

УДК 66.081.32

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОРБЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЯМИ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АКТИВНОЙ РЕАКЦИИ СРЕДЫ¹

Логинова (Кокина) Екатерина Сергеевна,

Аспирант кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств, Северный (Арктический) Федеральный университет им. М.В. Ломоносова, e.kokina@narfu.ru

Кандаурова Валерия Дмитриевна,

студент филиала САФУ в г. Северодвинске.

Кокунова Валентина Алексеевна,

студент филиала САФУ в г. Северодвинске.

Мауричев Сергей Дмитриевич,

студент филиала САФУ в г. Северодвинске.

Фомичева Анастасия Александровна,

студент филиала САФУ в г. Северодвинске.

Аннотация

Изучена эффективность сорбции стабильного изотопа I^{127} угольными сорбентами: КАУ (кокосовый), БАУ (березовый), АГ-3 (каменноугольный полукокс с последующей парогазовой активацией), лигнин. Определена остаточная концентрация изотопа I^{127} в растворе титриметрическим методом с тиосульфатом натрия при добавлении крахмала; по остаточной концентрации изотопа I^{127} рассчитана эффективность адсорбции. Построены графики зависимости эффективности протекания сорбции от начальной концентрации и активной реакции среды.

Ключевые слова: изотоп I^{127} , статическая сорбция, активированные угли, титриметрический метод, ЖРО

THE EFFICIENCY OF SORPTION OF RADIOACTIVE ISOTOPES WITH COALS OF VARIOUS GRADES, DEPENDING ON THE ACTIVE REACTION OF THE ENVIRONMENT²

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

² Scientific supervisor: Boikova Tatyana Evgenievna, Associate Professor of the Department of Physics and Environmental Engineering, of the branch of SAFU in Severodvinsk, t.boykova@narfu.ru

Loginova (Kokina) Ekaterina Sergeevna,

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

Kandaurova Valeria Dmitrievna,

student of the branch of SAFU in Severodvinsk.

Kokunova Valentina Alekseevna,

student of the branch of SAFU in Severodvinsk.

Maurichev Sergey Dmitrievich,

student of the branch of SAFU in Severodvinsk.

Fomicheva Anastasia Alexandrovna,

student of the branch of SAFU in Severodvinsk.

ABSTRACT

The efficiency of sorption of stable isotope I^{127} by carbon sorbents has been studied: KAU (coconut), BAU (birch), AG-3 (coal semi-coke with subsequent steam-gas activation), lignin. The residual concentration of isotope I^{127} in solution was determined by titrimetric method with sodium thiosulfate when starch was added; the adsorption efficiency was calculated from the residual concentration of isotope I^{127} . Graphs of the dependence of the sorption efficiency on the initial concentration and the active reaction of the medium are constructed.

Keywords: isotope I^{127} , static sorption, activated carbons, titrimetric method, liquid radioactive waste.

За прошедший год накоплено порядка 1630 м³ [4] жидких радиоактивных отходов, образующихся при эксплуатации объектов ядерного топливного цикла, при радиационных авариях, в медицине. С образовавшимися ЖРО в окружающую среду поступает радиоактивный изотоп йода I^{131} , который является техногенным загрязнителем. Поступивший в организм радиоiod моментально всасывается и включается в те же метаболические процессы, что и стабильный йод I^{127} . Он накапливается в щитовидной железе, становясь источником внутреннего облучения человека [2]. На атомных электростанциях очистку от радиоактивных форм йода осуществляют с помощью йодных фильтров, действие которых основано на сорбционном методе извлечения радионуклидов. Данный метод позволяет значительно увеличить степень очистки растворов и уменьшить объем отходов, направляемых на захоронение.

Эффективность очистки йодных фильтров зависит в первую очередь от технических характеристик применяемого в них сорбента. В практике широкое распространение получили сорбенты на основе активированных углей, которые обладают высокой селективностью на конкретные ионы, высокой емкостью и высоким коэффициентом очистки. К их недостаткам относятся однократное использование и весьма дорогостоящая утилизация отработавшего фильтра-адсорбера с большим количеством сорбента.

В данном исследовании проводили исследование закономерностей влияния рН водных растворов на сорбцию стабильных изотопов йода различными марками активированных углей.

Экспериментальная часть. Для проведения исследования были выбраны несколько марок активированных углей, применяемых для очистки водных растворов: КАУ (кокосовый), БАУ (березовый), АГ-3 (каменноугольный полукокс с последующей парогазовой активацией), гидролизный лигнин, который является вторичным ресурсом химической переработки древесины [5].

Изучение влияния рН среды на эффективность адсорбции проводили в статических условиях на модельном растворе (содержащий стабильный изотоп I^{127} , аналог радиоактивного I^{131} [2]) с исходными концентрациями йода 60, 70, 80, 90, 100 мг/мл. Процесс очистки исследовали методом статической сорбции в соответствии с ГОСТ 33618-2015 [3]. В каждую анализируемую пробу добавляли навеску массой 0,05 г порошкообразного активированного угля и перемешивали на магнитных мешалках со скоростью 1500 оборотов в минуту. Эксперимент проводили при рН=6,76 и рН=8,04. Корректировку рН модельных ЖРО осуществляли добавлением 15%-го раствора аммиака. На основании предварительно проведенных исследований, было выбрано оптимальное время перемешивания при контакте фаз адсорбент-адсорбат, и затем отфильтрованный раствор отбирали в коническую колбу объемом 250 мл, объем аликвоты – 20 мл. Определение остаточной концентрации йода проводили по методике сорбционного извлечения йода из водных растворов при его титриметрическом определении с тиосульфатом [1].

Обсуждение результатов. По результатам лабораторного испытания построена зависимость эффективности сорбции от начальной концентрации йода в растворе при значении активной реакции среды рН=6,76 (рисунок 1, а) и рН=8,04 (рисунок 1, б).

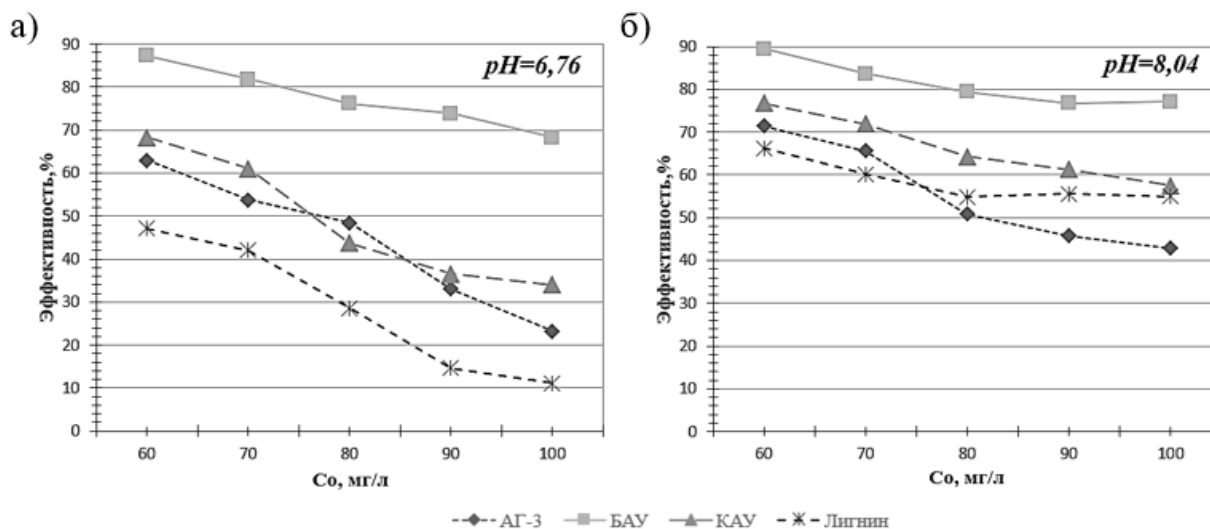


Рисунок 1. Зависимость эффективности сорбции йода от рН среды и начальной концентрации йода в растворе

а) при рН=6,76; б) при рН=8,04

На основании результатов исследования подтверждено влияние рН раствора на эффективность адсорбции йода из водного раствора. Исследование показало, что из рассматриваемого диапазона наиболее благоприятная рН водной среды для сорбции изотопов йода слабощелочная, около 8. Кроме того, исследование модельных растворов показало, что при увеличении начальной концентрации изотопа йода от 60 до 100 мг/л с шагом 10 мг/л наблюдается снижение эффективности сорбции.

Выводы.

Эффективность очистки модельного раствора от радионуклида йода на активированных углях различных марок увеличивается с ростом рН раствора в рассматриваемом диапазоне от 6,5 до 8.

Экспериментально выявлено, что максимальная эффективность сорбции углями разных марок составит: БАУ – 89 %, КАУ – 76 %, лигнин – 66 %, АГ-3 – 71 %.

Установлено, что среди исследуемых образцов активированный уголь – БАУ (березовый) является наиболее эффективным угольным сорбентом для очистки жидких радиоактивных отходов от изотопа йода.

Таким образом, активированный уголь БАУ является перспективным материалом для использования его в качестве сорбента, что позволяет рекомендовать его для использования в фильтрах для очистки радиоактивных отходов от изотопа йода.

Список литературы:

1. Белецкая М.Г., Богданович Н.И., Макаревич Н.А. Технология углеродных адсорбентов: физико-химический анализ активных углей. – учеб. пособ. к лаб. практикуму. – Северный (Арктический) Федеральный университет им. М.В. Ломоносова. – Архангельск: САФУ, 2015. – 96 с.
2. Василенко И.Я., Василенко О.И. Радиоактивный йод // Энергия: экономика, техника, экология. 2003, N 5, С. 57–62.
3. ГОСТ 33618-2015 Уголь активированный. Стандартный метод определения йодного числа. – Введ. 2017-04-01 (действ. ред. 2019). – Москва: Стандартинформ, 2019. – 12 с.
4. ОТЧЕТ по экологической безопасности Северо-Западного центра по обращению с радиоактивными отходами - филиала федерального государственного унитарного предприятия «Федеральный экологический оператор» (СЗЦ «СевРАО» - филиала ФГУП «ФЭО») за 2022 год.
5. Романенко К.А., Богданович Н.И., Канарский А.В. Получение активных углей пиролизом гидролизованного лигнина // Лесной журнал 2017. № 4. С. 162-171.

References:

1. Beletskaya M.G., Bogdanovich N.I., Makarevich N.A. Technology of carbon adsorbents: physico-chemical analysis of activated carbons. – studies. help. to the laboratory workshop. – Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov. Arkhangelsk: SAFU, 2015. 96 p.
2. Vasilenko I.Ya., Vasilenko O.I. Radioactive iodine // Energiya: ekonomika, tekhnika, ekologiya. 2003, N 5, Pp. 57-62.
3. GOST 33618-2015 Activated carbon. The standard method for determining the iodine number. – Introduction. 2017-04-01 (valid ed. 2019). – Moscow: Standartinform, 2019. – 12 p.
4. The Environmental Safety REPORT of the Northwestern Center for Radioactive Waste Management, a branch of the Federal State Unitary Enterprise Federal Environmental Operator (Northwest center «SevRAO», a branch of Federal State Unitary Enterprise «FEO») for 2022.
5. Romanenko K.A., Bogdanovich N.I., Kanarsky A.V. Obtaining activated carbons by pyrolysis of hydrolyzed lignin // Lesnoy zhurnal 2017. No. 4. pp. 162-171.