

УДК 628.16.081.32

СРАВНЕНИЕ АКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СОРБЕНТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ¹

Логинова (Кокина) Екатерина Сергеевна

аспирант кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств
Северный Арктический Федеральный университет им. М.В. Ломоносова
г. Северодвинск
e.kokina@narfu.ru

Кандаурова Валерия Дмитриевна

студент филиала САФУ в г. Северодвинске
г. Северодвинск

Кокунова Валентина Алексеевна

студент филиала САФУ в г. Северодвинске
г. Северодвинск

Мауричев Сергей Дмитриевич

студент филиала САФУ в г. Северодвинске
г. Северодвинск

Фомичева Анастасия Александровна,

студент филиала САФУ в г. Северодвинске
г. Северодвинск

Аннотация

Изучена эффективность сорбентов, полученных из минерального и растительного сырья: АГ-3 (пыль каменноугольного полукокса с последующей парогазовой активацией), лигнин, КАУ (кокосовый), БАУ (березовый) для извлечения радионуклидов йода. Эксперименты проведены на стабильном изотопе J^{127} ; исследовали влияние времени перемешивания в режиме статической сорбции. После контакта фаз сорбент отфильтровывали и определяли равновесную концентрацию изотопа J^{127} титриметрическим методом с тиосульфатом натрия при добавлении крахмала; по остаточной концентрации изотопа рассчитывали эффективность сорбции [4]. Для наглядности построены графики зависимости остаточной концентрации йода от времени контакта фаз.

¹ Научный руководитель: Бойкова Татьяна Евгеньевна, доцент кафедры физики и инженерной защиты среды, Филиал САФУ в г. Северодвинске. t.bojkova@narfu.ru

Ключевые слова: изотоп J^{127} , статическая сорбция, сорбенты на основе углей, титриметрический.

COMPARISON OF THE ACTIVITY OF DIFFERENT SORBENTS DEPENDING ON THE MIXING MODE²

Loginova (Kokina) Ekaterina Sergeevna

Postgraduate student of the Department of Pulp, Paper and Wood Chemical Industries
Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov
e.kokina@narfu.ru

Kandaurova Valeria Dmitrievna

Student of the Northern Federal University branch in Severodvinsk
Severodvinsk

Kokunova Valentina Alekseevna

Student of the Northern Federal University branch in Severodvinsk
Severodvinsk

Maurichev Sergey Dmitrievich

Student of the Northern Federal University branch in Severodvinsk
Severodvinsk

Fomicheva Anastasia Alexandrovna

Student of the Northern Federal University branch in Severodvinsk
Severodvinsk

ABSTRACT

The effectiveness of sorbents obtained from mineral and vegetable raw materials has been studied: AG-3 (coal semi-coke dust with subsequent steam-gas activation), lignin, KAU (coconut), BAU (birch) for the extraction of iodine radionuclides. Experiments were carried out on the stable isotope J^{127} ; the effect of mixing time in the static sorption mode was investigated. After the contact of the phases, the sorbent was filtered and the equilibrium concentration of the isotope J^{127} was determined by titrimetric method with sodium thiosulfate when starch was added; the sorption efficiency was calculated from the residual concentration of the isotope. For clarity, graphs of the dependence of the residual iodine concentration on the phase contact time are constructed.

Keywords: isotope J^{127} , static sorption, carbon-based sorbents, titrimetric.

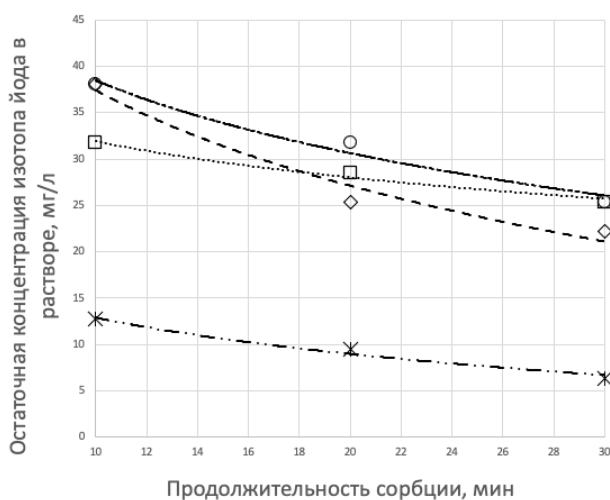
² Scientific adviser: Boikova Tatyana Evgenievna, Associate Professor of the Department of Physics and Environmental Protection Engineering, branch of Northern (Arctic) Federal University in Severodvinsk. t.boikova@narfu.ru

Актуальность исследования обусловлена тем, что изотоп радиоактивного йода J^{131} является техногенным загрязнителем, поступающим в окружающую среду при работе атомных электростанций и других объектов атомной промышленности. Для его извлечения используют различные методы. Данная работа посвящена изучению эффективности сорбентов различных марок, применяемых в конструкции аэрозольных и йодных фильтров, а также установок по дезактивации жидких радиоактивных отходов.

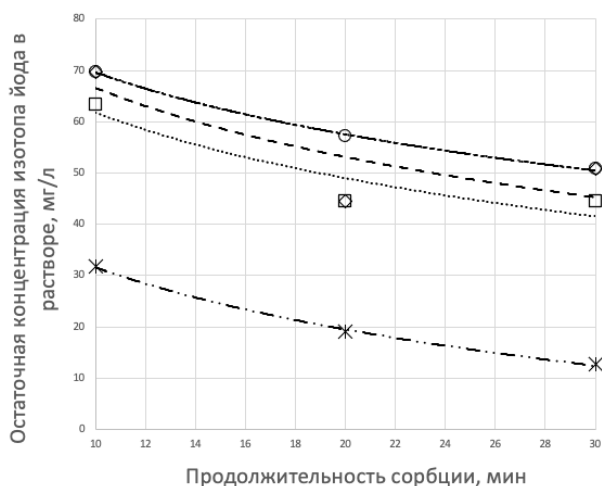
Материалы и методы

В исследовании использовали активированные углеродные адсорбенты: АГ-3 (пыль каменноугольного полукокса с последующей парогазовой активацией), КАУ (кокосовый), БАУ (березовый), а также лигнин как побочный продукт целлюлозно-бумажного производства [1]. Сорбционные свойства адсорбентов изучали при нормальных условиях в статическом режиме при постоянном перемешивании на магнитной мешалке со скоростью 2000 об/мин. В работе моделировали раствор, содержащий радиоактивный J^{131} ; за аналог радионуклида брали стабильный изотоп J^{127} с концентрациями от 50 до 100 мг/л (по йоду); что соответствует удельной активности от $1 \cdot 10^4$ до $2 \cdot 10^4$ Бк/л (низкоактивные ЖРО) [5]. Концентрации ионов йода в исходном и равновесных растворах определяли титриметрическим методом. Анализируемый фильтрат отбирали в коническую колбу объемом 250 мл, объем аликвоты 20 мл, титровали тиосульфатом натрия 0,01 н до соломенно-желтого цвета; после исчезновения рыжего окрашивания добавляли 1 мл крахмала с концентрацией 0,01% для развития синего окрашивания и продолжали титровать тиосульфатом натрия до обесцвечивания. Суммарный объем титранта, мл, учитывали при расчете остаточной концентрации изотопа йода [2].

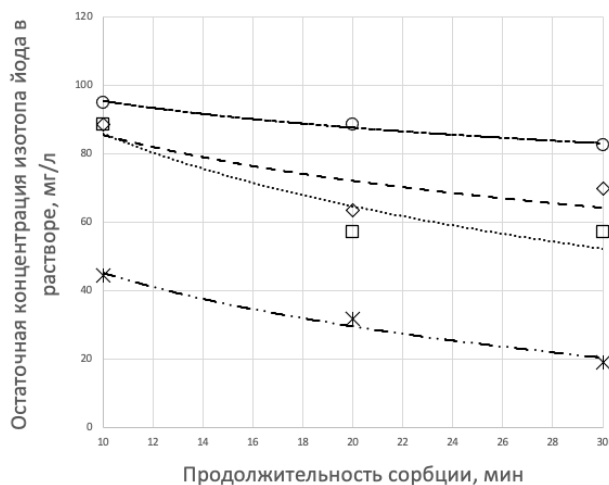
Влияние продолжительности сорбции, мин, исследовали в серии опытов. Время перемешивания модельного раствора с углеродным адсорбентом изменяли в пределах от 10 до 30 мин [3]. Полученные данные представлены графически (рисунок 1).



(а)



(б)



(в)

○ – лигнин, ◇ – АГ-3, □ – КАУ, ✕ – БАУ-А

Рисунок 1 – Кинетические кривые экстракции изотопа йода с исходной концентрацией 50 мг/л (а), 80 мг/л (б), 100 мг/л (в) различными адсорбентами

Результаты и обсуждение: результаты экспериментов с различными образцами адсорбентов выявили закономерности:

- с повышением исходной концентрации наблюдается снижение эффективности адсорбции йода, при исходной концентрации 50 мг/л наилучшие показатели у сорбента БАУ-А, остаточная концентрация изотопа йода в отфильтрованной пробе от 10 до 15 мг/л; при исходной концентрации 80 мг/л остаточная не превышает 20-30 мг/л при адсорбции березовым углеродным адсорбентом; при 100 мг/л остаточная концентрация не превышает 20-42 мг/л. Это свидетельствует об эффективности березового адсорбента в пределах 70-58%.

- при оценке влияния времени контакта фаз делаем заключение, что при изменении продолжительности перемешивания от 10 мин до 30 мин эффективность адсорбции БАУ-А изменяется незначительно, на 14 %, то есть повышается с 74% до 88%, для остальных сорбентов фактор времени перемешивания имеет большее значение.

- выявлено, что наихудшие результаты получены с адсорбентом лигнин, который является неактивированным сырьем; максимальная эффективность, при его применении составила 50% (время перемешивания 30 мин); при времени перемешивания 10 мин и высокой исходной концентрации эффективность лигнина крайне низкая, не более 10%.

Таким образом, можно рекомендовать применение в качестве адсорбента березового активированного угля БАУ-А для очистки жидких радиоактивных отходов от изотопа J^{131} , причем время контакта фаз может быть сокращено до 10 мин с эффективностью до 70%.

Список литературы:

1. Работягов К.В., Ратушная А.Д., Бахтин А.С. Сравнение сорбционной активности различных углей // Химические науки. Биология. Химия. Том 8 (74). 2022. №1. С.224-235.
2. Макаревич Н.А. Межфазная граница «газ - жидкость - твердое тело»: монография: Н.А. Макаревич; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова. – Архангельск: САФУ, 2018. – С.350-362.

3. Валигурова Э.Р., Гимаева А.Р., Кудашева Ф.Х. Исследование процесса сорбции ионов хрома (III) и хрома (VI) из воды активированными углеродными адсорбентами // Вестник Башкирского университета, 2009. Т. 14. № 2.
4. Углеродные адсорбенты (активные угли) // Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. Ч. I. – С. Пб.: АНО НПО «Мир и Семья», АНО НПО «Профессионал», 2002. – С.503-659.
5. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. СП 2.6.1.2612-10. ОСПОРБ-99/2010. Санитарные правила и нормативы. – Введ. 2010-04-26. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздравсоцразвития России, 2010. – 98 с.

References:

1. Raboyagov K.V., Ratushnaya A.D., Bakhtin A.S. Comparison of sorption activity of various coals // Chemical Sciences. Biology. Chemistry. Tom 8 (74). 2022. №1. Pp.224-235.
2. Makarevich N.A. The interphase boundary "gas - liquid - solid": monograph: N.A. Makarevich; Sev. (Arctic) feder. M. V. Lomonosov University. Arkhangelsk: SAFU, 2018. – pp.350-362.
3. Valigurova E.R., Gimaeva A.R., Kudasheva F.H. Investigation of the sorption of chromium (III) and chromium (VI) ions from water with activated carbon adsorbents // Bulletin of Bashkir University, 2009. Vol. 14. No. 2.
4. Carbon adsorbents (active carbons) // New handbook of chemist and technologist. Raw materials and industrial products of organic and inorganic substances. Ch. I. – S. Pb.: ANO NGO "Mir and Family", ANO NGO "Professional", 2002. – pp.503-659.
5. Basic sanitary rules for radiation safety. SP 2.6.1.2612-10. OSPORB-99/2010. Sanitary rules and regulations. – Introduction. 2010-04-26. – М.: Center for Sanitary and Epidemiological rationing, hygienic certification and expertise of the Ministry of Health and Social Development of Russia, 2010. – 98 p.