
БИОГАЗ КАК АНТРОПОГЕННЫЙ ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Т.К. Бичелдей

Кафедра управления эколого-экономическими системами

Экологический факультет

Российский университет дружбы народов

Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Рассмотрено воздействие биогаза на население, проживающее вблизи полигонов твердых бытовых отходов, расположенных в Республике Татарстан и в Мытищинском районе Московской области. До сих пор остается открытым вопрос прогнозирования популяционных характеристик человека под влиянием рассеянных концентраций компонентов биогаза, образующихся в процессе биохимического разложения твердых бытовых отходов.

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

На сегодняшний день основным способом удаления твердых бытовых отходов (ТБО) в России остается их складирование на свалках и специализированных полигонах. По оценкам специалистов [4], ежегодно в России образуется 150 млн м³ бытовых отходов. Полигоны ТБО являются источником длительного негативного воздействия на окружающую природную среду и население, проживающее вблизи полигонов. Свободное распространение биогаза в атмосферном воздухе вызывает ряд негативных эффектов, обусловленных токсикологическими свойствами компонентов биогаза — метана (CH₄), углекислого газа (CO₂), диоксида серы (SO₂), окиси азота (NO), фтористого водорода (HF), аммиака (NH₃), бензола (C₆H₆), трихлорметана (CHCl₃), четыреххлористого углерода (CCl₄), хлорбензола (C₆H₅Cl) и других ядовитых газов.

Попадая в организм человека через дыхательные пути, ядовитые вещества проникают в систему кровообращения, поражая жизненно важные органы, влияют на метаболизм будущих матерей, могут вызывать дефекты развития плода (углекислый газ, трихлорметан) и снизить способность к воспроизведению потомства. Д. Робертсон установил [5], что повышенное содержание углекислого газа является причиной возникновения ацидоза, вызывающего изменение кислотно-щелочного равновесия организма. Фтористый водород, проникая в систему кровообращения, вызывает функциональные заболевания печени, токсический гепатит, нефропатию. Бензол оказывает аллергенный и мутагенный эффекты, воздействуя на систему кровообращения, причем он способен проникать в организм через неповрежденную кожу. Образование и выделение биогаза на полигонах происходит непрерывно в течение нескольких десятков лет до полного окончания процессов метанового брожения, поэтому люди, проживающие вблизи полигонов, находятся в зоне постоянного воздействия биогаза.

В связи с этим представляется актуальным проведение исследований российских полигонов с целью прогнозирования объемов эмиссии биогаза для оцен-

ки его влияния на жителей ближайших поселков. Это необходимо для принятия превентивных мер по предотвращению негативного воздействия биогаза на человека. В качестве объектов исследования были выбраны два российских полигона ТБО — полигон Самосырово, расположенный вблизи города Казань Республики Татарстан, и полигон Каргашино, находящийся в Мытищинском районе Московской области.

Полигон Самосырово функционирует с 1960 г. и разделен на две зоны общей площадью 29 га. Складирование отходов в первой зоне было завершено в 1990 г., после чего была открыта вторая зона, эксплуатируемая по настоящее время. Количество отходов в двух зонах превысило проектную мощность полигона и составляет 3800 тыс. м³, высота складированных отходов достигает 40 м.

Полигон Каргашино эксплуатируется с 1987 г., его площадь 16,14 га, разграничена на два участка. Первый участок достиг проектной мощности в 2002 г. и затем был рекультивирован, на втором участке в настоящее время целиком заполнен котлован, складирование отходов ведется по высотной схеме. Общий объем отходов составляет 1145 тыс. м³, высота полигона 23 м.

Для определения текущей газопродуктивности полигонов были проведены шпуровая и эмиссионная съемки. Полевые замеры на полигоне Самосырово проводились весной, на полигоне Каргашино — осенью 2008 г. Измерения велись по квадратной сетке, расстояние между пикетами определялось в зависимости от площади объектов и поверхности складированных участков. На первом полигоне для отбора проб были выбраны 25 точек с расстоянием около 60 м, на втором — 65 точек с шагом 50 м. В точках отбора проб пробивался шпур глубиной 0,6—0,8 м, газоанализатором измерялось содержание биогаза и его компонентный состав (C_i , г/м³), а также скорость эмиссии биогаза, выделяемого из тела полигонов (F , м³/м² час). Образцы свалочного грунта отбирались на глубине 1,5 м от поверхности полигонов — по три пробы объемом 100 см³ каждая. Химико-аналитическими методами исследования свалочного грунта в лаборатории Академии коммунального хозяйства были определены влажность (W), содержание жироподобных ($Ж$), углеводородных ($У$) и белковых ($Б$) веществ в свалочном грунте.

Полученные эмпирические данные были обработаны посредством методов математической статистики [2; 3]. Это позволило охарактеризовать процессы газообразования, протекающие в исследуемых полигонах, и провести газогеохимическую зональность свалочных тел. Процессы газообразования на полигонах имеют следующие характеристики:

1. Макрокомпонентами биогаза являются метан и углекислый газ. На полигоне Самосырово в закрытой зоне концентрация CH_4 изменяется от 405,829 г/м³ до 495,164 г/м³, CO_2 — от 429,157 г/м³ до 743,246 г/м³, в функционирующей зоне CH_4 — от 340,257 г/м³ до 476,400 г/м³, CO_2 — от 530,632 г/м³ до 883,536 г/м³. На полигоне Каргашино в закрытой зоне максимальная концентрация CH_4 489,290 г/м³, CO_2 — от 0,590 г/м³ до 1031,250 г/м³, в функционирующей зоне CH_4 — от 0,360 г/м³ до 487,140 г/м³, CO_2 — от 1,570 г/м³ до 1088,210 г/м³.

2. Отходы полигонов Самосырово и Каргашино отмечаются равномерным увлажнением, влажность первой зоны Самосырово составляет в среднем 40,95%, средняя величина влажности второй зоны 43,22%. На полигоне Каргашино закрытая зона увлажнена в среднем на 42,50%, открытая — на 47,29%. Низкий процент влажности свидетельствует о недостаточной интенсивности протекания биохимических процессов разложения отходов, поскольку максимально количество метанообразования фиксируется при влажности отходов от 60% до 80%. По показателю влажности оба полигона являются идентичными — это подтверждает отсутствие достоверности различий средних величин влажности при $p > 0,05$.

3. Процесс биодеструкции органической части отходов происходит неравномерно и с разной интенсивностью, об этом свидетельствует неравномерное распределение концентраций компонентов биогаза на глубине 1,5 м от поверхности тела полигонов и разная скорость эмиссии биогаза. Наличие эмиссии биогаза в первой зоне Самосырово зафиксировано в шести точках из одиннадцати, скорость меняется в пределах от 0,0005 до 0,0009 м³/м²·час, во второй зоне эмиссия газов наблюдается во всех точках опробования, максимальная величина скорости 0,09 м³/м²·час; на полигоне Каргашино скорость эмиссии биогаза закрытой зоны изменяется от 0,001 м³/м²·час до 0,058 м³/м²·час, функционирующей — от 0,002 м³/м²·час до 0,153 м³/м²·час.

4. Физико-химические и биохимические процессы, протекающие на изучаемых полигонах, различны. Это обусловлено морфологическим и химическим составом складированных отходов, и также климатическими особенностями регионов, на которых расположены полигоны. Это подтверждает значимые корреляционные связи между величинами, характеризующими содержание метана и диоксидом углерода в пробах. На полигоне Самосырово параметры полей газовых концентраций варьируют в пределах –0,95 единиц для первой зоны полигона и –0,94 единицы для второй зоны. На полигоне в Мытищах значения коэффициентов корреляции для первой зоны составляют 0,79 ед., для второй — 0,84.

Для оценки биогазового потенциала полигонов твердых бытовых отходов был применен метод определения потенциального количества биогаза [1]. Количество биогаза, выделяемого из тела полигона определялось по формуле

$$V = N \cdot Q_w \cdot (1 - f \cdot t),$$

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.

Удельный выход биогаза [1] вычислялся по формуле

$$Q_w = 10^{-6} \cdot R \cdot (100 - W) \cdot (0,92 \cdot Ж + 0,62 \cdot У + 0,34 \cdot Б),$$

где R — среднее содержание органической части к сухой массе отходов, %; W — средняя влажность в отходах, %; $Ж$ — содержание жироподобных веществ в органике отходов, %; $У$ — содержание углеводородных веществ в органике отходов, %; $Б$ — содержание белковых веществ в органике отходов, %.

Проведенные вычисления позволили установить, что выход биогаза с полигонов будет наблюдаться до 2023 г., максимальный выход биогаза из двух полигонов приходится на 2010 г. и составляет для полигона Каргашино 157 800 т/год, для полигона Самосырово — 65 676 т/год. Общее количество биогаза, которое поступит в атмосферу за период с 2010 по 2023 г. с полигона Самосырово, составит 1 701 000 т, с полигона Каргашино — 668 000 т. По результатам вычислений были составлены сравнительные графики, отражающие процессы затухания выделения биогаза на исследуемых полигонах (рис.).

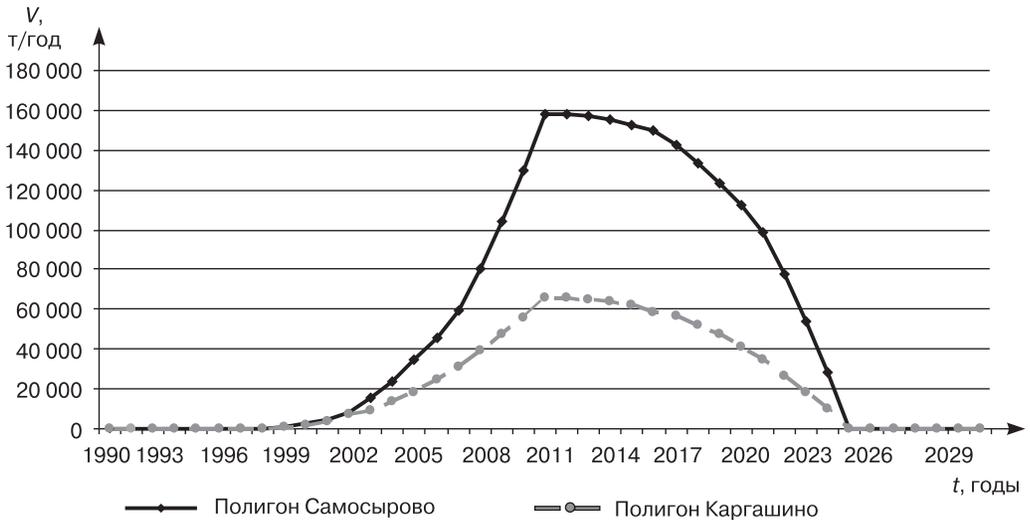


Рис. Прогнозный выход биогаза на полигонах твердых бытовых отходов

На основе климатических данных и с учетом розы ветров были определены населенные пункты, попадающие в зону воздействия биогаза с полигонов ТБО. Это поселок Самосырово республики Татарстан, расположенный в двух километрах к западу от первого полигона и деревня Высоково (Мытищинский район Московской области), расположенная в 280 м на юго-западе от полигона Каргашино. Численность населения поселка Самосырово на начало 2010 г. составила 658 человек, деревни Высоково — 196 человек. Биогаз, выделяемый с полигонов Самосырово и Каргашино, оказывает разное токсическое воздействие на жителей ближайших населенных пунктов. Об этом свидетельствуют заболевания органов дыхания, нервной системы, крови и осложнения беременности у жителей поселка Самосырово, возникающие в результате вдыхания метана и углекислого газа с атмосферным воздухом. Попадание биогаза с полигона Каргашино является причиной болезни системы кровообращения, осложнениями беременности, болезней нервной системы, органов дыхания и кожи у жителей деревни Высоково.

В заключение отметим, что биогаз, являющийся результатом биодеструкционных процессов, происходящих в теле полигонов ТБО, представляет собой фактор антропогенного воздействия на человека. Это позволяет иначе взглянуть на проблему полигонов ТБО и рассматривать современные полигоны как серьезную угрозу для людей, проживающих вблизи таких техногенных систем.

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] *Латушкина Е.Н.* Кластерный анализ как метод геоэкологических исследований // Научные труды МПГУ. Серия «Естественные науки». — М.: Прометей, 2003. — С. 451—454.
- [3] *Латушкина Е.Н.* Основные положения математико-статистической методики оценки абиотической составляющей экосистемы по показателям содержания химических элементов (веществ) // Научные труды МПГУ. Серия «Естественные науки». — М.: Прометей, 2002. — С. 147—150.
- [4] *Систер В.Г., Мирный А.Н.* Современные технологии обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов. — М.: Академия коммунального хозяйства, 2003.
- [5] *Robertson J.S.* The Harriet Lane Handbook — A Manual for Pediatric House Officers, 17 ed. Mosby Elsevier, St. Louis John Hopkins Hospital, 2005.

BIOGAS AS ANTHROPOGENIC INFLUENCING FACTOR ON HUMAN BEING

T.K. Bicheldey

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

The paper concerns the investigations of biogas impact on human, living near the municipal solid waste landfills of the republic of Tatarstan and Moscow region. This subject is currently central because the prognosis of human's population characteristics under the influence of the widely spread concentrations of biogas components emitting for the process of the methane generation hasn't been investigated.

Key words: human, biogas, methane, municipal solid waste, landfill, atmospheric pollution.