

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФЕНОЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Д.Е. Плешивцева

Содержащиеся в сточных водах органические вещества, попадая в значительных количествах в водоёмы или скапливаясь в почве, могут быстро загнить и ухудшать санитарное состояние водоёмов и атмосферы, способствуя распространению различных заболеваний. Поэтому вопросы очи-

стки, обезвреживания и утилизации сточных вод являются неотъемлемой частью проблемы охраны природы, оздоровления окружающей человека среды и обеспечения санитарного благоустройства городов и др. населённых мест [1].

Производственные сточные воды ряда отраслей промышленности загрязнены главным образом отходами производства, в которых могут находиться ядовитые вещества (например, синильная кислота, фенол, соединения мышьяка, анилин, соли меди, свинца, ртути и др.), а также вещества, содержащие радиоактивные элементы; некоторые отходы представляют определенную ценность (как вторичное сырьё).

Наиболее подробно остановимся на очистке производственных сточных вод от фенола. Фенол ядовит. Вызывает нарушение функций нервной системы. Пыль, пары и раствор фенола раздражают слизистые оболочки глаз, дыхательных путей, кожу (ПДК 5 мг/м³, в водоёмах 0,001 мг/л). Попадая в организм, фенол очень быстро всасывается даже через неповрежденные участки кожи и уже через несколько минут начинает воздействовать на ткани головного мозга [2].

Наиболее распространенными адсорбентами для очистки воды от фенола являются активированные угли [3]. На наш взгляд было бы целесообразно рассмотреть вопрос возможности использования для этих целей сырьевых материалов, применяемых в огнеупорном производстве. Так как в процессе основного производства фенолформальдегидная смола адсорбируется на наполнителе, то можно предположить, что возможна адсорбция и самого фенола на этом материале. Использование таких «подручных» материалов в качестве адсорбента наиболее удобно и экономически целесообразно.

Целью данной работы является изучение возможности использования различных сырьевых материалов огнеупорных предприятий для снижения концентрации фенола в сточных водах.

В качестве объектов исследования использовались следующие сырьевые материалы:

- периклазы различного фракционного состава и способа термической обработки (плавленые и спеченные);
- корунды различного фракционного состава;
- чистые порошки MgO и Al₂O₃.

В основе и спеченного и плавленого периклаза – окись магния, но за счет различий в технологии получения отличаются по свойствам поверхности, поэтому в качестве эталона сравнения была использована чистая окись магния.

В качестве исследуемого загрязнителя использовалась фенольная вода с содержанием фенола 0,4–0,8 г/л.

Проанализировав некоторые методы очистки производственных стоков, остановимся на более универсальном и изученном методе – адсорбции [4].

Процесс адсорбции проводился в стационарных условиях при комнатной температуре и нормальном давлении в течение 1 часа. Степень адсорбции оценивается по остаточной концентрации фенола в растворе после адсорбции, а затем сравнивается с показателями ПДК.

Полное описание кислотных свойств поверхности твердого тела предполагает определение силы кислотных центров, концентрации (числа) и типа кислотных центров.

Большинство процессов, протекающих с участием поверхности твердых веществ, носят локальный характер и во многом определяются энергетическими параметрами конкретных активных центров. На характер адсорбционных процессов наибольшее влияние оказывают кислотно-основные центры поверхности. В связи с этим особую важность приобретает исследование спектра распределения центров адсорбции, находящихся на поверхности адсорбента, по кислотно-основному типу и силе, а также характера изменения этого спектра в зависимости от тех или иных условий.

Распределение кислотно-основных центров на поверхности исследуемых сорбентов оценивалось с помощью индикаторного метода, для этого использовали 19 кислотно-основных индикаторов с различными значениями показателя pK_a [5].

Концентрация, тип и сила кислотно-основных центров могут изменяться в зависимости от содержания поверхностной влаги, вида и количества добавок (включений), а также типом кристаллохимической грани, которая образует данную поверхность.

Адсорбция наблюдается на всех видах периклаза, однако, на плавленых порошках наблюдаемое снижение концентрации фенола в растворе незначительно. На спеченных порошках адсорбция происходит наиболее эффективно, особенно на крупных фракциях.

Отмеченные различия в адсорбционной способности спеченного и плавленого периклаза, по всей видимости, связаны с различием структуры поверхности и распределением на ней кислотно-основных центров. Так, для спеченного периклаза наблюдается заметно большее количество основных центров определенной силы, которые и являются ответственными за адсорбцию фенола.

Адсорбция фенола на поверхности чистой окиси магния происходит только с участием ОН-группы молекулы фенола, при этом взаимодействия ароматического кольца с поверхностными атомами не наблюдается.

Различная степень адсорбции у природных и промышленных порошков обусловлена наличием примесей в образцах.

Для спеченного периклаза наибольшее количество центров наблюдается при значениях 2,5–3,0 pK_a , наличие в спектрах пиков с максимумами интенсивности при значениях pK_a : 2,5; 3,2; 5,0; 6,3; 7,2; 8,8.

Для плавленого периклаза сосредоточение центров находится при pK_a в районе 2,5–3,5, а ключевыми являются пики со значением pK_a : 2,5; 3,2; 5,0; 7,1 и 12,0.

Распределение кислотно-основных центров на поверхности оксида алюминия носит немонокотный и неоднородный характер, что проявляется в дискретности и достаточно четкой дифференциации полос адсорбции с максимумами различной интенсивности, отвечающими определенным значениям рКа индикатора.

Для всех фракций изучаемого корунда характерно однотипное распределение кислотно-основных центров по поверхности фракций. Для каждой фракции наблюдается одинаковый набор центров по их силе, при этом количество центров одинаковой силы у каждого размера зерна индивидуально.

Анализируя полученное распределение кислотно-основных центров, следует отметить наличие в спектрах поверхности образцов различных фракций оксида алюминия пиков с максимумами интенсивности при значениях рКа: $-0,29$; $2,5$; $3,7$; $4,96$ и $7,15$. Группы центров, соответствующие данным интервалам рКа присутствуют на поверхности всех фракций, варьируется только их количество.

Для каждой фракции корунда наблюдается одинаковый набор центров по их силе. Например, основным пиком для всех из них является пик с рКа $2,5$. Кроме того, для всех характерны пики (играют большое значение) пики с рКа $3,7$ и $4,96$, причем для наиболее крупной фракции (т. е. $-2+1$ мм) пик с рКа $4,96$ практически сопоставим с пиком при рКа $2,5$.

Общими значениями пиков у периклазовых порошков, корунда, чистой окиси магния и алюминия являются значения с рКа $2,5$; $4,96$; $7,15$. Можно сделать вывод, что адсорбция происходит на центрах именно с этим значением рКа.

В ходе работы определено, что, несмотря на разнообразие спектров распределения центров по поверхности каждого исследованного материала, для каждого из них имеется общая группа центров, присутствующая на всех видах материалов в различной степени и, по всей видимости, отвечающая за процесс адсорбционного взаимодействия фенола с поверхностью адсорбента. После адсорбции фенола количество центров данной группы на поверхности адсорбента заметно снижается [6].

На основании анализа полученных результатов можно заключить, что для очистки промышленных сточных вод от фенола возможно использование ряда сырьевых материалов огнеупорного производства. После употребления сырьевого материала в процессе очистки сточных вод от фенола, он может быть в дальнейшем применен в основном производстве. Использование таких материалов в качестве адсорбента обеспечивает снижение содержания фенола в сточных водах, является технологически оправданным и экономически выгодным.

Библиографический список

1. Терновцев, В. Е. Очистка промышленных сточных вод / В. Е. Терновцев, В. М. Пухачев. – Киев.: Будивельник, 1986. – 120 с.

2. Вредные вещества в промышленности. Органические соединения: справ. в 2 т. / под. ред. Н. Лазарева. – 7-е изд. – Л.: Химия, 1977. – Т. 1. – 608 с.

3. Проскуряков В.А. Очистка сточных вод в химической промышленности / В.А. Проскуряков, К.Н. Шмидт. – М.: Химия, 1982 – 592 с.

4. Кельцев, Н.П. Основы адсорбционной техники / Н.П. Кельцев. – М.: Химия, 1984. – 342 с.

5. Бишоп, Э. Индикаторы / Э. Бишоп. – М.: Химия, – 1986. – 489 с.

6. Плешивцева, Д.Е. Исследование возможности использования сырьевых материалов огнеупорной промышленности в качестве сорбентов для очистки сточных вод от фенола / Д.Е. Плешивцева, А.И. Солдатов // Проблемы теоретической и экспериментальной химии: тез. докл. XX Рос. молодеж. науч. конф., посвящ. 90-летию Урал. гос. ун-та. им А.М. Горького, Екатеринбург, 20–24 апр. 2010. – Екатеринбург. – С. 135–136.