

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР  
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

24  $\frac{53}{A-92}$

п БИБЛИОТЕКА

# Атомная энергия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, А. П. ВИНОГРАДОВ,  
Н. А. ВЛАСОВ (зам. главного редактора), И. Н. ГОЛОВИН,  
Н. А. ДОЛЛЕЖАЛЬ, А. П. ЗЕФИРОВ, В. Ф. КАЛИНИН,  
И. Ф. КВАРЦХАВА, Н. А. КОЛОКОЛЬЦОВ (зам. главного редактора),  
А. К. КРАСИН, А. В. ЛЕБЕДИНСКИЙ, А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ,  
М. Г. МЕШЕРЯКОВ, М. Д. МИЛЛИОНЩИКОВ (главный редактор),  
И. И. НОВИКОВ, В. С. ФУРСОВ, В. Б. ШЕВЧЕНКО,  
К. Э. ЭРГИС, М. В. ЯКУТОВИЧ

147612

МАРТ

ТОМ 14

1963

ВЫП. 3



- Э. Сегрэ. Т. 1. М., Изд-во иностр. лит., 1955, стр. 250.
6. Е. П. Каплан, А. Д. Петров. «Ж. прикл. хим.», 33, 1226 (1960).
7. А. Д. Петров, Я. Л. Левков, Т. Ю. Шмук. «Нефтехимия», 1, 362 (1961).
8. Методы анализа органических соединений, их смесей и производных. Под ред. Г. Д. Гальперна. М., Изд-во АН СССР, 1960.
9. В. Ф. Гиллебранд и др. Практическое руководство по неорганическому анализу. М., Госхимиздат, 1957, стр. 718.

## Сдвиг радиоактивного равновесия между $Sr^{90}$ и $Y^{90}$ в воде озер

Г. А. Серeda, Ф. Я. Ровинский

Искусственные радиоактивные элементы, внесенные в водную массу озера, неизбежно вовлекаются в процессы миграции, которые приводят к загрязнению этими радиоактивными элементами всех составных частей водоема. Многие авторы при исследовании процессов миграции радиоактивных элементов из водной среды в донные отложения и водные организмы считают, что в основе этих процессов лежат сорбционные явления [1—3].

Общезвестно, что  $Sr^{90}$  генетически связан с  $Y^{90}$  и радиоактивное равновесие между ними устанавливается через 16—18 суток [4].

Можно предполагать, что в воде озер равновесие между  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$  нарушается за счет преимущественного по сравнению со  $Sr^{90}$  поглощения  $Y^{90}$  донным слоем, поскольку в озерных водах с рН до 9,5 и выше существование  $Y^{90}$  в виде истинного раствора маловероятно. Различие в поведении  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$  в озерной воде, вероятно, можно сравнить с различием в поведении кальция и железа. Известно, что в окислительной среде (периоды осенней и весенней циркуляции для глубоких озер и весь открытый период для мелких озер) трехвалентное железо практически полностью исчезает из водной массы озера [5].

Нами рассматривалось состояние равновесия между  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$  в воде водоемов двух типов — евтрофного и дистрофного (болота). Общее для них — небольшая глубина и связанная с этим гомотермия в летний период, простой рельеф береговой линии, плоская форма озерного ложа, наличие развитого слоя иловых отложений, хорошее ветровое перемешивание воды.

Состояние неравновесности между  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$  характеризуется отношением  $P = \frac{Y_{\text{факт}}^{90}}{Y_{\text{равн}}^{90}}$ , где  $Y_{\text{равн}}^{90}$  рассчитывают по содержанию  $Sr^{90}$  в воде, а  $Y_{\text{факт}}^{90}$  определяют экспериментально стандартными радиохимическими методами [6].

Средние результаты двух-трех параллельных определений этого отношения в воде рассматриваемых водоемов приведены в табл. 1. Из нее следует, что содержание  $Y^{90}$  в воде водоемов всех типов меньше равновесного, а воде болота  $Y^{90}$  практически полностью отсутствует.

Пользуясь данными о нарушении радиоактивного равновесия, мы подсчитали скорость очистки воды водоемов от  $Y^{90}$ . При расчете исходили из предположения, что скорость очистки воды — в среднем величина постоянная для данного водоема. В этом случае изменение концентрации радиоактивного элемента в воде при однократном введении его в водо-

Таблица 1  
Зависимость степени неравновесности между  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$  в воде различных водоемов от средней глубины ( $H_{\text{ср}}$ )

Водоем	$H_{\text{ср}} = \frac{V}{S}$ , м	$\frac{Y_{\text{факт}}^{90}}{Y_{\text{равн}}^{90}}$	рН
Евтрофный . . . . .	0,80	1,90	9,4
Евтрофный . . . . .	0,29	1,00	8,8
Дистрофный . . . . .	0,02	~0,30	6,7

ем за счет поглощения донным слоем описывается уравнением скорости реакции первого порядка:

$$C_t = C_0 e^{-kt}; \quad (1)$$

$$k = \frac{0,693}{\tau} \quad (2)$$

где  $C_0$ ,  $C_t$  — концентрации радиоактивного элемента в начальный момент и в момент времени  $t$  соответственно;  $k$ ,  $\tau$  — константа скорости очистки водной массы от радиоактивного элемента и период его полувыведения из воды соответственно.

Величина  $\tau$  для  $Y^{90}$  подсчитана по формуле, выведенной для случая, когда в воде присутствуют  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$ :

$$\tau = \frac{P}{1-P} T_{Y^{90}} \quad (3)$$

Результаты расчетов приведены в табл. 2, из которой видно, что скорость удаления  $Y^{90}$  из воды

Таблица 2  
Зависимость величины периода полувыведения  $Y^{90}$  от типа и глубины водоема

Водоем	$H_{\text{ср}} = \frac{V}{S}$ , м	$\tau$ , ч
Дистрофный . . . . .	~0,3	1,3
Евтрофный . . . . .	1,0	26
Евтрофный . . . . .	1,9	260

водоема существенно возрастает с уменьшением его глубины.

Можно предполагать, что миграция  $Y^{90}$  из воды в донные отложения зависит от совокупности факторов, среди которых состав примесей воды играет второстепенную роль. Основное значение для поглощения  $Y^{90}$  илами в естественном состоянии, по-видимому, имеют условия взаимодействия водной массы озера с иловым слоем, а именно интенсивность термического и механического (ветрового) перемешивания воды по всему объему озера, а также соотношение между массами иловых отложений и воды, которые при прочих равных условиях в свою очередь определяются средней глубиной водоема. Для подтверждения того, что изменение условий взаимодействия озерной воды с илом влечет за собой изменение степени неравновесности между  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$  в воде, был проведен такой опыт. Из евтрофного водоема одновременно брались вода и ил в соотношении 5 : 1 помещались в большой плоский кристаллизатор. В течение трех дней в воде определялось отношение  $Y_{факт}^{90}/Y_{равн}^{90}$ .

Результаты опыта ( $H_{ср} = 1,9$  м) показали следующее изменение отношения  $Y_{факт}^{90}/Y_{равн}^{90}$ :

До опыта	Через 1 день	Через 2 дня	Через 3 дня
0,795	0,468	0,394	0,382

Отсюда видно, что при изменении условий взаимодействия воды с илом изменяется и степень неравновесности между  $Sr^{90}$  и  $Y^{90}$  в воде.

Полученные данные о периоде полувыведения  $Y^{90}$ , вероятно, могут характеризовать скорость удаления всей группы редкоземельных радиоактивных продуктов деления из водной массы озер.

Поступило в Редакцию 30/VI 1962 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Агре, В. И. Корогодин. «Медицинская радиология», 5, № 1, 67 (1960).
2. Г. Г. Поликарпов. «Докл. АН СССР», 136, № 4, 921 (1961).
3. А. А. Титлянова, В. И. Иванова. Там же, № 3, 721 (1961).
4. А. Н. Несмеянов, А. В. Лоцицкий, Н. П. Руденко. Получение радиоактивных изотопов. М., Госхимиздат, 1954.
5. Н. М. Страхов и др. Образование осадков в современных водоемах. М., Изд-во АН СССР, 1954, стр. 529.
6. Сборник радиохимических и дозиметрических методик. М., Медгиз, 1959, стр. 76.