

УДК 628.4

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАРАСАЙСКОГО ПОЛИГОНА
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (АЛМАТИНСКАЯ
ОБЛАСТЬ)**

Канд. техн. наук Ж.М. Жаппарова

В статье дана оценка состояния полигона захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) Карасайского района на основе анализа морфологического состава, качественного и количественного состояния фильтрационных вод. Карасайский полигон ТБО находится в переходном состоянии от ацетоногеза к стадии активного метаногеза.

Среди результатов хозяйственной деятельности человека весьма объемным по количеству и в то же время слабоизученным и разработанным является управление отходами производства и потребления. Для улучшения системы управления отходами необходимо изучение состояния полигона захоронения ТБО. В этой связи анализ фильтрационных вод полигона является весьма информативным материалом. Также изучение фильтрационных сточных вод полигонов ТБО в настоящее время приобретает особую актуальность в связи с накоплением фильтрата на действующих и строящихся инженерных полигонах ТБО. Целью данного исследования явилось изучение состояния Карасайского полигона ТБО (Алматинская область) на основании анализа фильтрационных вод.

По морфологическому и химическому составу все отходы подразделяются на следующие виды:

- биodeградируемые, к которым относятся пищевые, садово-парковые отходы, бумага, древесина, некоторые виды текстиля, составляющие в среднем 60...80 % от массы ТБО;
- отходы, подвергающиеся химической деструкции – черные и цветные металлы, пластмассы;
- балластные – камни, стекло, строительные материалы.

Современный морфологический состав твердых бытовых отходов для Алматы и Донецка представлен в таблице [4].

Средний компонентный состав полигонов ТБО городов Алматы и Донецка

Компонент	Масса, %	
	Алматы	Донецк
Пищевые отходы	32,5	26
Бумажные отходы	27,6	14
Дерево, ветки, листья	1,2	10
Металл	2,9	4
Текстиль	2,4	3
Стекло	4,3	9
Пластмасса, кожа, резина	9,0	11
Прочие	20,1	23

Как видно из приведенной таблицы, морфологический состав ТБО изучаемого полигона имеет близкий состав с полигоном г. Донецка.

Из фракции биodeградируемых, в зависимости от скорости и полноты разложения, выделяются три основные группы: быстро разлагаемые – пищевые отходы, трава, листья; средне разлагаемые – целлофан, принтерная и лощенная бумага, офисная и журнальная бумага, бумажная посуда, садово-парковые отходы; медленно разлагаемые – гофрированный картон, газеты, древесина.

Значительную долю в морфологии полигона составляют пищевые отходы и макулатура. На основании анализа морфологического состояния Карасайского полигона ТБО можно сделать вывод о том, что отходы исследуемого полигона представлены биodeградируемыми и балластными видами. Биodeградируемые виды представлены быстро и средне разлагаемыми фракциями. Осадки, а также жаркое лето способствует интенсивному растворению содержимого полигона ТБО и переходу загрязняющих веществ в водную фазу. По классификации Liendel Chang было выявлено, что Карасайский полигон имеет перенасыщенное тело, сопровождаемое интенсивным образованием больших объемов сточных вод [10].

Основными факторами, влияющими на химический и микробиологический состав фильтративных вод полигонов ТБО, являются морфология твердых бытовых отходов, условия складирования, предварительная сортировка и обработка, этап жизненного цикла полигона. В толще ТБО, складированных на полигоне, под воздействием совокупности анаэробной микрофлоры и почвенных бактерий протекают многостадийные процессы распада органических составляющих – биоконверсия органических ве-

ществ. Бытовые твердые отходы содержат большое количество разнообразных органических веществ. Загрязнение органикой и рН фильтрата в значительной степени зависит от возраста и степени биологического разложения отходов [5].

На стадии активной эксплуатации полигона (10...30 лет) можно выделить следующие фазы биодеструкции ТБО: аэробная; анаэробная – гидролиз; ацетоногез; метаногенез. Стабилизация биохимических процессов начинается после 30...40 лет с начала депонирования отходов и обычно совпадает с рекультивационным этапом жизненного цикла полигона.

В аэробной фазе ($pH = 6,5 \dots 7,2$) (на глубине до 50...80 см), длящейся несколько месяцев, протекает гидролиз и окисление пищевых отходов. Большинство металлов подвергаются коррозии с кислородной деполляризацией. Кислоты, образующиеся при окислении органических соединений, способствуют растворению металлов и переходу их в фильтрат.

В основе биохимического процесса анаэробного разложения твердых бытовых отходов, аналогично анаэробным процессам, протекающим в природе, сбрасывании осадков и сточных вод, лежит способность сообществ микроорганизмов в ходе своей жизнедеятельности окислять органические вещества. Биохимия и микробиология анаэробных процессов значительно сложнее, чем в аэробных процессах. Это является результатом разнообразия путей обмена, доступных для анаэробного сообщества микроорганизмов.

В ацетогенной, или кислой фазе ($pH = 4,5 \dots 6,5$), продолжающейся годы, происходит дальнейший распад биомассы отходов, основными продуктами которого являются уксусная и пропионовая кислоты, углекислый газ и вода, приводящие к значительному снижению величины рН и ускорению процессов деструкции, гидролиза древесины, целлюлозы, некоторых видов пластмасс, синтетических волокон. В кислой среде активные металлы (цинк, железо, никель, хром, кадмий и др.) способны окисляться ионами водорода. Однако подвижность металлов и переход их в фильтрат будет зависеть не только от их восстановительной способности, но и от возможности образовывать комплексные соединения и труднорастворимые соли [1]. На этой стадии возможно протекание реакций комплексообразования ионов металлов с гуминовыми кислотами и фульвокислотами, большинство из которых представляют коллоидные системы, а также осаждения в виде карбонатов, фосфатов. Ионы металлов могут образовывать устойчивые комплексные соединения с органическими соединениями, а

также осаждаются в виде карбонатов, фосфатов. Фильтрационные воды в этот период характеризуются высокими значениями ХПК и БПК (десятки и сотни тысяч мг O_2/l) и концентрацией ионов тяжелых металлов (до 70 мг/дм^3) [3, 8].

На следующей метаногенной стадии под действием метаногенных бактерий происходит дальнейшее разложение отходов. К метаногенным бактериям относятся хемолитотрофные (гидрогенофильные) и ацетофильные метаногенные бактерии. Большинство пластмасс не подвергается биохимической деградациии в активной метановой фазе. Однако они медленно разрушаются в результате деполимеризации, протекания фотохимических и химических процессов. Полиэтилен и полипропилен теряют менее 1 % от массы после 10 лет захоронения, полиэтилентерефталаты разлагаются с образованием ацетальдегида и терефталиевой кислоты [9, 11]. Чистый поливинилхлорид (ПВХ) не подвергается биохимической деструкции в активной фазе метаногенеза. Полимеры на его основе содержат пластификаторы (производные терефталиевой кислоты), стабилизаторы (органические соединения цинка, свинца и др.), которые постепенно выщелачиваются и переходят в фильтрат. На процессы метаногенеза значительное влияние оказывают рН среды, температура, влажность, зависящая от собственной влажности ТБО и климатических условий региона. Рост мезофильных бактерий протекает при значениях величины рН = 5,5...7,8. Низкие значения рН способствуют восстановлению протона до водорода, а не до метана. На стадии активного метаногенеза (до 30 лет с момента депонирования) протекает ферментативное разложение образованных в ацетогенной фазе кислот, которое сопровождается значительным выделением газов (метан, углекислый газ, меркаптаны, аммиак и др.) и повышением рН среды (7,2...8,6). На этой стадии происходит разложение 50...70 % целлюлозы и гемицеллюлозы с образованием биогаза и соединений гумусовой природы, полифенолов и др. В фильтрационных водах снижается содержание органических веществ ($X_{ПК} = 3000...4000 \text{ мг/дм}^3$, $B_{ПК5} = 100...400 \text{ мг/дм}^3$) и увеличивается доля биорезистентных компонентов (ПАВ, хлорорганические соединения, гуматы металлов и гуминовые соединения), о чем свидетельствует уменьшение соотношения $B_{ПК5}/X_{ПК}$ на порядок.

В стабильной фазе метаногенеза (до 100 лет) снижается скорость и величина эмиссии метана, при этом основным источником загрязнения окружающей среды становятся фильтрационные воды. На этой стадии в

щелочной среде протекают ферментативный гидролиз лигнина с образованием ароматических и жирных кислот, дальнейшая биodeградация целлюлозы и химическая деструкция трудно разлагаемых фракций ТБО (полимерных материалов). Фильтрационные воды характеризуются высоким содержанием биорезистентных компонентов, повышенной минерализацией (до 7000 мг/дм³) [13].

Для определения фазы Карасайского полигона были отобраны пробы фильтрационной воды и проведены анализы на содержание ХПК, БПК₅, взвешенных веществ, электропроводность и водородный показатель [1, 2, 7]. Полученные результаты представлены ниже:

ХПК – 14320 мгО₂/дм³;

БПК₅ – 16,5 мгО₂/дм³;

Взвешенные вещества – 373 мг/дм³;

Электропроводность – 41,5 мСм/см;

рН – 8,7.

Изучение морфологического состава, качественного и количественного состояния фильтрационных вод Карасайского полигона захоронения ТБО позволяет сделать следующие заключения:

1. полигон состоит из биodeградируемых и балластных видов твердых бытовых отходов, биodeградируемые виды представлены быстро и средне разлагаемыми фракциями;
2. полигон имеет перенасыщенное тело – с интенсивным образованием сточных вод больших объемов с высокими концентрациями;
3. находится в переходной фазе биodeструкции твердых бытовых отходов от ацетоногеза к стадии активного метаногенеза.

Полученные результаты могут внести существенный вклад в систему управления отходами производства и потребления, поскольку позволяют подобрать адекватные меры по ее улучшению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 26449.1-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод. – С. 18-22.
2. ГОСТ 26449.2-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа при опреснении соленых вод. – С. 17-24.
3. Литван И.И., Круглицкий Н.Н., Третинник В.Ю. Физико-химическая механика гуминовых веществ. – Минск: Изд-во «Минск», 1976. – 245 с.

4. Краснянский М.Е., Бельгасем А., Калинихин О.Н. Изучение потоков вторичного сырья в ТБО г. Донецка // Сборник докладов II международной конференции «Экология и научно-технический прогресс». – Пермь: ПГТУ, 2003. – С. 150-155.
5. Рекомендации по сбору, очистке, и отведению сточных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов. Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, ФГУП Федеральный центр благоустройства и обращения с отходами. – Пермь.: Изд-во «ИСТ СТФ ПГТУ», 2003 – 47 с.
6. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Твердые бытовые отходы. – М.: Акад. коммун. хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2001. – 319 с.
7. СТ РК ИСО 7888-2006. Качество воды. Определение электрической проводимости. – 14 с.
8. Фокин А.Д., Карпухин АИ. Исследование состава комплексных соединений фульвокислот с железом. // Изв. ТСХА. – 1972. – Вып. 11. – С. 132-137.
9. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. – М.: Химия, 1991. – 656 с.
10. Albers, H., Ehring, H.J., Mennerich, A. / Sickerwasserreinigung/ Muilhandbuch/ 1991. – P. 159-164.
11. Bjorklund, A. Environmental systems analysis waste management / AFR Report. 1998. – P. 243-247.
12. Gould, J., Cross, W., Pohland, F. Factors influencing mobility of toxic metals in landfills operated with leachate recycle. // Emerging Technologies in Hazardous waster Management. – 1989. – P. 389-423.
13. Mersiowsky, L, Stegmann, R. Long-term Behavior of PVC Products and Fate of Phthalate Plasticizers under Landfill Conditions // VII International waste management and landfill symposium. Sardinia. – 1999. – Vol. I. P. 93-199.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

ҚАРАСАЙ ПОЛИГОНЫНДАҒЫ (АЛМАТЫ ОБЫЛЫСЫ) ҚАТТЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАР КҮЙІН БАҒАЛАУ

Техн. ғылымд. канд. Ж.М. Жаппарова

Мақалада Қарасай ауданындағы қатты тұрмыстық қалдықтарды фильтрленген сулардың морфологиялық құрамын талдау, сапалы және сандық күйлері негізінде көму, полигонның күйін бағалау берілген. ТБО Қарасай полигоны ацетоногенезден белсенді метаногенез сатысына дейінгі өтпелі кезең жағдайында.