

ИСПЫТАНИЕ ИОДНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА СЕРЕБРА, НАНЕСЕННОГО НА ПОРИСТУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

Аннотация

В ходе работы получены серебросодержащие сорбенты для улавливания радиоактивного метилиодида. Установлено оптимальное время окисления металлического серебра на поверхности инертного носителя. В результате проведенных испытаний рассчитана степень очистки от радиоиода в газовой фазе.

Ключевые слова: газоочистка, сорбция иода, сорбция иодистого метила, йод-131, сорбенты.

Keywords: gas purification, sorption of iodine, sorption of methyl iodide, iodine-131, sorbents

Одним из направлений повышения безопасности АЭС и других объектов атомной энергетики является обеспечение надежной защиты атмосферы и окружающей среды от загрязнения радиоактивным иодом, особенно в случае возникновения аварий. Радиоактивный иод находится в газообразных радиоактивных отходах (ГРО) в нескольких формах – аэрозольной, молекулярной и в виде органических соединений. Основная трудность в обеспечении эффективной очистки ГРО от радиоиода состоит в том, что в них в значительном количестве (до 60%) присутствует трудноулавливаемая форма иода – метилиодид [1, 27].

Для удаления органических форм иода из газовых потоков применяются сорбенты, импрегнированные нитратом серебра, например, «Силоксид» и АС6120 – гранулированные сорбенты на основе силикагеля. В качестве пористого неорганического носителя для сорбентов широко применяются также различные цеолиты и оксиды металлов (Al_2O_3 , TiO_2). Такие сорбенты эффективно улавливают из паровоздушных потоков различные формы иода с коэффициентом очистки более 10^4 [2, 13]. Основным их недостатком является высокая растворимость азотнокислого серебра в воде, что обуславливает вероятность потери сорбционной эффективности в присутствии капельной влаги.

Целью настоящей работы является получение и испытание неорганического сорбента, обладающего способностью извлекать из паровоздушного потока радиоиод в форме иодистого метила, сохраняя при этом свою эффективность во влажном воздухе.

Ранее был описан способ нанесения на оксидную керамику металлического серебра, равномерно занимающего всю поверхность носителя [3, 40]. В качестве окисленной формы серебра для более эффективного извлечения радиоактивного метилиодида из газового потока нами выбран Ag_2O , как нерастворимый в воде, в отличие от AgNO_3 .

Окисление проводили погружением пористой керамики с нанесённым на её поверхность серебром в водный раствор, содержащий 4 г/л KMnO_4 и 4 г/л NaOH . На рис. 1 представлены рентгеновские дифрактограммы слоя серебра после окисления в течение 10, 20, 60, 90 и 180 минут.

Видно, что окисление протекает достаточно быстро, последние следы рефлексов металлического серебра на дифрактограмме исчезают после трёх часов окисления.

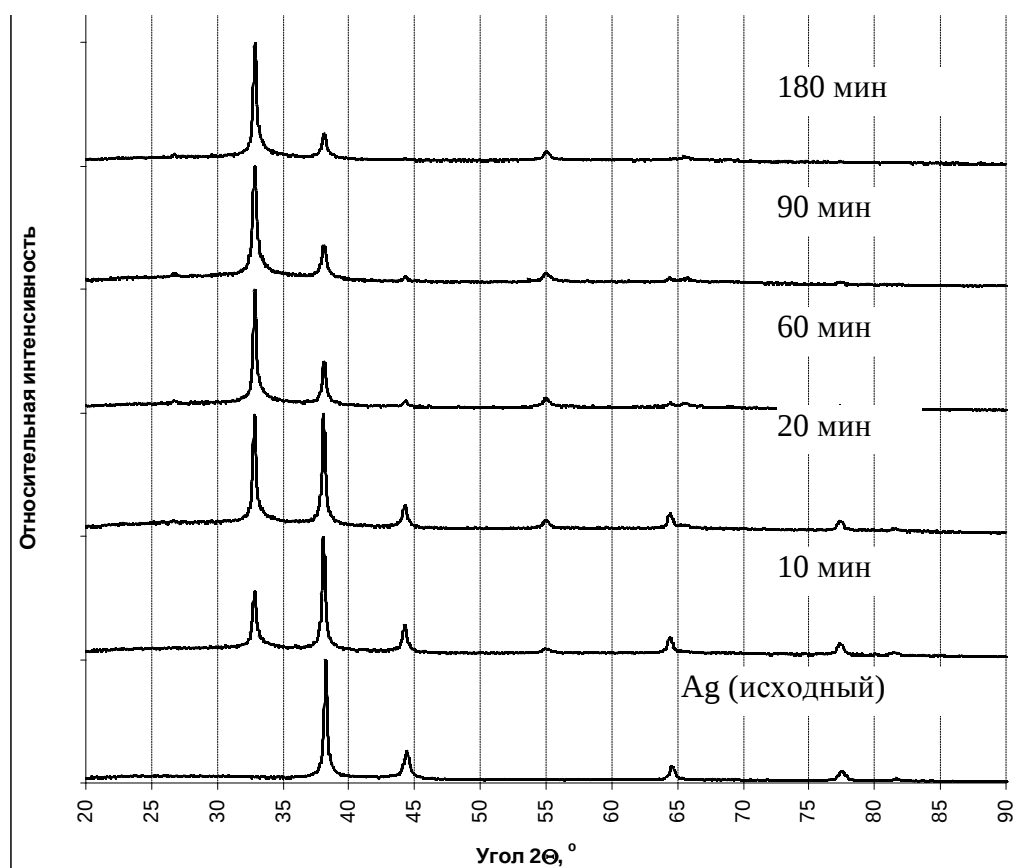


Рис. 1. Рентгеновские дифрактограммы окисленной поверхности серебра

Для определения общего содержания серебра сорбент обрабатывали концентрированной азотной кислотой, промывали и определяли содержание Ag в водной фазе титрованием по методу Фольгарда. Были подготовлены две партии образцов оксидной керамики с конечной концентрацией по металлу 0,5% и 1,5%.

Испытание приготовленных сорбентов проводили на контрольно-исследовательском иодном стенде РХТУ им. Д.И. Менделеева в секционированной колонке ($\varnothing$ 50 мм, рис. 2) [4,10] при следующих условиях:

- | | |
|---|--------------|
| – температура | 30,0±0,2 оС; |
| – относительная влажность | 90,0±1,5 %; |
| – линейная скорость газового потока | 8,5 см/с; |
| – высота слоя сорбента | 5,0±0,1 см; |
| – время контакта с СН ₃ І3ІІ | 15 мин. |

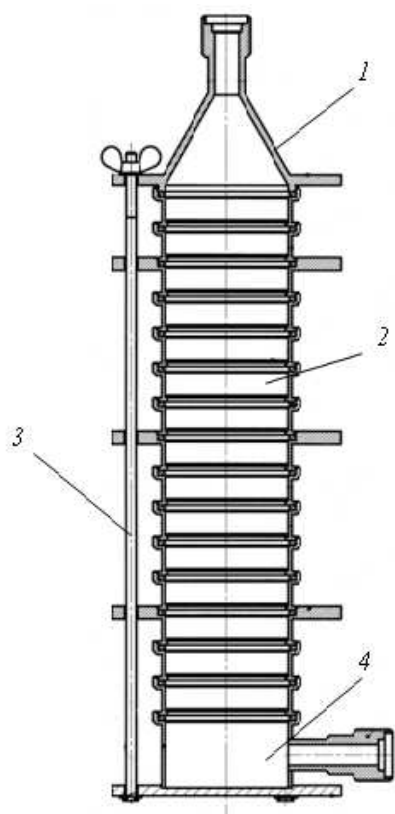


Рис. 2. Колонка для испытаний сорбента: 1 – съемная крышка с входным патрубком; 2 – секция с сорбентом; 3 – направляющий стержень; 4 – днище с выходным патрубком

После испытания определяли активность каждого слоя сорбента и проскок активности через колонку на гамма-рентгеновском спектрометре по энергетической линии 364 кэВ. Полученные результаты представлены в табл. 1. Для сравнения также показана сорбционная способность керамики на основе оксида алюминия, содержащего 0,5% и 1,5% металлического серебра.

Таблица 1

Распределение $\text{CH}_3^{131}\text{I}$ по слоям керамического серебросодержащего сорбента

№ слоя	доля уловленного радиоиода в сорбенте			
	0,5% Ag	1,5% Ag	0,5% Ag ₂ O	1,5% Ag ₂ O
1	0,034	0,045	0,248	0,215
2	0,028	0,072	0,210	0,194
3	0,030	0,043	0,165	0,163
4	0,019	0,035	0,089	0,106
5	0,058	0,089	0,037	0,090
Проскок	0,832	0,716	0,252	0,231
степень очистки, %	16,8	28,4	74,8	76,8

Результаты испытания показали, что металлическое серебро, как и ожидалось, практически не улавливает радиоиод в форме метилиодида. Тогда как резкое увеличение эффективности сорбции наблюдается в случае испытания сорбентов, содержащих окисленную форму серебра. Увеличение количества металла в сорбенте не приводит к существенному увеличению степени очистки, т.к. по всей видимости, практически вся поверхность носителя заполнена Ag₂O.

Таким образом для более эффективного улавливания органических форм радиоиода следует использовать инертный носитель с более развитой поверхностью, либо применять другие соединения металлов, способные окислять иодистый метил значительно быстрее, чем оксид серебра.

Литература

1. Казаков В.А. – Экспериментальные исследования выхода радиоактивного иода в технологические помещения АЭС при истечении теплоносителя первого контура // Радиационная безопасность и защита АЭС. М.: «Энергоатомиздат». 1983. вып. 8. 49 с.
2. Кулюхин С.А. и др. – Химия радиоактивного иода в газовой среде: фундаментальные и прикладные аспекты // Радиохимия. – 2008. – Т.50. №1. – С. 3-21.
3. Меркушкин А.О., Обручиков А.В. – Влияние сенсбилизации поверхности на морфологию пленок серебра, осаждаемых из раствора: Материалы конференции «Бъдещите изследвания – 2014», 17-25 февраля 2014 г. София / Химия и химические технологии. – Т.42. – С. 39-41.
4. Обручиков А.В., Широков В.В., Растунов Л.Н. Создание контрольно-исследовательского иодного стенда / Сб. науч. тр. МКХТ “Успехи в химии и химической технологии”. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. Т. XXII. № 8. С. 9 – 12.