

УДК 523.98

Диффузионная и термоядерная эволюция тяжелых элементов на Солнце

А.Б. Горшков, В.А. Батурин

Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Университетский пр-т, 13
gorshkov@sai.msu.ru

Рассмотрено изменение со временем содержания углерода, азота и кислорода во внутренних областях Солнца. Эволюция профилей этих элементов определяется действием двух процессов: преобразования изотопов в ходе CNO-цикла и диффузионного осаждения. Первый локализован в ядре Солнца и сводится к быстрому превращению углерода в азот и более медленному – кислорода в азот, второй процесс – глобальный, поддерживается сильными градиентами давления и температуры (баро- и термодиффузия) и приводит к постепенному осаждению по направлению к ядру элементов тяжелее водорода.

Численно решена система из шести дифференциальных уравнений параболического типа, описывающих эволюцию изотопов ^{12}C , ^{13}C , ^{14}N , ^{15}N , ^{16}O и ^{17}O . Уравнения включают источниковые члены, описывающие ядерные реакции, и диффузионные потоки, рассчитанные на эволюционной последовательности моделей Солнца с учетом столкновений элементов с водородом и гелием.

Полученные профили содержания элементов для современного Солнца показывают, что в центре диффузия не успевает восполнить углерод, переработанный в ходе CNO-цикла, и его содержание практически равно нулю вплоть до расстояния $0.13R_{\text{Sun}}$ от центра. В то же время для кислорода диффузия является доминирующим механизмом изменения содержания (5 % от исходной величины), для азота она в 18 раз менее эффективна по сравнению с CNO-циклом (22 % и 400 % соответственно).

Диффузионное осаждение углерода, азота и кислорода из конвективной зоны составляет 10 % от исходного содержания этих элементов по массе.