

АСТРОНОМИЯ

В. А. КРАТ

О КОНТУРЕ ХРОМОСФЕРНОЙ ЛИНИИ H_{α}

(Представлено академиком Г. А. Шайном 27 III 1954)

Современное состояние наших знаний о спектральных линиях солнечной хромосферы и протуберанцев страдает одним существенным недостатком. До сих пор эти линии не исследовались при помощи приборов большой дисперсии и разрешающей силы. Поэтому на практике часто пользуются для представления распределения энергии внутри хромосферных линий так называемым «доплеровским» контуром, не имея для этого серьезных оснований.

В настоящее время хромосферная линия водорода H_{α} начинает играть все большую роль в исследованиях Солнца. Это обстоятельство во многом связано с использованием интерференционно-поляризационных светофильтров, пропускающих узкую полосу в H_{α} (узкополосные ИПФ). Поэтому представляет особый интерес исследовать контур линии H_{α} в хромосфере и притом на сравнительно небольших высотах над краем солнечного диска, так как поведение ее на высотах от 7 до 2000 км особенно интересно для теории солнечной атмосферы.

В августе 1953 г. в Пулковке в восточном крыле павильона горизонтального солнечного телескопа системы Н. Г. Пономарева нами был установлен большой диффракционный спектрограф с решеткой, имеющей размеры 70×80 см (600 штрихов на 1 мм), с концентрацией света в желто-зеленом участке спектра 2-го порядка. Спектрограф установлен под углом 90° к пучку света, строящему изображение. Изображение диска Солнца (в первом фокусе) отбрасывается на щель спектрографа диагональным зеркалом. Зеркало коллиматора ($d = 120$ мм) отбрасывает параллельный пучок на решетку, с которой свет попадает на два стоящих рядом зеркала ($d = 300$ мм, $f = 765$ см), дающие изображение спектра на одной и той же фотопластинке (получаются изображения двух соседних участков спектра одно под другим). Дисперсия в области H_{α} составляет $1,00 \text{ \AA}/\text{мм}$. При помощи этого спектрографа в сентябре 1953 г. нам удалось при сравнительно хорошем спокойствии изображений получить 7 спектрограмм (на пластинках АГФА «панхром») хромосферы для области H_{α} . Время выдержки составляло 5 сек. Для фотометрической стандартизации снимков на ту же пластинку, на которой получались хромосферные спектры, впечатывался через ступенчатый платиновый ослабитель ГОИ центр солнечного диска. Полученные спектрограммы были измерены на саморегистрирующем микрофотометре Молля и по величинам отбросов были вычислены интенсивности в отдельных местах линии. За единицу интенсивности была принята интенсивность непрерывного спектра в участке H_{α} для края солнечного диска. Тем самым полученные нами интенсивности были выражены в единицах Шварцшильда. Снимки делались для исследования нижней части хромосферы, вследствие чего линия верхних слоев оказалась недодержанной.

На всех фотографиях (см. рис. 1 на вклейке) и на регистрограммах вид линии H_α остается одним и тем же для всех снимков. Поэтому мы для детальной фотометрии решили использовать только снимок 5 IX 1953 г. № 2. Для этого снимка мы получили два фотометрических разреза, соответствующие высотам над краем диска h 800 и 2200 км. Первый разрез сделан в области, где колебания края диска приносят около 15% света фотосферы; на втором разрезе эти колебания практически почти ничего не добавляют к околосолнечному

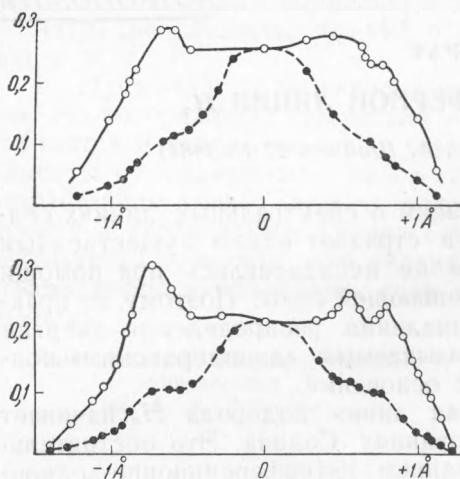


Рис. 2

ореолу и рассеянному свету в питающей оптике. Так и должно было быть при средней амплитуде колебания края в $1''$ и при условии, что колебания подчиняются закону случайных ошибок. Так как колебания изображений, околосолнечный ореол и рассеянный свет в оптике привели к наложению на спектр хромосферы фраунгоферова контура H_α , то мы должны были исключить этот наложившийся контур из фотометрического разреза хромосферой H_α . В первом случае мы имели дело с наложением контура поглощения H_α на краю диска (главную роль играют атмосферные колебания), а во втором — с контуром интегрального солнечного света. Однако в обоих случаях мы можем использовать для вычислений контур H_α для края диска, так как поправки за рассеянный свет во втором случае невелики (они составляют всего 0,04 в центре линии). При этом систематические ошибки редукций будут меньше случайных ошибок фотометрии, вызванных сравнительно крупным зерном фотопластинок.

Вычисление редукционного контура велось следующим образом. Сначала определялась интенсивность непрерывного фона фраунгоферова спектра на расстоянии $1,85 \text{ Å}$ от центра H_α ; на этом расстоянии интенсивность хромосферной линии уже равна нулю. Затем интенсивность линии H_α в поглощении умножалась на величину этой интенсивности. Редукционный контур вычислялся из наблюдаемого контура хромосферной H_α . В результате мы получили контур H_α , соответствующий только свечению хромосферы (см. рис. 2). Контур H_α не имеет ничего общего с так называемым «доплеровским» контуром. Для него характерны возвышения на расстоянии $\pm 0,6 \text{ Å}$ от центра линии. Самым интересным в контуре H_α может считаться наличие в нем (в длинноволновом крыле линии) фраунгоферовой линии Co 6563,42. Эквивалентная ширина данной линии по отношению к интенсивности крыла эмиссионной H_α равна эквивалентной ширине этой же линии на крыле фраунгоферовой H_α для центра диска также по отношению к интенсивности в крыле, а именно $0,03 \text{ Å}$. Этот факт непосредственно свидетельствует о том, что крылья эмиссионной линии хромосферы H_α образуются в основном путем рассеяния света, идущего от фотосферы, и обращаящего слоя водородными атомами хромосферы.

Совершенно очевидно, что представление о контуре H_α как «доплеровском» неверно хотя бы уже потому, что «доплеровским» мог бы быть только коэффициент ослабления света, а не сам контур линии, ввиду возрастания потока радиации, идущего от нижних слоев с удалением от центра фраунгоферовой H_α . Для того чтобы создать себе

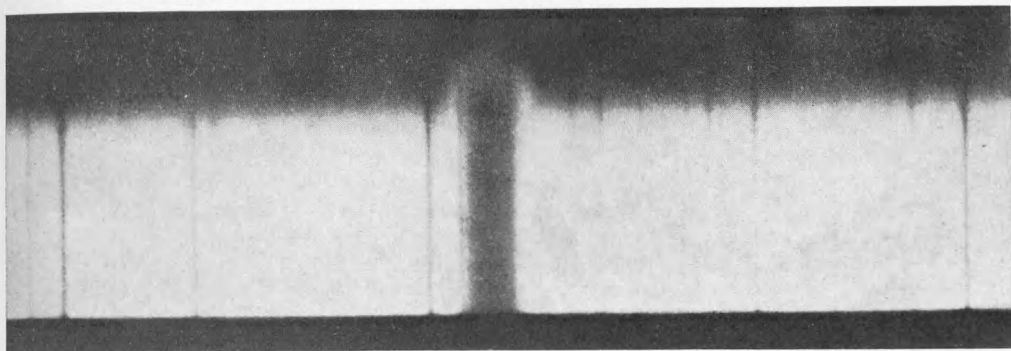


Рис. 1

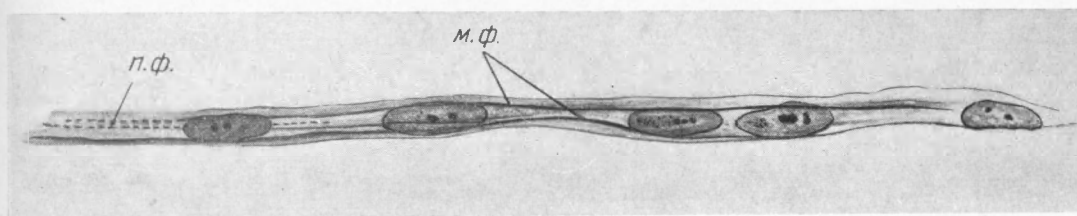


Рис. 1. Субэпикардиальный миосимпласт, вросший в рубцовую ткань. Новорожденный котенок. 23 дня после травмы. мф — миофибриллы, п.м — участок миофибриллярного пучка с заметной поперечной исчерченностью. Ценкер-формол, железный гематоксилин. $\times 740$

представление о том, каким был бы контур хромосферной H_{α} , если бы идущий снизу поток энергии в пределах линии не зависел от длины волны, мы должны умножить все интенсивности эмиссионной линии на отношение центральной интенсивности к интенсивности соответствующей данной $\Delta\lambda$ (расстояние от центра линии в $\text{\AA}$) для фраунгоферовой H_{α} . Для подобной редукции теоретически правильнее взять не контур фраунгоферовой H_{α} на краю диска, а ее контур в центре диска. По нашим спектрограммам центральную интенсивность фраунгоферовой H_{α} в центре диска можно принять равной 0,18 и считать ее контур совпадающим с контуром H_{α} по Эвансу ⁽²⁾.

Редуцированные контуры хромосферных H_{α} даны на рис. 2 пунктиром. Эти контуры имеют уже вполне «нормальный» вид, у них четко выражено центральное доплеровское ядро и широкие крылья. Крылья линии не похожи на крылья, вызванные эффектом затухания излучения. На них, хотя и неуверенно, намечается возвышение при $\Delta\lambda = \pm 0,6 \text{ \AA}$. Это возвышение может иметь доплеровский характер и быть образованным отдельными немногочисленными волокнами хромосферы, горизонтальные скорости которых достигают 27 км/сек. Возможно, что такое явление будет наблюдаться не всегда, а лишь в виде исключения из общего правила. В свете этого замечания обращает на себя внимание и асимметричность крыльев эмиссионной H_{α} , которую можно объяснить лишь доплеровскими эффектами.

Полученный нами контур хромосферной H_{α} позволяет по-новому отнестись к наблюдениям солнечной хромосферы с узкополосными ИПФ. Контраст хромосферы с краем диска должен очень мало увеличиваться с увеличением $\Delta\lambda$ до тех пор, пока $\Delta\lambda$ по абсолютной величине будет меньше чем $0,6 \text{ \AA}$. Вслед за этим хромосфера около края должна почти сразу становиться невидимой. Именно так и обстоит дело при наблюдениях хромосферы в Пулковке с ИПФ, изготовленным С. Б. Иоффе в Государственном оптическом институте ⁽¹⁾. Полуширина полосы пропускания фильтра составляет $0,5 \text{ \AA}$. При изменении температуры фильтра на 1° центр полосы пропускания смещается на $0,4 \text{ \AA}$. Фильтр центрирован на середину H_{α} при температуре $+20,0^{\circ}$. Наблюдения производились нами при температуре, равной $+18,0^{\circ}$, $+19,0^{\circ}$, $+20,0^{\circ}$, $+21,0^{\circ}$ и $+22,0^{\circ}$. При этом лишь на снимках хромосферы, полученных при $+18,0^{\circ}$ и $+22,0^{\circ}$, мы отмечали заметное увеличение контраста хромосферы с краем диска. Путем наложения на контур хромосферной H_{α} , полученной для $h = 2200 \text{ км}$ (более безупречной в фотометрическом отношении, чем контур для $h = 800 \text{ км}$), контура полосы пропускания нашего ИПФ и интегрирования интенсивностей в полосе мы получили следующие значения отношений яркости хромосферы B к яркости диска B_0 при различных значениях температуры, соответствующих смещению x_0 центра полосы фильтра от центра H_{α} , выраженному в $\text{\AA}$:

$$\begin{array}{c} x_0 \text{ в } \text{\AA} \\ B/B_0 \end{array} \begin{array}{ccc} 0,0 & \pm 0,4 & \pm 0,8 \\ 0,74 & 0,59 & 0,33 \end{array}$$

Главная астрономическая обсерватория
Академии наук СССР

Поступило
19 II 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. А. Крат, И. А. Прокофьева, Изв. ГАО, № 152 (1954). ² D. S. Evans, M. N., 100, 156 (1940).