

Э. М. ГАЛИМОВ

**К ВОПРОСУ О ВКЛАДЕ ТЕХНОГЕННОЙ  $\text{CO}_2$  В БАЛАНС  
УГЛЕКИСЛОТЫ АТМОСФЕРЫ  
(ИЗУЧЕНИЕ  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ ДЕРЕВЬЕВ)**

(Представлено академиком А. П. Виноградовым 28 V 1975)

Существуют опасения, высказывавшиеся как в специальной литературе, так и в широкой прессе, что огромные массы углекислоты, образующиеся в результате сгорания всех видов топлива, способны изменить концентрацию  $\text{CO}_2$  в атмосфере и привести к изменению теплового баланса внешних оболочек Земли, который, как известно, чувствителен к содержанию  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  в атмосфере.

Расчет, основанный на учете мировой добычи основных видов топлива (нефти, угля, газа), дает величину  $0,4 \cdot 10^{18}$  г для суммарного количества техногенной  $\text{CO}_2$ , поступившей в атмосферу в течение этого века, что составляет приблизительно шестую часть от общего содержания  $\text{CO}_2$  в земной атмосфере. Только в 1974 г. количество техногенной  $\text{CO}_2$ , поступившей в атмосферу, составило, по нашей оценке,  $2,1 \cdot 10^{16}$  г, т. е. около 1% естественного содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Это достаточно заметная величина.

Необходимо, однако, иметь в виду, что существует непрерывный газообмен между атмосферой и океаном, стабилизирующий парциальное давление углекислоты в атмосфере. Содержание  $\text{CO}_2$  в мировом океане составляет  $1,4 \cdot 10^{20}$  г (1), т. е. приблизительно в 60 раз больше, чем в атмосфере.

Вопрос, следовательно, сводится к тому, достаточно ли скорость газообмена между океаном и атмосферой, чтобы предотвратить увеличение концентрации углекислоты в атмосфере за счет техногенной  $\text{CO}_2$  с вытекающими отсюда последствиями для климата.

Существует возможность изучения рассматриваемого явления, основанная на использовании закономерностей геохимического поведения стабильных изотопов углерода.

Атмосферная углекислота по изотопному составу углерода, т. е. по величине отношения  $\text{C}^{13}/\text{C}^{12}$ , заметно отличается от углекислоты, образующейся при сжигании природного топлива. Изотопный состав углерода атмосферной углекислоты характеризуется величиной  $\delta^{13}\text{C} - 0,7\%$  \*, углерод нефти в среднем имеет  $\delta^{13}\text{C} - 2,9\%$ , уголь  $- 2,5\%$ , природный газ  $- 4,1\%$  (2). Сжигание всех видов топлива приведет к выделению в атмосферу углекислоты, имеющей — принимая в расчет существующую структуру мирового топливного баланса — изотопный состав  $\delta^{13}\text{C} - 3,0\%$ . Так как точность современных методов масс-спектрометрического изотопного анализа углерода достигает 0,01—0,02%, принципиально может быть установлено изменение концентрации атмосферной углекислоты всего на 1% за счет примеси техногенной  $\text{CO}_2$ .

Растения в процессе фотосинтеза фиксируют атмосферную углекислоту. Изучая изотопный состав углерода в годичных кольцах роста деревьев, можно восстановить динамику изменения изотопного состава углекислоты

\* Изотопный состав углерода принято давать в величинах  $\delta^{13}\text{C}$ , представляющих собой отклонение величины  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  данного объекта от  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  некоторого эталона. В качестве последнего принят образец известняка РДВ, имеющий  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = 0,0112372$ . Таким образом  $\delta^{13}\text{C}(\%) = [(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{обр}} - 0,0112372] \cdot 10^2 \%$ .

в атмосфере во времени и, следовательно, оценить вклад техногенной  $\text{CO}_2$  в баланс углекислоты атмосферы.

В данной работе объектом подобного исследования послужили две ели, спиленные на открытой опушке леса на высоком, крутом берегу р. Очер Пермской обл. Деревья росли на хорошо проветриваемом участке, удаленном от возможных случайных источников  $\text{CO}_2$ .

Исследование двух экземпляров деревьев имело целью избежать возможных вариаций изотопного состава, связанных с индивидуальными особенностями биосинтеза данного экземпляра. Чтобы исключить влияние на

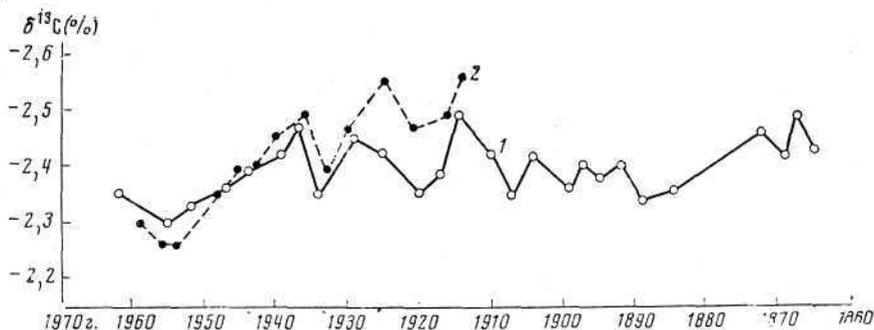


Рис. 1. Вариации изотопного состава углерода в годовых кольцах деревьев. 1 — ель столетнего возраста; 2 — ель пятидесятилетнего возраста

результаты каких-либо направленных изменений изотопного состава, которые могут совершаться с возрастом, мы выбрали деревья разного возраста: одно приблизительно 100, а другое 50 лет. Деревья были спилены с интервалом в 4 года.

Изотопный состав углерода древесины исследовался на масс-спектрометре МИ-1309. Методика подготовки образцов к анализу измерения изотопного состава углерода и оценки погрешностей описаны ранее (2). Точность определения  $\pm 0,02\%$  при доверительной вероятности 0,95. Стандарт: РДВ ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = 0,0112372$ ).

Результаты анализа представлены на рис. 1. Видно, что есть определенные вариации изотопного состава углерода; видно также, что кривые, характеризующие эти вариации, подобны для разновозрастных деревьев в одном и том же интервале лет. Следовательно, наблюдаемые изменения изотопного состава не зависят от индивидуальных черт биосинтеза или возрастных особенностей развития исследованных экземпляров, а вызваны общими для них внешними причинами. Однако какой-либо тренд в сторону увеличения содержания изотопа  $^{13}\text{C}$ , который мог бы быть обусловлен вкладом техногенной  $\text{CO}_2$ , отсутствует.

В определенной степени систематические техногенные изменения изотопного состава углерода могут быть замаскированы естественными колебаниями. Но, во всяком случае, они не выходят за пределы этих колебаний. Иначе говоря, пока не удастся обнаружить ощутимого влияния техногенной углекислоты на равновесие углерода в поверхностных оболочках.

Считаю своим долгом выразить благодарность Е. Н. Иванову, принимавшему участие в экспедиции, а также В. В. Алексею и В. А. Чиненову за участие в экспериментальной работе.

Институт геохимии и аналитической химии  
им. В. И. Вернадского  
Академии наук СССР  
Москва

Поступило  
25 IV 1975

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- 1 А. П. Виноградов, Введение в геохимию океана, М., «Наука», 1967. 2 Э. М. Галимов, Изотопы углерода в нефтегазовой геологии, М., «Недра», 1973. 3 Э. М. Галимов, Геохимия стабильных изотопов углерода, М., «Недра», 1968.