

Материалы

XI-й Международной научно-технической конференции
«Инновационные машиностроительные технологии,
оборудование и материалы – 2022»
(МНТК-ИМТОМ – 2022)»

Часть 1



8 декабря 2022 года

г. Казань

Министерство промышленности и торговли Республики Татарстан
Акционерное общество «Казанский научно-исследовательский институт
авиационных технологий»
Казанский (Приволжский) Федеральный университет
Казанский национальный исследовательский технический университет имени
А.Н. Туполева – КАИ (КНИТУ - КАИ)
Казанский национальный исследовательский технологический университет
Казанский государственный энергетический университет



Материалы

XI-й Международной научно-технической конференции
**«ИННОВАЦИОННЫЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ – 2022»**
(МНТК «ИМТОМ – 2022»)

Часть 1

8 декабря 2022 года

Казань
2022

**НОВЫЕ СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ
ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
ОТ ПРИМЕСЕЙ ФЕНОЛОВ**

© Снигирева Юлия Вячеславовна, Танеева Алина Вячеславовна,
Новиков Вячеслав Фёдорович

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»
420066, г. Казань, ул. Красносельская, д.51

Аннотация. В работе рассмотрены новые сорбционные материалы для очистки сточных вод промышленных предприятий от примесей фенолов. Приведены физико-химические свойства органических растворителей, используемых в качестве экстрагентов для извлечения фенолов из водных растворов. Определены времена удерживания экстрагентов и обсуждается природа их сорбции цеолитсодержащими породами.

Ключевые слова: сорбционные материалы, примеси, фенолы, экстрагенты, растворители.

**NEW SORPTION MATERIALS FOR PURIFICATION OF WASTEWATER
OF INDUSTRIAL ENTERPRISES FROM PHENOLS**

© Snigireva Yulia Vyacheslavovna, Taneeva Alina Vyacheslavovna,
Novikov Vyacheslav Fedorovich.

FGBOU VO "Kazan State Power Engineering University"
420066, Kazan, st. Krasnoselskaya, 51

Annotation. The paper considers new sorption materials for the purification of wastewater from industrial enterprises from phenol impurities. The physicochemical properties of organic solvents used as extractants for the extraction of phenols from aqueous solutions are given. The retention times of extractants are determined and the nature of their sorption by zeolite-containing rocks is discussed.

Key words: sorption materials, impurities, phenols, extractants, solvents.

Фенолы и их производные достаточно широко распространены и как правило загрязняют сточные воды промышленных предприятий так как относятся к токсичным соединениям. Они входят в приоритетный список загрязняющих веществ многих стран и оказывают негативное влияние на организм человека. Механизм этого влияния основан на блокировании сульфгидрильных группировок жизненно важных ферментов организма человека, следствием которых является нарушение окислительно-восстановительных процессов в клетках. Они вызывают гистопатологические изменения и мутации в организме человека, и многие из них обладают канцерогенными свойствами [1-3]. В окружающей природной среде фенолы находятся в низких концентрациях, что исключает их прямой хроматографический анализ в водных средах. В этой связи для повышения их

концентрации необходима процедура пробоподготовки, которая заключается в концентрировании примесей фенолов жидкофазной [4] или твёрдофазной [5] экстракцией органическими растворителями.

К одной из важных проблем при извлечении фенолов из водных систем относится задача поиска достаточно селективных органических растворителей, чему и посвящена настоящая работа. Экспериментальную часть исследований проводили методом восходящего варианта жидкостной колоночной хроматографии. С этой целью готовили стеклянные хроматографические колонки длиной до 150 мм, внутренним диаметром 3 мм. Эти колонки заполняли различными сорбентами, подключали к вiale с органическими растворителем, который за счёт капиллярных сил поднимался по длине сорбционного слоя. Фиксировали время подъёма органического растворителя по длине сорбционного слоя через каждые 10 мм и строили кинетические кривые, связывающие времена удерживания органических растворителей с длиной сорбционного слоя пористых материалов, в качестве которых использовали цеолитсодержащие породы Татарско-Шатрашановского месторождения [6-8].

В таблице приведены физико-химические и сорбционные свойства органических растворителей, используемых для экстракции фенолов из водных растворов.

Таблица 1.

Физико-химические и сорбционные свойства органических растворителей. (Сорбент, цеолитсодержащие породы Татарско-Шатрашановского месторождения).

№ п/п	Растворитель	$T_{\text{кип}}$, °C	ν , cSt	μ	ϵ_{20}	σ , н/м	t_{10} , сек	A, %
1	Ацетон	56	0,32	2,70	21,4	25,0	20	46
2	Хлороформ	61	0,57	1,15	4,81	27,1	79	124
3	н-Гексан	68	0,32	0,06	1,90	18,4	29	47
4	Этилацетат	77	0,45	2,48	6,0	23,7	121	49
5	Этанол	78	1,20	1,68	25,8	22,0	197	59
6	Бензол	80	0,65	0	2,23	29,0	85	59
7	Толуол	111	0,58	0,06	2,30	28,5	96	71
8	пара-Ксилол	138	0,64	0,60	2,37	28,3	38	-
9	мета-Ксилол	139	0,61	0,37	2,47	28,6	44	77
10	орто-Ксилол	179	0,81	0,52	2,60	30,0	76	-

где $T_{\text{кип}}$ - температура кипения, °C; ν – вязкость, cSt; μ – дипольный момент; ϵ_{20} – диэлектрическая проницаемость; σ – поверхностное натяжение, н/м; t_{10} – время удерживания, сек; A – сорбционная ёмкость, %.

Как видно из таблицы все исследуемые растворители характеризуются различными величинами физико-химических характеристик. При этом сорбционная ёмкость цеолитсодержащей породы повышается с ростом температуры кипения анализируемых органических растворителей.

Исключение составляет хлороформ, сорбционная емкость которого составляет 124%, что очевидно связано не только с физической адсорбцией, но и с хемосорбцией, когда происходит процесс вытеснения связанной влаги хлороформом и заполнение мезопор адсорбента молекулами хлороформа.

При этом, времена удерживания исследуемых органических растворителей не зависят от их температур кипения. Так, например, пара Ксилол, имеющий температуру кипения 138°C, выходит из хроматографической колонки быстрее хлороформа, этилацетата, этанола, бензола и толуола, имеющих более высокие температуры кипения. Это свидетельствует о том, что кроме дисперсного взаимодействия в данной системе сорбат-сорбент происходят различные типы полярных донорно-акцепторных взаимодействий, в результате чего происходит их специфическая сорбция поверхностью цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашановского месторождения. Аналогичная закономерность является характерной и для других исследованных органических растворителей.

Выводы: Определены сорбционные свойства цеолитсодержащих пород Татарско-Шатрашановского месторождения по отношению к органическим растворителям, используемым в качестве экстрагентов для извлечения фенолов из водных систем. Найдена кинетическая зависимость, связывающая времена удерживания экстрагентов с длиной сорбционного слоя исследуемых сорбционных материалов, которая является нелинейной и определялась природой используемого растворителя.

Литература

1. Fattaxi N., Samadi S., Assadi Y., Hosseini M.R.M. Solid-phase extraction combined with dispersive liquid-liquid microextraction – ultra preconcentration of chlorophenols in aqueous samples.// *J. Chromatogr. A*. 2007, - v.1169, p. 63-69
2. Xie X., Ma X., Guo L., Fan Y., Zeng G., Zhang M., Li J. Novel magnetic multitemplates molecularly imprinted polymer for selective and rapid removal and detection of alkylphenols in water// *Chem. Eng. J.* 2019, v. 357, - p. 56-65
3. Jgbinosa E.O., Odjajare E.E., Chigor V.N., Jgbinosa J.H., Emoghene A.O., Ekhaise E.O., Jgiehon N.O., Jdemudia O.G. Toxicological profile of chlorophenols and their derivatives in the environment: the public health perspective//*Sci. World J.* 2013, - p. 1-11
4. Mahugo Santana C., Sosa Ferrera Z., Esther Terres Padron M., Juan Santana J. Rodriguez. Methodologies for the extraction of Phenolic compounds from environmental samples new approaches//*Molecules*.2009, v. 14, -p. 298-320.
5. Prieto A., Araujo L., Navalov A., Vilchez A. Comparison of solid-phase extraction and solid-phase microextraction using octadecylsilane phase for the determination of pesticides in water samples// *Curr. Anal. Chem.* 2010, v. 5, - p.219-224
6. Цеолитсодержащие породы Татарстана и их применение. Под ред. Л.В. Якимова и А.И. Букова. Казань: изд. «ФЭН» АН РТ, 2001, 176 с.