

Таблица 2

Результаты расчетов по оптимизации источника

Диаметр трубы, мм	40	60	70	60	90	70	90	90	90	90	90
Кол-во, шт.	4	10	12	13	17	18	21	24	28	30	32
Активность, $\times 10^3 \text{Ки}$	4.00	10.00	12.00	13.00	17.00	18.00	21.00	24.00	28.00	30.00	32.00
Факт. активность, $\times 10^3 \text{Ки}$	3.76	9.00	10.80	11.05	14.96	14.76	17.64	21.84	21.56	22.20	22.72
МЭД, $\times 10^6 \text{мР/ч}$ ($r=1\text{м}$)	1.89	4.45	5.29	5.56	7.29	7.40	8.71	10.59	10.87	11.41	11.93
Самопоглощение, %	6	10	10	15	12	18	16	17	23	26	29

В защитных камерах горячей лаборатории НИИАР отработана технология дистанционной загрузки облученных пэлов реакторов СМ-2 и БН-600 в оболочку $\varnothing 12,0 \times 1,0$ мм, в том числе в 1 оболочку — по 4 пэла реактора СМ-2, или в 1 оболочку по 1 пэлу реактора БН-600.

Заключение

Разработана конструкция и технология изготовления нового вида источника гамма-излучения на основе радионуклидов европия. Сердечником источника могут быть как отработавшие стержни регулирования реакторов, так и направленно облученные в исследовательских или в энергетических быстрых реакторах.

Списко литературы

1. Рисованый В.Д., Клочков Е.П., Пономаренко В.Б., Захаров А.В. Европий в ядерной технике. Димитровград, НИИАР, 1998
2. Рисованый В.Д., Клочков Е.П., Пономаренко В.Б., Захаров А.В. Европий в ядерной технике. Димитровград-2004, НИИАР. 2-ое издание переработанное.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ СОЗДАНИЯ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ОБОГАЩЕННОГО КАРБИДА БОРА

Рисованый В.Д., Захаров А.В., Клочков Е.П., Казаков Л.Л., Соколов В.Ф.

ОАО «ГНЦ НИИАР»

Среди стержней регулирования ядерных реакторов особое место занимают стержни, содержащие обогащенный изотоп ^{10}B в составе

карбида бора. Обогащенный по изотопу ^{10}B карбид бора — единственный поглощающий материал с достаточной эффективностью поглощения нейтронов в условиях реакторов на быстрых нейтронах. Отработавшие органы регулирования занимают большое место в хранилищах реакторных установок, что вызывает озабоченность эксплуатационного персонала. Обогащенный карбид бора является дорогостоящим продуктом, а потому его необходимо возвращать в производство.

Несомненные выгоды можно получить в результате многократного использования в реакторах карбида бора из отработавших стержней АЗ. В ГНЦ НИИАР для этой цели разработана технология хлорной переработки облученного карбида бора обеспечивающая замкнутый цикл использования обогащенного карбида бора в реакторах на быстрых нейтронах.

Отработавшие стержни АЗ транспортируются в ГНЦ НИИАР. В горячих камерах из них извлекается сердечник — таблетки карбида бора. Примеси в составе карбида бора создают заметную наведенную радиоактивность. Поэтому работы с извлеченными таблетками производятся в горячих камерах. Извлеченный карбид бора по хлорной технологии перерабатывается в борную кислоту (H_3BO_3). При этом происходит полная очистка от радиоактивных примесей, и дальнейшие работы производятся вне горячих камер. Из борной кислоты углетермическим методом синтезируется порошок карбида бора, а из него методом горячего прессования изготавливаются таблетки необходимой геометрии. Они служат для изготовления сердечников новых стержней (рис. 1).

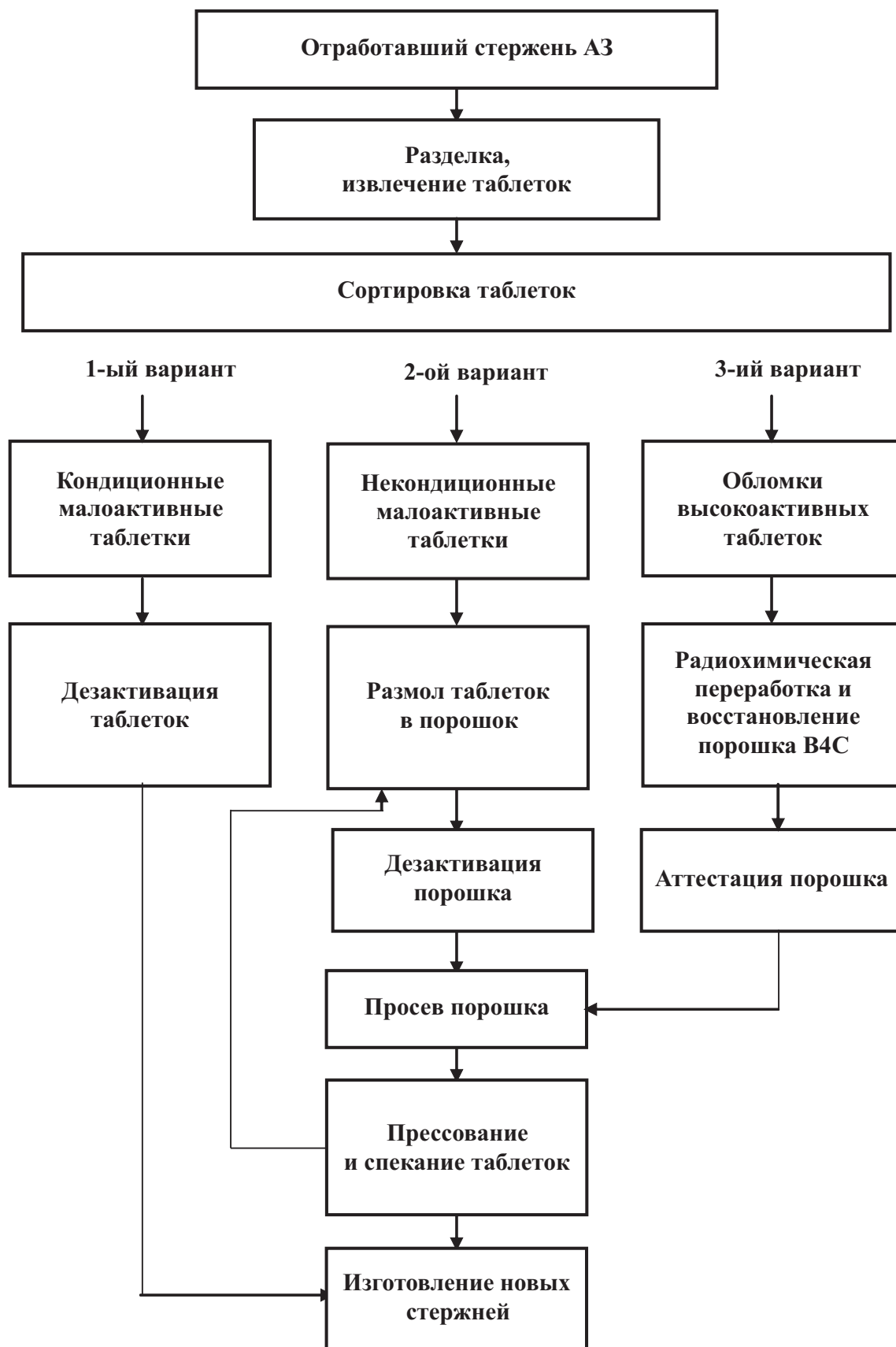


Рис. 1 Схема переработки карбида бора из отработавших стержней АЗ и восстановление карбида бора

Таблица 1

Характеристики получаемых продуктов переработки

Борная кислота H_3BO_3		Порошок B_4C	
Содержание	$H_3BO_3 \geq 99,5\%$ $B_{общ} \geq 17,3\%$	Содержание	$B_{общ} \geq 74\%$ $C_{общ} \geq 20\%$ $C_{своб} \leq 1\%$ $B_4C \geq 98\%$
Радиоактивность	$\Sigma Fe, Al, Si, Mg \leq 0,2\%$ на уровне естественного фона	Размер частиц	≤ 10 мкм

Цикл может повторяться многократно до снижения содержания изотопа ^{10}B ниже установленного уровня. После этого может производиться добавление в борную кислоту свежего обогащенного бора, что восстановит поглощающую эффективность материала.

Качество получаемых при переработке продуктов: борной кислоты, порошка карбида бора и таблеток из него удовлетворяют всем основным требованиям, предъявляемым к поглощающим материалам стержней СУЗ (Табл. 1).

Начиная с 1995 г. на основе рефабрицированного карбида бора изготавливаются все стержни регулирования реактора БОР-60. Были проведены послереакторные материаловедческие исследования, на основе которых сделаны

выводы о возможности эксплуатации рефабрицированных стержней реактора БОР-60. К настоящему времени общее число изготовленных стержней из рефабрицированного карбида бора превысило 10 штук. Начиная с 1997 г. начата рефабрикация стержней регулирования реактора БН-600 и из рефабрицированного карбида бора были изготовлены 3 стержня регулирования.

Заключение

Впервые в мировой практике реализован замкнутый цикл в использовании поглощающих материалов, в частности, дорогостоящего обогащенного карбида бора. Этот замкнутый цикл позволяет утилизацию стержней регулирования, снижение объемов радиоактивных материалов и отходов, подлежащих захоронению.

Физико-математические науки

СОВМЕЩЕННЫЙ ГАЗОВЫЙ АНАЛИЗ КРИПТОНА И КСЕНОНА

Колесников В.А., Юров В.М.

*ОАО «Казчерметавтоматика,
Караганда
exciton@list.ru*

Предложен новый подход к проведению газового анализа совмещенными люминесцентным и эмиссионным спектральными методами, в котором возбуждение люминесценции красителя, помещенного внутри газоразрядной трубки, осуществляется световой вспышкой импульсного разряда анализируемого газа (ксенона или криптона).

Ввиду отсутствия метрологически аттестованных стандартных образцов на основе криптона и ксенона оценить погрешность измерений и макетов газоанализаторов затруднительно. Была оценена случайная составляющая погрешности макета эмиссионного газоанализатора по сходимости его показаний при периодическом напуске одной и той же газовой смеси.

Относительные среднеквадратические отклонения показаний N_2 , Xe, Kr не превысили 1,3%. Поскольку суммарная погрешность газоанализатора не должна превышать 10%, то ясно, что основной вклад в суммарную погрешность будут давать средства градуировки.

Проводилась обработка математической модели. Погрешность аппроксимации экспериментальных данных полиномом вида

$$I_1 = A_0x^2 + A_{01}y^2 + A_{02}z^2 + A_{03}xy + A_{04}xz + A_{05}x + A_{06}y + A_{07}z + A_{08}$$

не превышала 5%. Это достаточно высокая точность для проведения экспериментов.

Из неинформативных параметров наиболее сильное влияние на величину аналитического сигнала оказывают давление и расход анализируемого газа. Как показали специально проведенные исследования, эти параметры должны быть стабилизированы с погрешностью не более 1%.

Нами разработана конструкторская документация на регулятор абсолютного давления.