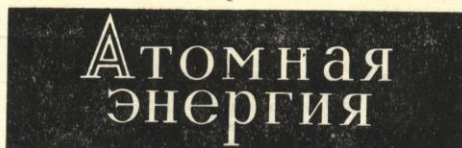


Ж 53  
A92

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ  
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР



Ежемесячный журнал  
ГОД ИЗДАНИЯ ТРИНАДЦАТЫЙ

АТОМИЗДАТ ■ МОСКВА ■ 1968

Том 25 ■ Ноябрь ■ Вып. 5

Главный редактор  
М. Д. МИЛЛИОНЩИКОВ

Заместители главного редактора  
Н. А. ВЛАСОВ, Н. А. КОЛОКОЛЬЦОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, А. П. ВИНОГРАДОВ, И. Н. ГОЛОВИН,  
Н. А. ДОЛЛЕЖАЛЬ, А. П. ЗЕФИРОВ, В. Ф. КАЛИНИН, А. К. КРАСИН,  
А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ, В. В. МАТВЕЕВ, М. Г. МЕЩЕРЯКОВ, П. Н. ПАЛЕЙ,  
Д. Л. СИМОНЕНКО, В. И. СМЕРНОВ, В. С. ФУРСОВ, В. Б. ШЕВЧЕНКО

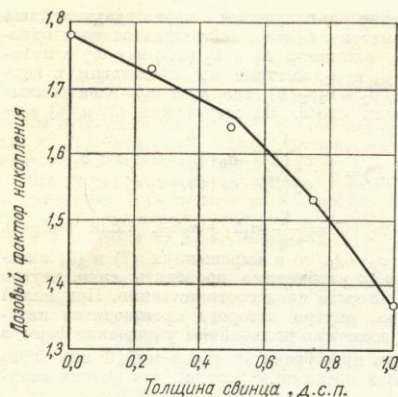
### СОДЕРЖАНИЕ

|   |  |     |
|---|--|-----|
| <b>СЕДЬМОЙ КОНГРЕСС МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ (секция «Атомные электростанции»)</b> . . . . .  |  | 355 |
| А. П. Александров. Ядерная энергетика и ее роль в техническом прогрессе . . . . .   |  | 356 |
| С. М. Фейнберг. Атомные электростанции . . . . .  |  | 363 |
| А. И. Лейпунский, И. И. Африкантов, О. Д. Казачковский, В. В. Орлов, М. С. Пинхасик, М. Ф. Троянов. Развитие ядерной энергетики с реакторами на быстрых нейтронах в СССР . . . . .                                    |  | 380 |
| Н. А. Доллежал, Ю. И. Корякин. Некоторые вопросы работы АЭС в энергосистемах . . . . .  |  | 387 |
| А. И. Чурин, В. А. Клячко, Ю. И. Корякин, Г. М. Соловьев, А. А. Логинов, В. В. Рыбачев. Совмещение крупных атомных электростанций с опреснительными установками . . . . .   |  | 394 |
| А. И. Лейпунский, И. И. Африкантов, И. С. Головин, Ф. М. Митенков, В. В. Орлов, М. С. Пинхасик, А. А. Ринейский, В. В. Стекольников, М. Ф. Троянов, В. И. Ширьев. Атомная электростанция с реактором БН-600 . . . . . |  | 403 |
| В. В. Стекольников, В. А. Сидоренко, В. П. Татарников, Б. С. Язвенко, В. П. Денисов. Атомная электростанция с двумя реакторными блоками мощностью по 440 Мвт (2 × 440 Мвт) . . . . .                                  |  | 408 |
| Рефераты иностранных докладов секции «Атомные электростанции» . . . . .   |  | 416 |
| <b>АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ</b>  |  |     |
| Н. С. Николаев, А. Т. Садигова. Комплексные соединения гексафторида урана с фторидами щелочных металлов (Сообщение первое) . . . . .  |  | 422 |
| В. А. Храмченков. Радиолиз смесей насыщенных и ароматических фторуглеродов . . . . .  |  | 423 |
| В. Н. Смирнов, М. И. Ушкова, А. М. Новиков. Использование изотопа $Te^{125m}$ качестве источника рентгеновского излучения . . . . .   |  | 424 |
| Е. М. Войнов, Г. Д. Ефремова, Н. А. Колокольцов. Теоретическое и экспериментальное исследование естественной конвекции газа в замкнутом контуре . . . . .   |  | 425 |
| Б. В. Окулов. О зависимости интенсивности тормозного излучения от энергии ускоренных электронов . . . . .   |  | 426 |
| С. А. Чурин. Расчет матричным методом спектрально-угловых характеристик излучения внутри плоских барьеров . . . . .   |  | 426 |
| <b>ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ</b>  |  |     |
| Ю. А. Шуколюков, Г. Ш. Ашкенадзе. Определение константы скорости спонтанного деления $U^{235}$ по накоплению изотопов ксенона в урановых минералах . . . . .  |  | 428 |
| А. В. Безносикова, Е. С. Смотряцкая, Н. Т. Чеботарев. Структура соединения PuPd . . . . .   |  | 430 |
| Н. Т. Чеботарев, Ю. Н. Сокурский, М. А. Андрианов, А. А. Иванов. Магнитная восприимчивость сплавов плутония с палладием . . . . .   |  | 431 |
| Л. В. Павлинов. Диффузия урана в титан-молибденовых сплавах . . . . .   |  | 434 |
| А. А. Лукьянов, С. А. Эль-Вакиль. Многоуровневое описание энергетической структуры нейтронных сечений . . . . .   |  | 435 |
| Ф. Насыров. Средние по спектру нейтронов деления сечения реакций $(n, 2n)$ , $(n, p)$ , $(n, \alpha)$ . . . . .   |  | 437 |
| Э. Т. Шипатов, Б. А. Кононов. Энергетическое распределение протонов с энергией 6,72 Мэв, прошедших через монокристаллы . . . . .  |  | 439 |
| В. Н. Байер, В. А. Хоае. Эффекты рассеяния частиц внутри пучков поляризованных электронов в накопителях . . . . .   |  | 440 |
| А. М. Кольчужкин, В. В. Учайкин. К расчету прохождения $\gamma$ -излучения через неоднородный барьер . . . . .  |  | 442 |
| В. Д. Виленский, В. В. Емельянов. Концентрация $Si^{32}$ в атмосфере . . . . .  |  | 444 |

235408



РГ



Дозовый фактор накопления за двухслойным барьером свинец — вода:

кривая — расчет по формуле (9) (толщина свинца  $< 0,5$ ) и по формуле (10) (толщина свинца  $> 0,5$ ); точки — расчет по методу Монте-Карло [2].

функций  $\bar{\Phi}_0^+$  и  $\bar{\Phi}_0^+$  в пределах тонкого слоя. Расчеты нерассеянного и однократно рассеянного излу-

чения за двухслойным барьером дают приближенную оценку этой области, справедливую для обеих формул:

$$\left| \frac{\Delta\sigma}{\sigma} \cdot \frac{\mu h}{\omega_z} \right| \ll 1,$$

где  $\mu$ ,  $h$  и  $\sigma$  относятся к тонкому слою.

Формулы (9), (10) были использованы для вычисления дозового фактора накопления за двухслойным барьером свинец—вода общей толщиной в одну длину свободного пробега при энергии источника  $1 \text{ МэВ}$  (см. рисунок). Невозмущенный поток в формуле (10) был вычислен методом Монте-Карло. Сравнение этих результатов с данными работы [2], полученными методом Монте-Карло непосредственно для двухслойного барьера, показало хорошее совпадение для толщины возмущающегося слоя вплоть до половины длины свободного пробега.

Поступило в Редакцию 17/X 1967 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Г. И. Марчук, В. В. Орлов. В сб. «Нейтронная физика». М., Атомиздат, 1961, стр. 30.
2. D. Bowman, D. T. Ruben. VS AEC Report CF-58-1-41, ORNL, 1958.

## Концентрация $\text{Si}^{32}$ в атмосфере

В. Д. ВИЛЕНСКИЙ, В. В. ЕМЕЛЬЯНОВ

В 1960 г. в морских губках был обнаружен  $\text{Si}^{32}$  — радиоактивный изотоп, постоянно образующийся в атмосфере при взаимодействии космического излучения с аргоном [1]. Несмотря на значительные технические трудности, связанные с необходимостью обработки больших проб и измерения низких уровней радиоактивности, в нескольких районах было определено содержание  $\text{Si}^{32}$  в воздухе [2, 3] и атмосферных выпадениях [2, 4], а также показана возможность использования  $\text{Si}^{32}$  для определения возраста ледников [2] и вод [5]. Для использования  $\text{Si}^{32}$  ( $T_{1/2} \approx 500 \div 600$  лет [2—4]) в геофизических и геохимических исследованиях необходимо выяснить основные закономерности распределения этого изотопа в атмосфере и атмосферных выпадениях, что имеет важное значение в связи с возможностью образования  $\text{Si}^{32}$  при ядерных испытаниях в 1961—1962 гг. [3].

Для определения содержания  $\text{Si}^{32}$  в атмосфере в умеренных и полярных широтах до проведения ядерных испытаний в 1961—1962 гг. использовались образцы аэрозолей, собранные из приземного слоя воздуха в Подмоскowie (55° с. ш.) и на о. Хейса (Земля Франца Иосифа, 80°37' с. ш.) [6]. Образцы представляли собой усредненную за длительный период золу фильтров типа ФП, которые применялись для сбора атмосферных аэрозолей. Для Подмоскowie усредненная проба отбиралась за период с октября 1958 г. по декабрь 1960 г., для о. Хейса — с мая 1960 г. по июль 1961 г.

Для определения  $\text{Si}^{32}$  золу сплавливали с едким натром в железном тигле, полученный сплав разлагали водой, затем выделяли кремнекислоту путем выпаривания с соляной кислотой. Промытую соляной кислотой

УДК 551.577.7:541.182.3

и горячей водой кремнекислоту прокаливали, добавляли фосфор-носитель (~20 мг фосфора в виде фосфата аммония) и повторно сплавливали, в результате чего выделялась кремнекислота. Выделенную кремнекислоту прокаливали до двуокиси кремния и хранили около двух месяцев с целью накопления  $\text{P}^{32}$  — дочернего изотопа  $\text{Si}^{32}$ . Средний выход двуокиси кремния составлял около 90%.

Для выделения  $\text{P}^{32}$  двуокись кремния, после добавления к ней фосфора-носителя, сплавливали с едким натром, сплав выпелачивали водой, в результате, как и ранее, выделялась кремнекислота. В фильтрате, полученном после отделения кремнекислоты, производили обычным способом осаждение фосфора вместе с гидроксидом железа. Дальнейшая очистка фосфора проходила следующим образом: осаждение фосфоромолибдата аммония, осаждение магнийаммонийфосфата, экстрагирование фосфоромолибденовой кислоты 20%ным раствором бутанола в эфире [7], осаждение магнийаммонийфосфата, очистка на катионите КУ-2 из 0,1 N раствора соляной кислоты и осаждение магнийаммонийфосфата. Средний химический выход фосфора, определенный взвешиванием пирофосфата магния, составлял около 70%.

Полученный образец пирофосфата магния монтировали с помощью разборной воронки для измерения его  $\beta$ -активности на проточном  $\beta$ -счетчике [8], фон которого в защите из свинца толщиной 40 мм и стали 5 мм и в кольце антисовпадений составлял около 0,8 имп/мин. Эффективность регистрации  $\beta$ -излучения образцов с диаметром активной части 18 мм была равна ~36%. В качестве рабочего газа использовалась

Результаты определения концентрации  $\text{Si}^{32}$  в приземном слое воздуха

| Место отбора пробы         | Объем, м <sup>3</sup>  | Вес золы, г | Содержание $\text{SiO}_2$ , % | Активность $\text{Si}^{32}$ , расп/мин |                |           | Концентрация $\text{Si}^{32}$ , п × 10 <sup>-6</sup> расп/мин × м <sup>3</sup> |
|----------------------------|------------------------|-------------|-------------------------------|--|----------------|-----------|--|
|                            |                        |             |                               | первый образец                         | второй образец | среднее   |  |
| Подмосковье, 1958—1960 гг. | 1,46 · 10 <sup>6</sup> | 45,0        | 52,5                          | 8,0 ± 1,6                              | 5,5 ± 0,5      | 5,7 ± 0,5 | 3,9 ± 0,3  |
| о. Хейса, 1960—1961 гг.    | 3,0 · 10 <sup>6</sup>  | 9,0         | 36,6                          | 2,4 ± 0,7                              | 3,0 ± 0,4      | 2,8 ± 0,3 | 0,9 ± 0,1  |

смесь 90% аргона и 10% метана. Следует отметить, что применение этой смеси позволило снизить рабочее напряжение до 2000 в и уменьшить фон. При работе на природном газе фон счетчика составлял около 1,3 имп/мин.

Результаты измерения  $\beta$ -активности образцов  $\text{P}^{32}$ , выделенных из двуокиси кремния, после введения поправок на эффективность счетной установки, поглощение и самопоглощение  $\beta$ -частиц измеряемым образцом, на накопление и распад  $\text{P}^{32}$ , а также на химический выход кремния и фосфора, приведены в таблице.

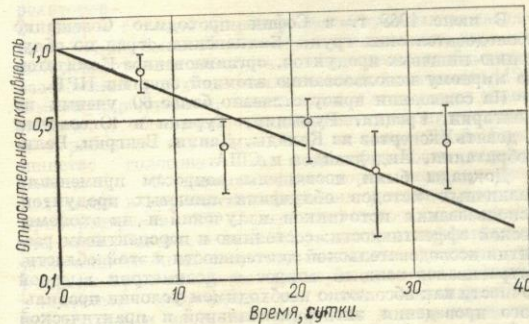
Для увеличения надежности определения проводилось повторное накопление  $\text{P}^{32}$ . В связи с малой точностью индивидуальных измерений среднее значение для каждого образца получали путем прослеживания его радиоактивности в течение одного-двух периодов полураспада. Обобщенные результаты таких измерений свидетельствуют (см. рисунок), что уменьшение  $\beta$ -активности образцов происходит с периодом полураспада, характерным для  $\text{P}^{32}$ .

Как видно из таблицы, содержание  $\text{Si}^{32}$  в приземном слое воздуха в Подмосковье —  $(3,9 \pm 0,3) \times 10^{-6}$  расп/мин · м<sup>3</sup> — значительно превышает концентрацию космогенного  $\text{Si}^{32}$ , ожидаемую в умеренных широтах —  $4,5 \cdot 10^{-7}$  расп/мин · м<sup>3</sup> [3], — и близко к концентрациям, наблюдавшимся в различные периоды после проведения ядерных испытаний в 1961—1962 гг. [2, 3].

В соответствии с представлениями о широтном распределении долгоживущих космогенных изотопов в атмосфере и атмосферных выпадениях [9] можно ожидать, что концентрация  $\text{Si}^{32}$  в полярном районе будет приблизительно в пять раз меньше, чем в умеренных широтах. Однако, как видно из таблицы, средняя концентрация  $\text{Si}^{32}$  в районе о. Хейса, равная  $(0,9 \pm 0,1) \cdot 10^{-6}$  расп/мин · м<sup>3</sup>, хотя и близка к расчетной величине, полученной из широтного распределения при использовании значения, найденного для Подмосковья, вместе с тем значительно превышает концентрацию, ожидаемую для космогенного  $\text{Si}^{32}$ .

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что и до ядерных испытаний в 1961—1962 гг. в атмосфере умеренных и полярных широт северного полушария наблюдались повышенные концентрации  $\text{Si}^{32}$ , возможно связанные с предшествующими ядерными испытаниями.

Для уточнения представлений о механизме образования  $\text{Si}^{32}$  при ядерных взрывах и закономерностях изменений концентрации космогенного  $\text{Si}^{32}$  в атмосфере и атмосферных выпадениях необходимо более детальное изучение связи  $\text{Si}^{32}$  с ядерными испытаниями. Большой интерес могли бы представить измерения



Изменение  $\beta$ -активности образцов фосфора, выделенных из кремния, в зависимости от времени. Прямая характеризует распад  $\text{P}^{32}$  ( $T_{1/2} = 14,3$  суток).

концентраций  $\text{Si}^{32}$  и  $\text{Sr}^{90}$  в годовых слоях отложений ледников.

Тем не менее обнаружение в атмосфере  $\text{Si}^{32}$  в количествах, превышающих ожидаемые, может иметь существенное значение для геофизических и геохимических исследований.

Поступило в Редакцию 23/IV 1968 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. D. Lal et al. Science, 131, 332 (1960).
2. W. Dansgaard et al. Tellus, 18, 187 (1966).
3. W. Dansgaard, H. Clausen. J. Geophys. Res., 71, 5474 (1966).
4. D. Kharkas et al. Geochim. et cosmochim. acta, 30, 621 (1966).
5. V. Nijampurkar et al. Nature, 210, 478 (1966).
6. В. Д. Виленский, Е. Н. Давыдов, С. Г. Малахов. В сб. «Радиоактивные изотопы в атмосфере и их использование в метеорологии». М., Атомиздат, 1965, стр. 120.
7. M. Ellis et al. Anal. Chim. Acta, 34, 169 (1966).
8. В. В. Емельянов. «Приборы и техника эксперимента», № 1, 203 (1965).
9. P. Lal. Earth Science and Meteoritics. Amsterdam, 1963, p.115.