

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ СЕЛЕНА ПРИ ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ИЗОТОПНО-ОБОГАЩЕННОГО ГЕКСАФТОРИДА СЕЛЕНА

Исаева Е.А., Зайцева А.С.

Научный руководитель: Егоров Н.Б. доцент, к.х.н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск,

пр. Ленина, 10, 634050

E-mail: [asz36@tpu.ru](mailto:asz36@tpu.ru)

Известно, что селен (Se) природного состава состоит из смеси шести стабильных изотопов:  $^{74}\text{Se}$ ,  $^{76}\text{Se}$ ,  $^{77}\text{Se}$ ,  $^{78}\text{Se}$ ,  $^{80}\text{Se}$ ,  $^{82}\text{Se}$  средняя относительная распространенность в природной смеси которых соответственно равна: 0,87 %, 9,02 %, 7,58 %, 23,52 %, 49,82 %, 9,19 %.

Изотопы Se применяются в биологии и медицине, технике, ядерно-физических исследованиях, также являются стартовым материалом для получения радиоактивных изотопов.

Для разделения изотопов Se в качестве рабочего вещества в центрифужной технологии используется легколетучее и термостабильное соединение – гексафторид селена ( $\text{SeF}_6$ ). Можно считать, что у центрифужного метода нет в настоящее время другого промышленного метода разделения изотопов Se, который мог бы ему составить конкуренцию. Целью данной работы было составить технологическую последовательность получения Se из  $\text{SeF}_6$ . В экспериментальной работе использовали отвальный  $\text{SeF}_6$ , предоставленный АО «Сибирский химический комбинат». Все используемые химические реагенты были химически чистыми.

Известны способы получения элементного Se из газообразного  $\text{SeF}_6$  путем его восстановления щелочными металлами (калием при 60 °С, натрием, литием при 500 °С), сурьмой при 100 °С, мышьяком при 180 °С, кремнием при 250 °С. Недостатком известных способов является необходимость ведения процесса при высоких температурах, что усложняет аппаратное оформление процесса, приводит к загрязнению восстановленного Se металлом-восстановителем и продуктами коррозии материала реактора, от которых требуется дополнительная очистка, что снижает выход целевого продукта – стабильных изотопов Se с чистотой пригодной для их использования в различных областях науки и технике. В нашей работе для получения Se использовали гидразин гидрат ( $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) в качестве восстановителя  $\text{SeF}_6$  в кислой среде. Восстановление  $\text{SeF}_6$  с использованием  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  протекает по общему уравнению 1.

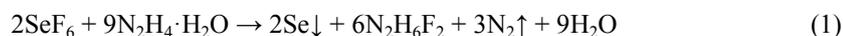


Схема получения Se из  $\text{SeF}_6$  включает стадии перекомденсации  $\text{SeF}_6$  из транспортировочной емкости в химический реактор, процесс восстановления, фильтрацию, промывку и сушку Se.

Полученный таким образом Se является недостаточно чистым и содержит еще некоторое количество примесей. Его химическая чистота составляет 98 – 99 %. Поэтому, для получения химически чистого Se, его подвергали трехкратной дистилляции в вакууме, при температуре 230 °С.

Содержание примесей в элементном Se анализировали на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой iCAP-Q (Thermo Scientific). Результаты количественного химического анализа некоторых примесей приведены в таблице 1. Содержание основного вещества Se составляет не менее 99,9 %.

Таблица 1 – Содержание примесей в элементном Se

Определяемый элемент	Содержание, ppm
Ca	16 ± 2
Co	Не более (0,03)
Cu	1,4 ± 0,1
Fe	Не более (7)
Mn	0,24 ± 0,02
Mo	Не более (0,1)
Ni	10 ± 4
Pb	0,8 ± 0,05
Si	Не более 15
Sn	0,08
Zn	4,4 ± 0,4

Таким образом, полученный рассмотренным способом Se имеет химическую чистоту не менее 99,9 %. Сквозной выход Se по разработанной схеме с учетом переработки всех растворов и твердых остатков составляет не менее 97 %.