

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГАЛЬВАНОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ

О.В. АБРАМОВ, М.К. КОШЕЛЕВА, П.П. КЕРЕМЕТИН, М.С. МУЛЛАКАЕВ

(Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН,
Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Целью работы является анализ загрязнений технологических сточных вод текстильных предприятий, обоснованный выбор и исследование эффективного современного метода их очистки.

Очистка сточных вод текстильных предприятий – это сложная и важная проблема. Объем сточных вод этих предприятий очень велик – их удельное количество составляет в среднем 200...350 кубометров на 1 тонну вырабатываемых тканей [1], [2]. Развитие современных интенсивных технологий, использование новых красителей, поверхностно-активных и текстильно-вспомогательных веществ не упрощает решение данной проблемы.

В работах [1], [2] приведены результаты анализа сточных вод одного из хлопчатобумажных комбинатов и крупной тонкосуконной фабрики.

Анализ этих данных показывает, что в сточных водах отбельного цеха хлопчатобумажного комбината содержатся серная кислота и щелочь с суммарным выбросом около 0,65 т/год, в стоках выпарного и красильного цеха – щелочь в количестве более 1,53 т/год, сточная вода аппретурного цеха содержит более 2,1 т/год формаль-

дегида и аммиака, в стоках зрельного и печатного цехов содержатся щелочь, уксусная кислота и органические вещества в суммарном количестве более 8 т/год [1].

Результаты анализа сточных вод тонкосуконной фабрики показывают, что они содержат нефтепродукты, концентрация которых в промывных стоках 490 мг/л, а в общем стоке 95 мг/л, анионактивные и неионогенные ПАВ, суммарная концентрация которых в промывных стоках 300 мг/л, а в общем стоке – 62 мг/л [2].

Кроме того, в сточных водах содержатся различные металлы, например, железо, алюминий, медь и другие [1], [2].

Одним из эффективных и современных методов очистки стоков является гальванокоагуляционный метод. Этот метод относится к числу перспективных безреагентных методов и, что очень важно, гальванокоагуляция включена в реестр ЮНЕСКО в качестве рекомендуемого новейшего метода очистки сточных вод [3].

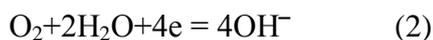
Механизм гальванохимической очистки сточных вод очень сложен и определяется процессами, возникающими во время взаимодействия очищаемой воды и воздуха с гальванопарой, в качестве которой в

нашем случае использовались кокс и железо. При их замыкании на поверхности кокса протекает преимущественно катодная, а на поверхности железа – анодная реакция.

Ниже представлены основные реакции, протекающие при использовании данной гальванопары, и механизмы процесса, одновременно действующие при гальванокоагуляционной очистке сточных вод [3]:



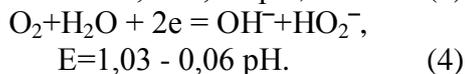
в интервале pH 2-6;



в интервале pH 6-10.

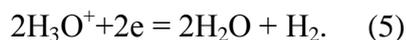
Равновесный потенциал реакции восстановления кислорода:

$$E = 1,23 - 0,059\text{pH}, \quad (3)$$



$$E = 1,03 - 0,06\text{pH}.$$

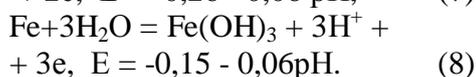
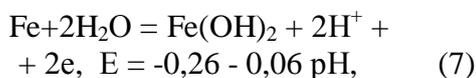
Потенциал технического железа (стали Ст3) в интервале pH 2-7:



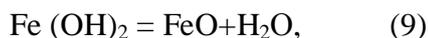
В интервале pH 2-7:



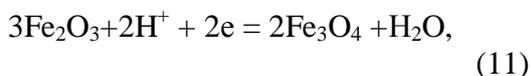
В интервале pH 7-10:



Гидроксиды железа (II и III) неустойчивы и разлагаются по схемам:

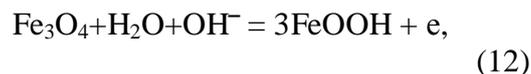


и далее в водной среде образуют магнетит:



$$E = +0,01 - 0,06\text{pH}$$

или гетит



$$E = +0,02 - 0,06\text{pH}.$$

Очистка загрязненных вод обеспечивается одновременным действием нескольких факторов:

– катодное осаждение катионов металлов;

– образование соединений тяжелых металлов с железом и оксидными и гидроксидными формами соединений железа;

– образование соединений с оксидными и гидроксидными формами тяжелых металлов;

– сорбция органических веществ на свежесформированных кристаллах оксидных и гидроксидных форм соединений железа;

– коагуляция грубодисперсных частиц примесей.

Для реализации данного метода очистки применяются проточные гальванокоагуляторы барабанного типа с непрерывным режимом очистки сточных вод, аппараты в виде вертикального барабана со шнеком, устройства в виде неподвижных емкостей с механическим приводом для перемешивания гальванопары, аппараты с тангенциальной подачей сточных вод в коническую и прямоугольную емкости, а также в усеченный конус, устройства с пульсационной камерой и различным размещением подачи воздуха, тангенциальной подачей сточных вод и пульсацией насадки, гальванохимические флотаторы с короткозамкнутым гальваническим элементом и др [3].

Трудности в применении данного метода связаны с необходимостью в промышленных условиях пропускать через гальванокоагуляторы большое количество сточных вод, а время пребывания ограничено, поэтому повышение активности оксидных форм железа, например, магнетита, за счет воздействия ультразвука очень актуально.

Для проведения экспериментальных исследований в лаборатории ультразвука

ИОНХ РАН создана пилотная установка, схема, которой представлена на рис. 1 (принципиальная схема ультразвукового гальванокоагуляционного метода очистки сточных вод: 1 – сточные воды; 2 – гальванокоагулятор (Fe:C); 3 – бак с магнетитом; 4 – компрессор; 5 – насосы; 6 – ванна с водой; 7 – циклон; 8 – ультразвуковой генератор; 9 – ультразвуковой преобразователь; 10 – кассетный фильтр).

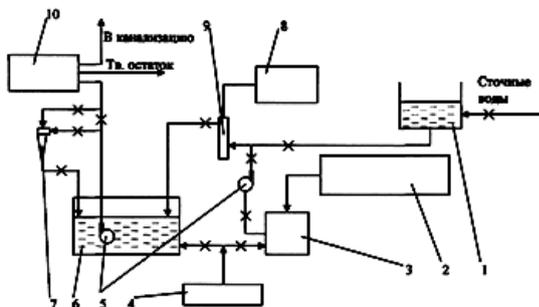


Рис. 1

Установка работает следующим образом. Раствор, содержащий образовавшийся в гальванокоагуляторе 2 магнетит, поступает в бак 3, а затем водная суспензия магнетита активируется ультразвуком, смешивается со сточной водой 1 и поступает в ванну 6. С использованием гидроциклона 7 и фильтра 10 происходит разделение очищенной воды и твердого остатка.

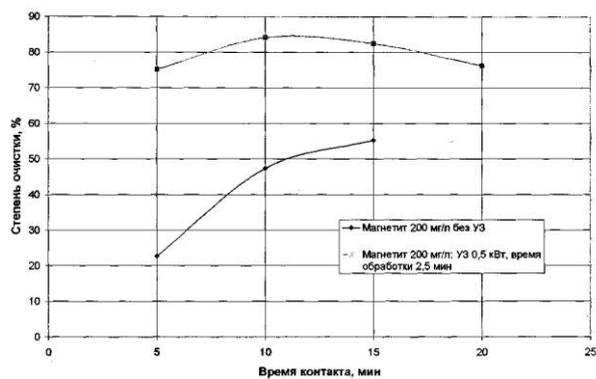


Рис. 2

Как видно из рис. 2, рациональное время контакта, при котором достигалась равновесная степень очистки, составило 10...15 мин, а ультразвуковая обработка магнетита позволяет увеличить степень очистки воды на 20...25%.

Проводятся экспериментальные исследования по очистке воды, содержащей нефтепродукты (сточные воды тонкосуточных фабрик содержат керосин).

На данном этапе целью экспериментального исследования являлось определение параметров ультразвукового поля при обработке гальванокоагулянта (ГК) – магнетита и оптимального количества магнетита.

При определении различных параметров ультразвука (УЗ) применялся магнито-стрикционный преобразователь, снабженный экспоненциальным волноводом. Выходная мощность колебаний изменялась от 0,25 до 1,0 кВт при частоте колебаний 24,4 кГц. Концентрация нефтепродуктов определялась с помощью ИК-фотометрического метода на концентратометре КН-2м по стандартной методике на кафедре промышленной экологии РХТУ им. Д.И. Менделеева.

На рис. 2 (зависимость степени очистки воды от времени контакта магнетита с эмульсией) представлены результаты исследования изменения степени очистки воды от нефтепродуктов в зависимости от длительности ее контакта с магнетитом как подвергнутым ультразвуковой (УЗ) обработке, так и не подвергнутым.

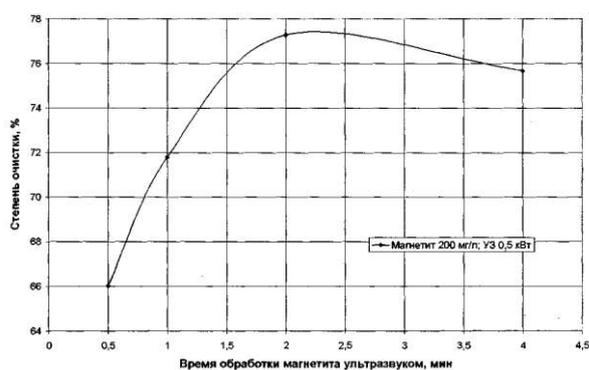


Рис. 3

При изменении мощности ультразвукового поля от 0,25 до 1,0 кВт, частоте 24,4 кГц, длительности обработки магнетита УЗ 2 мин, начальной концентрации нефтепродуктов в воде 50,5 мг/л, времени контакта магнетита и загрязненной воды

10 мин степень очистки воды возрастает с 84,8 до 91,0%.

На рис. 3 показана зависимость степени очистки воды от времени обработки магнетита УЗ при мощности 0,5 кВт. Из рисунка видно, что рациональное время обработки, при котором достигается равновесная степень очистки воды, составляет примерно 2 мин.

Результаты исследования зависимости степени очистки воды от относительной дозы ПС приведены на рис. 4.

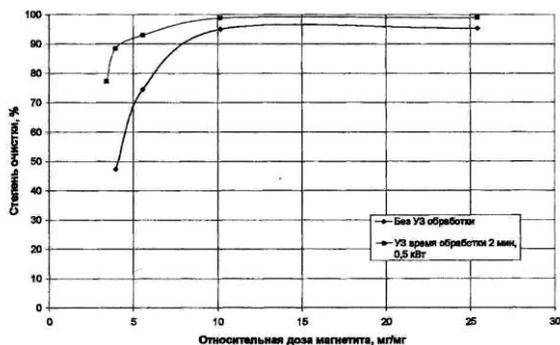


Рис. 4

Как видно из рис. 4, при одинаковой дозе магнетита степень очистки выше при его обработке ультразвуком, а при одинаковой степени очистки можно снизить количество используемого магнетита.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что использование ультразвукового поля позволяет повысить эффективность очистки сточной воды гальванохимическим методом.

2. Определены рациональные параметры ультразвукового поля при обработке гальванокоагулянта, рациональное время обработки гальванокоагулянта ультразвуковым полем и его контакта с очищаемой водой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемов А.В., Платова Т.Е., Павлов Н.Н. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1995, №1. С.108...111.
2. Сосновская А.А., Власова В.И., Герасимович О.А. и др. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1992, №6. С.80...86.
3. Чантурия В. А., Соложенкин П.М. Гальванохимические методы очистки техногенных вод: Теория и практика. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005.

Рекомендована кафедрой процессов и аппаратов химической технологии и безопасности жизнедеятельности МГТУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 06.02.09.