

Ж 53
А92

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР



Ежемесячный журнал
ГОД ИЗДАНИЯ ДВЕНАДЦАТЫЙ

АТОМИЗДАТ ■ МОСКВА ■ 1968

Том 24 ■ Май ■ Вып. 5

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, Н. А. КОЛОКОЛЬЦОВ (зам. главного редактора), А. К. КРАСИН, А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ, В. В. МАТВЕЕВ, М. Г. МЕЩЕРЯКОВ, М. Д. МИЛЛИОНЩИКОВ (главный редактор), П. Н. ПАЛЕЙ, Д. Л. СИМОНЕНКО, В. И. СМЕРНОВ, В. С. ФУРСОВ, В. Б. ШЕВЧЕНКО.

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ

В. И. Баранов. Развитие радиогеологии в СССР . . . 419

Я. Богач, П. Квитнер, Э. Сабо. Определение некоторых примесей в кремнии высокой чистоты методом активационного анализа без разрушения образцов . . . 421

Я. Божик, Е. Кубовский, С. Лятэк. Измерение материального параметра критической сборки «Анна» . . . 425

Н. Г. Баданина, Ю. П. Сайков. Критерий сравнения состояния твэлов активной зоны реактора . . . 429

Ю. В. Чушкин, Е. Ф. Давыдов, В. Н. Сюзёв, Т. М. Гусева, В. В. Колесов, М. Д. Дерибизов. Радиационная стойкость пластинчатых твэлов реактора СМ-2 . . . 432

Б. Г. Егнзаров, В. А. Зюбко, А. И. Новиков. Выбор оптимальной аналитической методики при инструментальном активационном анализе . . . 435

В. И. Субботин, Д. М. Овечкин, Д. Н. Сорокин, А. П. Кудрявцев. Теплоотдача при кипении натрия в условиях свободной конвекции . . . 437

В. П. Бобков, М. Х. Ибрагимов, В. И. Субботин. Расчет коэффициента турбулентного переноса тепла при течении жидкости в трубе . . . 442

В. Я. Кудяков, М. В. Смирнов, Н. Я. Чукреев, Ю. В. Поеохин. Образование двухвалентного тория в среде расплавленного хлористого калия . . . 448

Н. М. Зуева, Л. С. Соловьев. Равновесие и устойчивость плазмы в аксиально симметричных тороидальных системах . . . 453

ПЕРСОНАЛИЯ

Исаак Константинович Кизкин (к 60-летию со дня рождения) . . . 460

АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

Н. Е. Брезнева, Ю. И. Капшанинов, С. Н. Озипранер. Изучение кинетики электролитического выделения гидроокисных осадков редкоземельных элементов . . .

А. С. Тшечкин. Вычислительное устройство для обработки γ -спектров . . . 462

В. Е. Дроздов, Ю. С. Рябухин. К расчету мощностей поглощенных доз полоого цилиндрического облучателя с неравномерным распределением активности . . . 463

М. Задубан, Л. Медвидь. Определение суммарной β -активности долгоживущих продуктов деления при помощи K^{40} . . . 464

Г. П. Березина, Я. Б. Файнберг, А. К. Березин. Экспериментальное исследование потоков быстрых ионов, образующихся в системе пучок — плазма . . . 465

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

М. А. Сарычев, Ю. Н. Алексенко, Н. В. Звонков, В. И. Буйницкая, И. В. Рогожкин, А. А. Баталов, Ю. В. Александров. Распределение потока тепловых нейтронов в различных отражателях с каналами . . . 467

Т. М. Гусева, Е. Ф. Давыдов, В. Н. Сюзёв, Ю. В. Чушкин. О возможном характере изменения объема тепловыделяющих композиций при твердом распухании . . . 469

Е. М. Лобанов, Н. В. Зиновьев. Определение необходимой статистики при бескорреляционной расшифровке данных активационного анализа . . . 471

С. Н. Вотинин, Т. М. Гусева, В. И. Клименков. О радиационной стойкости сплава циркония с 1% ниобия в условиях работы реактора СМ-2 . . . 473

А. Э. Шеми-заде. О сухих выпадениях продуктов ядерных испытаний . . . 474

К. П. Захарова, Г. М. Иванов, В. В. Куличенко, Н. В. Крылова, Ю. В. Сорокин, М. И. Федорова. Об использовании тепла химических реакций для термической переработки жидких радиоактивных отходов . . . 475

225381/м



Механические свойства материала канала и контрольных образцов (температура измерения 20° С)

| Материал | Температура отжига, °С | Предел прочности, кг/мм ² | Предел текучести, кг/мм ² | Относительное удлинение, % |
|--|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Образцы из материала канала необлученный | Неотож. | 60,6 | 56,5 | 13,0 |
| | То же | 62,0 | 57,8 | 13,0 |
| облученный потоком до $6,9 \times 10^{19}$ нейтр/см ² | 100 | 58,0 | 56,4 | 12,1 |
| | 400 | 63,7 | 58,3 | 10,3 |
| | 800 | 49,6 | 46,5 | 12,1 |
| Контрольные образцы необлученные | 750 | 44,0 | 37,0 | 26,0 |
| | — | 53,0 | 52,0 | 18,0 |
| облученные потоком до $1,1 \cdot 10^{20}$ нейтр/см ² | — | — | — | — |

у необлученных образцов из материала канала оказывается пониженным по сравнению с известным исходным значением и не изменяется после облучения. Поэтому можно считать, что облучение не меняет относительное удлинение образцов, находящихся в состоянии наклепа. Контрольные образцы в исходном состоянии имеют высокое значение относительного удлинения, хорошо согласующееся с известными данными и, как это обычно имеет место, понижающееся после облучения.

После отжига при 400° С отмечается некоторое упрочнение и понижение пластичности, что рассматривается как результат дисперсионного твердения. Отжиг при 800° С приводит к снижению прочности до значений, близких к исходным, хотя значение относительного удлинения остается неизменным. Здесь следует иметь в виду, что при измерениях относительного удлинения отсутствовала необходимая воспроиз-

водимость результатов для различных образцов из-за плохого качества поверхности, отступления от стандартной формы и разброса размеров образцов. Однако наиболее существенным является тот факт, что относительное удлинение у материала после облучения во всех случаях остается достаточно высоким. О высокой пластичности говорит также отсутствие изменения ударной вязкости.

Ударную вязкость определяли на нестандартных образцах размерами $5 \times 5 \times 55$ мм с круглым надрезом на маятниковом копре КМД-10 при комнатной температуре с погрешностью около 10%. Ударная вязкость материала из необлученного и облученного потоком быстрых нейтронов до $5,1 \cdot 10^{20}$ нейтр/см² участков канала равна соответственно 6,7 и 6,2 кгм/см².

Таким образом, данные, полученные на материале, длительное время работавшем в виде детали реактора при сложных условиях воздействия механических напряжений, нейтронного облучения и действия среды, находятся в хорошем согласии с литературными данными и свидетельствуют об удовлетворительном состоянии материала. Эти результаты еще раз подтвердили высокую стойкость циркониевого сплава с 1% ниобия и позволили рекомендовать его для дальнейшего использования в качестве материала каналов в реакторе СМ-2.

Поступило в Редакцию 1/VI 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. М. Фейнберг. В сб. «Действие ядерных излучений на материалы». М., Изд-во АН СССР, 1962, стр. 21.
2. Н. Ф. П р а в д ю к и др. В сб. «Действие ядерных излучений на материалы». М., Изд-во АН СССР, 1962, стр. 37.
3. Металловедение реакторных материалов. Т. 2. М., Госатомиздат, 1962.
4. J. Nucl. Materials, 9, 65 (1963).
5. А. Д. А м а е в и др. Доклад № 342, представленный СССР на Третью международную конференцию по мирному использованию атомной энергии (Женева, 1964).

О сухих выпадениях продуктов ядерных испытаний

УДК 551.577.7

А. Э. ШЕМЬИ-ЗАДЕ

Наблюдения, проведенные в некоторых районах Узбекистана, показали, что в зоне с сухим континентальным климатом основным механизмом осаднения продуктов ядерных испытаний является сухое выпадение [1]. Это противоречит известной концепции, согласно которой доля сухих выпадений в районах с малым количеством атмосферных осадков пренебрежимо мала [2].

Ранее сообщалось о значительной доле сухих выпадений на территориях Дании [3], Норвегии [4], Румынии [5]. На основании наблюдений, проведенных на территории Англии, Д. Пайрсон [6] получил следующую эмпирическую формулу, связывающую количество осадков B , плотность сухих выпадений C_M и плотность мокрых выпадений C_M :

$$\frac{C_M}{C_C} \approx \frac{1}{B^n}, \quad (1)$$

где $n = \frac{1}{4}$.

Как отмечается в работе [7], это соотношение, применимое для Англии, может оказаться непригодным для других климатических зон. Действительно, формулу (1) нельзя было использовать для описания результатов, полученных в условиях Узбекистана.

Наблюдаемая в условиях г. Ташкента и окружающих его районов связь между величинами C_M , C_C и B хорошо описывается соотношением

$$C_M = \lambda B C_C \quad (2)$$

Значение коэффициента λ , найденное эмпирически на основании данных о выпадениях, собранных в течение недели, оказалось различным в период глобальных выпадений и в период интенсивных выпадений. Так, по данным за 1961 г. (до октября) $\lambda = 0,04 \pm 0,02$,

а в период с декабря 1961 г. по февраль 1962 г. $\lambda = 0,08 \pm 0,02$. Используя формулу (2), можно получить долю сухих выпадений:

$$\frac{C_c}{C_m + C_c} = \frac{1}{1 + \lambda B} \quad (3)$$

где B — количество осадков (в миллиметрах), выпавших за неделю (так как значение λ определялось по недельным выпадениям).

В г. Ташкенте среднее значение доли сухих выпадений в период глобальных выпадений составило $74 \pm 20\%$, а во время интенсивных выпадений было равно $42 \pm 25\%$. При этом необходимо отметить, что за отдельные интервалы времени при сохранении величины уровня суммарных выпадений доля сухих выпадений была еще выше (до 96%).

Временная зависимость λ может быть обусловлена изменением степени дисперсности радиоактивных аэрозолей и связанными с этим изменением вариациями интенсивности вымывания и сухого осаждения.

Поступило в Редакцию 12/VI 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Э. Шемпи-заде. «Докл. АН УзССР», № 11, 24 (1966).
2. W. Libby. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 44, 800 (1958).
3. Доклад научного комитета ООН по действию атомной радиации, A/AC, 82/G/L, 343, 1961.
4. Доклад научного комитета ООН по действию атомной радиации, A/AC, 82/R, 124/Rev., 2, 1962.
5. V. Megery, V. Chiriac. Ann. Stint. Univ. Jaci, 16, No. 10, 117 (1964).
6. Доклад научного комитета ООН по действию атомной радиации, A/AC, 82/G/L, 516, 1960.
7. В. Н. Лавренчик. Глобальное выпадение продуктов ядерных взрывов. М., Атомиздат, 1965, стр. 132.

Об использовании тепла химических реакций для термической переработки жидких радиоактивных отходов

К. П. ЗАХАРОВА, Г. М. ИВАНОВ, В. В. КУЛИЧЕНКО, Н. В. КРЫЛОВА,
Ю. В. СОРОКИН, М. И. ФЕДОРОВА

УДК 621.039.75:542.65:536.66

В предыдущем сообщении [1] были приведены первые результаты исследования возможности применения тепла некоторых химических реакций для переработки твердых остатков жидких радиоактивных отходов в плавильные материалы непосредственно в мюглинке. Работа проводилась применительно к отходам, твердый остаток которых состоит из окиси алюминия или из смеси окисей железа, хрома, кальция и др.

В настоящей работе представлены результаты дальнейшего исследования условий и особенностей хемотермической переработки радиоактивных отходов различных составов. В состав сброшенных радиоактивных растворов могут входить такие компоненты, как нитраты, в том числе нитрат натрия, органические соединения и др. Кроме того, состав твердого остатка растворов зависит от выбранного режима обезвреживания. Если обезвреживание проводится при температуре $110-120^\circ\text{C}$, то образующийся твердый остаток содержит нитраты и органические примеси. Если обезвреживание проводится при более высоких температурах, порядка $600-700^\circ\text{C}$, основными компонентами твердого остатка могут быть карбонаты, образующиеся при взаимодействии нитратов с продуктами разложения органических соединений.

При наличии в шихте значительных количеств нитрата натрия для проведения процесса плавления может быть использовано тепло, выделяющееся при взаимодействии последнего с восстановителями, в том числе с металлическим алюминием. Указанная реакция характеризуется высоким тепловым эффектом ($2180 \text{ ккал на } 1 \text{ кг смеси}$).

Подобные реакции протекают очень бурно и при больших количествах смеси могут носить взрывной характер. Для снижения удельного тепловыделения, а также для улучшения качества образующегося плавильного материала в шихту необходимо вводить флюирующие добавки. При переработке нитрата натрия

лучшим флюсом является двуокись кремния (может использоваться мелкий кварцевый песок).

Результаты исследования процесса показали, что допустимое содержание нитрата натрия в шихте находится в пределах $20-50\%$.

Поскольку нитратсодержащие продукты имеют органические примеси, определяли допустимые количества органических продуктов (сульфокислот) в шихте. Было установлено, что допустимо содержание до 3% органических примесей. В противном случае либо реакция не происходит, либо в результате реакции образуется хрупкий шлаковидный продукт.

В том случае, когда в результате первой стадии переработки (обезвреживания) образуется продукт, содержащий, вместо нитратов, карбонаты или окислы, для проведения процесса в шихту вводится и окислитель, и восстановитель. Причем для получения плавильного материала может быть использован как термит, состоящий из окиси железа и алюминия, так и смесь нитрата натрия с алюминием. Содержание твердого остатка, состоящего в основном из карбонатов и не имеющего органических примесей в шихте, в которую в качестве термитной добавки введена смесь окиси железа с алюминием, не может быть выше $20-25\%$, при этом термитная добавка составляет не менее 60% . Наличие органических примесей даже в небольших количествах ($2-2,5\%$) значительно затрудняет процесс. Использование для переработки тех же продуктов нитрат-алюминиевого термита позволяет повысить содержание твердого остатка радиоактивных отходов до 35% при одновременном снижении добавки термитной смеси до 50% .

Таким образом, с целью получения конечного плавильного материала может применяться термитная смесь любого из указанных выше составов.

Большое внимание в работе было уделено вопросу образования возгонов в ходе хемотермического про-