

ко-химических свойств дренажных вод мелового карьера и разработка научно-обоснованных рекомендаций по их очистке до норм сброса в р. Рита Малоритского района Брестской области», «Рекомендации по оптимизации работы ГОС канализации г. Волковыска с целью предотвращения вспухания активного ила в сооружениях биологической очистки», «Научно-обоснованные рекомендации по подбору озонатора для доочистки ГСВ г. Осиповичи», «Определение аэрационных и энергетических характеристик пневмоаэраторов на основе результатов стендовых испытаний массо-передачи кислорода в соответствии с ASCE-2006 (тестирование SOTE)», «Научно-обоснованный метод по обезжелезиванию воды для питьевых нужд с помощью озона аг. Величковичи». Также с 2012 по 2014 год кафедра участвовала в международном проекте по снижению эвтрофикации Балтийского моря («Project on Reduction of the Eutrophication of the Baltic Sea Today (PRESTO)»).

В заключение необходимо отметить, что за годы своего существования кафедра подготовила большое количество специалистов, занимающих высокие должности на предприятиях водопроводно-канализационного хозяйства Республики Беларусь. Наиболее известным выпускником данной кафедры является Мясникович Михаил Владимирович, доктор экономических наук, профессор. Мясникович М. В. окончил БИСИ в 1972 году (второй выпуск) и получил распределение на работу в Минск. С 1983 года занимал высокие государственные должности: являлся министром ЖКХ БССР, заместителем председателя Совета Министров РБ, председателем Госэкономплана, первым заместителем председателя Совета Министров РБ, главой администрации Президента РБ, президентом НАН РБ, премьер-министром РБ, в настоящее время занимает должность председателя госсвета РБ.

Список использованных источников

1. Кудрицкий, В. Н. Наша история. 40-летию Брестского государственного технического университета посвящается (1966-2006 гг.). – Брест, БГТУ, 2006. – 170 с.

УДК628.3

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БРИКЕТИРОВАННОГО ТОРФА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Житенёв Б. Н., Сенчук Д. Д.

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест

Введение. На большинстве предприятий, выпускающих изделия, содержащие металлы, предусмотрены технологические процессы нанесения защитных покрытий, во многих случаях используется цинкование, хромирование, никелирование, омеднение и т. п. В результате образуются высокотоксичные воды, содержащие ионы тяжелых металлов: цинка, хрома, никеля, меди, железа и др.

Сброс их в коммунальную систему водоотведения приводит к неизбежному транзиту в водотоки – приемники сточных вод, поскольку на сооружениях биологической очистки эффект удаления составляет от 20 до 65 % в зависимости от природы катиона. Для очистки таких вод применяются реагентные, электрохимические и ионообменные методы. Значения предельно допустимых концентраций (ПДК) ионов тяжелых металлов для сброса в коммунальные системы водоснабжения постоянно ужесточаются. Что вызывает необходимость более глубокой очистки таких сточных вод. Это может быть достигнуто использованием ионообменных методов, при этом очист-

ка может осуществляться как на синтетических, так и на природных сорбентах. При этом происходит обмен находящихся в растворе ионов тяжелых металлов на ионы водорода, натрия или калия, изначально закрепленных на матрице сорбента. Невысокая стоимость, доступность, экологическая безопасность объясняют возрастающее количество научных публикаций, посвященных очистке сточных вод с помощью торфа.

Обзор литературных данных позволяет сделать вывод о том, что разработка усовершенствованных технологий очистки сточных вод с использованием торфа является весьма перспективным направлением. В литературе отсутствуют достаточно полные данные об использовании брикетированного торфа в качестве сорбента. В Республике Беларусь имеются значительные запасы торфа, масштабные производства торфобрикетов, это создает реальные предпосылки для выпуска дешевых, экологически безопасных сорбентов на основе модифицированного брикетированного торфа. Настоящая работа посвящена исследованию сорбционных свойств брикетированного торфа для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, на примере ионов железа.

Экспериментальная часть. Эксперименты производились с использованием торфобрикетов производства торфобрикетного завода «Гатча-Осовское», расположенного в Жабинковском районе Брестской области. Брикет механическим способом гранулировали, затем рассеивали через набор сит калибром 1,00 – 2,00– 3,25 – 3,75 – 4,50 – 5,50 мм. В результате были получены образцы крупностью < 1мм, 1,00 – 2,00 мм, 2,00 – 3,25 мм, 3,25 – 3,75 мм, 3,75 – 4,50 мм, 4,50 – 5,50 мм. В качестве ионов тяжелых металлов использовался ион железа (III), концентрация в исходном имитаторе сточных вод составляла 10 мг/дм³. В стакан помещали 100 мл раствора и добавляли 10 г гранул торфа. Затем суспензию перемешивали с помощью механических мешалок в течение 20, 40, 60 минут.

Затем растворы фильтровали через бумажный фильтр и определяли остаточное содержание ионов железа (III).

Результаты и их обсуждение. Эффект очистки воды от ионов железа рассчитывался по формуле:

$$\mathcal{E} = \left(\frac{C_1 - C_2}{C_1} \right) \cdot 100 \% , \quad (1)$$

C_1, C_2 – соответственно массовая концентрация ионов железа до и после опыта.



Рисунок 1 – Общий вид экспериментальной установки

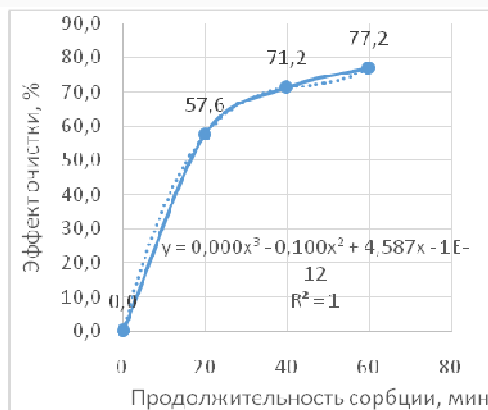


Рисунок 2 – Зависимость эффекта сорбции от продолжительности контакта, мин.

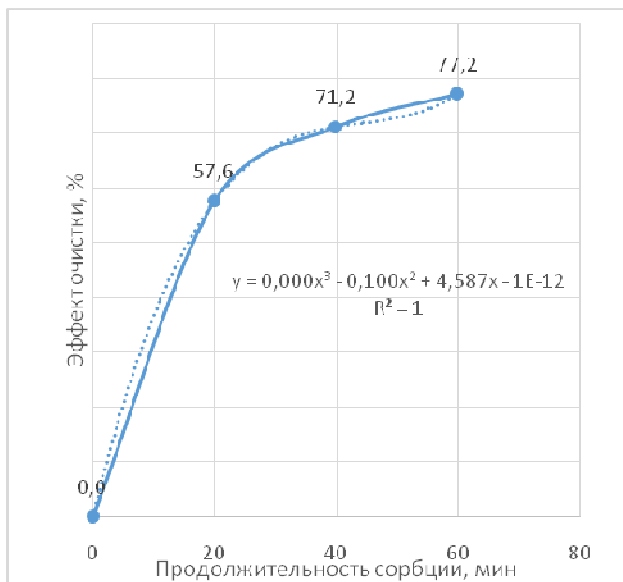


Рисунок 3 – Зависимость степени достижения равновесия от продолжительности контакта брикетированного торфа с раствором, содержащим ионы железа

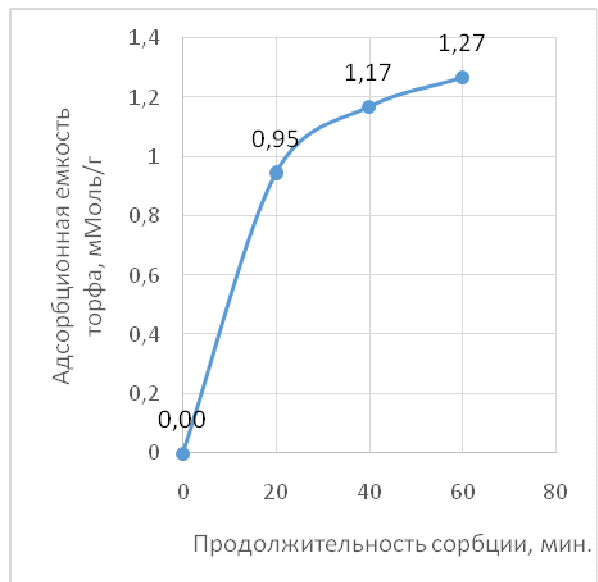


Рисунок 4 – Кинетическая кривая сорбции ионов железа брикетированным торфом

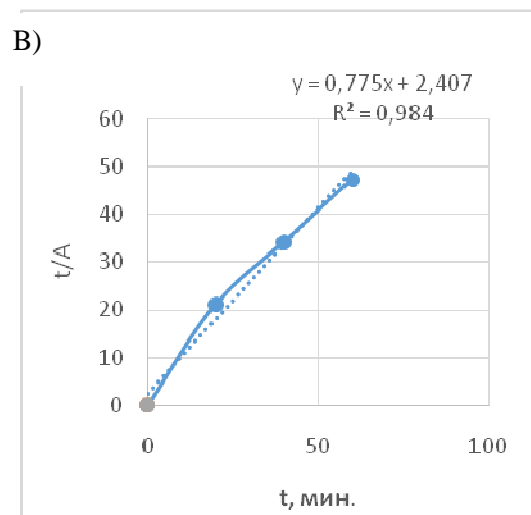
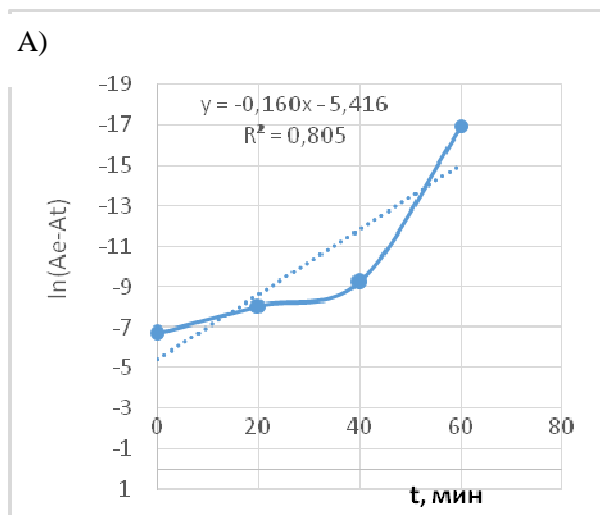


Рисунок 5 – Кинетические кривые сорбции ионов железа брикетированным торфом в моделях псевдопервого (А) и псевдоторгового (В) порядков

Как видно из рисунка 2, наиболее эффективно процесс сорбции ионов железа брикетированным торфом протекает в течение 20 минут контакта, затем он замедляется. В течение 60 минут удаляется до 77-80 % ионов железа и практически наступает сорбционное равновесие. Степень достижения равновесия F показывает, какая часть общего количества вещества сорбируется к данному моменту времени, и для брикетированного торфа она составила около $F=0.8$ при продолжительности контакта 60 минут (рис. 3).

Кратность извлечения – отношение исходной концентрации к равновесной составила для ионов железа 4,4. Адсорбционная емкость (рис.4) брикетированного торфа рассчитывалась по уравнению:

$$A = (C1 - Cсравн) * (V / m) \quad (2)$$

V – объем раствора, дм^3 ;

m – масса навески брикетированного торфа, г;

C_1 – исходная концентрация ионов железа в растворе, моль/дм^3 ;

$C_{\text{равн}}$ – равновесная концентрация ионов железа в растворе после сорбции, моль/дм^3 . Для выяснения механизма сорбции ионов железа брикетированным торфом результаты экспериментов были обработаны с помощью уравнений диффузионной кинетики. Кинетическая кривая для внешне диффузионных процессов должна быть линейной в координатах $\ln(A_e - A_t) - t$ (рис. 5).

Кривые сорбции для ионов железа на начальном этапе описываются прямыми, следовательно, диффузия в пленке раствора вносит вклад в общую скорость процесса. При дальнейшем контакте графики сорбции ионов железа искривляются. Согласно литературным данным [1], это свидетельствует о том, что диффузия в зерне сорбента контролирует общую скорость процесса. В случае химического взаимодействия торфа с ионами тяжелых металлов (реакция ионного обмена) вклад в кинетику может вносить стадия собственно химической реакции между сортируемым ионом и функциональными группами поглотителя. Поэтому для выявления вклада химической стадии при описании сорбционного процесса брикетированным торфом использовали модели псевдопервого и псевдовторого порядка [1]. Линейные формы этих моделей представлены в виде уравнений (3) и (4):

$$\ln(A_e - A_t) = \ln A_e - k_1 \cdot t, \quad (3)$$

$$\frac{t}{A_t} = \frac{1}{k_2 \cdot A_e^2} + \frac{1}{A_t} \cdot t, \quad (4)$$

где A_e и A_t – количество сорбированного иона металла на единицу массы сорбента в состоянии равновесия и в момент времени t ;

k_1 – константа скорости сорбции в модели псевдопервого порядка;

k_2 – константа скорости сорбции в модели псевдовторого порядка.

Для установления модели, оптимально описывающей сорбцию железа на брикетированном торфе (рис. 5), сравнивались коэффициенты корреляции псевдопервого и псевдовторого порядка. Установлено, что сорбция ионов железа наиболее точно описывается моделью псевдовторого порядка.

Заключение

1. Выполнены исследования кинетики сорбции брикетированным торфом ионов железа.

2. Установлено, что процесс сорбции протекает наиболее интенсивно в течение первых 20-30 минут.

3. С помощью уравнений диффузионной и химической кинетики установлено, что процесс сорбции идет в диффузионном режиме, при этом вклад в общую скорость процесса вносит стадия химического взаимодействия ионов металла с функциональными группами торфа.

4. Установлена возможность использования брикетированного торфа в качестве сорбента для очистки сточных вод от ионов железа.

Список использованных источников

1. Дремичева, Е.С. Изучение кинетики сорбции на торфе ионов железа(III) и меди(II) из сточных вод/Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2: Химия. – 2017. – Т. 58. – № 4.