

Основные сведения о сорбционных свойствах торфа и характере сорбции на нем нефтепродуктов могут быть получены из изотерм сорбции, характеризующих зависимость сорбционной способности от концентрации сорбируемого компонента при постоянной температуре. Изотерма сорбции, полученная на основе экспериментальных данных, представлена на рис. 1.

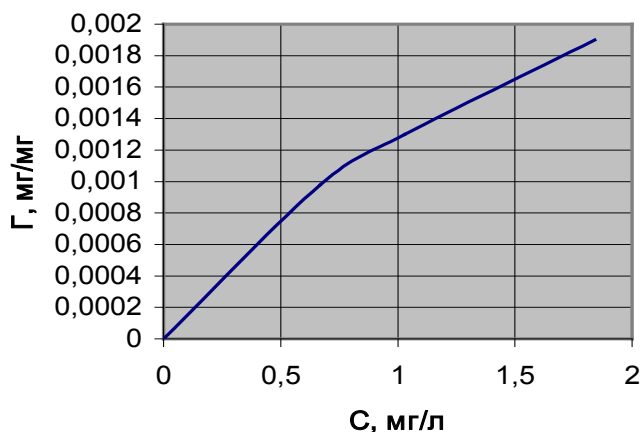


Рис. 1. Изотерма сорбции нефтепродуктов из водного раствора на гранулированном торфе.

По результатам исследований выявили достаточно высокую сорбционную емкость гранулированного торфа. Как видно из приведенных данных, торфяной сорбент эффективно очищает модельные сточные воды от нефтепродуктов. Степень очистки составляет 76 – 93 %. После достижения сорбционного равновесия, торф можно регенерировать, например, путем промывки горячей водой, или использовать в качестве топлива, что целесообразнее, так как торф после извлечения содержит значительное количество нефтепродуктов.

Кроме торфа территория Республики Беларусь богата значительными запасами трепела, который обладает высокими сорбционными свойствами. По химическому составу основными компонентами трепела являются оксиды кремния, кальция и алюминия. Плотность трепела 2000 – 3000 кг/м³, пористость 60,2 – 64%. Отличительной особенностью белорусских трепелов является высокое содержание в их составе карбонатов кальция [10]. Самым крупным карьером является месторождение Стальное Могилевской области, где трепел

УДК 628.094.3

Житнев Б.Н., Лычук Т.П.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОБЕСЦВЕЧИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Белорусское Полесье имеет значительный запас водных ресурсов, которые сосредоточены в поверхностных источниках. По сравнению с подземными водами, поверхностные являются более мягкими и слабоминерализованными, что выгодно отличает их при использовании для технических целей, в которых накладывается ограничения на жесткость и соленосодержание. Водоёмы Полесья имеют преимущественно болотное питание, и цветность воды в них колеблется от 30 до 180 градусов [1]. Это затрудняет использование таких вод в качестве источников для нужд производственного, а тем более хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Основными источниками окрашенных соединений, обу-

злегают на глубине от 1 до 15 метров, что дает возможность разрабатывать месторождение открытым способом, а это значительно удешевляет стоимость сорбента.

Выводы: 1. Гранулированный торф является дешевым и эффективным сорбентом при очистке сточных вод от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов.

2. Сведения о сорбционной емкости торфа залегающего на территории Республики Беларусь по отношению к нефтепродуктам, ионам тяжелых металлов в литературе молчаливы.

3. На территории Республики Беларусь имеются значительные запасы природного сорбента – трепела, данные по сорбции им нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов отсутствуют.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168с.
2. Кинле Х. Активные угли и их применение. – Л.: Химия, 1984. – 216с.
3. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1989. – 286с.
4. Ермоленко И.Н., Люблинер И.П., Гулько Н.В. Элементы-содержащие угольные волокнистые материалы. – Мн.: Наука и техника, 1982. – 254с.
5. Довнар В.А., Томсон А.Э., Зюзин Б.В. Применение торфяных сорбентов для очистки сточных вод ливневой канализации // Вода. – 2001. -№ 5. - с. 22-23.
6. Белькевич П.И., Чистова Л.Р. Торф и проблема защиты окружающей среды. – Мн.: Наука и техника, 1979. – 157с.
7. Наумова Л.Б., Горленко Н.П., Отмахова З.И. Торф как природный сорбент для выделения и утилизации металлов из сточных вод // Журнал прикладной химии. – 1995. – т.68. – вып. 9 – с.1461-1465.
8. Наумова Л.Б., Горленко Н.П., Отмахова З.И., Мокроусов Г.М. Использование торфов Томской области при очистке сточных вод от тяжелых металлов и нефтепродуктов // Химия в интересах устойчивого развития. – 1997. – №5. – с.609-603.
9. Климова В.Ф. Перспективы использования торфа для очистки поверхностного стока с городских территорий. – Мн.: БелНИИТИ, 1978. – 31с
10. Гуринович А.Д. Питьевое водоснабжение из подземных источников. – Мн.: Технопринт, 2001. – 305с.

славливающих цветность природных вод, являются гумусовые вещества, вымываемые из почв и торфов. Согласно современным представлениям гумусовые вещества можно отнести к полиэлектролитам со слабо выраженными кислотными свойствами. Исследование функциональных групп гумусовых веществ показало, что в их составе имеются карбоксильные группы (COOH) и фенольные гидроксилы (OH), которые и обуславливают кислотные свойства этих соединений [2]. Благодаря наличию большого количества связанных анионов (COO⁻) частицы гумусовых веществ несут суммарный отрицательный заряд.

Среди известных в настоящее время гумусовых веществ

Лычук Татьяна Петровна, аспирантка каф. водоснабжение, водоотведение и теплоснабжение Брестского государственного технического университета.

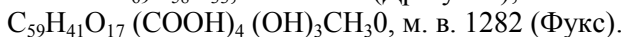
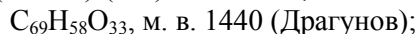
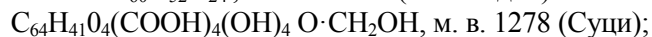
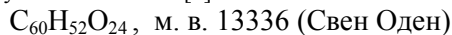
Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика

основная роль в цветности воды принадлежит гумусовым кислотам (гуминовым и фульвокислотам) и их растворимым солям. При химическом разделении почвенных гумусовых веществ гуминовые кислоты осаждаются в виде темно-коричневого осадка минеральными кислотами из щелочных вытяжек. Фульвокислоты входят в состав остающегося после обработки кислого раствора. Последние, в свою очередь, можно разделить на светлоокрашенную фракцию – креновые кислоты и темно-окрашенную фракцию – апокреновые кислоты. Наибольшей растворимостью характеризуются апокреновые и креновые кислоты, щелочные и щелочноземельные соли гуминовых кислот, менее растворимы гуминовые кислоты [3]. Естественно, что этим группам гумусовых веществ и уделяется особое внимание при разработке технологий по обесцвечиванию воды.

Гуминовые кислоты, извлеченные из различных почв, имеют следующий элементарный состав: углерод – 50-62%, водород – 2,8-6,9%, кислород – 31-40%, азот – 2-6% [4]. Колебания в элементарном составе гуминовых кислот объясняются тем, что они представляют собой не химически индивидуальные кислоты определенного строения, а группу высокомолекулярных химических соединений, сходных по составу и свойствам. Это объясняет значительные колебания молекулярного веса гуминовых кислот, которые по данным различных исследователей, колеблются в пределах от 290-350 до нескольких тысяч [5]. Молекулярный состав гуминовых кислот и их структура пока точно не определены.

В настоящее время известно несколько эмпирических формул гуминовых кислот [6].



Фульвокислоты, как и гуминовые кислоты, представляют собой группу близких по строению высокомолекулярных соединений, и отличаются от гуминовых кислот меньшим содержанием углерода, повышенным содержанием водорода, высокой растворимостью в воде, низкой интенсивностью окраски, большей дисперсностью и степенью диссоциации. Хорошая растворимость фульвокислот по сравнению с гуминовыми кислотами является причиной их более высоких концентраций и распространения в поверхностных водах.

Наличие в структуре гуминовых и фульвокислот карбоксильных и фенолгидроксильных групп, аминогрупп способствует образованию комплексов соединений гумусовых веществ с железом, алюминием, медью и другими поливалентными катионами. Некоторая часть гумусовых веществ может находиться в виде малодиссоциированных солей – гуматов и фульватов. В кислых водах возможно существование свободных гуминовых и фульвокислот.

Гумусовые кислоты в значительной степени влияют на органолептические свойства воды, создавая неприятный вкус и запах, затрудняют дезинфекцию и получение особо чистой воды, ускоряют коррозию металлов.

В настоящее время для очистки высокоцветных вод рекомендуются реагентные и безреагентные способы. В частности, с этой целью возможно применение таких известных приемов как коагуляция, в т.ч. электрохимическая, мембранная фильтрация, флотация, применение озонирования, комплексное использование окислителей совместно с ультрафиолетовым облучением. Тем не менее, зачастую выбор технологических схем очистки высокоцветных вод производится без учета природного образования цветности воды и требуемого эффекта очистки не достигается.

Технология кондиционирования природных вод, содержащих органические комплексы, сложна и требует существенных эксплуатационных затрат, связанных, например, с

увеличением дозы коагулянта, временем обработки воды. Опыты показали, что обработка воды сильными окислителями (хлор, озон) перед коагулированием сопровождается уменьшением расхода коагулянта и эффективно снижает цветность [3]. Однако, в результате взаимодействия реагентов с присутствующими в воде загрязнениями могут образовываться побочные продукты, способствующие ухудшению санитарно-гигиенических показателей качества воды и являющиеся токсичными и опасными для здоровья людей [7].

Так при хлорировании природных вод, содержащих гуминовые и фульвокислоты, образуются галогенорганические вещества, наибольшую группу которых составляют тригалогенметаны – хлороформ, бромформ, диброхлорметан и др. [8]. По данным исследований, проведенных Гюнтер Л.И. и Алексеевой Л.П. [9], в результате обработки хлором природных вод различной цветности и модельных растворов, цветность которых была обусловлена присутствием гумусовых веществ, во всех случаях наблюдалось образование хлороформа. На рис. 1 хорошо видна высокая степень корреляции между цветностью модельных растворов и количеством хлороформа, образующимся в результате их хлорирования. Столь четкой корреляции для различных природных вод выявить не удалось, хотя эти величины определенно связаны между собой (рис. 1, 2). Это обусловлено тем, что величина цветности, как и характеристика состава природных вод неоднозначна.

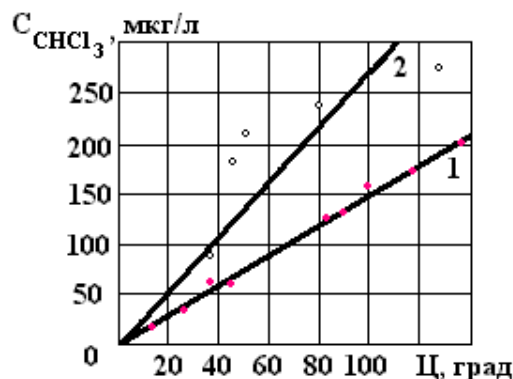


Рис. 1. Зависимость концентрации хлороформа, образующегося при хлорировании воды, от ее цветности в модельном растворе (1) и природной воде (2) по данным работы [9].

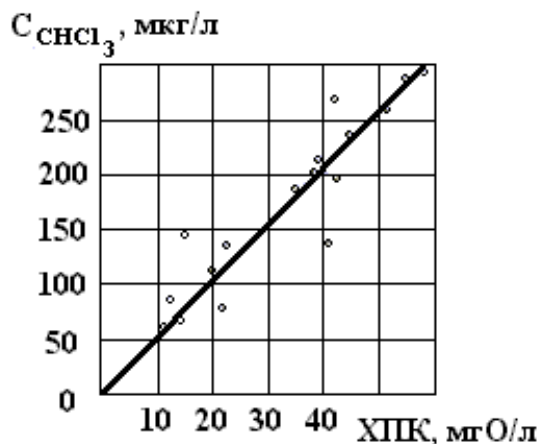
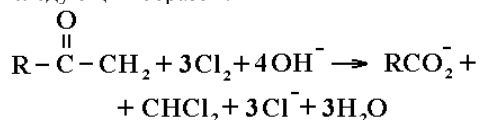


Рис. 2. Влияние содержания органических примесей в природной воде на концентрацию хлороформа, образующегося при ее хлорировании по данным работы [9].

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 забороченных 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.*