

для рекультивации до 65%.

В Республике Беларусь на сегодняшний день опыт по реализации мероприятия такого плана отсутствует. Однако анализ научно-технической литературы, проведенные нами исследования показали, что полученный компост и состав для рекультивации на его основе по своим характеристикам близки к природным материалам, т.е. представляют собой вещества, свойственные окружающей среде.

УДК631.811; 66.022.372.07

З.В. Буко, магистрант, А.В. Лихачева, доц., канд. техн. наук  
(БГТУ, г.Минск)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДА ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД**

Среди существующих в настоящее время методов очистки сточных вод наиболее перспективным представляется сорбционный. Процессы адсорбции широко используются в различных областях химической промышленности. Развитию сорбционной технологии способствует постоянное создание новых типов адсорбционных материалов, в качестве которых используют твердые вещества с большей удельной поверхностью и, как правило, пористой структурой. Несмотря на разнообразие применяемых адсорбентов, многие из них не удовлетворяют всему комплексу требований, предъявляемых к материалам подобного типа. Главным недостатком большинства применяемых адсорбентов является их высокая стоимость, сложность технологии их регенерации, недостаточная эффективность очистки. Для разработки достаточно дешевых адсорбентов перспективным является использование отходов производства.

Поэтому в нашей работе в качестве сорбционного материала были использованы негидролизуемые остатки (НГО) торфа верхового и низинного типов (ВТ и НТ соответственно).

Остаток гидролиза был выделен из торфа путем обработки его 20% раствором гидроксида натрия при pH суспензии 12,5. Кратность обработки НГО составляла 3 раза. После гидролиза проводили отмывку полученного остатка от водорастворимых органических соединений и перевод его в Н-форму.

В работе использовали НГО с влажностью 79,6-84,15 %, зольностью 19,7-27,8 % и с содержанием карбоксильных групп и фенольных гидроксидов для НГО ВТ – 1,14-5,7 мг-экв/г, а для НГО НТ □ 1-5 мг-экв/г.

Цель исследований заключалась в изучении сорбционных свойств негидролизуемых остатков торфа по отношению к ионам тяжелых металлов.

В работе проведены исследования сорбционных свойств НГО по отношению к ионам железа (III) и хрома (VI).

Результаты проведенных исследований показали, что тип торфа (ВТ или НТ), из которого получают НГО, не оказывает существенного влияния на величину емкости остатка.

При условиях проведения эксперимента максимальные значения СОЕ составили по железу (III) – 0,267 мг-экв/г, по хрому (VI) – 0,45 мгк-экв/г.

Процесс сорбции проводили в диапазоне рН от 2 до 11. По результатам, полученным в ходе исследований, было установлено, что сорбционная емкость исследуемых материалов по ионам железа изменялась незначительно при различных рН раствора. Наилучшие сорбционные свойства НГО наблюдались при рН=5.

По отношению к ионам хрома (VI) сорбционная емкость исследуемых материалов изменялась от 0,29 до 0,45 мгк-экв/г при разных значениях рН. При этом наилучшие сорбционные свойства НГО наблюдались при рН=2.

При проведении исследований также были определены зависимости СОЕ от времени взаимодействия металла с сорбентом в процессе перемешивания проб в течение 1-12 ч и без перемешивания в течение 26 ч. За 26 часов проводимых исследований СОЕ по железу (III) увеличилась на 4,3% для НГО ВТ и на 16,1% для НГО НТ. На основании полученных результатов сделан вывод, что оптимальное время взаимодействия металла с сорбентом составляет 18-25 ч.

Значение СОЕ НГО по хрому (VI) при перемешивании пробы увеличивается на 23,9 % по сравнению с пробой без перемешивания. При этом, оптимальным является время взаимодействия НГО с раствором хрома (VI) 8-9 часов.

Для улучшения сорбционных свойств НГО, в работе были проведены исследования влияния различных способов предварительной обработки НГО на величину СОЕ. Для обработки остатка использовали химические реагенты, такие как ПАВ, пероксид водорода и/или физическое воздействие – ультразвуковую обработку. Кроме того, меняли последовательность воздействия разных факторов.

Обработка остатка НГО химическими веществами и/или ультразвуком оказывает незначительное влияние на величину СОЕ НГО по железу (III). Наилучшие значения статической обменной емкости получены для образцов, подверженных воздействию: для НГО ВТ – пероксида водорода; ультразвука и пероксида водорода; пероксида водорода и ультразвука (0,269 мг-экв/г); для НГО НТ – ультразвука и пероксида водорода; пероксида водорода и ультразвука (0,263 мг-экв/г).

Установлено, что обработка НГО увеличивает величину СОЕ

остатка по хрому (VI). Наилучшее значение СОЕ получены для образцов, подверженных воздействию: для НГО ВТ – ультразвука и ПАВ (0,487 мкг-экв/г), ультразвука и пероксида водорода (0,487 мкг-экв/г); для НГО НТ – ультразвука и ПАВ (0,483 мкг-экв/г), ультразвука и пероксида водорода (0,482 мкг-экв/г), ультразвука (0,481 мкг-экв/г).

Таким образом, можно сделать вывод, что ультразвуковая обработка НГО приводит к росту содержания карбоксильных групп, при снижении общего содержания функциональных групп в образце НГО. При этом наблюдается рост оптической плотности фугата. Это свидетельствует о переходе в раствор окрашивающих соединений, которые могут образовываться как при деструкции органической составляющей НГО, так и при диспергировании НГО. При этом второй процесс более вероятен, т.к. введение ПАВ приводит к сходному увеличению оптической плотности. Отсутствие роста содержания карбоксильных групп в осадке позволяет утверждать, что расклинивающее действие используемого ПАВ невысоко и не позволяет разрушать крупные агрегаты НГО.

В нейтральной среде обработка пероксидом водорода приводит к окислению алифатических фрагментов. Причем это окисление фрагментов происходит без образования функциональных групп (карбоксильных и фенольных гидроксидов), способных к ионному обмену, а значительное падение оптической плотности фугата при обработке пероксидом водорода позволяет утверждать, что образующиеся низкомолекулярные фрагменты подвергаются дальнейшему окислению.

Воздействие ультразвуковой обработки совместно с пероксидом водорода приводит к большей выраженности процесса окисления, о чем свидетельствует общее снижение функциональных групп (карбоксильных и фенольных гидроксидов), а также рост зольности. Последовательность обработки и введения пероксида водорода оказывает незначительное влияние на функциональный состав образца. Подтверждение этому является также падение оптической плотности фугата.

Влияние комбинированной обработки ПАВ и ультразвуком приводит к росту содержания фенольных гидроксидов при первоначальной ультразвуковой обработке с последующим введением ПАВ. Данный факт может быть объяснен стабилизирующим действием ПАВ на образующиеся частицы НГО.

Введение ПАВ с последующей ультразвуковой обработкой не оказывает влияния на увеличение функциональных групп в НГО. Это можно объяснить введением ПАВ на уровне критической концентрации мицеллообразования (ККМ).

Введение пероксида водорода с последующей ультразвуковой

обработкой приводит к снижению оптической плотности фугата, при этом это снижение не так выражено, как в случае введения лишь  $H_2O_2$ , что может быть обусловлено частичной нейтрализацией пероксидом водорода ПАВ.

Аналогичная ситуация наблюдается и при обработке остатка пероксидом водорода и ультразвуком, а также ПАВ и ультразвуком.

Комбинированное воздействие ультразвука, ПАВ и пероксида водорода приводит к увеличению содержания карбоксильных групп и фенольных гидроксидов. Это можно объяснить протеканием процессов диспергирования частиц НГО при ультразвуковой обработке, последующим их окислением пероксидом водорода и стабилизации путем введения ПАВ. При этом введение ПАВ, вероятно, позволяет частично нейтрализовать пероксид водорода, что не приводит к взаимодействию последнего с функциональными группами и их дальнейшим окислением. Таким образом, первоочередное взаимодействие пероксида водорода с ПАВ не позволяет ему участвовать в процессе окисления органических веществ. Поэтому влияние пероксида менее выражено при ультразвуковой обработке совместно с ПАВ. В этом случае также происходит участие в окислительно-восстановительном процессе органических соединений более подверженных окислению и не затрагивающих хромофорные свойства водорастворимых компонентов.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты исследования сорбционных свойств НГО**

Наименование показателя	Величина значения показателя в зависимости от сорбируемого металла и типа торфа			
	Хром (VI)		Железо (III)	
	Тип НГО			
	ВТ	НТ	ВТ	НТ
1	2	3	4	5
Оптимальное значение pH	5		2	
Время взаимодействия металла с сорбентом при котором наблюдалось наибольшее значение COE, ч	8	13	25	25
- при перемешивании проб				
- без перемешивания	24	24	18	25
Величина COE в зависимости от продолжительности взаимодействия металла с сорбентом, мг-экв/г (для железа), мкг-экв/г (для хрома):				
- при перемешивании проб	0,350-0,463	0,325-0,439	0,260-0,270	0,230-0,260
- без перемешивания проб	0,160-0,443	0,142-0,411	0,256-0,267	0,230-0,261

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Величина СОЕ в зависимости от способа предварительной обработки НГО:				
- без обработки	0,443	0,411	0,266	0,253
- ПАВ	0,467	0,454	0,267	0,254
- H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,481	0,474	0,269	0,258
- УЗ	0,485	0,481	0,267	0,261
- УЗ + ПАВ	0,487	0,483	0,267	0,261
- УЗ + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0,487	0,482	0,269	0,263
- H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + УЗ	0,483	0,479	0,269	0,263
- ПАВ + УЗ	0,477	0,467	0,266	0,261
- УЗ + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + ПАВ	0,481	0,477	0,267	0,260

Таким образом, в качестве сорбента ионов железа (III) лучше использовать НГО с предварительной его обработкой пероксидом водорода, т.к. при этом наблюдается максимальная сорбционная емкость, а также не происходит загрязнения очищаемой среды водоразтворимыми органическими соединениями.

По данным исследования можно сделать вывод о возможности использования негидролизуемого остатка торфа в качестве сорбента в процессах очистки промывных сточных вод от гальванических цехов от ионов железа и хрома, что также позволит использовать отход, который образуется на торфоперерабатывающих предприятиях.

УДК 681.831

Ю.Г. Янута, вед.науч.сотр., канд.техн.наук, yanuta@tut.by;

А.М. Абрамец, вед.науч.сотр., канд.техн.наук.,

Н.С. Першай, мл.науч.сотр.

(Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск)

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФЯНОЙ ЗОЛЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ

В процессе использования твердых горючих ископаемых в больших объемах образуются отходы золы и шлаков. В этой связи, обращение с отходами приобретает исключительную актуальность и большую значимость. С другой стороны, изучение отечественного опыта предыдущих лет и опыта разных стран, анализ состава и свойств образующихся отходов, а также результатов технологических испытаний дают основание рассматривать отдельные категории отходов как сырье для получения новых материалов, обосновать возможные направления использования зольных отходов.