

не возникает [Новиков (1964а)]. Из уравнений Максвелла получаем

$$\operatorname{rot} H = \frac{4\pi I_{\max}}{c} = 4\pi n_e e. \quad (14.2.9)$$

Сделаем оценки по порядку величины. Рассмотрим характерный момент сжатия, когда $(R - r_g) \sim r_g$. Учитывая, что $\operatorname{rot} H \sim \frac{H}{r_g}$

и $H \sim \frac{\Phi}{r_g^2}$, получаем из (14.2.9)

$$\Phi_{\text{кр}} \approx 4\pi n_e e r_g^3.$$

Следовательно, если выполняется неравенство

$$n_e < \frac{\Phi}{4\pi r_g^3 e}, \quad (14.2.10)$$

то возникает волновая зона (начиная с расстояний $l \sim 2r_g$), даже при $\frac{c}{r_g} \ll \omega_0$. Подставляя в (14.2.10) $\Phi_0 \approx 3 \cdot 10^{21} \text{ (эрг} \cdot \text{см)}^{1/2}$ и $r_{g\odot} \approx 3 \cdot 10^5 \text{ см}$, находим

$$n_e < \sim 10^{15} \text{ см}^{-3}. \quad (14.2.11)$$

Для сравнения укажем, что концентрация электронов в солнечной короне вблизи поверхности Солнца $\sim 10^8 \text{ см}^{-3}$.

Итак, при выполнении (14.2.11) излучение уходило бы от звезды в виде однократного импульса, поглощаясь плазмой, находящейся уже вдали от звезды в волновой зоне. Еще раз напомним, что полная энергия излучения в случае обычных звезд относительно невелика. Однако надо полагать, что в реальном коллапсе условие (14.2.11) не выполняется и дипольного излучения не возникает.

§ 3. Аккреция на отоны

Аккреция на релятивистские объекты имеет важнейшее значение как источник излучения, указывающего на наличие большого гравитационного поля.

После подробной главы 12, где рассмотрен целый ряд идеализированных и реалистических задач, относящихся к аккреции, остается добавить немного. В идеализированном сферически-симметричном случае безмагнитного поля различие между коллапсаром и нейтронной звездой было бы весьма велико. Однако при наличии вращательного момента падающего вещества или при несимметричном падении или наличии магнитного поля разница становится весьма малой, не более чем в 2—3 раза по энергетическому выходу. В случае коллапса вращающейся звезды возникает отон, окруженный пространством с метрикой Керра

(см. гл. 4 § 3). В такой метрике (при максимальном моменте) существуют круговые орбиты с энергией частицы до $0,6 mc^2$; следовательно, максимальная отдача энергии в ходе медленной аккреции из диска достигает 40% энергии покоя падающего вещества — вместо 6% в поле Шварцшильда.

Следовательно, по абсолютному выходу энергии отличить аккрецию на отон и на нейтронную звезду нельзя. Различие в спектральном составе могло бы зависеть от того, что в случае отона отсутствует удар вещества о поверхность, характерный для нейтронной звезды. При аккреции вещества, находящегося в состоянии турбулентного движения, следует ожидать существенных колебаний светимости в зависимости от мгновенного значения момента падающего газа [Шварцман (1970f)]. Можно ожидать вспышек при быстром переходе через нуль момента. Автор предлагает название «флуктуары» для светящихся отонов. Возможными кандидатами являются некоторые оптические, X- и γ -источники [Новиков, Зельдович (1966), Шварцман (1970f)]. Возможными кандидатами являются так называемые, DC-карлики, отличающиеся сплошным спектром без линий. В цитированной работе рассматриваются также хаотические магнитные поля или замороженные в падающий газ. По-видимому, в ходе падения кинетическая, гравитационная тепловая и магнитная энергии все становятся одного порядка.

Если обратное влияние магнитного поля не учитывалось, то при симметричном падении оно нарастало бы как r^{-2} , вытягиваясь вдоль радиуса, а магнитная энергия нарастала бы как r^{-4} , превосходя гравитационную, $\rho r^{-1} \sim r^{-1/2}$. Отсюда делается вывод о существенном влиянии поля на процессы вблизи отона.

Можно ожидать возникновения характерных плазменных неустойчивостей, аннигиляции противоположно направленных соседних магнитных полей с появлением быстрых частиц (Сыроватский).

Существенную роль магнитное поле может иметь также и при дисковой аккреции.

Отметим также работы Амнуэля, Гусейнова (1968, 1969).

Наконец, в ряде работ отмечается, что в ударных волнах при несимметричной аккреции возможна раскачка плазменных колебаний [Бисноватый-Коган и Фридман (1969)] с переработкой в уходящее электромагнитное излучение с узким спектром — с частотой порядка ленгмюровской частоты [Бисноватый-Коган и Сюняев (1970)].

Резюмируя, можно сказать, что попытки найти отоны по их свечению из-за аккреции весьма перспективны. Важны для исследования X- и γ -источники [Новиков, Зельдович (1966), Шварцман (1970f)]. Задача состоит в том, чтобы по свечению установить наличие сильного гравитационного поля с $\phi \sim c^2$, и если будет доказано, что $M > 2M_{\odot}$, то это не нейтронная звезда, а отон.