

Э. Р. МУСТЕЛЬ

**О ВОЗМОЖНОМ МЕХАНИЗМЕ ОБРАЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ
АБСОРБЦИОННЫХ СИСТЕМ В СПЕКТРАХ НОВЫХ ЗВЕЗД**

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 4 IX 1940)

Настоящее сообщение ставит перед собой цель объяснить образование различных абсорбционных систем, появляющихся в спектрах Новых после максимума блеска. Естественно предположить в соответствии с принятыми в настоящее время взглядами, что эти системы обусловлены отдельными массами газов, выброшенными в момент максимума с различными скоростями. При этом вряд ли каждая из выброшенных таким образом масс является сферической оболочкой. Гораздо вероятнее считать, что вполне закономерны и весьма большие отклонения от такой симметрии. Об этом говорит, например, наблюдавшееся в ряде случаев раздвоение запрещенных линий, наличие так называемого «раздвоения» N Pic. 1925 и N Per. 1934⁽¹⁾, а также фотография туманности, окружающей N Per. 1901 г., которая была получена Ричи (Ritchey) ⁽²⁾ в 1917 г.

В то же время наличие более или менее правильной симметричной оболочки наблюдалось у N Aql. 1918 г. Таким образом мы можем считать, что каждая наблюдаемая нами абсорбционная система связана или с отдельным газовым абсорбирующим облаком, выброшенным Новой в направлении луча зрения, соединяющего последнюю и наблюдателя, или с более или менее правильной сферически расширяющейся оболочкой. Рассмотрим какое-нибудь абсорбирующее облако в момент, непосредственно следующий за максимумом. Тот факт, что наблюдаемые нами линии серии Бальмера, связанные с этим облаком, являются линиями поглощения*, свидетельствует о том, что оптическая толщина облака в линиях этой серии во всяком случае не меньше единицы. Отсюда следует, что оптическая толщина в частотах линий серии Лаймана должна быть весьма велика. Это означает, что действие непосредственно упавшей на облако радиации ⁽³⁾, в частотах линий этой серии, будет ограничиваться в основном поверхностными его частями, обращенными к звезде. В то же время поток радиации во внутренних частях облака будет ничтожным в силу исключительно большого коэффициента рассеяния в соответствующих частотах. Введем теперь следующее понятие. Под массой на единицу площади мы будем понимать ту массу m' , которая содержится в цилиндре

* Эмиссионные полосы, примыкающие к соответствующим линиям поглощения, нас сейчас не интересуют.

проходящем через всю толщу облака в направлении радиуса-вектора, проведенного к облаку из центра звезды. Площадь сечения этого цилиндра примем равной единице. Различие в величине m' для двух каких-либо облаков может быть обусловлено как различием в их толщине, так и различием в средней плотности материи, их составляющей.

Рассмотрим теперь два таких облака с различными m' ($m'_1 < m'_2$), отделяющиеся от новой звезды в момент максимума ее блеска. При этом мы будем считать, что такое отделение происходит в соответствии с механизмом, изложенным в предыдущем сообщении⁽³⁾.

Так как согласно сделанному ранее замечанию о поверхностном характере действия радиации давление последней будет для обоих облаков одним и тем же*, то ясно, что то облако, которое обладает меньшим значением m' (т. е. m'_1), приобретет в один и тот же промежуток времени большую скорость, чем облако с $m' = m'_2$.

Особо должен быть рассмотрен тот случай, когда отделяются два облака, одно из которых имеет достаточно большие размеры и находится ближе к фотосфере, чем другое. Ясно, что первое из них будет поглощать часть радиации, излучаемой фотосферой, в результате чего давление радиации на второе «верхнее» облако может сильно ослабиться. Однако может оказаться, что начальные скорости обоих облаков еще в момент их отделения от фотосферы были различными. А раз так, то достаточно самой незначительной разницы в скоростях, чтобы и «верхнее» облако после процесса отделения приобрело достаточно большую скорость, так как в отношении непрерывного поглощения оптическая толща отделяющихся оболочек, как это следует из наблюдений, должна быть небольшой, а следовательно, уже в частотах, недалеко отстоящих от центров серии Лаймана, «нижнее» облако будет достаточно прозрачным. Кроме того «нижнее» облако может оказаться не сплошным, что при частичной асимметрии соответствующих явлений вполне вероятно.

Эти случаи могут, например, соответствовать сферически отделившейся оболочке и более изолированному облаку, находящемуся над ней.

На основании всего сказанного может быть сделан следующий вывод. Так как эквивалентная ширина линий бальмеровской серии определяется полным количеством атомов, принимающих участие в процессе поглощения, то естественно, что чем больше будет величина m' для данного облака, то тем больший абсорбционный эффект это облако вызовет. Таким образом мы можем ожидать, что абсорбционные системы, связанные с большими скоростями приближения, а следовательно, с малыми m' выброшенных газов, будут характеризоваться меньшими эквивалентными ширинами, чем системы, связанные с небольшими скоростями приближения. Однако это будет справедливо лишь в том случае, если рассматриваемые облака покрывают видимый диск «фотосферы» целиком. В противном случае наблюдаемый эффект будет связан с вопросом о том, какую долю указанного диска покрывает данное облако. Кроме того необходимо учитывать влияние эмиссионных полос на интенсивность абсорбционных линий — вопрос, пока еще не исследованный. Что же касается наблюдений, то здесь можно отметить, что в большинстве случаев наиболее мощная система в спектрах новых звезд (после максимума) характеризовалась или наименьшим или достаточно умеренным смещением по отношению к другим более слабым и неустойчивым системам — факт, качественно подтверждающий вышеизложенное.

* Ясно, что в данном случае нас интересует давление радиации только на единицу площади, в то время как внутренняя поверхность облаков может иметь какое угодно значение.

В дополнение к сказанному можно отметить, что не всегда первая абсорбционная система, характеризующая спектр Новой до максимума, должна пропадать или очень сильно увеличивать свое смещение. Если отделившаяся после максимума оболочка у Новой будет обладать достаточно большим значением m' , то давление радиации сможет изменить ее первоначальную скорость (скорость до максимума) очень незначительно. Этим, возможно, объясняется тот факт, что первая* система у *N Aql.* 1918 не пропала, а лишь слегка, после максимума, увеличила свою скорость. То же самое, повидимому, справедливо и для *N Lac.* 1936.

Что касается детальной математической разработки вышеизложенных общих соображений, то ясно, что в первую очередь необходимо конкретизировать вопрос о том, каким образом импульс, сообщаемый радиацией внутренним (по отношению к звезде) частям отделившейся оболочки, будет передаваться всей оболочке, взятой в целом. При этом не подлежит никакому сомнению, что решающую роль в данном случае будут играть столкновения между атомами. В этом отношении весьма показательны следующие подсчеты. Рассмотрим отделившуюся оболочку у *N Her.* 1934. Исходя из данных Гротриана⁽⁴⁾, мы можем принять, что плотность материи, ее составляющей, была в момент максимума такова, что в 1 см^3 содержалось $N=10^8$ атомов. Взяв для радиуса поперечного сечения сталкивающихся атомов величину $R=10^{-8} \text{ см.}$, найдем для длины свободного пробега

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \pi N R^2} \cong 2,2 \times 10^7 \text{ см.} \quad (1)$$

С другой стороны, используя данные Беера⁽⁵⁾, можно найти⁽³⁾ на основании общеизвестного выражения для параболической скорости:

$$v_r^2 = \frac{2k^2 M}{r}, \quad (2)$$

что даже при массе *N Her.* 1934, равной $30 M_{\odot}$, толщина l отделившейся в момент максимума оболочки должна быть не меньше, чем $l=100 r_{\odot}$, откуда:

$$\frac{\lambda}{l} \cong 3 \times 10^{-6}. \quad (3)$$

Таким образом эти подсчеты показывают, что атомы, составляющие внутреннюю область отделившейся оболочки, по приобретении импульса от поглощенной ими радиации будут тотчас же передавать его путем столкновений другим атомам, лежащим ближе к внешней границе оболочки.

В заключение следует отметить, что до сих пор мы имели дело только с водородом. Однако ясно, что все сказанное относится и к остальным элементам, причем необходимо помнить о большой роли фактора увлечения водородом других элементов.

Поступило
4 IX 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Обсуждение этих вопросов можно найти в книге В. Амбарцумян, Теоретическая астрофизика, стр. 236—238 (1939). ² См. Handbuch der Astrophysik, 6, 292. ³ ДАН, XXIX, № 4 (1940). ⁴ ZS. APh., 13, 215 (1937). ⁵ M. N., 97, 231 (1937).

* Точнее нулевая.