

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический

Направление подготовки (специальность) Энергетическое машиностроение

Кафедра Парогенераторостроения и парогенераторных установок

Курсовой проект на тему

«Разработка объекта малой распределенной энергетики, использующего
низкокачественное топливо и альтернативные источники энергии»

по дисциплине «Современные энергетические технологии»

Исполнители:

Руководитель:

Томск – 2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на разработку проекта по направлению
«Гибридные энергоустановки для объектов малой распределенной энергетики».

Тема проекта «Биогазовая-когенерационная установка с аккумулирующей системой»

1 Актуальность

В утвержденной Правительством РФ Энергетической стратегии России, существенная роль отводится снижению доли газа в потреблении первичных топливно-энергетических ресурсов, развитию использования новых возобновляемых источников энергии и энергоносителей, вовлечению в топливно-энергетический баланс местных топливных ресурсов. В соответствии с Основными направлениями государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии целевым ориентиром является увеличение относительного объема производства и потребления электрической энергии с использованием местных низкосортных топливных ресурсов и возобновляемых источников энергии. Переход от централизованной системы энергоснабжения на автономные гибридные энергетические установки, использующие в качестве топлива различное сырье, рассматривается как одно из перспективных направлений развития Энергетики России.

2 Основная идея

Данный проект предусматривает гибридную систему энергоснабжения. Электропитание обеспечивается когенерационной установкой, которая работает посредством биогазовой установки. Отопление обеспечивается водогрейным котлом, который подпитывает биогазовую установку горячей водой. Биогаз вырабатывается из компоста, жидкого навоза и другого энергетического сырья (биомассы).

Принцип работы заключается в следующем:

1) Доставка продуктов переработки и отходов в установку. В том случае, если отходы жидкие их целесообразно доставлять в реактор с помощью специализированных насосов. Более твердые отходы могут доставляться в реактор вручную, либо посредством транспортной ленты. В некоторых случаях целесообразно подогреть отходы, дабы увеличить их скорость брожения и распада в биореакторе. Для подогрева отходов используется переходная емкость, в которой продукты переработки доводятся до нужной температуры.

2) Переработка в реакторе. После переходной емкости подготовленные и подогретые отходы попадают в реактор. Подогрев реактора осуществляется с помощью водогрейного котла, который доставляет горячую воду для биогазовой установки. Система автономна. Нагрев воды происходит с помощью вырабатываемого биогаза. Реактор работает без доступа кислорода, в полностью замкнутой среде. Несколько раз в день, с помощью насоса в него можно добавлять новые порции перерабатываемого вещества. Оптимальный температурный режим реактора – около 40 градусов Цельсия. Для того чтобы ускорить процесс брожения используется специальный миксер.

3) Выход готового продукта. По истечению определенного времени (от нескольких часов до нескольких дней) появляются первые результаты брожения. Это биогаз и биологические удобрения. В итоге получившийся биогаз попадает в газгольдер (бак для хранения газа). Давление газа в газгольдере регулируется с помощью клапанов. В случае чрезмерного давления будут задействованы аварийные горелки, которые попросту сожгут лишний газ, и тем самым стабилизируют давление. Получаемый биогаз нуждается в усушке. Лишь после этого его можно использовать, как обычный природный газ.

3 Объект проектирования: Биогазовая-когенерационная установка с аккумулирующей системой

4 Цель проекта: Разработка технических решений гибридной энергоустановки для объектов малой распределенной энергетики.

5 Задачи проекта

- 1 Выбор и обоснование объекта проектирования.
- 2 Разработка объекта проектирования.
- 3 Обобщение результатов.

6 Планируемые результаты

- 6.1 Отчет по проекту, в том числе содержащий:
 - аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы по теме проекта;
 - обоснование выбора объекта проектирования;
 - сопряженную технологическую схему объекта проектирования и её описание;
 - расчеты объекта проектирования.
- 6.2 Отчет о патентных исследованиях (оформляется приложением к Отчету по проекту).
- 6.3 Эскизная конструкторская документация (оформляется приложением к Отчету по проекту).
- 6.4 Статья по теме проекта (оформляется приложением к Отчету по проекту).
- 6.5 Заявка на выдачу правоохранных документов (оформляется приложением к Отчету по проекту).

7 Требования к выполняемым работам:

- 7.1 Должен быть выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы по теме проекта.
- 7.2 Должны быть выполнены патентные исследования.
- 7.3 Должно быть выполнено обоснование выбора объекта проектирования.
- 7.4 Должна быть разработана сопряженная технологическая схема объекта проектирования.
- 7.5 Должны быть выполнены расчеты объекта проектирования.
- 7.6 Должна быть разработана эскизная конструкторская документация.
- 7.7 Должна быть подготовлена к опубликованию статья по теме проекта.
- 7.8 Должна быть составлена заявка на выдачу правоохранных документов РФ на РИД.
- 7.9 Должен быть составлен отчет по проекту.

8 Технические требования

8.1 Требования по назначению

- 8.1.1 Сферой применения объекта проектирования должна быть малая распределенная энергетика.
- 8.1.2 Разрабатываемый объект проектирования должен использовать не менее 2-х источников энергии.
- 8.1.3 Разрабатываемый объект проектирования должен вырабатывать тепловую и электрическую энергии.
- 8.1.4 Аналитический обзор научно-информационных источников должен обосновать существующие проблемы в тепло- электроснабжении потребителей малой распределенной энергетики.

- 8.1.5 Аналитический обзор научно-информационных источников должен определить целевые группы потребителей.
- 8.1.6 Аналитический обзор научно-информационных источников должен показать современное состояние исследований и разработок по теме проекта.
- 8.1.7 Патентные исследования должны показать современный уровень разработок по теме проекта.
- 8.1.8 Патентные исследования должны позволить выбрать прототип объекта проектирования.
- 8.1.9 Выбор объекта проектирования должен быть обоснован, должны быть описаны преимущества и недостатки объекта проектирования.
- 8.1.10 Сопряженная технологическая схема должна демонстрировать взаимосвязь составных частей объекта проектирования и их функциональные свойства.
- 8.1.11 Расчеты объекта проектирования должны быть выполнены в объеме, достаточном для разработки эскизной конструкторской документации.
- 8.1.12 Эскизная конструкторская документация должна содержать принципиальные решения, дающие общее представление об устройстве и принципе работы разрабатываемого объекта, а также данные, определяющие его назначение, основные параметры и габаритные размеры.
- 8.1.13 Статья (и комплект сопровождающих материалов) должна быть подготовлена в объеме, достаточном для подачи на ближайшую конференцию.
- 8.1.14 Уровень подготовки заявки на выдачу правоохранных документов должен позволить пройти первичную внутреннюю экспертизу.
- 8.1.15 Отчет по проекту должен содержать описание всех выполненных работ.

8.2 Требования к характеристикам

- 8.2.1 Аналитический обзор должен содержать не менее 15 научно-информационных источников за период 2010 – 2016 гг.
- 8.2.2 Патентные исследования должны быть выполнены в соответствии с ГОСТ 15.011-96.
- 8.2.3 Расчеты объекта проектирования должны быть выполнены в объеме:
 - тепловой расчет;
 - аэродинамический расчет;
 - гидравлический расчет;
 - прочностной расчет;
- 8.2.4 Эскизная конструкторская документация должна быть разработана в составе:
 - схема деления в соответствии с ГОСТ 2.711-82;
 - схема структурная в соответствии с ГОСТ 2.701-84;
 - схема функциональная в соответствии с ГОСТ 2.701-84;
 - схема подключений в соответствии с ГОСТ 2.701-84;
 - схема соединений в соответствии с ГОСТ 2.701-84;
 - схема электрическая в соответствии с ГОСТ 2.701-84;
 - схема гидравлическая в соответствии с ГОСТ 2.701-84;
 - схема газовая в соответствии с ГОСТ 2.701-84;
 - схема комбинированная в соответствии с ГОСТ 2.701-84;
 - руководство по эксплуатации в соответствии с ГОСТ 2.610-2006;
 - формуляр в соответствии с ГОСТ 2.601-2006 и ГОСТ 2.610-2006;
 - чертежи общего вида в соответствии с ГОСТ 2.102-68;
 - чертежи сборочных единиц в соответствии с ГОСТ 2.109-73;
 - чертежи деталей в соответствии с ГОСТ 2.109-73;
 - спецификации в соответствии с ГОСТ 2.113-75;

– пояснительная записка в соответствии с ГОСТ 19.404-79.

8.2.5 Подготовленная к опубликованию статья должна содержать англоязычный перевод объемом не менее 4 стр.

8.2.6 Заявка на выдачу правоохранных документов РФ на РИД должна быть подготовлена в соответствии с рекомендациями ФИПС.

8.2.7 Отчет по проекту должен быть составлен в соответствии с СТО ТПУ 2.5.01-2006.

9 План-график выполнения работ:

Наименование этапа	Срок выполнения	Содержание выполняемых работ
Этап 1. Выбор и обоснование объекта проектирования	Сентябрь	1 Аналитический обзор литературы. 2 Патентные исследования. 3 Обоснование выбора объекта проектирования.
Этап 2. Разработка объекта проектирования	Октябрь- Ноябрь	4 Разработка сопряженной технологической схемы. 5 Расчеты объекта проектирования. 6 Разработка эскизной конструкторской документации.
Этап 3. Обобщение результатов	Декабрь	7 Подготовка статьи. 8 Составление заявки на РИД. 9 Составление отчета по проекту.
	26.12.16	Защита проекта.

10 Коэффициент трудового участия исполнителей, %

Наименование работ	Исполнители				
	1	2	3	4	5
1 Аналитический обзор литературы	40	15	15	15	15
2 Патентные исследования	10	40	10	10	30
3 Обоснование выбора объекта проектирования	15	10	30	30	15
4 Разработка сопряженной технологической схемы	10	10	10	60	10
5 Расчеты объекта проектирования	10	10	10	10	60
6 Разработка эскизной конструкторской документации	10	60	10	10	10
7 Подготовка статьи	60	10	10	10	10
8 Составление заявки на РИД	10	10	60	10	10
9 Составление отчета по проекту	20	20	20	20	20

11 Полнота выполнения ТЗ = $41 \cdot 100 / 43 = 95\%$.

Ответственный исполнитель:

1. _____

Дата

29.08.16

Исполнители:

2. _____

Дата

29.08.16

3. _____

29.08.16

4. _____

29.08.16

5. _____

29.08.16

Руководитель

29.08.16

Содержание

	С.
Задание	2
Содержание	6
1 Аналитический обзор литературы	7
2 Обоснование выбора объекта проектирования	11
3 Сопряжённая технологическая схема	13
4 Расчёты объекта проектирования	14
Список литературы	18
Приложение А. Патентные исследования	20
Приложение Б. Эскизная конструкторская документация	25
Приложение В. Статья по теме проекта	26
Приложение Г. Заявка на выдачу правоохранных документов	34

1 Аналитический обзор литературы

Аналитический обзор проводился в области возобновляемой энергетики (биогазовые установки).

1.1 Существующие проблемы в тепло– электроснабжении потребителей малой распределённой энергетики

Ввиду климатических особенностей нашей страны больше половины её территории лишено централизованного тепло– и электроснабжения. Теплоснабжение этих населённых пунктов обеспечивается в основном котельными малой мощности, которые используют привозное топливо. При этом данные регионы удалены от главных транспортных магистралей, что удорожает топливо из-за высоких затрат на доставку. В итоге всё вышеперечисленное приводит к повышению тарифов на тепло– и электроэнергию [1].

Согласно [2] решением этой проблемы региональной энергетики может стать вовлечение в топливно–энергетические балансы возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Необходимо использовать местные топливные ресурсы, такие как отходы сельского и лесного хозяйств, животноводства и различные виды биомассы.

Согласно [3] к 2020 г. прогнозируется потребление энергии в 18–20 млрд тонн в нефтяном эквиваленте, что даёт основание рассматривать возобновляемую энергетику как один из ключевых трендов развития мировой энергетики. На 2014 год возобновляемые источники энергии обеспечивают примерно 19% потребляемой в мире энергии [4] и с каждым годом ожидается увеличение этой доли в связи с высокими темпами проникновения ВИЭ на энергетический рынок.

1.2 Целевые группы потребителей

Сырьём для производства биогаза могут служить отходы агропромышленного комплекса. Большая часть регионов с развитым сельским хозяйством, таких как Алтайский край, имеют высокую концентрацию ресурсов для производства биогаза [5] и в то же время являются энергодефицитными, поэтому энергоснабжение сельхозпроизводителей таких регионов осуществляется по остаточному принципу.

Однако суммарный энергетический потенциал отходов агропромышленного комплекса страны позволит на 23% обеспечить потребности экономики в электроэнергии. А переработка биогаза на когенерационных установках на конкретном объекте сельскохозяйственного производства позволит не только покрыть собственные нужды в электроэнергии, но и обеспечить небольшой населённый пункт.

Как уже упоминалось ранее, удорожание топлива из-за доставки приводит к повышению тарифов на тепло, вследствие чего удалённые населённые пункты лишены возможности использовать центральное энергоснабжение. В этих условиях для сельского хозяйства актуально энергообеспечение за счёт локальных энергетических сетей на базе маломощных энергетических установок, использующих ВИЭ [6].

В итоге изучения групп потребителей выбран конкретный объект, на который ориентирована разрабатываемая энергоустановка – село Буланиха Алтайского края.

1.3 Современное состояние исследований и разработок

На данный момент актуальны новые технологии преобразования ВИЭ, о чём свидетельствует сокращение потребления традиционной биомассы [7]. Одним из вариантов переработки можно считать получение биотоплива, как в жидком, так и газообразном состоянии из различных видов биомассы.

Использование биотоплива поможет решить ряд экологических проблем, основной из которых является использование ископаемых ресурсов [8]. В настоящее время биотопливом считается топливо, произведённое из любой биомассы, которая может быть превращена в тепловую энергию.

По сравнению с использованием других секторов возобновляемой энергетики установки для производства биогаза требуют умеренного водопотребления и расхода электроэнергии [9], что даёт им преимущество перед солнечными и ветровыми энергоустановками.

Также перспективным направлением для получения биогаза является переработка микроводорослей, специально выращенных для энергетических целей. Выращивание микроводорослей сопровождается меньшими затратами по сравнению с традиционными зерновыми культурами [10] и в то же время их биомасса имеет ряд преимуществ [11].

На данный момент существует несколько вариантов установок для производства биогаза, работающих совместно с водогрейными котлами, ветроэнергетическими и солнечными установками, а также утилизаторами тепла [6].

Сформулировано, что в летний период образуются избытки биогаза, которые предлагается перерабатывать в жидкий метанол [12]. Однако, при грамотных расчётах, можно использовать биогаз в когенерационных установках для энергоснабжения близлежащего посёлка.

Кроме того, в зимний период в качестве дополнительного источника энергии биогаз может использоваться в промышленных котлах. Для этого требуется лишь реконструкция горелочного устройства. При этом по некоторым характеристикам биогаз превосходит природный газ [13].

1.4 Выводы

В итоге можно сказать, что создание биогазовых установок актуально и поможет решить ряд проблем в энергетике: частично или полностью заменить устаревшие региональные котельные и обеспечить электроэнергией и теплом близлежащие населённые пункты. Кроме того такие установки обладают некоторыми преимуществами:

- 1) Коэффициент использования газа на малых когенерационных установках значительно превышает показатели крупных ТЭЦ;
- 2) Биогазовые установки не требуют строительства дорогостоящих газопроводов и позволяют избежать потерь электроэнергии [14].

Главным препятствием на пути развития возобновляемой энергетики, в частности энергоустановок на биотопливе, в России является отсутствие ясного политического видения роли и места ВИЭ в энергетике будущего. Государственная поддержка пока не регламентирована ясными и чёткими нормативными документами, по многим направлениям приходится ориентироваться на использование зарубежных технологий и оборудования [15].

2.1 Обоснование выбора объекта проектирования

Проблема потребления полезных ископаемых является одной из важнейших проблем во всем мире. Данный проект предусматривает гибридную систему энергоснабжения. Электропитание обеспечивается когенерационной установкой, которая работает посредством биогазовой установки. Отопление обеспечивается водогрейным котлом, который подпитывает биогазовую установку горячей водой. Биогаз вырабатывается из компоста, жидкого навоза и другого энергетического сырья (биомассы).

Населенным пунктом объекта проектирования выбрано село Буланиха Алтайского края. Численность населения составляет 2632 человек. В селе расположено одно из крупнейших молокопроизводительных предприятий России. Таким образом, имеется большое количество крупного рогатого скота, что служит источником биомассы.

2.2 Преимущества объекта проектирования

В первую очередь установка предусматривает работу на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ). Установки такого типа могут применяться в условиях сельскохозяйственных предприятий, что обеспечит их автономность и независимость от энергетических установок. Более того, наблюдается высокая экономическая эффективность и короткие сроки окупаемости.

Не стоит забывать, что и экологическая составляющая имеет лучшую картину. В продуктах сгорания содержится меньшее количество твердых веществ (CO_2 , NO_x , и т.п.), что способствует снижению парникового эффекта.

Еще одно из преимуществ данной установки состоит в том, что оставшийся сухой осадок после выработки биогаза может быть использован в качестве сельскохозяйственного удобрения.

2.3 Недостатки объекта проектирования

Весомый недостаток биогазовой установки – большие капитальные затраты и низкая рентабельность проектов. Средний уровень капитальных затрат большинства биогазовых установок мощностью от 2 до 5 МВт находится в пределах 3 – 4 тыс. евро за 1 кВт.

Не менее важный недостаток заключается в том, что поддержание термофильного режима переработки биомассы обеспечивается посредством высокого расхода вырабатываемого биогаза (около 1/3). При использовании данного оборудования в зимний период требуются дополнительные помещения, а значит и дополнительная энергия на поддержание микроклимата.

3 Сопряжённая технологическая схема

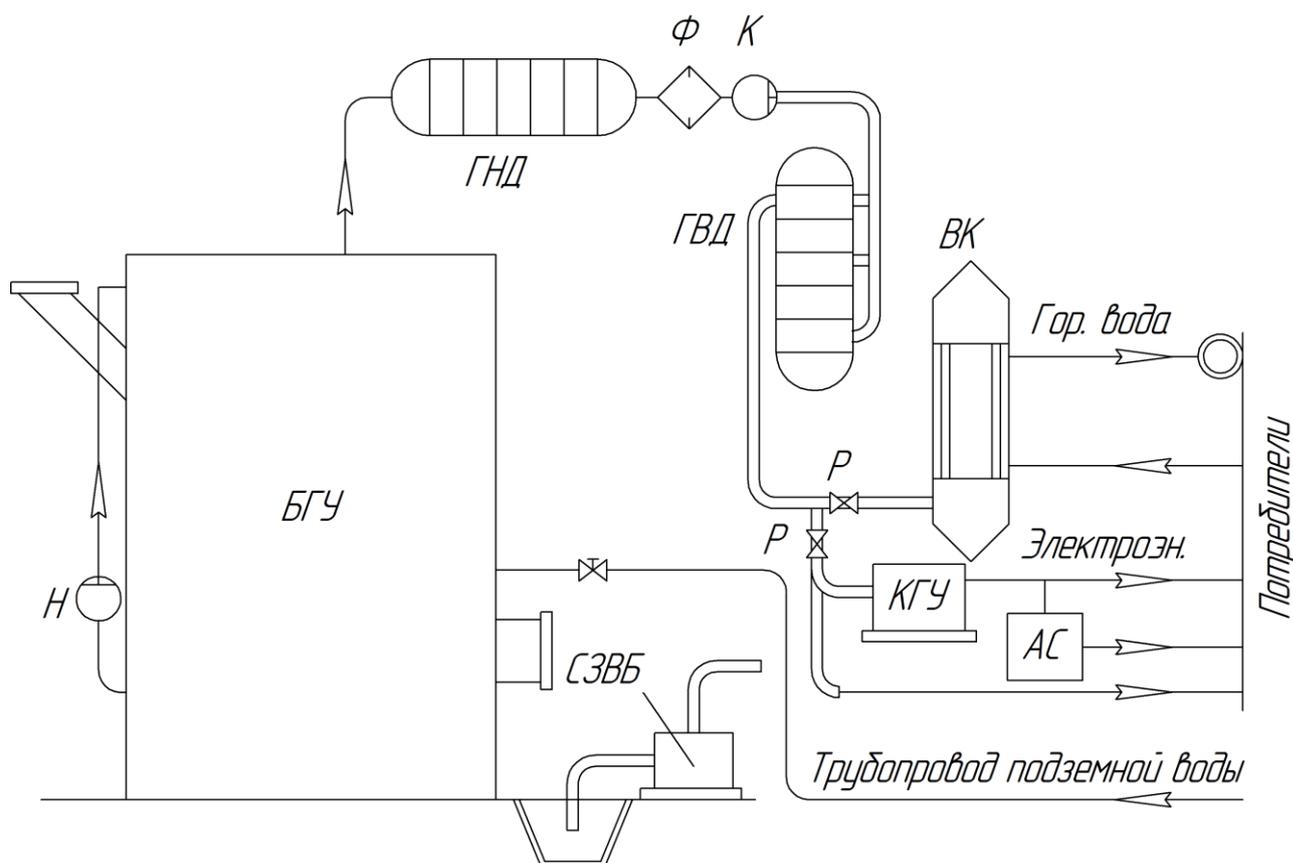


Рисунок 3.1 – Схема биогазовой установки – когенерационной установки с
аккумулирующей системой

БГУ – биогазовая установка; ГНД – газгольдер низкого давления; ГВД – газгольдер
высокого давления; Ф – фильтр; К – компрессор; Н – насос; СЗВБ – система
загрузки/выгрузки биомассы; ВК – водогрейный котел; КГУ – когенерационная установка;
Р – регулятор давления; АС – аккумуляющая система

Из системы загрузки биомасса поступает непосредственно в биогазовую
установку. Выделяющийся в установке газ поступает в газгольдер низкого
давления, а после, проходя через фильтр, в газгольдер высокого давления.
Получившийся газ используется как для собственных нужд, так и для нужд
потребителя в виде электроэнергии, горячей воды и самого газа.

4 Расчёты объекта проектирования

Расчёт сводится к определению мощности установки при среднегодовом расходе сырья. Мощность установки будет оцениваться косвенно по количеству выделяемого газа за год. Однако разрабатываемая установка имеет в составе когенерационную, которая будет покрывать потребность в тепловой и электрической энергии для животноводческого комплекса. Оставшийся газ предполагается использовать в качестве заправочного для бытовых нужд посёлка либо для производства жидкого топлива – метанола.

4.1 Определение количества сырья

Животноводческий комплекс имеет в составе крупнорогатого скота на 500 голов, а также свиноводческий на 200 голов. Согласно [6] суточный выход биоотходов, пригодных для выработки биогаза, составляет $B_{б.о.} = 5500$ кг/сут.

4.2 Определение количества воды

Для оптимального сбраживания биомассы необходимо добавлять тёплую воду порядка 35 °С в пропорции 1:3, тогда суточный расход воды равен:

$$B_{в.} = \frac{B_{б.о.}}{3} = \frac{5500}{3} = 1800 \text{ кг.}$$

При данной температуре масса воды приблизительно равна объёму, поэтому:

$$B_{в.} = 1800 \text{ л.}$$

4.3 Определение загрузочного объёма реактора биомассой

Согласно [8] реактор загружается сырьём на 14 дней и в течение этого времени происходит сбраживание. Согласно [8] плотность загрузочного сырья составляет:

$$\rho_{б.м.} = 745 \text{ кг/м}^3.$$

Масса сырья за 14 дней:

$$M_{\text{б.м.}} = 14 \cdot (B_{\text{б.о.}} + B_{\text{в.}}) = 14 \cdot (5500 + 1800) = 102200 \text{ кг.}$$

Тогда загрузочный объём реактора составит:

$$V_{\text{б.м.}} = \frac{M_{\text{б.м.}}}{\rho_{\text{б.м.}}} = \frac{102200}{745} = 137 \text{ м}^3.$$

4.4 Определение выхода биогаза

Количество биогаза, производимого установкой, зависит от различных параметров и в большинстве случаев определяется опытным путём.

Согласно [6] максимальный выход биогаза в сутки при загрузочном объёме $V_{\text{б.м.}} = 137 \text{ м}^3$ составляет 397 м^3 , а минимальный – 181 м^3 . Среднесуточный выход биогаза, соответственно равен:

$$V_{\text{б.г.}} = \frac{V_{\text{б.г.}}^{\text{max}} + V_{\text{б.г.}}^{\text{min}}}{2} = \frac{397 + 181}{2} = 289 \text{ м}^3.$$

Среднегодовой выход биогаза составит:

$$V_{\text{б.г.}}^{\text{год.}} = 360 \cdot V_{\text{б.г.}} = 360 \cdot 289 = 104040 \text{ м}^3.$$

Это количество биогаза соответствует 73 тыс. м^3 природного газа.

4.5 Определение расхода биогаза на содержание животноводческого комплекса, а также на собственные нужды

Потребление биогаза, $\text{м}^3/\text{сут}$, для энергообеспечения животноводческого комплекса и собственных нужд БГУ определяется по формуле:

$$V_{\text{бг.}} = V_{\text{т}} + V_{\text{э}},$$

где $V_{\text{т}}$ – расход биогаза на производство тепла:

$$V_{\text{т}} = \frac{Q_{\text{тех}} + Q_{\text{от}} + Q_{\text{БГУ}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{тг}}}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где $Q_{\text{тех}}$ – тепловая энергия, расходуемая на технологические нужды животноводческого комплекса, согласно [6]:

$$Q_{\text{тех}} = 50 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{сут};$$

$Q_{\text{от}}$ – тепловая энергия, расходуемая на отопление животноводческого комплекса, согласно [6]:

$$Q_{\text{от}} = 2000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{сут};$$

$Q_{\text{БГУ}}$ – тепловая энергия, расходуемая на потребление биогазовой установкой, согласно [6]:

$$Q_{\text{БГУ}} = 900 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{сут};$$

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ – низшая теплота сгорания биогаза, согласно [6]:

$$Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 22000 \text{ кДж}/\text{м}^3;$$

$\eta_{\text{тг}}$ – КПД теплогенерирующей установки, согласно [6]:

$$\eta_{\text{тг}} = 0,95;$$

Подставив численные значения:

$$V_{\text{т}} = \frac{Q_{\text{тех}} + Q_{\text{от}} + Q_{\text{БГУ}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{тг}}} = \frac{(50 + 2000 + 900) \cdot 10^3}{22000 \cdot 0,95} = 141,15 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}};$$

$V_{\text{э}}$ – расход биогаза на производство электроэнергии:

$$V_{\text{э}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{тех}} + \mathcal{E}_{\text{бгу}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{э}}^{\text{кгу}}},$$

где $\mathcal{E}_{\text{тех}}$ – расход электроэнергии на технологические нужды, согласно [6]:

$$\mathcal{E}_{\text{тех}} = 40 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{сут};$$

$\mathcal{E}_{\text{бгу}}$ – расход электроэнергии на биогазовую установку, согласно [6]:

$$\mathcal{E}_{\text{бгу}} = 13 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут};$$

$\eta_{\text{э}}^{\text{кгу}}$ – КПД когенерационной установки, согласно [6]:

$$\eta_{\text{э}}^{\text{кгу}} = 0,35;$$

Подставив численные значения:

$$B_{\text{э}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{тех}} + \mathcal{E}_{\text{бгу}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{э}}^{\text{кгу}}} = \frac{(40 + 13) \cdot 10^3}{22000 \cdot 0,35} = 6,8 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}};$$

$$B_{\text{бг.}} = B_{\text{т}} + B_{\text{э}} = 141,15 + 6,8 = 147,95 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

По результатам расчётов получено, что загрузочный объём биомассы в реактор составляет 137 м^3 , суточный выход биогаза составляет 289 м^3 , расход биогаза на тепло– и энергопотребление животноводческого комплекса и биогазовой установки составляет $147,95 \text{ м}^3/\text{сут}$. Остаток биогаза предлагается использовать для нужд посёлка.

Список использованных источников

- 1 Самылин А., Яшин М. Современные конструкции газогенераторных установок // ЛесПромИнформ. – 2010. – № 1. – С. 78–86.
- 2 Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. Утв. распоряжением Правительства РФ от 6 июля 2013 г. – № 1471. – 97 с.
- 3 Фортов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011.
- 4 Renewables 2013. Global status report. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. www.ren21.net.
- 5 Чуриков А. Большой потенциал малой биогазовой энергетики. «Биоэнергетика и биотехнологии». http://mcx-consult.ru/bolshoy_potencial_malo.
- 6 Эфендиев А.М. и др. Возможности энергообеспечения фермерских хозяйств на базе малых возобновляемых источников энергии // Теплоэнергетика. 2016. №2. С. 38–45.
- 7 Фортов В.Е., Попель О.С. Состояние развития возобновляемых источников энергии в мире и в России // Теплоэнергетика. 2014. №6. С. 4–13.
- 8 Чернова Н.И. и др. Использование биомассы для производства жидкого топлива: современное состояние и инновации // Теплоэнергетика. 2010. №11. С. 28–35.
- 9 Соснина Е.Н. и др. Сравнительная экологическая оценка установок нетрадиционной энергетики // Теплоэнергетика. 2015. №8. С. 3–10.
- 10 Huntley M., Redalje D. CO₂ Mitigation and Renewable Oil from Photosynthetic Microbes: A New Appraisal // Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. 2007. Vol.12. P. 573–608.
- 11 Щегольников Н.М. Основные направления и перспективы развития биоэнергетики // Теплоэнергетика. 2010. №4. С. 36–44.
- 12 Пилипенко И.Я. Низкотемпературная теория производства метанола // Химия и жизнь. 2012. №3. С. 36–43.

13 Сигал И.Я. Экспериментальное исследование горения биогаза и его использование в промышленных котлах // Альтернативная энергетика и экология. 2013. №17. С. 84–89.

14 Предпосылки развития биогазовой энергетики в России // <http://biogas-energy.ru/articles/razvitie-biogasa-v-rossii>.

15 Первый Международный форум «Возобновляемая энергетика: пути повышения энергетической и экономической эффективности» (REENFOR–2013). <http://www.reenfor.org/ru/abstracts>.

Приложение А
(обязательное)
Патентные исследования

Общие данные об объекте исследования

В качестве объекта исследования выступает энергетическая установка, технологическая схема которой представлена на рисунке А1. В основе работы установки лежит использование альтернативного источника энергии – биотоплива, представленного в виде отходов сельского и лесного хозяйств, животноводства, переработанных микроводорослей, специально выращенных для энергетических целей.

Область применения: разрабатываемая установка предназначена для выработки тепловой и электрической энергии в районах с развитой сельскохозяйственной деятельностью.

Основная часть

В соответствии с задачами патентного поиска (техническое задание) проведены мероприятия:

1. Исследование современного уровня разработок по теме проекта;
2. Выбор прототипов объекта исследования.

В технологической схеме энергетической установки (рис. А1) присутствуют различные устройства, такие как: биогазовая установка, водогрейный котёл, когенерационная газотурбинная установка и т.д.

Исследование современного уровня разработок по созданию агрегатов, входящих технологическую схему, произведено путем поиска патентов в базах данных различных стран. Глубина поиска – 10 лет.

Таблица А1 – Результаты поиска патентов

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классифика ционный индекс*	Заявитель (патентообладат ель), страна. Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации*	Название изобретения (полной модели, образца)	Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирования (только для анализа патентной чистоты)
Биогазовая установка	АТ	РЕРЕН-УНД ПУМПЕНВЕРК БАУЕР ГЕЗЕЛЛЬШАФ Т М.Б.Х. (АТ) 2008128492/15 09.02.2006 12.12.2006*	Установка и способ производства биогаза из содержащего жидкие и твердые компоненты биологически разлагаемого материала, в частности отходов производства, а также резервуар для производства биогаза для использования в такой установке	Действует
	RU	Полянский Сергей Михайлович (RU) 2009112755/12 07.04.2009 20.09.2010*	Биогазовый комплекс	Действует

Водогрейный котёл	RU	Общество с ограниченной ответственностью "Инженерное проектирование" (RU) 2008151750/06 26.12.2008 20.01.2010*	Водогрейный котел	Действует
Система теплоснабжения	RU	Малахов Анатолий Иванович (RU) 2008136269/03 08.09.2008 20.02.2010*	Система теплоснабжения	Действует
Когенерационная установка	RU	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Ярославский государственный технический университет" (RU) 2520796 2012-07-31 27.06.2014*	Когенерационная установка	Действует
	RU	Автономная некоммерческая организация "Инжиниринговый центр энергетического машиностроения" (RU) 2528214 2012-11-23 10.09.2014*	Когенерационная газотурбинная энергетическая установка	Действует

В качестве прототипа разрабатываемой установки взяты варианты из представленной выше таблицы:

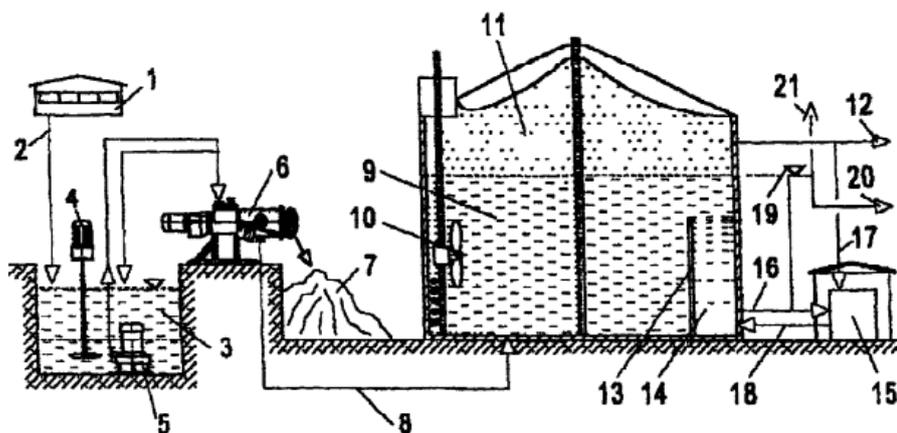


Рисунок А1– Схема энергетической установки по производству биогаза
(Патент № 2008128492/15)

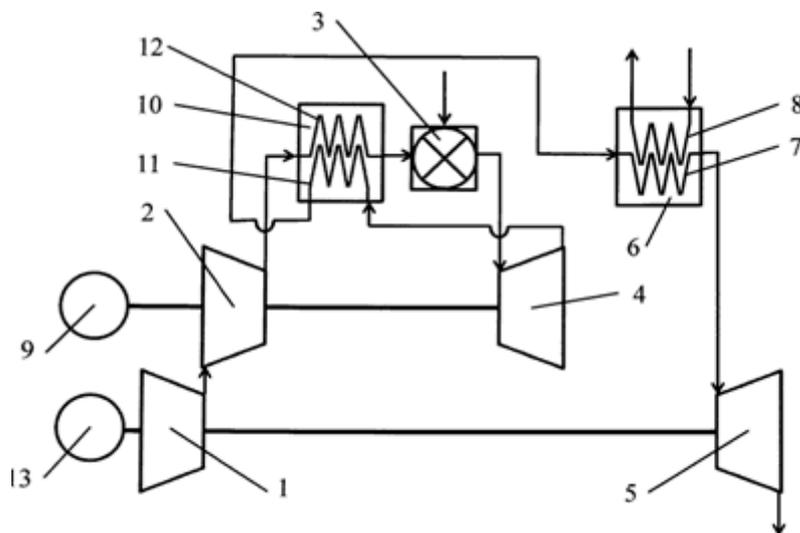


Рисунок А2– Принципиальная схема работы когенерационной газотурбинной энергетической установки (Патент № 2528214).

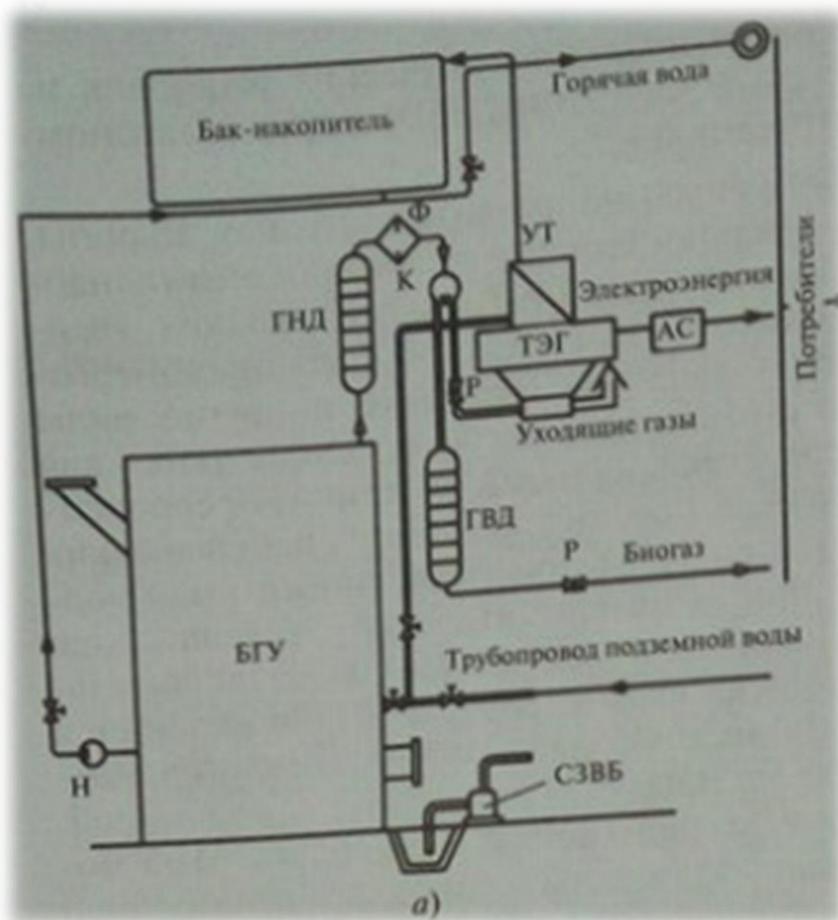


Рисунок А3 – Принципиальная схема энергетической установки с применением биогазовой установки.

По результатам патентных исследований были отобраны прототипы различных установок, которые в целом и частично будут использованы в качестве разрабатываемой энергетической установки. Основным прототипом является схема, представленная на рис. А3.

Приложение Б
(обязательное)
Эскизная конструкторская документация

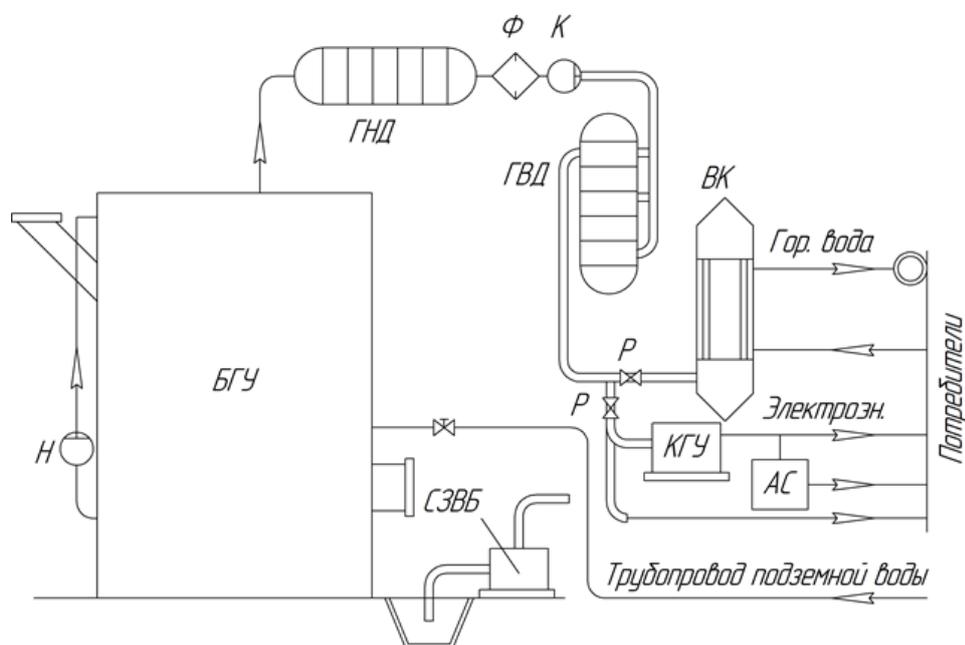


Рисунок Б1 – Комбинированная (полная) схема биогазовой- когенерационной
установки с аккумулирующей системой, С3

Таблица Б1 – Обозначения схемы С3

Обозначения	Наименование	Количество	Примечание
АС	Аккумулирующая система	1	
БГУ	Биогазовая установка	1	
ВК	Водогрейный котел	1	
	Гагольдеры		
ГВД	Газгольдер высокого давлени	1	
ГНД	Газгольдер низкого давлени	1	
К	Компрессор	1	
КГУ	Когенерационная установка	1	
СЗВБ	Система загрузки/выгрузки	1	
Р	Регуляторы	1	
Н	Насос	1	
Ф	Фильтр	1	

АНАЛИЗ ВАРИАНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

**Томский политехнический университет
г. Томск, Россия**

Аннотация: Вопросы вовлечения биомассы (торфа, древесины, отходов сельского хозяйства и др.) в топливно-энергетический баланс являются актуальными на настоящий момент. Во-первых, биомасса является возобновляемым ресурсом, что позволяет на её основе получить энергетическое топливо на долгосрочный период. Во-вторых, в связи с низким содержанием серы в её составе при горении не образуется оксидов SO_x . В-третьих, с экономической точки зрения биомасса является перспективным видом сырья, так как её запасы расположены на поверхности земли, не требуя особых условий и колоссальных затрат для извлечения.

В рассматриваемой статье предлагается перспективное решение проблемы переработки органических отходов молокопроизводительного предприятия в биогаз – газовую смесь, содержащую метан, углекислый газ, сероводород и т.д.

1 Введение

В работе проводится анализ возможности внедрения биогазовой установки на молокопроизводительном предприятии села Буланиха Алтайского края. На данный момент численность скота составляет более 700 голов. На территории производства находится административное здание, 15 цехов содержания скота, 3 здания подсобного назначения (в отоплении и поддержании температуры в зимний период не нуждаются).

Отопление производственных помещений содержания скота осуществляется с помощью котельной, работающей на привозном каменном угле. По данным предприятия расход угля за период с января по июнь 2016 года представлен в таблице 1. Кроме того, в таблице 1 представлены затраты на уголь.

Таблица 1 – Расход угля и затраты за январь–июнь 2016 года

Месяц	Расход, т	Сумма, руб
Январь	273	550 000
Февраль	255	510 000
Март	275	550 000
Апрель	236	470 000
Май	212	425 000
Июнь	180	360 000

2 Описание установки

Для реализации проекта по внедрению биогазовых технологий предложена схема, представленная на рисунке 1.

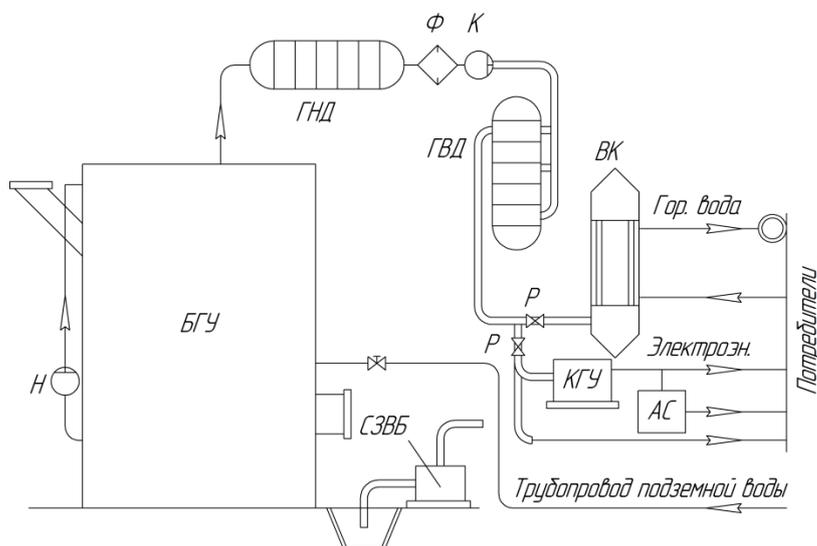


Рисунок 1 – Схема биогазовой установки – когенерационной установки с аккумулирующей системой

БГУ – биогазовая установка; ГНД – газгольдер низкого давления; ГВД – газгольдер высокого давления; Ф – фильтр; К – компрессор; Н – насос; СЗВБ – система загрузки/выгрузки биомассы; ВК – водогрейный котел; КГУ – когенерационная установка; Р – регулятор давления; АС – аккумулирующая система

Установка работает следующим образом: Из системы загрузки биомасса поступает непосредственно в биогазовую установку. Выделяющийся в установке газ поступает в газгольдер низкого давления, а после, проходя через фильтр, в газгольдер высокого давления. Получившийся газ используется как для собственных нужд, так и для нужд потребителя в виде электроэнергии, горячей воды и самого газа.

3 Расчёты

Для расчёта возможности покрытия вырабатываемым биогазом нужд производства был проведён расчёт согласно методике [1–3].

В ходе расчёта оценивалось количество биогаза, выделяемое установкой, а также расход газа на собственные нужды.

Расход биогаза на производство тепла:

$$B_T = \frac{Q_{\text{тех}} + Q_{\text{от}} + Q_{\text{БГУ}}}{Q_H^p \cdot \eta_{\text{ТГ}}} \cdot 10^3 = 141,15 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}},$$

где $Q_{\text{тех}} = 50 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут}$ – тепловая энергия, расходуемая на технологические нужды животноводческого комплекса [3];

$Q_{\text{от}} = 2000 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут}$ – тепловая энергия, расходуемая на отопление животноводческого комплекса [3];

$Q_{\text{БГУ}} = 900 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут}$ – тепловая энергия, расходуемая на потребление биогазовой установкой [3];

$Q_H^p = 22000 \text{ кДж/м}^3$ – низшая теплота сгорания биогаза [3];

$\eta_{\text{ТГ}} = 0,95$ – КПД теплогенерирующей установки.

Расход биогаза на производство электроэнергии:

$$B_{\text{э}} = \frac{\text{Э}_{\text{тех}} + \text{Э}_{\text{бгу}}}{Q_H^p \cdot \eta_{\text{э}}} \cdot 10^3 = 6,8 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}},$$

где $\text{Э}_{\text{тех}} = 40 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут}$ – расход электроэнергии на технологические нужды [3];

$\text{Э}_{\text{бгу}} = 13 \text{ кВт} \cdot \text{ч/сут}$ – расход электроэнергии на биогазовую установку [3];

$$\eta_{\text{э}}^{\text{кгу}} = 0,35 - \text{КПД когенерационной установки.}$$

Также рассчитан среднесуточный выход биогаза из установки, который составил $V_{\text{б.г.}} = 289 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$. Таким образом, экономия биогаза в сутки составит 141 м³, а за год – 51000 м³, что позволит обеспечить теплом и электроэнергией часть посёлка и тем самым снизить срок окупаемости установки, а также расходы на котельную.

4 Выводы

- 1) Предложен вариант биогазовой установки для установки в селе Буланиха Алтайского края;
- 2) Рассчитаны суммарный выход биогаза и затраты на собственные нужды, которые показали целесообразность внедрения установки;
- 3) Предполагается экономический расчёт, включающий в себя оценку стоимости возведения биогазовой установки, для определения конкретных значений суммарной экономии и сроков окупаемости.

Список использованных источников

- 1 Амерханов Р.А. Оптимизация сельскохозяйственных энергетических установок с использованием возобновляемых видов энергии. М.: КолосС, 2003. 532 с.
- 2 Осадчий Г.Б. Биогазовые установки и их модернизация // Энергия: экономика, техника, экология. 2015. №3. С.57–68.
- 3 Эфендиев А.М. и др. Возможности энергообеспечения фермерских хозяйств на базе малых возобновляемых источников энергии // Теплоэнергетика. 2016. №2. С. 38–45.

ANALYSIS OF BIOGAS PLANT INTRODUCTION IN ALTAY REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Tomsk polytechnic university
Tomsk, Russia**

Abstract: The questions of the biomass implication (peat, wood, agricultural wastes, etc.) in the fuel energy balance are actual now. At first, biomass is a renewable resource that allows is got energy fuel based on this for the long term. Secondly, the low sulfur content in biomass does not result to the formation of oxides SO_x during combustion. Thirdly, biomass is perspective raw from economic point because its reserves locate on the earth surface and do not require special conditions and huge costs for extraction.

In the considered article the perspective decision of processing problem from organic waste of stock breeding complex to biogas – the gas mix containing methane, carbonic gas, hydrogen sulfide etc.

1 Introduction

The work is analyzed the possibility biogas plant introducing at the stock breeding complex in village Bulaniha of Altai region. At the moment, the number of cattle is more than 700 heads. The administration building, 15 sections of cattle housing, 3 housekeeping area (heating and maintaining of temperature is not required during the winter) are had on the territory.

The heating of industrial buildings of cattle housing by means of boiler–house running on imported coal. According to the company data the coal consumption in the period from January to June 2016 is presented in Table 1. In addition, Table 1 shows the costs for coal.

Table 1 – Coal consumption and expenses for January-June 2016

Month	Consumption, tones	Sum, rub
January	273	550 000
February	255	510 000
March	275	550 000
April	236	470 000
May	212	425 000
June	180	360 000

2 Plant description

To project implement of biogas technologies introduction proposed the scheme is presented in Figure 1.

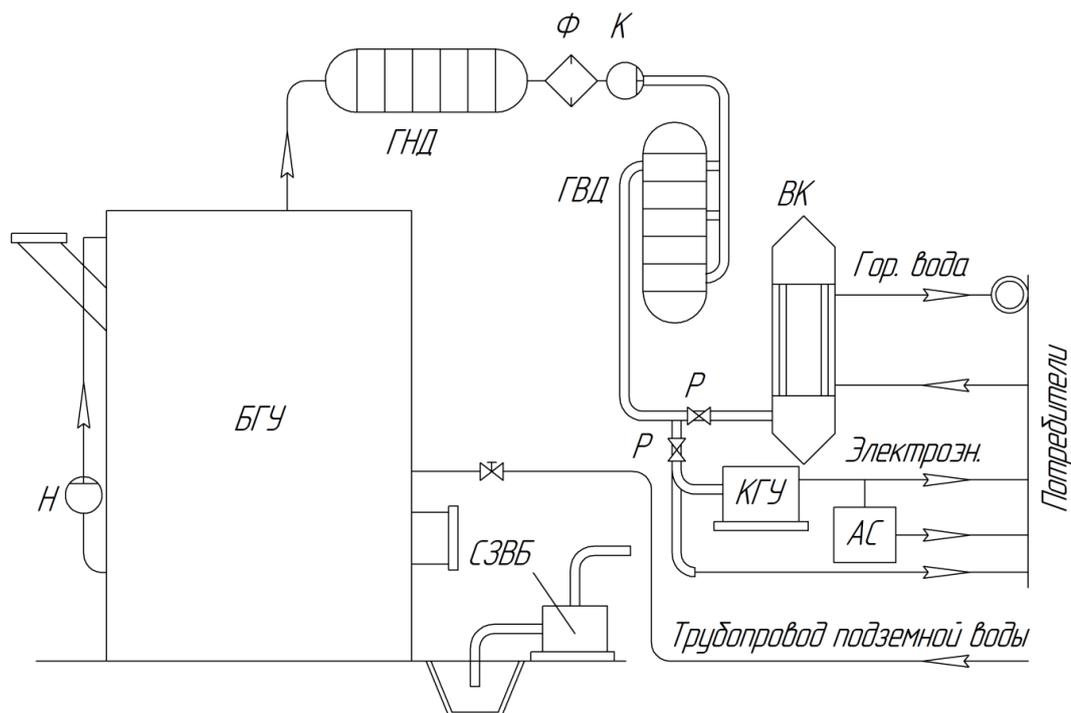


Figure 1 – Scheme of a biogas plant – cogeneration plant with an accumulation system

БГУ – biogas plant; ГНД – low pressure gasholder; ГВД – high pressure gasholder;
 Ф – filter; К – compressor; Н – pump; СЗВБ – system of biomass loading / unloading;
 ВК – water heating boiler; КГУ – cogeneration plant; P – pressure controller;
 АС – accumulating system

The plant operates as follows: from the system of biomass loading is fed directly into the biogas plant. The escaping gas from plant enters to install a low pressure gasholder, and after passing through the filter, the high pressure gasholder.

The resulting gas is used for own needs and for the needs of consumers in the form of electricity, hot water, and the gas itself.

3 Calculations

To calculate of covering possibility for biogas production needs was carried out according to the calculation method [1-3].

The quantity of biogas, which generated by the plant, as well as the gas consumption for own needs, is estimated during the calculation.

The gas consumption for heat production:

$$B_T = \frac{Q_{\text{Tex}} + Q_{\text{OT}} + Q_{\text{BGY}}}{Q_H^p \cdot \eta_{\text{TR}}} \cdot 10^3 = 141,15 \frac{m^3}{\text{day}}$$

where $Q_{\text{Tex}} = 50 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{day}$ – thermal energy for technological needs of stock breeding complex [3];

$Q_{\text{OT}} = 2000 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{day}$ – thermal energy for heat consumption of stock breeding complex [3];

$Q_{\text{BGY}} = 900 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{day}$ – thermal energy for needs of biogas plant [3];

$Q_H^p = 22000 \text{ kJ}/m^3$ – net calorific value of the biogas [3];

$\eta_{\text{TR}} = 0,95$ – efficiency of heat generating plant.

The gas consumption for energy production:

$$B_3 = \frac{\mathfrak{E}_{\text{Tex}} + \mathfrak{E}_{\text{6ry}}}{Q_H^p \cdot \eta_3^{\text{Kry}}} \cdot 10^3 = 6,8 \frac{m^3}{\text{day}}$$

where $\mathfrak{E}_{\text{Tex}} = 40 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{day}$ – electric energy for technological needs [3];

$\mathfrak{E}_{\text{6ry}} = 13 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{day}$ – electric energy for biogas plant [3];

$\eta_3^{\text{Kry}} = 0,35$ – efficiency of cogeneration plant.

Also the average daily yield of biogas from the plant is calculated ($V_{\text{6.r.}} = 289 \frac{m^3}{\text{day}}$). Thus, the economy of biogas per day will be 141 m^3 , and for the year – $51,000 \text{ m}^3$, that will provide of heat and electricity to part of the village and thus reduce the payback period of the plant, as well as the boiler–house costs.

4 Conclusions

- 4) The biogas plant for installation in Altay region was offered;
- 5) The biogas yield and costs for own needs are calculated, the results are shown the appropriateness of the plant introduction;
- 3) The economic calculation, including the evaluation of the biogas plant construction, is assumed to determine of total economy and payback periods.

References

- 1 Amerhanov R.A. The optimization of agricultural power plants with using of renewable energy sources. M.: КолосС, 2003. 532 p.
- 2 Osadchiy G.B. Biogas plants and its modernization // Energy: economy, equipment, ecology. 2015. №3. P.57–68.
- 3 Efendiev A.M. The features of farms energy consumption based on small renewable energy sources // Thermal Engineering. 2016. №2. P. 38–45.

Приложение Г
(обязательное)

Заявка на выдачу правоохранных документов

Реферат

Изобретение относится к области малой энергетики. Установка состоит из основных устройств: биогазовая установка, фильтр для очистки биогаза, ГНД, компрессор, ГВД, когенерационная установка, аккумулирующая система, водогрейный котел. Принцип работы заключается в том, что биомасса поступает в биогазовую установку, далее вырабатывается биогаз посредством водяной бани, в которую в свою очередь поступает горячая вода из водогрейного котла. Далее биогаз проходит через фильтр, идет на ГНД, потом ГВД, и далее на когенерационную установку, где вырабатывается тепловая и электрическая энергия. Электрическая энергия идет на аккумулирующую систему. Далее тепло и электричество идет на потребителя. Таким образом, установка предусматривает работу на возобновляемых источниках энергии (ВИЭ). Установки такого типа могут применяться в условиях сельскохозяйственных предприятий, что обеспечит их автономность и независимость от энергетических установок. Более того, наблюдается высокая экономическая эффективность и короткие сроки окупаемости.

Описание

Изобретение относится к области малой энергетики.

Наиболее близким прототипом к заявленному изобретению является «Биогазовый комплекс», разработанный Полянским Сергеем Михайловичем 20.09.2010 года (RU), патентный номер 2009112755/12.

Данная установка состоит из следующих устройств:

- Биогазовая установка
- Фильтр для очистки биогаза
- ГНД (газгольдер низкого давления)

- Компрессор
- ГВД (газгольдер высокого давления)
- Когенерационная установка
- Аккумулирующая система
- Водогрейный котел

На данный момент актуальны новые технологии преобразования ВИЭ, о чём свидетельствует сокращение потребления традиционной биомассы. Одним из вариантов переработки можно считать получение биотоплива, как в жидком, так и газообразном состоянии из различных видов биомассы. Использование биотоплива поможет решить ряд экологических проблем, основной из которых является использование ископаемых ресурсов. В настоящее время биотопливом считается топливо, произведённое из любой биомассы, которое может быть превращено в тепловую энергию.

По сравнению с использованием других секторов возобновляемой энергетики установки для производства биогаза требуют умеренного водопотребления и расхода электроэнергии, что даёт им преимущество перед солнечными и ветровыми энергоустановками.

Также перспективным направлением для получения биогаза является переработка микроводорослей, специально выращенных для энергетических целей. Выращивание микроводорослей сопровождается меньшими затратами по сравнению с традиционными зерновыми культурами и в то же время их биомасса имеет ряд преимуществ.

На данный момент существует несколько вариантов установок для производства биогаза, работающих совместно с водогрейными котлами, ветроэнергетическими и солнечными установками, а также утилизаторами тепла.

Сформулировано, что в летний период образуются избытки биогаза, которые предлагается перерабатывать в жидкий метанол. Однако, при грамотных расчётах, можно использовать биогаз в когенерационных установках для энергоснабжения близлежащего посёлка.

Кроме того, в зимний период в качестве дополнительного источника энергии биогаз может использоваться в промышленных котлах. Для этого требуется лишь реконструкция горелочного устройства. При этом по некоторым характеристикам биогаз превосходит природный газ.

Задача, на решение которой направлено заявленное изобретение заключается в обеспечении электрической и тепловой энергией удаленных районов и объектов производства, а так же животноводческого комплекса, на территории которых будет установлено данное изобретение.

Поставленная задача решается за счет того, что сырьём для производства биогаза могут служить отходы агропромышленного комплекса. Большая часть регионов с развитым сельским хозяйством, таких как Алтайский край, имеют высокую концентрацию ресурсов для производства биогаза и в то же время являются энергодефицитными, поэтому энергоснабжение сельхозпроизводителей таких регионов осуществляется по остаточному принципу.

Принцип работы заключается в следующем:

1) Доставка продуктов переработки и отходов в установку. В том случае, если отходы жидкие их целесообразно доставлять в реактор с помощью специализированных насосов. Более твердые отходы могут доставляться в реактор вручную, либо посредством транспортной ленты. В некоторых случаях целесообразно подогреть отходы, дабы увеличить их скорость брожения и распада в биореакторе. Для подогрева отходов используется переходная емкость, в которой продукты переработки доводятся до нужной температуры.

2) Переработка в реакторе. После переходной емкости подготовленные и подогретые отходы попадают в реактор. Качественный биореактор представляет собой герметичную конструкцию, изготовленную из особо прочной стали, либо из бетона, имеющего специальное, антикислотное покрытие. В обязательном порядке, реактор должен иметь идеальную тепловую и газовую изоляцию. Даже малейшее попадание воздуха или снижение температуры повлечет остановку процесса брожения и распада. Подогрев

реактора осуществляется с помощью водогрейного котла, который доставляет горячую воду для биогазовой установки. Система автономна. Нагрев воды происходит с помощью вырабатываемого биогаза. Реактор работает без доступа кислорода, в полностью замкнутой среде. Несколько раз в день, с помощью насоса в него можно добавлять новые порции перерабатываемого вещества. Оптимальный температурный режим реактора – около 40 градусов Цельсия. Если температура меньше, то процесс брожения существенно замедлится. Если увеличить температуру, то произойдет быстрое испарение воды, что не позволит отходам полностью распасться. Для того чтобы ускорить процесс брожения используется специальный миксер. Данное устройство перемешивает субстанцию в реакторе через определенный промежуток времени.

3) Выход готового продукта. По истечению определенного времени (от нескольких часов до нескольких дней) появляются первые результаты брожения. Это биогаз и биологические удобрения. В итоге получившийся биогаз попадает в газгольдер (бак для хранения газа). Давление газа в газгольдере регулируется с помощью клапанов. В случае чрезмерного давления будут задействованы аварийные горелки, которые попросту сожгут лишний газ, и тем самым стабилизируют давление. Получаемый биогаз нуждается в усушке. Лишь после этого его можно использовать, как обычный природный газ.

Отдельно следует сказать, что для поддержания работы биогазовой установки требуется около 15% получаемого газа. В свою очередь биологические удобрения попадают в специально подготовленный бак с сепаратором. Происходит разделение на твердые (биогумус) и жидкие удобрения. Биогумус составляет всего лишь около 5% от общего количества получаемых удобрений. Собственно, удобрения сразу могут быть использованы по назначению. Дополнительной переработки они не требуют. Более того, в Европе существуют целые поточные линии, которые запаковывают полученные биологические удобрения в пластиковые емкости. Торговля подобными удобрениями – достаточно прибыльный бизнес. Работа биогазовой установки непрерывна. Выражаясь проще, в реактор постоянно попадают новые порции

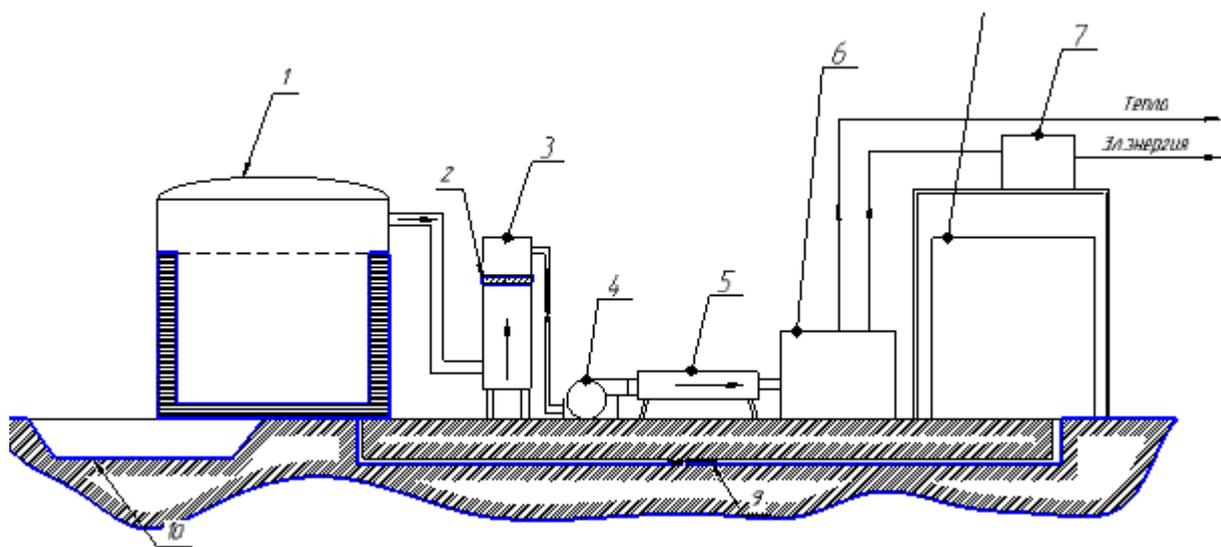


Рисунок Г2 – Чертеж общего вида биогазовой-когенерационной установки с аккумулярующей системой.

Формула изобретения

Данная энергетическая установка имеет ряд особенностей, заключающихся в том, что используется водогрейный котел для подачи горячей воды в водяную баню биогазовой установки. Водогрейный котел так же можно использовать в качестве замены производителя тепловой энергии, в случае ремонта или неполадок биогазовой установки.