

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ  
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР

Атомная  
Энергия

Ежемесячный журнал  
год издания двенадцатый

АТОМИЗДАТ ■ МОСКВА ■ 1968

Том 25 ■ Октябрь ■ Вып. 4

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. В. ШЕВЧЕНКО.

## СОДЕРЖАНИЕ

### СТАТЬИ

- В. Б. Осипов, Р. В. Джагацания, А. С. Штань,  
В. М. Симонов, С. В. Мамикоян, Л. Д. Солодихина,  
Д. П. Бодров, С. В. Голубков, Ю. Г. Ляскин.  
Радиационный сульфохлоратор РС-2,5 . . . . . 271
- Г. Н. Баласанов, Д. Я. Суражский, Б. А. Чумаченко,  
А. А. Дерягин, Е. П. Власов. Использование мате-  
матических методов при поисках месторождений  
урана . . . . . 274
- А. А. Шолохов, В. Е. Минашин. Теплообмен при про-  
дольном течении жидкости в пучках стержней . . . . . 280
- Б. Н. Селиверстов, А. И. Ефанов, Ю. М. Быков,  
П. А. Гаврилов, Л. В. Константинов. Некоторые  
вопросы приложения статистических методов  
к задачам оперативного исследования кинети-  
ческих характеристик реакторов . . . . . 287
- В. И. Голубев, Н. Д. Голяев, А. В. Звонарев, М. Н. Зи-  
нин, Ю. Ф. Колеганов, М. Н. Николаев, М. Ю. Ор-  
лов. Распространение нейтронов в двуокиси  
урана . . . . . 292
- Часть I. Пространственно-энергетические распре-  
деления . . . . . 292
- Л. П. Абагян, В. И. Голубев, Н. Д. Голяев, А. В. Зво-  
нарев, Ю. Ф. Колеганов, М. Н. Николаев,  
М. Ю. Орлов. Распространение нейтронов в дву-  
окиси урана . . . . . 297
- Часть II. Допплер-эффект на  $U^{235}$  . . . . . 297
- А. И. Громова, И. К. Морозова, В. В. Герасимов. Влия-  
ние облучения на электрохимическое поведение  
конструкционных материалов . . . . . 302
- Р. А. Беляев, Ю. И. Данилов, С. А. Фураев. Корро-  
зия длинномерных изделий из окиси бериллия в  
газовых влагосодержащих потоках . . . . . 305
- А. Ф. Настоящий. О функции распределения электро-  
нов в неоднородной слабоионизованной плазме . . . . . 308

### АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

- Р. В. Джагацания, В. Б. Осипов, Л. Д. Солодихина,  
Ю. Г. Ляскин, А. И. Гершенович. Опыт эксплуа-  
тации радиационно-химического сульфохлорато-  
ра РС-2,5 . . . . . 314
- В. Б. Осипов, Л. Д. Солодихина, Д. П. Бодров,  
В. М. Симонов, Р. В. Джагацания. Применение  
кассет сферической формы для создания протяжен-  
ных облучателей опытно-промышленных и промыш-  
ленных радиационно-химических установок . . . . . 315
- Э. И. Кузнецов. Время жизни заряженных частиц в  
плазме на установке «Токамак ТМ-3» . . . . . 315
- Н. С. Мартынова, И. В. Василькова, М. П. Сусарев,  
С. С. Толкачев. Термографическое и рентгено-  
структурное изучение системы  $UCl_4 - KCl - NaCl$  . . . . . 316
- В. Ф. Баранов, О. А. Павловский. О прохождении  
электронов через вещество . . . . . 317
- П. П. Зольников, Е. Г. Голиков, К. А. Суханова,  
Б. Л. Двинянинов. Отражение тормозного излу-  
чения бетатрона барьерами из различных матери-  
алов . . . . . 318
- П. А. Фелелов. Исследование влияния излучений  
на прочность стеклопластиков . . . . . 318

### ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

- В. Б. Осипов, В. П. Гутеев, Р. В. Джагацания,  
А. И. Гершенович, С. В. Голубков. Технично-эконо-  
мические аспекты радиационного способа произ-  
водства сульфоната . . . . . 320
- Н. Т. Чеботарев, А. В. Безносикова. Исследование  
структуры соединения  $CaUF_6$  . . . . . 321
- Б. П. Пritchett. К динамике выделения накопленного  
радиона при нагревании горной породы . . . . . 324

235307



## Технико-экономические аспекты радиационного способа производства сульфоната

В. Б. ОСИПОВ, В. П. ГУТЕЕВ, Р. В. ДЖАГАЦПАНИАН, А. И. ГЕРШЕНОВИЧ, С. В. ГОЛУБКОВ

УДК 541.15

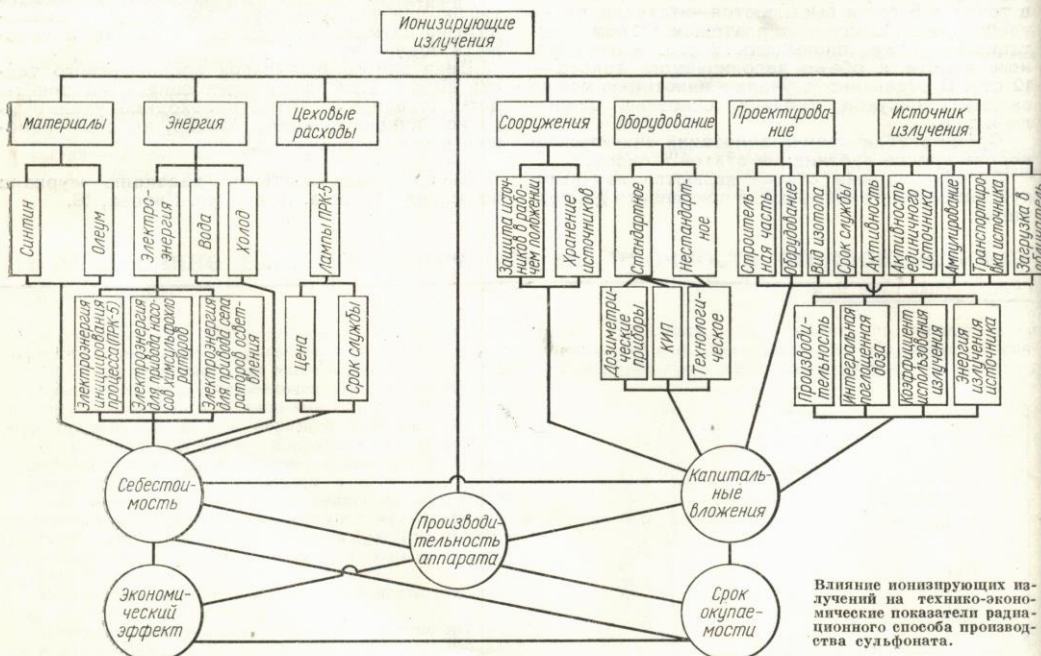
В 1967 г. в промышленном масштабе осуществлен первый в СССР радиационный процесс — радиационное сульфохлорирование парафиновых углеводородов (синтина).

Описание конструкции радиационного сульфохлоратора РС-2,5 дано ранее \*.

Влияние ионизирующего излучения на технико-экономические показатели процесса производства суль-

фоната при использовании в качестве основного сырья синтина схематически показано на рисунке. Использо-

вание ионизирующего излучения обеспечивает снижение расхода сырья (синтина, олеума), электрической энергии, топлива, холода, ртутно-кварцевых ламп. При этом несколько повышается потребление воды. Основными показателями экономической эффективности мощных радиационных установок, применяемых в химической промышленности, являются: 1) производительность, 2) капитальные вложения,



Влияние ионизирующих излучений на технико-экономические показатели радиационного способа производства сульфоната.

фоната при использовании в качестве основного сырья синтина схематически показано на рисунке. Использо-

3) себестоимость единицы готового продукта, 4) срок окупаемости дополнительных капитальных вложений.

\* Р. В. Д ж а г а ц п а н и а н и др. «Хим. пром-сть», № 4, 7 (1965).

При определении экономической целесообразности радиационного способа производства сульфоната за ос-

нову для сравнения взяты первоначальные плановые показатели производства сульфоната на 1966 г. Производственная программа предусматривала выпуск 6500 т сульфоната. Для выполнения этой программы с использованием фотохимического метода на действующем производстве предусмотрено шесть сульфохлораторов.

Эксплуатация радиационного сульфохлоратора РС-2,5 показала, что его часовая производительность равна 360 кг сульфоната, а максимальная часовая производительность составляет 500 кг (значение производительности принято с учетом потерь на стадии омыления сульфохлорида). Это примерно в 1,5–2 раза выше производительности сульфохлоратора при фотохимическом методе.

Режим эксплуатации сульфохлоратора РС-2,5 непрерывный, время работы 300 суток в год, годовая производительность 2400–3600 т сульфоната.

Затраты на сооружение одного радиационного сульфохлоратора оцениваются в 80 тыс. руб., в том числе стоимость источника 15 тыс. руб.

В результате применения радиационного сульфохлоратора высвободится оборудование на сумму 70 тыс. руб., что в свою очередь позволит освободить производственные площади стоимостью 140 тыс. руб.

Удельные капитальные вложения при радиационном способе снизятся на 19 руб/т при заданной производственной программе.

Достигается экономия материалов на 28,5 тыс. руб., уменьшается расход электроэнергии на 4,5 тыс. руб., холода на 6 руб/т продукта и увеличивается потребление воды на 6,4 тыс. руб. в год.

Снижаются амортизационные и цеховые расходы.

В таблице приведена структура себестоимости 1 т сульфоната при радиационном методе. Из таблицы видно, что доля амортизации источника излучения

Структура себестоимости сульфоната при радиационном методе производства

Показатели	Себестоимость, руб.	Доля, %
Материалы	471—06	57,2
Технологическое топливо	24—94	3,0
Энергия	35—94	4,4
Зарплата с начислениями	40—88	5,0
Амортизация основных средств	111—12	13,6
в том числе амортизация источника излучения	2—31	0,3
Цеховые расходы	104—45	12,7
Общие расходы действующего производства	31—54	3,8
Итого	822—24	100,0

составляет всего 0,3%. Это объясняется тем, что сульфохлорирование синтина относится к типу низкоэнергетических цепных процессов.

Годовая экономия от внедрения радиационного сульфохлоратора РС-2,5, определенная в соответствии с действующей методикой расчета, при годовой производительности цеха 6500 т сульфоната равна ~200 тыс. руб. на один сульфохлоратор.

Поступило в Редакцию 28/VII 1967 г.

## Исследование структуры соединения $\text{CaUF}_6$

Н. Т. ЧЕБОТАРЕВ, А. В. БЕЗНОСИКОВА

УДК 548.73:661.879.1

При изучении системы  $\text{CaF}_2 - \text{UF}_4$  [1] было получено соединение  $\text{CaUF}_6$ , имеющее гексагональную решетку с периодами  $a = 3,997 \text{ \AA}$  и  $c = 7,103 \text{ \AA}$ , с одной формульной единицей в элементарной ячейке ( $\rho_{\text{эксп}} = 6,59 \text{ г/см}^3$ ,  $\rho_{\text{рент}} = 6,62 \text{ г/см}^3$ ) и дифракционным классом симметрии  $D_{6h} = 6/mmm$ .

В работе Захаряна [2] сообщалось, что соединения  $\text{CaThF}_6$ ,  $\text{SrThF}_6$ ,  $\text{BaThF}_6$ ,  $\text{PbThF}_6$ ,  $\text{SrUF}_6$ ,  $\text{BaUF}_6$ ,  $\text{PbUF}_6$ ,  $\text{UF}_6$ ,  $\text{PuF}_3$  изоструктурны и обладают гексагональной ячейкой с периодами по оси  $a$  порядка 4 Å, по оси  $c$  порядка 7 Å. В работе указывалось, что это размеры псевдоячейки, полученные по данным порошковых рентгенограмм. Истинная ячейка имеет период  $a$  в  $\sqrt{3}$  раз больше. Соединения принадлежат к структурному типу  $\text{LaF}_3$  [3], причем атомы металлов статистически занимают положения атомов лантана.

В работе [3] исследовались монокристаллы  $\text{LaF}_3$ , и на основании анализа рентгенограмм колебания было установлено, что  $\text{LaF}_3$  обладает гексагональной ячейкой с периодами  $a = 7,124 \text{ \AA}$  и  $c = 7,280 \text{ \AA}$  ( $z = 6$ , пространственная группа  $D_{6h}^3$ ).

Атомы занимают следующие положения:

$$\text{La } 6: (g) \quad x_1 0 \frac{1}{4}; 0x_1 \frac{1}{4}; \bar{x}_1 \bar{x}_1 \frac{1}{4}; \bar{x}_1 0 \frac{3}{4}; 0\bar{x}_1 \frac{3}{4};$$

$$x_1 x_1 \frac{3}{4}, \text{ где } x_1 \text{ близко к } 1/3 \text{ и, вероятно, равно } 0,34;$$

$$F_{12}: (a) \quad 00 \frac{1}{4}; 00 \frac{3}{4};$$

$$F_{114}: (c) \quad \frac{1}{3} \frac{2}{3} \frac{1}{4}; \frac{2}{3} \frac{1}{3} \frac{1}{4}; \frac{1}{3} \frac{2}{3} \frac{3}{4}; \frac{2}{3} \frac{1}{3} \frac{3}{4};$$

$$F_{1112}: (k) \quad x_2 0z; 0x_2 z; \bar{x}_2 \bar{x}_2 z; \bar{x}_2 0, \frac{1}{2} + z; 0\bar{x}_2, \frac{1}{2} + z;$$

$$x_2 x_2, \frac{1}{2} + z; \bar{x}_2 0z; 0\bar{x}_2 \bar{x}_2; x_2 x_2 z; x_2 0, \frac{1}{2} - z;$$

$$0x_2, \frac{1}{2} - z; x_2 x_2, \frac{1}{2} - z, \text{ где } x_2 \text{ очень близко к } 2/3, \text{ а } z \text{ равно приблизительно } 0,075.$$

В работе [3] отмечается, что по данным порошковых рентгенограмм была индиферирована ячейка с периодом  $a$  в  $\sqrt{3}$  раз меньше, т. е.  $a = 4,113 \text{ \AA}$ . Однако на рентгенограммах колебания были получены отражения, не соответствующие этой «маленькой» ячейке. Для их индиферирования необходимо было перейти к увеличен-