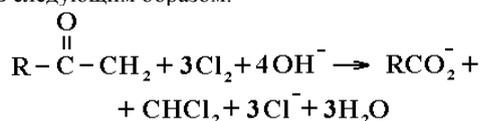


Кроме того, в хлорированных питьевых водах, а также в хлорированных водных растворах гуминовых и фульвокислот обнаружены хлорированные кетоны, хлоруксусные кислоты, хлорфенолы [10]. На процесс образования этих продуктов и их относительное содержание влияет множество факторов, в частности, природа органических веществ в исходной воде, содержание брома, pH, температура, природа и доза хлорирующего реагента, продолжительность хлорирования, время года. Показано, что гуминовые кислоты ответственны за образование летучих галогенорганических соединений, фульвокислоты – хлоруксусных кислот [11]. Суммарно реакцию хлорирования гумусовых веществ по данным [9] можно представить следующим образом:



В связи с возрастающим загрязнением поверхностных источников в мировой практике расширяется использование озона для подготовки питьевой воды. Развитию технологий с использованием озона способствует его экологическая чистота. В отличие от других окислителей озон в процессе реакций разлагается на молекулярный и атомарный кислород и предельные оксиды. Все эти продукты, как правило, не загрязняют окружающую среду и не приводят к образованию канцерогенных веществ, как, например, при окислении хлором или фтором.

Физический механизм воздействия озона при обесцвечивании воды заключается, во-первых, в разложении веществ до простейших - воды и углекислого газа, во-вторых, в коагуляции веществ с дальнейшим выпадением их в осадок. Эффективное обесцвечивание воды озонированием является одним из определяющих критериев в выборе озона в качестве воздействующего реагента при подготовке питьевой воды.

Однако, несмотря на опыт применения озона, существует множество нерешенных вопросов. Наиболее серьезная проблема – это образование побочных продуктов озонирования и их возможного воздействия на здоровье человека.

Установлено, что продуктами реакции озона с содержащимися в воде природными органическими веществами являются альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты, гидроксильированные ароматические, алифатические и смешанные окислительные формы [7,12]. Большинство идентифицированных продуктов, за исключением, возможно, альдегидов, не вызывают опасений в токсикологическом плане в концентрациях ожидаемых в озонируемой воде. Однако, следует учитывать, что данные соединения составляют лишь небольшую часть общего органического углерода, присутствующего в обработанной воде.

Выводы:

1. В поверхностных водах Белорусского Полесья присутствуют гуминовые и фульвокислоты, придающие воде по-

вышенную цветность и окисляемость, что затрудняет использование таких вод в качестве воды для производственных процессов

2. Для обесцвечивания и удаления органических примесей, обуславливающих высокую окисляемость, наиболее эффективным является коагулирование с предварительным окислением.
3. При использовании традиционных окислителей (хлора) образуются вторичные загрязнения в виде хлорорганических соединений.
4. Перспективным направлением интенсификации процесса удаления водного гумуса является применение в технологических водоподготовки окислителей, не образующих побочных продуктов окисления, влияющих на здоровье людей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Житенев Б.С. Интенсификация обесцвечивания воды заболоченных местностей Белоруссии электрохимическим методом. Кандидатская диссертация. Брест. 1984
2. Шевченко М.А. Окислители в технологии водообработки. Киев: Наук. Думка. 1979. – С. 5-6.
3. Шевченко М.А. Физико-химическое обоснование процессов обесцвечивания и дезодорации воды. Киев: Наук. думка, 1973. – С. 6-12.
4. Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. М.: Наука, 1977. – С. 54-55.
5. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 37 с.
6. Шевченко М.А. и др. Органические вещества в природной воде и методы их удаления. Киев: Наук. думка, 1966. - с.14.
7. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П. Образование токсичных продуктов при использовании различных окислителей для очистки воды // Водоснабжение и санитарная техника, 2002.- №2. – С. 9-14.
8. Васильев Л.А., Санина Н.Л., Силаева Л.В. Идентификация растворенных органических соединений в питьевой воде// Химия и технология воды. 1987, т.9, вып.6. – С. 526-528.
9. Гюнтер Л.И., Алексеева Л.П., Хромченко Я.Л. Влияние органических примесей на образование токсичных галогеналканов при ее хлорировании// Химия и технология воды. 1986, т.8.- вып.1. – С. 37-41.
10. Славинская Г.В. Влияние хлорирования на качество питьевой воды// Химия и технология воды. 1991, т.13, вып.11.- С. 1014-1021.
11. Quimby B.D., Delaney M.F., Uden P.C., Barnes R.M. Anal. Chem., 1980, v.52, №2, p.259-263
12. Гончарук В.В., Потапенко Н.Г., Вакуленко В.Ф. Озонирование как метод подготовки питьевой воды: возможные побочные продукты и токсикологическая оценка // Химия и технология воды. 1995, т.17, вып.1. - С. 7-15.

УДК 628.3

**Волкова Г.А., Мороз В.В., Сторожук Н.Ю.,
Андрейчук С.В., Ярмолович Т.А.**

УДАЛЕНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТОДОМ РЕАГЕНТНОГО ОСАЖДЕНИЯ

Проблеме охраны окружающей среды и водных объектов от загрязнения сточными водами городов и промышленных

предприятий требует комплексного решения, связанного не только с разработкой технологии очистки сточной воды, но и

Волкова Галина Александровна, к.т.н., доцент каф. ВВиТ Брестского государственного технического университета.

Мороз Владимир Валентинович, ст. преподаватель каф. ВВиТ Брестского государственного технического университета.

Сторожук Наталья Юрьевна, ассистент каф. ВВиТ Брестского государственного технического университета.

Андрейчук Светлана Васильевна, ассистент каф. ВВиТ Брестского государственного технического университета.

*Ярмолович Татьяна Александровна, ассистент каф. ВВиТ Брестского государственного технического университета.
Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*

Таблица 2. Концентрация ионов металлов в технологических водах до и после реагентной обработки 5% Na_3PO_4 и коагулянтом 1%-м $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, мг/л.

Показатель	Исходная вода из резервуара-усреднителя	Вода, обработанная 5% Na_3PO_4 и коагулянтом
Концентрация Zn^{2+} , мг/л	13,0	0.50
Концентрация Ni^{2+} , мг/л	Не обнаружено	-
Концентрация $\text{Fe}_{\text{общ}}$, мг/л	2,72	0.06
Концентрация Cr(VI) , мг/л	Не обнаружено	-

необходимостью создания систем по переработке образующихся при очистке сточных вод осадков. Поэтому технологии переработки и утилизации выделяемых из сточных вод осадков имеют не только теоретический интерес, но и важное природоохранное значение.

На стоках гальванического производства брестского завода «Металлист» были проведены исследования по реагентному осаждению ионов тяжелых металлов и определены основные свойства образующегося осадка.

В гальваническом производстве завода «Металлист» проходят обработку замочно-скобяные, крепежные и невидовые детали.

Для защиты изделий производится их гальваническое покрытие.

Система водоотведения завода «Металлист» выполнена по полной раздельной схеме, включающей 3 различные сети: по первой отводятся хозяйственно-бытовые и условно чистые производственные стоки; по второй – загрязненные производственные стоки; по третьей – ливневые воды.

Загрязненные производственные сточные воды поступают в усреднитель и на локальную очистку с последующим выпуском в городскую водоотводящую сеть.

Из гальванического цеха в резервуар-усреднитель поступают сточные воды с расходом 2333 м³/мес.

В сточных водах гальванических цехов в зависимости от реализуемых технологий чаще присутствуют ионы цинка, хрома, никеля, меди и железа. Наиболее распространенными методами обезвреживания таких вод является осаждение названных металлов в виде слаборастворимых гидроксидов при соответствующем значении pH.[1, 2, 3] Однако если в сточных водах присутствуют аммиакаты, способные образо-

вывать комплексные соединения с ионами тяжелых, то осадить эти комплексы без предварительного их разрушения не представляется возможным.

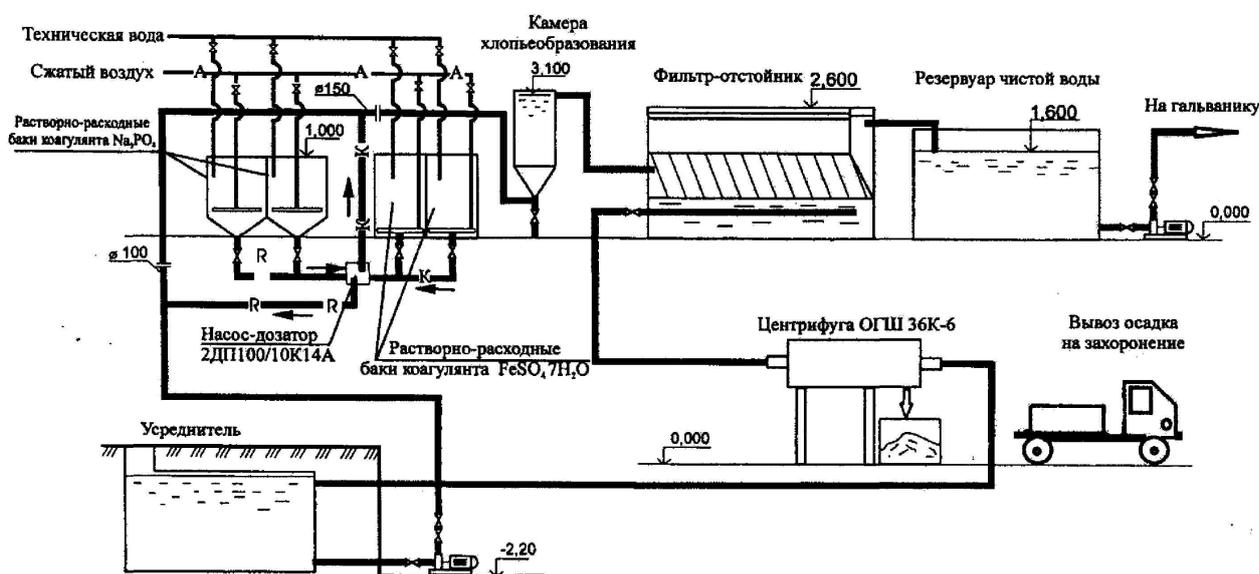
Были проведены исследования по определению содержания ионов цинка, никеля, железа, хрома в сточных водах гальванического цеха завода «Металлист», результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели качества сточных вод гальванического цеха

Показатели	Значения
pH	8,3-11,3
Цинк, мг/л	0,66-1,43
Железо, мг/л	0,88-2,28
Хром общ., мг/л	0,05-0,15
Никель, мг/л	0,2-0,7

Для осаждения ионов тяжелых металлов из сточных вод гальванического производства был выбран метод реагентного осаждения. В качестве реагента-осадителя для удаления ионов цинка, железа и никеля из технологических сточных вод был применен ортофосфат натрия в присутствии коагулянта – сернокислого алюминия. В связи с тем, что концентрация ионов цинка, железа и никеля в технологических сточных водах зависит от многих факторов и изменяется в широких пределах в течение суток, предлагается использовать постоянные нормы расхода реагента-осадителя и коагулянта с небольшим избытком. Вносимый избыток фосфат-ионов взаимодействует с ионами кальция и магния, постоянно присутствующими в технологической воде с образованием нерастворимых фосфатов.

Технологическая схема очистки сточных вод гальванического производства БК ПУП «Металлист»



Во всех случаях реагент-осадитель и коагулянт приливали к исследуемой пробе при механическом перемешивании. После выпадения осадка раствор анализировали на присутствие ионов цинка.

Применение в качестве осадителя ортофосфата натрия приводит к значительному (свыше 90%) осаждению цинка в области высоких концентраций при обработке 100 мл технологических вод одним миллилитром реагента.

Для разрушения коллоидных растворов фосфатов к исследуемой технологической сточной воде помимо 5% раствора Na_3PO_4 приливали коагулянт 1% раствор $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. В этом случае в растворе быстро формируется аморфный хлопьевидный осадок желтовато-коричневого цвета и происходит быстрое осветление раствора. Проведенное исследование показало значительное снижение концентрации ионов тяжелых металлов. Данные, полученные в результате исследований, приведены в таблице 2.

Предлагается следующая технология обработки сточных вод гальванического производства: отработанные кислоты, щелочные стоки вместе с промывными отводятся в существующий усреднитель вместимостью 100 м³, где они периодически подвергаются перемешиванию сжатым воздухом. Из усреднителя сточные воды насосом перекачиваются в существующие модернизированные отстойники, представляющие собой горизонтальные отстойники, оснащенные тонкослойными модулями. После усреднителя в трубопровод с сужающей диафрагмой вводятся кислота до pH 6,5-7,5, раствор ортофосфата натрия и раствор коагулянта – сернокислого алюминия. После отстаивания в течение не менее 2 часов осветленная вода из зоны осветления отстойника выпускается самотеком в систему производственной канализации завода,

откуда она сбрасывается в систему хозяйственно-фекальной канализации г. Бреста.

Осадок состоит из нерастворимых фосфатов тяжелых металлов и продуктов гидролиза сернокислого алюминия. Осадок негорюч. Объем образующегося осадка зависит от исходных концентраций ионов тяжелых металлов и составляет 0,5...1,9% от объема сточных вод, т.е. 0,65...2,46 м³/сутки при влажности 97,6%. Осадок имеет хорошую влагоотдачу, удельное сопротивление 10,4 · 10¹⁰ см/г. Для его обезвоживания может быть использована вакуум-фильтрация, фильтр-прессование, центрифугирование. Например, при вакуум-фильтрации влажность осадка снижается до 89,7%, максимальный суточный объем осадка при этом составляет 0,55 м³/сутки.

В результате исследований установлено, что при осаждении ионов тяжелых металлов 5% раствором фосфата натрия в присутствии коагулянта - 1% раствора сульфата алюминия возможно удаление до 95% содержащихся в них ионов тяжелых металлов. Эффективно осуществляется осаждение ионов в широком диапазоне концентраций, что позволяет проводить обработку непосредственно после участка гальванопокрытий или после усреднения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. Водоотводящие системы промышленных предприятий: Учебник для вузов/Под ред. С.В.Яковлева. – М.: Стройиздат, 1990. – 511 с.
2. А.В. Когановский, Л.А. Кульский, Е.В. Сотникова, В.Л. Шмарук. Очистка промышленных сточных вод. – Киев: Техника, 1974.
3. Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. Очистка производственных сточных вод. - М.: Стройиздат, 1979.–320с.

УДК 662.613.5.002.631

Бубнов В.П., Минченко Е.М.

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ ГАЗОВЫХ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ГОРОДА МИНСКА

При сжигании топлива на ТЭС в атмосферу вместе с дымовыми газами поступают различные загрязняющие вещества. Большинство из них относится к числу токсичных и даже в сравнительно невысоких концентрациях оказывает вредное воздействие на природу и человека. Одними из основных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу вместе с дымовыми газами ТЭС, являются оксиды азота.

Вопрос образования оксидов азота требует повышенного внимания, так как, рассеиваясь с дымовыми газами, окислы азота нарушают естественный баланс отдельных звеньев экологического равновесия. Окислы азота, попадая в легкие животных и дыхательные устья растений, приводят к их интоксикации, вызывая негативные последствия. При соединении NO_x с атмосферной влагой образуются слабые растворы азотистой и азотной кислоты. Выпадая с дождем, эти растворы подкисляют воды и почвы, что при определенных условиях также приводит к снижению урожайности и гибели фауны и флоры водоемов.

Исследования показали, что наибольший ущерб почвам наносит загрязненный воздух, так как вредные вещества могут переноситься атмосферными потоками на значительные расстояния от источника выброса. Газы адсорбируются почвой или, взаимодействуя с атмосферной влагой, превращаются в

другие соединения, которые с осадками выпадают на землю. Привнесенные в почву они не остаются бездейственными, а вызывают позитивные или негативные последствия. Выбросы ТЭС приводят к изменению pH среды, разрушению почвенно-поглощающего комплекса, оказывают отрицательное воздействие на состав гумуса. Нарушение химического равновесия влечет за собой целый ряд процессов, вследствие которых изменяются физические свойства почв. Загрязненная почва теряет четкую структуру, характеризуется уменьшением общей порозности. Все это приводит к снижению ее водопроницаемости, уплотнению, на поверхности образуется корка, резко ухудшается водно-воздушный режим. Кислые дымовые газы снижают значение pH, т.е. подкисляют почву, что ведет к сокращению запаса ряда необходимых для растений питательных элементов, таких как кальций, магний и др.

В настоящее время методика расчета перехода загрязненных веществ, образующихся в результате работы энергоустановок, из атмосферы в почву отсутствует. Существуют только методики расчета распределения концентраций в атмосфере и механизм образования кислотных дождей из окислов азота и оксидов серы. Схема перехода оксида азота в азотную кислоту представлена на рисунке 1.

*Бубнов Владилан Павлович, д.т.н., профессор каф. экологии Белорусского национального технического университета.
Минченко Елизавета Михайловна, аспирантка каф. экологии Белорусского национального технического университета.
Беларусь, БНТУ, 220027, г. Минск, пр. Ф. Скорины, 65.*