

УДК 628.474

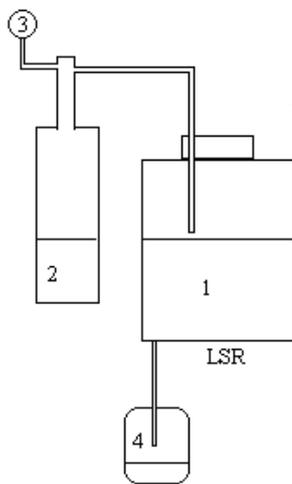
Джамалова Г.А.

**БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА ИЗ ТБО КАРАСАЙСКОГО ПОЛИГОНА**

(Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева)

*Ускоренный процесс биodeградации ТБО в биореакторах проходил 209 дней. По проведенным исследованиям нами определено, что процесс метаногенеза начинается с pH равным 7,5. Интенсивный выброс биогаза наблюдался в течение 30 дней.*

Осознание реальной угрозы изменения климата в течение трех-пяти веков, а может быть и одного столетия, в результате катастрофического уменьшения растительного покрова и загрязнения биосферы побудило экологов заняться изучением роли метаногенов и метанотрофов в глобальных процессах потепления, которые несомненно вносят существенный вклад в регуляцию метанового цикла на Земле. Тем не менее, концентрация метана в атмосфере возрастает на 1% ежегодно, очевидно в результате дисбаланса между его образованием и разложением [1,2].



**Рисунок 1** – Схема биореакторной установки с получением и замером биогаза. LSR – малый биореактор: 1 – отходы; 2 – получение биогаза; 3 – замер биогаза; 4 – фильтрационный накопитель на рисунке 1.

Полигоны захоронения ТБО являются важным источником атмосферного метана. Их вклад в глобальную эмиссию этого парникового газа оценивается в 35-73 т в год, что составляет 10-20% от антропогенной и 6-12% от общей глобальной эмиссии метана. Эмиссия метана с поверхности полигона ТБО определяется интенсивностью процессов разложения органического вещества в анаэробной зоне полигона и микробного окисления метана в аэробном слое покрывающей свалочное тело почвы [2, 3].

Цель исследования – разработка технологического процесса биodeградации органической фракции ТБО.

Работа была выполнена на базе Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГПУ). Для исследования модельных образцов отходов был создан исследовательский модуль с малым биореактором (LSR) объемом 8,8 л. Затем была выполнена модернизация системы сбора, контроля и обработки информации по схеме, представленной

**Таблица 1** – Морфологический состав модельной смеси ТБО

Составляющие смеси	Смесь	Морфологический состав ТБО, %	
		Компонент	Процент
Компост, г	660 (30 %)	Пищевые отходы	23,4
		Кости	0,2
		Бумага, картон	32,0
		Прочие	14,4
Горючая часть, г	1540 (70 %)	Дерево	2,8
		Текстиль	1,5
		Кожа, каучук	0,5
		Бумага, картон	27,8
		Прочие	37,4

В биореактор погружали композиционную смесь следующего состава: 70% горючей части (сухая бумага, древесина, текстиль, пленка) + 30 % компоста (пищевые отходы, влажная бумага). В таблице 1 представлены данные о морфологическом составе ТБО, погруженные в биореакторы. Как видно из таблицы, исследуемое ТБО было разделено на три фракции: горючая часть, представленная сухой бумагой, древесиной, текстилем, пленкой; компостируемый материал, состоящий из пищевых отходов, влажной бумаги и других пригодных для компостирования материалов; балластная фракция, состоящая из металлолома, стекла и других фракций. Модельная смесь была создана с учетом особенностей ТБО г.Алматы: бумага и картон 27,8%; пищевые отходы – 23,4%. Компостируемый материал используется в качестве стабилизатора для поддержания

метаногенеза. Для получения компоста с нужной для исследования "зрелостью" нами были отобраны ТБО с 6-ти месячным сроком захоронения.

Ускоренный процесс биодegradации ТБО в биореакторе проходил 209 дней (26.XI.2007 – 21.VI. 2008). В ходе проведения эксперимента было установлено, что в биореакторе в течение месяца процессы метаногенеза не осуществлялись в связи с длительным присутствием в массе кислой среды (рН = 5,4; вплоть до 30 дня эксперимента). По проведенным исследованиям нами определено, что процесс метаногенеза начинается с рН равным 7,5 (что было подтверждено присутствием в биогазе метана). Интенсивный выброс биогаза наблюдался в течение 30 дней (до 1,6 литров в день с содержанием метана до 59-74%). Общая эмиссия биогаза от биореактора составило 40,4 л. Сведения по составу в биогазе CH<sub>4</sub> и CO<sub>2</sub> представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Состав биогаза по CH<sub>4</sub> и CO<sub>2</sub>

		День эксперимента			
34-й		68-й		102-й	
CO <sub>2</sub> , %	CH <sub>4</sub> , %	CO <sub>2</sub> , %	CH <sub>4</sub> , %	CO <sub>2</sub> , %	CH <sub>4</sub> , %
19	59	16	74	11	68

При проведении исследования было выявлено, что в биореакторе удельная эмиссия биогаза 43 л/кг (43 м<sup>3</sup>/т) сухого вещества. В среднем по объёму, содержание метана в биогазе из биореактора составляет 67%, углекислого газа 16 %.

Таким образом, полученные по биогазу данные свидетельствуют, что оптимальные условия метаногенеза были достигнуты для биореактора при следующих условиях: при использовании рабочей массы 2200г в следующих композиционных пропорциях 70% ТБО и 30% компоста (суточная эмиссия биогаза доходит до 1,6 л/день, общая – 40,424 л); процесс метаногенеза начинается на 30-й день эксперимента с рН, равным 7,5 (интенсивный выброс биогаза проходит в течение 30 дней; содержание метана в биогазе доходит до 74%);

В процессе ускоренной биодegradации ТБО нами получен не только биогаз, но и фильтрат. Вначале постановки эксперимента влажность рабочей массы в биореакторе был равен 29,8%; рН водного экстракта находился на уровне 6,42.

За весь период эксперимента в биореактор было всего добавлено дистиллированной воды 1507 мл. Примерно через каждые 7-10 дней эксперимента с целью изучения химических свойств фильтрата отбирались пробы. Всего было отобрано фильтрата 1964 мл (17 проб). Общее количество воды (эмиссия фильтрата + дистиллированная вода) в биореакторе составило за весь период эксперимента 2946 мл.

В заключении следует отметить, что количество биогаза пропорционально влажности отходов. Влажосодержание определяет активность анаэробных процессов в экосистеме массива отходов. Фактическое содержание влаги в депонированных отходах определяется исходной влажностью, мероприятиями подготовки отходов к захоронению, соблюдением технологии захоронения, в том числе обязательной промежуточной послойной изоляцией складированных ТБО. Растворимость диоксида углерода в воде выше, чем растворимость метана, поэтому высокий уровень влажности ТБО увеличивает содержание метана в газовой фазе. Минимальная влажность для начала процесса образования биогаза 20%. Максимальное количество биогаза образуется при значениях влажности 60%.

#### Литература

1. Нуркеев С.С., Арганчиева А.Г., Утегулов Н.И. и др. Проблемы обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов. Алматы, 2005. 48 с.
2. Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Пупырев Е.И., Корецкий В.Е. Коммунальная экология. Энциклопедический справочник. Москва: Прима-Пресс-М, 2007. 806с.
3. Ножевникова А.Н., Калистова А.Ю., Кевбрина М.В. Эмиссия и окисление метана на полигоне захоронения твердых бытовых отходов: сезонные изменения// Труды института микробиологии имени С.Н.Виноградского. Выпуск XIII. К 100-летию открытия метанотрофии. Москва. Наука. 2006. С.172-189.

#### Тұжырым

ҚТҚ биодegradациясының жедел процесі биореакторларда 209 күн шамасында өтті. Жүргізілген зерттеулер бойынша біз метаногенез процесінің рН 7,5 тең болғанда басталатынын анықтадық. Биогаздың қарқынды шығуы 30 күн аралығында қадағаланды.

#### Summary

Accelerated process of biodegradation of MSW in bioreactors past 209 days. According to studies we have determined that the process of methanogenesis begins with a pH equal to 7.5. Intensive emission of biogas was observed for 30 days.