**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа – Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки – 14.03.02 «Ядерные физика и технологии»

Отделение школы (НОЦ) – Отделение ядерно-топливного цикла

**ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №2**

по дисциплине

“Междисциплинарный проект”

|  |
| --- |
| **Тема работы** |
| Расчет изменения изотопной концентрации по каскаду в стационарном режиме |

Выполнил

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Группа** | **ФИО** | **Подпись** | **Дата** |
| 0А8Д | Кузьменко Анна Сергеевна |  |  |

Проверил

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Должность** | **ФИО** | **Ученая степень, звание** | **Подпись** | **Дата** |
| Профессор ОЯТЦ | Видяев Д.Г. | д.т.н. |  |  |

Томск – 2021 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ3

1.1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СООТНОШЕНИЯ3

1.2. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА РАБОТЫ КОЛОННЫ ИЛИ КАСКАДА КОЛОНН4

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТА5

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** провести расчет изменения концентрации целевого изотопа по колоннам каскада в режимах без отбора и с отбором при заданных параметрах его работы.

**1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

**1.1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СООТНОШЕНИЯ**

Одним из наиболее эффективных промышленных методов разделения изотопов лёгких элементов (водорода, лития, бора, углерода и др.) является физико-химический метод изотопного обмена. Важной особенность физико-химических методов является обратимость элементарного акта разделения и двухфазность рабочей системы.

Наиболее удобной рабочей двухфазной системой считается система жидкость – газ. Процесс разделения изотопов при этом проводят в разделительных колоннах, при непрерывном противоточном движении потоков жидкой (*L*) и газовой (*G*) фаз. Поскольку значения констант равновесия, летучестей и т. д. для различных изотопнозамещенных форм различно, то возникает изотопный эффект, приводящий к изменению содержания данного изотопа в разных фазах. Вследствие этого эффекта, характеризуемого величиной коэффициента разделения *α*, содержание изотопа в фазе *L*, покидающей некоторое сечение колонны *II* будет отличаться от содержания этого же изотопа в фазе *G*, покидающей сечение *I*:

 (1)

где *c*1, *c*2 – мольные доли целевого изотопа в равновесных фазах.

Уравнение, описывающее обогащение в каскаде из элементов второго рода, при условии, что α для всех элементов одинаково, а коэффициент обогащения *ε* = (*α* – 1) << 1 и поток отбора *P* << *L* имеет вид:

 (2)

где *c*P – концентрация отбора.

**1.2. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА РАБОТЫ КОЛОННЫ ИЛИ КАСКАДА КОЛОНН**

Разделительные колонны различаются по виду, особенностям строения и работы. На рисунке 1 приведена схема работы колонны, используемая в данной лабораторной работе.

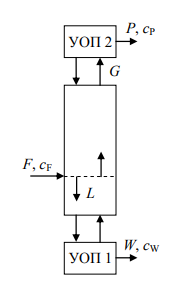


Рисунок 1 – Схема процесса разделения изотопов

Обозначения: *c*P, *c*F, *c*W – концентрации отбора, питания, отвала;

*P*, *F*, *W* – потоки отбора, питания, отвала

Разделяемая бинарная смесь изотопов подаётся в среднюю часть колонны (рисунок 1), в которой осуществляется противоточное движение фаз. Проходя последовательно ряд разделительных элементов, одна из фаз обогащается лёгким изотопом, а другая – тяжёлым. На концах колонны имеются специальные аппараты, которые предназначены для создания противоточного движения фаз путём перевода смеси изотопов из одной фазы в другую.

В стационарном режиме работы колонны справедливы следующие соотношения материального баланса:

 (3)

 (4)

В ряде случаев при большой высоте колонны и, исходя из различных практических особенностей организации разделительного процесса, колонну разбивают на несколько, образующие каскад колонн.

**2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТА**

Расчет параметров работы каскада колонн в режимах без отбора и с отбором проводится в следующей последовательности.

1. Рассчитывается значение коэффициента разделения для заданной температуры по формуле (5):

 (5)

где *T* – температура, К.

2. По формуле (6) рассчитывается коэффициент обогащения:

 (6)

3. Определяется минимальное число теоретических тарелок в обогатительной и регенеративной частях:

, (7)

, (8)

где *c*P*, c*W*, c*F – концентрации отбора, отвала и питания.

4. По формуле (9) вычисляется число теоретических тарелок:

 (9)

5. Определяется количество колонн:

, (10)

где *N* – количество теоретических тарелок в одной колонне.

6. Рассчитывается изменение концентрации целевого изотопа в безотбоном режиме (*P* = 0) по колоннам каскада с помощью формулы (11):

 (11)

7. Определяется величина начального потока при работе каскада с заданным отбором по формуле (11):

, (12)

где *P* – поток отбора, моль/ч; *k* – коэффициент для сшивки каскада по концентрации отвала. В первом приближении *k* = 1, далее в зависимости от полученной концентрации отвала вычисляется по формуле  (*i* – цикл итерации).

8. Рассчитывается средний поток для каждой колонны по формуле (13):

, (13)

где *r* – доля сокращения потока на одной теоретической тарелке.

9. Рассчитывается изменение концентрации целевого изотопа в режиме с отбором по колоннам каскада по формуле (14):

, (14)

где .

Расчет проводится от концентрации отбора *c*P до концентрации отвала *c*w.

10. Определяются величины потоков питания *F* и отвала *W* в каскаде для режима с отбором из системы уравнений (15):

, (15)

11. Строятся графики изменения концентрации целевого изотопа в режимах без отбора и с отбором по колоннам каскада.