

Э. Р. МУСТЕЛЬ

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ВСПЫШЕК СВЕРХНОВЫХ ЗВЕЗД

(Представлено академиком Г. А. Шайном 26 V 1952)

Вопрос о природе сверхновых звезд и о причине, вызывающей их вспышки, нам пока совершенно неясен. Ни одна из предлагавшихся до сих пор теорий не может считаться сколько-нибудь убедительной, ибо все они исходят из одного и только одного факта вспышки звезды, светившей перед этим постоянным блеском. Такое неудовлетворительное состояние вопроса связано с тем, что о сверхновых звездах до их вспышки мы ничего не знаем, а поэтому и исходные данные для построения соответствующих гипотез практически отсутствуют.

В своих работах по новым звездам (1, 2) автор обсудил ряд фактов, наиболее правдоподобное истолкование которых приводит к выводу о наличии в пространстве, непосредственно окружающем новую звезду, сил, действующих к центру звезды и могущих заметно замедлять движение материи в расширяющейся оболочке (или оболочках).

Предполагая, в связи с работой Сэнфорда по повторной Новой ТСгВ*, что эти силы носят чисто гравитационный характер, можно подсчитать массы новых звезд, которые в ряде случаев оказываются весьма большими (для N Aql 1918 до $1700 M_{\odot}$).

В связи с изложенными выводами автор указал (1) на возможный источник вспышек новых звезд. А именно, на процесс вспышек надо смотреть как на естественный механизм, посредством которого звезда периодически освобождается от части своей аномально большой массы (не соответствующей ее яркости) и тем самым эволюционирует к нормальному состоянию.

Исходя из общего сходства между новыми и сверхновыми звездами (см. далее), автор перенес (2) ту же гипотезу и на сверхновые звезды. В случае справедливости этой гипотезы следует ожидать, что массы сверхновых звезд являются еще большими, чем массы новых.

В настоящем сообщении мы кратко обсудим другие аргументы в пользу возможного наличия у сверхновых звезд больших масс, аргументы, не связанные непосредственно с только что указанной гипотезой.

1. Согласно Минковскому (4), яркие полосы, расположенные в сильнейшей части спектра Сверхновых, устойчиво смещаются в сторону больших длин волн по мере общего ослабления блеска. Это естественнее всего объясняется тем, что, так же как и в случае обычных новых звезд, радиус сверхновой звезды после максимума блеска сокращается; вместе с тем уменьшается и эффективный радиус излучающей материи, выбрасываемой из звезды. Если, теперь, масса звезды очень велика, то, в связи с непрерывным увеличением потенциала тяготения на уровне образования ярких полос, будет непрерывно увеличиваться гравитационное

* См. (3), а также соответствующее обсуждение результатов Сэнфорда в (1, 2).

смещение самих полос*. Что же касается красного конца спектра сверхновых звезд, то там указанные закономерности из-за крайней сложности самого спектра установить трудно. Кроме того, вполне возможно, что в этой области спектра главенствующую роль играют те яркие полосы, которые возникают в уже выброшенной в момент вспышки оболочке. В этом случае потенциал тяготения относительно мал.

Указанный факт увеличения смещения полос в сторону больших длин волн Пайн-Гапошкина и Уипл** пытались объяснить эффектом блендирования ярких полос, меняющимся со временем. Однако эта попытка, как основанная на ряде гипотетических предположений, мало убедительна, на что указывает Б. А. Воронцов-Вельяминов ((⁵), стр. 442).

2. Из работ В. А. Амбарцумяна и Н. А. Козырева (⁶), В. В. Соболева (⁷), автора (⁸) и других (см. (⁵), стр. 321—327) следует, что m — масса материи, выбрасываемой при вспышке новой звезды, в 10^4 — 10^6 раз меньше, чем M — масса самой новой звезды. С другой стороны, имеются основания считать, что сверхновые звезды являются родственными по своей природе объектами. Так, у тех и у других весьма сходен общий характер самого явления вспышки. Сходны и их кривые блеска. Далее, абсолютная величина некоторых Сверхновых в максимуме блеска практически совпадает с абсолютной величиной некоторых наиболее абсолютно ярких Новых также в максимуме*** и т. д.

Что же касается различия в виде спектров Новых и Сверхновых, то эти различия, повидимому, связаны с двумя обстоятельствами: а) с большей скоростью расширения оболочки у Сверхновых, чем у Новых; б) с относительно низким содержанием водорода в оболочках, выбрасываемых Сверхновыми****, по сравнению с содержанием водорода в оболочках обычных Новых, где водорода достаточно много (²).

Если указанное родство между новыми и сверхновыми звездами действительно существует, то для последних также должно выполняться неравенство $m \ll M$. С другой стороны, масса оболочки, выброшенной при вспышке Сверхновой 1054 г., т. е. масса Крабовидной туманности, равна, согласно Минковскому, $15 M_{\odot}$ (⁹). Отсюда следует, что масса Сверхновых может оказаться на несколько порядков больше массы Солнца и даже Новых, возможно до 10^5 — $10^6 M_{\odot}$.

3. Известно, что область, в которой располагается Крабовидная туманность, является источником мощного радиоизлучения. Однако этим источником не может быть сама туманность. Анализ физических условий, господствующих внутри нее, исключает такую возможность. Это заключение подтверждают и последние радиоисследования, указывающие, что угловые размеры источника радиоизлучения гораздо меньше, чем угловые размеры Крабовидной туманности, и что вообще этот источник является «точечным». Более того, положение источника радиоизлучения, повидимому, не совпадает и с той звездой, которую довольно произвольно отождествляют до сих пор с «остатком» Сверхновой.

Все эти данные могут быть объяснены опять-таки исходя из гипотезы о наличии у сверхновых звезд очень больших масс. В самом деле, так же как и в случае обычных новых звезд, сверхновая звезда после вспышки должна иметь весьма малый радиус. Но тогда при очень большой массе звезды потенциал тяготения на ее поверхности может оказаться столь большим, что весь спектр звезды, который мы наблюдали бы при потенциале тяготения равном нулю, переместится в область радио-

* Истолкование этого смещения при принятии обычных масс порядка солнечной ведет к абсурдно малому радиусу звезды (см. (⁵), стр. 449).

** Изложение их работы см., например, (⁵), стр. 440—442.

*** Особенно с учетом поглощения света в межзвездном пространстве.

**** См. (⁵), стр. 444. Этот факт требует дальнейших исследований.

частот. При этом, разумеется, в области видимого спектра звезда будет практически не видна.

В связи со сказанным возникает вопрос о том, что же тогда является источником свечения Крабовидной туманности. Здесь следует указать такие возможности:

а) Механизмом свечения туманности являются соударения ее атомов с атомами межзвездной среды. Этот механизм должен быть особенно эффективным из-за большой скорости расширения Крабовидной туманности 1000—1300 км/сек. Энергия, передаваемая в подобных случаях, пропорциональна кубу скорости*. Кроме того, известно, что вообще в ряде случаев возбуждение атомов и свечение туманности не связано с какой-либо соседней горячей звездой. Такие случаи обсуждены в работе Г. А. Шайна и В. Ф. Газе⁽¹¹⁾.

б) Возможно, что возбуждающей звездой является именно та звезда, которую условно принимают за бывшую Сверхновую. В этом случае указанная звезда расположена просто случайно в непосредственной близости от Сверхновой, а не связана с ней физически.

Если изложенные соображения о массах Сверхновых подтвердятся, тогда Сверхновые следует считать чрезвычайно плотными звездами.

Из сказанного, в частности, следует, что одной из главнейших задач для решения всей рассматриваемой проблемы является проверка правильности гипотезы о наличии у обычных новых звезд больших масс**. Действительно, мы указывали, что Новые и Сверхновые являются родственными объектами.

Напомним основные наблюдательные задачи в отношении обычных Новых и повторных Новых***.

1) Поиски в спектрах «бывших» новых звезд слабых полос излучений и линий поглощения, смещенных в красную сторону. Вполне возможно, что те несмещенные полосы излучения, которые до сих пор наблюдались в спектрах некоторых бывших Новых****, возникают в весьма протяженной оболочке, внутри которой потенциал тяготения относительно мал. В связи с этим возникает задача изучения процесса выбрасывания материи из бывших новых звезд (конечно, с наблюдательной стороны) с оценкой размеров оболочек.

2) Отыскание возможного «красного» смещения по линиям поглощения в спектрах N Aql 1918, снятых до вспышки.

3) Дальнейшее исследование таких двойных систем, как ТСгВ, с оценкой массы звезд, для чего очень важно изучать изменения положения эмиссионных полос и линий поглощения в спектре повторной Новой вместе с изучением изменения положения линий поглощения в спектре спутника (звезды класса gM).

Крымская астрофизическая обсерватория
Академии наук СССР

Поступило
26 V 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Э. Р. Мустель, Изв. Крымск. астроф. обсерв., 4, 152 (1949). ² Э. Р. Мустель, там же, 6, 144 (1951). ³ Я. Sanford, Ap. J., 109, 81 (1949). ⁴ R. Minkowski, *ibid.*, 89, 156 (1939). ⁵ Б. А. Воронцов-Вельяминов, Газовые туманности и новые звезды, изд. АН СССР, 1948. ⁶ В. А. Амбарцумян и Н. А. Козырев, Zs. f. ApH., 7, 320 (1938). ⁷ В. В. Соболев, Астр. журн., 27, 81 (1950), ⁸ Э. Р. Мустель, Сообщ. ГАИШ, № 41 (1950). ⁹ R. Minkowski, Ap. J., 96 199 (1942). ¹⁰ Э. Р. Мустель, Астр. журн., 26, 15 (1949). ¹¹ Г. А. Шайн и В. Ф. Газе, ДАН, 82, 857 (1952).

* См. (10), формула (2).

** Здесь, в отличие от Сверхновых, больше чисто наблюдательных возможностей.

*** См. также (1), стр. 187—188.

**** Мы, конечно, не говорим здесь о полосах, создаваемых удаляющейся оболочкой, выброшенной в момент вспышки.