

УДК 628.386

Т.Е. ГРИШИНА

магистрант института инженерно-экологических систем и сооружений
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Е.А. ФЕДОРОВА

доктор технических наук, профессор кафедры водоснабжения и водоотведения
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

ПУТИ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОСАДКАХ СТОЧНЫХ ВОД

WAYS OF REDUCING IONS HEAVY METALS IN SEWAGE SLUDGE

Проведен анализ состава и рассмотрены способы утилизации осадков сточных вод Нижегородской станции аэрации на содержание ионов тяжелых металлов за последнее десятилетие, предложены пути снижения содержания ионов тяжелых металлов в осадках сточных вод.

Ключевые слова: осадки городских сточных вод, ионы тяжелых металлов, локальные установки для извлечения ионов тяжелых металлов из сточных вод, электрокоагулятор, электрофлотатор.

Насущной экологической задачей современного мегаполиса является совершенствование технологий утилизации осадков городских сточных вод, площади под складирование которых увеличиваются. Например, на Нижегородской станции аэрации под иловые площадки каскадного типа отведено 100 га, под временный полигон для складирования осадка 30 га. На данный момент все площади переполнены, возникает необходимость в иных способах утилизации осадков сточных вод (ОСВ), более эффективных, менее экологически опасных. Часть осадков, хранящихся на полигонах, несанкционированно вывозится на сельскохозяйственные поля в качестве удобрений, в процессе хранения имеют место сбросы и смывы их в водоемы.

Осадки сточных вод (ОСВ) очистных сооружений, с учетом уровня их загрязнения, могут быть утилизированы различными способами: термофильным сбраживанием в метантенках, высушиванием, сжиганием, пиролизом, электролизом, получением активированных углей (сорбентов), захоронением, использованием в качестве добавок при производстве керамзита, компостированием, вермикомпостированием и др.

Наиболее ресурсосберегающий способ утилизации ОСВ – использование их в качестве почвоу-

The analysis of the composition and considered how to dispose of sewage sludge wastewater treatment plant at Nizhny Novgorod content of heavy metals in the last decade, the ways of reducing the amount of heavy metals in sewage sludge.

Key words: precipitation of urban wastewater, heavy metal ions, the local plant for heavy metal ions from wastewater, electrocautery, elektroflotator.

лучшителей и, возможно, удобрений в городском и сельском хозяйстве, в «зелёном» строительстве и при рекультивации нарушенных земель. Поступление на очистные сооружения городов производственных стоков обуславливает присутствие в осадках солей тяжёлых и цветных металлов, таких как медь, никель, хром, цинк, кадмий, кобальт и других, что представляет значительную проблему при применении ОСВ в качестве удобрения.

При незаконном использовании ОСВ с содержанием ионов тяжелых металлов (ИТМ), превышающем их предельно допустимые концентрации в почве ($ПДК_n$), сложно оценить токсическое действие металлов и их соединений, внешне медленно и малозаметно влияющих на окружающую среду. Между тем загрязнения именно такого рода, действуя длительное время, способны вызвать сдвиги в существующем биологическом равновесии, так как почва является биологической средой, в которой происходит аккумуляция соединений тяжелых и цветных металлов в результате антропогенной деятельности. Поэтому целью данной работы является поиск путей снижения содержания ИТМ в ОСВ.

Был проведен анализ состава осадка городских сточных вод Нижегородской станции аэрации

(НСА) на предмет содержания ионов тяжелых металлов по данным 2003-2007 и 2010 гг. [1]. На гистограммах (рис. 1) представлено валовое содержание солей тяжелых металлов сырого осадка в первичных отстойниках первой очереди и активного ила во вторичных отстойниках первой очереди по полугодиям. Горизонтальными линиями отмечены нормы по токсикологическим показателям, которым должны удовлетворять ОСВ по ГОСТ Р 54651-2011 [2].

Результаты анализа выявили превышения требуемых значений ПДК по ряду солей тяжелых и цветных металлов: по кадмию, цинку, никелю согласно ГОСТ Р 54651-2011 [2], следовательно, использовать ОСВ Нижегородской станции аэрации в качестве удобрений невозможно. Поэтому были рассмотрены возможные пути снижения содержания солей тяжелых и цветных металлов в осадках сточных вод:

1. Извлечение токсичных компонентов, например ионов и соединений цинка, никеля, кадмия, из производственных сточных вод на промышленных предприятиях.

2. Повышение эффективности работы аэротенков при осуществлении биологической очистки на НСА.

3. Разработка технологий обезвреживания ОСВ с целью снижения токсичных компонентов до нормы.

В данной статье рассмотрен первый путь снижения токсичных компонентов в ОСВ.

В табл. 1 представлены данные, показывающие превышение содержания солей тяжелых и цветных металлов в производственных сточных водах предприятий Нижнего Новгорода, так как показатели ПДК по ряду ИТМ превышены многократно.

Традиционно используемая на промышленных предприятиях реагентная обработка сточных вод, содержащих различные токсичные компоненты, не обеспечивает очистку стоков от ИТМ до требуемых значений ДК и ВДК (табл. 1). При нейтрализации стоков раствором щелочи $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образуются нерастворимые в воде гидроксиды металлов, которые далее отделяют от жидкой фазы. Однако зачастую не учитывается, что гидроксиды различных металлов выпадают в осадок при различных значениях pH. Например, гидроксид цинка выпадает в осадок при $\text{pH}=6,4$, при $\text{pH}=8$ находится в осадке, а при $\text{pH}=10,5$ начинает активно растворяться.

Поэтому на локальных очистных сооружениях промышленных предприятий реагентной очистке необходимо подвергать смешанные стоки по отдельным операциям технологических процессов, либо применять специальные процессы доочистки

сточных вод от токсичных ИТМ с использованием современных модульных установок физико- либо электрохимической очистки, например электрокоагуляторы и электрофлотаторы.

Электрокоагуляторы применяются для извлечения из сточной воды ионов металлов с положительным стандартным окислительно-восстановительным потенциалом (медь, кадмий) или незначительным отрицательным (никель), что исключает или сводит к минимуму нежелательный парциальный процесс катодного выделения водорода. Наиболее часто электрокоагуляционная очистка применяется для обезвреживания хромсодержащих сточных вод с восстановлением высокотоксичных ионов хрома (VI) до менее токсичных ионов хрома (III).

Достоинством электрокоагуляционной очистки является то, что она позволяет создавать унифицированную аппаратуру, компоновать ее с другой очистной аппаратурой при внедрении универсальных технологических схем очистки промышленных сточных вод.

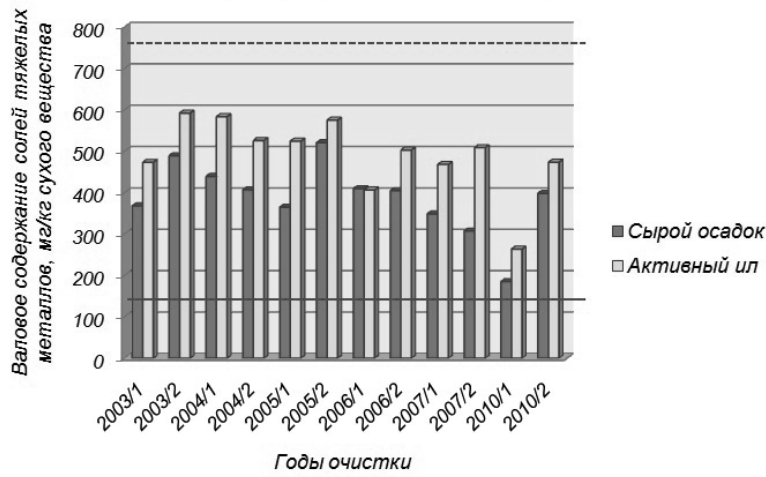
Электрофлотаторы - модульные установки очистки воды (МУОВ) от тяжелых металлов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) и нефтепродуктов для доочистки сточных вод промышленных предприятий. Очищенная вода после электрофлотатора может быть сброшена в городскую канализацию либо, после дополнительной стадии обессоливания (коррекции анионного состава) на мембранной установке нанофильтрации или гиперфильтрации, направлена на повторное использование для оборотного водоснабжения предприятия.

Электрофлотатор обеспечивает работу локальных очистных сооружений в непрерывном режиме (до 24 часов в сутки), не требует сменных элементов и расходных материалов. Оборудование предназначено для использования как на локальных очистных сооружениях сточных вод, так и на общепромышленных станциях очистки и подготовки воды и обеспечивает эффективное извлечение гидроксидов металлов $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Cd}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, взвешенных частиц, анионных и неионногенных СПАВ, нефтепродуктов независимо от анионного состава очищаемой воды.

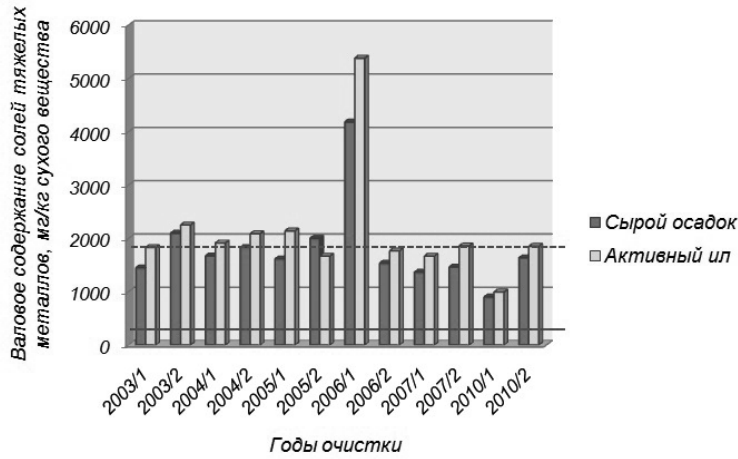
На основе проведенного анализа состава ОСВ НСА на содержание ИТМ по данным 2003-2007 гг. и 2010 г. можно сделать следующие основные **выводы**:

1. ОСВ НСА не могут использоваться в качестве удобрений для выращивания сельскохозяйственных культур, так как после обработки в них остается ряд

Содержание меди в осадках СВ



Содержание цинка в осадках СВ



Содержание кадмия в осадках СВ

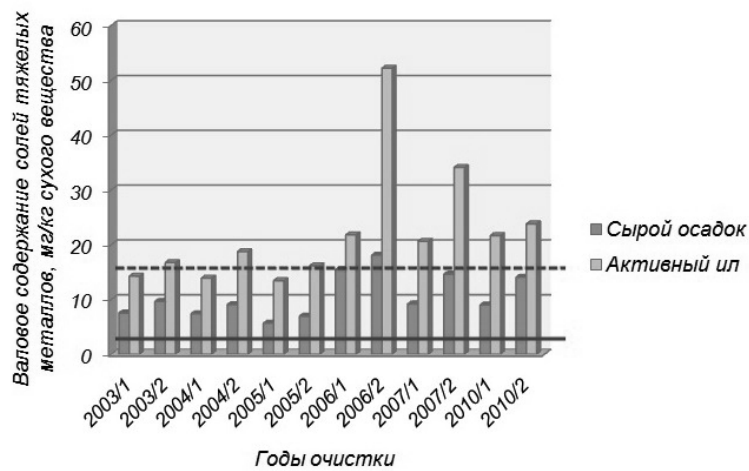




Рис. 1. Гистограммы содержания солей тяжелых металлов в осадках НСА

Удобрения группы I: удобрения на основе осадков сточных вод, используемые для выращивания технических, кормовых, зерновых и сидеральных культур, в личном подсобном хозяйстве при выращивании рассады овощных и цветочных культур.

Удобрения группы II: удобрения на основе осадков сточных вод, используемые под посадки лесохозяйственных культур вдоль дорог, в питомниках лесных и декоративных культур, цветоводстве, для окультуривания истощенных почв, рекультивации нарушенных земель и откосов автомобильных дорог, рекультивации свалок твердых бытовых отходов

Таблица 1

Концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на НСА [1]

Наименование загрязняющих веществ	Концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, поступающих на НСА, по годам, мг/л						Допустимые концентрации загрязняющих веществ, ДК* (расчет по ПДС), мг/л	Временно допустимая концентрация, ВДК* (расчет по ВСС), мг/л
	2003	2004	2005	2006	2007	2010		
Железо	2,33	3,14	3,51	3,02	4,09	3,13	0,3	1,1
Кадмий	0,0013	0,0023	0,0011	0,0041	0,0031	0,0033	0,001	-
Алюминий	0,205	0,262	0,223	0,309	0,381	0,383	0,3	-
Марганец	0,201	0,206	0,204	0,183	0,200	0,193	0,03	0,3
Медь	0,056	0,189	0,054	0,051	0,065	0,027	0,04	0,04
Никель	0,043	0,048	0,042	0,043	0,033	0,0095	0,03	0,05
Хром ³⁺	0,026	0,023	0,022	0,030	0,031	0,013	0,01	-
Цинк	0,236	0,221	0,214	0,258	0,314	0,215	0,03	0,07

*Значения ДК и ВДК загрязняющих веществ взяты из постановления «Об утверждении условий приема загрязняющих веществ со сточными водами предприятий в систему канализации города Нижнего Новгорода» 25.01.2007 г. № 229.

токсичных компонентов, которые превышают требования использования их в качестве удобрений согласно ГОСТ Р 54651-2011; снижение содержания токсичных ИТМ в ОСВ может достигаться на трех этапах: при доочистке сточных вод на предприятиях, биологической очистке на НСА, обезвреживании ОСВ на НСА.

2. Даны рекомендации по снижению содержания соединений цинка, меди, кадмия и никеля из производственных сточных вод с использованием локальных установок доочистки стоков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Отчет о работе очистных сооружений канализации г. Нижнего Новгорода [Текст] / ОАО «Нижегородский водоканал». - [Нижегородская станция аэрации], 2003-2007, 2010.
2. ГОСТ Р 54651-2011. Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия [Текст]. - Введ. с 2011-12-13. - М.: Изд-во стандартов, 2012. - 20 с.

© Гришина Т.Е., Федорова Е.А., 2013