

Для сравнения новой насадки с существующими стандартными в таблице 3 представлены их основные характеристики.

Таблица 3 – Характеристики регулярных насадок

Характеристика	Плоскопараллельная насадка	Z-образная насадка	Гофрированная насадка		Новая исследуемая насадка
			исполнение 1	исполнение 2	
Шаг, мм	10 15 20	16 20 26	7	7	20/15
Удельная поверхность, м ² /м ³	180 125 95	140 110 85	450	200	420
Высота пакета, мм	400	310 340 400	150	150	100
Плотность орошения, м ³ /(м ² ·ч)	0,5–120	1–120	0,1–10	0,2–2,5	20–64
F-фактор, $\frac{m}{c} = \sqrt{\frac{kg}{m^3}}$	0,55–8,0	0,4–5	0,2–2,5	0,5–3,5	1–3
ВЭТТ, м	0,6–1,5	0,5–1	0,175–0,2	0,75–0,4	0,15–0,22
Гидравлическое сопротивление, Па/м	1,33–3,33	4–400	20–300	10–600	15–180

Анализ таблицы 3 показывает, что новая насадка по основным характеристикам превосходит плоскопараллельную, Z-образную и гофрированную (исполнение 2). Гофрированная насадка (исполнение 1) имеет близкие значения практически по всем характеристикам с новой насадкой. Однако новая насадка обладает меньшим гидравлическим сопротивлением и работает в более широком диапазоне по плотности орошения.

УДК 541.183.12

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕГИДРОЛИЗУЕМОГО ОСТАТКА ТОРФА КАК СОРБЕНТА ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Студ. Буко З.В., к.т.н., доц. Лихачева А.В.

Белорусский государственный технологический университет

Сточные воды, содержащие тяжелые металлы, образуются в химической промышленности, при производстве гальванических элементов и обработке металлических поверхностей, в электронной промышленности, в типографии, на фабриках по обработке кожного сырья и др. Известно, что тяжелые металлы относятся к ингредиентам наиболее опасным для окружающей среды и для человека.

В связи с этим в настоящее время одной из актуальных экологических проблем является проблема глубокой очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов. Для очистки сточных вод применяют механические, физико-химические и биологические методы. Наиболее эффективным и экологически приемлемым методом очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов является сорбционный метод очистки. Преимущество процесса сорбции заключается в том, что он, независимо от значений pH среды, позволяет извлекать тяжелые металлы из больших объемов сточных вод, при одновременном их обезвреживании. Сорбционный метод используется самостоятельно или в комплексе с другими методами очистки, например с ионообменным методом. Эффективность сорбционного метода определяется, прежде всего, характеристиками применяемого сорбента. На практике применяют природные и синтетические сорбенты. Применение природных минералов в очистке сточных вод является приемлемым с экологической и экономической точки зрения, но зачастую такие материалы не обладают нужными сорбционными свойствами и их необходимо дополнительно модифицировать.

Использование углеродных сорбентов для извлечения тяжелых металлов считается дорогостоящим и сложным, но уже стало традиционным в технологиях очистки сточных вод. Определенное затруднение вызывает тот факт, что технологические разработки по их регенерации практически отсутствуют.

В последние годы ассортимент углеродных сорбентов для очистки питьевой воды от

растворенных неорганических веществ, в частности, тяжелых металлов, значительно дополнился синтетическими, прочными на износ и ударные нагрузки, сферическими углеродными материалами, но технология их регенерации практически не изучена, что также существенно ограничивает их применение.

Поэтому разработка технических решений, позволяющих получать относительно дешевые сорбенты с доступными способами их регенерации, остается актуальной задачей. Одновременно с этим должна решаться задача по изучению свойств и разработке приемов эффективного использования новых сорбентов в системах водоочистки.

В связи с этим, в настоящее время остро стоят вопросы расширения ассортимента сорбентов, упрощения и удешевления технологии их производства. В то же время в ряде промышленных производств образуются отходы, физико-химические свойства которых позволяют отнести их к категории перспективных сорбентов для использования при очистке сточных вод. К одному из таких отходов относится негидролизуемый остаток торфа (НГО). Применение торфощелочных суспензий НГО позволит не только эффективно очищать металлсодержащие растворы, но и получать осадки, пригодные для дальнейшей рекуперации металлов.

Цель исследования – разработка способа очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов с использованием негидролизованного остатка торфа.

При проведении исследований по очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов в качестве сорбента использовали НГО торфа верхового и низинного типов. Для получения объектов исследования был использован торф верхового типа (ВТ) месторождения Островское со степенью разложения 45-50% и торф низинного типа (НТ) месторождения Ореховый мох со степенью разложения 35-40%. Остаток гидролиза был выделен из торфа путем обработки его 20% раствором гидроксида натрия при pH суспензии 12,5. Суспензию выдерживали в течение 24 ч при комнатной температуре. После протекания гидролиза разделение суспензии проводили на центрифуге при следующих параметрах: частота вращения ротора 3000 об/мин, время разделения – 20 минут, фактор разделения – 3041g. Всего кратность обработки НГО составляла 3 раза.

После гидролиза проводили отмывку полученного остатка от водорастворимых органических соединений и перевод его в Н-форму. Для этого заливали остаток 0,3 н раствором HCl в соотношении 1:1 и выдерживали 24 ч. Разделяли на центрифуге в течение 20 мин при 3600 об/мин. Затем остаток выдерживали в течение 24 часов в дистиллированной воде при соотношении 1:1. Разделяли на центрифуге при параметрах, указанных выше. Характеристика полученных негидролизуемых остатков торфа приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика негидролизуемых остатков торфа

Наименование	Влажность, %	Зольность, %	Содержание СООН-групп, мг-экв/г	Содержание ОН-групп, мг-экв/г	Содержание СООН- и ОН-групп, мг-экв/г
НГО ВТ	90,63	13,58	1,42	0,83	2,25
НГО НТ	86,28	16,37	0,61	1,37	1,98

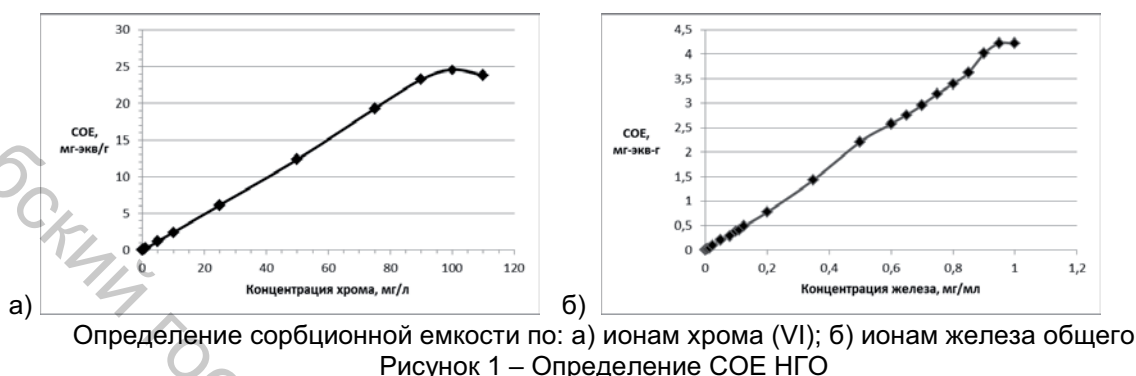
В работе сорбционные свойства материалов исследовали при очистке модельных сточных вод, образующихся при травлении деталей и нанесении хромовых покрытий в гальваническом производстве. Сорбционную емкость исследуемых материалов определяли по железу общему и хрому (М). Исследования проводили при трех значениях pH : 2, 5 и 11. Данные значения были выбраны исходя из анализа состава и свойств сточных вод, образующихся в гальваническом производстве.

Для проведения исследований использовали 2% (масс.) суспензию отмытого НГО. Для создания требуемого значения pH использовали соответственно либо кислоту, либо щелочь. Затем приливали раствор железа с концентрацией от 1 до 1000 мкг/л и раствор хрома (V) с концентрацией от 0,001 до 100 мг/л. Затем доводили до метки дистиллированной водой, тщательно перемешивали. Через 24 часа пробы центрифугировали в течение 15 минут при 4000 об/мин. После этого определяли содержание железа и хрома в растворе после сорбции.

По результатам проведенных исследований было установлено, что сорбционная емкость (СОЕ) исследуемых материалов составляла: по ионам железа от 4,2 до 4,6 мг-экв/г; по ионам хрома от 24,7 до 25,1 мг-экв/г. При этом наилучшие сорбционные свойства наблюдались по ионам железа при pH=5, а по ионам хрома при pH=2. Это свидетельствует о том, что негидролизуемые остатки торфа могут использоваться в качестве сорбционных материалов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Для того чтобы определить максимальную сорбционную емкость НГО проводили исследования зависимости СОЕ от различных концентраций определяемых ионов металлов.

Для проведения исследования использовали растворы, содержащие ионы железа с концентрациями от 1 до 1000 мкг/см³ (исследования проводили при pH = 5) и растворы хрома с концентрациями от 1 до 20000 мкг/л (исследования проводили при pH = 2). Полученные результаты по сорбции ионов хрома (VI) представлены на рисунке 1.



В результате исследований было установлено, что максимальная сорбционная емкость НГО по ионам хрома (VI) составляла 24,5 мг-экв/г, по ионам железа – 4,2 мг-экв/г.

Далее проводили исследование влияния на процесс сорбции перемешивания в течение 1-26 часов. Результаты представлены на рисунке 2.

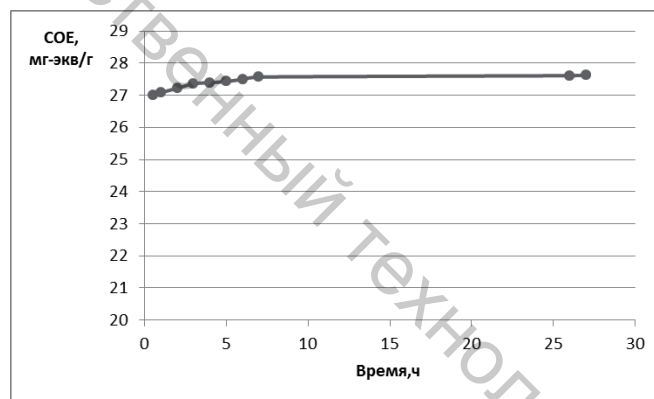


Рисунок 2 – Определение сорбционной емкости по ионам хрома (VI)

В результате COE, как по ионам хрома, так и по ионам железа возрастает с увеличением времени перемешивания и составляет 27,6 мг-экв/г, и 4,7 мг-экв/г соответственно.

За 26 часов проводимых исследований COE увеличилась на 2-2,2%. Интенсивное перемешивание смеси позволило увеличить сорбционную емкость более чем на 10%.

Таким образом, в результате проведенных исследований было показано, что торфощелочные суспензии НГО являются эффективными сорбентами для очистки сточных вод, содержащих ионы железа и хрома.

Список использованных источников

1. Дударчик В.М., Коврик С.И., Смычник Т.П. Очистка хромсодержащих растворов гуминовыми кислотами торфа // Весці НАН Беларусі. Сер.хім. навук, 20.
2. Першай, Н.С. Новые сорбенты ионов тяжелых металлов с пониженным вторичным загрязнением очищаемой среды на основе торфа // Н.С. Першай, Ю.Г. Янута, А.М. Абрамец / Материалы Межд. науч.-техн. конф. «Техника и технология защиты окружающей среды», 2-4 октября 2013 г. – Мн.: БГТУ. – С. 11-13.
3. Томсон, А.Э. Торф и продукты его переработки \ А.Э. Томсон, Г.В. Наумова; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск :Беларус. Навука, 2009. – 328 с.