

Радиоуглерод в антарктических льдах: образование мюонной компонентой космических лучей на больших глубинах

А. В. Нестеренок¹, В. О. Найденов²

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

¹тел: (812) 307-07-15, эл. почта: alex-n10@yandex.ru

²тел: (812) 292-71-71, эл. почта: Naidenov@cycla.ioffe.rssi.ru

Отложение радиоуглерода в полярных льдах происходит вместе с атмосферным воздухом, а также благодаря образованию радиоуглерода «in situ» в реакциях, вызванных вторичным космическим излучением. Образование радиоуглерода происходит главным образом в приповерхностном слое ледника в реакциях скалывания ядер кислорода нейтронами ядерно-активной компоненты космических лучей. Атом ^{14}C , образованный «in situ», окисляется до CO и CO₂. На стадии льдообразования до полного превращения фирна в глетчерный лёд возможны потери ^{14}C кристаллами льда: молекулы оксидов углерода диффундируют в воздушные пустоты фирна и далее просачиваются в атмосферу. Вопрос об эффективности сохранения ^{14}C в зернах фирна затрудняет интерпретацию экспериментальных данных.

В данной работе проводится анализ данных по ^{14}C в образцах льда антарктических скважин Восток и Тэйлор Доум, опубликованных в работе [1]. Для данных образцов льда экспериментальные значения концентрации оказались гораздо меньше расчётных значений, что объясняется интенсивными потерями ^{14}C на стадии льдообразования [1]. С увеличением глубины образца наблюдалось увеличение концентрации ^{14}C . Нами было выдвинуто предположение, что наблюдаемый рост концентрации ^{14}C может быть обусловлен образованием радиоуглерода в реакциях, вызванных мюонной компонентой космических лучей. Этот вид реакций вносит вклад в образование радиоуглерода на глубинах, заметно превышающих глубину проникновения ядерно-активной компоненты (160 г/см^2). Были рассмотрены два типа реакций: реакции, индуцированные высокоэнергичными мюонами и реакции захвата отрицательных мюонов ядрами кислорода. Произведен расчет концентрации радиоуглерода, образованного на глубинах, превышающих глубину границы фирн-лед. На таких глубинах потери ^{14}C — уход в атмосферу — невозможны. Значение толщины слоя фирна, которое использовалось в вычислениях, рассчитывалось с учетом изменения климатических условий в соответствующий возраст образца период времени. Полученные результаты в пределах ошибки согласуются с экспериментальными данными.

Наблюдаемые особенности данных по концентрации ^{14}C в образцах антарктических скважин объясняются глубинным образованием радиоуглерода мюонной компонентой космических лучей. Определение вклада мюонной компоненты в концентрацию радиоуглерода позволяет сделать более точные оценки эффективности сохранения ^{14}C в зернах фирна.

Материалы настоящего исследования опубликованы в работе [2].

Литература

1. Lal D. et al. , J. Geophys. Res. D 106, № 23, 31933 (2001).
2. Нестеренок, Найденов, Геомагнетизм и аэрономия 49, №6, 1 (2009).