

УДК 628.316.12

О.И. Ручкина

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Н.А. Фрейман

«Проектный центр», г. Пермь

ВЫБОР СОРБЕНТОВ ДЛЯ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Рассматривается сорбционный метод очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, приведена оценка эффективности ряда сорбентов по извлечению ионов тяжелых металлов.

Ключевые слова: сточные воды гальванопокрытий, тяжелые металлы, сорбция, сорбенты, эффективность очистки сточных вод, сорбционная емкость.

Сточные воды гальванопокрытий образуются от периодического сброса отработанных электролитов из технологических ванн, промывки деталей после процессов травления, обезжиривания, хромирования, цинкования, никелирования, меднения и т.д. Кроме ионов тяжелых металлов и повышенного общего содержания, сточные воды содержат различные органические загрязнения: ПАВ, глицерин, формалин, спирты, органические кислоты, органические растворители (толуол, ксилол), масла и др.

Отведение сточных вод с производства гальванопокрытий в канализационные сети городов приводит к нарушению процессов биологической очистки и накоплению ионов металлов в органических осадках, создавая проблему их утилизации и складирования.

Соли тяжелых и цветных металлов являются в России одним из основных загрязнителей водных сред, наиболее активно разрушающих здоровье и генофонд нации.

В результате многолетних исследований и практики разработаны и используются схемы канализации и очистки сточных вод гальванического производства, предусматривающие отдельное отведение и обработку локальных потоков по содержащимся в них компонентам и по концентрациям загрязняющих примесей.

Для очистки этих потоков до настоящего времени наиболее широко применяются технологические установки, основанные на реагентных методах. Образующиеся осадки обезвоживаются и вывозятся на захоронение либо утилизацию. Такие технологии, обладая надежностью, имеют ряд недостатков, основными из которых являются: вторичное загрязнение воды – повышение соленосодержания, что препятствует ее повторному использованию, а также невозможность достижения остаточных концентраций ионов металлов, удовлетворяющих современным требованиям к качеству очищенных сточных вод при сбросе в горколлектор. В большинстве случаев для обеспечения этих требований необходима их доочистка.

Основными направлениями работ по решению проблем очистки являются:

- совершенствование технологических процессов очистки сточных вод;
- интенсификация работы действующих очистных сооружений;
- переход промышленности на малоотходные и безотходные технологические процессы.

Сорбция является одним из универсальных способов глубокой очистки от растворенных органических веществ, а также от ионов тяжелых металлов.

В качестве сорбентов применяют различные искусственные и природные пористые материалы: активированные угли, золу, коксовую мелочь, силикагели, алюмогели, активные глины и земли. Последние составляют большой класс природных сорбентов, которые обладают значительной поглотительной способностью без всякой дополнительной обработки, что является их преимуществом перед искусственными сорбентами.

Характеристика способов сорбционной доочистки сточных вод от ионов тяжелых металлов:

1. Очистку стоков от ионов тяжелых металлов ведут путем сорбции на органо-минеральном сорбенте на основе гальванопшлага, гранулированного полимерным связующим. В качестве связующего используют полимеры, растворимые в растворите-

лях, смешивающихся с водой. Способ отличается простотой и экономичностью [1].

2. Способ включает в себя контактирование очищаемых водных растворов с целлюлозосодержащими сорбентами, представляющими собой вторичные продукты переработки агропромышленного комплекса [2].

3. Способ включает в себя контактирование водных растворов с модифицированными полимерными сорбентами на основе целлюлозы, при модуле раствор/сорбент 50–200. В качестве полимерных сорбентов используют хлопчатобумажные или льняные ткани [3].

4. Способ основан на сорбции ионов тяжелых металлов на природном нерастворимом сорбенте – пирите, предварительно обогащенном до 90 %, причем размер зерна используемого сорбента составляет не более 160 мкм [4].

Наиболее важными показателями сорбентов являются пористость, структура пор, химический состав. По структуре пористой поверхности сорбенты разделяются на мелкопористые, крупнопористые и смешанные. Величина сорбционного потенциала выше у мелкопористых сорбентов, однако они не всегда оказываются доступными для поглощения загрязнений сточных вод. Активированные угли, как правило, являются доступными для поглощения молекулярно-растворенных веществ. Природные сорбенты (туфы, диатомиты) способны поглощать группы молекул.

Положительные качества сорбции – это высокая эффективность метода, возможность регенерация сорбентов и автоматизации процесса.

В экспериментальных исследованиях были использованы следующие сорбенты: активированный уголь АГ-ОВ, порошкообразные активированные угли УАФ и ОУ-В (ОАО «Сорбент», г. Пермь), ОДМ-2Ф гранулированный и порошкообразный (ЗАО «Алсис», г. Екатеринбург), алюмосиликатный сорбент «Глинт» (ЗАО «Квант-Минерал», г. Санкт-Петербург).

Активированный алюмосиликатный сорбент «Глинт» – предназначен для очистки природных и сточных вод от цветности, мутности, железа, марганца, органических веществ, ионов тяжелых металлов, нефтепродуктов, фенолов, красителей, хлорорганических и других загрязнений. Глинт – адсорбент длительного использования, срок службы 7–10 лет, годовые потери на износ фильтрующего материала – 10–15 %. Адсорбент получен из смеси глинистых материалов, активирован добавками

магнийсодержащих соединений. Регенерационный раствор – 4%-ный раствор Na_2CO_3 .

Сорбент ОДМ-2Ф – алюмосиликатный сорбент, гранулированный фильтрующий материал, изготовленный из природного сырья, с содержанием основных компонентов: SiO_2 до 84 %; Al_2O_3 , MgO , CaO – 8 %. Применяется для очистки природных и сточных вод для снижения мутности, цветности, очистки от металлов и их оксидов (в том числе железа), доочистки от нефтепродуктов. Регенерация сорбента осуществляется путем обратной промывки водой. Для отмывки фильтрующей загрузки от специфических загрязняющих веществ (тяжелых металлов, нефтепродуктов и т.д.) допускается использование химических реагентов.

Сорбент АГ-ОВ (ТУ 6-17-339-92) – гранулированный активный уголь, изготовлен методом экструзии из тонкодисперсной пыли смеси каменных углей и связующего с последующей обработкой в среде водяного пара при температуре 800–950 °С. Применяется для очистки природных и производственных сточных вод. Активные угли – пористые углеродные тела, развивающие при контакте с газообразной или жидкой фазой значительную площадь поверхности для протекания сорбционных процессов. Имеет повышенную величину механических характеристик, что увеличивает срок эксплуатации сорбента и позволяет использовать его со стационарным, движущимся и псевдооживленным слоем сорбента.

Порошкообразные активные угли – применяют для тонкой очистки технологических растворов в различных областях промышленности, очистки производственных сточных вод. Основной размер частиц – менее 0,1 мм. Обладают повышенными адсорбционными свойствами благодаря развитой поверхности, механической прочностью.

Уголь активный осветляющий ОУ-В (ГОСТ 4453) – получают из древесного угля-сырца с последующим размолом.

Уголь активный УАФ (ТУ 6-16-2409-80) – получают путем размола активированного каменноугольного полукокса и отсевов от гранулированных и дробленных активных углей.

Технологические параметры очистки сточных вод через сорбционную колонну рассчитаны в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02–84, СНиП 2.04.03–85.

Допустимые остаточные концентрации ионов тяжелых металлов при сбросе сточных вод в горколлектор составляют, мг/л: по меди – 0,003, по никелю – 0,02, по цинку – 0,022.

Объектом исследования являлись сточные воды производства гальванопокрытий, предварительно обработанные реагентным методом.

Проведенные исследования показали, что доочистка производственных сточных вод сорбентами эффективна (рис. 1). Эффект очистки от ионов меди, никеля и цинка при использовании сорбента «Глинт» достигает 95–100 %, при применении сорбента АГ-ОВ – 65,6–100 %, при использовании сорбента ОДМ-2Ф – 46–100 % (табл. 1).

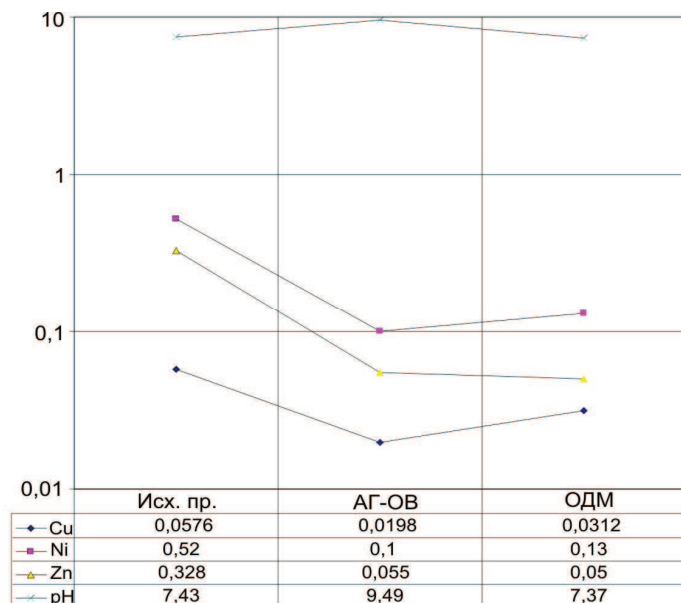


Рис. 1. Доочистка сточных вод сорбентами АГ-ОВ, ОДМ-2Ф

Таблица 1

Эффективность очистки сточных вод сорбентами

Сорбент	Эффект очистки, %		
	Cu	Ni	Zn
Глинт	95,5	100	100
АГ-ОВ	65,6–67,1	80,7–94,7	83,2–100
ОДМ-2Ф	45,8–79,3	75–84,3	84,7–100

Наиболее эффективен для очистки от всех присутствующих в сточных водах ионов тяжелых металлов алюмосиликатный сорбент «Глинт». Значительным недостатком «Глинта» является достижение величины рН фильтрата более 12. Предвари-

тельная промывка фильтрующего слоя водой в течение 2 ч позволила снизить рН фильтрата до 10 без снижения эффективности очистки от тяжелых металлов.

Фильтрат после активированного угля АГ-ОВ имеет рН = 9...9,5; после использования сорбента ОДМ-2Ф рН не изменяется.

Для интенсификации процесса очистки сточных вод, повышения эффекта очистки были выполнены экспериментальные работы по доочистке сточных вод сорбентами АГ-ОВ, ОДМ-2Ф с предварительным углеванием порошкообразными углями (рис. 2). Расчет дозы порошкообразного угля выполнен в соответствии с рекомендациями СНиП 2.04.02–84.

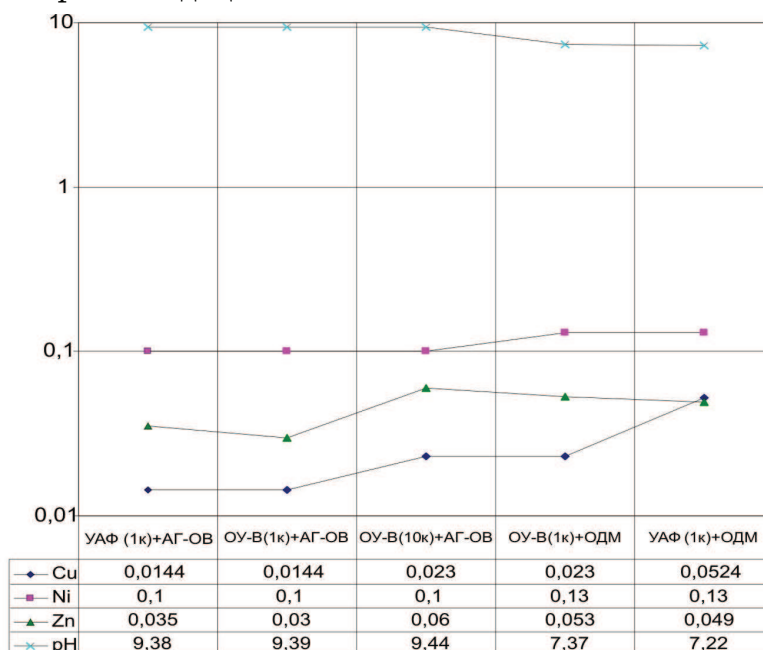


Рис. 2. Доочистка сточных вод сорбентами с предварительным углеванием

Анализ табл. 2 показывает, что предварительное углевание лишь незначительно повышает эффект очистки от ионов тяжелых металлов.

Для оценки сорбентов, которые были опробованы при проведении экспериментальных работ, была определена *относительная емкость сорбентов по ионам Cu и Ni* (табл. 3). Исследованиями установлено, что относительная емкость сорбентов ОДМ-2Ф и АГ-ОВ практически одинакова, относительная емкость сорбента «Глинт» в 10 раз выше емкости сорбентов ОДМ-2Ф и АГ-ОВ.

Таблица 2

**Эффективность очистки сточных вод
сорбентами с предварительным углеванием**

Сорбент	Эффект очистки, %		
	Cu	Ni	Zn
УАФ...АГ-ОВ	79,43	89,42	86,94
ОУ-В...АГ-ОВ	79,43	89,42	88,81
УАФ...ОДМ-2Ф	67,14	86,24	80,22
ОУ-В...ОДМ-2Ф	25,14	86,24	81,72

Таблица 3

Результаты расчета относительной ионной емкости сорбентов

Ингредиент	Относительная ионная емкость сорбента, мкг/г		
	ОДМ-2Ф	Глинт	АГ-ОВ
Ni	0,22734	2,98	0,22773
Cu	0,05289	0,608	0,053556

Экспериментальные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Для обеспечения снижения концентрации загрязняющих веществ в очищенных сточных водах до норм допустимого сброса (либо качества технической воды) необходимо производственные сточные воды доочищать на сорбентах.

2. Технологическая схема узла доочистки производственных сточных вод сорбентами должна включать в себя следующие основные элементы:

- узел напорных фильтров;
- узел сбора и очистки промывных вод (промывные воды направляются в голову очистных сооружений);
- узел промывки (или регенерации) напорных фильтров.

Библиографический список

1. Пат. № 2125972 РФ. Способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / М.В. Зильберман, Е.Г. Налимова, Е.А. Тиньгаева. – Опубл. 10.02.1999.

2. Пат. № 2351548 РФ. Способ извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов / Т.Е. Никифорова, В.А. Козлов, О.И. Одинцова, М.Н. Кротова. – Опубл. 10.04.2009.

3. Пат. № 2351543 РФ. Способ извлечения ионов тяжелых металлов из водных растворов / Т.Е. Никифорова, В.А. Козлов, О.И. Одинцова, М.Н. Кротова. – Оpubл. 10.04.2009.

4. Пат. 2189363 РФ. Способ очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов / Н.И. Дегтев, А.Ф. Горчаков, В.В. Дмитриев, В.Е. Прокопец. – Оpubл. 20.09.2002.

Получено 1.11.2011