
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА И РАССЕЙВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ БИОГАЗА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ С ТЕРРИТОРИЙ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Т.К. Бичелдей

Кафедра управления эколого-экономическими системами
Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/51, Москва, Россия, 13093

Статья посвящена вопросу моделирования переноса и рассеивания компонентов биогаза — продукта разложения твердых бытовых отходов, размещенных на полигонах в Высокогорском районе Республики Татарстан и в Мытищинском районе Московской области. Использована программа, которая позволяет вычислять поля приземных концентраций газообразных загрязняющих веществ на полигонах твердых бытовых отходов с учетом климатических особенностей исследуемых регионов. Моделирование позволяет проводить анализ распределения концентраций компонентов биогаза вблизи полигонов твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: биогаз, метан, диоксид углерода, твердые бытовые отходы, полигон ТБО, загрязнение атмосферы.

Захоронение твердых бытовых отходов (ТБО) на полигонах и свалках является наиболее распространенным способом обезвреживания отходов. Полигоны ТБО являются источником длительного негативного воздействия на атмосферу, поскольку органические вещества, составляющие до 78% ТБО [4], являются идеальной средой для протекания в свалочных толщах интенсивных биохимических процессов. При отсутствии доступа кислорода развиваются метаногенные бактерии (*Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Methanosphaera*, *Methanothermus* и др.) [6], в процессе жизнедеятельности которых образуется биогаз, содержащий парниковые газы и токсичные вещества.

Исследованиями Н.Е. Грачева и М.А. Зайцева [2; 3] было установлено, что населенные пункты вблизи полигонов ТБО находятся в зоне постоянного экологического риска. Для определения объектов негативного воздействия были выбраны полигоны в Высокогорском районе Республики Татарстан и в Мытищинском районе Московской области (рис.). Полигон Самосырово является единственным официальным полигоном, обслуживающим г. Казань и оказывающим при этом значительную антропогенную нагрузку на окружающую среду. На полигоне Каргашино уже предпринималась попытка утилизации биогаза с получением электрической энергии.

Полевые замеры полигона Самосырово проводились весной, а Каргашино — осенью 2008 г. Газопродуктивность полигонов определялась на глубине 0,6—0,8 м с помощью газоанализаторов (GA-94.A). Были измерены концентрации (C , г/м³), скорости эмиссии компонентов биогаза (F , м³/час м²), отобраны образцы свалочного грунта для исследования его компонентного состава. Полевые исследования позволили выявить компонентный состав биогаза на полигонах: CH₄, CO₂, N₂, CO, H₂ (Самосырово) и CH₄, CO₂, O₂ (Каргашино). В лаборатории Академии коммунального хозяйства с помощью химико-аналитического метода был определен компонентный состав свалочных грунтов.

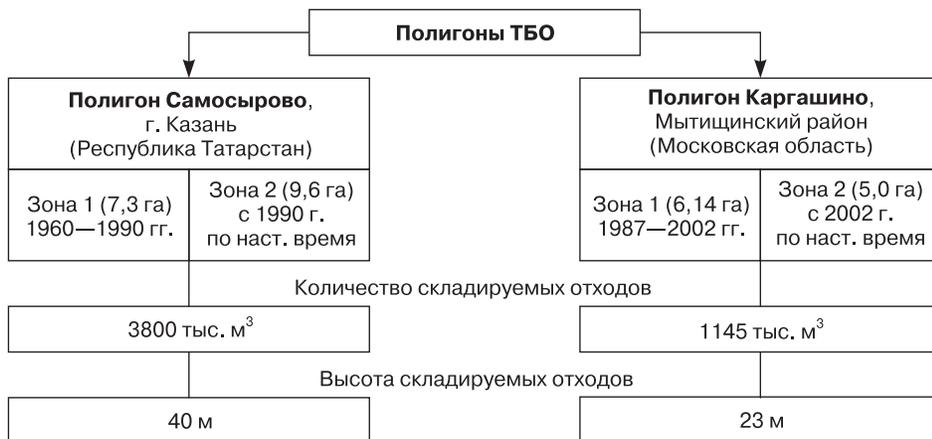


Рис. Характеристика полигонов твердых бытовых отходов

Полученные данные позволили провести оценку биогазового потенциала полигонов. Для этого выбрана методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов [1]. Для расчетов были использованы эмпирические данные, приведенные в таблице.

Таблица

Выбросы загрязняющих веществ от ТБО

| Показатели | Полигон ТБО | |
|---|---------------|-----------|
| | Самосырово | Каргашино |
| Удельный выход биогаза (Q), кг/кг отходов | 0,1 | 0,1 |
| Выход биогаза, из 1 т отходов в год ($P_{\text{уд}}$), кг/т | 3,8 | 7,4 |
| Разовые выбросы компонентов биогаза (M_i), г/с | CH_4 | 392,1 |
| | CO_2 | 678,8 |
| | CO | 2,3 |
| | | 108,9 |
| Валовые выбросы компонентов биогаза (M_i), т/год | CH_4 | 7 831,4 |
| | CO_2 | 13 557,3 |
| | CO | 59,8 |
| | | 3 291,8 |
| | | 7 128,6 |
| | | 44,3 |

Количество биогаза, выделяемого из тела полигона, определялось по формуле

$$V = N \cdot Q \cdot (1 - f \cdot t), \tag{1}$$

где V — количество биогаза, выделяемого из полигона ТБО, т/год; N — количество складированных отходов, т; Q — удельный выход биогаза, т/т; f — количество разлагаемого активного органического вещества в год; t — период складирования отходов, год.

Вычисление потенциального количества биогаза осуществлялось по формуле

$$V = N \cdot Q \cdot (1 - f \cdot t'), \tag{2}$$

где N — среднее количество складированных отходов, т; Q — удельный выход биогаза, т/т; f — количество разлагаемого активного органического вещества в год 7% (0,07); t' — количество лет складирования отходов, год.

Моделирование переноса и рассеяния метана и углекислого газа выполнено с помощью программного комплекса «Призма» на базе унифицированной программы для расчета загрязнения атмосферы. Программа разработана на основе методики ОНД-86 [5] и одобрена Государственным учреждением «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова». Программный комплекс «Призма» вычисляет поля приземных концентраций загрязняющих веществ с учетом климатических особенностей исследуемого региона (сезонной температуры воздуха, господствующей розы ветров).

Для расчета в программу были введены следующие исходные данные:

— метеорологические условия — коэффициент стратификации атмосферы (A) для Высокогорского района Республики Татарстан и для Мытищинского района Московской области, среднегодовые скорости ветра по восьми румбам (V , м/с), температуры воздуха ($T_{\text{зим}}$, $T_{\text{летн}}$, °C), среднегодовые розы ветров (%) рассматриваемых районов;

— посты наблюдения за фоном — координаты постов (x , y , m), значения фоновых концентраций газов (мг/м^3) при скорости ветра меньше 2 м/с;

— данные по выбросам загрязняющих веществ от источника — загрязняющее вещество (из справочника), концентрация загрязняющего вещества в газозвушной смеси ($C_{\text{мр}}$, мг/м^3), мощность выброса ($M_{\text{мр}}$, г/с), валовый выброс ($M_{\text{год}}$, т/год), коэффициент учета рельефа (F), объем газозвушной смеси ($\text{м}^3/\text{с}$).

В справочнике программного комплекса «Призма» отсутствуют данные по азоту, водороду и кислороду, поэтому расчеты приземных концентраций проводились только по метану, углекислому газу и оксиду углерода.

Результаты вычислений программа выдает в виде таблиц, в которые объединены исходные данные и значения максимальных концентраций газов (в мг/м^3 или в долях ПДК). На основе максимальных концентраций газов в расчетных точках программа строит карты полей рассеяния компонентов биогаза. Согласно п. 2.1 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [7], «источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека... являются объекты, для которых уровни создаваемого загрязнения за пределами промплощадки превышают 0,1 ПДК». С помощью карт полей концентраций и значений ПДК, превышающих 0,1, были определены населенные пункты, попадающие в зону воздействия полигонов Самосырово и Каргашино.

Было установлено, что в зону воздействия метана в районе полигона Самосырово попадают следующие населенные пункты: поселок Самосырово (0,09 ПДК), села Константиновка (0,07 ПДК) и Званка (0,08 ПДК). Поселок Самосырово и село Константиновка расположены на западе от полигона на расстоянии 2 и 2,4 км. Село Званка находится на востоке от полигона на расстоянии 3,7 км. В районе полигона Каргашино метан попадает в следующие населенные пункты: поселок Кардо-Лента (0,293 ПДК), деревни Высоково (0,246 ПДК), Коргашино (0,136 ПДК) и Свиноедово (0,099 ПДК). В остальных поселениях в радиусе 2,7 км значения концентраций метана не превышают 0,1 ПДК. Поселок Кардо-Лента расположен на расстоянии 500 м к северу от полигона. Деревня Высоково находится в 160 м на северо-востоке от полигона, деревня Коргашино — в 720 м на севере, деревня Свиноедово — в 890 м на востоке от полигона Каргашино. Следует отметить, что концентрации углекислого газа и оксида углерода в исследуемых районах

не превышают значения 0,1 ПДК и находятся в пределах установленных санитарно-защитных зон (500 м).

Биогаз выделяется из полигонов ТБО непрерывно на протяжении многих лет. Он является фактором длительного антропогенного воздействия на людей, проживающих вблизи полигонов. Проведенные исследования позволили установить населенные пункты, находящиеся в зоне рассеяния газообразных выбросов от полигонов Самосырово и Каргашино. На основе результатов полевых исследований, а также на основе результатов математической обработки данных программа позволяет определить зоны воздействия полигонов, а также установить концентрации рассеивающихся загрязняющих веществ в любых расчетных точках. Данная программа является удобной для оценки воздействия газообразных веществ, выделяемых из полигонов, на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Абрамов Н.Ф., Санников Э.С., Русаков Н.В. и др.* Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов. — М.: Академия коммунального хозяйства имени К.Д. Памфилова, 2004.
- [2] *Грачев Н.Е.* Твердые бытовые отходы как фактор загрязнения окружающей среды // *Материалы X научно-практической конференции «Вузовская наука — Северокавказскому региону»*, СевКавГКУ, 2006. — С. 15.
- [3] *Зайцев М.А.* Проблемы ТБО и действия общественности // *ЭКО-бюллетень*. — 2000. — № 1 (48). — С. 14—18.
- [4] *Колосов А.* Управление отходами // *Коммунальный комплекс России*. — 2008. — № 6. — С. 88—90.
- [5] Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). — Л.: Гидрометеиздат, 1987.
- [6] *Саловарова В.П., Козлов Ю.П.* Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов. — М.: Изд-во РУДН, 2001.
- [7] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. — М. — С. 2.

MODELING OF BIOGAS COMPONENTS FLOW AND DISPERSION IN THE ATMOSPHERE FROM THE TERRITORIES OF SOLID WASTE LANDFILLS

T.K. Bicheldey

Environmental management chair
Environmental Faculty
Peoples' Friendship University of Russia
Podolskoye shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

The article is devoted to modeling of flow and dispersion of biogas components as a result of solid waste degradation at the landfills of Vysokogorski region of the Republic of Tatarstan and Mytischki region of the Moscow region. The used program allows estimate fields of ground level concentrations at the landfills taking into account of climatic characteristics of studied regions. The modeling allows to analyze biogas components distribution near the sold waste landfills.

Key words: biogas, methane, carbon dioxide, solid waste, landfill, atmospheric pollution.