

Рис. 3. Типичный эволюционный сценарий для звёзд малых и умеренных масс. Незаполненные кружки — обычные звёзды, заполненные — вырожденные ядра звёзд или белые карлики. Штриховыми линиями показаны полости Роша до заполнения их компонентами, сплошными — после заполнения. Стрелки указывают на истечение вещества. Эллипсы — продукты слияния белых карликов. Звёздочки — нейтронные звёзды. В варианте А возможно также завершение эволюции без образования связанного остатка после взрыва сверхновой.

заполняет свою ПР, начинается обмен веществом; 3 — у системы формируется общая оболочка.

Далее большинство Т. д. з. с массой вторичного компонента  $\geq 0,8 M_{\odot}$  эволюционирует вдоль ветви А: 4 — если в общей оболочке компоненты не сливаются, возникает разделённая система из белого карлика и звезды главной последовательности; 5 — первоначально менее массивный компонент (вторичный) в свою очередь заполняет ПР после образования у него вырожденного ядра; 6 — из-за ограниченности скорости аккреции на белый карлик ( $M \leq 10^{-5} M_{\odot} \text{ год}^{-1}$ ) возникает общая оболочка; 7 — после рассеяния общей оболочки образуется система из двух белых карликов. Если на этой стадии  $a \geq 1 R_{\odot}$ , то эволюция системы как Т. д. з. заканчивается; 8 — если же  $a \leq 1 R_{\odot}$ , то в результате потери момента импульса при излучении гравитац. волн менее массивный компонент заполняет свою ПР, возможно его разрушение и образование «тяжёлого» диска или гало вокруг спутника; 9 — при суммарной массе, большей  $M_{\text{ч}}$ , возможен коллапс с образованием нейтронной звезды (9а) или взрывное загорание углерода, к-рое может наблюдаться как сверхновая типа Ia; в последнем случае звезда, вероятно, полностью разрушается. При суммарной массе, меньшей  $M_{\text{ч}}$ , остаётся одиночный белый карлик (9б).

Небольшая доля Т. д. з. умеренных масс эволюционирует по др. ветвям сценария (но благодаря эффектам селекции эти звёзды заметно распространены среди наблюдаемых объектов). 4 (ветвь Б) — относительно тесные системы, первичные компоненты к-рых обладают вырожденными гелиевыми ядрами и неглубокими конвективными оболочками, после стадии общей оболочки об-

разуют длительно существующие полуразделённые системы, наблюдаемые как затменные переменные звёзды типа Алголя. 5 — эволюция первичного компонента завершается образованием гелиевого белого карлика. 6 — вторичный компонент заполняет свою ПР, возникает общая оболочка. 7 — образуется система из двух гелиевых белых карликов, к-рые при достаточно малом расстоянии между ними могут слиться в одиночный белый карлик.

Другой весьма распространённый класс наблюдаемых объектов — катаклизмич. переменные звёзды, возникающие из Т. д. з., в к-рых после стадии 3 спутником белого карлика оказывается звезда гл. последовательности малой массы (4, ветвь В), расположенная достаточно близко для того, чтобы заполнить ПР и устойчиво терять вещество вследствие потери момента импульса посредством магн. звёздного ветра (и/или) излучения гравитац. волн (5). Неустойчивости, связанные с накоплением вещества в дисках и аккрецированных слоях, объясняют наблюдаемую переменность этих звёзд (повторные и классич. новые звёзды). Опуская промежуточные этапы эволюции, отметим, что при уменьшении массы донора до  $\sim 0,001 M_{\odot}$  он может стать неустойчивым и за характерное гидродинамич. время превратиться в диск (6). Финалом эволюции катаклизмич. переменных звёзд, вероятно, является образование одиночных белых карликов (7). Подобно катаклизмич. переменным эволюционируют образующиеся в осн. в результате неупругих столкновений в плотных звёздных системах Т. д. з., в к-рых место белого карлика занимает нейтронная звезда. Эти Т. д. з. проявляются как маломассивные рентг. источники. Отметим также, что компоненты наиболее тесных систем ( $a \leq 10 R_{\odot}$ ,  $M \leq 1,5 M_{\odot}$ ) под влиянием потери момента за счёт магн. звёздного ветра могут приходить в контакт на стадии гл. последовательности, образуя системы типа WUMa (хорошо доступные наблюдениям благодаря затмениям, а потому широко представленные среди наблюдаемых Т. д. з.). Эволюция звёзд этого типа заканчивается, вероятно, слиянием компонентов.

Эволюц. сценарий для массивных Т. д. з. относительно более простой, чем для звёзд умеренных масс, т. к. в меньшей степени зависит от исходного расстояния между компонентами. Эволюция компонен-

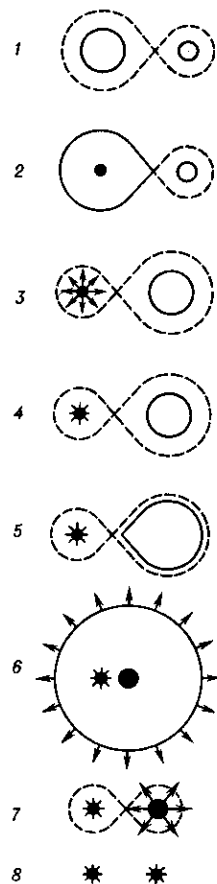


Рис. 4. Типичный эволюционный сценарий для массивных тесных двойных звёзд. Заполненные кружки — гелиевые ядра звёзд. Остальные обозначения те же, что и на рис. 3.

тов массивных Т. д. з. заканчивается образованием нейтронных звёзд при исходных массах  $\leq (30-50) M_{\odot}$  и чёрных дыр при больших массах. Типичный сценарий эволюции массивных Т. д. з. изображён на рис. 4. 1 — пара из двух звёзд главной последовательности. 2 — после образования гелиевого ядра первичный компонент заполняет свою ПР. 3 — после потери большей части водородной оболочки донор превращается в горячую звезду Вольфа — Райе, к-рая имеет гелиевое ядро и продолжает терять за счёт звёздного ветра остатки оболочки, а затем и вещество ядра. 4 — после образования у донора ядра из элементов группы железа он коллапсирует, взрываясь