

Такие системы позволяют учитывать и анализировать текущие уровни шума, прогнозировать их изменения при различных сценариях, а также планировать и оценивать эффективность мероприятий по снижению шумового воздействия. Базы данных ГИС формируются на основе натуральных измерений и могут обновляться с использованием специализированных пунктов дистанционного наблюдения [2]. Применение ГИС в сочетании с картами-схемами основных источников шума, выполненными в масштабе генерального плана города, позволит более эффективно решать задачи управления и контроля шумового загрязнения.

В заключение следует отметить, что, хотя ВЭС являются важным элементом перехода к чистой энергетике. Вопросы, связанные с шумовым воздействием, требуют внимательного изучения и учета. Соблюдение санитарных норм, проведение мониторинга, применение современных технологий и методов планирования, а также учет мнения местного населения являются ключевыми факторами для обеспечения экологически и социально приемлемой эксплуатации ветровых электростанций.

Литература:

1. Ермоленко Г. и др. Развитие сетевых ветряных электростанций в России на примере пилотного проекта сетевой ветроэлектростанции " ВЭС Мирный" в Ейском районе Краснодарского края //Энергетический вестник. – 2014. – №. 18. – С. 57-73.
2. Ruggiero A. et al. Noise pollution analysis of wind turbines in rural areas //International Journal of Environmental Research. – 2015. – Т. 9. – №. 4. – С. 1277-1286.
3. Jianu O., Rosen M. A., Naterer G. Noise pollution prevention in wind turbines: status and recent advances //Sustainability. – 2012. – Т. 4. – №. 6. – С. 1104-1117.

УДК 628.31

АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННЫХ И ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАПРАВЛЕНИЙ АДСОРБЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Сагадиева А.Р., бакалавр

Научный руководитель Тунакова Ю.А.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ

Проведён анализ природных сорбентов для очистки сточных вод от ионов тяжёлых металлов и методы их модификации для интенсификация сорбционных свойств. Рассмотрены их сорбционная ёмкость, механизмы удаления и перспективы применения в экологических технологиях.

Ключевые слова: модифицированные сорбенты, природные сорбенты, адсорбция, тяжёлые металлы, сточные воды.

Загрязнение водных ресурсов ионами тяжёлых металлов (Pb^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} и др.) представляет серьёзную экологическую угрозу из-за их токсичности, способности к биоаккумуляции и устойчивости в окружающей среде. Одним из наиболее эффективных и экономически целесообразных методов очистки сточных вод является адсорбция, позволяющая извлекать металлы даже при низких концентрациях.

Для обеспечения максимальной эффективности процесса адсорбции ключевым фактором является точный выбор сорбента. Особый интерес представляют природные сорбенты (цеолиты, глины, биоматериалы) благодаря их доступности и низкой стоимости, а также их модифицированные формы, обладающие повышенной ёмкостью и селективностью.

В работе [1] проведена комплексная оценка эффективности различных материалов (графен, активированный уголь, углеродные нанотрубки, цеолит) в зависимости от их характеристик: сорбционной ёмкости, оптимальных условий работы (рН, температура), времени контакта и степени удаления металлов (табл. 1).

Исходя из полученных исследования перспективным направлением является гибридизация и модификация данных материалов. Комбинируя их преимущества и оптимизируя структуру под конкретные условия, можно добиться максимальной эффективности. Например: комплексной очистки можно добиться использованием активированного угля и цеолита (каскадная система); для кислых сред оптимальным является сочетание нанотрубок и модифицированного цеолита; для быстрой обработки допустима комбинация цеолита и графена благодаря скорости и ёмкости материалов соответственно.

В качестве природного адсорбента также используется перлит в различных формах, основными соединениями в перлите и вспученном перлите являются диоксид кремния (SiO_2) и оксид алюминия (Al_2O_3). Исследования по его адсорбционной способности представлены в таблице 2. Также доказано, что площадь поверхности адсорбции достигается путём модификации перлита магнетитом [2].

Новый тип цеолитового сырья представлен в исследованиях [3,4]. Цеолитсодержащие породы Татарско-Шатрашанского месторождения при содержании цеолитов 20% оказались сопоставимы по основным физико-химическим и физико-механическим свойствам с цеолитовыми породами, где содержание цеолитов составляет 65-70%. По вещественному составу цеолитсодержащие породы Татарско-Шатрашанского месторождения представляют собой сложную поликомпонентную систему переменного состава.

Таблица 1 - Характеристики исследуемых материалов

Adsorbents	Heavy metals	Ads. capacity, mg/g	Conc., mg/L	Optimum pH/ Temp, К	Efficiency (%)	Contact time, min.
Graphene	Pb(II)	256	3.225-0.01	5/313	99	120
	Cd(II)	136.98	3.225-0.01	6/313	98.46	120
	Cr	92.65	52	5.5	92.65	12
	Cu ⁺⁺	207.65	50	5/298-313	86.77	300
	Co(II)	21.28	2.0-25	5.5/298	93.8	30
	Ni(II)	66.01	10-100	4-9/318	78.31	120
	Zn ⁺⁺	208.33	10	7/293	100	1440
Activated carbon	Pb(II)	134.22	40	6.5/298	97.95	50
	Cd(II)	38.03	200	6.8/298	95	120
	Cr	21.57	50-100	5/293	98.2	60
	Cu ⁺⁺	38	37	5/300	97	75
	Co(II)	22.57	100	6.0/303	90.3	100
	Ni(II)	67.56	20	5.8/293	94	120
	Hg ⁺⁺	154	40	5	100	40
	Zn ⁺⁺	31.11	200	4.5/298	95	120
	Mn ⁺⁺	51.23	20	5.8/293	88	120
Fe ⁺⁺	58.76	20	5.8/293	90	120	
Carbon nanotubes	Pb(II)	102.4	540	5/298	96.03	80
	Cd(II)	14.09	26.5	6/298	97.25	600
	Cr	264.5	100	2/298	95	240
	Cu ⁺⁺	8.84	0.01	4/298	96	30
	Co(II)	69.63	100-1200	7/298	58	NA
	Ni(II)	47.86	10-8-	7/NA	93.4	900
	Hg ⁺⁺	35.89	0.55	6/298	26.5	600
	Zn ⁺⁺	28.6	20	7.5/298	99	30
Zeolite	Pb(II)	16.81	1-200	5/293	92	25
	Cd(II)	47	2500	4/293	97.5	30
	Cr	3.27	2.89	3.5/300	96	240
	Cu ⁺⁺	2.1	100-400	5/NA	99	60
	Co(II)	5.5-16.8	50-100	3-4/298	66.10	60
	Ni(II)	24.65	20	7.5/298	99	60
	Hg ⁺⁺	16.354	13.20-575	5-6/NA	90	420
	Zn ⁺⁺	28.6	20	7.5/298	99	30

Цеолитсодержащие породы Татарско-Шатрашановского месторождения характеризуются экстремально высоким содержанием CaO (12,49 % масс.).

Суммарная катионообменная емкость высокая – 88.42 мг-экв/100 г, причем основная доля приходится на катион кальция Ca^{2+} – 77.40 мг-экв/100 г. Участие других катионов в обмене имеет подчиненное значение (мг-экв/100 г): K^+ 6.55, Na^+ 1.74, Mg^{2+} 2.73. По своим сорбционным свойствам цеолитсодержащие породы Татарско-Шатрашанского месторождения находятся на уровне отечественных и зарубежных аналогов.

Таблица 2 - Адсорбционная способность перлита как адсорбента для удаления тяжелых металлов

Adsorbate	Adsorbent dosage (g/L)	T (°C)	C (mg/L)	pH	% Removal
Pb	10	25	11	7	100
Cd	10	25	2.6	7	97.7
Cu(II)	0.2g perlite/100mL	32	-	5	99
Ni ²⁺	0.2g perlite/100mL	32	2.6	5	99
Pb(II)	0.2g perlite/100mL	32	2.6	5	78.2
Cd(II)	0.2g perlite/100mL	32	2.6	5	99
Pb	0.2/100mL	25	100	6	-

В работе [5] предлагается химическая активация указанного выше типа цеолитсодержащего сырья. При кислотной обработке происходит вымывание примесей и декатионизация цеолита с понижением содержания ионов металлов. Активацию цеолита 2N и 3N соляной кислотой считают способом образования дополнительных активных центров, что повышает сорбционную способность материала. Щелочная обработка происходит «вымывание» части кремния в раствор. Вследствие этого в цеолитных носителях образуются мезопоры.

Проведенный анализ демонстрирует, что современные подходы к модификации и гибридизации сорбентов существенно повышают их эффективность для очистки сточных вод от тяжелых металлов. Ключевые направления совершенствования включают:

- химическую модификацию, включающую щелочную обработку, которая увеличивает количество активных центров; кислотная активация, которая способствует улучшению пористой структуры;

- гибридизацию материалов, включающую комбинации материалов, нанесение магнитных компонентов, упрощающих регенерацию, создание композитов для повышения механической стабильности;

- оптимизация условий применения, которые основываются на подборе pH-зависимых сорбентов для конкретных производственных стоков, использование каскадных систем с различными типами сорбентов.

Литература:

1. Sharma sudip, Devkota S, Shrestha R, Joshi M. Technological trends in heavy metals removal from industrial wastewater: A review. Journal of Environmental Chemical Engineering. 2021.

2. Mohd Javaid, Abid Haleem, Ravi Pratap Singh, Rajiv Suman, Substantial capabilities of robotics in enhancing industry 4.0 implementation, 2021, Pages 58-75, ISSN 2667-2413, URL <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2021.06.001.26>.

3. А.Н. Тюрин Поисково-оценочные работы на цеолитсодержащие породы в районе Городищенского проявления в Дрожжановском районе РТ. КГРЭ ТГРУ ОАО «Татнефть». ФГИ РТ, № 2104, Казань, 2001. С. 126

4. Р. Р. Исламова, Г. Ю. Яковлева, А. Н. Тюрин, О. Н. Ильинская, О. Н. Лопатин цеолиты Татарско-Шатрашанского месторождения как носители модельного альбумина для перспективной адсорбции терапевтических белков// записки российского минералогического общества 2022, Ч. CLI, № 1, с. 105–113 DOI: 10.31857/S0869605522010063

5. Габдрахманова, Г. Н. Модификация цеолита Татарско-Шатрашанского месторождения для обеспечения физиологической полноценности питьевых вод / Г. Н. Габдрахманова, Р. И. Файзуллин, В. С. Валиев // Химия и инженерная экология - XVIII : сборник трудов международной научной конференции, Казань, 27–29 сентября 2018 года / Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ (КНИТУ-КАИ). – Казань: Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева, 2018. – С. 261-264.

УДК 744.346.5

ОЦЕНКА НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И КОМПЛЕКСОВ

Сагадиева А.Р., бакалавр

Научный руководитель Тунакова Ю.А.

*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ*

Выполнена оценка влияния промышленного предприятия, занимающегося выпуском оптических систем, на состояние атмосферного воздуха. Описаны технологические процессы и состав выбросов, попадающих в атмосферу. Приведены расчетные данные по максимальным разовым и среднегодовым концентрациям загрязняющих веществ на прилегающих территориях, выраженные в долях от ПДК.