

Л. Н. КОНДРАТЬЕВА

СПЕКТРАЛЬНАЯ И ФОТОМЕТРИЧЕСКАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ ОБЪЕКТА HE2-446

Представлены результаты многолетних спектральных и фотометрических наблюдений объекта HE2-446. Отмечено, что V величина звезды испытывает нерегулярные колебания в пределах $14^m.46 - 15^m.00$. Показано, что эквивалентные ширины $H\alpha$ и $H\beta$, а также отношение интенсивности $H\alpha$ к уровню континуума постепенно увеличиваются со временем. Данный факт может быть связан с изменениями, происходящими в зоне HII, например, с повышением N_e . Широкий двухкомпонентный профиль $H\alpha$ также испытывает изменения: отношение интенсивностей компонент меняется от 0.68 до 1.20, что указывает на неоднородную структуру околозвездной оболочки.

Объект HE2-446 = PK 059-00.1 = IRAS 19419+2319 с координатами $\alpha_{(2005)} = 19^h44^m05^s$, $\delta_{(2005)} = 23^\circ26'50''$ первоначально вошел в каталог планетарных туманностей [1]. Авторы работы [2] включили его в список звезд с эмиссионными линиями и инфракрасными избытками. Фотометрические наблюдения HE2-446 проводились в 1972 г.: $V=14^m.8$, $K=8^m.4$, $H-K=1^m.30$ [3] – и в 1976 г.: $U=17^m.09$, $B=15^m.87$ и $V=14^m.82$ [4].

В Астрофизическом институте спектральные и фотометрические исследования HE2-446 начались в 1971 г. и продолжались, хотя и нерегулярно, в течение 35 лет. Наблюдения HE2-446 выполнялись на телескопе АЗТ-8 с использованием щелевого дифракционного спектрографа. До 1999 г. приемником излучения служил ЭОП УМ-92 – трехкаскадный электронно-оптический пре-

образователь, изображения фиксировались на астрономическую фотопленку. Позднее спектрограф был оснащен матрицей ST-8. Аппаратура и методика наблюдений подробно описаны в статье [5]. Спектрограммы с дисперсией $70-150 \text{ \AA} \text{ мм}^{-1}$ перекрывали широкий диапазон длин волн $\lambda\lambda=4000-7600 \text{ \AA}$. Дополнительно были получены спектрограммы с дисперсией $20-25 \text{ \AA} \text{ мм}^{-1}$ для исследования профилей эмиссионных линий. Нами [6] были сделаны предварительные выводы о переменности эквивалентных ширин бальмеровских линий водорода EW($H\alpha$) и EW($H\beta$) в спектре HE2-446. После этого была проведена обработка всех спектрограмм этого объекта, полученных в течение 35 лет, измерены относительные интенсивности эмиссионных линий, исследованы профили широких эмиссионных линий.

При проведении наблюдений с ЭОП наряду со спектрограммами были получены снимки участка неба размером $\sim 5' \times 5'$, содержащие изображения исследуемого объекта и звезд поля. Спектральный диапазон, создаваемый нашей аппаратурой (объектив + фотокатод ЭОП + фотографическая эмульсия), соответствует V полосе пропускания интернациональной системы. Последние фотометрические наблюдения HE2-446 проводились осенью 2005 г. с использованием матрицы ST-8. Для определения B, V, R величин объекта использовались фотометрические стандарты HD 185412 и HD 186310. Одновременно были определены V величины трех звезд поля, расположенных в пределах $10\zeta - 15\zeta$ около объекта. Эти звезды были использованы в качестве вторичных стандартов при обработке снимков, полученных в предыдущие годы с помощью ЭОП. Методика относительной фотометрии изображений, полученных с помощью ЭОП, описана в [5]. Результаты фотометрии – V величины приводятся в последнем столбце табл. 1. Во время наблюдений 2005 г. были дополнительно измерены $B=15^m.98$ и $R=13^m.44$.

Спектр HE2-446 состоит из эмиссионных линий H β , [OII], $\lambda\lambda$ 6300, 6363Å, HeI, $\lambda\lambda$ 6678, 7065Å и FeII, $\lambda\lambda$ 4924, 5018, 5169Å, наложенных на непрерывный спектр звезды. Профиль широкой эмиссионной линии H α состоит из двух компонент. На некоторых спектрограммах, полученных с предельной экспозицией в 1971–1972 гг., обнаружена эмиссионная линия [NII], $\lambda 6584$, по интен-

сивности составляющая ~ 0.1 максимальной интенсивности H α . В табл. 1 приведены результаты спектральных наблюдений объекта HE2-446: EW(H α) и EW(H β), $I^{\max}(\text{H}\alpha)/I_{\lambda=6563}$ – отношение интенсивности H α к уровню непрерывного спектра, а также относительные интенсивности эмиссионных линий FeIII, λ 5018 и [OII], λ 6300. Величина S/N – отношение сигнал/шум составляет 20 – 50 для спектрограмм, полученных с ЭОП, и 50 – 70 для данных, полученных с матрицей.

Рассмотрим данные табл. 1 более подробно и попытаемся выявить основные тенденции в поведении параметров. Можно отметить, что V – величина объекта HE2-446 колеблется в пределах $14^m.46 - 15^m.00$. При этом изменения блеска звезды практически не влияют на значения эмиссионных параметров. Исключение составляет период с конца 1972 до конца 1973 г., в это время блеск звезды (в V полосе) достигал максимального значения, что привело к уменьшению $I(\text{H}\alpha)/I_{\lambda=6563}$. Эквивалентная ширина EW(H α) при этом уменьшилась незначительно. В целом можно отметить постепенное увеличение со временем трех параметров: EW(H α), EW(H β) и $I(\text{H}\alpha)/I_{\lambda=6563}$, не связанное с поведением звезды, и существенное уменьшение за последний год интенсивности линии [OII], λ 6300 Å. Колебания интенсивности линии FeII не выходят за пределы ошибок.

Увеличение потока излучения в линиях H α и H β может быть вызвано как повышением электронной плотности Ne, так и расширением зоны

Таблица 1. Основные спектральные и фотометрические характеристики объекта HE2-446

Дата наблюдений	EW(H α), Å	EW(H β), Å	$\frac{I(\text{H}\alpha)}{I_{\text{cont}}(6563)}$	I(5020)	$\frac{I(6300)}{I(6563)}$	V mag
1	2	3	4	5	6	7
24.07.1971	303±30		28±3		10±1.8	14.77±0.13
28.05.1972	300±25		25±3			14.80±0.15
13.12.1972	282±24		11±2			14.55±0.10
22.09.1973	280±17		16±2		12.6±1.8	14.46±0.12
25.09.1973	285±22		18±3			14.49±0.12
18.07.1988	420±30		25±3		10.3±1.7	14.93±0.14
08.09.1988		22±4		21±2		15.00±0.05
02.11.1988		31±3		18±3		15.00±0.15
16.09.1990		34±4		15±2		14.87±0.11
13.09.1991	400±38	31±4	24±2	18±2	8.7±1.6	14.78±0.10
14.07.1994	320±22		24±3		8.3±1.6	14.68±0.11
02.09.1994			23±3			14.79±0.12
20.09.1995	410±40		27±3			14.88±0.05
25.08.2005	590±20	38±2	71±5	20±3	5.3±0.7	14.83±0.05
04.09.2005	610±20	41±2	75±5		5.3±0.6	14.79±0.05

Таблица 2. Характеристики профиля эмиссионной линии H α

Дата наблюдений	FWHM, км с ⁻¹	Δr_{peak} , Å	I(B)/I(R)	2 $\Delta\lambda$ (wing), Å
1	2	3	4	5
28.05.1972	302.6±2.3	3.4±0.1	0.70±0.05	16.5±1.3
25.09.1973	306.3±3.5	2.8±0.2	1.20±0.10	15.2±1.3
28.08.2005	283.4±9.2	3.1±0.2	0.685±0.008	15.9±0.9

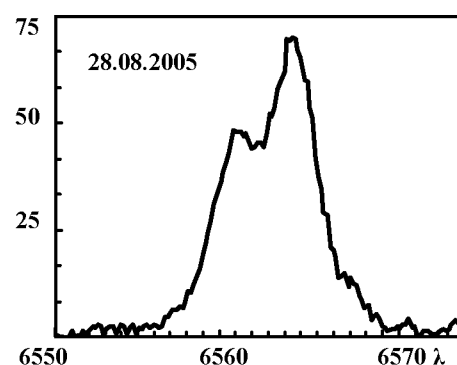
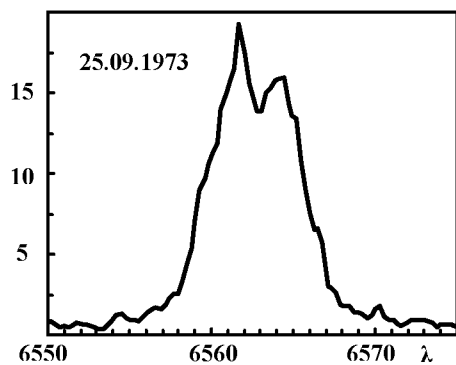
III. В свою очередь, ослабление линий [OI] возможно при повышении степени ионизации газа и при увеличении Ne, если $Ne > Ne^{\text{crit}}$. При формировании линий [OI] $Ne^{\text{crit}} = 5 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$. Таким образом, наблюдаемые изменения можно интерпретировать как результат постепенного повышения плотности в зоне формирования эмиссионного спектра.

К α спектральная линия H α состоит из двух компонент. На рис 1 приведены профили линии H α , полученные в 1972, 1973 и 2005 гг. Основные параметры приведены в табл. 2. В столбце 2 указаны значения FWHM – ширины эмиссионной линии на уровне $0.5 \cdot I^{\text{max}}(\text{H}\alpha)$, расстояние между пиками Δr_{peak} , отношение интенсивностей «синей» и «красной» компонент, а также ширина крыльев профиля, измеряемая на уровне $1/40 \cdot I^{\text{max}}(\text{H}\alpha)$, даны соответственно в столбцах 2 – 5. Профили H α , полученные в 1972 и 2005 гг., практически идентичны, поэтому на рисунке приводятся только два варианта. Ось Y представляет относительную интенсивность линии в единицах интенсивности непрерывного спектра, рассчитанной на 1 Å.

Наблюдаемый профиль линии H α позволяет оценить $V_r \sin i$ – скорость вращения диска в проекции на луч зрения. Положение центральной абсорбции соответствует $V_r \sin i = 0 \text{ км с}^{-1}$. Профили аналогичной формы, т.е. состоящие из компонент разной интенсивности, обнаружены в спек-

трах некоторых Be звезд [7,8]. Авторы предполагают, что в основном диске формируется симметричный профиль H α , а дополнительная составляющая, усиливающая одну из компонент, может образовываться в более внешних областях оболочки. Если эта оболочка имеет неоднородную структуру или эллиптическую форму, то в процессе вращения наблюдаемый профиль будет меняться с периодом от несколько месяцев до нескольких лет, демонстрируя разные стадии (от $B/R < 1$ до $B/R > 1$). Именно такую картину мы наблюдаем в спектре HE2-446, но оценить период переменности профиля пока невозможно из-за малого количества наблюдений с высокой дисперсией.

На основе полученных данных можно сделать некоторые выводы. Прежде всего обращает на себя внимание очень большое значение эквивалентной ширины эмиссионных линий H α и H β . Для Be звезд эта величина не превышает, как правило, 50 Å. Можно ожидать, что исследуемый объект относится к более массивным звездам. Присутствие в спектре запрещенных линий [OI] и [NII] свидетельствует о наличии около звезды областей с относительно низкой плотностью, возможно, расположенных за пределами $\xi_{\text{rv}} \xi_{\text{bv}} \xi_{\text{vz}} \delta \theta \rho \kappa$. Оп ζ т $\theta \lambda \omicron$ μ θ ρ θ ξ λ ν θ H α и его изменение отражают неоднородную или несимметричную структуру оболочки, в которой формируется линия. Увеличение EW(H α) и

Изменение профиля линии H α в спектре объекта HE2-446.

EW(H β), сопровождающееся повышением отношения максимальной интенсивности H α к уровню непрерывного спектра звезды, фактически означает усиление потока излучения в линиях водорода. Предполагаемое повышение Ne в эмиссионной оболочке может объяснить как усиление водородной эмиссии, так и ослабление линий [OI]. В свою очередь, изменение плотности ионизованного газа может быть вызвано активизацией механизма потери массы родительской звездой.

Работа выполнена в рамках ПФИ ,шифр Ф-0351.

ЛИТЕРАТУРА

1. Perek L., Kohoutek L. //Catalogue of galactic planetary nebulae. Prague, 1965.
2. Allen D., Swings J. Infrared excesses and forbidden lines in early-type stars.//Astrophys. Lett. 1972.V.10. P. 83-85.
3. Allen D., Swings J. Spectra of peculiar Be stars with infrared excesses //Astron.& Astrophys., 1976.V.47. P.293-295.
4. Coyne G., Lee T., De Graeve E. A survey for H α emission-line objects. //Vatican Obs. Publ. 1974. V. 1. P.181 – 195.
5. Kondratyeva L. Spectral study of planetary nebulae in AFIF //Astron Astrophys. Trans., 2003. V. 22 . P. 181-191.
6. Kondratyeva L. Search for variability of planetary nebulae and related objects. //Astron Astrophys. Trans. 2005. V. 4. P. 291-296.
7. Oudmajer R.D., Drew J.E. H α spectropolarimetry of B[e] and Herbig Be stars //MNRAS. 1999. V. 305. P. 166 – 180.

8. Hamuschik R.W., Kozok J.R.,Kaizer D. High resolution emission-line spectroscopy //Astron.& Astrophys. 1988.V.189. P.147-162.

Резюме

He2-446 нысанасының көпжылдық спектрлік және фотометрлік бақылауларының нәтижелері келтіріледі. Жұлдыздың V шамасының 14^m.46-15^m.00 шегінде тұрақсыз тербелістерін сынағаны көрсетіледі. H δ мен H γ баламалы ендері, сонымен қатар H δ қарқындылығының континуум деңгейіне қатысын уақытпен біртіндеп көбейту белгіленген. Осы факты III аумағында болатын өзгерістердің нәтижесі, мысалы Ne-ның артуы мүмкін болады. Сондай-ақ кең екі құраушылық профилі де өзгереді: құраушы қарқындылықтарының қатысы 0.68-ден 1.20-ге дейін өзгереді, ол жұлдыз маңының біртекті емес құрылымында көрсетіледі.

Summary

The results of the long-term spectral and photometric observations of the object

HE2-446 are submitted. It is Is marked, that V magnitude of the star shows irregular fluctuations within 14^m.46 – 15^m.00. It is shown, that equivalent widths of H α and H β and a ratio of H δ intensity to that of continuum are increased with time gradually. This fact may be connected with any change in the III emitting region, for example – with increasing of Ne. The wide two-component profile of H α is also changing: a ratio of the intensities of its components varies from 0.68 up to 1.20, testifying the non-uniform structure of the emitting envelope.

*Астрофизический институт
им В.Г.Фесенкова МОН РК.*

г. Алматы

Поступила 06.06.2006 г.