

4. Протокол проверки технических характеристик муфта 02ED12395 № 020005197 производства «BWCS» Германия. Определения работоспособности системы охлаждения трактора «БЕЛАРУС-3022ДЦ» / РУП «МТЗ». – 2010.

5. Тарасенко, В.Е. К вопросу обеспечения температурного режима системы охлаждения дизеля трактора «БЕЛАРУС-3022ДВ» / В.Е. Тарасенко // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых учёных: труды IV Междунар. науч. конф. молодых учёных, посвящ. 40-летию СО Россельхозакадемии. пос. Краснообск, 22-23 апреля 2010 г. / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние; под ред. В.К. Каличкина: в 2 ч. – Новосибирск, 2010. – Ч. 2. – С. 405-409.

УДК 620.91/98.004.14 (476)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В АПК

Занкевич В.А., к.ф.-м.н., доц., Демидков С.В., к.т.н., доц., Коротинский В.А., к.т.н., доц., Почебут А.А., студент (БГАТУ), Байлук Н.Д., с.н.с. (БНТУ)

Широкое использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) относится к приоритетным направлениям энергетической политики Республики Беларусь.

Одним из перспективных направлений по применению ВИЭ в АПК является внедрение биогазовых энергетических установок (БЭУ). БЭУ работают во всем мире, но в последнее десятилетие в странах Западной Европы наблюдается тенденция к их значительному увеличению, особенно в сельскохозяйственных районах. БЭУ работают по биотехнологии (анаэробная переработка отходов), которая является безотходной, энерго- и ресурсосберегающей. При выборе БЭУ необходимо провести технико-экономическое обоснование целесообразности ее использования, рассчитать энергосбережение по тепловой и электрической энергии, моторному топливу, по биоудобрениям, т.е. оценить ее окупаемость и доходность.

В основу работы БЭУ положен принцип биологической переработки органических отходов сельскохозяйственного производства, жилищно-коммунального хозяйства, производств пищевой промышленности путем анаэробного разложения активного ила с образованием органического топлива-метана (биогаза). Биогаз имеет специфический запах, взрывоопасен и в народе называется «болотным» газом. Остатки переработки активного ила содержат питательные вещества, состав которых зависит от исходного сырья и используется в качестве органического биоудобрения [1-3, 5]. Бескислородное непрерывное разложение органических отходов при анаэробном сбраживании активного ила в метантенках (биореакторах) в одноступенчатых БЭУ происходит одновременно в три этапа: гидролиз, окисление, образование метана CH_4 , CO_2 и некоторых побочных газов. Одноступенчатые БЭУ на каждом этапе используют первичные бактерии (клеткоразрушающие, углеродсбраживающие, аммонифицирующие и т.д.) между которыми существует тесная взаимосвязь, которая определяет стабильность процесса. Для нормального протекания процесса в БЭУ необходимы оптимальные условия в метантенке: температура, концентрация питательных веществ, особенно по соотношению углерода и азота ($\text{C/N}=20/1-30/1$) в биомассе, время сбраживания, допустимый диапазон pH в биомассе ($\text{pH}=6,8-7,2$), массы и влажности активного ила и т.д. Значения величин оптимальных температур для развития мезофильной бактериальной флоры в метантенке зависит от состава исходного сырья и находится в интервале 30-35°C, термотолерантной – 40-45°C, в термофильных условиях – 50-55°C [2]. Если в странах Западной Европы практически на всех крупных птицефабриках используют БЭУ, то в РБ внедрено БЭУ только на одной птицефабрике. Правильный выбор технологических параметров, отвечающих энергосбережению и максимальному выходу биогаза, соблюдение технологического процесса приводит к непрерывности работы БЭУ на данных птицефабриках.

Данные температуры влияют не только на выход биогаза, но и приводят в течение времени переработки активного ила в метантенке к уничтожению вегетативных форм бактериальных возбудителей инфекционных заболеваний, всхожести семян сорных растений и их уничтожению метанобразующими бактериями. При выгрузке остатков сбраживания (шлама) из метантенка в присутствии кислорода воздуха метаносодержащие бактерии гибнут. Шлам не имеет запаха и является ценным органическим биоудобрением. Он содержит некоторые жирные кислоты, вещество лигнин, витамин В₁₂, сохраняя при этом практически весь азот исходного сырья, сырой протеин, белок. Твердые биоудобрения, более удобные для хранения и транспортировки, получают путем обезвоживания шлама, например, на центрифугах или путем смешивания с сорбентами: торф, древесные опилки, земля и т.д. Одна тонна жидких биоудобрений по своему эффекту на растение эквивалентна порядка 80 т исходного навоза. Анализ литературы показывает, что внесение биоудобрений повышает урожайность некоторых полевых культур до 100% [5]. Шлам используется как качество белково-витаминных-минеральных добавок в корм животных и птиц. Технологическая линия, как правило, состоит из центрифуги для (частичного обезвоживания шлама) и многоступенчатого его упаривания под вакуумом с термической сушкой концентрата. Для автономного энергообеспечения данной линии может быть использован биогаз.

Основными компонентами биогаза в массовых долях являются 60-70% метана, 20-25% углекислого газа. Из биогаза получают биометан, который сжижают. Сжиженные метаносодержащие газы (бутан-пропановые смеси, природный газ (СПГ), биометан (СБМ)) используются в качестве моторного топлива. Перспективными для сжижения данных газов являются криогенные газовые машины (КГМ) Стирлинга. Эффективность цикла сжижения КГМ в 2 раза выше, чем при использовании традиционных дроссельных и детандерных циклов [5]. Теплота сгорания СБМ $L=50$ МДж/кг, октановое число $n=110$, что выше аналогичных величин бензина ($L=45$ МДж/кг, $n=75-85$) и соответствует требованиям ГОСТа 25.577 на моторное топливо. СБМ является одним из экологически чистых и дешевых видов топлива для мобильных средств. Для СБМ используется газобаллонное оборудование, что и для СПГ.

Технологическая схема БЭУ во многом зависит от направления сельскохозяйственного предприятия. Если на птицефабриках и свинофермах рационально использовать проточные технологические системы БЭУ, то на животноводческих комплексах – системы с попеременным использованием метантенгов [2]. Каждая установка состоит из накопителя жидких и твердых отходов, измельчителя твердых отходов, песколовки и отделителя грубых отходов, усреднителя для создания определенного значения рН жидкого субстрата, погружного насоса и насоса-дозатора, нагревательного агрегата и противоточных теплообменников, одного или двух метантенгов, резервуара для остатков брожения, установки для подготовки остатков брожения, газгольдера, перемешивающего устройства, системы автоматического регулирования технологическим процессом, смесителя-концентратора для получения твердого биоудобрения, хранилищ жидких и твердых биоудобрений, устройства для подготовки биогаза к использованию.

Для широкого внедрения БЭУ в АПК РБ необходимо решить ряд задач. Остановимся на некоторых из них:

1. Создание центра по подготовке специалистов по возобновляемым источникам энергии и широкому внедрению БЭУ на сельскохозяйственных предприятиях. Практические занятия в центре необходимо проводить на действующей БЭУ. Сырьем для БЭУ могут быть не только отходы животноводства, но и переработки некоторых отходов УП «Зеленстрой», что способствует получению биогаза, ценных удобрений и улучшает экологию города.

2. Широкое внедрение БЭУ для получения биогаза и удобрений в промышленных масштабах в АПК РБ возможно при изготовлении установок или основных унифицированных узлов на предприятиях РБ. Необходимо выбрать оптимальные базовые модели БЭУ с различными объемами биореактора и найти завод-изготовитель данных

установок.

3. Проведение расчетного энергетического потенциала переработки органических отходов в АПК при производстве биогаза во всех областях РБ. Решение этой задачи позволит собрать информацию об объемах переработки отходов на предприятиях АПК, подобрать биогазовый энергетический комплекс. Подобный расчет переработки коммунально-бытовых стоков жилищно-коммунального сектора 87 очистных сооружений крупных и средних городов РБ при производстве биогаза приведен в [4]. В [4] также анализируются основные принципиальные схемы применения биогаза для получения тепловой и электрической энергии с использованием когенерационных систем, т.е. применен комплексный подход при выборе строительства биогазового комплекса.

Наибольшие тепловые потери БЭУ наблюдаются в холодный период. Данные потери определяются из уравнения теплового баланса БЭУ. Для составления данного уравнения необходимо знать ряд параметров, например, температуру, вязкость, теплофизические свойства, расход сбраживаемого субстрата, поступающего в метантенк, термическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции метантенка, его габариты, производительность БЭУ по биогазу и выходу шлама и т.д. Наибольшие тепловые потери идут на подогрев сбраживаемой массы субстрата. Большая экономия тепловой энергии и капиталовложений достигается при разделении, например, цилиндрического метантенка на камеры [2]. Для экономии теплоты используют противоточные теплообменники, включая системы «труба в трубе». Несомненный интерес представляет опыт работы БЭУ в странах с близкими климатическими условиями: Швеция, Канада, РФ, Украина и др.

Выбор энергетического оборудования по переработке биогаза выполняется на основании технико-экономических расчетов с учетом мер энергосбережения сельхозпредприятий по использованию тепловой и электрической энергии, моторного топлива.

Несомненный интерес для сельского хозяйства представляют индивидуальные биогазовые установки для крестьянских семей, такие как разработки ОА Центр «Эко Рос».

В заключение данного обзора следует отметить, что биогазовые технологии необходимо широко использовать при переработке отходов сельскохозяйственных предприятий, с учетом энергосбережений. Данные технологии являются безотходными, энерго- и ресурсосберегающими и экологически безопасными. Как правило, эколого-экономический эффект при использовании БЭУ составляет 30-60% от суммарного экономического эффекта.

Литература

1. Марочкин В.К., Байлук Н.Д., Брилевский М.Ю. Использование вторичных топливно-энергетических ресурсов в сельском хозяйстве. – Минск, Ураджай, 1989. – 200 с.
2. Баадер В., Доне Е.Б., Бреннденфер М. Биогаз: теория и практика. - М.: Колос, 1982. – 148 с.
3. Коротинский В.А., Гаркуша К.Э. // Энергосбережение. Практикум. – 2010. - № 1. – с. 26-33. (Энергосберегающие технологии)
4. Седнин В.А., Седнин А.В., Прокопеня И.Н. и др. Энергетический потенциал коммунально-бытовых стоков жилищно-коммунального сектора при производстве биогаза и принципиальные схемы его использования // Энергия и менеджмент . – 2010. – май-июнь. – с. 8-13.
5. Карташевич А.Н., Товстыка В.С. Возобновляемые источники энергии: Научно-практическое пособие. – Горки, БГСА, 2007. – 264 с.