

Коротинский В.А., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь
ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ БИОГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ В ШВЕЦИИ

Сельское хозяйство Швеции отличается высокой продуктивностью. Его основным направлением считается мясомолочное животноводство. Здесь занимаются разведением крупного рогатого скота, свиней, на севере разводят оленей. В сельском хозяйстве занято только 3% работающего населения страны, но эта отрасль высокоразвита и механизирована, ее продукции хватает не только для самой Швеции, но и для экспорта. Основу этой отрасли составляют крупные предприятия, которые обеспечивают свыше 90% потребностей страны в продовольствии.

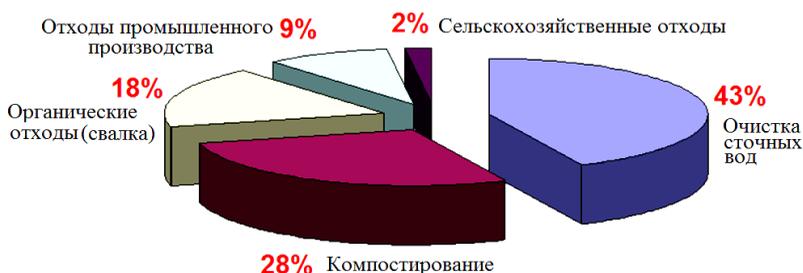


Рис.1 Структура основных биогазовых установок в Швеции [3]

Утилизация отходов производства осуществляется на специальных предприятиях, связанных с получением биогаза (рис.1).

В Швеции, биогаз начали производить на муниципальных очистных сооружениях с 1960-х годов. Основным стимулом было желание сократить объемы шлама. Тем не менее, нефтяной кризис 70-х годов изменил отношение к ископаемому топливу, что привело к исследованиям и разработкам биогазовых технологий и строительству новых заводов с целью снижения экологических проблем и зависимости от нефти.

Промышленность начала действовать первой; сахарные и целлюлозные заводы начали использовать анаэробное брожение для очистки сточных вод в 1970-х и 1980-х годах. В 1980-х годах, несколько установок на полигонах приступили к сбору биогаза, который производился на их очистных сооружениях. Эта деятельность быстро расширилась 1990-х годах.

Структура потребления энергии в Швеции, начиная с 1970 г., остается на одном уровне 420-430 тыс. ГВт·ч, меняя соотношение составляющих: потребление натурального газа снизилось в 3 раза, развитие биоэнергетики – увеличение в 5 раз [1].

Основная часть биогаза очищается и обогащается до стандартов качества топлива транспортных средств (97%, наивысший показатель в ЕС), другая позволяет использовать его для производства теплоты и электрической энергии. Обогащение и очистка биогаза для автомобильного топлива из года в год увеличивается. В результате долгосрочной стратегии, Швеция имеет очень высокий процент (более 64%) биогаза в общем количестве газа, который используют транспортные средства, по сравнению с остальным миром.

Реактор, который также называется автоклавом (гаражным модулем), и в котором происходит процесс производства биогаза, является особенностью шведских специальных конструкций биогазовых установок (рис.2). Биогаз собирается в верхней части реактора, в то время как субстрат, как правило, оказывается снизу. Шлак удаляют путем откачивания в контейнеры для хранения. Одноступенчатый реактор имеет самый простой и распространенный дизайн. Все стадии разложения происходят одновременно и в том же контейнере. В двухступенчатом реакторе процесс происходит в два последовательных этапа. Гидролиз и брожение происходит в первом реакторе. Остаток или фильтрат из первого реактора затем подают во второй реактор, который специально разработан для добычи метана. Например, он может быть сконструирован в виде анаэробного фильтра с встроенными носителями, на котором могут быть расположены микроорганизмы для лучшего роста. Это часто приводит к быстрому и эффективному производству биогаза с содержанием метана до 85%.

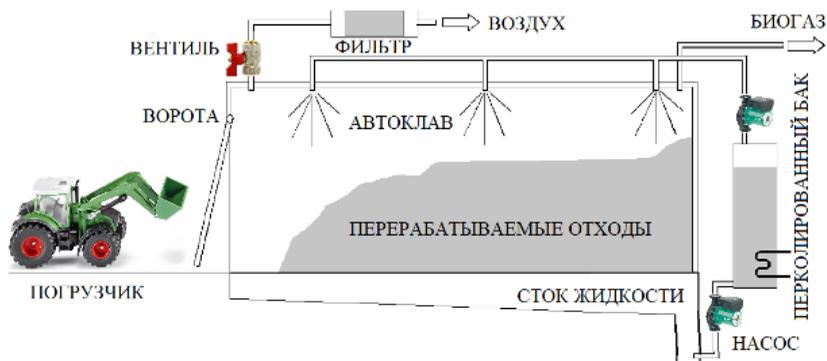


Рис.2 Переработка отходов в гаражном модуле

Установка сухого брожения может быть построена с четырьмя или более реакторами, которые называют туннелями, похожими на гаражи (гаражные модули). Туннель должен быть иметь следующие пропорции: высота и ширина 4-6 м, а длина туннеля часто достигает 20-30 м. Дверь должна быть газонепроницаемой. Перед опорожнением туннеля, технологический газ внутри должен быть откачен и пропущен через биофильтр.

Производство биогаза является постоянным процессом, потому что различные туннели, загружаются по отдельности (рис.3). Каждый туннель загружается отдельно через 3-4 дня и имеет оборудование для сбора газа и для вторичной циркуляции фильтрованной воды.

Субстрат загружается и вывозится трактором. Фильтрованная вода хранится в резервуаре и используется для распыления нового субстрата в туннелях.

Температура является важным фактором анаэробного брожения. Процессы производства биогаза как правило, работают при температуре: 37-40°C (мезофильные) или 55 °C (термофильные). Теплота должна подаваться в процессе производства биогаза, так как, в отличие от аэробного компоста, здесь самонагревание не происходит.

Анаэробный процесс может осуществляться с различной степенью содержания воды в субстрате: мокрый, сухой и полусухой в зависимости от процентного содержания сухого вещества (СВ): 2-10% СВ - мокрый процесс; 10-20% СВ - полусухой процесс и 20-35% СВ - сухой процесс.

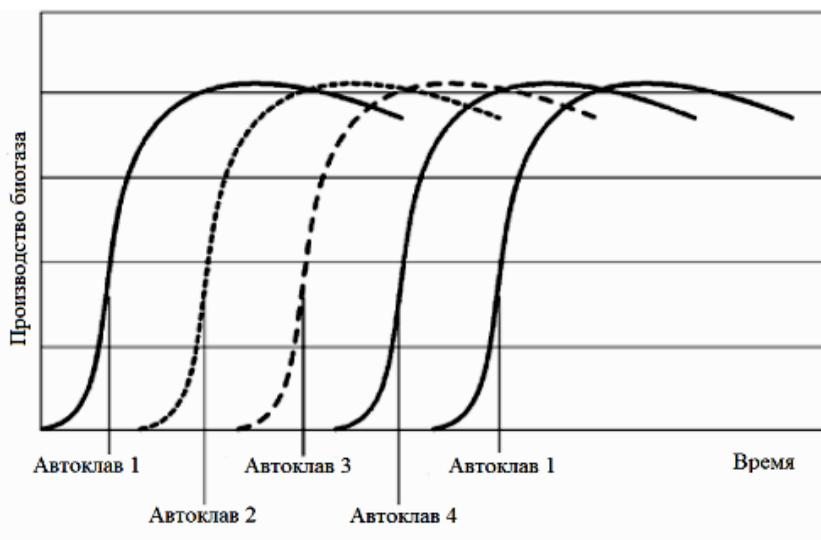


Рис.3 Очередность загрузки гаражных модулей

Для большинства способов применения биогаза, особенно если он будет использоваться в качестве моторного топлива, есть необходимость увеличить энергетическую составляющую, путем удаления диоксида углерода, так называемое обогащение. Вода и загрязняющие вещества, такие как сероводород и твердые частицы, должны быть удалены. Наконец, газ должен быть сжат под давлением около 200 бар, прежде чем он может быть использован.

К общим методам обогащения биогаза можно отнести:

Физическое поглощение, то есть промывка водой является наиболее используемой техникой для модернизации биогаза. Метод основан на том, что углекислый газ быстрее растворяется в воде, чем метан. Особенность этого метода заключается в использовании растворителя, который поглощает углекислый газ более эффективно, чем вода.

Адсорбция давления разделяет различные вещества на основе их молекулярного размера, является еще одним распространенным методом, который используется для обогащения биогаза.

Углекислый газ может быть отделен от метана с использованием криогенной технологии. Этот метод основан на том, что оба газа имеют разные температуры кипения, а это значит, что углекислый газ может быть удален при охлаждении биогаза (минус 162 °C) до жидкого состояния. Сжиженный биогаз имеет преимущества в отношении перевозки, потому что он в три раза плотнее, чем соответствующий газообразный сжатый биогаз. Сжиженный диоксид углерода может быть использован в качестве теплоносителя в пищевой промышленности или в рефрижераторной перевозке.

Экономика производства Шведского биогаза:

Во-первых, строительство биогазовой установки поддерживаются значительными субсидиями от шведского государства, в рамках политики поддержки развития возобновляемых источников энергии и проектов устойчивого развития. Эта поддержка составляет около 30% от общей стоимости.

Во-вторых, биогаз сам по себе имеет большее значение, так как его используют как газ для транспортных средств после определенной очистки или для производства тепловой и электрической энергии.

Основные правила для достижения низкой себестоимости включают в себя: дешевые субстраты и субстраты с высоким выходом энергии, что дает высокое производство газа; удобрения используются в экологическом культивировании; низкая стоимость рабочего времени, обслуживания и анализа.

Биогаз является наиболее экологически чистым топливом для транспортных средств на рынке сегодня. Он дает наименьшее количество выбросов двуоксида углерода и твердых частиц среди всех видов автомобильного топлива на рынке. Выбросы окиси углерода, углеводородов, соединений серы и оксидов азота меньше, чем тогда, когда бензин или дизельное топливо используется в качестве топлива.

Газовый двигатель работает тише и вибрирует меньше, чем дизельный двигатель, что способствует улучшению условий труда для профессиональных

водителей. Биогаз легче воздуха. Если произошла утечка, метан поднимается через воздух. Биогаз имеет более высокую температуру воспламенения, чем бензин и дизельное топливо, что снижает риск пожаров и взрывов при авариях.

Расчеты показывают, что замена ископаемого топлива для транспортного средства на биогаз уменьшает выбросы двуокиси углерода на единицу энергии на 90 % [2]. Выгода может быть удвоена, если биогаз произвели из навоза, так как это уменьшает выбросы метана и двуокиси углерода ископаемого. Снижение измеряется в эквиваленте диоксида углерода и может быть больше чем 180% на единицу энергии.

Использование биогаза в качестве моторного топлива в Швеции постоянно растет. Количество биогазовых заправочных станций увеличивается (в 2012 году их было 136) [3].

Газовый двигатель является экологически чистой альтернативой, которая подходит для тяжелых транспортных средств, в связи с низким потреблением топлива и низким уровнем выбросов оксидов азота, твердых частиц и т.д.

Список использованных источников

1. Джексон К. «Мусорная» политика ЕС: инструменты контроля // Твердые бытовые отходы. 2013. №1. С. 54–54.
2. Adrados A., De Marco I., Lopez-Urionabarrenechea A. et al. Pyrolysis behavior of different type of materials contained in the rejects of packaging waste sorting plants // Waste Management. 2013. V. 33. P. 52–59.
3. Biogas in Sweden. Energigas Sverige – Swedish Gas Association. Global Biomthane Congress 2012.

**Коротинский В.А., к.т.н., доцент, Клинцова В.Ф. ст. преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», Минск, Республика Беларусь**

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

24 сентября 2019 г. Президентом Республики Беларусь подписан Указ № 357 «О возобновляемых источниках энергии».[1]

С предстоящим вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС одним из важных нововведений является режимное взаимодействие с Белорусской энергосистемой установок ВИЭ установленной электрической мощностью 1 МВт и более, созданных в пределах распределенных после 1 ноября 2019 года квот.

В частности, документом установлено, что при создании новых, а также реконструкция и модернизация действующих установок ВИЭ в рамках распределенных с 2019 года квот будет осуществляться только с использованием нового оборудования, ранее не находившегося в эксплуатации, и применением стимулирующих коэффициентов при оплате поставленной электроэнергии от установок в государственную энергетическую сеть.[2]