

О. В. Марьева (Ставрополь, СГУ). **Численное моделирование атмосфер звезд Вольфа–Райе.**

Звезды Вольфа–Райе (WR) происходят из очень массивных звезд, в ходе эволюции потерявших значительную часть вещества. В соответствии с современными эволюционными моделями, звезды WR — наиболее вероятные кандидаты в прародители сверхновых типа Ibс и длинных гамма-всплесков. Определение физических параметров и химического состава WR очень важно для изучения массивных звезд. С развитием методов компьютерного моделирования параметры звезд стали определять при помощи моделей атмосфер. Моделирование атмосфер звезд высокой светимости — более сложная задача, чем моделирование обычных звездных атмосфер по нескольким причинам.

1. При моделировании атмосфер горячих звезд нельзя использовать предположение о локальном термодинамическом равновесии (ЛТР). Уравнения переноса необходимо решать одновременно с уравнениями теплового, лучистого и динамического равновесия.

2. В разных частях атмосферы возникают миллионы спектральных линий, влияющих на непрозрачность среды и, таким образом, на распределение энергии в спектре и на физические условия в атмосфере, что должно быть учтено при моделировании.

3. Сверхгиганты и звезды WR имеют протяженные истекающие атмосферы, толщина которых сравнима с радиусом звезды. Поэтому необходимо перейти к рассмотрению сферически симметричных атмосфер. Кроме этого, следует рассматривать динамические (нестационарные) модели.

Начиная с середины 80-х годов, разработано несколько таких программ, как PoWR [1] и CMFGEN, позволяющих рассчитывать расширяющиеся протяженные сферически симметричные атмосферы. Спектры таких атмосфер рассчитываются с учетом покровного эффекта и отклонений от ЛТР. В программе CMFGEN, разработанной Hillier [2] для моделирования атмосфер звезд типа WR, уравнение переноса излучения в расширяющейся среде со сферической геометрией решается или в Соболевском приближении, или в сопутствующей системе координат (CMF-приближение).

Мы использовали программу CMFGEN для определения параметров LBV звезды V532 (звезда Romano). Объект V532, расположенный в галактике M33, в минимуме блеска демонстрирует спектр WN8 [3]. Для сопоставления наблюдаемого спектра с модельным мы сравнивали эквивалентные ширины линий. Для определения светимости объекта сопоставлялись показатели цвета, посчитанные по модели, с фотометрическими данными. Моделирование спектра V532 осложняется тем, что объект окружен туманностью. Поэтому сравнение модельного спектра с наблюдаемым мы проводили в основном по линиям HeII серии Пикеринга и линиям азота NII и NIII, которые принадлежат атмосфере звезды.

По результатам моделирования сделаны оценки физических параметров объекта: светимость $L = (1,0 \pm 0,2) \cdot 10^6 L_{\odot}$, темп потери массы $(4,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-5} M_{\odot}/\text{год}$, скорость ветра 400 ± 100 км/с (это значение согласуется со скоростью, измеренной по профилям линий). Сделан вывод, что содержание водорода в атмосфере V532 существенно выше, чем у обычных поздних звезд WR, и составляет $1,3 \div 1,7$ по отношению к гелию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hamann W.-R., Koesterke L., Wessolowski U. 1993, A&A, 274, 397.
2. Hillier D. J., Miller D. L. 1998, ApJ, 496, 407.
3. Maryeva O., Abolmasov P. arXiv e-print 1006.1068 accepted for publication in RevMexAA.