

Ж 53
А92

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР

Атомная энергия

Ежемесячный журнал
год издания двенадцатый

АТОМИЗДАТ ■ МОСКВА ■ 1968

Том 24 ■ Июнь ■ Вып. 6

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, А. П. ВИНОГРАДОВ, Н. А. ВЛАСОВ (зам. главного редактора),
И. Н. ГОЛОВИН, Н. А. ДОЛЖЕЖАЛЬ, А. П. ЗЕФИРОВ, В. Ф. КАЛИНИН, Н. А. КОЛОКОЛЬЦОВ
(зам. главного редактора), А. К. КРАСИН, А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ, В. В. МАТВЕЕВ, М. Г. МЕЩЕ-
РЯКОВ, М. Д. МИЛЛИОНЩИКОВ (главный редактор), П. Н. ПАЛЕЙ, Д. Л. СИМОНЕНКО,
В. И. СМЕРНОВ, В. С. ФУРСОВ, В. В. ШЕВЧЕНКО.

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ

Н. В. Губкин, Д. Т. Десятников, И. К. Руднева. Пре-
имущество применения метода подземного выще-
лачивания урана в условиях обводненных пла-
стовых месторождений 511

А. И. Зубов, Г. Н. Котельников. Жильные твердые
битумы в урановом месторождении 514

М. Х. Ибрагимов, А. В. Жуков. Метод расчета нерав-
номерностей температур в пучках твэлов, охлаж-
даемых жидкими металлами 520

М. Н. Ивановский, Ю. В. Милованов, В. И. Субботин.
О характере зависимости коэффициента тепло-
отдачи при капельной конденсации от темпера-
турного напора 523

И. Т. Мишев, М. Г. Христова. Исследование концен-
трации радиоактивного газа Ag^{41} в воздухе, выбра-
сываемом через трубу реактора ИРТ-1000 530

И. А. Кондуров, А. И. Егоров, Д. М. Каминер,
Е. М. Коротких, А. М. Никитин. Измерение сеч-
ний захвата нейтронов радиоактивными ядрами
 Co^{58m} , Cu^{64} и Sc^{46} 533

В. И. Белоглазов, Ю. М. Базаев, А. К. Вальтер,
В. А. Вишняков, Ф. С. Гороховатский, И. А. Гри-
шаев, Ю. И. Добродобов, Е. В. Еременко, А. И. Зы-
ков, В. М. Кобзакский, В. В. Кондратенко,
Г. Ф. Кузнецов, Н. И. Мочешников, В. Б. Муфель,
В. И. Мякота, В. В. Петренко. Линейный ускоре-
тель электронов на 2 Гэв. Физико-технического
института АН УССР 540

В. Б. Красовицкий, В. И. Курилко, М. А. Стржеме-
чный. Нелинейная теория взаимодействия моду-
лированного пучка с плазмой 545

Ю. В. Скворцов, Э. И. Юрченко. Движение пролетных
частиц в системе с минимумом V 549

Ф. В. Кондратьев, Г. В. Синютин. Исследование рабо-
ты цезиевого термоэмиссионного преобразователя
с вольфрамовым катодом 553

В. С. Кессельман. Аналитические соотношения для
расчета глубины проникновения ионов в вещество 557

АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

М. П. Леончук. Расчет переходных режимов парогене-
ратора на ЦВМ 364

С. А. Козловский, В. С. Кызьюров, А. А. Сметанин.
Определение потока быстрых нейтронов детекто-
ром $ZnS(Ag)$ + плексиглас и детектором Бассона 564

В. А. Брисман, В. П. Савина. Исследование объем-
ных полей поглощенных доз нейтронных излу-
чений в полиэтиленовом образце 565

В. А. Брисман, В. П. Савина. Экспериментальное
исследование объемных полей поглощенных доз
реакторного γ -излучения в полиэтиленовом образце 566

В. П. Громов, Ю. Ф. Зубов, Д. Б. Подднеев. Рассеяние
быстрых нейтронов железными и алюминиевыми
барьерами 567

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Л. Н. Москвин, В. И. Портнягин. Влияние солей
 Na , K , Mg и Ca на экстракцию Ce и Y ДЭГФК
из кислых растворов 568

М. К. Юг. Коррозия сталей и никелевых сплавов
в расплавах натрийборсилкатных стекол при тем-
пературах 1000 и 1200°С 570

Г. Н. Маслов, Ф. Насыров, Н. Ф. Пашкин. Гамма-
излучение при взаимодействии нейтронов с энер-
гией 14 Мэв с ядрами атомов B , C , N , O , F , Al 573

Г. И. Михайлов, Л. П. Старчик. Анализ лития по вы-
ходу реакции $Li^7(\alpha, \alpha')Li^7*$ 575

В. А. Толстыков, В. П. Королева, В. Е. Колесов,
А. Г. Довбенко, Ю. Н. Шубин. Радиационный
захват быстрых нейтронов ядрами Sn^{122} , Sn^{124}
и Sb^{121} , Sb^{123} 576

Р. В. Джагацаниян, Ю. Г. Ляскин, Л. И. Хейфец,
В. И. Косоротов, В. И. Мукосей. Расчет коэффи-
циента полезного действия шарового источника
 β -излучения 580

О. В. Федоров. Слодково-молибдатный тип зоны окис-
ления 582

РЕПОЗИТОРИЙ ИМ. Ф. СКОРИНЫ



п 235609
225473/м

итоге приводит к окислению двухвалентного железа и восстановлению шестивалентного молибдена [7]. При усреднении кислых растворов гидроокислы железа отлагаются на некотором расстоянии от рудного тела. Ниже эта зона сменяется областью развития уран-молибденовых черней. Отсутствие лимонита на нижних горизонтах указывает на недостаточность кислорода для широких процессов гипергенеза.

Вертикальная зональность в распределении вторичных минералов урана и молибдена

Глубина, м	Преобладающий минерал	Преобладающий элемент	Примечание
0—5	Ураноспинит, метацейнерит	U	Преимущественное развитие минералов урана
5—10	Бетнакдалит, ферримолибдит	Mo	Может соответствовать зоне выщелачивания урана
20	Молибдаты урана, уран-молибденовые черни	U—Mo	Зона возможного обогащения урана за счет гипергенных процессов
	Первичные руды	Mo—U	

Изучение вертикального разреза слюdkово-молибдатного типа зоны окисления уран-молибденового месторождения показало, что в начале процесса гипергенеза уран и молибден в зоне окисления разобьены, т. е. в пределах поверхностного слоя (0—10 м) уран и молибден образуют свои собственные минералы. Уран отлагается главным образом в виде слюдок, молибден концентрируется в таких минералах, как бетнакдалит и ферримолибдит. В ходе развития процесса окисления уран-молибденовых руд с глубиной возрастают концентрации этих элементов в растворах. В результате достигаются оптимальные благоприятные

условия для образования молибдатов урана. Причем различные условия отложения (различные среды, соотношения урана и молибдена, влияние первичных минералов и т. д.) приводят к образованию из одних и тех же элементов (молибден, уран, кальций) различных минералов, таких, как умохонит, моурит, иригинит, калькурмолит и седовит.

В таблице представлена схема вертикальной зональности распределения вторичных минералов урана и молибдена.

Анализ условий, проведенный на участке развития молибдатов урана, показывает, что образование их идет при избытке в растворах ионов молибденовой кислоты. Это подтверждается широким развитием новообразований ильземанита. Хорошо известно, что для большинства уран-сульфидных месторождений, в том числе и уран-молибден-сульфидных, характерно обильное развитие новообразований сульфатов урана. На данном месторождении сульфаты урана встречаются крайне редко и в небольших количествах, хотя урановая смолка и сульфиды, главным образом пирит, часто находятся вместе. Таким образом, избыток ионов молибденовой кислоты в растворах является одной из благоприятных предпосылок для широкого образования гипергенных молибдатов урана.

Поступило в Редакцию 29/1 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. П. Власов и др. Геология месторождений уран-молибденовой рудной формации. М., Атомиздат, 1966.
2. К. В. Скворцова и др. «Геология рудных месторождений», № 5, 53 (1961).
3. Е. В. Копченкова и др. «Зап. Всесоюз. минерал. об-ва», ч. 91, вып. 1, 67 (1962).
4. К. В. Скворцова, Г. А. Сидоренко. «Зап. Всесоюз. минерал. об-ва», ч. 94, вып. 5, 548 (1965).
5. О. В. Федоров. «Зап. Всесоюз. минерал. об-ва», ч. 92, вып. 4, 464 (1963).
6. Ю. В. Казин. Кристаллооптическое и рентгеновское исследование иригинита. «Материалы Всесоюз. геол. ин-та», вып. 45, 117 (1961).
7. А. С. Михайлов. «Геохимия», № 10, 925 (1962).

О содержании Cs^{137} в теле человека, молоке и хлебе

В. А. КАНАРЕЙКИН, Ю. В. СИВИНЦЕВ

УДК 551.577.7

После подписания в августе 1963 г. Московского договора о запрещении ядерных испытаний в трех средах атмосфера стала очищаться от продуктов ядерных взрывов и вследствие этого начала снижаться концентрация Cs^{137} в организме человека. Ранее было показано, что концентрация Cs^{137} в теле человека (по результатам обследования группы из 10 взрослых мужчин, жителей Москвы, не имевших профессионального контакта с радиоактивными веществами), возрастая с 118 *пкюри/г* К в октябре 1962 г., достигла максимального значения 279 *пкюри/г* К в июне 1964 г., после чего стала снижаться [1]. Для регистрации дальнейших изменений концентрации Cs^{137} в организме человека та же группа подверглась исследованиям в 1964—1966 гг. с помощью спектрометра излучений человека (СИЧ), описанного в работе [2]. Результаты этих измерений представлены

на рис. 1. Из рисунка следует, что в течение 1965—1966 гг. концентрация Cs^{137} в организме человека продолжала снижаться, в результате чего с июня 1964 г. по октябрь 1966 г. она уменьшилась более чем в три раза (с 279 до 80 *пкюри/г* К). Содержание Cs^{137} в организме человека за этот же период уменьшилось с 35 до 13 *пкюри*. Среднее содержание Cs^{137} в организме человека за период с мая 1965 г. по октябрь 1966 г. составляло 20,8 *пкюри*.

В этот же период с помощью СИЧ были проведены ежемесячные измерения проб молока и несколько измерений проб белого хлеба. Цель таких исследований — выяснить, какой вклад в общее содержание Cs^{137} в теле человека вносят эти продукты и существует ли корреляция между содержанием Cs^{137} в них и организме человека. На рис. 2 показана кривая изменения содержания Cs^{137} в молоке и хлебе. Среднее содержа-

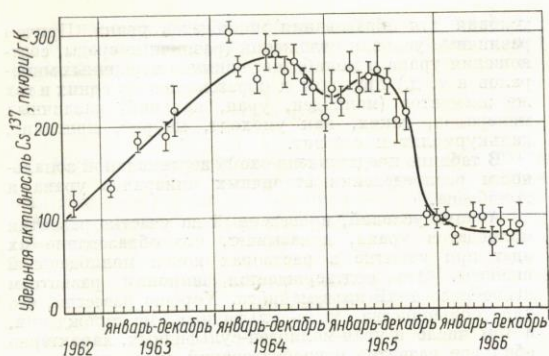


Рис. 1. Концентрация Cs^{137} в контрольной группе людей Москвы (1962–1966 гг.).

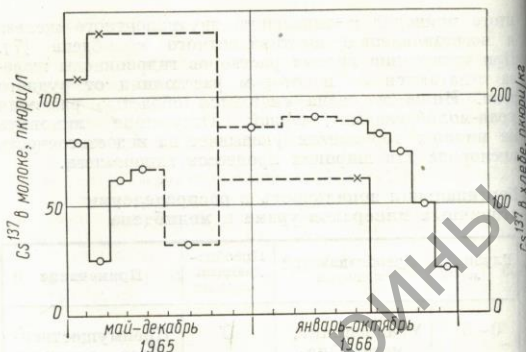


Рис. 2. Содержание Cs^{137} в пробах молока (О) и хлеба (Х) (1965–1966 гг.).

ние Cs^{137} в молоке с мая 1965 г. по октябрь 1966 г. составило 70 пкюри/л.

В ряде работ зарубежных исследователей [3–5] показано, что главным источником поступления Cs^{137} в организм человека является молоко. Оценим долю активности Cs^{137} , обусловленную молоком, в организме человека по результатам обследования 10 жителей Москвы. Предположим, что суточное потребление молока составляет 0,5 л [6], биологический период полувыведения Cs^{137} из организма человека примем равным 80 суткам. Равновесное количество Cs^{137} , обусловленное поступлением его в организм с молоком, найдем по соотношению

$$N_0 = \frac{\alpha}{1 - e^{-\frac{0,693}{T}t}}$$

где α — количество Cs^{137} , поступающего ежедневно с молоком; T — период полувыведения; t — время, равное 1 суткам. Поскольку, по нашим измерениям, $\alpha = 35$ пкюри/сутки, равновесное количество оценивается величиной 4 пкюри Cs^{137} . Таким образом, в условиях Москвы доля активности Cs^{137} в организме человека, обусловленная поступлением этого изотопа с молоком, составляет всего 20%. Соответствующие вычисления не выявили корреляции между содержанием Cs^{137} в организме человека и в молоке (коэффициент корреляции $r = -0,240 \pm 0,285$).

В работе [1] было высказано предположение, что в условиях относительно высокого потребления хлеба и круп наибольшее количество Cs^{137} поступает в тело человека с этими пищевыми продуктами. Наши измерения позволяют оценить долю равновесной активности

Cs^{137} в организме, обусловленную потреблением хлеба. Если предположить, что суточное потребление хлеба составляет 0,5 кг [6], среднее поступление Cs^{137} равно 100 пкюри/сутки. Отсюда по тому же соотношению определяем равновесное количество Cs^{137} в организме человека, обусловленное поступлением этого изотопа с хлебом. Оно равно 11,6 пкюри, что составляет 56% полного среднего количества Cs^{137} в организме человека за период с мая 1965 г. по октябрь 1966 г. Корреляция между содержанием Cs^{137} в организме и хлебе не вычислялась из-за малого числа проб хлеба. Таким образом, в условиях относительно высокого потребления хлеба и круп эти продукты являются главными источниками поступления Cs^{137} в организм человека.

Поступило в Редакцию 17/1 1968 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. В. Сивинцев, В. А. Канарейкин, О. М. Арутинов. «Радиобиология», VI, 822 (1966).
2. Ю. В. Сивинцев и др. «Атомная энергия», 18, 141 (1965).
3. I. Andersson, I. Nilsson. AE-45, Stockholm, 1960.
4. Четвертый доклад научного комитета ООН по действию атомной радиации (русский текст). Нью-Йорк, 1966, стр. 185, 221.
5. A. Boni. Health Physics, 12, 501 (1966).
6. Страна Советов за 50 лет. Сборник статистических материалов. М., «Статистика», 1967, стр. 249.

Моделирование частиц радиоактивных выпадений

Ю. А. ИЗРАЭЛЬ, А. А. ТЕР-СААКОВ, Н. Н. ЩЕТИННИН

УДК 551.577.7

Частицы радиоактивных выпадений от ядерных взрывов образуются в результате плавления вовлеченных в огненный шар частиц грунта при наземных взрывах [1] либо в результате конденсации с последующей коагуляцией испарившегося бомбового вещества при воздушных взрывах [2]. При подземных ядерных взрывах с выбросом грунта одним из воз-

можных механизмов образования частиц является дробление расплавленной породы, прилегающей к котловой полости и частично выбрасываемой в атмосферу [3].

Радиоактивные продукты взрыва конденсируются на поверхности частиц (или расплавленной породы) в соответствии с давлением насыщенных паров; при