

Для исследования закономерностей нестационарного разделения изотопов германия в каскаде газовых центрифуг при заполнении его рабочим веществом и накоплении изотопов до стационарных значений при практически неизменных гидравлических параметрах каскадов была использована математическая модель [1].

В процессе исследования проводилось численное моделирование нестационарного процесса разделения изотопов германия в каскаде газовых центрифуг постоянной ширины при его заполнении рабочим веществом, и определялась динамика концентрации его изотопов в потоках легкой и тяжелой фракций каскада.

В результате исследования показано, что в процессе заполнения происходит разделение изотопов германия. После заполнения каскада изотопы германия распределяются по ступеням каскада в соответствии с их массовыми числами. Наибольшее изменение концентрации изотопов германия имеет место на конечных ступенях каскада, наименьшее – вблизи ступени подачи потока питания. Результаты численного моделирования разделения изотопов германия хорошо согласуются с данными других авторов для случая, когда гидравлические параметры каскада соответствуют стационарным. Характер изменения концентрации изотопов германия в ходе нестационарного процесса зависит от начального состояния каскада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов А. А., Ушаков А. А., Совач В. П. Математическая модель нестационарных гидравлических процессов, протекающих в каскаде газовых центрифуг при разделении многокомпонентных изотопных смесей. Альтернативная энергетика и экология. 2015. Т. 23, № 187. С. 45–50.

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА ОТВЕРСТИЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РЕБРАХ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОГРУЖНОЙ ЕМКОСТИ НА ДИНАМИКУ ЕЕ ЗАПОЛНЕНИЯ ДЕСУБЛИМИРОВАННЫМ UF₆

Балаев Д.Б.

Научный руководитель: Орлов А.А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: balaev_daniil@mail.ru

Данная работа посвящена исследованию возможности повышения производительности вертикальной погружной емкости объемом 0,06 м³ с горизонтальным оребрением. Проведенные ранее расчеты показали, что для заполнения емкости до 70% свободного объема без «перемерзания» верхнего ребра и обеспечения максимальной средней производительности 4,64·10⁻³ кг/с диаметр центральных отверстий в ребрах должен быть 64·10⁻³ м.

Нами рассмотрен случай, когда центральные отверстия в ребрах имеют различный диаметр. Верхнее ребро также имеет центральное отверстие диаметром 64·10⁻³ м, а в нижнем ребре диаметр отверстия уменьшается с 64·10⁻³ м до 1,0·10⁻³ м с шагом 1·10⁻³ м. Диаметр остальных отверстий уменьшается таким образом, что от верхнего до нижнего ребра они образуют усеченный конус. Критерием ограничения диаметра отверстий в ребрах емкости являлось «перемерзание» на любом ребре.

Показано, что, максимальная средняя производительность емкости наблюдается при диаметре центрального отверстия в нижнем ребре 36·10⁻³ м и составляет 5,07·10⁻³ кг/с. Сравнение показывает, что средняя производительность емкости при расположении центральных отверстий в виде усеченного конуса на 9,27% выше, чем в случае когда диаметр всех отверстий одинаков. Это объясняется тем, что площадь теплообменной поверхности ребер емкости также увеличивается.

ДИНАМИКА ЗАПОЛНЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОГРУЖНОЙ ЕМКОСТИ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМИ РЕБРАМИ ДЕСУБЛИМИРОВАННЫМ UF₆

Турбина И.А.

Научный руководитель: А.А. Орлов, д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: iat22@tpu.ru

В работе исследована возможность повышения производительности вертикальной погружной емкости объемом 0,06 м³ с горизонтальным оребрением. Рассмотрен случай, когда центральные отверстия в ребрах имеют различный диаметр. Верхнее (первое) ребро имеет отверстие диаметром 64·10⁻³ м. Диаметр отверстия второго ребра уменьшался шагом 1·10⁻³ м до его «перемерзания». Определено его максимальное значение до момента «перемерзания». При этом диаметры отверстий остальных ребер были равны этому максимальному значению. Затем уменьшался диаметр отверстия третьего ребра до момента его «перемерзания», причем отверстия в трех верхних ребрах образовывали усеченный конус, а в остальных – цилиндр. Аналогично изменялись диаметры отверстий в ребрах с четвертого по тринадцатое, пока они не образуют усеченный конус. В результате определена оптимальная

конфигурация отверстий, обеспечивающая максимальную теплообменную поверхность ребер и среднюю производительность емкости.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ Q-КАСКАДА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКООБОГАЩЕННОГО МОЛИБДЕНА-98

Проценко А.В.

Научный руководитель Орлов А.А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634034, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: avp98@tpu.ru

Перспективным является применение изотопных технологий в медицине. В США с применением изотопов проводится более 36 тысяч медицинских процедур в день и около 100 миллионов лабораторных тестов в год. Широко распространены процедуры, связанные с компьютерной томографией и введением изотопных терапевтических агентов [1]. Нароботка ^{98}Mo является необходимой ступенью для получения ^{99}Mo . В свою очередь радиоактивный ^{99}Mo используется при производстве радиоактивного $^{99\text{m}}\text{Tc}$, применяемого для диагностики большого числа заболеваний, а также в радиофармацевтических препаратах. В настоящее время количество используемого ^{99}Mo оценивается примерно в 1 млн Кюри в год при цене за 1 Кюри порядка 200 долларов США. Ежегодно количество производимого ^{99}Mo увеличивается на 10 %. Из-за относительно короткого периода полураспада ^{99}Mo создание складских запасов генераторов технеция невозможно [2]. В данной работе по известной методике произведен расчет параметров Q – каскада для получения высокообогащенного ^{98}Mo . Приведен график распределения концентрации изотопов молибдена и профиль рассчитанного Q – каскада. Показано, что изотопы молибдена распределяются по ступеням каскада в соответствии с их массовыми числами. Наибольшее изменение концентрации изотопов молибдена имеет место на концевых ступенях каскада, наименьшее – вблизи ступени подачи потока питания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.А. Орлов, М.В. Верлинский, Разделение многокомпонентных изотопных смесей. — Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – [С.40].
2. Физические основы разделения изотопов в газовой центрифуге : учебное пособие для вузов / В.Д. Борисевич, В.Д. Борман, Г.А. Сулаберидзе и др.; под ред. В.Д. Бормана. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2011. – 275 с.

ИСТОРИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ В СССР

Скорынин Г.М.¹, Орлов А.А.²

¹663690, г. Зеленогорск Красноярского края, пр. Мира, 19

²Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: skorynin@gmail.com

В докладе раскрыты забытые страницы и имена советских ученых, осуществивших первые попытки разделения изотопов в СССР. Дан анализ научного вклада в разделение изотопов Максвелла, впервые доказавшего возможность разделения смеси газов в центробежном поле. Рассмотрен процесс выбора и освоение газодиффузионной технологии для промышленного обогащения урана в СССР.

Приведены основные вехи истории создания в СССР центрифужной технологии обогащения урана:

- начало исследований газовых центрифуг немецкими специалистами в Сухуми;
- разработка современных газовых центрифуг конструкторами ОКБ Кировского завода в Ленинграде и учеными ЛИПАН в Москве;
- промышленное освоение центрифужной технологии обогащения урана.

Обсуждаются также перипетии с приоритетами на создание центрифужной технологии, возникшие в 1990 – е годы.

ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ РЕБЕР ЕМКОСТИ ОБЪЕМОМ 60 ЛИТРОВ НА ЕЕ СРЕДНЮЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Леонтьева Д.А.

Научный руководитель: Орлов А.А., д.т.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: dal16@tpu.ru

Происходящие в настоящее время модернизация и перераспределение разделительного оборудования между обогащательными предприятиями России, сопровождаются увеличением нагрузки на цеха