

УДК 669.536

А. Ф. Минаковский, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
Д. Б. Холикулов, зам. директора, д-р техн. наук;
Б. Б. Хошимов, студ.
(ТГТУ АФ, г. Алмалык, Узбекистан)

ОЧИСТКА МЕТАЛЛОСОДЕРЖАЩИХ РАСТВОРОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

В Узбекистане горно-металлургическая промышленность обеспечивает значительную часть внутреннего валового продукта и валютных поступлений в экономику страны. По прогнозным показателям многих видов полезных ископаемых, страна входит в число мировых лидеров. Добыча и переработка полезных ископаемых останется в перспективе одним из стратегических направлений экономики республики. При этом, задачи охраны недр и рационального использования минерального сырья, являются главенствующей ролью в природоохранной деятельности горных предприятий.

В мире проводятся научно-исследовательские работы по переработке жидких отходов предприятий металлургического производства. Комплексное извлечение металлов из отходов производства представляет собой одну из сложно решаемых проблем, связанных с содержанием множества компонентов с близкими свойствами, приводящими к трудности их селективного разделения.

Объектом исследования являются техногенные образования в виде металлосодержащих технологических растворов медного производства: маточные растворы цеха производства медного купороса Медеплавильного завода АО «Алмалыкский ГМК». Вопрос очистки сбрасываемых сточных вод производства меди актуален, поскольку накопление ионов тяжелых металлов в продуктовых растворах вызывает затруднения в дальнейшем использовании этих вод в хозяйственной деятельности [1]. В работах [2–4] показана возможность использования следующих окислителей: озон, кислород воздуха, пероксид водорода, гипохлориты кальция и натрия, пероксосерные кислоты и др.

Для очистки воды от различных растворимых и диспергированных примесей применяют процессы анодного и катодного восстановления, электрокоагуляцию, электрофлотацию и электродиализа [5].

Озон является одним из самых сильных природных окислителей. Устойчивость озона в воде играет важную роль для его эффективного использования. Озон окисляет как органические, так и неорганические вещества, растворенные в воде. Дозы озона, в зависимости от состава обрабатываемой воды, составляют от 0,5 до 5 мг/л, время

реакции озono-воздушной смеси с водой для эффективного окисления примесей – от 1–2 до 10-15 мин [6]. Соединения металлов окисляются озoном до соединений высшей валентности [7].

Разработка и использование озонных технологий основаны на высокой реакционной способности озона и его способности быстро разлагается, не образуя побочных продуктов, загрязняющих окружающую среду. Единственным недостатком является относительно высокая стоимость озона. Однако с разработкой новых энергосберегающих конструкций озонаторов и ужесточением экологических требований по отношению к традиционно применяемым химическим реагентам методы озонирования становятся конкурентоспособными. Озонирование, является достаточно сложным химическим процессом, несмотря на относительную простоту в приборном оформлении. Он способен интенсивно разлагаться в присутствии в воде большого числа веществ, вступающих с ним в радикальные реакции.

При проведении опытов озono-воздушная смесь подавалась в установку с расходом 2,5 г/л. Начальные значения рН среды в пределах 2–5. Температура технологических растворов постоянно удерживалась при 20⁰С. Результаты исследования зависимости концентрации ионов металлов от рН среды технологического раствора представлены в таблице. Условия опытов: концентрации озона 6 мг/л, расход озона 0,1–0,15 г/л, температура растворов 20⁰С, время очистки 60 мин.

Таблица – Зависимость концентрации ионов металлов от рН среды технологического раствора

рН раствора	Содержание в растворе после очистки озoном, мг/дм ³					Выход осадка, г/дм ³	Степень очистки сточных вод, %				
	Ni	Cu	Zn	Fe ⁺²	Fe ⁺³		Ni	Cu	Zn	Fe ⁺²	Fe ⁺³
1	1632	9,2	0,35	8,8	0,32	6,55	86,9	78,6	65	26	96
2	1298	7,5	0,25	8,0	0,08	7,6	89,6	73,7	75	34	99
3	297	1,8	0,06	4,3	сл.	9,4	97,6	94,8	94	64	100
4	290	1,7	0,02	0,96	сл.	9,8	97,7	95,1	98	92	100
5	288	1,6	0,02	0,1	сл.	10,1	97,7	95,4	98	98	100

Результаты экспериментальных исследований показывают, что максимальное извлечение металлов в осадок наблюдается в начале процесса. Степень очистки металлов составляет 96–98 %. С целью повышения экономичности процесса озонирования необходимо за малый промежуток времени осуществить максимальную абсорбцию озона сточной водой из его смеси с воздухом. Для озонирования промышленных сточных вод используют аппараты различной конструкции. Для экспериментальных исследований, были выбраны и изготовлены барботажный абсорбер для очистки сточных вод.

В результате проведенных исследований установлено, что степень очистки растворов медного производства зависит от значения рН раствора, при котором достигается практически полное осаждение ионов металлов в виде осадок. Под воздействием озона химический состав осаждаемых металлов меняется. Серноокислые соединения металлов, находящиеся в сточной воде, разлагается на ионы металлов и кислотные остатки, ионы металлов взаимодействует с гидроксид-ионом OH^- и образуется осадки металлов. Диффузия озона зависит от концентрации озона в воде, концентрации ионов и мелких частиц в технологической сточной воде. Концентрация озона в воде зависит от следующих процессов: равномерности подачи озона в объеме очищаемой воды, расходования на реакцию окисления и самораспад озона.

На основании полученных экспериментальных данных, предлагается функциональная схема очистки металлсодержащих растворов предприятий горно-металлургической отрасли (рисунок 1).

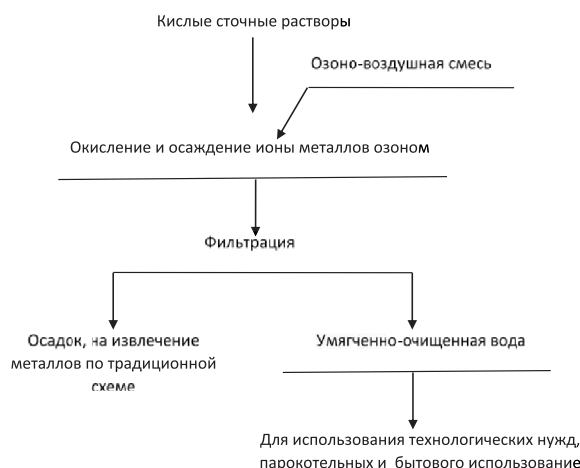


Рисунок 1 – Функциональная схема очистки металлсодержащих растворов предприятий горно-металлургической отрасли

Изменение остаточной концентрации примесей металлсодержащих растворов происходит до определенного уровня, в том числе и до 0, после чего изменение прекращается. Время прекращения изменений и остаточная концентрация примесей металлсодержащих растворов являются основными технологическими характеристиками озонирования и зависят от концентрации озона в воде и начальной концентрации примесей технологической металлсодержащих растворов. Установлено, что за 1 часов обработки концентрации металлов уменьшилась до уровня $<0,01$ мг/л, что на порядок ниже ПДК металлов в воде, а также снижает экологический ущерб окружающей среде.

Таким образом, озонирование может быть использовано в качестве эффективного способа очистки металлосодержащих растворов предприятий горно-металлургической.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шайхиев И.Г., Степанова С.В., Багаува А.И. Исследование возможности использования отходов деревоперерабатывающей промышленности для очистки модельных вод от ионов тяжелых металлов // Вестник КГТУ. – Казань, 2011. – №11. – С. 74–79.

2. Мустафин А.Г. и др. Технология очистки подотвальных сточных вод горнодобывающих предприятий // Экол. нормы. Правила. Инф. – 2010. – №2. – С. 39–41.

3. Kholikulov D.V., Matkarimov S.T. Pilot tests of processing technologies of process solutions of copper production by ozonation. // Materials Today: Proceedings. – 2021. – №45 – С. 4987–4992.

4. Kholikulov D. V. et al. Extraction of metals by using ozone from residue solutions of metallurgical production // International conference on «Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects» – Navoi, Uzb. – 2019. – С. 65–68.

5. Василенко Л.В., Никифоров А.Ф., Лобухина Т.В. Методы очистки промышленных сточных вод: учебное пособие – Екатеринбург: УГЛУ Урал. гос. лесотехн. университет. – 2009. – 174 с.

6. Можаяев Л.В., Помозов И.М., Романов В.К. Озонирование в водоподготовке. История и практика применения // Водоочистка. – 2005. – №6. – С.54–59.

7. Чичирова Н.Д., Евгеньев И.В. Технология озонирования воды и фильтрующих материалов в теплоэнергетике // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. – 1999. – № 2. – С. 27–31.