

виде акустических и магнитогидродинамических волн. Диссипация энергии волн во внеш. разреженных слоях звезды приводит к их разогреву и образованию короны, в к-рой темп-ра достигает  $10^6$ — $10^7$  К. Расширение короны вызывает З. в. со скоростью порядка сотен км/с и потоком массы  $\dot{M}$  от  $10^{-14}$   $M_{\odot}$ /год у звезд типа Солнца до  $\sim 10^{-8}$   $M_{\odot}$ /год у звезд типа Т Тельца. Важнейшую роль в формировании короны и ветра у этих звезд, по-видимому, играют явления, связанные с магн. полем (МГД-волны, нагрев при аннигиляции магн. поля).

У горячих О-, В- и Вольфа—Райе звезд ускорение вещества происходит из-за мощного давления света, в осн. в сильных спектральных линиях элементов тяжелее гелия. Скорости здесь порядка неск. тысяч км/с, а потоки массы  $10^{-7}$ — $10^{-5}$   $M_{\odot}$ /год.

Реалистич. описание истечения вещества в З. в. должно учитывать процессы излучения, теплопроводности, действие силы лучистого давления в случаях большой и малой оптической толщины, нагрев за счёт диссипации волн и омич. диссипации магн. поля (см. *Магнитная гидродинамика*). При наличии достаточно сильного магн. поля может оказаться важным его воздействие на динамику З. в. Все эти факторы существенно изменяют параметры истекающего газа, но сохраняют качеств. картину (рис. 2), осн. свойством к-рой является переход через скорость звука. Внеатмосферные (рентгеновские и УФ) наблюдения звезд привели к существов. пересмотру роли нетепловых процессов в атмосферах звезд с конвективными оболочками, в к-рых наблюдаемая доля нетеплового потока энергии достигает  $\sim 10\%$  от полного потока. Значит. часть этой энергии уносится З. в. Теория теплового нагрева корон и формирования З. в. в условиях развитой конвекции при наличии магн. поля только начинает разрабатываться.

Взаимодействие мощного ветра горячих звезд с межзвёздной средой приводит к образованию сферич. оболочки вокруг них, состоящей из вещества З. в. и нагретого вещества межзвёздной среды. Такие оболочки известны вокруг нек-рых звезд типа Вольфа—Райе с кон. 60-х гг. Недавно советскими учёными были обнаружены аналогичные оболочки вокруг О- и В-сверхгигантов. Дальнейшие наблюдения этих оболочек дадут информацию о путях формирования горячих массивных звезд, истечение вещества из к-рых (на стадии их рождения) могло быть гораздо сильнее наблюдаемого в настоящее время.

Лит.: Соболев В. В., Движущиеся оболочки звезд, Д., 1947; Паркер Е., Динамические процессы в межпланетной среде, пер. с англ., М., 1963; Mass-loss and evolution of O-type stars, Dordrecht—[a. o.], 1979. Г. С. Бисноватый-Коган.

**ЗВЕЗДНЫЙ ИНТЕРФЕРОМЕТР** — см. *Интерферометр звёздный*.

**ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ** — процесс превращения облаков разреженного газа в плотные самосветящиеся газовые шары — звезды. З. заключается в постепенном сжатии под действием собственной гравитац. силы определ. объёма межзвёздного газа до значений темп-ры и плотности, достаточных для возникновения термоядерных реакций в центре образовавшегося сгустка и прекращения дальнейшего сжатия. Образовавшаяся звезда достигает гл. последовательности (см. *Герцшпрунга—Ресселла диаграмма*) и начинает термоядерный этап своей эволюции (см. *Эволюция звезд*). Процесс З. можно разделить на неск. стадий.

1. **Фрагментация газового облака.** Первоначально однородное достаточно протяжённое облако межзвёздного газа распадается на фрагменты вследствие гравитационной неустойчивости. Масса фрагментов  $M_J$  определяется критерием неустойчивости Джинса:

$$M_J \sim v_{\text{зв}}^3 \left( \frac{\pi}{G} \right)^{3/2} \rho^{-1/2},$$

где  $v_{\text{зв}}$  — изотермич. скорость звука в газе,  $G$  — гравитационная постоянная,  $\rho$  — плотность газа. В типичных молекулярных облаках межзвёздного газа с концентрацией молекул водорода  $\sim 10^6$  см $^{-3}$  и темп-рой  $\approx 10$  К ( $v_{\text{зв}} \approx 0,3$  км/с) масса Джинса  $M_J$  в неск. раз превышает массу Солнца  $M_{\odot} = 1,99 \cdot 10^{33}$  г. Фрагменты облаков с  $M > M_J$  будут сжиматься, образуя протозвёзды. Гравитац. неустойчивость может быть стимулирована внеш. давлением, вызванным ударными волнами от вспышек сверхновых звезд, давлением ионизац. фронтов, волнами плотности в спиральных галактиках, столкновением облаков и др. причинами.

2. **Гравитационный коллапс.** В сферически-симметричном однородном газовом облаке должен происходить т. н. гомологич. гравитационный коллапс, когда все слои облака сжимаются к его центру одновременно. Однако за счёт градиента давления внеш. слой будет отставать от внутренних, к-рые по истечении определ. времени образуют плотное внутр. ядро с массой ок.  $0,01 M_{\odot}$ . Внеш. слои, образующие протяжённую оболочку, будут продолжать падать на ядро, увеличивая его массу. Эту стадию называют также стадией аккреции вещества ядром.

3. **Превращение в звезду.** Ядро, находящееся в гидростатич. равновесии, медленно сжимается и разогревается до тех пор, пока не начнутся термоядерные реакции. Выделяющаяся в термоядерных реакциях энергия нагревает вещество ядра, давление увеличивается и сжатие ядра прекращается. Образовавшаяся звезда начинает спокойную эволюцию на стадии гл. последовательности. При достаточно большой нач. массе фрагмента превращение в звезду может произойти и до окончания стадии аккреции. В этом случае ядро наберёт достаточную для начала термоядерных реакций массу, хотя ещё значит. часть вещества находится в оболочке. Возросшее излучение звезды (давление света) остановит дальнейшую аккрецию, и вокруг звезды останется плотная оболочка — кокон. При малой массе фрагмента (составляющей неск.  $M_{\odot}$ , но достаточной для его гравитац. коллапса) аккреция прекратится лишь тогда, когда будет полностью исчерпано вещество оболочки. Затем ядро будет постепенно сжиматься, образуя объект типа звезды Т Тельца (см. *Звёзды*).

Вращение газового облака и магн. поле, присутствующие в межзвёздном газе, могут препятствовать гравитац. коллапсу (сказывается действие центробежных сил и давление магн. поля). Эти факторы существенны при образовании звезд малой массы. При сжатии ядра протозвезды увеличивается его скорость вращения, в конце концов наступит момент, когда сжатие на экваторе остановится. Но при наличии магн. поля, выходящего из ядра в оболочку, угловой момент ядра через посредство магн. поля может передаваться оболочке, благодаря чему сжатие ядра не прекращается. При этом оболочка из-за вращения принимает форму диска. При достаточно быстром вращении газового облака ядро не образуется, а всё вещество собирается в диске. Диск может распасться на две части и большее число частей, из к-рых впоследствии образуются двойные или кратные звезды.

Астр. наблюдения подтверждают изложенную теоретич. картину З. след. фактами: обнаружены плотные молекулярные облака в межзвёздной среде с темп-рой и плотностью, соответствующими критерию Джинса, и источники ИК-излучения в молекулярных облаках, к-рые могут быть протозвёздами; вокруг молодых массивных звезд найдены компактные зоны ионизованного газа, возможно — остатки звёздных коконов; выявлены звезды типа Т Тельца и доказано, что они ещё не достигли стадии гл. последовательности; обнаружены плотные молекулярные диски и биполярное истечение вещества, связанные со звёздами типа Т Тельца.