

3 Покровская С.В., Бурая И.В., Ковалева И.В. Методические указания к лабораторному практикуму по курсу "Основы технологии нефтехимического синтеза"

4 Черножуков Н.Н. Технология переработки нефти и газа. Ч 3. – М.: Химия, 1967.

УДК 67.06

**С.А. Ахтямов**

Национальный исследовательский университет ИТМО  
Санкт Петербург, Россия

**ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА, ПОЛУЧЕННОГО ПУТЁМ  
ГЕНЕРАЦИИ ПОЛИГОНОМ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ  
ОТХОДОВ**

*Аннотация.* Проблема энергетического кризиса ежегодно приобретает новые масштабы. На сегодняшний день, в связи с удорожанием, а также, негативным воздействием на окружающую среду продуктов традиционных видов топлива, возникает острая необходимость массового использования альтернативных источников энергии, одним из которых является биогаз, генерируемый в больших объёмах на полигонах твёрдых коммунальных отходов.

**S.A. Akhtyamov**

National Research University ITMO  
Saint Petersburg, Russia

**ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGIES OF USE OF BIOGAS  
PRODUCED BY THE GENERATION OF SOLID MUNICIPAL  
WASTE POLYGON**

*Abstract.* The problem of the energy crisis annually acquires new dimensions. Today, due to the rise in price, as well as the negative impact on the environment of products of traditional fuels, there is an urgent need for the massive use of alternative energy sources, one of which is biogas generated in large volumes at municipal solid waste landfills.

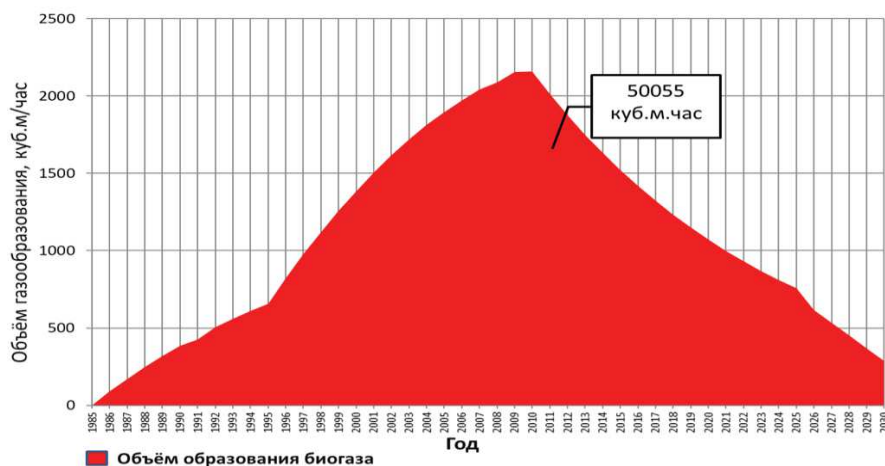
По официальным данным «Российского экологического оператора» в Российской Федерации на начало 2022 года обслуживается 1257 полигонов твердых коммунальных отходов. Согласно подсчетам, годовой объём размещаемых на отечественных

полигонах отходов составляет около 70 млн. тонн. Стоит отметить, что данный показатель ежегодно увеличивается, и к 2025 году ожидается увеличение уже до 75 млн. тонн. По теоретическим расчетам, суммарная годовая эмиссия свалочного газа, образующегося на полигонах Российской Федерации, составляет более одного миллиарда м<sup>3</sup> в год.

В зависимости от морфологического состава отходов, климата и иных условий, состав биогаза может изменяться, но основными объемными компонентами неизменно являются метан и углекислый газ. В случае использования и регулярного обслуживания технологичной системы сбора биогаза на полигоне, можно улучшить показатели улавливания общего объема биогаза до 90%. расчетного объема биогаза, генерируемого отечественными полигонами ТКО, хватит для обеспечения теплогазоснабжением население целого города [1].

На основании обобщения технологических данных, анализа и создания математической моделей, был рассчитан типовой полигон ТКО, который в дальнейшем используется в расчетах. В качестве главного показателя, используемого в расчетах, выделим общий объем отходов полигона, который в нашем случае составляет около 10 000 000 тонн.

На рис. 1, мы наблюдаем процесс метаногенеза на полигоне ТКО.



**Рис. 1 - Объем образования биогаза**

Согласно исследованиям, биогаз начинает образовываться после 2х-8-ми лет с момента начала эксплуатации, далее процесс метаногенеза продолжается в течении всего периода эксплуатации, а также, в течении 20-50 лет после консервации полигона. Имея численные показатели, полученные на основании моделирования, мы можем сделать вывод о колоссальном энергетическом потенциале

биогаза [2].

Согласно аналитике, на сегодняшний день в Российской Федерации большинство отечественных полигонов используют биогаз не эффективно, в большинстве случаев это банальное факельное сжигание, малая часть энергии используется на мощностях самого полигона [3].

Зная общий объём отходов, который в нашем случае составляет 10 млн. тонн, рассчитаем теоретическую ежегодную эмиссию метана с исследуемого полигона.

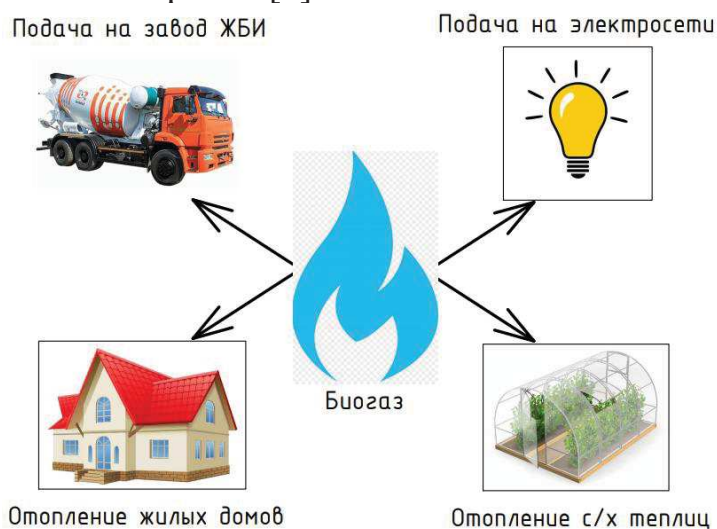
$$10 \text{ млн. тонн} * 185 \text{ (объём биогаза с тонны отходов)} = 1,580 \text{ млрд. м}^3$$

$$1,580 * 60\% \text{ (объём метана в биогазе)} = 930 \text{ млн. м}^3$$

$$930 \text{ млн. м}^3 - 15\% \text{ (утечки системы)} = 790,5 \text{ млн. м}^3$$

Теоретическая ежегодная эмиссия метана в нашем случае составляет порядка 800 миллионов кубических метров биогаза.

На основании многолетних исследований и изучения международного опыта, были предложены и адаптированы несколько наиболее энергоэффективных технологий использования биогаза, которые представлены на рис. 2 [4].



**Рис. 2 - Технологии использования биогаза**

По расчетам, одним из наиболее энергоэффективных вариантов использования свалочного газа, оказалась подача после предварительной очистки на объекты высокой мощности энергопотребления, такие как литейные цеха, заводы ЖБИ и т.д. Подвод биогаза с полигона позволяет значительно удешевить стоимость конечной продукции, за счет дешевизны биогаза. По мимо экономии на самом топливе, мы экономим на логистических системах, на основании исследования сделаны выводы, что компании такого типа

находятся в удаленности от населенных пунктов так же, как и полигоны отходов, в связи с этим, прокладка трубопровода подвода биогаза с полигона до потребителя будет иметь низкую себестоимость за счет минимального расстояния.

Наиболее перспективным и окупаемым вариантом использования биогаза является энергоснабжение сельскохозяйственных теплиц. По оценкам специалистов, мощностей полигона хватит чтобы отопить более 100 промышленных теплиц. Подача биотоплива для отопления теплиц, позволяет нам значительно снизить стоимость выращиваемой сельскохозяйственной продукции и повысить качество продуктов. Также, конкурентоспособность данного метода использования биогаза усиливает тот факт, что установка отапливаемых теплиц возможна в большинстве субъектов нашего государства, плюс ко всему, сельскохозяйственная деятельность в отапливаемых теплицах доступна в течении всего года.

В качестве альтернативного метода использования биогаза, можно подавать топливо в энергетические установки и энергетические сети для обеспечения энергоснабжения близлежащих населенных пунктов. Расчеты показали, что мощностей полигона достаточно для обеспечения более 100 000 небольших домов.

Для выбора финального способа утилизации свалочного газа, необходимо основываться на анализе условий, сложившихся на данном полигоне ТКО. На западе технологичные решения по дегазации стимулируются властями на основании развитой законодательной и налоговой базы. В Российской Федерации законодательная основа, стимулирующая процессы утилизации СГ, находится на стадии создания. На основании полученных данных, была составлена сводная таблица, в которую внесены варианты использования биогаза и их оценка по основным показателям. По итогам объективной оценки наиболее энергоэффективными технологиями использования биогаза оказались: подача массива газа в компании, отопление сельскохозяйственных теплиц, газоснабжение населенных пунктов [5].

Особенность биогазовых технологий в том, что они не являются чисто энергетическими, а представляют комплекс, охватывающий решение как энергетических, экологических, и иных вопросов, и в этом состоит их высокая рентабельность и эффективность

Таблица 1

Вариант использования	Техническая возможность	Экономическая целесообразность	Экологический аспект	Польза для окружающих	Опыт использования	Перспективность	Итог
Факельное сжигание	+	-	-	-	+	-	-
Подача на предприятия	+	+	+	+	-	+	+
Отопление промышленных теплиц	+	+	+	+	-	+	+
Энергоснабжение населенных пунктов	+	-	+	-	+-	+	+
Генерация электроэнергии	+	-	-	-	+	-	-
Топливо для транспорта	-	-	+	-	-	+	-

### Список использованных источников

1. Евдокимов С.В., Орлова А.А. Проблемы захоронения ТБО в Самарской области // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре «Образование. Наука. Практика»: Материалы региональной 62-ой науч. – тех. конф., апрель 2005. – Самара: СГАСУ, 2005. – С. 111–113, ч. 2.

2. Систер В.Г., Твердые бытовые отходы (сбор, транспорт и обезвреживание) / В.Г. Систер, А.Н. Мирный, Л.С. Скворцов. Справочник. – М., Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2001. – С. 319.

3. Орлова А.А., Ахтямов С.А. Анализ инженерных мероприятий по использованию биогаза на полигонах // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии: сборник статей 78 всероссийской научно-технической конференции (Самара, 19–23 апреля 2021 г.) – 2021. – С. 461 – 470.

4. Любинская Т.В. Снижение эмиссии биогаза как важнейший элемент сокращения «парникового эффекта»// Российский университет дружбы народов. – 2013.– С. 168-173.

5. Ахтямов С.А. Анализ эффективности модернизации системы сбора биогаза на полигонах ТКО // Дни науки – 2021: 76 – я научно-техническая конференция обучающихся СамГТУ: сборник тезисов лучших докладов – 2021. – С. 382 – 383.

УДК 504.05

**Н.М. Бахриддинова, М.Б. Ахмедова**  
Бухарский инженерно-технологический институт  
Бухара, Узбекистан

## **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Аннотация.* Рассмотрены экологические проблемы промышленного производства. Представлены пути стабилизации экологической ситуации. Широко освещено о решениях экологических проблем регионов

**N.M. Bakhriddinova, M.B. Axmedova**  
Bukhara Institute of Engineering and Technology  
Bukhara, Uzbekistan

*Abstract.* Environmental problems of industrial production are considered. The ways of stabilizing the ecological situation are presented. Widely publicized About solutions to environmental problems of the regions

Давление человека на биосферу началось задолго до наступления этапа промышленной эволюции, ибо целые цивилизации погибли еще до нашей эры : Средиземноморская, Майя, острова Пасхи и др. Катастрофические экологические явления в прошлом были связаны в основном не с загрязнением природной среды, как сейчас, а с её трансформациями. Главная из них – деградация почв, эрозия, засоление и т.д.

Вследствие антропогенной нагрузки на биосферу сегодня возникли новые экологические проблемы, которых не было в предыдущих столетиях [1,2]:

глобальное потепление на планете. В результате «парникового эффекта» температура поверхности Земли за последние 100 лет возросла на 0,5–0,6°C. Источниками CO<sub>2</sub>, ответственными за большую