

Следование принципам передовых стран, внедрение системы поощрений, ограничений и мотиваций, а также прямое влияние со стороны государства в организации создания очистных сооружений для действующих ныне организаций или открытие новых предприятий с внедрением новейшего оборудования помогут обществу постепенно перейти на экологически чистое производство.

Библиографический список

1. *Борьба за ограниченные ресурсы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stud24.ru/economics/borba-za-ogranichennye-resursy/417763-1438752-page1.html> (Дата обращения 10.10.2019г.)*
2. *Дуглас Норт: институты, институциональные изменения и функционирование экономики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gtmarket.ru/laboratory/basis/6310/6311> (Дата обращения 12.10.2019г.)*
3. *Евразийский юридический портал. Состояние и развитие экономического регулирования в области охраны окружающей среды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.eurasialegal.info/index.php?option=com_content&view=article&id=3532:2014-04-23-08-21-03&catid=199&Itemid=45 (Дата обращения 12.10.2019г.)*

УДК 669.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

**Холикулов Д.Б., Якубов М.М., Абдукодилов А.А.,
Мухаммаджонова Ш.А.**

Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета, Узбекистан

В работе изучены реакции процесса озонирования сточных вод и результаты процесса очистки кислых стоков цинкового производства.

Благодаря значительной окислительной способности озон оказывает действие в большей или меньшей степени на все металлы с относительно высоким значением окислительно-восстановительного потенциала. Необходимо отметить, что для

каждого из металлов, присутствующих в обрабатываемой воде, характерно определенное значение рН, при котором наиболее полно осуществляется их удаление. Это обстоятельство создает определенные трудности озонирования, требуя осуществления строгого контроля за величиной рН и дозой озона, так как при нарушении установленных режимов работы происходит накопление в воде ионов освобожденных металлов, которые могут быть токсичными [1 – 3].

Устойчивость озона зависит от рН среды и от состава обрабатываемой сточной воды. Эффективное использование озона зависит от устойчивости озона в воде и водных растворах. При малых концентрациях озона происходит накопление продуктов разложения озона по цепному механизму.

Изменением расхода озона-воздушной смеси, количество поданного озона остался одинаковым (рис. 1). Установлено, что с увеличением расхода озона-воздушной смеси до 50 л/ч возрастает степень окисления примесей (об этом свидетельствует выпадение осадка). Выбранный расход озона-воздушной смеси 50 л/ч с концентрацией озона 2,5 мг/л позволяет достичь максимальной степени окисления примесей и образование осадка.

На степень очистки сточной воды оказывает влияние время озонирования, концентрация металла переменной валентности и начальное значение рН среды. С понижением начального значения рН среды, повышением концентрации катализатора и времени озонирования возрастает степень окисления примесей сточной воды.

Эксперименты по изучению влияния начального значения рН среды на интенсивность очистки сточных вод, показали, что окисление примесей как озono-воздушные смеси, так и кислородом воздуха протекает интенсивно впервые 15 минут практически во всех случаях. Затем скорость окисления снижается.

Максимум очистки сточных вод в кислой среде можно объяснить химическим процессом, сопровождающимся укрупнением молекул ионов (реакции гидроксильных и пероксидных радикалов, обладающих высоким значением окислительного потенциала) и образованием осадка, что подтверждается количеством образующейся твердой мелкодисперсной фазы.

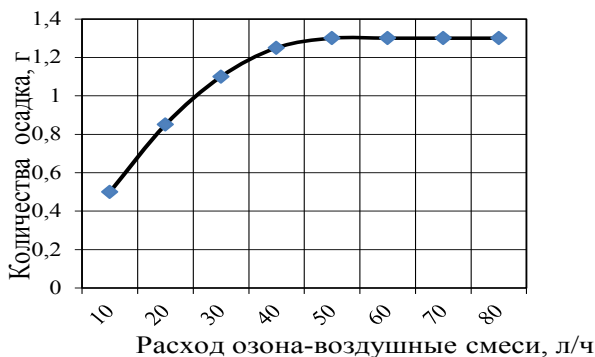


Рис. 1 – Зависимость степени окисления примесей (образования осадка) от расхода озона-воздушной смеси

Интенсивность окисления сточных вод увеличивается с повышением температуры (рис. 2), но при продолжительности 70-80 мин степень очистки сточных вод не зависимо от роста температуры одинаково. За три минуты происходит взаимодействие озона с легко окисляемыми веществами на сточной воде. Однако, содержание примесей заметно уменьшается после 10-минутной обработки, затем стабилизируется. Можно предположить, что в процессе озонирования идет не только поверхностное окисление металлов, но образование пероксидов, которые, методом диффузии проникает вглубь частиц, вызывают вторичные окислительные процессы.

Показано, что в процессе озонирования сточной воды происходит увеличение содержания активного кислорода. В процессе озонирования объем и молекулярная масса воды изменяется незначительно. Появление полярных групп в структуре сточной воды приводит к увеличению температуры размягчения.

С другой стороны, увеличение концентрации раствора сточной воды приводит к снижению степени озонирования (содержание озонидных групп), уменьшению молекулярной массы и температуры размягчения. Увеличение температуры процесса не оказывает существенного влияния на степень озонирования.

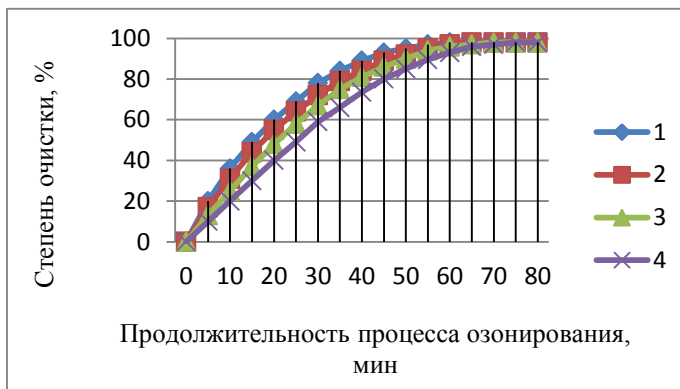


Рис. 2 – Зависимость изменения степени очистки от времени озонирования и температуры, °С:
 1 – 70; 2 – 55; 3 – 40; 4 – 20

В продуктах окисления присутствуют соединения с большей молекулярной массой (осадок), которых в исходной сточной воде не наблюдалось. Это объясняется, что в процессе озонирования, помимо окисления и происходят процессы конденсации неметаллических соединений и образующихся в качестве промежуточных частиц радикалов, возникающих в результате радикальных процессов, друг с другом, а также вследствие дегидратации продуктов озонлиза.

Для опыта были выбраны маточные растворы ЦПРМ МПЗ и промывные растворы СКЦ ЦЗ. В ходе исследования изучены зависимости концентрации ионов металлов в растворе от времени обработки. Из рис. 1 и 2 видно, что за 1 часов обработки концентрации металлов уменьшились до уровня <0,1 мг/л, что на порядок ниже ПДК металлов в воде. Отфильтрованная жидкость при времени обработки больше 1 часов была прозрачной и бесцветной.

Анализ ИК-спектров показал, что при озонировании в исследуемой растворе происходит накопление кислородсодержащих функциональных групп (ОН, С=О, S=O).

Данные об эффективности обработки сточных вод озонм представлены в табл. 1. В результате озонной обработки в компонентном составе сточных вод изменяется соотношение инди-

видуальных соединений. Содержание металлов, составляющего основную долю металлосодержащих компонентов, уменьшается при озонировании на 98-99 %.

Таблица 1 – Состав исходной и обработанной сточной воды

Состав исходной сточной воды			Состав сточной воды после обработки озоном		
Соединения	Концентрация веществ, мг/л	Содержание от суммарного количества определенных веществ, %	Соединения	Концентрация веществ, мг/л	Содержание от суммарного количества определенных веществ, %
Cu	19-35	2,50-2,81	Cu	0,1	1,84
Zn	1-49	0,13-3,93	Zn	0,03	0,55
Fe	41-200	5,39-16,05	Fe	0,001	0,02
Mo	0,27-2	0,04-0,16	Mo	0,01	0,18
Al	50-60	4,82-6,57	Al	0,3	5,51
Сульфаты	650-900	72,23-85,38-	Сульфаты	5	91,89
Суммарное содержание веществ		100	Суммарное содержание веществ	5,441	100

Отсюда возникает необходимость контроля качества воды после озонирования по ряду химических и санитарно-гигиенических показателей.

Таким образом, озонирование может быть использовано в качестве эффективного способа нейтрализации сточных вод металлургического производства.

Схема введения озono-воздушной смеси рекомендуется для удаления из сточных вод примесей, которые достаточно быстро реагируют с озоном (рис. 3). Такая схема сопровождается образованием газообразных продуктов, требующих отделения их от воздуха, кроме того, озон используется в ней не полностью.

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. Могут быть использованы также насадочные и тарельчатые колонны и колонны с механическим диспергированием озона.

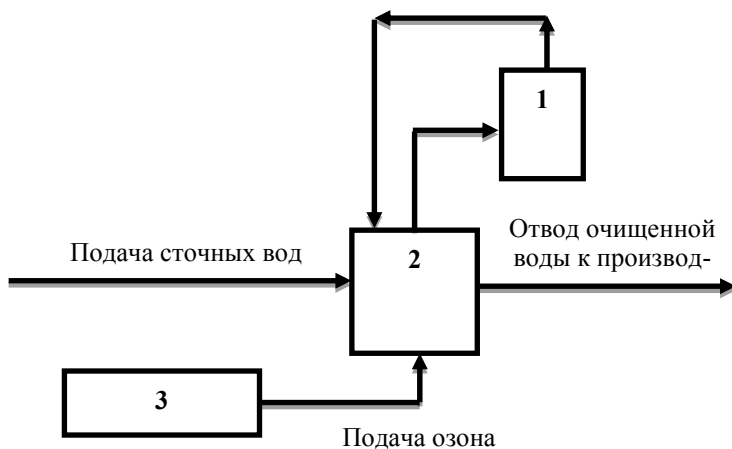


Рис. 3 – Схема установки озонирования сточных вод
медного и цинкового производства:

1 – собиратель отходящих газов; 2 – контактная камера;
3 – установка для получения озона

Нами были выбраны и изготовлены барботажный абсорбер для очистки сточных вод [3, 4]. Сточная вода поступает в смеситель, в котором она смешивается с реагентами для получения требуемого значения рН, и далее насосом подается в барботажный абсорбер, а оттуда – в сборник очищенной воды. Озоно-воздушная смесь поступает в барботажный абсорбер с озоновой баллон. Отработанные газы из абсорбера направляются в аппарат для сбора неиспользованного озона. Для увеличения эффективности процесса неиспользованный озон обратно подается к началу процесса и предотвращение сброса в атмосферу.

Исследование зависимости извлечения металлов от различных факторов при укрупнено-лабораторных условиях. В качестве реактора использовалась барботажная колонна высотой 0,5 м. Она была оборудована мелкопористым фильтросом с диаметром пор 70...100 мкм для диспергирования озоно-воздушной смеси, а так же штуцерами для отвода отработавшего газа и периодического отбора проб обрабатываемой воды. Реактор рабо-

тал в проточном режиме по газовой фазе и непроточном по жидкой фазе.

При проведении опытов озono-воздушная смесь подавалась в реактор с расходом 0,5 л/мин, и концентрацией озона $C = 2,5$ мг/л. Начальные значения pH были в пределах 2-5. Температура растворов постоянно поддерживалась на уровне 20⁰С. Полученные данные об изменении концентрации ионов металлов в зависимости от pH раствора. Результаты экспериментов показывает что, максимальное извлечение металлов в осадок наблюдается в начале процесса. Степень очистки металлов составляет 98-99 %. Эффективность процесса в значительной степени зависит от pH обрабатываемого раствора. Во всем рассматриваемом интервале значений pH раствора происходит осаждение металлов. Наиболее полное осаждение протекает в близких средах, соответствующих нахождению металлов в форме гидроксидов.

На основании полученных экспериментальных данных, предлагается принципиальная схема очистки сточных растворов медного и цинкового производства от ионов металлов озоном (рис. 4).

Выводы.

1. В результате проведенных исследований определено степени очистки сбросных растворов медного и цинкового производство от значения pH раствора, при котором достигается практически полное осаждение ионов металлов в виде осадок.

2. Под воздействием озона химические соединения осаждаемых металлов, меняется их химический состав. Такое воздействие может быть названо воздействием на неорганические и органические соединений участвующие в процессе осаждения металлов. Сернокислые соединения металлов, находящие в сточной воде разлагается на ионы металлов и кислотные остатки, ионы металлов взаимодействует с гидроксид-ионом OH⁻ и образуется осадки металлов. Таким образом, на основании описанных реакция процесс озонирование может быть использован для удаления из сточных вод солей ряд тяжёлых металлов: сульфаты, карбонаты металлов и др.

3. На основании проведенных исследований выявлена, интенсификации процесса озонирования происходит при участие – солей никеля (II), меди (II), железа (II), железа (III), диоксида марганца, наибольшей активностью обладают соли железа (II) и железа (III), происходят процессы конденсации, и очистка происходит благодаря осаждению образующихся нерастворимых продуктов.

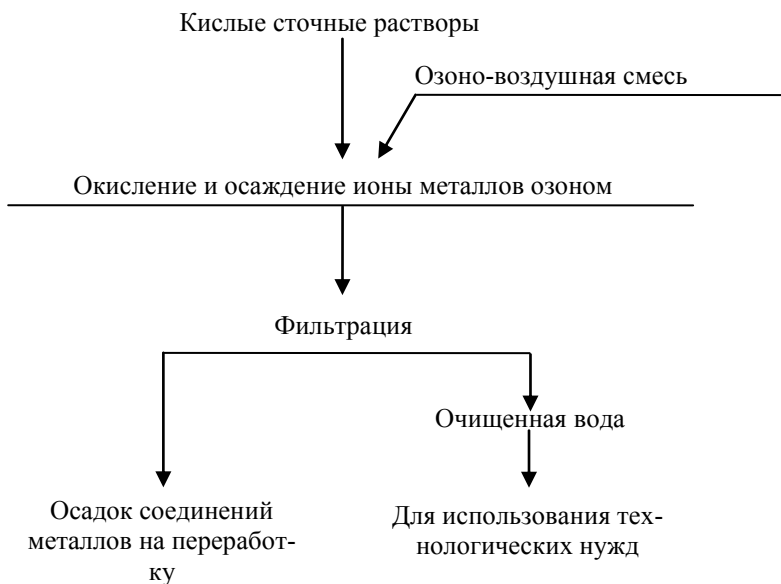


Рис. 4 – Рекомендуемая технологическая схема очистки сточных вод медного и цинкового производства озонем

4. Изучены зависимости концентрации ионов металлов в маточных растворах от времени обработки. Установлено, что за 1 часовой обработки концентрации металлов (Fe, Zn, Cu) уменьшилась до уровня $<0,1$ мг/л, что на порядок ниже ПДК металлов в воде.

5. На основании проведенных исследований предложена принципиальная схема очистки сточных вод медного и цинкового производства озонем.

Библиографический список

1. Морозова Е.М. Исследование способа обеззараживания сточных вод с помощью озона / Журнал университета водных коммуникаций. 2012. Выпуск 3. С.162-165.

2. Kholiqulov D.B., Yakubov M.M., Boltayev O.N., Sh.Munosibov. The Ozone Usage During Extraction of Metals from Sewage of Copper Production / International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 6, June 2019. Pp. 9542-9548.

3. Самадов А., Холикулов Д.Б., Рахмонкулов Р. Программа ресурсосберегающего метода очистки сточных вод образующихся при производстве меди. №DGU 06727. Зарегистрирован в государственном реестре программ для электронно-вычислительных машин Республики Узбекистан, в г. Ташкенте, 22.07.2019 г.

4. Холикулов Д.Б., Нормуротов Р.И., Болтаев О.Н. Новый подход к решению проблемы очистки сточных вод медного производства / Горный вестник Узбекистана. 2019 № 3 (78), с. 92-96.

УДК 622 + 504.05

ПРИМЕНЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ ПРИ ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Хрипович А.А.

Белорусский национальный технический университет

Рассмотрено применение наилучших доступных технологий для восстановления нарушенных земель при разработке месторождений полезных ископаемых. Показано, что передовые методы позволяют не только уменьшить антропогенную нагрузку на всех этапах рекультивации, но и значительно снизить затраты предприятий горнодобывающей промышленности в процессе добычи сырья и на заключительном этапе деятельности.

Наилучшие доступные технологии (НДТ) – совокупность применяемых производственных процессов, оборудования, технических методов, способов, приемов и средств, основанных на современных достижениях науки и техники, обладающих наилучшим сочетанием показателей достижения целей охраны окружающей среды и экономической эффективности при условии технической возможности их применения [1].

Согласно Директивы 2010/75/ ЕС НДТ означает:

наилучшая – достигающая высокого уровня защиты окружающей среды;

доступная – разработанные и имеющие опыт внедрения в соответствующей отрасли;

– экономически эффективные и технически осуществимые для конкретного предприятия;