

Список літератури

1. Бакка М. Т., Коробійчук В. В., Зубченко О. А. Обробка природного каменю. – Житомир: РВВ ЖДТУ, 2006. – 438 с.
2. Долгова Т.И. Деградація почвенного покрива под воздействием факторов, инициируемых горнодобывающими предприятиями (2. Понижение уровня водоносных горизонтов). // Науковий вісник НГУ. – 2006. – №6. – С. 101-105.
3. Долгова Т.И. Деградація почвенного покрива под воздействием факторов, инициируемых горнодобывающими предприятиями (3. Нарушение технологий водоотведения). // Науковий вісник НГУ. – 2006. – №7. – С. 95-98.
4. Долгова Т.И. Деградація почвенного покрива под воздействием факторов, инициируемых горнодобывающими предприятиями (5. Сброс минерализованных и сточных вод без очистки). // Науковий вісник НГУ. – 2006. – №10. – С. 93-96.
5. Долгова Т.И. Определение уровня техногенного воздействия горнодобывающих комплексов на почвы). // Науковий вісник НГУ. – 2004. – №6. – С. 68-73.
6. Горова А.І., Скворцов В.О., Кулина С.Л., Берекета Я.Д. Аналіз інтегральної санітарно-гігієнічної оцінки об'єктів довкілля в Червоноградському гірничо-промисловому регіоні). // Науковий вісник НГУ. – 2005. – №10. – С. 95-97.
7. Горова. А.І., Кулина С.Л.. Оцінка дії забруднювачів навколишнього природного середовища Червоноградського гірничопромислового району за токсико-мутагенним фоном за допомогою тест-системи «стерильність пилку рослин». // Науковий вісник НГУ. – 2004. – №6. – С. 73-78.
8. Коржнев М.М., Михайлов В.А., Міщенко В.С. та інші. Основи економічної геології. – Київ: «Лотос», 2006. – 223 с.: іл. – Бібліограф.: с. 218 – 222.
9. Звіт Північної геологорозвідувальної експедиції державного геологічного підприємства «Північгеологія» про результати виконаних робіт на блочний камінь для облицювальних матеріалів в 1996 – 1999 р.р. Геолого – економічна оцінка Дерibasівського родовища габро в Володарсько – Волинському районі Житомирської області. – смт. Нова Борова: Північгеологія, 1999 р. – 120 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Долговою Т.І.
Надійшла до редакції 25.10.10*

УДК 628.34

© Л.А. Фролова, Н.Н. Шапа, Г.Чжан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

В данной работе рассматривается возможность доочистки сточных вод металлургической промышленности от коллоидных соединений железа. Было установлено, что коллоидные частицы сульфида железа произвольно не коагулируют и свободно проходят через фильтр. Исследовано влияние интенсивности ультразвука и продолжительности обработки на степень очистки воды. Авторы предлагают применение ультразвуковой коагуляции частиц с дальнейшим отстаиванием или фильтрацией сточной воды.

У даній роботі розглядається можливість доочищення стічних вод металургійної промисловості від колоїдних сполук заліза. Було встановлено, що колоїдні частинки сульфідів заліза довільно не коагулюють і вільно проходять через фільтр. Досліджено вплив інтенсивності ультразвуку та тривалості обробки на ступінь очищення води. Автори пропонують застосування ультразвукової коагуляції частинок з подальшим відстоюванням або фільтрацією стічної води.

In this work we consider the possibility of post-treatment of wastewater from the metallurgical industry of colloidal iron compounds. It was found that colloidal particles of iron sulfide does not coagulate arbitrary and freely pass through the filter. It was investigated the effect of ultrasonic intensity and duration of treatment on the degree of water purification. The authors propose the application of ultrasonic coagulation of particles with subsequent sedimentation or filtration of waste water.

Введение. Очистка сточных вод металлургических предприятий – сложная проблема и требует комплексного решения. Одной из важнейших экологических проблем, связанной со сбросом сточных вод, является поступление в водоёмы соединений металлов, которые находятся в коллоидном состоянии. Такие частицы плохо задерживаются в применяемых системах очистки и приводят к накоплению металлов в водоемах.

Для очистки сточных вод от коллоидных частиц применяются различные методы, в том числе фильтрование на мембранных фильтрах, ультрафильтрация, обратный осмос, коагуляция, электрокоагуляция, акустическая коагуляция, флотация и другие [1].

В наше время перспективны безреагентные методы очистки воды. Особый научный и практический интерес представляет акустическая очистка как перспективный и экономически целесообразный метод. Действие кавитации на воду приводит к изменению ее физико-химических свойств: увеличению pH, электропроводности, увеличению числа свободных ионов и активных радикалов, структуризации и активации молекул.

Постановка задачи. Данная работа посвящена исследованию возможности доочистки металлургических сточных вод от коллоидных частиц соединений железа. Предварительный анализ проб сточных вод отобранных в месте сброса, показал, что концентрация общего железа в сбрасываемой воде составляет 0,013-0,084 г/л, а в некоторых случаях и 0,6 г/л.

Основным объектом исследований в работе являются промышленные сточные воды Днепропетровского металлургического завода им. Петровского, содержащие в своём составе соединения железа во взвешенном коллоидном состоянии. Сточные воды отбирались непосредственно из устья выброса на предприятии с помощью пробоотборника простой конструкции.

Определение содержания Fe^{3+} проводилось фотометрически по известной методике. Для исследования изменения размеров частиц загрязнителя во времени эксперимент проводили аналогично, но обработанную воду не фильтровали, а сразу определяли оптическую плотность, используя фотоэлектроколориметр КФК2-УХЛ42 [2].

Для исследования дисперсного состава получаемых осадков сточные воды обрабатывали ультразвуком, отстаивали до осаждения твёрдой фазы, жидкость декантировали, а осадок переносили на предметное стекло и высушивали с помощью тепловентилятора West ENF 2001WR. Высушенные осадки исследовали с применением оптического микроскопа Carl Zeiss NU-2, который для получения микрофотографий был оборудован цифровой фотокамерой Canon IXUS 90IS.

Размер взвешенных частиц определяли также турбидиметрически [3,4].

Предварительными исследованиями было показано, что железо частично содержится в сульфидной форме. Коллоидные частицы долгое время не оседают, произвольно не коагулируют и свободно проходят через фильтр.

Для исследования возможности доочистки железосодержащих сточных вод путём ультразвуковой коагуляции загрязнителя была использована лабораторная установка, изображенная на рис. 1. Основным элементом установки – ультразвуковой генератор и преобразователь в комплекте УЗДН-2Т. Преобразователь магнитострикционный, охлаждаемый, с концентратором конической формы и погружным рабочим инструментом. Ультразвуковой генератор позволяет работать на частоте 22 и 44кГц и изменять интенсивность озвучивания 0-100 Вт/см³ при обрабатываемом объёме до 50 мл.

В опытах использовали интенсивность озвучивания 20-100 Вт/см³. Время обработки 5-45 мин.

После обработки сточные воды сливали из керамического стакана в колбу, фильтровали и исследовали на содержание соединений железа. Полученные осадки прочно удерживаются в порах фильтра и не представляют ценности.

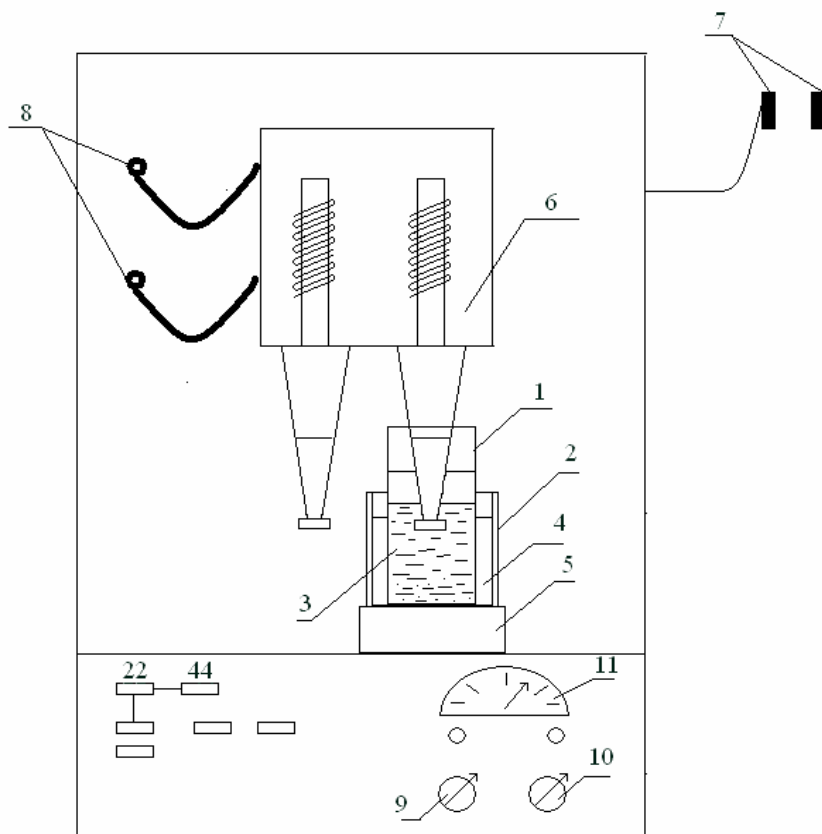


Рис. 1. Схема лабораторной установки:

- 1-реакционный сосуд; 2-охлаждающая ёмкость; 3-обрабатываемая вода; 4-охлаждающая вода; 5-звуконепроницаемая подложка; 6-блок магнитострикционных излучателей; 7-колодка подключения излучателей на 22 и 44 кГц; 8-ввод и вывод охлаждающей воды блока излучателей; 9-регулятор мощности; 10-регулятор резонанса; 11-миллиамперметр

Результаты работы. Как показали проведенные эксперименты, уменьшение плотности звукового потока не влияет на скорость процесса коагуляции.

Однако значительно изменяются размеры полученных конечных частиц. Степень очистки также пропорционально меняется. Максимальная степень очистки составляет 63% и достигается через 20 минут после начала обработки пробы. При продолжении процесса в течение следующих 25 минут происходит разрушение образованных частиц, и соединения железа снова переходят в коллоидное состояние.

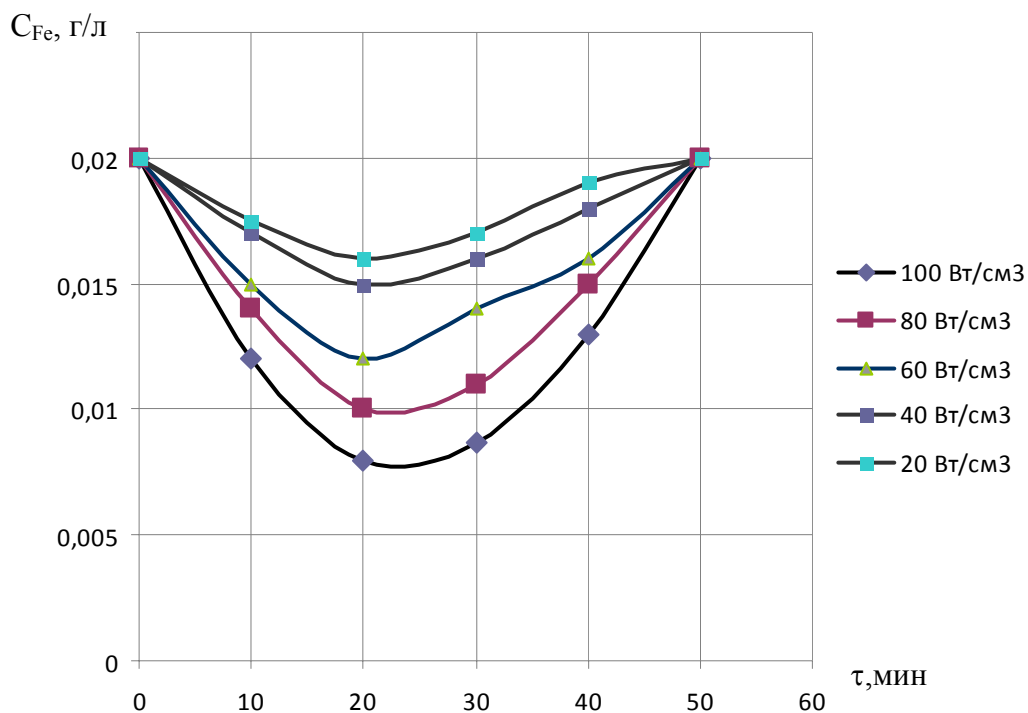


Рис. 2. Зависимость концентрации остаточного железа в обработанной воде от времени обработки

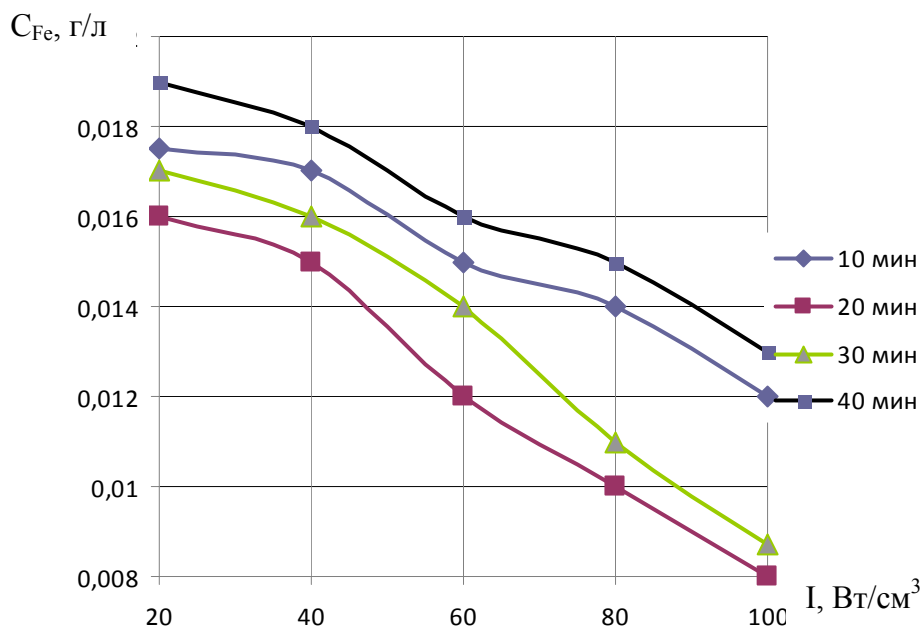


Рис. 3. Зависимость концентрации остаточного железа в обработанной воде от интенсивности обработки

Степень очистки при этом снижается до 0%. Для объяснения этого явления была предпринята попытка проследить динамику изменения размеров частиц. Для этого применялся микроскопический и турбидиметрический метод.

Микрофотографии осадков, полученных ультразвуковой обработкой сточных вод, приведены на рисунке 4.

Исследования размеров частиц подтверждают предположение о разрушении скоагулировавших частиц при длительной обработке[5].

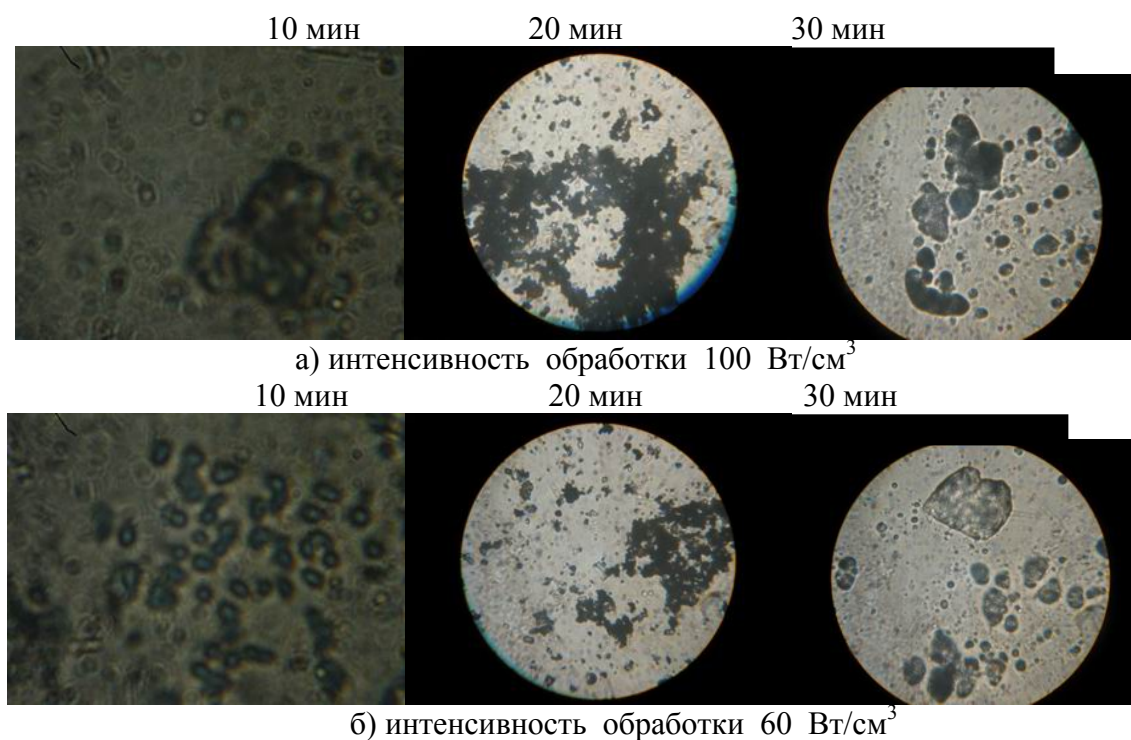


Рис. 4. Микрофотографии осадков, полученных ультразвуковой обработкой сточных вод

Результаты проведенных исследований были использованы для разработки принципиальной технологической схемы процесса доочистки железосодержащих сточных вод (рисунок 5).

Основным аппаратом схемы является ультразвуковая колонна 3. Ультразвуковые колебания возбуждаются в обрабатываемой сточной воде магнитострикционным преобразователем 4, питаемым от генератора ультразвуковых колебаний 10 через кабель, подведенный посредством кабельного ввода 9.

Обрабатываемые сточные воды подаются в ультразвуковую колонну напорным насосом 2 и обрабатываются ультразвуком частотой 22 кГц и интенсивностью 100 Вт/см³ в течение 20 минут. Эти параметры были выбраны как основные в результате исследований, проведенных нами ранее.

После ультразвуковой обработки сточная вода, содержащая скоагулировавшиеся осадки, направляется в отстойник 6, где окончательно освобождается от твердой фазы. На схеме показан вариант принципиальной технологической схемы непрерывной очистки. В этом случае вода непрерывно проходит через ко-

лонну. При этом она пересекает ультразвуковое поле и коагулирует при общем времени пребывания воды в колонне 20 минут. Возможны также варианты технологических схем периодического действия и схемы с рециркуляцией воды.

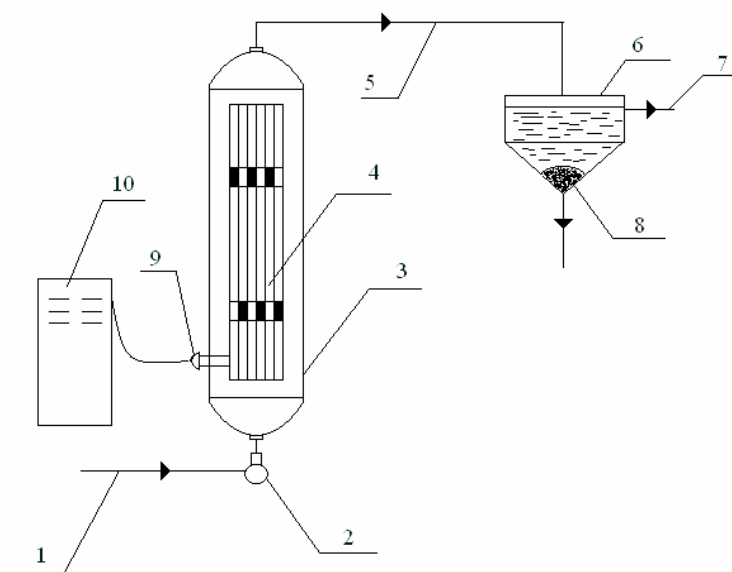


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема доочистки сточных вод от коллоидных примесей соединений железа:

1–подвод сточной воды; 2–напорный насос; 3–ультразвуковая колонна; 4–магнестрикционный преобразователь; 5–обработанная вода; 6–отстойник; 7–осветленная вода; 8–осадок на выгрузку; 9–кабельный ввод; 10–генератор ультразвуковых колебаний

Выводы. Проведенные исследования подтверждают применимость метода ультразвуковой кавитационной обработки для обработки сточных вод с целью их очистки от соединений железа. Полученные в описанных экспериментах данные могут служить исходным материалом для разработки принципиальной схемы и обоснования основных параметров процесса очистки сточных вод от коллоидных соединений железа.

Список литературы

1. Применение коагулянтов, содержащих железо, в процессах очистки природных и сточных вод. //Мамченко А. В., Мехико И. И. и др. – Химия и технол. воды.–2006. – № 4.– с. 342-355.
2. Алесковский В.Б. Физико-химические методы анализа. – Л.: Химия.– 1988. – 373с.
3. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. - М: Химия.– 1974.– 335с.
4. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии /Под ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского. - М.:Химия.–1986.–216 с.
5. Колодяжный А.Т., Фролова Л.А. Гидрофазное соосаждение гидрооксидов железа и кобальта в ультразвуковых полях //Вестник национального технического университета ХПИ.– 2008.- № 13.– С.30-33.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зборовським О. В.
Надійшла до редакції 21.10.10*