

УДК 543.54:628

Ю.С. Метелкина, Е.А. Епифанова (6 курс, каф. ИСЭБ), М.Н. Мешалкина, к.т.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДАХ С ПОМОЩЬЮ ФУРЬЕ- И МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

Современные крупные города с высокой концентрацией населения, промышленного производства, транспортных средств порождают выбросы энергетических и вещественных отходов в виде тепла, бытового и промышленного мусора, отходов производства, которые рассеиваются и ассимилируются в окружающей среде городов и пригородных экосистем. Существенную долю в вещественном потоке, направленном от городов в окружающую среду, составляют твердые бытовые отходы (ТБО). Норма накопления ТБО в современном городе составляет 250...700 кг/чел-год. В развитых странах эта величина ежегодно возрастает на 4...6%, что втрое превышает скорость роста населения.

В настоящее время в мире существует два основных направления в системе обращения с отходами: рециркуляция отходов и размещение отходов на специальных полигонах. Одним из критериев выбора той или иной технологии является воздействие на окружающую среду: загрязнение почв (состав просачивающейся жидкости, потребность в полигоне), загрязнение воды (неорганические и органические вещества, отходящее тепло), загрязнение воздуха (пыль, вредные газы, отходящее тепло). Технология размещения ТБО на полигонах – самый распространенный вариант их обезвреживания. При разложении отходов в теле полигона образуется биогаз, который можно использовать различными способами: в теплоустановках, в газогенераторах для одновременного получения тепловой и электрической энергии, подавать в газовые сети для коммунальных и бытовых нужд; сжимать для последующего хранения в газгольдерах. Несмотря на простоту организации технологического процесса размещения отходов на полигонах существует опасность заражения почвенного слоя, грунтовых вод вредными химическими и биохимическими компонентами, выделяющимися в жидком виде (эмиссия фильтрата) из толщи свалочных масс. Кроме того, в теле полигона при определенных условиях под воздействием микроорганизмов образуется газ (эмиссия биогаза), содержащий до 60 % метана. Образование газа сопровождается неприятным запахом, загрязняет воздушную среду и создает пожаро- и взрывоопасные условия. ТБО также могут являться источниками инфекционного заражения (бактериальная эмиссия).

Можно выделить три основных этапа существования полигона. Первый – время работы полигона, период длится 15...20 лет, в это время происходит заполнение мощностей полигона отходами. Второй этап, условно называемый биореактором, - период после рекультивации полигона до времени затухания биохимических процессов в свалочном теле. Третий период – период адаптации полигона к окружающей среде. Общая продолжительность периодов биореактора и адаптации может достигать сотен лет. Сменится не одно поколение людей, пока полигон твердых отходов не станет естественным ландшафтным образованием.

В СПбГПУ создан учебно-научный лабораторный комплекс "Биореактор" для исследования процессов, происходящих в теле полигонов ТБО. Комплекс включает в себя 3 биореактора, загруженных разными видами отходов. Установка позволяет воспроизвести аэробные и анаэробные условия полигона в лабораторном масштабе. Протекание биохимических процессов в контейнерах ускоряется за счет осуществления круговорота фильтрата. К достоинствам установки относятся сравнительно малые технические и материальные затраты, умеренные требования по площади, небольшая длительность эксперимента (8 месяцев), возможность отображения всех биохимических процессов, происходящих в свалочном теле. Возможно проведение исследований по анализу фильтрата полигона, оценке продуктивности

биогаза, интенсификации процессов разложения и обоснование способов предобработки ТБО.

Исследования проб биогаза проводятся в лабораториях научно-учебного Центра СПбГПУ «Мониторинг и реабилитация природных систем» (<http://mrns.cef.spbstu.ru>) с помощью таких современных приборов, как квадрупольный масс-спектрометр ANAGAZ-200 (Франция) и Фурье-спектрометр ФСМ-1201 (РФ). В ходе выполнения научно-исследовательской работы определяется концентрация компонентов биогаза: CH_4 , CO_2 , N_2 и O_2 . Метан и углекислый газ являются парниковыми газами и вносят существенный вклад в изменение климата. Поэтому их выделение на свалках и полигонах может привести к потеплению климата с отрицательными последствиями для жителей нашей планеты. Своевременный отвод и использование биогаза в качестве топлива может улучшить качество окружающей среды и сэкономить энергоресурсы. Поэтому важно знать динамическое изменение концентраций компонентов биогаза для получения информации и создания новых технологий по утилизации метана. Для получения такой информации проводятся измерения на установке, моделирующей полигон в режиме сжатого времени. Измерение изменения концентраций компонентов биогаза, отобранных на установке «Биореактор» проводится в течение нескольких месяцев, что соответствует процессам, происходящим в природе с течением нескольких десятков лет. Эксперимент проводится с января 2002 года и пока еще не закончен. Результаты измерения проб биогаза, измеренных на масс-спектрометре, представлены на рис.1.

Как видно из графика, концентрация O_2 уменьшилась до 1-2%, концентрация N_2 уменьшилась до 13%, а концентрация CH_4 постоянно растет и достигла уровня 50%. Что касается концентрации CO_2 , то на первом этапе она растет до 45 % (аэробная стадия), а затем на втором этапе (анаэробная стадия, после 28 октября) уменьшается.

Параллельно с масс-спектрометрическим анализом проводятся измерения тех же проб биогаза на Фурье-спектрометре. Это позволяет сравнить результаты, полученные разными методами. Разница в показаниях составила 6% об. в абсолютных единицах, что является хорошим результатом для аналитических измерений. При расчете концентраций использовались эталонные газовые смеси CH_4 и CO_2 в азоте с концентрациями от 10 до 100%.

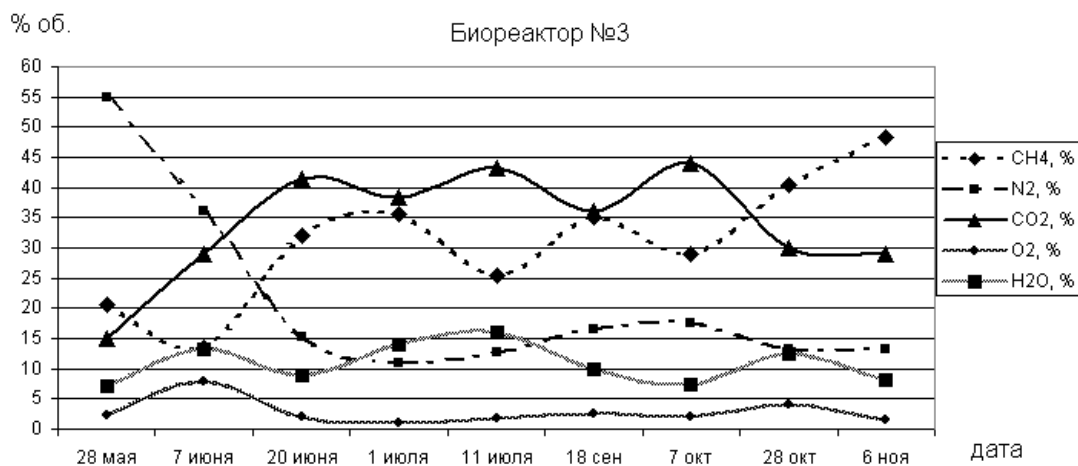


Рис.1. Динамика изменения концентраций компонентов биогаза в 3-ем биореакторе

Выводы. Экспериментальные результаты совпадают с тем, что представлено в литературе по данному вопросу, а также позволяют получить наглядную информацию о биохимических процессах, происходящих на полигонах с ТБО.