

со штаммом IV значения концентрации фосфора фосфатного в жидкой фазе. При этом концентрация фосфора фосфатного на единицу сухой биомассы для штамма II составила 12,1 мг/г, а для штамма IV 6,7 мг/г.

Так как концентрация фосфора фосфатного на единицу сухой биомассы имела максимальное значение для штамма II, именно этот штамм был выбран для дальнейшего изучения влияния продолжительности и чередования аэробных-анаэробных стадий на процесс поглощения фосфора из жидкой среды.

ЛИТЕРАТУРА

1 Технический справочник по обработке воды: в 2 т. / Компания «Дегремон»; редкол.: М. И. Алексеев [и др.]. – Санкт-Петербург: «Новый Журнал», 2007. – 2 т.

2 Крупномасштабные сооружения биологической очистки сточных вод с удалением биогенных элементов / Д. А. Данилович [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008 – №10. – С. 45–51.

3 Технологии биологического удаления азота и фосфора на станциях аэрации / Б. В. Васильев [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2001. – № 5. – С. 22–25.

4 Жмур, Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н.С. Жмур. – М.: Акварос, 2003. – 512 с.

УДК 661.183.129

И. Ю. Козловская, асп.; В. Н. Марцуль, доц., канд. техн. наук
(Белорусский государственный технологический университет, Минск)

СОРБИЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТРАБОТАННЫМ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИМ

КАТАЛИЗАТОРОМ И ПРОДУКТАМИ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

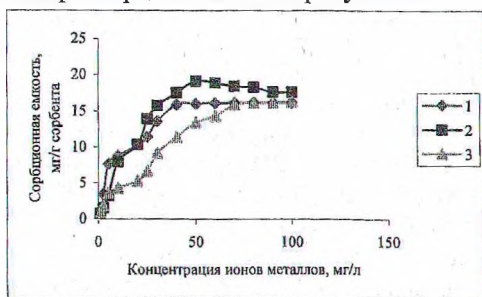
Использование сорбционных материалов в природоохранной деятельности является установившейся практикой. Сорбенты на сегодняшний день используются как фильтрующие материалы, способствуют очистке природных и сточных вод от ионов тяжелых металлов, органических веществ, солей жесткости, применяются для осушки и очистки газоздушных выбросов, для сорбции радионуклидов и ограничения подвижности металлов в осадках сточных вод и почвах. В Республике Беларусь сорбционные материалы производятся в небольших количествах, большинство их импортируется. Одними из наиболее эффективных сорбентов, применяемых на сегодняшний день, являются природные и синтетические цеолиты («молекулярные сита»). Кристаллы цеолитов пронизаны системой ка-

налов и полостей, обладают хорошо развитой внутренней поверхностью, доступной для сорбируемых молекул [1]. В качестве перспективного сорбционного материала, содержащего в своем составе цеолит (до 20%) [2], может рассматриваться отработанный цеолитсодержащий катализатор. Это многотоннажный отход четвертого класса опасности, который при хранении оказывает отрицательное влияние на атмосферный воздух, почву и подземные воды.

Целью работы является изучение сорбционных свойств отработанного цеолитсодержащего катализатора, а также продуктов его кислотной обработки.

Для достижения поставленной цели была определена статическая обменная емкость (СОЕ) отработанного цеолитсодержащего катализатора по ионам железа, меди и цинка, проведен сравнительный анализ сорбционных свойств исходного и отработанного катализатора, а также продуктов кислотной обработки отхода по ионам железа.

Содержание ионов железа и цинка в растворе определяли фотометрическим методом, меди и никеля – методом прямой титриметрии [3]. Сорбцию вели из модельных растворов с концентрацией ионов металлов от 1 до 100 мг/л в определенном диапазоне рН, чтобы исключить осаждение ионов металлов за счет образования гидроксокомплексов. Изотермы сорбции ионов железа, меди и цинка отработанным катализатором представлены на рисунке 1.



1 – железо; 2 – цинк; 3 – медь

Рисунок 1 – Изотермы сорбции ионов металлов отработанным катализатором

Таким образом, полная сорбционная емкость отработанного цеолитсодержащего катализатора по ионам железа, меди и цинка в диапазоне концентраций до 100 мг/л не превышает 18 мг/г сорбента. Кривые кинетики сорбции ионов железа, цинка и меди представлены на рисунке 2. При исследовании кинетики сорбции на отработанном катализаторе для ионов цинка было отмечено, что полная статическая обменная емкость достигается через 1 ч после введения сорбента в

раствор. Сорбция железа и меди требует более длительного времени (2 ч) о чем свидетельствует кривая кинетики представленная выше.

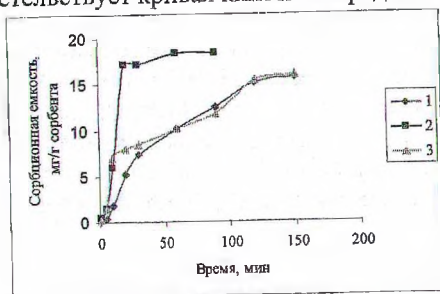


Рисунок 2 – Кривые кинетики сорбции ионов металлов отработанным катализатором

При проведении сравнительного анализа сорбционных свойств исходного катализатора, отработанного цеолитсодержащего катализатора и продуктов его кислотной обработки по ионам железа, предварительно была проведена кислотная обработка отхода растворами серной и азотной кислот. После взаимодействия катализатора с кислотами после центрифугирования полученная суспензия разделилась на три фазы – кислотный концентрат, твердый остаток и гель, при добавлении азотной кислоты – на две, кислотный концентрат и твердый остаток. В качестве сорбента, после предварительной промывки, были использованы твердые остатки, а также гель, предварительно промытый и высушенный. Изотермы сорбции ионов железа исходным и отработанным катализатором, продуктами, полученными при его кислотной обработке, приведены на рисунке 3.

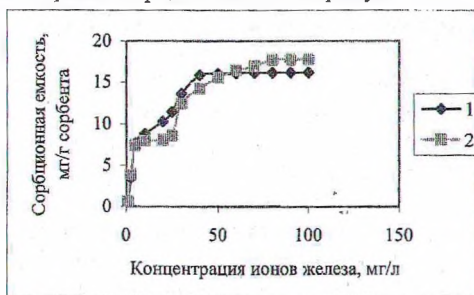


1 – исходный катализатор; 2 – отработанный катализатор; 3 – катализатор после сернокислотной обработки; 4 – катализатор после азотнокислотной обработки; 5 – гель

Рисунок 3 – Изотермы сорбции ионов железа

Наибольшей сорбционной емкостью по ионам железа обладает отработанный катализатор после экстракции раствором серной кислоты – для него сорбционная емкость достигает 75 мг/г сорбента. Для сорбента после азотнокислой обработки максимальное значение COE – 30 мг/г сорбента. Гель также обладает высокой сорбционной емкостью, которая составляет 50 мг/г сорбента. Отработанный и исходный катализатор обладают наименьшей сорбционной емкостью, которая составляет 17 мг/г сорбента. Также в работе было рассмотрено влияние ионной силы раствора на сорбционные свойства отработанного катализатора по ионам железа. Сорбция велась из раствора хлорида калия с концентрацией 100 мг/л.

Изотермы сорбции представлены на рисунке 4.



1 – сорбция из раствора на дистиллированной воде; 2 – сорбция из солевого раствора (концентрация KCl 100 мг/л)

Рисунок 4 – Изотермы сорбции ионов меди и железа отработанным катализатором

Данная диаграмма иллюстрирует, что повышенное солесодержание не влияет на сорбционные свойства отработанного катализатора. Таким образом, можно утверждать, что отработанный цеолитсодержащий катализатор может быть использован в качестве сорбента ионов металлов. Целесообразным направлением его использования является кислотная обработка, позволяющая получить эффективные сорбенты для очистки сточных вод, что является не только экологически, но и экономически эффективным.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Брек, Д. Цеолитовые молекулярные сита / Д. Брек. – М: Мир, 1976. – 782 с.
- 2 Мановян, А. К. Технология переработки природных энергоносителей / А. К. Мановян. – М: Колос, 2004. – 456 с.
3. Шарло, Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений / Г. Шарло. – М.: Химия, 1965.