

УДК 628.356

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОЧИСТКИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Б.Н. Борисов, В.Д. Двибородчин, А.Н. Стариков

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
Российская Федерация

e-mail: boris_borisov_v_v@mail.ru, alstars@mail.ru

В статье освещаются вопросы, связанные с особенностью загрязнений сточных вод, образующихся на полигонах захоронения ТБО. Рассматривается возможность применения для очистки дренажных вод систему комплексных технологий, сочетающих традиционные методы обработки, а также методы с прогрессивной технологией обратного осмоса.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, фильтрационные воды, очистка, обратный осмос.

PERSPECTIVE DIRECTIONS FOR CLEANING WATER DRAINAGE SOLID DOMESTIC WASTES

B. Borisov, V. Dviborodchin, A. Starikov

Vladimir state University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich
Stoletov (VISU), Vladimir, Russian Federation

e-mail: boris_borisov_v_v@mail.ru, alstars@mail.ru

The article highlights the features of pollution of wastewater generated at landfills for solid household waste. For the treatment of drainage water, complex technologies are used that combine traditional treatment methods with advanced reverse osmosis technology.

Keywords: environmental protection, filtration water, purification.

Одной из ключевых экологических проблем современности является очистка фильтрационных вод (ФВ) с полигонов твердых бытовых отходов (ТБО). Фильтрат с полигонов представляет собой резко пахнущую темную жидкость, которая содержит в своем составе тяжелые металлы (хром, цинк, свинец, кадмий, медь, железо, и т.д.), органические вещества (БПК, ХПК), и биогенные соединения (азот аммонийный, фосфаты). Загрязненный токсичными соединениями фильтрат, согласно результатам тестирования, не может быть сброшен на рельеф или в водоем культурно-бытового и рыбо-хозяйственного назначения.

В таблице 1 показаны данные по результатам химического анализа ФВ ТБО. Они дают представление о ширине диапазона загрязняющих веществ. Показана необходимость применения локальной системы очистки для достижения требуемых норм по ПДК. Локальная система очистки должна учитывать изменение состава химических веществ, на различных этапах жизненного цикла принимающего полигона (табл. 2).

Таблица 1. – Диапазон концентраций загрязняющих веществ ФВ и требования к концентрации загрязняющих веществ в очищенном фильтрате согласно точке сброса

№ пп	Показатель	Единица измерения	Исходный* фильтрат полигона ТБО	Городской** канализационный коллектор	Водоем рыбохозяйственного назначения
1	pH	-	4,5-7,5	6,5-8,5	6,5-8,5
2	БПК ₅	мг O ₂ / дм ³	4000-40000	250	3
3	ХПК	мг O/ дм ³	6000-60000	500	30
4	SO ₄ ²⁻	мг/ дм ³	70-1750	500	100
5	Fe	мг/дм ³	20-1700	3	0,05
6	Mn ²⁺	мг/дм ³	0,3-65	0,1	0,01
7	Zn ²⁺	мг/дм ³	0,1-120	0,1	0,01

*Фильтрат, образующийся в период 1-3 года с момента депонирования ТБО.

**концентрация загрязняющих веществ уточняется у организации водопроводного хозяйства, которая принимает данный сток.

Таблица 2. – Химический состав фильтрационных вод и методы их очистки

Фаза	Основные примеси и показатели качества ФВ	Способ очистки
ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ФАЗА И ФАЗА ГИДРОЛИЗА (1-3 года с момента депонирования ТБО)	Органические соединения: глюкоза, аминокислоты, глицерин, кислоты жирного ряда, пептиды, аммиак, летучие кислоты, ХПК \geq 10000 мг/л, БПК ₅ \geq 6000мг/л, БПК ₅ /ХПК \geq 0,6	Коагуляция, последовательная анаэробная и аэробная очистка.
	Неорганические соединения: pH=4-6, содержание до 1000мг/л, ионы тяжелых металлов- цинка ,железа, хрома (до 80 мг/л)	Щелочная обработка с осаждением металлов в виде гидроксидов, фильтрация через известняк, мраморную крошку, шлак.
	Микробиологические примеси	Хлорирование, УФ, озонирование.
ФАЗА АЦЕТОГЕНЕЗА (От 3 до 10 лет с момента депонирования ТБО)	Органические соединения: летучие кислоты – уксусная, пропионовая, масляная и их производные, альдегиды и кетоны (C ₂ – C ₆) бензойная кислота и ее производные, спирты (C ₂ – C ₆), высокомолекулярные продукты кислотного гидролиза целлюлозы, ПАВ ХПК \geq 6000 мг/л, БПК ₅ \geq 3000мг/л, БПК ₅ /ХПК \geq 0,5	Коагуляция с флокуляцией, последовательная анаэробная и аэробная очистка.
	Неорганические соединения: pH=5-6, ион аммония \geq 300 мг/л, содержание до 2000мг/л, ионы тяжелых металлов - цинка, железа, хрома (до 70 мг/л). Ионы металлов в виде комплексов с органическими лигандами.	Электро- и гальванокоагуляция, ультрафильтрация, ионообменные и сорбционные методы очистки.

Окончание таблицы 2

<p>ФАЗА АКТИВНОГО МЕТАНОГЕНЕЗА (От 10 до 30 лет с момента депонирования ТБО)</p>	<p>Органические соединения: трудноокисляемые: гуминовая кислота, фенолы, крезолы, ксилолы, сквален, танин, полифенолы, алкилбензолы, бензол метилнафталин, ПАВ, тетрахлорэтилен, трихлорэтилен, хлорфенолы. Ингибирующие – дихлорметан, дихлорэтан четыреххлористый углерод, хлороформ. ХПК \geq 2000 мг/л, БПК₅ \geq 200мг/л, БПК₅/ХПК \geq 0,1</p>	<p>Реагентная коагуляция, электро или гальвано коагуляция, озонирование с последующей биохимической очисткой, озонирование с последующей сорбционной очисткой, сорбция на углеродосодержащих материалах различной пористой структуры биосорбционные фильтры, биологические пруды.</p>
	<p>Неорганические соединения: рН=7,2-8, он аммония до 500 мг/л, хлориды до 5 мг/л, ионы тяжелых металлов до 2 -5 мг/л.</p>	<p>Ионный обмен с использованием природных ионитов, ультрафильтрация, обратный осмос.</p>
<p>ФАЗА СТАБИЛЬНОГО МЕТАНОГЕНЕЗА (до 100 лет с момента депонирования ТБО)</p>	<p>Органические соединения: гуминовые и фульвокислоты, ароматические кислоты и их производные, полифенолы, фенол, продукты разложения лигнина, производные фталевой кислоты, хлорфенолы. ХПК \leq 1000 мг/л, БПК₅ \leq 200мг/л, БПК₅/ХПК \geq 0,02</p>	<p>Сорбционные и биосорбционные методы</p>
	<p>Неорганические соединения: рН=7,5-8,0 он аммония 100-200 мг/л, содержание-2000 мг/л, ионы тяжелых металлов менее 1мг/л.</p>	<p>Ионообменные методы с использованием дешевых материалов, отходов производств металлургического шлака, шлака ТЭЦ, керамзита, природных глин, диатомита..</p>

В результате функционирования на полигонах ТБО ФВ проявляются:

1. Исходная влажность отдельных видов отходов;
2. Атмосферные осадки, которые инфильтруются через структуру полигона и контактируют с поверхностью массива отходов (это основной источник по образованию фильтрата);
3. Хозяйственные - бытовые воды;
4. Влага, которая выделяющаяся из толщи отходов в результате биохимических процессов.

Химический состав и объем формируется под влиянием гидрологических, геологических, топографических, метеорологических, климатических факторов, и др.; морфологии и условий и логистики складирования отходов.

К особенностям очистки фильтрационных вод захоронения ТБО относятся:

- состав химических соединений представляет собой смесь органических и неорганических элементов с примесями. Изменения состава происходят на каждом этапе жизненного цикла функционирования полигона, как системы;

- предельное или завышенное содержание токсичных составляющих;
- присутствие в водной среде групп микроорганизмов различных параметров, в том числе и патогенных;
- принципиальное отличие от хозяйственно-бытовых и от промышленных сточных вод;
- зависимость состава фильтрационных вод и объема от размеров (площади) полигона, уровня атмосферных осадков, складываемых отходов, и др.

Сбор сточных вод на полигон должен соответствовать возможностям систем транспортировки и осуществляться с помощью системы дренажей. Данные сточные воды в литературе принято называть дренажными (ДВ). К основной системе дренажного водостока можно отнести горизонтальный дренаж.

Дренажная система реализует следующие функции:

1. осуществляет сбор избыточной влаги, обеспечивает складирование отходов и инфильтрацию осадков атмосферы. При этом создавая заслон при их неконтролируемом сбросе в поверхностные воды и подземные воды;
2. обеспечивает организованный отвод фильтрата полигона на очистные сооружения;
3. фильтрующий слой понижает давление (гидростатическое) на поверхность противодренажного слоя (экрана).

В зависимости от влажности отходов и природно-климатических условий имеющийся объем ДВ обычно не превышает 26-51 % от складываемых отходов (берётся по массе). Принципиальным и важным отличием ДВ от имеющихся типов сточных вод является факт неравномерности их аддитивности в течение всего года по причине нестабильности уровня выпадения атмосферных осадков вследствие сезонных колебаний. Максимальный объем фильтрата образуется во время паводков и в осенние дождевые периоды.

Собранные с помощью дрен и коллекторов ФВ поступают в сборный колодец или контрольно-регулирующий пруд, где накапливаются все виды сточных вод полигона, происходит усреднение состава стоков и равномерная подача их на очистные сооружения.

Методы очистки ДВ полигонов ТБО в зависимости от сроков эксплуатации представлены в таблице 2 [1]. Из представленных данных следует для очистки ДВ необходимо применять комбинированные методы.

Наиболее распространенными технологиями очистки ДВ являются биохимические (аэробные и анаэробные) и физико-химические (ионный обмен, коагуляция, флокуляция, электро- и гальванокоагуляция, сорбция и мембранные методы). Этим технологиям предшествует механическая очистка, при которой глинистые вещества, песок, неокисленные частицы органического происхождения, в том числе жир и т. п., оседают или всплывают, а затем удаляются. При этом снимаются и многие проблемы при решении последующих задач, снижая нагрузку на последующие стадии.

Для очистки высококонцентрированных ДВ (ХПК более 6000 мг/л кислорода), наиболее целесообразно использовать анаэробные методы биологической очистки. При этом органические примеси фильтрата разлагаются с образованием биогаза, который можно утилизировать. Формирование и анализ происходящих процессов генерации

фильтрата приводит к однозначному выводу о том, что методология анаэробных процессов однозначно есть самый эффективный способ в данной ситуации. В так называемых «старых» фильтрах имеет место значительного снижения ХПК. При этом необходимо отметить, что происходит процесс накопления специальных примесей, которые снижают процесс генерации биологического газа. При этом для катализации процессов биохимии внутри метантенков необходимо добавлять специальные добавки. Дополнительную очистку ДВ до требуемого качества осуществляется за счёт специализированных методов физико-химических адсорбционными, ионообменными, мембранными. При этом результатом является получение возможности сбрасывать очищенные стоки в открытый водоем.

Анализ данных о современном состоянии полигонов ТБО и технологий очистки ДВ полигонов ТБО в странах Западной Европы и США показал, что наибольшее распространение получили комбинированные методы на основе мембранных технологий и биомембранные методы, обеспечивающие глубокую степень очистки.

В отличие от традиционных методов очистки (физических, физико-химических, и т. д.), обратный осмос и ультрафильтрация – мембранные технологии обеспечивают одновременную очистку сточных вод от органических загрязнений.

При комбинировании мембранных методов с традиционными подходами эффект очистки достигается 95 % и выше, обеспечивая при этом компактность установки, надежность при изменении состава ДВ, простоту эксплуатации и контроля за качеством очистки ДВ.

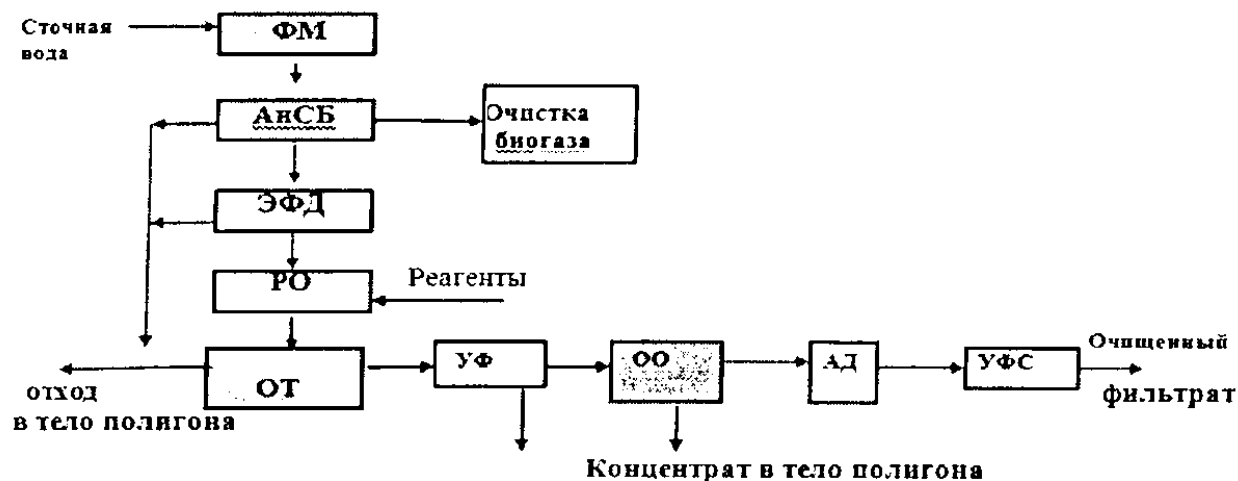
В России тоже выдуться работы по повышению эффективности работ в области очистки ДВ с полигонов ТБО.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал предложен метод по обработке воды лазерными лучами, извлечению загрязнений на биосорбционных фильтрах (Пермский ГТУ), а также по очистке ДВ биологическим методом в системе каскадных биофильтров и малопроточных прудов (ЗАО «Экопром», г. Самара).

В Московском Государственном Университете инженерной экологии разработана комплексная технология очистки и обезвреживания фильтрата полигонов ТБО. Очистка ДВ осуществляется по следующей технологической схеме: реагентная обработка известковым молоком до pH 11-12, отдувка аммиака, обработка осветленной воды коагулянт-ом и отстаивание в отстойнике с тонкослойными элементами, фильтрация на фильтрах с загрузкой из кварцевого песка с размером частиц 1-3 мм, электрокоагуляция фильтрата, обработка 30 % перекисью водорода для разложения органических растворенных веществ, адсорбция тяжелых металлов на природном сорбенте (трепел, размер частиц 200-300мкм). Условно чистый фильтрат рекомендовано собирать в пруд-накопитель, обезвоживание осадков производится в вакуум-фильтре. В настоящее время технология претерпела модернизацию исключены ряд дорогостоящих стадий очистки и для получения качественно очищенного фильтрата введена мембранная очистка – обратноосмотическое обессоливание. Установка в «усеченном» варианте с использованием глубокого обессоливания реализована на полигоне ТБО «Дмитровский» г. Москва.

Комбинированный способ очистки ДВ полигонов ТБО с использованием традиционных методов предварительной очистки и обратного осмоса предложен в ЗАО «БМТ» г. Владимир.

Технологическая схема комплексной очистки ДВ представлена на рис.1. Предложенная технология позволяет добиться очистки ДВ с полигонов ТБО в соответствии с требованиями ПДК для рыбохозяйственного назначения [2].



ФМ – фильтр механический, АнСБ – анаэробное сбраживание,
 ЭФД – электрохимическое окисление, РО – реagenтная обработка, ОТ – отстаивание,
 УФ – напорная ультрафильтрация с половолоконными мембранными элементами,
 ОО – обратное осмотическое обессоливание, АД – доочистка сорбцией,
 УФС – дезинфекция ультрафиолетовым стерилизатором

Рисунок 1. – Блок-схема установки очистки ФВ полигонов ТБО

В настоящее время данная технология реализована на ряде полигонов ТБО, среди г. Адлер Краснодарский край (производительность 170 м³/сут.) – 2014 г.

Из проведенного анализа существующих методов очистки ДВ с полигонов ТБО наиболее перспективными являются комплексные методы очистки, которые наравне с традиционными: механическими, биологическими, физико-химическими применяют с мембранные технологии, особенно обратный осмос.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайсман, Я.И. Рекомендации по сбору, очистке и отведению сточных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов / Я.И. Вайсман, Л.В.Рудакова, И.С. Глушанкова. – Москва: ФГУП Федеральный центр Благоустройства и обращению с отходами, 2003. – 48 с.
2. Поворов, 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.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Редакционная коллегия:

Л. М. Парфенова (председатель),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Н. В. Давыденко, Р. М. Платонова

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-701-3.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.

ISBN 978-985-531-701-3

@Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Технический редактор *Т. А. Дарьянова.*

Компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.09.2020.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>