

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТЕРМОСУБЛИМАЦИОННУЮ ОЧИСТКУ ФОСФОРА-32, НАРАБОТАННОГО ПО ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ $^{32}\text{S}(n,p)^{32}\text{P}$ .

Зукау В.В., Кабанов Д.В., Масленников Ю.С., Чибисов Е.В.

Научный руководитель: Меркулов В.Г.

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

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

Соединения, меченные радионуклидом фосфор-32, широко используется в области молекулярной биологии и нанобиотехнологии для исследования живых систем и биомолекул. Другая немаловажная социально направленная область использования радионуклида фосфор-32 – это его применение в качестве терапевтического или диагностического средства в ядерной медицине.

Нарабатывают радионуклид фосфор-32 на ядерных реакторах, облучая фосфор-31 тепловыми нейтронами, или из серы-32 при активации стартовых мишеней быстрыми нейтронами ( $\geq 3,2$  МэВ). Второй способ является предпочтительным, т.к. в этом случае целевой радионуклид выделяют в радиохимически чистом виде без носителя с высокой мольной активностью фосфора-32, что, наряду с высокой радиохимической чистотой, особенно важно при проведении исследований в области молекулярной биологии и ядерной медицины.

Технологический процесс получения ортофосфорной ( $^{32}\text{P}$ ) кислоты в радиохимически чистом виде состоит из четырёх основных стадий:

1. Облучение серы природного изотопного состава быстрыми нейтронами в экспериментальном канале реактора ИРТ-Т;
2. Термосублимационное разделение серы и фосфора-32;
3. Получение ортофосфорной кислоты, меченной фосфором-32;
4. Хроматографическая очистка ортофосфорной кислоты, меченной фосфором-32 на ионообменных смолах.

В общем случае на качество конечного продукта (ортофосфорной кислоты, меченной фосфором-32) большое влияние оказывает чистота исходных материалов, веществ и реактивов.

При облучении серы в экспериментальном канале реактора ИРТ-Т, в результате воздействия нейтронного и гамма- излучений, происходит разрыв межмолекулярных связей S–S, что приводит к образованию различных радиационных дефектов. Этот факт оказывает существенное влияние на процесс термосублимационной отгонки серы. Для устранения этого недостатка необходимо провести перекристаллизацию материала мишени. С этой целью ампулу с облученной серой устанавливают в сублимационную установку, расплавляют, нагревают до температуры 200-210 °С и медленно охлаждают в течении 5-10 часов.

Термосублимацию серы осуществляют в установке при температуре 160-180 °С и разрежении (1-1,5) · 10<sup>-1</sup> мм. рт. ст. Разрыв межмолекулярных связей и частичная полимеризация серы, приводящие к значительному уменьшению скорости сублимации, наблюдаются и в процессе отгонки серы. Связано это, в основном, с действием бета-частиц, испускаемых наработанными в результате облучения изотопами  $^{32}\text{P}$ ,  $^{33}\text{P}$  и  $^{35}\text{S}$ , на материал мишени. Поэтому осуществляют циклический процесс сублимации серы, состоящий из трёх стадий:

1. Термосублимация серы в течении 40-60 минут при температуре 160-180 °С и разрежении (1-1,5) · 10<sup>-1</sup> мм. рт. ст.;
2. Разогрев мишени до температуры 200-210 °С при разрежении (1-1,5) · 10<sup>-1</sup> мм. рт. ст. в течении 10-20 минут;
3. Охлаждение мишени до её полной перекристаллизации.

Количество таких циклов, как правило, не превышает 3-4.

Для получения ортофосфорной кислоты в ампулу, после отгонки серы и содержащую фосфор-32, вносят 10 мл соляной кислоты концентрацией 0,1 моль/л и кипятят содержимое ампулы до полного испарения жидкости. С целью предотвращения образования полифосфатной фракции, ведущей к потере основного вещества, необходимо исключить перегрев ортофосфорной кислоты в ампуле. Поэтому окончание процесса испарения следует вести при температуре не выше 50-60 °С.

Очистку ортофосфорной ( $^{32}\text{P}$ ) кислоты от возможных примесей осуществляют на хроматографических колонках с использованием ионообменных смол Дауэкс 50Wx4 (H+ форма, 0,18-1,18 мм) и Дауэкс 1x4 (форма хлорида, 100-200 меш). Разработана методика подготовки ионообменных смол и определён срок годности хроматографических колонок, не превышающий 7 дней.

Результаты выполненных исследований позволяют осуществлять промышленный выпуск ортофосфорной кислоты, меченной фосфором-32, с качеством выше мирового.