0	-	-	3,1	K1	3,4	K3	2
5691,420	2,4	G3	1,4	F9	1,9	G1	1,9	G5	2,5	G7	3
5693,448	2,7	G5	1,9	G6	2,2	G2	2,1	G5	2,4	G7	3
5695,445	2,5	G4	1,4	F9	2,1	G2	2,1	G5	2,5	G7	4
6108,310	2,8	G5	1,8	G5	2,3	G3	2,9	K0	3,1	K1	3

20 раз, появляются линии  $H_9$ ,  $H_{10}$ . Конечно, сравнение данных, приведенных в Таблице 2 и 3, например в JD 2440989, 2442774, показывает сильное влияние линейчатой эмиссии на линии поглощения. Известно, что возрастание интенсивности эмиссионных линий должно сопровождаться уменьшением  $W_\lambda$  фотосферных линий поглощения из-за наложения эмиссии в линии на линию поглощения. Весьма интересно, что при усилении интенсивности эмиссионных линий интенсивность некоторых линий поглощения также возрастает. Из Таблицы 3 видно, что с усилением (возрастанием) эквивалентных шириин спектральный класс звезды Т Тельца меняется, в основном, от K0 до K3. Нужно отметить, что в спектре у Т Тельца часто присутствует голубой избыток.

По-видимому, на изменения линии поглощения влияет и голубой избыток. Согласно мнению ряда авторов, голубой избыток образуется в околос звездном диске. Исследование покровного эффекта в спектре Т Тельца [12] показывает, что общая доля энергии, блокируемая линиями поглощения, меньше, чем для нормальных звезд того же спектрального класса C5 и даже меньше, чем у нормальных звезд спектрального класса K1. По данным, приведенным в Таблицах 1, 2, 3, спектральный класс Т Тельца должен быть еще позднее – K1.

Присутствие запрещенных линий в спектре Т Тельца служит независимым указанием на существование околос звездных пылевых дисков, экранирующих часть газовой оболочки, удаляющейся от наблюдателя. Одной из причин переменности эмиссионных спектров является переменная околос звездная экстинкция. Структура вращающейся околос звездной оболочки изменяется и неоднородна.

Согласно теории Кенъона с соавт. [13], если наблюдаем Т Тельца сквозь оболочку, то поглощение в оптическом диапазоне велико, но если в направлении полярной оси диска, вдоль которой движется поток звездного ветра, разрушающий оболочку, то поглощение в оптическом диапазоне мало. Действительно, из Таблицы 3 видно, что в JD 2443510, 2443511, 2443512 спектральный класс Т Тельца более близок к действительности, чем в других случаях.

На основании вышеизложенного приходим к выводу, что процессы глобального характера у Т Тельца имеют значительно большую длительность и эти звезды можно отнести к наиболее медленноменяющимся звездам этого типа. Спектральный класс Т Тельца должен быть позднее – K1, но из-за влияния линейчатой эмиссии и поглощения оптического излучения пылевыми оболочками спектральный класс, определяемый по линиям поглощения, кажется более ранним, чем в действительности.

1. G.H.Herbig, N.K.Rao, *Astrophys. J.*, **174** (1972) 401.
2. L.V.Kuhi, *Astrophys. J.*, **140** (1964) 1409, *ibid Astrophys. J.* **143** (1966) 991.
3. E.E.Mendoza, *Astrophys. J.* **151** (1968) 977.
4. A.F. Areni *Astrophys. J.*, **144** (1966) 666.
5. Н.Х.Гулиев, *Кинематика и физика небесных тел*, **7** №4 (1991) 51.
6. Н.Х.Гулиев, *Переменные звезды*, **23** №4 (1994) 241.
7. Г.В. Зайцева, *Астрофизика*, **14** вып.1 (1978) 17.
8. Г.В.Зайцева, *Астрономический циркуляр*, №984 (1978) 3.
9. Patrick Hartigan, Scott J Kenyon., Lee Hartmann etc., *Astrophys. J.*, **382** №2 Pt1 (1991) 617.
10. J. Bouvier, *Astron. J.*, **99** (1990) 946.
11. Б.Н.Рустамов, *Кинематика и физика небесных тел*, **3** №2 (1987) 15.
12. И.Р. Салманов, *Циркуляр ШАО*, №6 (1979) 11.
13. S.J Kenyon. Etc., *AJ*, **105** (1996) 1505.

#### Т БУЃАНИН БӨ'ЗИ СПЕКТРАЛ ХҮСУСИЙҲАТЛАРИ. УДУЛМА ХЭТТЛАРИ HAQQINDA

N.H.QULIYEV

T Buğanın 1971-1985 illərdə alınmış müşahidə materiallarına əsasən müəyyən olunmuşdur ki, qlobal proseslərin xarakterinə görə T Buğa ulduzunu həmin tipli yavaş (uzunmüddətli) dəyişən ulduz kimi qəbul etmək olar. Emissiya xəttlərinin, xüsusən optik şüalanmanın toz örtüyündə udulması nəticəsində T Buğa ulduzunun udulma xəttlərinə görə təyin olunmuş spektral sinifi həqiqətə uyğun deyildir. Tədqiqatın nəticəsinə görə T Buğa ulduzunun spektral sinifi K1 sinifindən də gecdir.

#### ON SOME SPECTRAL PECULIARITIES OF T TAU. ABOUT ABSORPTION LINES

N.H. GULIYEV

T Tau was shown could be concerned to the most slowly changed stars of this type based on the T Tau spectral observations obtained in 1971-1985. Spectral class of T Tau might be – K1, being influenced over the line emissions and absorption of the optical emission by the dust envelopes.