

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА ПОЛИГОНОВ ТКО

С. П. Вострецов, АО «ВНИИ Галургии», Пермь



В статье излагаются предложения по углублению энергетической утилизации твердых коммунальных отходов, размещаемых на полигонах ТКО, путем сбора и утилизации биогаза с целью автономизации энергоснабжения полигона, снижения негативного воздействия на окружающую среду и сокращения выбросов парниковых газов.

Состояние полигонов ТКО дает повод для весьма пессимистических прогнозов относительно реализации стратегии сокращения выбросов парниковых газов от захоронений отходов на территории РФ.

Разработки по утилизации свалочного газа (СГ) направлены преимущественно на создание систем сбора и энергетической утилизации СГ на территории полигонов, закрытых для приема отходов. Значительно меньше

уделяется внимания утилизации СГ на эксплуатируемых, строящихся и проектируемых полигонах.

Для полигонов ТКО, прежде всего вновь создаваемых, целесообразно отказаться от термина «свалочный газ», который подсознательно подводит к нивелированию понятий «полигон» и «свалка». Если проектируется объект, соответствующий европейскому определению Sanitary Landfill, то лучше использовать термин «биогаз полигона ТКО», или

просто «биогаз». Для единообразия терминологии в дальнейшем изложении применяется термин «биогаз» (БГ).

Как правило, система утилизации биогаза рассматривается как относительно самостоятельный проект, не связанный технологически и экономически с полигоном. При этом признается, что коммерческая реализация таких проектов проблематична из-за превышения себестоимости получаемой энергии относительно

возможной цены ее продажи потенциальным потребителям.

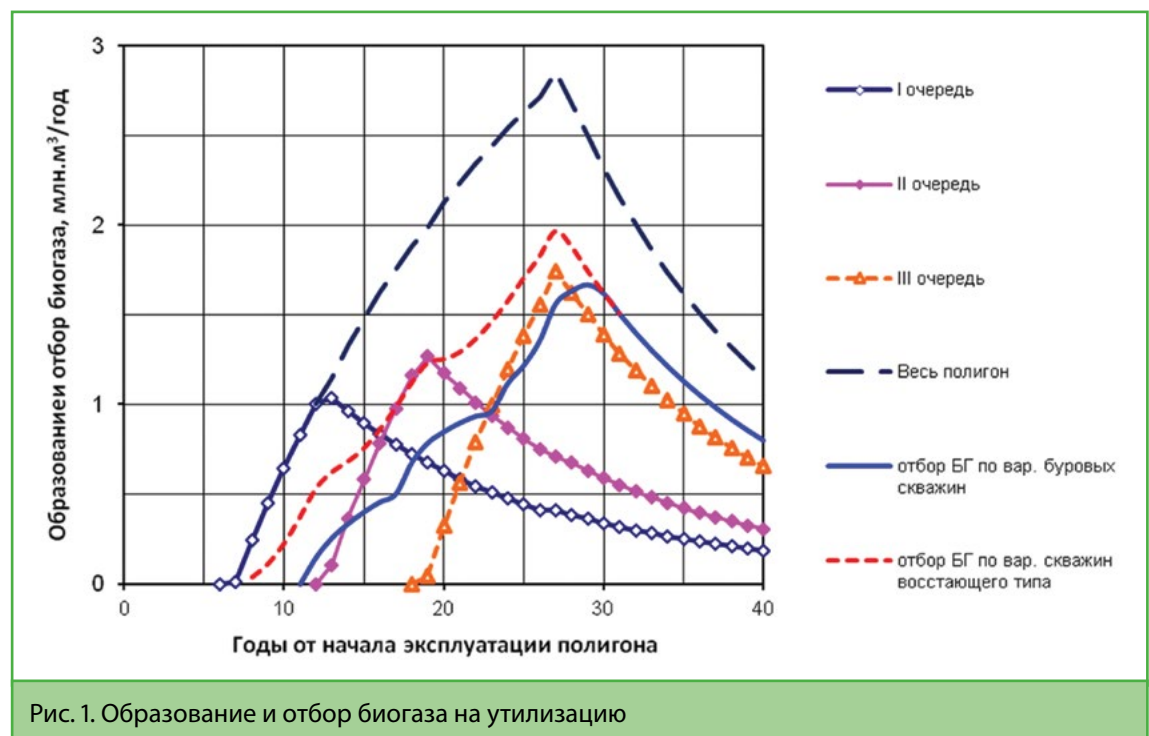
Следует признать, что проекты утилизации БГ в принципе не могут быть успешными в отрыве от технологических, технических, экономических и экологических решений по полигону в целом, каждый такой проект должен быть составной частью общего проекта строительства, эксплуатации и рекультивации полигона.

Приводимые ниже примеры и иллюстрации взяты из авторских данных проекта полигона ТКО, обслуживающего город с населением около 100 тыс. человек.

УТИЛИЗАЦИЯ БИОГАЗА ЗАКРЫВАЮЩИХСЯ ПОЛИГОНОВ

Проекты утилизации биогаза на закрывающихся полигонах ориентированы на создание газотермических установок (ГТУ), использующих собранный БГ в качестве энергоносителя с выработкой преимущественно электрической, в некоторых случаях тепловой энергии и реализацией энергии сторонним потребителям. Такие проекты в России не имеют хороших перспектив, так как:

- при выработке только электрической энергии энергетический КПД утилизации БГ не превышает 35 %;
- вследствие низкого КПД себестоимость получаемой электроэнергии в 1,5–2 раза выше по сравнению с сетевой, а с учетом выполнения ТУ на подключение к внешним электросетям может превышать ее в три раза;
- для реализации тепловой энергии необходимо строительство дорогостоящих теплотрасс;
- относительно мала продолжительность действия ГТУ на закрытом полигоне. Общий срок, в течение которого возможна промышленная добыча БГ на закрытом полигоне, составляет 20–30 лет, однако при этом:
 - объем генерации и возможная добыча БГ со временем систематически уменьшаются;
 - наиболее продуктивный начальный период (5–6 лет после закрытия полигона), как правило, уходит на проведение изысканий и обследования свалочного тела, разработку проектной документации, проведение всевозможных экспертиз и согласо-



ваний, строительство, так что реально построенная ГТУ будет работать с остаточным потенциалом газообразования, составляющим порядка 30 % от номинала.

Отмеченные противоречия в значительной мере снимаются, если ГТУ закрывающегося полигона рассматривается в качестве источника энергоснабжения мероприятий по приведению полигона в экологически безопасное состояние и поддержанию этого состояния в постэксплуатационный период, в том числе для обеспечения:

- работ по рекультивации полигона;
- работы очистных сооружений фильтрата и системы мониторинга;
- хозяйственно-бытовых нужд персонала.

ГТУ целесообразно создавать по схеме когенерации – совместной выработки электрической и тепловой энергии, обеспечивающей КПД реализации энергетического потенциала биогаза до 80 %.

В начальный период эксплуатации потенциальная мощность и выработка такой ГТУ будут превосходить собственные нужды полигона. Избыточное количество биогаза будет сжигаться на факеле, что с позиций сокращения выбросов парниковых газов и с позиций уменьшения посту-

пления загрязняющих веществ в окружающую среду также является полезным. Однако общий КПД использования биогаза в этом случае может быть существенно повышен, если избыточная энергия утилизируемого БГ будет использована для создания на полигоне собственного производства с выпуском рентабельной продукции. Профиль производства выбирается с таким расчетом, чтобы:

- выпускаемая продукция давала прибыль, позволяющую покрывать текущие издержки на содержание природоохранной инфраструктуры полигона в постэксплуатационный период;
- структура энергопотребления, в том числе соотношение потребляемых тепловых и электрических мощностей с учетом их колебаний по сезонам года и времени суток позволила бы минимизировать холостой сброс энергоносителя (БГ) на факел.

В этом случае реализация энергетического потенциала утилизации БГ путем продажи энергии сторонним потребителям не является обязательной. В то же время отпадает необходимость подключения к внешним сетям с целью получения электрической и тепловой энергии. Полигон становится энергонезависимым и как потребитель, и как

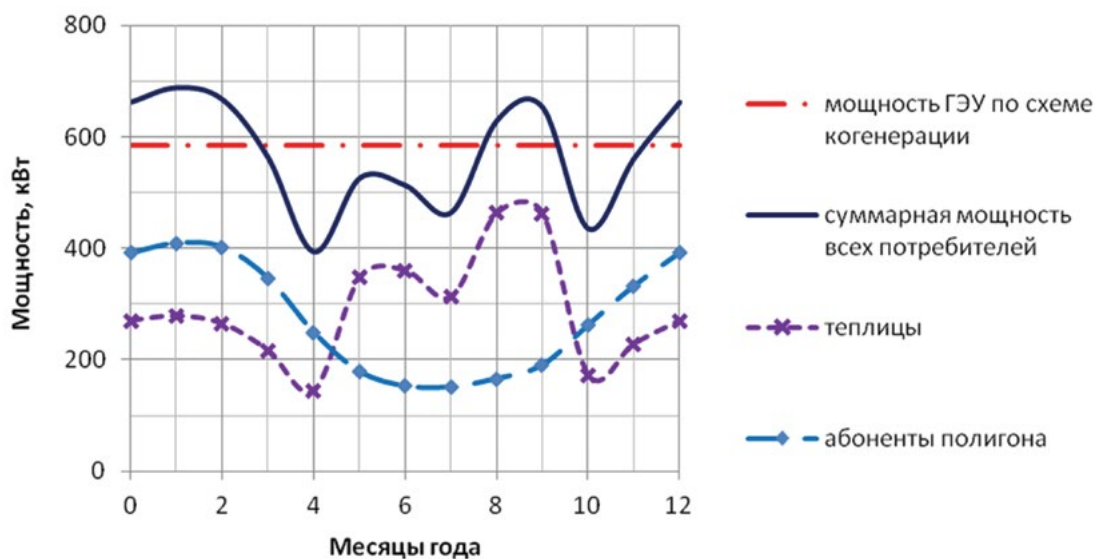


Рис. 2. Эффективность использования энергетического потенциала биогаза

производитель энергии. Благодаря этому могут быть существенно сокращены сроки разработки и реализации проекта и за счет этого повышена его эффективность.

УТИЛИЗАЦИЯ БГ НОВЫХ ПОЛИГОНОВ ТКО

Строительство полигонов ТКО ведется преимущественно по проектам, разработанным на основе устаревшей нормативной базы и не обеспечивающим экологическую безопасность полигона, в том числе сбор и очистку фильтрата, дегазацию тела полигона и утилизацию биогаза. В связи с этим далее излагаются в основном соображения по разработке проектной документации на новые полигоны, ориентированные на оптимизацию использования ресурсного потенциала биогаза.

В проблеме оптимизации использования биогаза полигона ТКО выделяются несколько взаимосвязанных задач, в том числе:

- наиболее полный отбор БГ (в % от его генерации) с целью утилизации;
- наиболее эффективное преобразование собранного БГ в энергию;
- оптимальное использование потенциальной мощности ГЭУ;
- обеспечение экономической эффективности утилизации БГ.

Приемы, способствующие решению задачи наиболее полного отбора БГ:

- технологические, направленные на максимизацию удельного газового потенциала на единицу площади:

- формирование тела полигона небольшими по площади секциями на максимально возможную высоту с обеспечением темпов наращивания по высоте более 2 м в год;

- применение тяжелой уплотнительной техники с достижением плотности укладки 1000 кг/м³;

- технологические, направленные на минимизацию потерь биогаза с его эмиссией через поверхность массива отходов:

- применение для устройства промежуточной пересыпки и верхнего защитного покрытия грунтов или иных материалов с низкой проницаемостью;

- возможно более раннее (до окончания заполнения секции) начало отбора БГ;

- выбор оптимальной схемы газового дренажа (вертикальный или горизонтальный);

- оптимизация размещения газодренажных скважин по площади на основе расчета газового дренажа;

- технические решения:
- использование газодренажных скважин восстающего типа и дренажной системы фильтрата в основании полигона для отбора на утилизацию БГ с начала его образования.

Применение «нижней схемы» отбора биогаза позволяет приблизить

сроки начала промышленного его использования в качестве энергоносителя на 2–3 года и увеличить общий объем утилизации БГ за период эксплуатации полигона в 1,5 раза (рис. 1).

Эффективность преобразования биогаза в энергию зависит от схемы энергетической утилизации:

- выработка только тепловой энергии (котельные установки) – более 90 %;
- выработка только электрической энергии (мотор-генераторы) – менее 35 %;
- когенерация – совместная выработка тепловой и электрической энергии в соотношении 100–144/100 (газодизельные мини-ТЭЦ) – 75–87 %.

Поскольку на полигоне ТКО имеется потребность и в электрической, и в тепловой энергии, предпочтительной является энергетическая утилизация БГ по схеме когенерации.

Задача оптимизации использования потенциала ГЭУ решается через разработку вариантов энергетического баланса и анализ их технико-экономических показателей. При выходе ГЭУ на максимальную (по объему утилизируемого БГ) мощность и использовании ее для энергоснабжения только потребителей полигона КПД использования потенциала утилизации биогаза составит всего 23 % (одна из причин – большая неравномерность энергопотребления по сезонам года и времени суток).

Оптимальным способом повышения эффективности энергетической утилизации БГ является создание собственного энергоемкого производства. В качестве такого производства может рассматриваться тепличное хозяйство с выращиванием цветов на срез, состоящее из набора летних (80–85 % общей площади) и круглогодичных (15–20 %) теплиц.

На рис. 2 представлены результаты расчета эффективности использования энергетического потенциала биогаза, который может быть отобран газодренажной сетью полигона ТБО на двадцатый год эксплуатации полигона.

Согласно расчетам годовой объем утилизируемого биогаза может составить 1,3 млн м³, возможная суммарная мощность ГЭУ по схеме когенерации

586 кВт. В то же время суммарная (электричество плюс тепло) потребляемая мощность абонентов полигона составит 410 кВт в зимний период и 150 кВт – летом. Излишек биогаза, эквивалентный неиспользуемой части энергетического потенциала ГЭУ, должен подаваться на факел и сжигаться. Выравнивание графиков генерации и потребления может быть обеспечено за счет тепличного хозяйства; в данном случае предусмотрены 4200 м³ летних теплиц и 800 м² круглогодичных. Быстрая окупаемость такого производства обеспечивается благодаря дешевой энергии, составляющей обычно значительную часть себестоимости продукции тепличного хозяйства.

Для дальнейшего повышения КПД использования энергетического потенциала БГ необходимо создание аккумулирующих емкостей или применение высоких технологий по обогащению БГ с последующей его реализацией в качестве аналога природного газа, однако эти мероприятия целесообразны только на больших полигонах.

Экономическая эффективность утилизации БГ на новом полигоне обеспечивается главным образом за счет экономии внешних энергоресурсов: дизельного топлива и сетевой электроэнергии. Срок окупаемости вложений в создание системы утилизации и ГЭУ составляет 6–7 лет. При этом создание тепличного хозяйства, дополнительные расходы на него, доходы и прибыль от его деятельности могут рассматриваться как дополнительное коммерческое предприятие и не учитываться в расчете тарифов на прием отходов.

При оценке эффективности утилизации биогаза следует иметь в виду также дополнительные факторы, которые в общей стратегии обращения с отходами, возможно, станут главными:

- оптимизация схемы сбора и утилизации биогаза фактически означает возврат в хозяйственный оборот в виде энергоносителя до 15 % от их первоначальной массы размещаемых на полигоне ТКО;

- наличие действующей ГЭУ в комплексе с энергоемким рентабельным производством становится гарантией энергетического, финансового и кадрового обеспечения необходимых природоохранных мероприятий в период после завершения приема отходов и рекультивации полигона, в том числе по сбору и очистке фильтрата и осуществлению постоянного мониторинга состояния полигона и объектов окружающей среды.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТОВ УТИЛИЗАЦИИ БГ

Нормативная база по проектированию современных полигонов ТКО отсутствует. Разработку нового нормативного документа (СП, технического регламента и т. п.) целесообразно было бы поручить рабочей группе, не связанной организационно ни с одной фирмой или институтом. В состав группы необходимо включить специалистов – практиков, ученых, проектировщиков, потребуются также поддержка экономистов и юристов. В основу документа следовало бы положить требования Директивы ЕС «О полигонах отходов» с их адаптацией к российским условиям, при этом максимально использовать также по-

зитивные примеры из практики российских проектных организаций.

Как представляется, в России реализация технических решений по использованию энергетического потенциала биогаза и сокращению выбросов парниковых газов полигонов ТКО невозможна на чисто коммерческой основе, без государственной поддержки. Было бы целесообразно спроектировать и построить за счет средств федерального и регионального бюджетов несколько экспериментальных полигонов (для городов с различной численностью населения) с внедрением современных разработок по обеспечению их экологической безопасности, включая очистку фильтрата и утилизацию биогаза.

Эти полигоны могли бы стать экспериментальной базой для изучения процессов образования и эмиссии биогаза, его состава и энергетического потенциала, средств его добычи, транспортировки, очистки и использования, а также для исследования объемов и свойств фильтрата, их изменения во времени, отработки технологии очистки фильтрата и других вопросов обеспечения экологической безопасности полигона ТКО.

Проектные решения экспериментальных полигонов ТКО с учетом результатов их эксплуатации могли бы стать основой для нового нормативного документа по проектированию и эксплуатации полигонов.

Успешная эксплуатация экспериментальных полигонов ТКО стала бы наглядным примером перспективности инвестиций в подобные объекты и дала бы толчок для развития коммерческих проектов использования биогаза. ♻️