

МИНИМИЗАЦИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОПАСНЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

мя система государственного учета и регулирования в области обращения с отходами не позволяет достоверно определить количество опасных компонентов, поступающих на свалки вместе с бытовыми отходами. Метод анализа потока несортированных отходов также не может быть использован, т.к. состав ТБО зависит от уровня жизни населения, места сбора и времени года, что не позволяет отобрать репрезентативные пробы для города в целом. Достоверные сведения могут быть получены только из анализа данных по селективному сбору отходов.

Ориентировочно количество опасных отходов может быть оценено, исходя из того факта, что средний состав потоков ТБО в разных городах мира примерно одинаков [4].

Таблица 2
Данные по количеству опасных бытовых отходов в странах ЕС

Страна	Количество ОБО на душу населения, кг/год	Доля в общем количестве ТБО, %
Австрия	2,8-3,2	0,8-0,9
Бельгия	3,8	1,0
Дания	2,5	0,8
Финляндия	5,3	1,1
Франция	4,5	1,2
Германия	4,7	1,0
Греция	0,4	0,12
Ирландия	1,8	0,5
Италия	4,4	1,1
Люксембург	5,3	1,0
Нидерланды	2,3	0,4
Португалия	3,9	1,1
Испания	3,6	1,0
Швеция	4,3	1,0
Великобритания	4,2	0,9
Венгрия	1,7	0,7

Ориентировочное количество опасных бытовых отходов (ОБО), образующееся в европейских странах, представлено в таблице 2 /1/. Как видно из таблицы, количество опасных бытовых отходов на душу населения варьирует от 1,7 кг/чел. в Венгрии до 5,3 кг/чел. для Финляндии и Люксембурга и в среднем составляет 3,3 кг/чел. в год.

Процент от общего количества ТБО изменяется от 0,5% в Ирландии до 1,2% для Франции и в среднем составляет 0,86%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные могут быть использованы для ориентировочной оценки потоков ТБО при проведении пилотных проектов, направленных на изучение возможностей организации селективного сбора опасных компонентов бытовых отходов с целью их обезвреживания и переработки. Однако для получения точных данных, которые могут быть использованы для проектирования производственных мощностей, необходимо проведение детальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Study on hazardous household waste (HHW) with a main emphasis on hazardous household chemicals (HHC). European Commission – Directorate- General Environment, Report No.: CO 5089-2, 2002.
2. Яковлев В.А., Семин Е.Г., Бекренев А.В. Дренажные воды полигонов по захоронению отходов, экологическая опасность и пути обезвреживания. Безопасность и экология, Ч.2, СПб, СПбГТУ, 1999.
3. Русаков Н.В., Рахманин Ю.А. Отходы, окружающая среда, человек.-М.: Изд-во Медицина, 2004.
4. Дарулис П. В. Отходы областного города. Сбор и утилизация.— Смоленск, 2000.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ СВИНЦА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ СОРБЕНТАХ

Е.В. Кондратюк, И.А. Лебедев, Л.Ф. Комарова

Исследованы ионообменные свойства новых геосинтетических сорбентов на основе базальтовых волокон и природных минеральных сорбентов бентонитовых глин с целью извлечения из воды ионов тяжелых металлов, на примере свинца. Разработан принципиально новый способ использования бентонитовых глин в фильтрующем элементе.

ВВЕДЕНИЕ

Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов в настоящее время является актуальной проблемой общегосударственного *ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2006*

масштаба. Об опасности и вредности тяжелых металлов говорит то, что они включаются через цепь питания в круговорот и концентрируются в живых организмах. Характерной

особенностью является проявление токсических свойств тяжелых металлов при их одновременном присутствии. В практике очистки производственных сточных вод в настоящее время находят применение мембранные технологии, электрохимическая обработка, реагентные, биохимические, сорбционные методы очистки; ионы цинка, хрома, меди, никеля, ртути эффективно извлекаются из воды методом ионного обмена. Использование ионного обмена позволяет добиться высокой степени очистки сточных вод, но применение этого метода имеет ряд недостатков, и, в первую очередь, высокую стоимость ионообменных материалов.

Возрастающая антропогенная нагрузка на биосферу, связанная с бурным развитием промышленности и высокими потребностями общества, грозит необратимому нарушению равновесия в экологических системах и ставит под вопрос безопасное существование человечества. Уже сейчас концентрации некоторых тяжелых металлов во многих реках России превышают естественные фоновые в несколько раз. Со стоками сбрасывается ежегодно более 20 тыс. тонн железа и цинка, 0,2 тыс. тонн меди и других металлов [1].

Решение проблемы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов связано с разработкой новых технологий, получением новых наукоемких материалов, способных эффективно извлекать их из сточных вод и, позволяющих избежать образования высокотоксичных осадков, провести утилизацию ценных продуктов и улучшить экологические параметры состояния окружающей среды.

Основной задачей является не просто получение высокоэффективного материала, но и поиск оптимальных параметров его производства, а также эксплуатацию его в промышленности. Следовательно, эти материалы помимо высокой эффективности должны быть в первую очередь конкурентоспособными и рентабельными, только тогда научные исследования могут выйти из плоскости теоретического эксперимента.

Жесткая рыночная конкуренция должна учитывать возможности и потребности производства. Задача непростая, но решаемая, учитывая, что при создании новой технологии производства сорбционных материалов, как правило, не удается модернизировать уже существующие технологические линии, а возрастающие цены на материально-энергетические ресурсы, делают потенциальный продукт нерентабельным еще на стадии проектирования технологии. В результа-

те технология его производства не проходит технико-экономическое обоснование, материал получается дорогим, а технология получения имеет высокий период окупаемости.

Поэтому создание высокоэффективных энерго- и ресурсосберегающих, малоотходных технологий очистки сточных вод промышленных предприятий одновременно от всех основных групп загрязнений несомненно представляет актуальную задачу.

В последнее время начинает развиваться такое научное направление как химико-технологический дизайн, основной задачей которого является разработка новых технологий и аппаратов, которые одновременно сочетают несколько технологических процессов. Не являются исключением и природоохранные технологии (отстойники, комбинированные с фильтрами; фильтры с многослойными загрузками и т.д.). Весьма перспективно выглядит направление получения сорбентов, сочетающих ионнообменные, сорбционные и фильтрующие свойства, так называемых "активных фильтров" [2].

Указанные комбинированные методы позволяют добиваться такой же эффективности очистки сточных вод, что и традиционные, но при значительной экономии энергии и сокращении производственных площадей. Кроме того, в ряде случаев комплексные технологии значительно эффективней и не требуют применения токсичных реагентов для проведения процесса очистки.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время в промышленности приоритетными методами очистки воды от ионов тяжелых металлов являются реагентные и ионообменные. В общем случае процесс извлечения тяжелых металлов из сточных или оборотных вод реагентными методами можно разделить на три основных этапа [3]:

- 1) подщелачивание кислых ионсодержащих стоков и доведение рН-показателя воды до точки образования гидроксидов удаляемых металлов;
- 2) осаждение полученных гидроксидов металлов в отстойниках;
- 3) очистка осветленной воды на фильтрах с зернистой загрузкой.

Рассмотрим, в чем заключаются основные проблемы реагентного метода очистки.

При определенной погрешности условий дозирования щелочных реагентов (гашеная известь, гидроксиды щелочно-земельных металлов и др.) с изменением температурного

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ СВИНЦА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ СОРБЕНТАХ

режима точка минимальной растворимости гидроксидов может изменять свое положение, в результате некоторая часть ионов остается в водной среде, так как не достигается требуемый pH. В результате эффективность очистки снижается. Эту проблему решают следующим образом: вводят подщелачивающие агенты в избытке (до 15%). Это решение вполне рентабельно, с точки зрения увеличения эффективности очистки, но только тогда, когда металл имеет широкий диапазон образования гидроксида и не проявляет амфотерных свойств, например Pb, Bi, Cu.

Для других металлов, таких как Cr, Zn, Fe ввиду лабильности электронов на последнем уровне, может происходить растворение при более высоких pH и опять снижается эффективность очистки. Кроме того, при таком подходе возрастают издержки на реагентно-дозационный комплекс, чрезмерно увеличивается образование неподлежащих утилизации осадков и происходит вторичное загрязнение воды.

Ионообменные методы тоже не исключают использование реагентов - кислот, солей и щелочей, но только для регенерации ионитов и вопрос об утилизации регенератов также остается открытым. Эти методы позволяют легко автоматизировать процесс очистки, но основной проблемой внедрения на предприятиях ионообменных установок по-прежнему является их высокая стоимость. Как правило, хорошими ионитами являются органические (КУ-2, КУ-2-8, АН-2 и др.), полученными путем органического синтеза.

Существующие ограничения во всех приведенных методах успешно решаются применением нетрадиционных сорбентов-ионитов для очистки воды от ионов тяжелых металлов, которые стараются внедрять на многих предприятиях водоочистки (горелые породы, шлаки горно-обогатительных фабрик, различные минеральные строительные отходы и др.). Причем использование нетрадиционных фильтровальных сорбентов - полимерных, волокнистых, изготовленных из отходов производства, нередко позволяет либо повысить эффективность очистки, либо уменьшить её стоимость.

Для получения фильтровальных материалов используют, например, отходы термопластов, целлюлозы, текстиля, стеклокремнизита, полимерных волокон и др. Стоимость таких материалов, как правило, на порядок ниже стоимости сравнимых с ними по эффективности, полученных на основе керамики и цветных металлов. Они могут приме-

няться в виде порошков и волокон. Причем многие из них обладают не только фильтровальными, но сорбционными и ионообменными свойствами, позволяя извлекать из воды, как гетерогенные примеси, так и находящиеся в растворенном состоянии в виде молекул и ионов. Особенно перспективными выглядят волокнистые материалы [3].

Целью наших исследований является разработка эффективной технологии очистки воды от ионов тяжелых металлов методом ионного обмена на модифицированных базальтовых волокнах (МБВ).

Ранее были проведены эксперименты по очистке воды на базальтовых волокнах от взвешенных веществ и ионов железа [4, 5]. Как выяснилось, в чистом виде базальтовые волокна (БВ) не могут использоваться для удаления из воды ионов тяжелых металлов, так как слагающие их минералы не имеют пространственных пустот в кристаллической решетке.

Из литературных данных [7] известно, что хорошими ионообменными свойствами обладают бентонитовые глины, которые используются во многих отраслях промышленности (пищевой, строительной, фармацевтической и др.).

Замечательные свойства глинистых пород во многом определяются кристаллохимическими особенностями глинистых минералов и их высокой дисперсностью, то есть чрезвычайно малым размером частиц. Наиболее типичным примером особого кристаллохимического строения могут служить монтмориллонит и смешанослойные глинистые минералы, которые имеют раздвижную кристаллическую решетку (рисунок 1) [7]. При гидратации этих минералов молекулы воды могут входить в промежутки между элементарными слоями кристаллической решетки и существенно раздвигать их. Глинистые минералы обладают высокой способностью к ионному обмену, то есть замене некоторых ионов на поверхности и в кристаллической решетке частиц на ионы, поступающие из раствора. Отмеченные особенности глинистых минералов, совместно с их высокой дисперсностью, а потому и чрезвычайно развитой поверхностью, обуславливают очень большую сорбционную способность - способность активно поглощать из растворов различные вещества и химические элементы.

Важным является также то, что частицы глинистых минералов, находясь в воде, гидратируются. При этом поверхность частиц обычно заряжается отрицательно и вокруг

них притягиваются гидратированные противоионы. В результате этого процесса формируются так называемые двойные электрические слои (ДЭС). Иными словами, при взаимодействии с водой вокруг глинистых частиц образуются тонкие пленки воды, оказывающие колоссальное влияние на свойства глинистых пород [7].

Бентонитовые глины - природные минеральные сорбенты (ПМС) редко залегающие в пластах в чистом виде. Как правило, они содержат механические примеси (от 1 до 8%), сопутствующие минералы, карбонаты и сульфаты, гидроксиды, оксиды и т.д. ПМС подвергают очистке, обогащению для получения высококачественных глинистых фракций (0.1-0.008 мм) и их последующей активацией.

Глинистые сорбенты содержат в своём составе минералы монтмориллонита, бейделлита, гидрослюда, хлорита, каолита, которые обладают значительной гидрофильностью.

Строение монтмориллонитовых минералов достаточно хорошо изучено и описано в литературе [8]. Теоретическая формула монтмориллонита имеет вид: $Si_8Al_4O_{20}(OH)_4 \cdot nH_2O$ и может содержать до 67,7% SiO_2 , до 28,3% Al_2O_3 и до 28,3% H_2O . Однако реальный состав монтмориллонита всегда отличается от теоретического вследствие замещения в решётке кремния алюминием и, возможно фосфором, магнием, железом, цинком, свинцом, хромом и т.д. Наиболее распространённым обменным катионом в бентонитах является Ca^{2+} , хотя известны и бентониты, несущие в качестве обменных катионов Na^+ , K^+ , H^+ .

Монтмориллонитовые кластеры, вероятно, можно отнести к наноматериалам, поскольку их длина составляет 14 ангстрем. При гидратации в водной среде высокоразвитая поверхность коллоидальных частиц бентонитов обеспечивается их малым диаметром, который колеблется от нескольких микрон до десятков ангстрем. Ввиду такой дисперсности минерал обладает значительной обменной емкостью - 100 мг-экв/100 г сухого минерала и более [8, 9].

Традиционно бентонитовые глины с высоким содержанием монтмориллонита (90-97%) дозируют в очищаемую воду, перемешивают и направляют в отстойники для осаждения. После этого осветленную воду доочищают на фильтрах. Существование такой технологии объясняется, прежде всего, колоссальной гидрофильностью бентонитовых глин, в связи с этим они образуют очень ус-

тойчивые коллоиды, требующие длительного отстаивания. Этот процесс, конечно, можно ускорить, подкисляя воду в отстойнике, но это нерентабельно и ухудшает ионообменные свойства бентонитов.

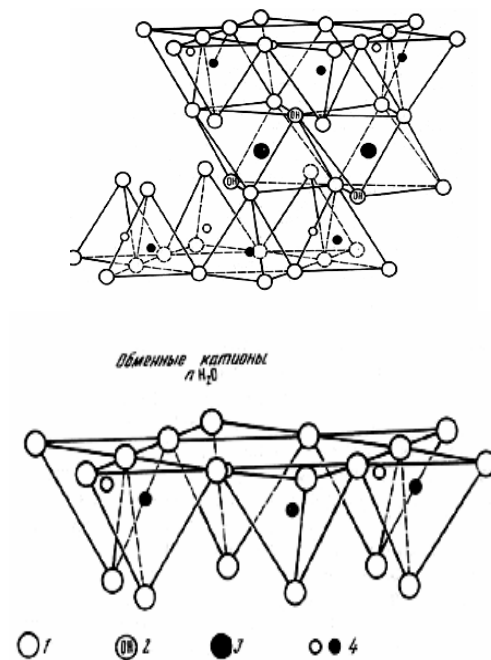


Рисунок 1 – Структура монтмориллонитового кластера по Гофману Энделу и др.: 1-кислород; 2-гидроксил; 3-алюминий, железо, магний; 4- кремний, иногда алюминий

Как выяснилось нами в процессе исследования, при фильтровании эти глины кольматируют верхние слои фильтрующих загрузок, вызывая большие потери напора, и как следствие, большие затраты энергии на промывку.

Тем не менее использование бентонитовых глин в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов весьма перспективное направление, так как эти материалы достаточно дешевы, экологически чисты и не вызывают вторичное загрязнение воды, что очень важно при подготовке воды для питьевых целей. В связи с этим весьма интересным выглядит идея получения ионообменного материала, который можно будет использовать в качестве фильтрующей загрузки. Применение этого материала позволит сократить площади сооружений и значительно удешевить процесс очистки от ионов тяжелых металлов.

Для проведения экспериментов по очистке свинецсодержащих сточных вод использовался полученный нами в лабораторных условиях сорбционно-ионообменный матери-

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ СВИНЦА НА МОДИФИЦИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВЫХ СОРБЕНТАХ

ал «Бентосорб». Основа этого материала – базальтовое волокно – микроволокнистый материал, полученный из расплава горных пород базальтов и ранее не применяемый для целей водоочистки и водоподготовки. Базальтовое волокно – материал, состоящий из ультратонких волокон, получается расплавом базальтовых горных пород и применяется преимущественно для тепло- и звукоизоляции. Он использовался в качестве сорбционной матрицы, представленной в виде хаотично перекрещивающихся волокон диаметром 0,3-0,5 мкм. Для того, чтобы придать материалу ионообменную способность мы обрабатывали его бентонитовым раствором путем гидрохимического механосинтеза. Для этого базальтовое волокно и бентонит обрабатывали и перемешивали с небольшим подкислением, после чего оставляли в течение суток для процесса адгезии бентонита на базальтовом волокне.

Полученный материал обладает рядом преимуществ по сравнению с другими: экологическая безопасность, связанная с получением из природного минерального сырья, низкая себестоимость, высокоразвитая удельная поверхность с каталитически активными центрами. Необходимо также отметить, что материалы, используемые для получения «Бентосорба», имеют невысокую стоимость и широко распространены в природе.

Для проведения экспериментов по получению материала в лабораторных условиях нами использовалось барнаульское минеральное базальтовое волокно и различные типы бентонитов западного карьера Таганского месторождения в соотношениях 1:2 и 1:3. Для того чтобы увеличить обменную емкость монтмориллонита бентониты подвергались содовой активации.

Для проведения экспериментов нами была создана установка [5], состоящая из бака для исходного раствора, соединительных трубопроводов, штатива, фильтрующей колонки, колбы для сбора фильтрата.

Исследование фильтровальных свойств волокнистых материалов осуществляли с применением модельных растворов, имеющих начальную концентрацию свинца (II) 3 мг/л. Раствор пропускать через фильтровальную колонку, заполненную «Бентосорбом» со скоростью 2 м/ч. Полученный на выходе фильтрат, анализировался на присутствие ионов свинца через определенные промежутки времени потенциометрическим методом с применением свинец селективного электрода.

Полученные результаты при фильтрации через загрузку с «Бентосорбом» приведены на рисунке 2.

Как видно на рисунке 2, первые порции отобранного фильтрата (≈ 2 л) отличаются высоким содержанием загрязняющих веществ по сравнению с начальной концентрацией. Это объясняется тем, что вымывается неотмытая сода, используемая при активации бентонита. В интервале 2 - 4,5 литра эффективность очистки свинецсодержащих вод «Бентосорбом» значительно повышается и достигает 99,9%. Небольшое снижение эффективности очистки в диапазоне 5 - 6,5 литров можно объяснить приостановкой опыта.

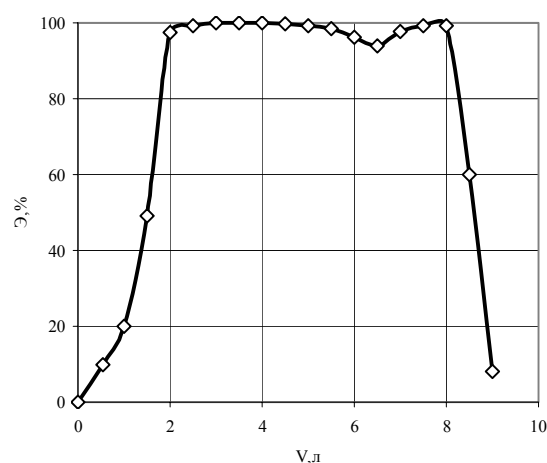


Рисунок 2 – Зависимость эффективности очистки (Э) свинецсодержащих сточных вод «Бентосорбом» от объема раствора (V) (V)

Во время простоя фильтра в сорбенте, вероятно, открылся доступ к новым активным центрам, поэтому когда опыт был продолжен эффективность очистки вновь возросла. После 8-ми литров прошедшего фильтрата эффективность стала резко снижаться, что говорит о достижении сорбентом динамической емкости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют однозначно сделать вывод о высокой эффективности очистки воды от ионов свинца на новом геосинтетическом материале и перспективе его применения в процессах очистки гальваносток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьякова Я. К., Исследование и разработка сорбционной технологии локальной очистки

металлсодержащих сточных вод: Автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук: Иркутск 2002. - С. 3-5

2. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство. Прилож. к журналу «Гальванотехника и обработка поверхности», М. «Глобус», 1998г. - 302 с.

3. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения: Справочник / Под общ. Ред. А.М. Курганова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Стройиздат. Ленингр. Отд – ние, 1986. – 440 с.

4. Лебедев И.А., Комарова Л.Ф. Совершенствование систем очистки воды с использованием перспективных фильтровальных материалов. Доклады 9-й Международной научно-практич. конференции. Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-9-2003): Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2003. – С. 52–54 .

5. Лебедев И.А., Комарова Л.Ф., Кондратюк Е.В. Очистка железосодержащих вод фильтрованием через волокнистые материалы. Ползуновский вестник. Общая и прикладная химия. Экология. 2004. №4, С.171-176.

6. Мерабишвили М.С. Bentonитовые глины: состав, свойства, использование. М: Атомиздат. 1979. - 188 с.

7. Дистанов У.Г., Михайлов А.С. Природные сорбенты СССР: 1990 – 168 с.

8. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов.-2-е изд., перераб. и доп.-М.: Химия, 1988 - 464 с.

9. Кузнецов Ю.В., Щебетновский В.Н., Трусов А.Г. Основы очистки воды от радиоактивных загрязнений. М.: Атомиздат. 1974 - 124 с.

ОЧИСТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ФИЛЬТРОВАЛЬНО-СОРБЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

И.А. Лебедев, Л.Ф. Комарова, М.А. Полетаева, Е.Г. Коценко

Разработан метод очистки нефтесодержащих сточных вод фильтровально-сорбционным способом на минеральных базальтовых волокнах. Экспериментально получены оптимальные параметры очистки воды от нефтепродуктов. Разработана методика определения нефтепродуктов на примере бензина АИ-92 с применением ИК-спектрометрии.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее распространенными загрязняющими веществами поверхностных вод остаются нефтепродукты, фенолы, легкоокисляемые органические вещества, аммонийный и нитритный азот и другие, основной источник которых – сточные воды различных производств, предприятий сельского и коммунального хозяйства. Понятно, что выщепяемые загрязнители оказывают существенное негативное воздействие на флору и фауну, но еще больший вред приносят продукты их разложения [1].

Нефтяные загрязнения нарушают ход естественных биохимических процессов, ведут к истощению запасов водного кислорода, расходуемого на окисление органических веществ. Наличие на поверхности воды нефтяной пленки резко снижает способность водоемов к самоочищению и поступлению в воду атмосферного кислорода, ведет к уси-

лению анаэробных процессов. Скорость накопления нефтепродуктов в водных и почвенных экосистемах от техногенного воздействия далеко опережает их естественную биodeградацию.

Несмотря на совершенствование способов добычи и переработки нефти, вида ее хранения и транспортировки, наличие разнообразных технологических схем очистки воды от нефтепродуктов в целом уровень загрязнения ими остается достаточно высоким. Нефтепродукты – это группа углеводородов нефти, мазута, керосина, масел и их смесей, которые, вследствие их высокой токсичности, принадлежат по данным ЮНЕСКО, к числу десяти наиболее опасных загрязнителей окружающей среды [2]. В воде могут находиться в эмульгированном и растворенном виде, а также образовывать плавающий слой на ее поверхности.