

получить молекулярный йод и вернуть его в технологический процесс получения уксусной кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ван ден Оостеркамп П. Достижения в производстве синтез-газа // Российский химический журнал. Т. XLIV. – 2000. – № 1. – С. 11 – 17.
- 2 Ластовьяк, Я.В. Уксусная кислота. Свойства, использование, производство / Я.В. Ластовьяк. – Львов: Львовская политехника, 2004. – 166 с.
- 3 Гликин М.А. Аэрозольный катализ. Возможности, проблемы, решения / М.А. Гликин, Д.А. Кутакова, Е.М. Принь, Е.В. Фурсов // Химическая промышленность. - 1999. - №3(149). - С. 15-21.
- 4 Гликин, М.А. Обезвреживание жидких и твердых промышленных отходов аэрозольным катализом / М.А. Гликин, Д.А. Кутакова, Е.М. Принь, И.М. Гликина. //Хімічна промисловість України. - 2000. - № 1-2. – С. 80-88.
- 5 Позин, М.Е. Технология минеральных солей / М.Е. Позин. – М.: Научно-техническое издательство химической литературы, 1961.

УДК 661.183.129

И. Ю. Козловская, асп.

В. Н. Марцуль, канд. техн. наук, доц.
(БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННОГО КАТАЛИЗАТОРА КРЕКИНГА В КАЧЕСТВЕ СОРБЕНТА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Сорбционные методы находят широкое применение в области очистки сточных вод. Для удаления из сточных вод загрязняющих веществ, находящихся в растворенном и ионизированном состоянии, используются различные сорбционные материалы (активированные угли, иониты). Однако применение эффективных сорбентов сдерживается их высокой стоимостью.

Поэтому целесообразным является поиск новых недорогих сорбентов, которые обеспечат требуемую степень очистки воды. В качестве перспективного сырья для получения сорбционных материалов для очистки сточных вод может рассматриваться отработанный цеолитсодержащий катализатор крекинга углеводородов нефти. Он представляет собой композиционный материал, состоящий из матрицы и цеолита, модифицированного ионами редкоземельных элементов.

Цеолиты, входящие в состав катализатора относятся к группе каркасных алюмосиликатов, образованных при сочленении через

общие вершины тетраэдров $[AlO_4]^-$ и $[SiO_4]^-$ [1]. Каркас цеолита пронизан полостями и каналами, в которых находятся молекулы воды и катионы металлов, благодаря чему катализатор на основе цеолита обладает высокой обменной и сорбционной способностью [2]. Ионообменная емкость цеолита по большинству катионов составляет 3-4 мг-экв/г [3].

Целью работы является анализ сорбционных свойств отработанного цеолитсодержащего катализатора крекинга по ионам тяжелых металлов и способов его регенерации.

Определение сорбционной емкости отработанного катализатора проводилось по ионам меди, железа и цинка в диапазоне концентраций металлов от 1 до 100 мг/л, в определенном диапазоне pH. Время сорбции составляло 24 ч, температура – 20°C.

Содержание железа и цинка в пробах определяли фотометрическим методом, меди – методом прямой титриметрии и фотометрии в зависимости от концентрации [4]. Концентрацию свинца в активном иле до и после обработки определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии [4]. По полученным данным 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.

Сорбционная емкость синтетических цеолитов по ионам железа и цинка достигает 50 мг/г сорбента, по ионам меди – 150 мг/г сорбента при высоких концентрациях адсорбтива (500–2000 мг/л). В диапазоне концентраций 10–20 мг/л сорбционная емкость синтетических цеолитов и отработанного катализатора практически не отличается. Для изучаемого сорбента был определен коэффициент концентрации – отношение исходной концентрации ионов в растворе к концентрации ионов в сорбенте. Максимальное значение коэффициента при сорбции отработанным катализатором достигается при концентрации 20 мг/л для меди и цинка и 10 мг/л для железа.

При исследовании кинетики сорбции на отработанном катализаторе для ионов меди было отмечено, что полная статическая обменная емкость достигается через 15 мин после введения сорбента в раствор, для цинка – 0,5 ч. Сорбция железа, напротив, требует достаточно длительного времени – не менее 2,5 ч. Сравнительный анализ сорбционных свойств синтетических цеолитов и отработанного цеолитсодержащего катализатора по ионам меди, железа и цинка показал, что сорбционная емкость отработанного катализатора сравнима с сорбционной емкостью синтетических цеолитов. Это свидетельст-

дует о целесообразности его использования в процессах очистки сточных вод от ионов меди, железа и цинка.

Однако использование отработанного катализатора в качестве сорбента ионов тяжелых металлов влечет вопрос о его дальнейшей переработке либо захоронении как отхода. Поэтому важным для практического использования отработанного катализатора в качестве сорбента является его способность выдерживать определенное количество циклов сорбции-регенерации. Экспериментально были опробованы различные варианты регенерации катализатора после сорбции. В качестве регенерирующих растворов использовали растворы соляной и серной кислот. Установлено, что при регенерации растворами кислот из сорбента практически полностью удаляются сорбированные ионы металлов. При обработке раствором серной кислоты из отработанного катализатора удаляется до 34,6% алюминия и масса обрабатываемого катализатора уменьшается на 11% за счет образования гидрогеля. Содержание алюминия в отработанном катализаторе при добавлении соляной кислоты уменьшается до 2,2%.

Для переработки отработанного катализатора интерес представляет обработка растворами сильных щелочей. Обработка щелочами может быть использована для разделения катализатора на цеолит и алюмосиликатную матрицу. В работе отработанный катализатор обрабатывали концентрированным раствором гидроксида натрия. Сравнение элементного состава катализатора до и после обработки свидетельствует о том, при щелочной обработке содержание алюминия в пробе в среднем снижается на 33%, кремния – на 44 %, что связано с образованием алюмо-и силикагелей.

Сравнение результатов обработки отработанного катализатора растворами серной кислоты и гидроксида натрия показывает, что количество алюминия, удаляемого из твердой фазы в обоих случаях примерно одинаково и, вероятно, объясняется его переходом в раствор преимущественно из алюмосиликатной матрицы.

Кислотная обработка с целью регенерации, а также обработка растворами щелочей приводит к изменению элементного отработанного катализатора, что затрудняет практическое применение данных способов регенерации, поэтому отработанный катализатор более целесообразно использовать для связывания и ограничения подвижности тяжелых металлов в почве и осадках сточных вод.

В ходе исследования сорбции тяжелых металлов (свинца, никеля, железа, меди, кадмия) из жидкой фазы активного ила, подвергнутого ультразвуковой обработке, установлено, что введение

в жидкую фазу отработанного катализатора позволяет связать до 50% находящихся в ней металлов. Это свидетельствует о том, что отработанный катализатор крекинга может рассматриваться в качестве перспективного материала для связывания тяжелых металлов.

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 Поконова, Ю.В. Технология многоцелевой утилизации отработанных цеолитов нефтепереработки / Ю.В. Поконова, М.С. Олений // С-Пб. гос. техн. унив. – 2007. – Т. 84, № 6. – С. 309–316.

4 Шарло, Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений / Г. Шарло. – М.: Химия, 1965.

УДК 665.7.032.56:662.763

М.А. Гликин, проф., д-р техн. наук; Е.И. Зубцов, ассист.
Т.Н. Семенюк, доц., канд. хим. наук; Р.Н. Боровской, магистрант
(ТИ ВНУ им. В. Даля, г. Северодонецк)

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПИРОЛИЗА ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРОИЗВОДСТВА АЦЕТИЛЕНА

Производство ацетилена окислительным пиролизом природного газа – эффективный крупнотоннажный процесс. Однако он сопровождается образованием ряда нежелательных побочных продуктов, которые выбрасываются в атмосферу и загрязняют окружающую среду. Одним из основных отходов в производстве ацетилена является сажа. Ее образуется ~ 1 г/м³ газов пиролиза. Сажа – влажная смесь углерода с углеводородами, в том числе и токсичными (бенз(а)пирен), ее состав, % мас.: С – не менее 45, влага – не более 48, SiO₂ – 1,2, Fe₂O₃ – 0,2, летучие вещества (нафталин, C₆H₆, C₂H₂ и др.) – 5,6.

В настоящее время сажу сжигают в циклонной печи воздухом. При этом в атмосферу вместе с дымовыми газами выбрасываются токсичные частички неокислившейся сажи. В нашей работе предлагается сжигание сажи кислородом воздуха в расплаве. Проведены исследования по окислению сажи в свободном расплаве и заполненном насадкой. Результаты исследований сравнены с газофазным процессом окисления. В первой серии опытов исследовался близкий к промышленному газофазный процесс окисления сажи (таблица 1). В продуктах окисления присутствуют