

В ВОПРОСУ О ТЕПЛОМ ВЗРЫВЕ В ВЫРОЖДЕННОМ ГАЗЕ

В. В. Порфирьев, Ю. Н. Редкобородый

В последнее время значительное распространение получила идея, выдвинутая Местелом [1], согласно которой вспышка Новой обусловлена горением водорода, проникающего из оболочки белого карлика в область вырожденного ядра. Подробно процесс горения водорода в таких условиях никогда не рассматривался. Целью настоящей работы является исследование возможности теплового взрыва при указанных выше условиях.

Допустим, что в область вырожденного ядра из оболочки проникает поток водорода в виде ограниченной струи, причем температура и плотность в струе автоматически устанавливаются такими же, как и в окружающем газе. Для определенности предположено, что скорость потока подчиняется условию

$$\rho v = \text{const.} \quad (1)$$

Скорость выгорания водорода определяется выражением

$$\frac{dX}{dt} = - \frac{\epsilon_{pp}}{E_p^*} - \frac{\epsilon_{cc}}{E_c^*}, \quad (2)$$

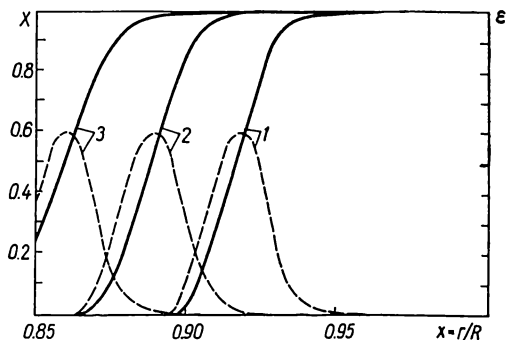
где X — относительное содержание водорода в веществе струи.

Поскольку теплопроводность вырожденного газа в первом приближении можно положить бесконечно большой, можно рассматривать стационарную задачу о распределении водорода в струе. Тогда уравнение (2) после подстановки в него выражений для ϵ_{pp} и ϵ_{cc} преобразуется к виду

$$\frac{dX}{dr} = - \frac{1}{\rho v} \left\{ \frac{2,5 \cdot 10^6 \rho^2 X^2 \left(\frac{10^6}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \exp \left[- 33,8 \left(\frac{10^6}{T} \right)^{\frac{1}{3}} \right]}{E_p^*} f_p + \frac{9,5 \cdot 10^{28} \rho^2 X X_{CN} \left(\frac{10^6}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \exp \left[- 152,3 \left(\frac{10^6}{T} \right)^{\frac{1}{3}} \right]}{E_c^*} f_c \right\}, \quad (3)$$

где f_p и f_c — множители, учитывающие электронную экранировку ядер.

Уравнение (3) решалось на ЭВМ «Промінь» численным методом. Для конкретного расчета было принято, что вырожденное ядро изотермично, температура его равна 10^7 °К, распределение плотности аппроксимировалось политропой $n=1.5$, центральная плотность принималась равной $3.7 \cdot 10^6$ г/см³. Электронное экранирование учитывалось по приближенным формулам [2].



Распределение водорода в струе для $qv=0.01$ (1); 1 (2) и 100 (3). Сплошные линии—распределение водорода, пунктирные — распределение мощности источников энергии (в относительных единицах).

Проникновение струи водорода в область вырожденного ядра приводит к появлению слоевого источника (рисунок) крайне малой геометрической толщины (порядка нескольких процентов от радиуса белого карлика). Горение водорода происходит практически только внутри этого слоя.

Положение слоевого источника мало зависит от скорости струи. Практически можно считать, что слоевой источник появляется на геометрических глубинах, где плотность вещества достигает значений порядка 10^5 г/см³. Это объясняется тем, что при принятом, сравнительно низком, значении температуры скорость реакции определяется условиями экранирования ядер. По-видимому, при небольших изменениях температуры положение слоевого источника будет меняться весьма мало.

Вероятно, полученные результаты не изменятся, если вместо струи, как причины проникновения водорода в ядро, рассматривать какой-либо другой механизм (диффузию, движение границы вырождения и т. п.).

Появление узкого слоевого источника в недрах звезды приводит к нагреву вещества. Представляет интерес вопрос о пространственно-временном распределении температуры в непосредственной близости от слоевого источника. Возможный подход к решению такой задачи будет обсужден в следующей работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mestel L. — MN, 1952, **412**, 598.
2. Франк-Каменецкий Д. А. Физические процессы внутри звезд. Физматгиз, М., 1959.

ON THE PROBLEM OF THERMAL EXPLOSION IN DEGENERATE GAS

V. V. PORFIRYEV, Ju. N. REDKOBORODY

Summary

A process of hydrogen combustion in a matter streamer penetrating into the interiors of white dwarf was considered. The hydrogen penetrates in the deepest layers while the great velocity of stream.