

УДК 556

ОЧИСТКА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

© 2014 А.А. Поваров¹, Н.В. Селиванова², Т.А. Трифонова², В.Ф. Павлова¹,
О.Г. Селиванов², М.Е. Ильина², Л.А. Ширкин², В.Б. Торшин³

¹ ЗАО «БМТ», г. Владимир

² Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

³ ФГУП НИФТИ им. Л.Я. Карпова, г. Москва

Поступила в редакцию 08.05.2014

В работе предложена комплексная технология очистки фильтрационных вод полигонов твердых бытовых отходов, которая позволяет очистить стоки до требований ПДК для вод рыбохозяйственного назначения.

Ключевые слова: *охрана окружающей среды, фильтрационные воды, очистка*

Одной из крупных нерешенных экологических и социальных проблем урбанизированных территорий является снижение негативного воздействия полигонов захоронения и свалок твердых бытовых отходов (ТБО) на объекты гидросферы, обусловленного фильтрационными водами (ФВ) [1]. ФВ образуются в теле полигона в результате инфильтрации атмосферных осадков, отжимных вод, биохимических и химических процессов разложения отходов и характеризуются высоким (в сотни раз превышающим ПДК) содержанием токсичных органических и неорганических веществ. Их санитарно-эпидемиологическая опасность усугубляется содержанием патогенных микроорганизмов. В непосредственной близости от полигонов ТБО происходит загрязнение почв. Атмосферными осадками происходит смыв вредных и канцерогенных веществ в почву и попадание их в грунтовые воды. Дальнейшее распространение вредных

веществ происходит вместе с грунтовыми водами. Иногда радиус распространения вредных веществ от полигона ТБО составляет 30-60 км [2]. Выявлено, что по химическому составу и концентрации загрязняющих веществ фильтрат полигонов для захоронения ТБО имеет высокое содержание неорганических загрязнителей (соединений магния, кальция, натрия, железа, марганца, хрома, цинка, бора, нитратов, фосфатов), высока также степень загрязнения фильтрата органическими веществами. Для очистки ФВ используют различные способы и их сочетания: механическая очистка, биологическая очистка, ультрафиолетовое облучение, адсорбционная очистка, химическое обеззараживание, мембранный способ, электрохимическая очистка и др. [3, 4].

Цель работы: отработка отдельных стадий технологического цикла очистки на различных по составам дренажных водах полигонов ТБО, в том числе «Марьинский (Владимирская обл.), «Дмитровский», «Хметьевский» (Московская обл.) (табл. 1).

Методы и объекты исследований. Контроль процесса очистки осуществлялся по изменению концентрации взвешенных веществ, ХПК, аммония и других загрязняющих веществ (Методика выполнения измерений содержания взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод, ПНД Ф 14.1:2.110-97 изд. 2004, 2010 и 2011 гг.).

Обсуждение результатов. На основании проведенных исследований по отработке технологических режимов, норм технологических процессов была подтверждена базовая технология очистки сточных вод, содержащих трудноокисляемые органические примеси и другие токсичные соединения, блок-схема которой приведена на рис. 1.

Поваров Александр Александрович, кандидат технических наук, генеральный директор

Селиванова Нина Васильевна, кандидат технических наук, профессор кафедры биологии и экологии

Трифорова Татьяна Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой биологии и экологии. E-mail: tatrifon@mail.ru

Павлова Валентина Федоровна, кандидат технических наук, главный специалист

Селиванов Олег Григорьевич, инженер-исследователь кафедры биологии и экологии. E-mail: selivanov6003@mail.ru

Ильина Марина Евгеньевна, кандидат технических наук, доцент кафедры биологии и экологии. E-mail: ilina4@mail.ru

Ширкин Леонид Алексеевич, кандидат химических наук, доцент кафедры биологии и экологии. E-mail: shirkin@mail.ru

Торшин Вадим Борисович, кандидат технических наук, руководитель Центра коррозии и электрохимии

Таблица 1. Данные по составу дренажных вод полигонов

Показатели	Ед. изм.	Полигон		
		Хметьевский	Дмитровский	Марьинский
рН	ед. рН	7,68	7,54	7,47
ХПК	мгО ₂ /л	920	6855	542
хлориды	мг/л	1040	4800	1496
электропроводность	мС·см ⁻¹	8	21	12

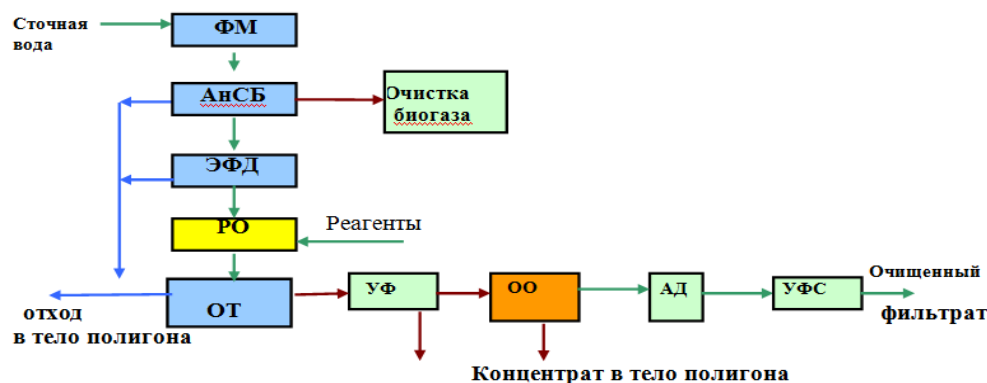


Рис. 1. Блок-схема установки очистки ФВ полигонов ТБО:

ФМ – фильтр механический; АнСБ – анаэробное сбраживание; ЭФД – электрохимическое окисление, РО – реакгентная обработка, ОТ – отстаивание, УФ – напорная ультрафильтрация с полуволоконными мембранными элементами, ОО – обратная осмотическое обессоливание, АД – доочистка сорбцией, УФС – дезинфекция ультрафиолетовым стерилизатором [5].

Каждая вышеуказанная стадия комплексной технологии направлена на решение задач выделения примесных соединений из многокомпонентного водного раствора, каким является загрязненный фильтрат полигона ТБО. На стадии механической фильтрации ФМ снимается порядка 20% взвешенных веществ (ВВ), в основном с размером частиц более 200 мкм. Основная масса ВВ удаляется на последующих стадиях отстаивания – ОТ (до 98,5%) и, далее, ультрафильтрации – (УФ). Метод анаэробного сбраживания позволяет провести очистку

дренажных вод полигонов ТБО от органических соединений. Эффективность процесса очистки тесно связана с составом дренажных вод полигона ТБО и изменяется от 24% до 48% соответственно для «старых» и «молодых» полигонов. Для обеспечения более высокой степени очистки (более чем 40%) необходимо увеличение времени пребывания исходного раствора в анаэробном биореакторе до 2 и более суток. На рис. 2 представлена зависимость изменения ХПК фильтрата полигона ТБО «Дмитровский» от времени пребывания в анаэробном биореакторе.

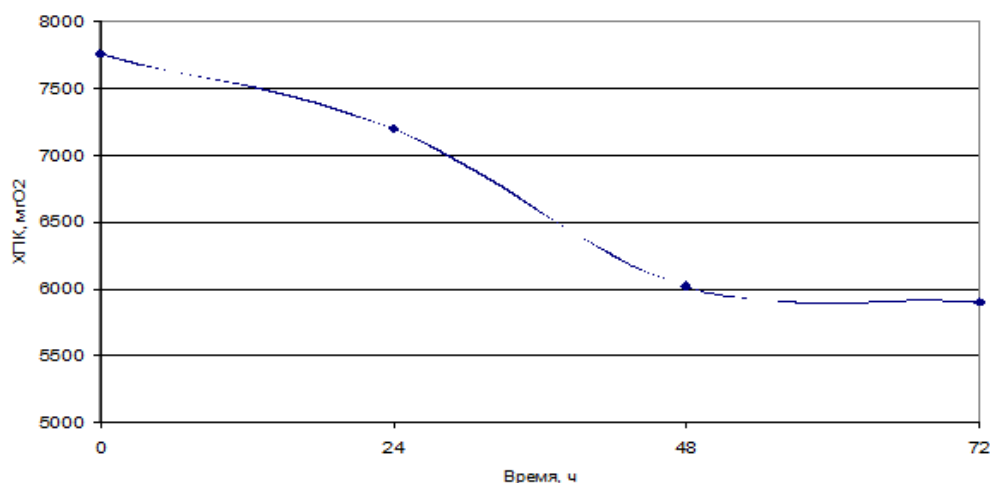


Рис. 2. Изменение ХПК от времени пребывания фильтрата в реакторе (полигон ТБО «Дмитровский»)

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что максимальная скорость снижения ХПК модельного раствора наблюдается в течение первых двух суток от начала процесса, однако эффективность процесса достаточно низкая. Максимальная эффективность анаэробного процесса очистки фильтрата полигона ТБО «Дмитровский» составила порядка 24%. Остаточная концентрация органических веществ по ХПК в растворе после стадии анаэробной ферментации остается на уровне 5900 мгО₂/л. По продолжительности – это самая медленная стадия процесса очистки дренажных вод.

Низкая эффективность процесса анаэробной очистки фильтрата полигона ТБО «Дмитровский» по органическим загрязнениям, скорее всего, обусловлена тем, что основной процесс ферментации органических загрязнений протекает в условиях анаэробно-аэробного процесса в теле самого полигона, а дренажные воды в основном содержат трудноокисляемые органические соединения. Выход биогаза с 1 кг снятого ХПК составил 0,2 м³, что подтверждает достаточно низкую эффективность процесса анаэробного сбраживания дренажных вод полигона ТБО.

Следующая стадия очистки – электроокисление. Очищенная от механических примесей вода поступает на узел электрохимической обработки на базе проточного электрофлотодеструктора с наноконпозиционным анодом Ti/MnO₂-SnO₂, разработанным и испытанным во ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова». На данной стадии происходит электрофлотационное извлечение части коллоидных, эмульгированных нефтепродуктов и взвешенных частиц, а также электрохимическое окисление и деструкция трудно-разлагаемых органических примесей. Электрохимическое окисление (ЭФО) обеспечивает снижение концентрации аммонийного азота (до 75-80%), деструкцию трудноокисляемой органики за счет прямого окисления, приводящего к практически полной минерализации, т.е. к образованию углекислого газа, азота, воды и других легко удаляемых органических соединений (снижение показателя ХПК на 90%), а также нефтепродуктов (65-70%), АПАВ (до 30%), НПАВ (до 60%).

После электроокисления следующей стадией является отстаивание в присутствии коагулянтов и флокулянтов. На стадии ультрафильтрационной очистки с использованием напорных трубчатого и полволоконных элементов достигается требуемый показатель качества по ряду контролируемых показателей (взвешенным веществам, железу, коллоидным частицам, АПАВ и НПАВ, нефтепродуктам, ХПК). Испытания

проведены на напорных керамических ультрафильтрационных мембранах фирмы A-Tech (Германия); напорных ультрафильтрационных мембранах из полисульфона фирмы MegaVision (Китай); напорных ультрафильтрационных мембранах из ПВДФ фирмы Inge (Германия); погружных ультрафильтрационных мембранах из ПВДФ фирмы Litree (Китай). Все элементы обеспечивают высокую степень очистки >99,9% (45%) по ВВ. Степень очистки по ХПК свыше 29% (17%), цветности >40% (29%), НП>90% (47%), НПАВ>84% (47%), АПАВ>30% (0%). В скобках для сравнения даны степени очистки на зернистом фильтре. Из полученных данных видно, что испытанные ультрафильтрационные элементы превосходят зернистый фильтр по степени очистки. Это свидетельствует о перспективности применения ультрафильтрации вместо зернистых фильтров перед обратноосмотическим обессоливанием дренажных вод полигона ТБО. Конечная производительность напорных трубчатого и полволоконных элементов практически одинакова – 19-20 л/м²*час. Однако только после мембранного обратноосмотического обессоливания был получен высококачественный фильтрат – очищенная вода, соответствующая требованиям ПДК для вод рыбохозяйственного назначения.

Разработана технология концентрирования сточных вод с использованием мембран нового поколения (мембрана RE 4040SN) для обессоливания стоков повышенной минерализации при наличии в них примесей органического происхождения. На I ступени обратного осмоса рабочее давление составило 60 кгс/см², степень концентрирования K=2,9, на II ступени рабочее давление 15 кгс/см², степень концентрирования K=9. Селективность по водопроводной воде превышает 99 %.

Дальнейшей «полировочной» доочисткой на стадии адсорбции достигнуты ещё более низкие показатели по значению аммонийного азота и химическому потреблению кислорода. Показано, что высокое качество фильтрата обратного осмоса, поступающего на сорбционную доочистку, позволяет использовать современные высокоэффективные марки активированных углей для доочистки от низкомолекулярной органики с заменой загрузки не чаще 1 раза в год. Концентраты после ультрафильтрации, первой ступени обратного осмоса вместе с осадками из отстойника собираются в колодец для жидких отходов и далее возвращается в тело полигона. Объем концентратов, возвращаемых в тело полигона, зависит от содержания и состава примесей в исходных дренажных водах.

Выводы: разработана комплексная технология очистки фильтратной воды полигонов ТБО до требований ПДК для вод рыбохозяйственного назначения. Данная технология рекомендуется также к использованию при очистке промышленных сточных вод, характеризующихся чрезвычайно высокими показателями ХПК (более 40000 мг О₂/л) и БПК.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки (договор от 12.02.2013г. № 02. Г.25.31.066).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Первов, А.Г. История и перспективы применения мембранных технологий в области водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. № 7. С. 4-10.
2. Бородай, Г.И. Пособие по мониторингу полигонов твердых бытовых отходов. – Донецк: Тасис, 2004. 293 с.
3. Гонопольский, А.М. Многостадийная технология очистки фильтрата полигонов твердых бытовых отходов / А.М. Гонопольский, Н.К. Николайкина, В.Е. Мурашов и др. // Вода: химия и экология. 2008. № 2. С. 25-30.
4. Трифонова, Т.А. Проблемы утилизации ТБО на полигонах / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Л.А. Ширкин и др. // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15, № 3(2). С. 685-687.
5. Поваров, А.А. Технология очистки дренажных полигонных вод / А.А. Поваров, В.Ф. Павлова, Н.А. Шиненкова, О.Ю. Логунов // Твердые бытовые отходы. 2009. № 4. С. 26-27.

PURIFICATION OF LEAKAGE WATERS FROM SOLID HOUSEHOLD WASTE POLYGON

© 2014 A.A. Povarov¹, N.V. Selivanova², T.A. Trifonova², V.F. Pavlova¹, O.G. Selivanov², M. E. Ilyina², L.A. Shirkin², V.B. Torshin³

¹ JSC “BMT”, Vladimir

² Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov

³ Federal State Unitary Enterprise “NIFTI named after L.Ya. Karpov”, Moscow

In work the complex technology of purification the leakage waters from solid household waste polygon which allows to clear drains to maximum concentration limit requirements for waters of fishery appointment is offered.

Key words: *environmental protection, leakage waters, purification*

Alexander Povarov, Candidate of Technical Sciences, General Director

Nina Selivanova, Candidate of Technical Sciences, Professor at the Biology and Ecology Department

Tatiana Trifonova, Doctor of Biology, Professor, Head of the Biology and Ecology Department. E-mail: tatrifon@mail.ru

Valentina Pavlova, Candidate of Technical Sciences, Main Specialist

Oleg Selivanov, Engineer-Researcher at the Biology and Ecology Department. E-mail: selivanov6003@mail.ru

Marina Ilyina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Biology and Ecology Department. E-mail: ilina4@mail.ru

Leonid Shirkin, Candidate of Chemistry, Associate Professor at the Biology and Ecology Department. E-mail: shirkin@mail.ru

Vadim Torshin, Candidate of Technical Sciences, Chief of the Corrosion and Electrochemistry Center