
ХИМИЯ

УДК 2788/574.3

Бичелдей Т.К.

ДИНАМИКА БИОХИМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ПОЛИГОНАХ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ*

Аннотация. В статье приводится исследование биохимических процессов метаногенеза на двух полигонах твердых бытовых отходов, расположенных в Республике Татарстан и в Мытищинском районе Московской области. Выявлены закономерности протекания различных стадий биохимического разложения органической части отходов, способствующих образованию и выходу биогаза. Результаты проведенных исследований могут быть использованы для реализации проектов утилизации биогаза на рассматриваемых полигонах твердых бытовых отходов.

Ключевые слова: биогаз, метан, углекислый газ, метаногенез, твердые бытовые отходы, полигон ТБО, загрязнение атмосферы.

Т. Bicheldey

THE DYNAMICS OF BIOCHEMICAL DESTRUCTION OF ORGANIC SUBSTANCE
AT THE SOLID WASTE LANDFILLS

Abstract. The paper is devoted to the investigation of biochemical processes of the methanogenesis in two municipal landfill sites, situated in the Republic of Tatarstan and in Mytishchi region of Moscow region. The dynamics of various phases of biochemical destruction of the organic compound in solid wastes contributing to generation and emission of biogas were found out. The results of carried out investigations can be used for the development of biogas utilization projects at the studied landfills.

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

В настоящее время в России производство и накопление твердых бытовых отходов (ТБО) опережает возможности их переработки и захоронения на полигонах. По оценкам специалистов [4], ежегодно в нашей стране образуется 150 млн. м³ бытовых отходов, при этом площади отчуждаемых под полигоны и свалки земель составляют более 40 тыс. га. Помимо того, что под размещение отходов выделяются значительные территории, полигоны ТБО являются источником длительного негативного воздействия на окружающую среду, в частности на атмосферу в результате образования биогаза, содержащего парниковые газы и токсичные вещества. Это объясняется тем, что органические вещества, составляющие до 78 % твердых бытовых отходов [1], являются идеальной средой для протекания интенсивных биохимических процессов. В анаэробных условиях разви-

* © Бичелдей Т.К.

ваются метаногенные бактерии (*Methanobacterium*, *Methanobrevibacter*, *Methanosphaera*, *Methanothermus* и др.) [5], в процессе жизнедеятельности которых образуется биогаз.

Улавливание и утилизация биогаза с последующим его использованием для получения тепловой и электрической энергии [8, 9] является перспективным способом улучшения экологической обстановки на полигонах ТБО. Для создания эффективной системы сбора и утилизации биогаза необходимо провести предварительную оценку газового потенциала на объектах захоронения отходов и исследовать биохимические процессы его образования. Оценка биогазового потенциала позволит определить участки полигонов, наиболее перспективных для использования методики сбора и утилизации биогаза.

В качестве объектов исследования были выбраны два российских полигона ТБО, краткая информация о которых представлена на рис. 1.

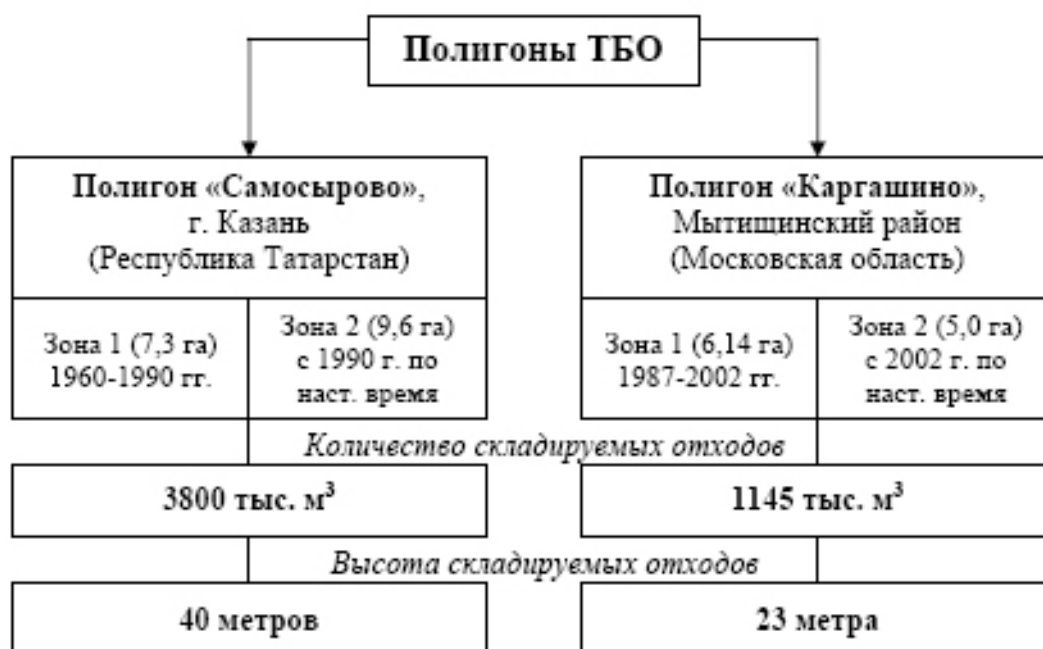


Рис. 1. Исследуемые полигоны твердых бытовых отходов

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 метра с помощью газоанализаторов (GA-94.A). Были измерены концентрации (C , г/м³) и скорости эмиссии компонентов биогаза (F , м³/час•м²). Скорость эмиссии выражает степень интенсивности поступления газа из свалочного грунта в измерительную камеру прибора объемом 0,07 м³ и площадью основания 0,2 м² до момента достижения равновесия газового потока (5-7 минут).

С целью определения влажности и органической составляющей отбирались по три пробы свалочного грунта объемом 100 см³ с глубины 1,5 м. Для выявления органического вещества, способного к биодеструкции, исследовался морфологический состав бытовых отходов. С этой целью отбирались четыре образца по 10 кг с каждого полигона, которые затем делились на органические (бумага, картон, пищевые отходы, дерево, текстиль, кости, кожа) и неорганические (черный, цветной металл, пластмасса, стекло, резина, камни,

штукатурка, отсев) фракции. Измерение концентрации компонентов и скорости эмиссии биогаза проводилось по квадратной сетке, а расстояние между точками отбора проб определялось в зависимости от площади объектов и поверхности складироваемых участков. На полигоне «Самосырово» было выбрано 25 точек (11 – в первой зоне и 14 – во второй) с шагом 60 м, на полигоне «Каргашино» – 65 точек (32 – на первом участке и 33 – на втором) с шагом 50 м.

Полевые исследования позволили выявить разный компонентный состав биогаза на полигонах: CH_4 , CO_2 , N_2 , CO , H_2 («Самосырово») и CH_4 , CO_2 , O_2 («Каргашино»). Для сравнительной характеристики концентраций газов на двух полигонах были выбраны метан и оксид углерода (IV).

С помощью пакета программы Surfer v. 9.8-2009 [7] построены кон-турные карты рассеяния полей концентраций метана и углекислого газа в приповерхностном слое отходов. Уровневые поверхности полигонов в трехмерном пространстве были выполнены по данным абсолютных отметок рельефа – 647 и 225 точек для полигонов «Самосырово» и «Каргашино», соответственно.

На рисунках 2 и 3 представлены изолинии полей концентрации газов и рельефы полигонов. Минимальные и максимальные отметки высот составили: на полигоне «Самосырово» – 195 м и 201 м, на полигоне «Каргашино» – 159 м и 172 м. Из рисунков видно, что концентрации метана и углекислого газа на периферийных и центральных участках полигонов распределены неравномерно.

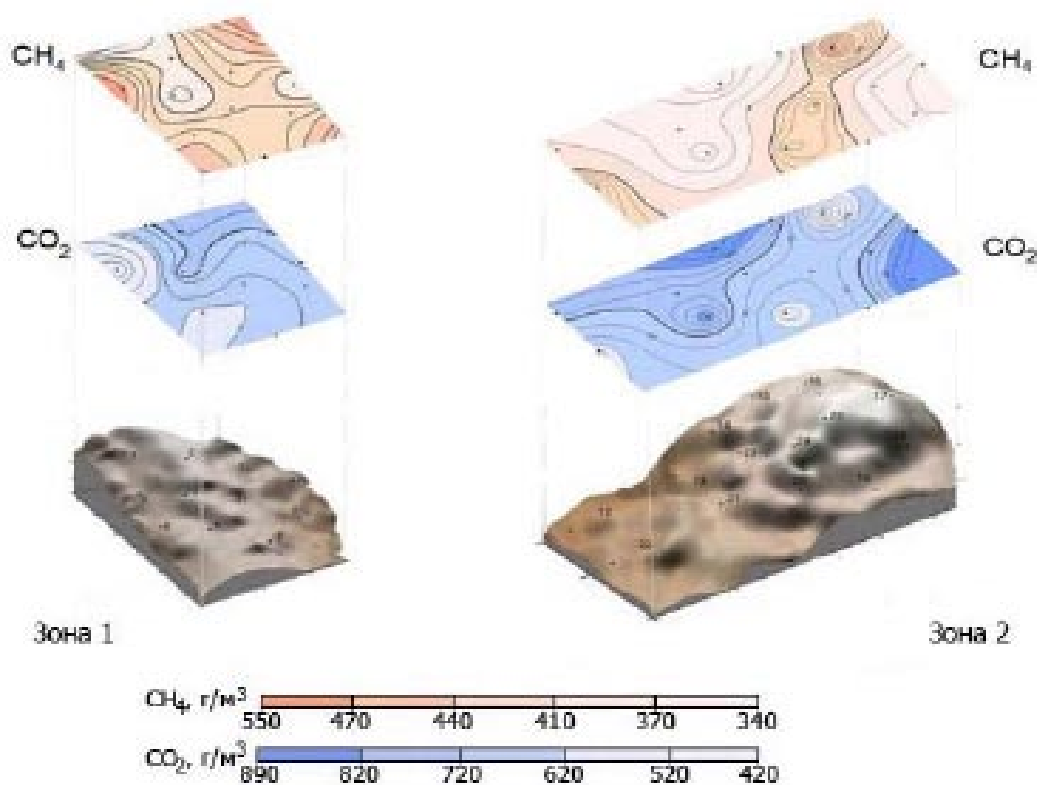


Рис. 2. Распределение компонентов биогаза на полигоне «Самосырово» (г. Казань)

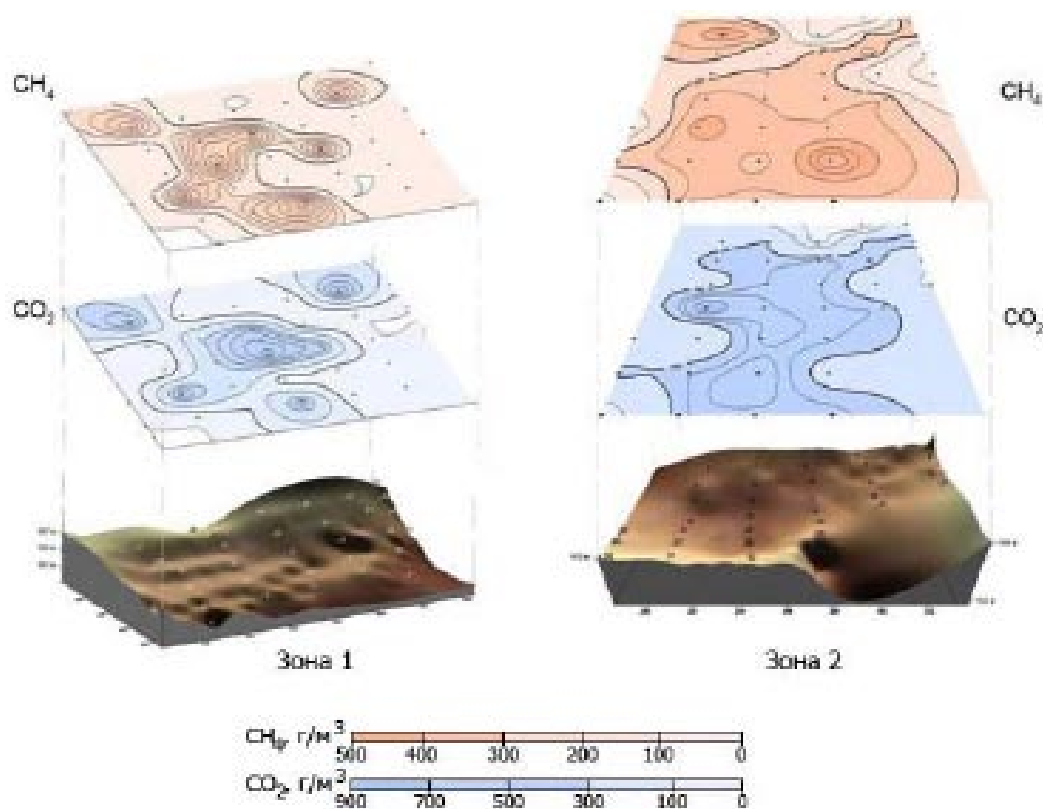


Рис. 3. Распределение компонентов биогаза на полигоне «Каргашино» (Мытищинский район)

Если на «Самосырово» (рис. 2) разгрузка метана наблюдается преимущественно на периферийных участках, то на полигоне «Каргашино» (рис. 3) интенсивный поток метана и углекислого газа наблюдается и на центральных, и на периферийных участках. Выявленная зональность свидетельствует о формировании на полигонах точечных очагов газовой разгрузки.

Статистический анализ характеристик газовых полей [2, 3] позволил дать первичную оценку процессов газообразования, протекающих в исследуемых полигонах, и установить газогеохимическую зональность свалочных тел.

На полигоне «Самосырово» отмечены высокие средние содержания CH_4 в первой зоне (433 г/м^3) по сравнению со второй (396 г/м^3). Средняя скорость эмиссии биогаза второй зоны ($0,084 \text{ м}^3/\text{час}\cdot\text{м}^2$) значительно выше первой ($0,001 \text{ м}^3/\text{час}\cdot\text{м}^2$). Кроме того, более высокое содержание CO_2 во второй зоне (752 г/м^3) по сравнению с первой (664 г/м^3) говорит о протекании анаэробных процессов в свалочной толще с постепенным переходом биохимических реакций в метановую фазу. На полигоне «Каргашино» разгрузка газового потока происходит в тех местах, где отсутствует качественное рекультивационное покрытие. Концентрации газов ($\text{CH}_4=335 \text{ г/м}^3$, $\text{CO}_2=726 \text{ г/м}^3$) и скорость эмиссии биогаза ($0,032 \text{ м}^3/\text{час}\cdot\text{м}^2$) во второй зоне выше, чем в первой ($\text{CH}_4=129 \text{ г/м}^3$, $\text{CO}_2=280 \text{ г/м}^3$; $0,012 \text{ м}^3/\text{час}\cdot\text{м}^2$).

Проведенный анализ распределения потоков газа позволил сделать следующие выводы.

1. Выделение метана происходит как в центральной части, так и на склонах, причем особенно интенсивно в тех местах, где отсутствует качественное рекультивационное покрытие.

2. На полигоне «Самосырово» максимальные концентрации метана отмечены как

на высоких (200 м), так и на низких (195 м) отметках, тогда как на полигоне «Каргашино» – только на низких (158-164 м).

3. Доля органической составляющей в твердых бытовых отходах на полигоне «Самосырово» составляет 71,4%, а на полигоне «Каргашино» – 72,7%, что ниже среднестатистических данных (79%) по полигонам ТБО умеренной климатической зоны России [6].

4. Особенно высокие значения скорости эмиссии метана и его концентрации на полигонах «Самосырово» и «Каргашино» наблюдаются в эксплуатируемых зонах.

Результаты проведенных исследований показывают, что при грамотном использовании полигонов ТБО в качестве возобновимых ресурсов биогаза антропогенного происхождения, параллельно решается проблема борьбы с загрязнением атмосферного воздуха от этих полигонов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Колосов А. Управление отходами // Коммунальный комплекс России. 2008. № 6 (48). С. 88-90.
2. 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.
3. Латушкина Е.Н. Кластерный анализ как метод геоэкологических исследований // Научные труды МПГУ. Серия: естественные науки. М.: Прометей, 2003. С. 451-454.
4. Мирный А.Н., Абрамов Н.Ф., Никогосов Х.Н. и др. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Справочник. М.: Изд-во АКХ им. К.Д. Памфилова, 2005. С. 83.
5. Саловарова В.П., Козлов Ю.П. Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов. М.: Изд-во РУДН, 2001. 331 с.
6. Систер В.Г., Мирный А.Н. Современные технологии обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов. М.: Академия коммунального хозяйства, 2003. С. 9.
7. Golden Software Surfer 9.8.669 для Windows 98, XP. Серийный номер: CO 80401-1866 USA.
8. Jaramillo P., Matthews H.S. Landfill-Gas-to-Energy projects: Analysis of Net Private and Social Benefits // Environmental Science and Technology. Vol. 10. № 40. 2005. P. 8.1-8.9.
9. Landfill Methane Outreach Program, U.S. Environmental Protection Agency, Government Printing Office: Washington, DC, 1994. 36 p.