

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 – Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Совершенствование технологии переработки отходов
животноводства с разработкой конструкции биогазовой установки со
струйным аппаратом

Шифр ВКР.35.03.06.376.18.БГУ.00.00.ПЗ

Студент _____ Фасхиев Р.М.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Нафиков И.Р.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 9 от «5» февраля 2018 г.)

Зав. кафедрой доцент _____ Халиуллин Д.Т.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

Направление 35.03.06 - Агроинженерия

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____
« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Фасхиеву Радифу Маратовичу

Тема ВКР Совершенствование технологии переработки отходов животноводства с разработкой конструкции биогазовой установки со струйным аппаратом.

утверждена приказом по вузу от « 12 » января 2018 г. № 9

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 02.02.2018 г.

3. Исходные данные

1. Научно-техническая и справочная литература.
2. Патенты и авторские свидетельства по теме ВКР.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Литературно-патентный обзор по теме ВКР
2. Технологическая часть;
3. Конструкторская часть.

5. Перечень графических материалов

1. Анализ существующих конструкций струйных аппаратов;
2. Анализ существующих конструкций биогазовых установок;
3. Классификация биогазовых установок;
4. Конструктивно-технологическая схема;
5. Общий вид;
6. Рабочие чертежи.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	

7. Дата выдачи задания 11.12.2017

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор	28.12.17	
2	Технологическая часть	15.01.18	
3	Конструкторская часть	01.02.18	

Студент _____ (Фасхиев Р.М.)

Руководитель ВКР к.т.н., доцент _____ (Нафиков И.Р.)

АНОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Фасхиева Радифа Маратовича на тему «Совершенствование технологии переработки отходов животноводства с разработкой конструкции биогазовой установки со струйным аппаратом»

Объем ВКР ____ страниц, он содержит ____ рисунков, ____ таблиц, ____ источников литературы и 6 графических материалов.

Ключевые слова: биогаз, отходы, реактор, струйный аппарат.

Объектом исследования ВКР являются животноводческие комплексы.

Предмет исследования – конструкция биогазовой установки.

ВКР состоит из введения, 3 глав, заключения, литературы и приложения.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи исследования, указывается объект и предмет исследования.

Первая глава посвящена исследованию теоретических вопросов, в ней раскрываются понятие, сущность получения биогаза, также представлен обзор существующих конструкций биогазовых установок и струйных аппаратов.

Во второй главе приведены технологические линии переработки навоза. Здесь же приведен расчет по получению газа из животноводческих отходов.

В третьей главе проводится разработка конструкции биогазовой установки со струйным аппаратом, описание его основных частей, работы и регулировки, описание правил безопасной. Также рассчитывается технологические, прочностные расчеты и технико-экономический эффект данной конструкции.

Заключение содержит основные выводы и предложения, направленные на повышение эффективности использования разработанных устройств и технологических линий получения биогаза.

Приложение включает два патента и спецификацию.

ABSTRACT

To the final qualifying work of Fadhiev Radif Maratovich on "Improving the technology of processing livestock wastes with the development of a biogas plant with a jet device"

The volume of WRC ____ pages, it contains ____ drawings, ____ tables, ____ sources of literature and 6 graphic materials.

Key words: biogas, waste, reactor, jet apparatus.

The object of investigation of stimulated Raman scattering is cattle-breeding complexes.

The subject of the study is the construction of a biogas plant.

WRC consists of an introduction, 3 chapters, conclusion, literature and annex.

In the introduction, the relevance of the selected topic is substantiated, the goal and tasks of the research are formulated, the object and subject of the research are indicated.

The first chapter is devoted to the study of theoretical issues, it reveals the concept, the essence of obtaining biogas, and also provides an overview of the existing designs of biogas plants and jet devices.

In the second chapter, technological lines for processing manure are given. Here is the calculation of the production of gas from livestock waste.

In the third chapter, a design of a biogas plant with a jet apparatus is developed, a description of its main parts, work and regulation, and a description of the rules of safety. It also calculates the technological, strength calculations and the technical and economic effect of this design.

The conclusion contains the main conclusions and proposals aimed at increasing the efficiency of the use of the developed devices and production lines for biogas production.

The application includes two patents and a specification.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	..
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	..
1.1. Анализ существующих конструкций биогазовых установок и эжекторов	..
1.2. Обзор и анализ существующих конструкций эжекторов	..
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	..
2.1. Биогазовая установка для переработки биоотходов	..
2.2. Биогазовые когенерационные установки	..
2.3. Схемы существующих технологий получения биогаза	..
2.4. Требования на получение качественного биогаза	..
2.5. Технологический расчет.....	..
2.5.1. Технологический расчет.....	..
2.5.2. Расчет выхода биогаза	..
2.6. Физическая культура на производстве	..
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	..
3.1. Обоснование выбора конструкции.....	..
3.2. Выбор конструкции биогазовой установки с пульсирующим эжектором	..
3.3. Расчет болтовых соединений.....	..
3.4. Обеспечение безопасности в конструкции биогазовой установки.....	..
3.5. Расчет заземления	..
3.6. Расчет вентиляции	..
3.6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	..
3.6.1. Техничко-экономическая оценка разрабатываемой конструкции	..
3.6.1.1. Расчет массы и стоимости конструкции.....	..
3.6.1.2. Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкций и их сравнение	..
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ	..
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	..
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	..
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	..

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вопросы охраны природы и рациональное использование ресурсов приобретают огромное государственное значение при производстве любого вида продукции. При создании животноводческих комплексов, несмотря на их высокую оснащенность средствами механизации и автоматизации, не решёнными остаются вопросы утилизации навоза. Раньше строили молочную ферму и рядом с ней навозохранилище на несколько тысяч тонн. Атмосферные осадки и грунтовые воды помогали животным заполнить хранилище. И вот уже вокруг фермы топкое болото, зловония разливаются по местности, попадают в овраги, реки... Не лучшее положение в промышленном птицеводстве. В промышленном птицеводстве, как неотъемлемой части агропромышленного комплекса, достигнут такой рубеж, когда дальнейший прогресс производства яиц и диетического мяса требует перехода от экстенсивного на интенсивный путь развития [14].

Одной из отличительных черт интенсификации птицеводства является масштабное внедрение на птицефабриках клеточного оборудования для содержания и выращивания птицы. Однако при внедрении клеточных батарей стали возникать серьёзные проблемы с удалением и переработкой помёта, очисткой и обеззараживанием сточных вод, поступающих из систем поения и после мойки технологического оборудования. Кроме того, из-за конструктивных недоработок систем поения и нарушения правил эксплуатации поилок – в помётные каналы попадает большое количество воды. На некоторых птицефабриках и до настоящего времени для уборки помёта из птичников применяют гидросмыв.

Разбавление помёта водой, независимо по каким причинам, является следствием того, что помёт, как сырьё для получения ценных органических удобрений, становится непригодным для земледельцев, кроме того, для транспортировки требуются дополнительные транспортные агрегаты и эксплуатационные издержки. Для хранения приходится неоправданно затрачивать огромные капитальные вложения на строительство

помётохранилищ, что не всегда возможно. В конечном итоге жидкая помётная масса постоянно накапливается у птицефабрик на необорудованных площадках, в оврагах, складках рельефа, котловинах, а нередко и рядом с водоемами, являясь потенциальным источником возникновения экологического неблагополучия не только на птицефабриках, в населённых пунктах, но и на соседних прилегающих территориях.

Таким образом, возникла явная проблема утилизации и рационального использования жидких помётных масс, образующихся фактически на любой птицефабрике. В данной дипломной работе предлагается перспективное направление решения этой проблемы, а именно: анаэробная переработка органических отходов сельского хозяйства в биогаз – газовую смесь, содержащую метан, углекислый газ, сероводород и т.д., с одновременным получением более качественных органических удобрений [1]. Благодаря высокому содержанию метана (до 70 %) биогаз может гореть, т.е. использоваться в качестве альтернативного (возобновляемого) источника энергии [4].

За время выполнения дипломной работы составлен обзор литературы по метановому брожению, свойствам птичьего помета, требованиям к органическим удобрениям и способам их получения из жидкого помета. Предложен проект установки непрерывного действия для анаэробной переработки жидкого помёта, сочетающей в себе основные достоинства известных на сегодняшний день технологий, а именно: разделение реактора с целью сбора различных фракций биогаза (новшество) и предотвращения проскока несброженной и необеззараженной жидкой помётной массы, интенсификация процесса за счёт: перемешивания субстрата. Предложены мероприятия по безопасности и экологичности проекта.

Расчёты показали, что порядка 90 % тепла, необходимого для поддержания термофильного режима, может быть получено при сжигании образующегося в данном процессе биогаза

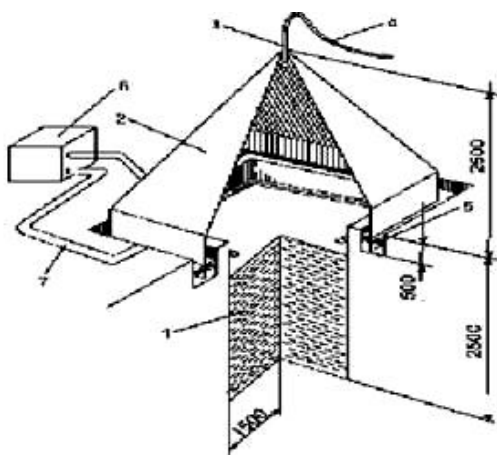
1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК И ЭЖЕКТОРОВ

Технологические схемы и конструктивно-технологические параметры биогазовых установок зависят от объемов переработки и свойств сбраживаемого материала, тепловлажностного режима, способов загрузки и перебраживания субстрата и ряда других факторов.

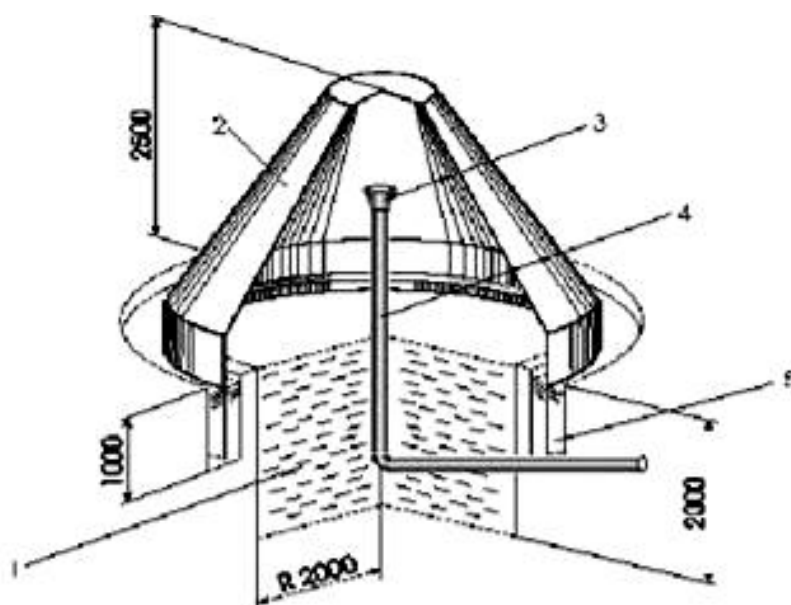
Основное оборудование биогазовой установки - герметически закрытая емкость с теплообменником (теплоноситель - вода, нагретая до 50-60 °С), устройства для ввода и вывода навоза и для отвода газа.

Так как на каждой ферме свои особенности удаления навоза, использования подстилочного материала, теплоснабжения, создать один типовой биореактор невозможно. Конструкция установки во многом определяется местными условиями, наличием материалов. Ниже приведены некоторые возможные конструкции биогазовых установок.



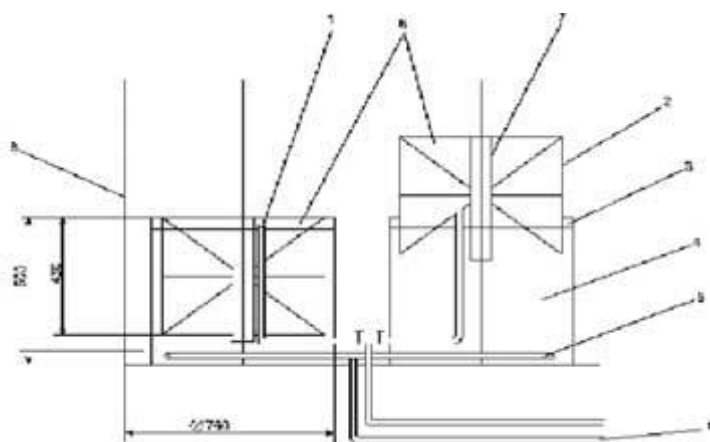
- 1 - яма ферментатора с сырьем; 2 - колокол; 3 - выпускной патрубок;
4 - трубопровод (шланг) подачи биогаза; 5 - канавка гидрозатвора с водой;
6-подогрев емкости

Рисунок 1.1 – Схема установки для получения биогаза с пирамидальным колоколом



1 - яма ферментатора с сырьем; 2 - колокол; 3 - выпускной патрубок;
4 – трубопровод (шланг) подачи биогаза; 5 - канавка гидрозатвора с водой

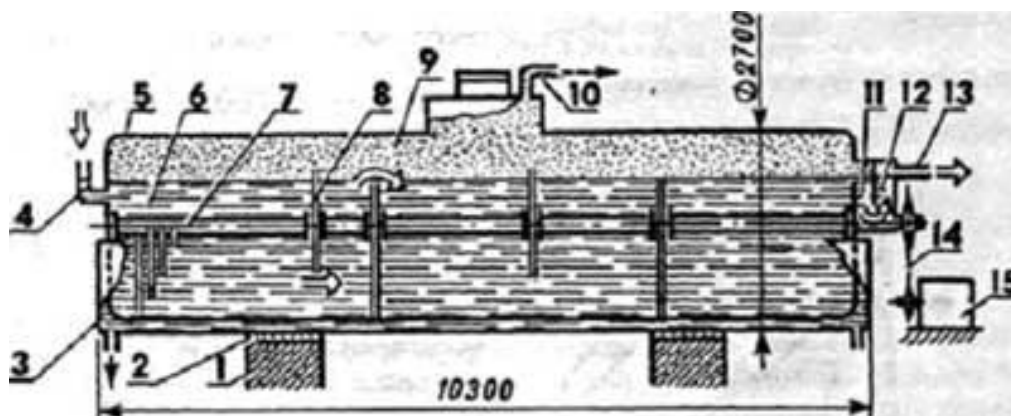
Рисунок 1.2 - Схема установки для получения биогаза с коническим колоколом



1 - трубопровод выхода биогаза; 2 - колокол; 3 - корпус ферментатора;
4 - сырье; 5 - система подогрева сырья; 6 - раскосы металлической конструкции колокола; 7 - направляющая труба колокола; 8 - металлический каркас теплицы; 9 - трубопровод подачи горячей воды.

Рисунок 1.3 - Схема установки для получения биогаза повышенной производительности

Для небольшой установки наиболее простое решение - использовать высвободившиеся топливные цистерны. Схема биореактора на базе стандартной топливной цистерны объемом 50 м³ показана на рисунке. Внутренние перегородки могут быть из металла или кирпича; их основная функция - направлять поток навоза и удлинить путь его внутри реактора, образуя систему сообщающихся сосудов. На схеме перегородки показаны условно; их число и размещение зависят от свойств навоза - от текучести, количества подстилки.



1 — бетонная подставка (2 шт.); 2 — теплоизоляционная «подушка» (2 шт.); 3 — обогреватель с термофикационной водой («тепловая рубашка» базовой железнодорожной нефтецистерны); 4 — патрубок приема сырья; 5 — корпус биореактора (цистерна); 6 — сырье (жидкий навоз); 7 — вал мешалки с лопастями; 8 — шлюзовая перегородка (4 шт.); 9 — биогаз; 10 — газопроводный патрубок; 11 — переработанная биомасса; 12 — сифонный затвор; 13 — патрубок трубопровода переработанной биомассы; 14 — цепная передача; 15 — мотор-редуктор (220 В, 3 кВт)

Рисунок 1.4 - Биореактор экспериментальной газовой станции (утеплитель из древесных опилок условно не показан)

Биореактор из железобетона требует меньше металла, но более трудоемок в изготовлении. Чтобы определить объем биореактора, нужно исходить из количества навоза, которое зависит как от численности и массы животных, так и от способа его удаления: при смыве бесподстилочного навоза общее количество стоков увеличивается во много раз, что

нежелательно, так как требует увеличения затрат энергии на подогрев. Если суточное количество стоков известно, нужный объем реактора можно определить, умножив это количество на 12 (поскольку 12 суток - минимальный срок выдержки навоза) и увеличив полученную величину на 10 % (так как реактор следует заполнять субстратом на 90 %).

Ориентировочная суточная производительность биореактора при загрузке навоза с содержанием сухого вещества 4-8 % - два объема газа на объем реактора: биореактор объемом 50 м³ будет давать в сутки 100 м³ биогаза.

Как правило, переработка бесподстильного навоза от 10 голов крупного рогатого скота позволяет получить в сутки около 20 м³ биогаза, от 10 свиней - 1-3 м³, от 10 овец - 1 - 1,2 м³, от 10 кроликов - 0,4-0,6 м³.

Тонна соломы дает 300 м³ биогаза, тонна коммунально-бытовых отходов - 130 м³. (Потребность в газе односемейного дома, включая отопление и горячее водоснабжение, составляет в среднем 10 м³ в сутки, но может сильно колебаться в зависимости от качества теплоизоляции дома.) Подогревать субстрат до 40°C можно различными способами. Удобнее всего использовать для этого газовые водонагревательные аппараты АГВ-80 или АГВ-120, снабженные автоматикой для поддержания температуры теплоносителя. При питании аппарата биогазом (вместо природного газа) следует его отрегулировать, уменьшив подачу воздуха. Можно также использовать для подогрева субстрата ночную электроэнергию. Аккумулятором тепла в этом случае служит сам биореактор.

Для уменьшения потерь тепла биореактор необходимо тщательно теплоизолировать. Здесь возможны разные варианты: в частности, можно устроить вокруг него легкий каркас, заполненный стекловатой, нанести на реактор слой пено-полиуретана и пр.

Давление газа, получаемого в биореакторе (100-300 мм вод. ст.), достаточно для его подачи на расстояние до нескольких сотен метров без газодувок или компрессоров.

При запуске биореактора необходимо заполнить его на 90 % объема субстратом и продержать 7 - 12 суток, после чего можно подавать в реактор новые порции субстрата, извлекая соответствующие количества ферментированного продукта.

Установка с фиксированным куполом (рисунок 1.5) состоит из закрытого, куполообразного реактора и выгрузной емкости, также известной как компенсирующая емкость. Газ собирается в верхней части реактора-куполе. Когда загружается очередная порция сырья переработанное сырье выталкивается в компенсирующую емкость. С увеличением давления газа повышается уровень переработанного сырья в компенсирующей емкости.

Китайские установки с фиксированным куполом являются архетипом всех подобных установок. Более 12 млн. таких установок было построено и работает в Китае.

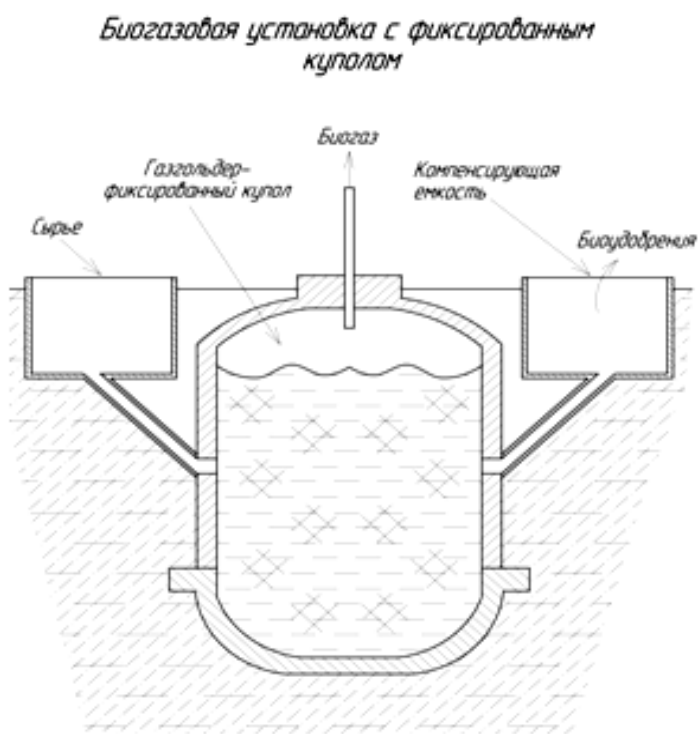


Рисунок 1.5 – Биогазовая установка с фиксированным куполом

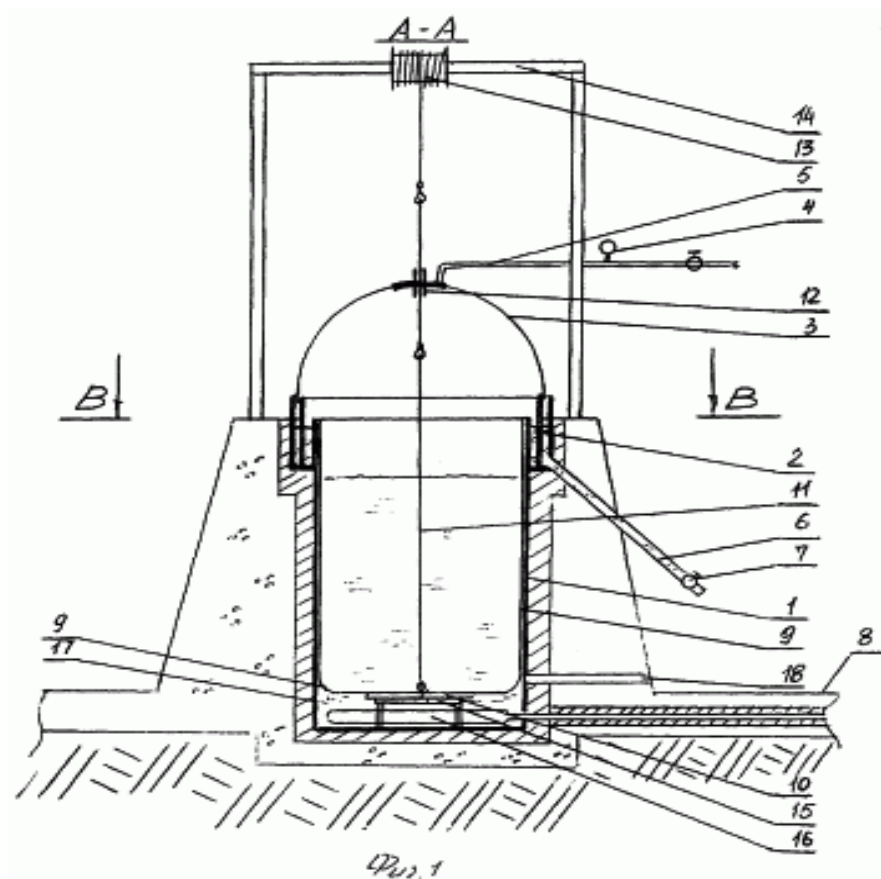


Рисунок 1.6 – Схема биогазовой установки с внутренним брезентовым покрытием

Представленная схема конструкции (рисунок 1.6) для получения биогаза отличается той особенностью, что имеет гибкий реактор, который в данном случае облегчает операцию по выгрузке переработанного сырья.

Но недостатком в приведенной схеме является то, что во-первых, для обеспечения герметичности необходимо сделать хорошие соединительные крепежи между корпусами реактора и газгольдера во избежание утечки газа. Также в месте прохождения троса подъемного устройства тоже необходим очень герметичный элемент, который бы не пропускал газ. Во-вторых, разгрузка сырья хотя и простая но с другой стороны неудобная. Поскольку при подъеме возможна утечка отходов сырья в пространство между реактором (брезентом) и стенкой биогазовой установки, куда заполняется вода.

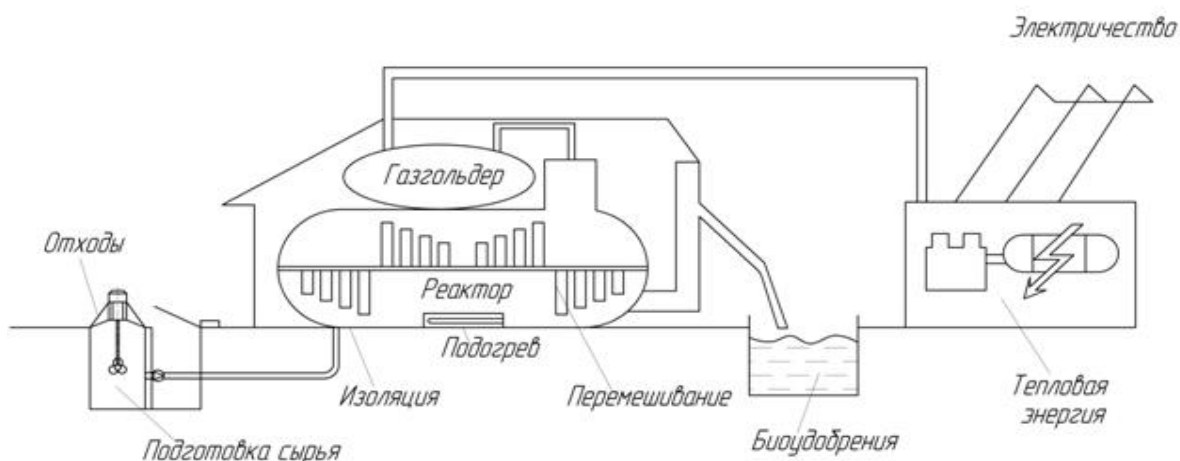


Рисунок 1.7 – Биогазовая установка

На рисунке 1.7 представлена типичная для развитых стран конструкция биогазовой установки.

Емкость для смешивания и измельчения сырья и насос для загрузки сырья в реактор. Иногда устанавливаются устройства для предварительного подогрева сырья для предотвращения замедления процесса сбраживания сырья в реакторе.

Реактор обычно теплоизолирован и сделан из бетона или стали. Для оптимизации прохождения сырья большие реакторы имеют удлиненную форму. Сырье перемешивается медленно двигающимися лопастями.

Газгольдер делается из стали и располагается рядом с реактором

1.2 Типы существующих конструкций эжекторов

Для увеличения скорости образования биогаза и повышения качества смешивания был проведен анализ существующих конструкций эжекторов. На рисунке 1.8 показан струйный аппарат с подпружиненной иглой установленной с возможностью осевого перемещения, в котором, с целью повышения стабильности работы, надмембранная полость уравнительного механизма сообщена с камерой смешения, подмембранная - с всасывающим патрубком, а мембрана подпружинена со стороны подмембранной полости.

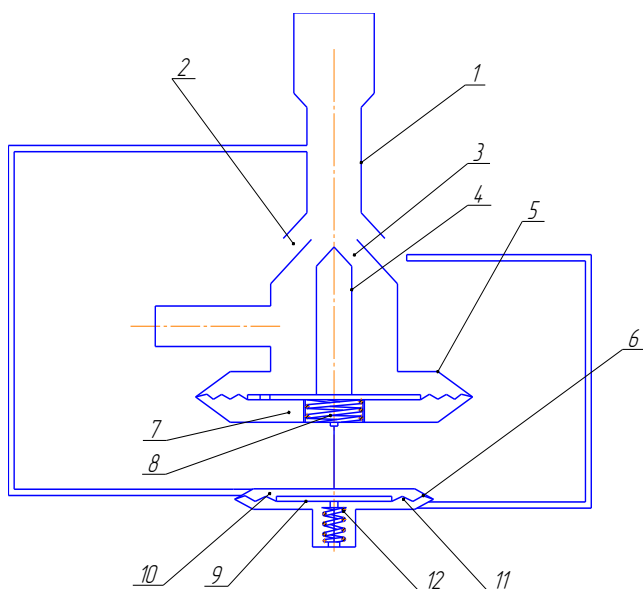


Рисунок 1.8 – Струйный аппарат с подпружиненной иглой

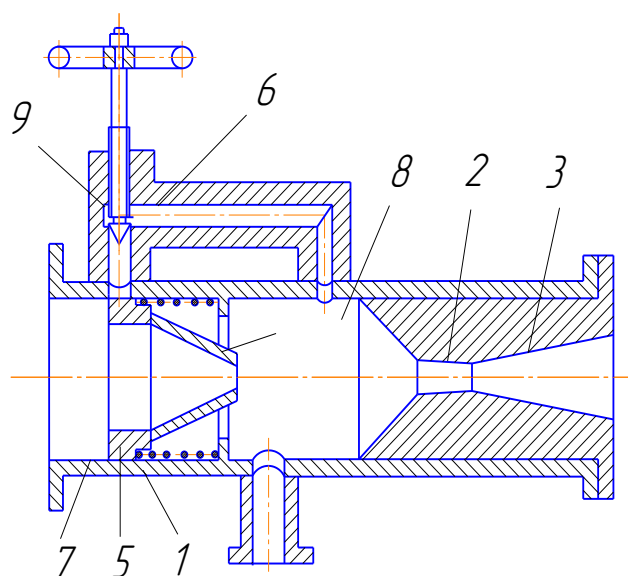


Рисунок 1.9 – Струйный насос с подпружиненным активным соплом

На рисунке 1.9 приведен струйный насос, особенностью которого является то, что, активное сопло аппарата подпружинено, относительно корпуса втулкой. Аппарат имеет перепускной канал, вход которого подключен к специальному патрубку подвода активной среды, а выход - к приемной камере. Рабочая среда создает разрежение и увлекает в камеру смешения пассивную среду. Изменяя проходное сечение регулируемого специального дросселя изменяют количество откачиваемой среды и тем самым изменяют режим работы струйного аппарата.

Изменяя проходное сечение регулируемого дросселя, меняют режим пульсирующей подачи активной среды из сопла.

На рисунке 1.10 показан эжектор с эластичной мембраной. Эжектор работает следующим образом: если текущее значение регулируемой величины, например окислительно-восстановительный потенциал перекачиваемой среды становится меньше заданного значения, то в управляющую камеру сдается импульс давления. Патрубок перемещается в нижнее положение. В результате этого через окно патрубка эжектор поступает пассивная среда. По достижении заданного значения регулируемой величины давление в управляющей камере понижается, что приводит к

перемещению патрубка в верхнее положение и прекращению подачи пассивной среды в эжектор.

Таким образом, в эжекторе обеспечивается автоматическое регулирование подачи пассивной среды.

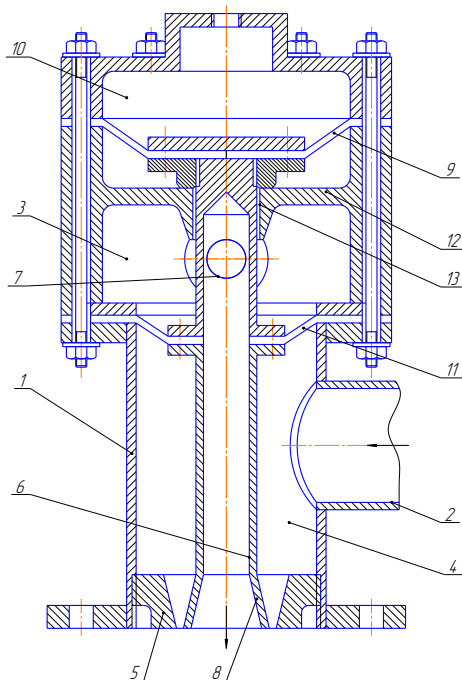


Рисунок 1.10 – Эжектор с эластичной мембраной.

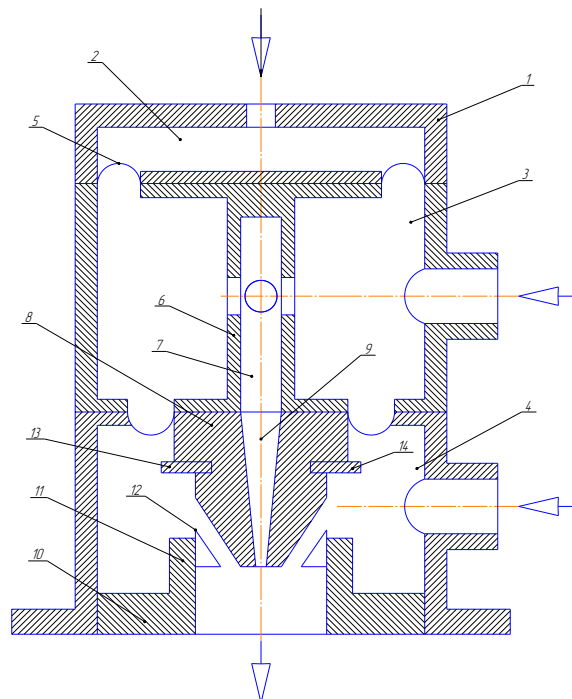


Рисунок 1.11 – Струйный аппарат с подвижным активным соплом.

На рисунке 1.11 приведен струйный аппарат с подвижным активным соплом. Струйный аппарат работает следующим образом: активная среда из центральной полости поступает в сообщенную с ней полость штока и, истекая через центральное сопло эжектирует пассивную среду, подводимую через выходную камеру и наклонные сопла. Регулирование работы эжектора осуществляется изменением давления в управляющей камере, что приводит к продольному перемещению штока с сопловым блоком. В результате втулка частично или полностью перекрывает входы наклонных сопел. Перед запуском и при остановке прокладка контактирует с торцом втулки, что приводит к снижению утечек эжектируемой среды.

На рисунке 1.12 показан эжектор с подвижным соплом, имеющее наклонные лопатки. Активная среда при истечении из сопла эжектирует

пассивную среду, поступающую из патрубка. При взаимодействии активной среды с лопатками, а пассивной среды с лопатками создаются два противоположно направленных крутящих момента. Если крутящие моменты равны, то сопло неподвижно. Однако в случае изменения, например, давления одной из сред соотношение величин крутящих моментов изменяется, вследствие чего сопло поворачивается относительно своей оси и перемещается при этом в осевом направлении на величину d_1 , угол поворота сопла, t - шаг резьбы. Таким образом, перемещаясь в осевом направлении, сопло увеличивает или уменьшает расстояние A , регулируя тем самым расход пассивной среды. Изменение настройки эжектора осуществляется регулированием с помощью винта степени сжатия упругого элемента.

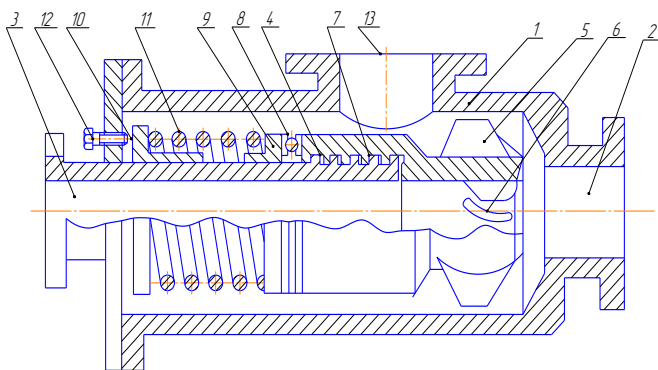


Рисунок 1.12 – Эжектор с подвижным соплом имеющее наклонные лопатки

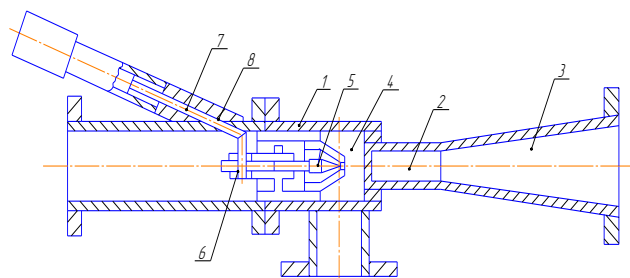


Рисунок 1.13 – Струйный аппарат с иглой

На рисунке 1.13 приведен струйный аппарат с иглой. Он работает следующим образом: активная среда, истекая из сопла, увлекает в камеру смещения пассивную среду. В диффузоре кинетическая энергия смеси сред частично преобразуется в потенциальную энергию. Перемещая иглу в активном сопле путем перемещения штока, соединенного с толкателем, изменяют режим истечения активной среды из сопла и как следствие режим работы струйного аппарата.

На рисунке 1.14 показан импульсный струйный насос.

Струйный насос работает следующим образом. Насос опускается в жидкость, которая через клапан заполняет камеру всасывания до некоторого

уровня. При подаче порции сжатого воздуха последний резко истекает из сопла и вначале (до смешения) действует как поршень, толкая жидкость в подъемную трубу, при этом в камере всасывания создается разрежение и в нее через клапан всасывается жидкость.

При подаче следующей порции воздуха цикл повторяется.

Наличие клапана позволяет существенно повысить производительность насоса при работе в импульсном режиме.

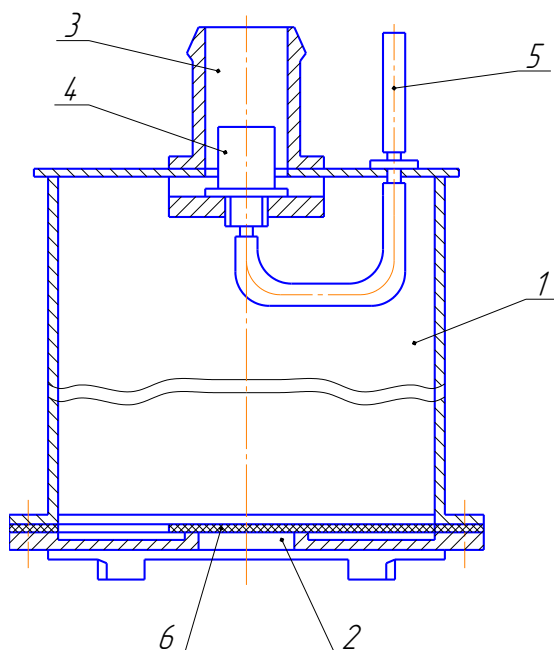


Рисунок 1.14 – Импульсный струйный насос

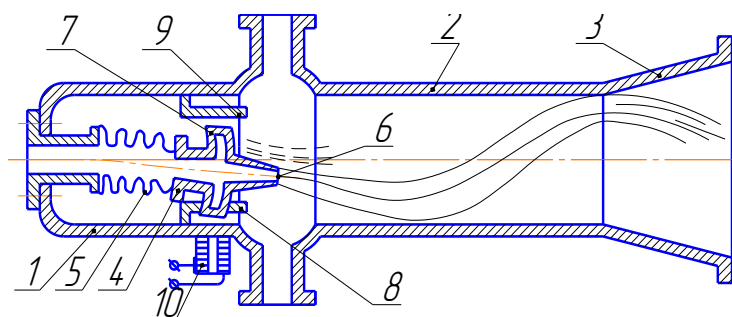


Рисунок 1.15 – Струйный аппарат с качающимся активным соплом

На рисунке 1.15 схематично изображен струйный аппарат с качающимся активным соплом. Радиальные сопла поддерживают периодические незатухающие колебания всего соплового блока. Колеблющаяся эжектирующая струя, вытекающая из осевого сопла, например, прямоугольной формы, позволяет создать ограниченные по длине замкнутые полости, заполненные эжектируемой средой, которые, в свою очередь, перемещаясь вдоль камеры смешения, обеспечивают наиболее качественный обмен энергиями.

При этом струйный аппарат может использоваться без ограничения свойств эжектирующей и эжектируемой сред.

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Биогазовая установка для переработки биоотходов

Биогазовая установка – это самая активная система биологической очистки. Система, которая выполняет функцию утилизации, переработки и очень быстро самоокупается. Отличия от других систем биоочистки :

- 1) биогазовая установка не потребляет энергию, а производит ее;
- 2) энергия нужна предприятию самому, а продукты других так называемых систем очистки (сухой корм или сушеный навоз) нужно еще продавать.

В качестве сырья можно использовать навоз крупного рогатого скота КРС, навоз свиней, птичий помет, отходы бойни (кровь, жир, кишки, каныгу), отходы растений, силос, прогнившее зерно, канализационные стоки, жиры, биомусор, отходы пищевой промышленности, солодовый осадок, выжимку, послеспиртовую барду, барду биоэтанольного завода, пивоваренную дробину (отходы дробленного солода после фильтрации сусла), свекольный и фруктовый жом, свекольную ботву, технический глицерин (от производства биодизеля), мезгу и другие отходы крохмало-паточного производства, молочную сыворотку, флотат-массу, твердый сепарированный осадок станций флотации городских очистных сооружений, водоросли. Большинство видов сырья можно смешивать с другими видами сырья.

Переработка отходов на биогазовой установке дает:

основные выгоды

1. экологическая очистка;
2. газ;
3. биоудобрения;
4. экономия капитальных затрат (для новых строящихся предприятий).

дополнительные выгоды (при установке дополнительных модулей)

1. электричество;

2. тепло;
3. топливо для автомобилей.

Утилизация или очистка

Биогазовая установка своим присутствием позволяет уменьшить санитарную зону (расстояние от предприятия до жилой зоны) с 500 м до 150 м. Для многих предприятий цена вопроса экологии часто сопоставима с жизнью предприятия.

Размеры устаревших отстойников и лагун огромны и запахи от них стоят тоже соответствующие. Площадь биогазовой установки же меньше площади лагун и навозохранилищ в несколько раз. В лагунах (навозохранилищах) вода в отходах связана коллоидными соединениями и испаряется мало. А после биогазовой установки масса переброжена, вода отсепарирована и испарение идет легко. Переброженную массу можно сразу разливать на поля как удобрение, а не ждать 3 года. Таким образом можно иметь лагуны площадью меньше в 5 раз! Капитальные затраты на строительство лагун – это просто выкинутые деньги. А сделав вложение в биогазовую установку Вы возвращаете деньги с прибылью и более эффективно используете земельные площади. Строительство биогазовой установки актуально не только для новых строящихся ферм, а и для старых. Ведь обычно старые лагуны переполнены под завязку и их ремонты выливаются в круглые суммы.

Если некоторые отходы можно просто хранить в отстойниках, то на утилизацию некоторых (например, на отходы бойни) необходимо затрачивать энергию и средства. Вместо энергозатратного получения мясокостной муки лучше получать газ.

При использовании обычных отстойников, свалок и лагун фильтрат часто попадает в грунтовые воды, отчего болеют люди и животные, а предприятию сан-эпидем станция выписывает огромные штрафы. Вы можете посмотреть, например, во что только обходятся лечение животных.

Используя систему очистки Вы сделаете так, что Ваши животные, и Вы сами будете меньше болеть, тратить меньше на лекарствах и забудете о штрафах.

При комплектации биогазовой установки устройствами с дополнительной степенью очистки, как например, фильтр-пресса, декантеры, можно понизить уровни ХБК и БПК до приемлемых для слива в канализацию или существующие заводские очистные. ХБК - химическая потребность в кислороде и БПК биологическая потребность в кислороде. Биогазовая установка позволяет убрать основную массу загрязняющих органических веществ (уменьшается содержание 60-70% органики в стоках).

Биогаз – это газ, состоящий примерно из 50-70% метана (CH_4) 50-30% углекислого газа (CO_2). Синонимами для биогаза являются такие слова, как канализационный газ или болотный газ, газ-метан.

Различные виды микроорганизмов метаболизируют углерод из органических субстратов в бескислородных условиях (анаэробно). Этот процесс, называемый гниением или бескислородным брожением, следует за цепью питания. В процессе брожения из биоотходов вырабатывается биогаз. Этот газ может использоваться как обычный природный газ для технологических целей, обогрева, выработки электроэнергии. Его можно накапливать, перекачивать, использовать для заправки автомобиля или продавать соседям. Для работы электрогенераторов биогаз используется без какой либо очистки.

Биогаз близок по своим характеристикам к природному газу. Если на предприятии используются регулируемые горелки, то биогаз только осушают и удаляют примеси сероводорода и аммиака. Если горелки не регулируемые, то устанавливают систему очистки от углекислого газа.

Для заправки автомобилей устанавливается дополнительная система очистки. После такой системы очистки полученный газ - полный аналог природного газа (90% метана (CH_4) и 10% углекислого газа (CO_2)). Вторым продуктом очистки биогаза является CO_2 .

Этот газ тоже идет в прибыль. Его использовать как сухой лед, для газировки или технических целей.

Тип сырья	Выход газа, м ³ на тонну сырья
Навоз коровий	60
Навоз свиной	65
Помет птичий	130
Отходы бойни	300
Жир	1300
Барда послеспиртовая	70
Зерно	500
Силос, ботва, трава, водоросли	400
Молочная сыворотка	60
Свекольный и фруктовый жом	70
Глицерин технический	500
Дробина пивная	180

Все понимают, что дальнейшие подорожание газа неизбежно и значительно. Протяжка километров газопровода стоит миллионов долларов. Вместо того чтобы строить газопроводы за эти или даже меньшие средства можно построить биогазовые установки. По проложенному газопроводу за газ еще нужно платить, а газ от биогазовой установки – почти бесплатен (менее 30 Евро за 1000м³). Биогазовая установка является лучшим решением по автономному газоснабжению и газификации удаленных районов.

Биоудобрения

При использовании таких сбалансированных биоудобрений урожайность повышается на 30-50%.

Обычный навоз, барду или другие отходы нельзя эффективно использовать в качестве удобрения 3-5 лет. При использовании же биогазовой установки биотходы перебродивают и перебродившая масса тут же может использоваться как высокоэффективное биоудобрение. Дело даже не только в экологии, а в простой выгоде. В обычных биотходах (например, навозе) минеральные вещества связаны химически с органикой, что осложняет усвоение их растениями. Для примера, минерализация в природном навозе 40%. В перебродившей массе минерализация 60%. Т.е. минералы уже больше несвязаны органикой. Перебродившая масса - это готовые экологически чистые жидкие и твердые биоудобрения, лишенные нитритов, семян сорняков, патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, специфических запахов. При использовании таких сбалансированных биоудобрений урожайность повышается на 30-50%. Биогазовая установка дает удобрения высочайшего качества.

Для новых строящихся комплексов, если не устанавливать биогазовую установку придется протягивать газопровод, линию электропередачи, устанавливать резервные дизель генераторы и строить лагуны лагуны. За эти деньги можно частично построить биогазовую установку. Экономия кап. затрат составляет 30-40% от стоимости биогазовой установки.

Из 1 м³ биогаза в генераторе можно выработать 2 кВт электроэнергии. Причем электричество без перепадов как в общественной сети. Установив биогазовую установку Вы будете иметь свою электроэнергию всегда по одной цене – почти бесплатно. Почти - это 0,01 \$ за кВт.

Тепло от охлаждения генератора или от сжигания биогаза можно использовать для обогрева предприятия, технологических целей, получения пара, сушки семян, сушки дров, получения кипяченой воды для содержания скота.

Возле биогазовых установок можно возрождать и ставить новые теплицы. Тепло можно получать как при сжигании газа специально, так и отбирать тепло, которое получается при охлаждении электрогенератора. Например, можно отапливать 2 га теплиц только от одного охлаждения электрогенератора, т.е. не сжигая газ специально для получения тепла. В себестоимости тепличных огурцов, помидоров, цветов 90% затрат – это тепло и удобрения.

Выходит, что возле биогазовой установки теплица может работать с 300-500 % рентабельностью.

Тепло также может использоваться для приведения в действие испарителей рефрижераторов, что может применяться, например, для охлаждения свежего молока на молочных фермах или для хранения мяса, яиц.

После доочистки биогаза получается биометан (90-95% метана, остальное CO_2). Биометан ничем не отличается от природного газа по составу или свойствам. Отличие только в происхождении. Таким метаном можно и стоит заправлять технику.

Сегодня уже существует огромная сеть заправочных метановых станций. В условия подорожания солярки использование метана становится более выгодным. Компания ЗОРГ строит биогазовые станции вместе с системой очистки и заправочной метановой станцией. Также мы беремся переоборудовать технику под метан. Переоборудование единицы техники обойдется в 2200 Евро со всеми материалами и работами. Такая биогазовая заправочная станция окупается менее чем за полгода.

Себестоимость метана - 20 Евро за тыс м³, а стоимость солярки 900 Евро за 1000л. 1 л солярки - эквивалент 1 м³ метана.



Рисунок 2.1 – Схема биогазовой установки

Принцип работы биогазовой установки (Рисунок 2.1).

Жидкие биоотходы перекачиваются на биогазовую установку фекальными насосами по бардопроводу или трубопроводу навозоудаления. Канализационная насосная станция (КНС) находится в специальном технологическом помещении. Твёрдые отходы (например, навоз, помет) доставляются по транспортной ленте, а с хранилища помета или навоза трактором. Жидкие отходы попадают не прямо в реактор, а в предварительную емкость. В этой емкости происходит гомогенизация массы и подогрев (иногда охлаждение) до необходимой температуры. Обычно объем такой емкости на 2-3 дня. Твёрдые отходы могут сгружаться в емкость с жидкими отходами и перемешиваться с ними. Либо твёрдые отходы загружаются в специальный шнековый загрузчик.

Из емкости гомогенизации и загрузчика твердых отходов биомасса (навоз или помет или барда) поступает в реактор (другое название биореактор, метантенк, ферментатор). Реактор (биореактор, метантенк,

ферментатор) является газонепроницаемым, полностью герметичным резервуаром из кислотостойкого железобетона. Это конструкция теплоизолируется слоем утеплителя. Толщина утеплителя рассчитывается под конкретные климатические условия. Внутри реактора (метантенка, ферментатора) поддерживается фиксированная для микроорганизмов температура. Температура в реакторе мезофильная (30-41°C). В отдельных случаях применяются реакторы с термофильным режимом (около 55°C). Перемешивание биомассы внутри реактора производится несколькими способами. Способ перемешивания выбирается в зависимости от типа сырья, влажности и других параметров. Перемешивание производится наклонными миксерами, миксерами типа "падл-гигант", погружными мешалками. Материал всех перемешивающих устройств - нержавеющей сталь. В отдельных случаях перемешивание не механическое, а гидравлическое. Т.е. масса раздается насосами по трубкам в слой, где живут колонии бактерий. Реакторы бывают с деревянным или железобетонным сводом. Срок службы реактора более 25-30 лет.

Подогрев реактора ведется теплой водой. Температура воды на входе в реактор 60°C. Температура воды после реактора около 40°C. Система подогрева - это сеть трубок находящихся внутри стенки реактора, либо на ее внутренней поверхности. Если биогазовая установка комплектуется когенерационной установкой (теплоэлектрогенератором), то вода от охлаждения генератора используется для подогрева реактора. Температура воды после генератора 90°C. Теплая вода с температурой 90°C смешивается с водой 40°C и поступает в реактор с температурой 60 °C. Вода специально подготовленная и рециркуляционная. В зимний период биогазовой установке требуется до 70% вторичного тепла отведенного от теплоэлектрогенератора. В летний - около 10%. Если биогазовая установка работает только на производство газа, тогда теплая вода берется от специально установленного водогрейного котла. Затраты тепловой и электрической энергии на нужды

самой установки составляют от 5 до 15% всей энергии, которую дает биогазовая установка.

Среднее время гидравлического отстаивания внутри реактора (в зависимости от субстратов) – 20–40 дней. На протяжении этого времени органические вещества внутри биомассы метаболизируются (преобразовываются) микроорганизмами. Для кукурузного силоса период брожения составляет 70-160 дней. Период брожения определяет объем реактора.

Всю работу по сбраживанию отходов проделают анаэробные микроорганизмы. В биореактор микроорганизмы вводятся один раз при первом запуске. Дальше никаких добавок микроорганизмов и дополнительных затрат не требуется. Введение микроорганизмов производится одним из трех способов: 1) введение концентрата микроорганизмов; 2) добавление свежего навоза или 3) добавление биомассы с другого действующего реактора. Обычно используется 2 и 3 способ из-за дешевизны. В навозе микробы присутствуют и попадают в него еще из кишечника животных. Эти микроорганизмы полезны и не приносят вреда человеку или животным. К тому же реактор - это герметичная система. Поэтому реакторы, а точнее их назвать ферментерами, располагаются в непосредственной близости от фермы или производства.

На выходе имеем два продукта: биогаз и биоудобрения (компостированный и жидкий субстрат).

Биогаз сохраняется в емкости для хранения газа - газгольдере. Здесь в газгольдере выравниваются давление и состав газа. Материал мембраны стоек к солнечному свету, осадкам и испарениям в реакторе.

Срок службы газгольдера 15 лет. Газгольдер герметически накрывает реактор сверху. Над газгольдером накрывается дополнительно тентовое покрытие. В пространство между газгольдером и тентом закачивается воздух для создания давления и теплоизоляции. В отдельных случаях газгольдер представляет собой много-камерный мешок. Такой мешок в зависимости от

проектного решения может крепиться сверху бетонного свода ремнями либо в специальной бетонной емкости. Запас объема газгольдеров обычно 0,5-1 день.

Из газгольдера идет непрерывная подача биогаза в газовый или дизель-газовый теплоэлектрогенератор. Здесь уже производится тепло и электричество. 1м³ газа дает 2кВт*ч электрической и 2кВт*ч тепловой энергии. Крупные биогазовые установки имеют аварийные факельные установки на тот случай, если двигатель/двигатели не работают и биогаз надо сжечь. Газовая система может включать в себя вентилятор, конденсатоотводчик, десульфулизатор и т.п.

Всей системой управляет система автоматики. Система контролирует работу насосной станции, мешалок, системы подогрева, газовой автоматики, генератора. Для управления достаточно всего 1 человека 2 часа в день. Этот человек ведет контроль с помощью обыкновенного компьютера. После 2-х недельного обучения на установке может работать человек без особых навыков, т.е. после училища.

Переброшенная масса- это биоудобрения, готовые к использованию. Жидкие биоудобрения отделяются от твердых с помощью сепаратора и сохраняются в емкости для хранения биоудобрения. В Германии этот субстрат - аммиачная вода в основном используется как удобрение из-за высокой концентрации аммиака (NH₄). Твердые удобрения хранятся на специальном участке. Из емкости хранения жидких удобрений насосами масса перекачивается в бочки-прицепы и вывозится на свои поля или на продажу. Как вариант возможна комплектация биогазовой установки линией фасовки и упаковки биоудобрений в бутылочки по 0,3; 0,5, 1,0 л. Если биоудобрения не представляют никакого интереса для собственника, что вообще странно, и требуется избавиться от жидкого субстрата, тогда биогазовая установка комплектуется устройствами с дополнительными степенями очистки.

В случае, когда предприятию требуется не электроэнергия, а газ для заправки автомобилей, биогазовая установка комплектуется системой очистки и метановой заправочной станцией. Система очистки биогаза - устройство по отделению CO_2 из биогаза. Например, если требуется техническая углекислота, то по принципу абсорбера- десорбера. Содержание углекислого газа доводится с 40% до 10% (и даже 1%, если требуется). Такой вариант чрезвычайно может быть интересен, ввиду дороговизны солярки.

Для отдельных видов сырья описанный выше способ требует коррекции. Например, такой способ совершенно недопустим для моносырья как послеспиртовая барда и пивная дробина. В таком случае используется двухстадийная технология с дополнительными реакторами гидролиза. Особенностью процесса является поддержание уровня кислотности в реакторах гидролиза. Технология запатентована компанией ZORG и тщательно охраняется, что делает невозможным другим компаниям, даже если им станет известно ноу-хау, использовать этот метод и устройство.

Установка на себя потребляет всего 10-15% энергии зимой и 3-7% летом. Для работы очень большой установки достаточно 1 человека 2 часа в день.

Состав оборудования и сооружений биогазовой установки

1. Емкость гомогенизации
2. Загрузчик твердого сырья
3. Реактор (другое название биореактор, метантенк, ферментатор)
4. Мешалки
5. Газгольдер (хранилище газа)
6. Система смешивания воды и отопления
7. Газовая система
8. Насосная станция
9. Сепаратор
10. Приборы контроля

11. КИПиА с визуализацией

12. Аварийные факельные горелки и система безопасности



а)



б)



в)



г)



д)



е)



ж)



з)



и)



к)



л)

а) – Загрузчик твердых отходов; б) – Насосная станция; в) – Реактор изнутри; г) – Газгольдер; д) – Аварийный факел; е) – Контроль мутности биомассы; ж) – Ко-генератор в контейнере; з) – Ко-генератор; и) – Сепаратор; к) – КИПиА; л) – Визуализация процессов.

Рисунок 2.2 – Фотографии частей биогазовой установки

2.2 Биогазовые когенерационные установки

Биогазовые когенерационные установки для автономного энергоснабжения – перспективный источник тепловой и электрической энергии

Современные когенерационные биогазовые станции вырабатывают электричество и теплоту за счет утилизации отходов предприятий аграрного сектора и городской канализации, мусорных свалок. Эта технология завоевывает приоритетные позиции по всей Европе. В качестве топлива когенерационных установок используется биогаз.

Биогаз возникает при ферментации органических веществ, таких как навозная жижа, навоз, жидкое навозное удобрение, растения, пищевые отходы. Он возникает в природе повсюду, где нет доступа кислорода. В ферментерах и в гнилостных башнях в результате анаэробной ферментации (анаэробно - без кислорода) образуется биогаз.

Если органический материал складывается без доступа воздуха, то при воздействии связывающих метан бактерий начинается биологический процесс, при котором образуется газ. Это и есть биогаз.

Химический состав биогаза

Вещество	Химическая формула	Содержание, %
Метан	CH_4	40—75
Углекислый газ	CO_2	25—55
Водяной пар	H_2O	0—10
Азот	N_2	<5
Кислород	O_2	<2
Водород	H_2	<1
Сероводород	H_2S	<1
Аммиак	NH_3	<1

Биогаз как правило используется в когенерационных установках на базе газопоршневого двигателя для выработки тепловой и электрической энергии.

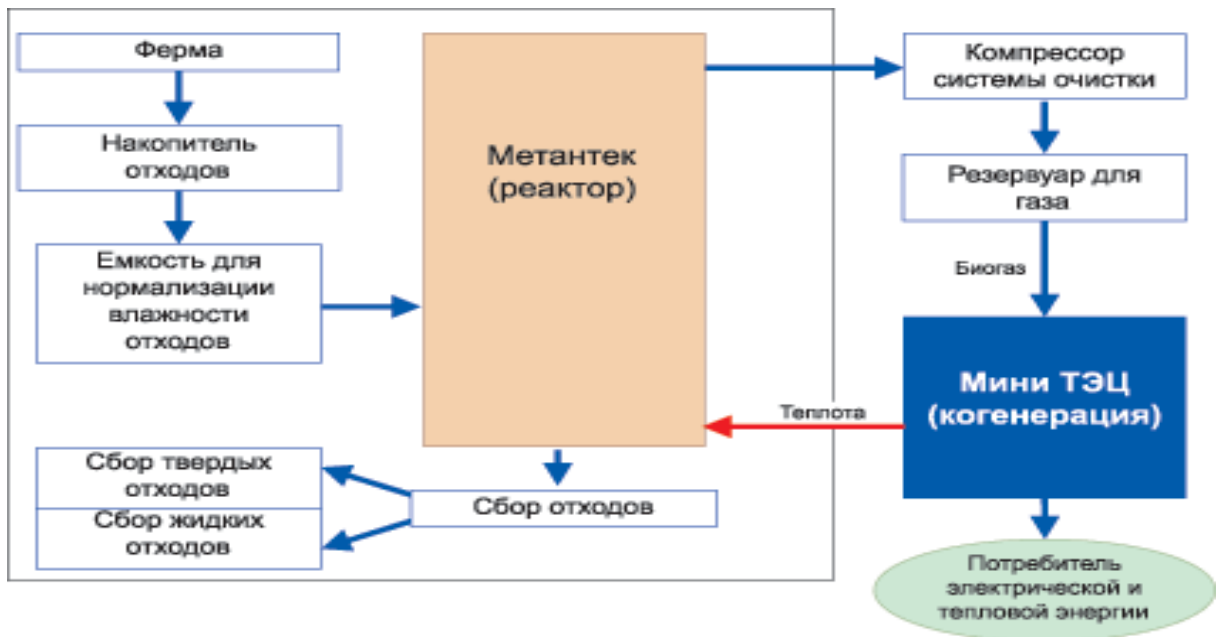


Рисунок 2.3 – Технологическая схема получения и использования биогаза

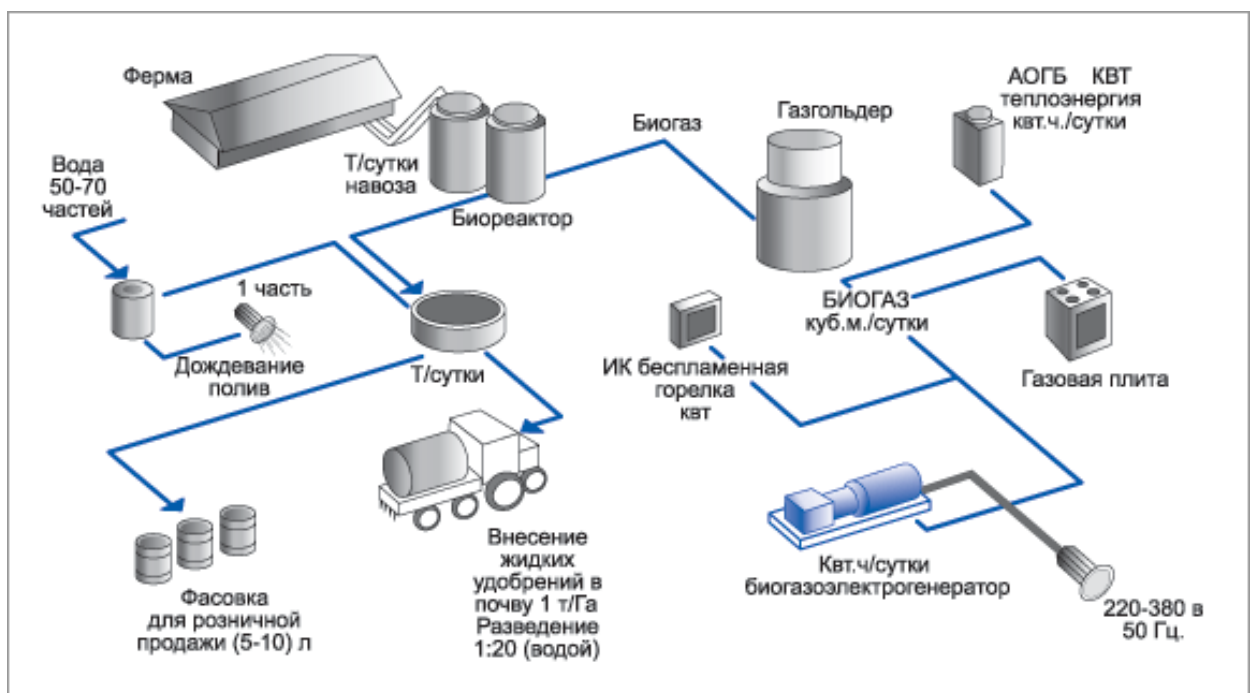


Рисунок 2.4 – Принципиальная схема комплексного решения энергоснабжения с использованием биогаза



Рисунок 2.5 – Принципиальная схема комплексного решения энергоснабжения с использованием биогаза

Среднее время эксплуатации одной скважины составляет 15 лет, ориентировочный срок окупаемости проекта составляет 4-5 лет.

К преимуществам биогазовых технологий можно отнести:

- Независимость от государства в сфере энергоносителей и энергообеспечения.
- Экономия денежных средств за счет перехода на свой биогаз.
- Вместо обычной утилизации органических отходов производится энергия, и используются питательные вещества.
- Улучшение экологии предприятия, на котором реализуется проект.
- Получение дополнительной прибыли за счет выработки «зеленой» энергии и снижение уровня вредных выбросов в атмосферу.
- Биогазовая жижа более эффективна как удобрение по сравнению с неферментированной жижой.
- Увеличивая к 2010 г. минимум вдвое объем новейших энергий и развивая и распространяя дальше на базе установок на биогазе благоприятные для окружающей среды технологии, применение биогаза служит и поддержке цели по защите климата.

- Создание дополнительной экономической опоры: заработать деньги – произвести экологически безопасную энергию.

2.3 Схемы существующих технологий получения биогаза

Схема биогазовой установки с внутренним брезентовым покрытием приведена на рисунке 2.6

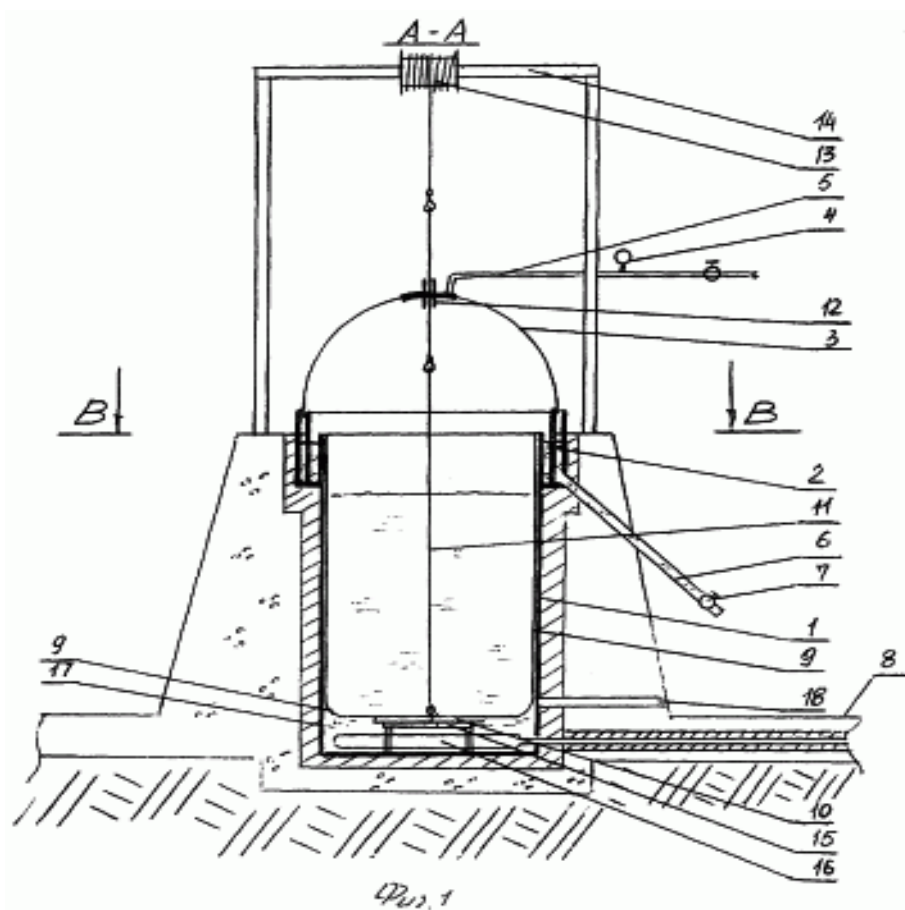


Рисунок 2.6 – Схема биогазовой установки с внутренним брезентовым покрытием

Данная установка работает следующим образом. Навозная масса загружается в реактор 1, покрытый брезентом 9; начинается сбраживание и образование газа. Периодическое перемешивание осуществляется за счет подъема-отпускания брезента с помощью лебедки. После завершения цикла брожения массу удаляют из реактора через канал 6, постепенно поднимая брезент. Для поддержания постоянной температуры массу подогревают электротеном 15, который находится в водной среде между реактором и брезентом.

Следующая не менее интересная технологическая схема биогазовой установки приведена на рисунке 2.7.

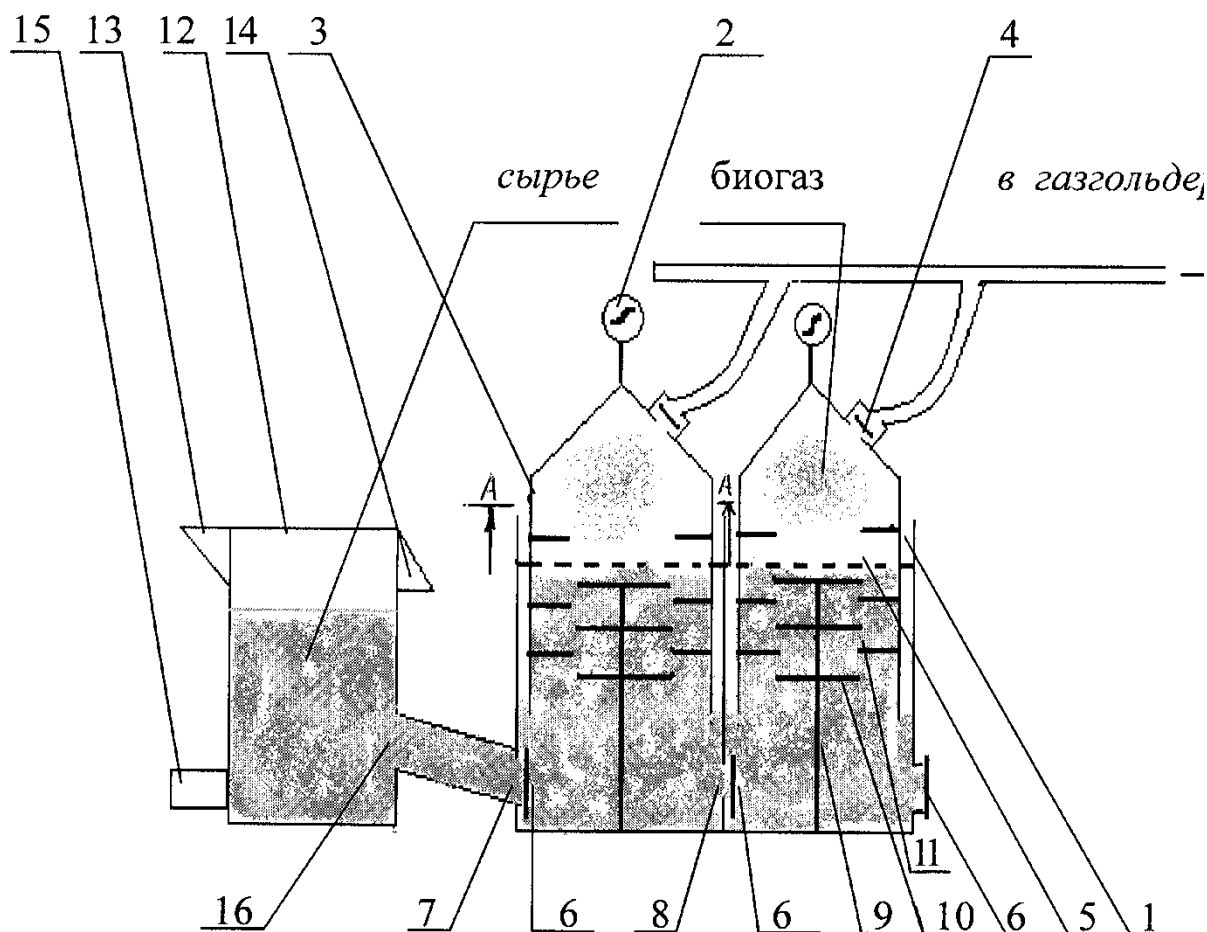


Рисунок 2.7 – Технологическая схема биогазовой установки

Данная установка содержит реактор, разделенный на сообщающиеся между собой секции, имеющие колоколообразные сборники газа с лопастями, узлы загрузки и выгрузки. Каждая секция содержит стаканы, в которых установлены с возможностью вертикального перемещения относительно друг друга посредством привода колоколообразные сборники газа, имеющие в верхней части регулируемые клапаны и сетку. Стаканы в нижней части имеют отверстия с клапанами, между которыми установлена перегородка с лопастями, расположенными в шахматном порядке относительно дополнительных лопастей, установленных на стенках колоколообразных сборников газа, где нижняя лопасть выполнена длиннее верхних. Узел загрузки выполнен в виде емкости с входным патрубком для подачи исходного сырья, лотком для отвода нерастворимых твердых легких

фракций и выходными патрубками на нижнем уровне для сброса излишней жидкости, твердых тяжелых нерастворимых фракций и подачи сырья на переработку через отверстия в стакане.

2.4 Требования на получение качественного биогаза

Материалы и технические изделия, предусматриваемые в проекте сооружения системы сбора и утилизации биогаза на полигоне ТБО, должны быть экономичными, надежными и соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий, утвержденных в установленном порядке и прошедших государственную регистрацию в соответствии с [ГОСТ 2.114-70](#) и ГОСТ 2.115-70.

Конструкции и применяемые материалы газовых скважин должны обеспечить их надежную эксплуатацию без капитальных ремонтов и замены основных узлов в течение 15 лет.

Для промежуточных и магистрального газопроводов следует применять трубы из полиэтилена низкого давления с маркировкой «ГАЗ», изготовленные в соответствии с ТУ 6-19-051-538-85 типа «Т». Трубы должны быть испытаны гидравлическим давлением на заводе-изготовителе и иметь запись в сертификате о том, что выдержат давление, величина которого соответствует требованиям стандарта или технических условий.

Соединительные детали (втулки под фланцы, переходы, отводы, тройники и др.) для полиэтиленовых труб предусматривают по ТУ 6-19-051-539-85.

Разъемные соединения полиэтиленовых труб со стальными трубами, компенсаторами и запорной арматурой выполняют на втулках под фланец.

При отсутствии полиэтиленовых труб по согласованию с заказчиком могут быть применены стальные трубы. Стальные трубы должны быть прямошовные, спиральношовные или бесшовные, изготовленные из хорошо сваривающейся стали, содержащей не более 0,25 % углерода, 0,056 % серы и 0,046 % фосфора.

Как и для полиэтиленовых труб стальные трубы должны быть испытаны гидравлическим давлением на заводе-изготовителе и иметь соответствующую запись в сертификате.

Защиту труб от коррозии необходимо предусматривать в соответствии с требованиями [ГОСТ 9.015-74](#). Стальные трубы, прокладываемые по поверхности, рекомендуется покрывать двумя слоями грунтовки и двумя слоями краски, лака или эмали.

Сварные соединения стальных труб должны быть равнопрочны основному материалу. Соединительные части и детали должны быть заводского изготовления и соответствовать [ГОСТ 12820-80](#) и [ГОСТ 12821-80](#). Для уплотнения фланцевых соединений следует применять прокладки из паронита [ГОСТ 481-80](#) (марка ПМБ) толщиной 4 мм, маслобензостойкой резины ГОСТ 7338-77 толщиной 3 - 5 мм, алюминия [ГОСТ 21631-76](#) или ГОСТ 13726-76 толщиной 1 - 4 мм, меди ГОСТ 495-77 (марка М1, М2) толщиной 1 - 4 мм, а также из других материалов, обеспечивающих не меньшую герметичность по сравнению с выше перечисленными материалами.

Толщину стенок указанных труб следует определять расчетом в соответствии с требованиями [СНиП 2.04.12-86](#). При этом номинальная толщина стенки труб принимается не менее 3 мм.

Соединение полиэтиленовых труб со стальными предусматривают на фланцах. Присоединение ответвлений к полиэтиленовым газопроводам производят с помощью соединительных деталей из полиэтилена или врезкой в стальные вставки. Длина стальной вставки должна быть не менее 1 м.

Переходы полиэтиленовых труб с одного диаметра на другой, а также повороты газопроводов выполняют с помощью соединительных деталей из полиэтилена. При отсутствии полиэтиленовых отводов радиус поворота полиэтиленового газопровода следует предусматривать не менее 25 диаметров трубы.

Разборные соединения газопроводов и отключающие устройства должны быть доступны для осмотра, ремонта, монтажа и демонтажа. С этой целью устья скважин размещаются в железобетонных колодцах, устраиваемых из колец типа К-10-10 диаметром 1 м, которые накрываются чугунным люком диаметром 0,7 м. Наружную поверхность заглубленных колодцев необходимо предусмотреть покрытой битумными или другими гидроизоляционными материалами. В местах прохода газопровода через стенки колодца его следует заключать в футляры из промасленных прядей с заделкой цементным раствором. Внутренний диаметр прохода в стенке колодца должен быть не менее чем на 100 мм больше наружного диаметра газопровода.

Применяемые вентили, краны, задвижки, затворы и т.п. должны быть предназначены для газовой среды и по герметичности соответствовать 1 классу по [ГОСТ 9544-75](#).

Электрооборудование приводов и других элементов системы сбора биогаза по требованиям взрывобезопасности следует принимать в соответствии с указаниями Правил устройства электроустановок.

Конструкция регуляторов давления биогаза должна соответствовать [ГОСТ 11881-76](#) (ст. СЭВ 3048-81) и удовлетворять следующим требованиям:

- зона пропорциональности не должна превышать ± 20 % верхнего предела настройки выходного давления для комбинированных регуляторов;
- зона нечувствительности не должна быть более 2,5 % верхнего предела настройки выходного давления;
- постоянная времени (время переходного процесса регулирования резких изменений расхода газа или выходного давления) не должна превышать 60 с.

Для изготовления гнутых или сварных компенсаторов используют трубы, равноценные принятым для соответствующего газопровода. Применение сальниковых компенсаторов на газопроводах не допускается.

2.5 Технологический расчет

2.5.1 Технологический расчет

Размер реактора измеряется в кубических метрах и зависит от количества, качества и типа сырья. А также выбранной температуры и времени збраживания. Существуют несколько способов определения необходимого объема реактора.

Соотношение суточной дозы загрузки сырьяи размера реактора

Суточная доза загрузки сырья определяется исходя из времени сбраживания (времени оборота реактора) и вбранного температурного режима.

Размер реактора для переработки определенного количества сырья

Сначала, исходя из количества животных, опытным путем определяется суточное количество навоза (ДН) для переработки в биогазовой установке.Затем сырье разбавляется водой для достижения 86%-92% влажности.

В большинстве сельских установок соотношение навоза и воды , смешиваемых для получения сырья, колеблется от 1:3 до 2:1. Таким образом, количество загружаемого сырья (Д) – сумма отходов хозяйства (ДН) и воды (ДВ), которой они разбавляются.

Для переработки сырья при мезофильном режиме рекомендуется использовать дозу суточной загрузки (Д), равную 10% от объема общего загруженного в установку сырья (ОС). Общий объем сырья в установке не должен превышать 2/3 объема реактора.

Таким образом, объем реактора (ОР) рассчитывается по следующей формуле:

$$ОС=2/3хОР, \quad (2.1)$$

где

$$ОР=1,5хОС , \quad (2.2)$$

где

$$OC=10 \times D, \quad (2.3)$$

где

$$D=DH+DV \quad (2.4)$$

ООО «Тойма» выращивает около 800 голов свиней. Объем суточных экскрементов от одной свиньи равен 4,5 кг. Влажность экскрементов свиней составляет 86%.

Объем суточных отходов свиноферм будет составлять:

$$DH=800 \times 4,5=2000 \text{ кг.}$$

Значит, суточная доза загрузки сырья составит 2000 кг. Полная загрузка реактора будет равна:

$$OC=10 \times 2=20 \text{ тонн.}$$

Объем реактора будет равен:

$$OP=1,5 \times 20=30 ,$$

или примерно 30 м^3 .

2.5.2 Расчет выхода биогаза

Расчет суточного выхода биогаза подсчитывается в зависимости от типа сырья и суточной порции загрузки.

Выход биогаза с одного килограмма навоза свиней при влажности 85% примерно равен 0,05-0,09 м³ биогаза. Следовательно, выход биогаза с 2000 кг свиного навоза будет равен 180-324 м³ биогаза.

Баланс между потребностью в энергии и выходом биогаза

Необходимость в энергии для каждого индивидуального хозяйства определяется из суммы всех настоящих и будущих потребительских ситуаций, таких как приготовление пищи, сырья в реакторе, которое в условиях нашей зоны составляет от 10 до 25% в зависимости от времени года.

Количество биогаза, необходимое нашему хозяйству, можно определить по количеству энергии, потребляемой ранее. Например, сжигание 1 кг дров аналогично сжиганию 650 литров или 0,65 м³ биогаза, а 1 кг угля – 1,1 м³ биогаза.

Необходимый объем биогаза для приготовления пищи может быть определен на основании времени, ежедневно затрачиваемого на приготовление пищи. Необходимое количество биогаза для приготовления одной порции пищи для одного человека составляет 0,15-0,3 м³ биогаза.

Для кипячения 1 литра воды необходимо 0,03-0,05 м³ биогаза. Для отопления 1 м² жилой площади необходимо около 0,2 м³ биогаза в сутки. Бытовые газовые плиты потребляют 0,20-0,45 м³ в час.

Трехразовое приготовление пищи для семьи из четырех человек потребует от 1,8 до 3,6 м³ биогаза, а отопление помещения площадью 100 м² потребует около 20 м³ биогаза в сутки. На обогрев реактора необходимо примерно 15% вырабатываемого биогаза. Итак, для подогрева установки нашего типа объемом 55 м³ необходимо 45 м³ биогаза.

2.6. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для специалистов должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ

Место определяет в основном подземный или подземный реактор будет строится и в случае падземной конструкции, вертикальный или горизонтальный.

Существующие сооружение могут быть использованы для хранения биоудобрений, например, поступающие ямы или металлические емкости. Для уменьшения затрат при планировании необходимо учитывать наличие уже готовых частей установки.

Наличие сырья определяет не только размер и форму емкости для смешивания сырья, но и объем реактора, подогревающие и перемещающие устройства. Перемешивание с помощью биогаза, возможно при содержании твердых частиц ниже 5%. Механическое перемешивание сталкивается с трудностями при содержании в сырье более 10% твердых частиц.

Реактор

Главный критерии при выборе конструкции реактора — это возможность реализовать ее на практике и удобства с точки зрения обслуживания и эксплуатации. Вне зависимости от выбора конструкции реактора должен отвечать следующим требованиям:

Водо — и газонепроницаемость - водонепроницаемость нужна для предотвращения утечек и ухудшения качества грунтовых вод; газонепроницаемость — для сохранения полного объема вырабатываемого биогаза и для предотвращения смешивания воздуха с газом в реакторе.

Теплоизоляция — необходимое условие для эффективной работы

					ВКР.35.03.06.376.18.БГУ.00.00.ПЗ			
					Биогазовая установка	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разр		Фасхиев А.М.					-	-
Провер.		Нафиков И.Р.						
Т. Контр.						Лис 1	Листов 12	
Реценз.						Казанский ГАУ каф. МОА		
Н. Контр.		Нафиков И.Р.						
Утверд.		Халиуллин Д.Т.						

биогазовой установки в климатических условиях нашей области.

Минимальная площадь поверхности снижает стоимость тепла через стояки реактора.

Стабильность конструкции реактора необходима для выдерживания всех нагрузок (давление газа, вес и давление сырья, вес покрытий) и обеспечивает долговременную работу установки.

Форма реактора

С точки зрения динамики жидкостей, оптимальна яйцеобразная форма реактора, но её сооружение требует больших затрат. Второй наилучшей формой является цилиндр с коническим или полукруглым дном и верхом. Квадратные реакторы из бетона или кирпича не рекомендуются к использованию, т.к. в углах образуются трещины из-за давления сырья, а так же собираются твердые частицы, что нарушает процессе сбраживание.

Реактор может разделиться с помощью внутренних перегородок на несколько секций для предотвращения появления корки на поверхности сырья и для обеспечения более полного сбраживания сырья.

Материалы для сооружения реакторов

Реакторы могут сооружаться из следующих материалов:

Стальные ёмкости обладают преимуществом герметичности, могут выдерживать большое давление и сравнительно легкие в изготовлении.

Большой проблемой, однако, является чувствительность к ржавчине, которую необходимо предотвращать подходящими покрытиями.

Экономические такие емкости выгодны только в случае использование уже готовых емкостей. При наличии металлической цистерны достаточно объёма необходимо проверить внутреннюю и внешнюю поверхность стенок на предмет наличия раковин, качества сварки, наличие отверстий и других повреждений, которые должны быть устранены. Затем эти поверхности должны быть очищены и окрещены.

					<i>ВКР.35.03.06.376.18.БГЧ.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Пластиковые емкости, используемые в качестве реакторов, бывают мягкие и твердые. Мягкие емкости легко повредить и сложно утеплить для круглогодичной работы. Твердые пластиковые емкости отличаются стабильностью конструкции и не подвержены коррозии, поэтому рекомендуется к использованию для психофильной переработки отходов.

Бетонные емкости приобрели большую популярность в развивающихся странах в последние годы. Необходимая газопроницаемость требует осторожного строительства и специальных покрытий, часто трещины в углах реактора, но большими плюсами являются недорогое строительство и практически неограниченный срок эксплуатации.

Кладка — наиболее часто используемый метод конструкции для маленьких реакторов в Индии и Китае. Можно использовать только хорошо кирпичи, бетонные блоки или каменные кирпичи хорошего качества.

Обеспечение герметичности реактора

При строительстве биогазовой установки с бетонным, кирпичным или каменным реактором необходимо обеспечить газо и водонепроницаемость реактора. Необходимо покрыть реактор изнутри слоем вещества, способного выдержать температуры до 60 °C и устойчивого к воздействию органических кислот и сероводорода.

Цементное покрытие с добавками. Хорошие результаты по водо – и газопроницаемости показало добавление водонепроницаемых материалов к цементу. Для газонепроницаемости необходимо добавление в два раза большего количества. Время между нанесением слоев покрытия не должно превышать суток, т.к. после суток к водонепроницаемой поверхности невозможно прикрепить еще один слой. Следующий

1-й слой: цементно водная замазка;

2-й слой: 1 см цемент – песок (1:2,5);

3-й слой: цементно водная замазка;

4-й слой: цемент – известь – песок (1:2,5);

					<i>ВКР.35.03.06.376.18.БГЧ.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5-й слой: цементно водная замазка с водонепроницаемым материалом;

6-й слой: цемент – известь – песок с водонепроницаемой смесью и мелкий песок (1:0,25:2,5);

7-й слой: цементно водная замазка с водонепроницаемым материалом.

Все семь слоев должны быть нанесены в течении одних суток.

Существуют такие покрытия асфальта с фольгой. Асфальтные покрытия легко наносятся и сохраняют эластичность в течении долгого времени. На сухую поверхность реактора наноситься слой асфальта. На все еще липкий слой асфальта наклеиваются куски фольги, перекрывающие друг друга. Затем наносится второй слой асфальта.

Недостаток асфальтного покрытия состоит в воспламеняемости составных частей такого покрытия и в том, что оно не может быть нанесено на влажные поверхности. Сушка бетонного, кирпичного или каменного реактора требует нескольких недель, если не использовать специальные приспособления, такие как переносная печка. Кроме того, асфальтное покрытие может отслоиться при движении сырья в реакторе.

Расположение реактора

Месторасположение установки зависит от нескольких факторов – наличие свободных площадей, отдаленности от жилых помещений, местах складирование отходов, расположение мест содержание животных и т.д. В зависимости от глубины грунтовых вод, удобства загрузки и выгрузки сырья реактор может иметь наземное, частично или полностью заглубленное положение.

Реактор может быть размещен над поверхностью земли на фундаменте, заглублен в землю или установлен внутри помещения, в котором находится животные. Реактор должен иметь ток, необходимый для проведения периодических профилактических и ремонтных работ внутри реактора. Между корпусом и крышкой должна быть прокладка из резины или специального герметизирующего состава. По возможности рекомендуется

					<i>ВКР.35.03.06.376.18.БГЧ.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

подземное размещение, т.к. оно позволяет уменьшить капиталовложение и исключает использование дополнительного оборудования для загрузки сырья, значительно улучшает качество терморегулирование, а также даст возможность использовать дешевые теплоизоляционные материалы – глину и смолу.

Термоизоляционные материалы

Отсутствие теплоизоляции позволяет установке работать только на протяжении теплого времени года.

Термоизоляционные материалы должны иметь хорошие изолирующие свойства, быть дешевыми и доступными. Подходящими материалами для установок с подземными или полуподземными расположением реактора является солома, глина, шлак, сухой навоз.

Утепление реактора производится наслоено. Например, для подземного реактора после подготовки котлована сначала укладывают слой полиэтиленовой пленки для предотвращения контакта теплоизоляции с почвой, затем засыпают слой соломы, затем глины на дно котлована, после чего устанавливают реактор.

Затем в оставшееся пространство между реактором и почвой снова засыпают слой изоляционных материалов до верхней части реактора, после чего делают досыпку глины со шлаком толщиной не менее 300 мм.

Контрольно-измерительные приборы

Контрольно – измерительные приборы, устанавливаемые на реакторы, включают: контроль уровня сырья в реакторе, контроль температуры и давления внутри реактора.

Работа биогазовой установки в режиме непрерывной загрузки оптимальная с точки зрения получения наибольшего количества биогаза и биоудобрений, а также стабильности работы установки, предполагает ежедневную загрузку сырья и выгрузку сброшенной массы.

					ВКР.35.03.06.376.18.БГЧ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Емкость для подачи сырья

Свежий навоз обычно собирается в емкость для подачи сырья перед тем как загружается в реактор. В зависимости от типа установки размер емкости должен развиваться суточному или двойному суточному объему сырья. Емкость используется для достижения нужной однородности и влажности сырья, иногда с применением механических перемешивающих устройств.

Месторасположение емкости

Расположение емкости на солнечной стороне может способствовать предварительному подогреву сырья для того, чтобы процесс мог начаться сразу после загрузки новой порции сырья в реактор. В случаях установок, напрямую связанных с фермой, нужно строить емкость так, чтобы сырье стекало туда под действием гравитации.

Загрузочное и выгрузное отверстие

Загрузочное и выгрузное отверстие ведут прямо в реактор и располагается, как правило, на противоположных концах реактора для равномерного распределения свежего навоза по всему объему реактора и эффективности удаления переработанного. Монтаж загрузочного и выгрузного отверстия производится до установки реактора на фундамент и теплоизоляционных работ.

Для установок с заглубленными реакторами и ручной загрузкой сырья загрузочное и выгрузочное отверстие ведут в реактор под острым углом.

Для обеспечения герметичности реактора в процессе загрузки и выгрузки входное и выходное отверстие располагается под наклоном к вертикальной оси таким образом, чтобы нижний конец трубы был расположен ниже уровня жидкости. Благодаря этому создается гидравлической затвор, проникновению воздуха в реактор.

					ВКР.35.03.06.376.18.БГЧ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ручная загрузка и выгрузка

Наиболее простым способом загрузки и выгрузки является способ перелива, заключающийся в том, что при загрузке свежего навоза уровень в реакторе поднимается, и через сообщающуюся с ним переливную трубу такое же количество выгружается в емкость для сбора биоудобрений.

Загружаемая масса может содержать твердые частицы достаточного размера, например, подстилочный материал (солому,), стебли растений, а также построенные предметы. Для того чтобы трубы не забивались, их диаметр должен быть не менее 20 – 30 см. Загрузочная труба соединяется с бункером или емкостью подготовки сырья.

На трубопроводах подачи и слива из реактора устанавливаются задвижки винтовые или полуоборотные.

Загрузка и выгрузка с помощью насосов

Насосы становятся необходимой частью биогазовой системы, когда количество сырья требует быстрой загрузки и рельеф местности не позволяет производить загрузки самотеком. Насосы нужны для перекрытия разницы в высоте между уровнем закачки сырья и биогазовой установки. Если нельзя избежать использования насосов, они устанавливаются двумя способами:

Сухая установка: насос устанавливается вместе с трубой. Сырье свободно течет насоса и ускоряется им.

Влажная установка: насос устанавливается вместе с мотором внутри сырья. Мотор заключен в непроницаемый контейнер или насос работает с помощью вала от мотора снаружи сырья.

Газгольдеры

Оптимальный способ накопления биогаза зависит от того, для каких целей будет использован биогаз. Если предусмотрено прямое сжигание в горелках котлов и ДВС, то большие газгольдеры не нужны. В таких случаях

					ВКР.35.03.06.376.18.БГЧ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

газгольдеры используются для выравнивания неравномерности газовыделения и улучшение условий последующего горения.

В условиях небольших биогазовой установки в качестве газгольдеров могут быть использованы большие автомобильные или тракторные камеры, но чаще всего используются пластиковые или стальные газгольдеры.

Контрольно-измерительные приборы

Контрольно — измерительные приборы, устанавливаемые на газгольдеры, включают: водяной затвор, предохранительный клапан, манометр и редуктр давления. Стальные газгольдеры должны быть заземлены.

Системы перемешивания

Перемешивание сброшенной массы в реакторе повышает эффективность работы биогазовой установки и обеспечивает:

- высвобождение образующегося биогаза;
- перемешивание свежего субстрата и популяции бактерий;
- предотвращение формирования корки и осадка;
- предотвращение появления участков разной температуры внутри реактора;
- равномерное распределение популяции бактерий;
- предотвращение формирования пустот и скоплений, уменьшающих рабочую площадь реактора.

Методы перемешивания:

Перемешивания сырья может осуществляться следующими основными способами: механическими металлами, биогазам пропускаемых через толщину сырья и перекачиванием сырья из верхней зоны реактора в нижнюю. Рабочими органами механических мешалок являются шнеки, лопасти, планки. Приводиться в действие могут вручную или от двигателя.

					<i>ВКР.35.03.06.376.18.БГУ.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2 Выбор конструкции биогазовой установки с пульсирующим эжектором

Устройство служит для смешивания жидкостей, а также жидкостей с газами в резервуарах за счет разрежения, создаваемым струйным аппаратом. Оно позволяет повысить эффективность смешиваемых сред и улучшить эксплуатационные характеристики устройства.

За счет устранения гидравлических ударов работа смесителей становится более бесшумной, снижается уровень вибрации резервуара, что приводит к увеличению срока его службы.

Струйное устройство состоит из эжекторов-смесителей, установленных в резервуаре 3 на трубопроводе 2. Эжекторы-смесители направлены под углом к продольной и горизонтальной осям резервуара. На диффузорах эжекторов-смесителей 1 выполнены продольные вырезы, увеличивающиеся по ходу потока. На начальном участке диффузора окружающая жидкость через продольные вырезы поступает внутрь диффузора, а на выходном участке осуществляется частичный выход смеси из продольных вырезов. Сложное циркуляционное движение смеси приводит к увеличению взаимодействия смешиваемых потоков и устраняет гидравлические удары.

На рисунке 3.1 показана биогазовая установка с струйным устройством для смешивания биомассы, на рисунке 3.2 изображен пульсирующий эжектор - смеситель.

Подмешиваемая жидкость после открытия вентиля поступает в трубопровод, где равномерно распределяется по всей длине. Далее эта жидкость, проходя через эжекторы-смесители, за счет перепада давления на входе в эжектор вовлекает жидкость, находящуюся в резервуаре. В камере смешения эжекторов-смесителей поля скоростей и давлений смешиваемых жидкостей выравниваются, и поток поступает в диффузор.

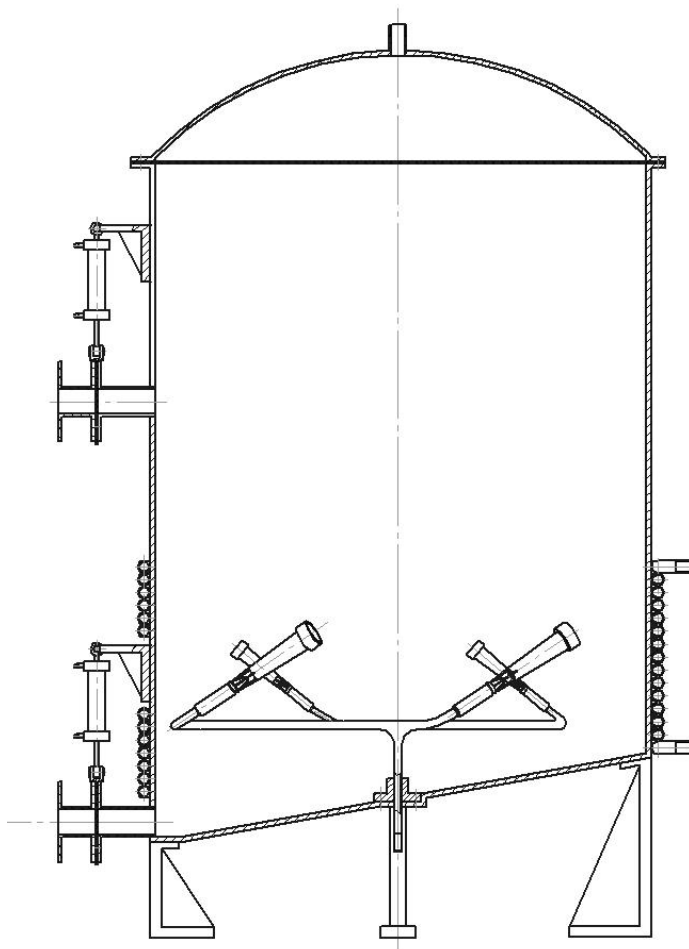


Рисунок 3.1 – Биогазовая установка с струйным устройством для смешивания биомассы

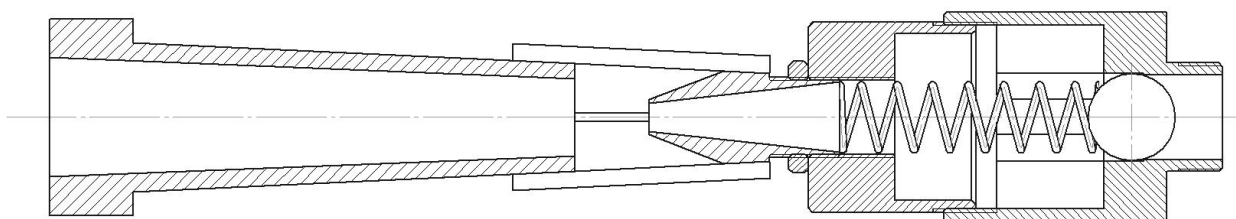


Рисунок 3.2 - Пульсирующий эжектор - смеситель

Устройство работает следующим образом.

В резервуар заливается определенное количество биомассы, которое контролируется уровнемером.

На начальном участке диффузора окружающая жидкость через продольные вырезы поступает внутрь диффузора, так как статическое

давление внутри диффузора меньше, чем в окружающей среде. На выходном участке диффузора за счет увеличения статического давления в нем осуществляется частичный выход жидкости из продольных вырезов. Это приводит к образованию циркуляционных потоков вдоль оси эжектора. Кроме того, разница статических давлений жидкости у стенок диффузора и в вырезах приводит к образованию поперечных циркуляционных потоков. Сложное циркуляционное движение в двух плоскостях у диффузора способствует к увеличению взаимодействия смешиваемых жидкостей, устраняет гидроудары, возникающие при выходе потока из диффузора, увеличивает пропускную способность эжекторов-смесителей. Таким образом, выполнение диффузоров эжекторов-смесителей с продольными вырезами, увеличивающимися от входа в диффузор к его выходу, повышает эффективность смешивания и движения среды.

3.3 Расчет болтовых соединений

Проверочный расчет болтового соединения вала мешалки.

Материал болта Ст3. Класс прочности 3,6

Предел прочности $T_b = 30 = 30 \text{ кг/мм}^2 = 30 \text{ МПа}$

Предел прочности $T_m = 36 = 18 \text{ кг/мм}^2 = 180 \text{ МПа}$

Допустимое напряжение на растяжении определяется по формуле:

$$[T_p] = T_m / [n], \quad (3.1)$$

где $[n]$ - требуемый коэффициент запаса прочности.

$[n] = 4 \dots 5$ для болтов с диаметром резьбы, $b = 16 \text{ мм}$

$$[T_p] = 180 / 4,5 = 40 \text{ МПа}$$

Болт поставлен с зазором, в этом случае должно выполняться условие

$$F_{mp} > Q \quad (3.2)$$

					ВКР.35.03.06.376.18.БГЧ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_{mp} = P \cdot f > Q, \quad (3.3)$$

где P - усилие затяжки, $МПа$;

$f=0,1 \dots 0,5$ (без смазки), - коэффициент скольжения

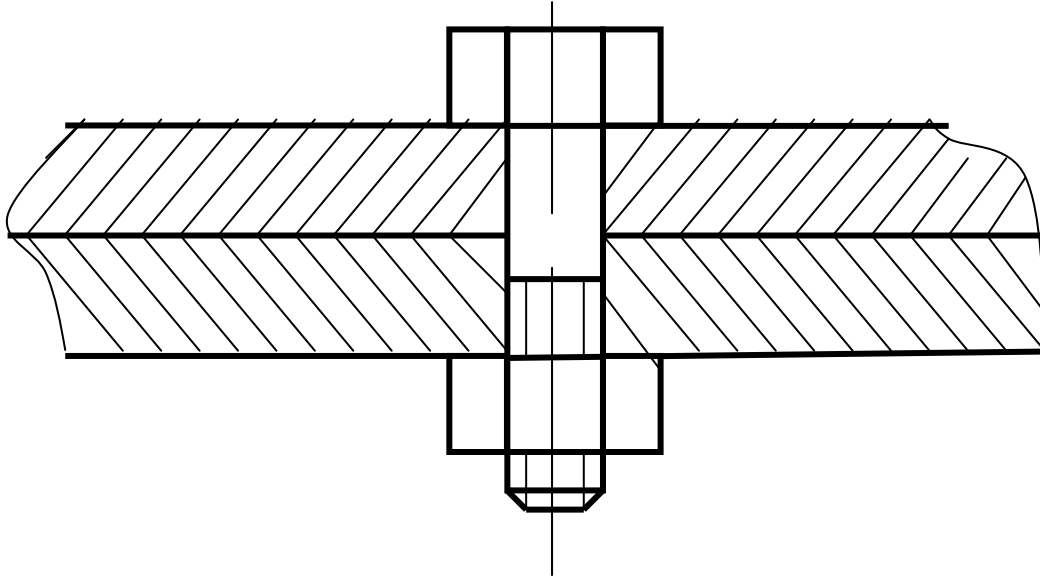


Рисунок 3.3 - Схема болтового соединения

$$fp = K \cdot Q \quad (3.4)$$

где K -коэффициент запаса прочности, $K=0,6$

$$P = \frac{K \cdot Q}{(F \cdot i)}, \quad (3.5)$$

где i -число болтов

$$P = 1,7 \cdot 400 / (0,1 \cdot 1) = 2400 \text{ МПа} \quad P = \frac{0,6 \cdot 400}{(0,1 \cdot 1)} = 2400 \text{ МПа}$$

$$Tp < [T]p < 4P/d \quad Tp < \sqrt[p]{P} < \frac{4P}{d}$$

$$\text{Отсюда} \quad dI > 4P \cdot 1,3 / (\Pi \cdot [Tp]) \quad d_1 > 4P \cdot \frac{1,3}{(\Pi \cdot \sqrt[p]{P})}$$

$$d1 > 4 \cdot 2400 \cdot 1,3 / (3,14 \cdot 40) = 9,9 \text{ мм} \quad d_1 = \frac{4 \cdot 2400 \cdot 1,3}{(3,14 \cdot 40)} 7,9 \text{ мм}$$

Диаметр стержня болта принимаем $d1 = 8 \text{ мм}$

Проверка на прочность определяется по формуле:

$$Tp < [Tp] \cdot 4P / (\pi \cdot d1 \cdot d1) \quad (3.6)$$

$$Tp < 4 \cdot 2400 / (3,14 \cdot 10 \cdot 10) = 30,5 \text{ МПа}$$

$$30,5 < 40$$

проверка на смятие определяется по формуле

$$T_{см} < [T_{см}] \quad (3.7)$$

$$T_{см} = Q / F_{см} = P \cdot i / F_{см}, \quad (3.8)$$

где $F_{см}$ - площадь опорной поверхности стыка, без учета отверстия, мм

$$F_{см} = 160 \cdot 50 = 800 \text{ мм}^2$$

$$T_{см} = 2400 \cdot 1 / 800 = 3$$

$$3 < 14,4 \quad \text{Условие выполняется.}$$

					ВКР.35.03.06.376.18.БГУ.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ В КОНСТРУКЦИИ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ.

В соответствии с «Едиными требованиями к конструкции тракторов и сельскохозяйственных машин» в конструкции биогазовой установки предусматривается

1. Корпус металлических частей заземления для чего предназначены болты.
 2. Для спуска в метантенк при монтаже и ремонте установки лестница.
 3. Во избежание возможных ожогов все трубопроводы изолированы.
 4. Пусковые установки, рукоятки, рубильник установлены так, чтобы исключить возможность самопроизвольного включения насоса для перекачки органического осадка.
 5. Для исключения утечки газа метантенк оборудован герметично закрывающимся люком.
 6. Соединительная муфта насоса надежно ограждена.
 7. Фундаментные крепления болтов законтрены, стержни болтов выступают за поверхность контргаяк на 1,5 – 2 витка.
- Насос укомплектован приборами для контролирования нагнетания и всасывания.
8. В целях предупреждения о пуске насоса устроена звуковая сигнализация.
 9. Оборудование биогазовой установки в желтый цвет.
 10. Оборудование биогазовой установки окрасить в желтый цвет.

3.5 РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЕНИЯ.

Сопротивление растекания тока одного строжневого заземлителя рассчитана по формуле:

$$R_c = 0.366 P/l \times (lg 2l/d + 0.5 \frac{d \times 4h + 1}{4h - 1}), \quad (3.9)$$

где h - глубина заземления строжней, $h = 1,00$ м.

3.6 РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ.

Необходимый воздухообмен определяем по нормативной потребности воздухообмена

$$W_g = W_p \times K_h, \quad (3.10)$$

где W_g - необходимый воздухообмен;

W_p - объем помещения, m^3 ;

K_h - нормативная кратность обмена воздуха в течении часа.

Принимаем во внимание, что:

$$W_p = 1000 m^3; K_h = 5;$$

$$W_g = 1000 m^3; \text{ значит за 5 ч. - } 5000 m^3.$$

Выбираем вентилятор серии ВЦУ-70№6 производительностью $5000 m^3/ч$.

Рассчитываем мощность электродвигателя вентилятора:

$$\frac{H_g \times W_g}{P_{дв}} = 3,6 \times 10^6 \eta_b \times \eta_{п}, \quad (3.11)$$

где H_b - полное давление вентилятора;

η_g - КПД передачи, η_g - КПД вентилятора.

$$\frac{800 \times 8000}{}$$

$$P_{\partial\theta} = 3,6 \times 10^6 \times 0,45 \times 0,75 = 2,5 \text{ кВт.}$$

Выбираем электродвигатель марки А-100 серии 4А $n = 800 \text{ мин}^{-1}$:

P - удельное сопротивление грунта;

$$P = 3000 \text{ Ом/см};$$

l - длина стержня $l = 1,5 \text{ м}$;

d - диаметр заземления $d = 50 \text{ мм}$.

$$R_c = 0,366 \times \frac{3000}{150} (lg \times \frac{2 \times 150}{50} + 0,5 lg \times \frac{4 \times 100 + 150}{4 \times 100 - 150}).$$

$$R_c = 6,95 \text{ Ом.}$$

$$N = \frac{R_c \times K_c}{R_m \times \eta}, \quad (3.12)$$

где K_c - коэффициент сезонности ($K_c = 1,7$);

R_m - сопротивление заземления ($R^m = 4 \text{ Ом}$)

η - коэффициент использования заземления, $\eta = 0,7$.

$$N = \frac{6,95 \times 1,7}{4 \times 0,7} = 4 \text{ шт.}$$

3.6.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.6.1 Технико-экономическая оценка разрабатываемой конструкции

3.6.1.1. Расчет массы и стоимости конструкции

Для определения стоимости конструкции воспользуемся способом аналогии по сопоставимости массы:

$$C_{\partial 1} = \frac{C_{\partial 0} * M_1 * \delta}{M_0}, \quad (3.13)$$

где $C_{\delta 1}$, $C_{\delta 0}$ - балансовая стоимость проектируемой и существующей конструкции;

M_1 , M_0 - масса проектируемой и существующей конструкции;

δ - коэффициент удешевления конструкции.

$$C_{\delta 1} = \frac{70000 * 1300 * 0,95}{900} \approx 96055 \text{ руб}$$

3.6.1.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкций и их сравнение.

В таблицу 3.1. заносим исходные данные для расчета.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета

Наименование	Существующая	Проектируемая
Масса конструкции, кг	900	1300
Балансовая стоимость, руб	70000	96055
Потребляемая мощность, кВт	3	3
Количество обслуживающего персонала, чел	3	2
Разряд работы	III	III
Тарифная ставка, руб/чел.час	17	17
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	10
Норма амортизации, %	8,33	8,33
Годовая загрузка, час	8760	8760
Производительность, м3/час	7,5	12,5

Энергоемкость процесса определяется по формуле:

$$\Xi_e = \frac{N * T'_{год}}{W * T_{год}}, \quad (3.14)$$

где N - потребляемая конструкцией мощность кВт;

$W_{\text{час}}$ - часовая производительность, м3/час;

$T'_{\text{год}}$ - годовая загрузка мощности, час;

$T_{\text{год}}$ - годовая загрузка конструкций, час.

$$\Xi_{e0} = \frac{3 \cdot 1460}{7,5 \cdot 8760} = 0,066 \quad \frac{\kappa Bm * час}{м^3}$$

$$\Xi_{e1} = \frac{3 \cdot 1460}{12,5 \cdot 8760} = 0,04 \quad \frac{\kappa Bm * час}{м^3}$$

Металлоемкость процесса определяется по формуле:

$$Me = \frac{M}{W_{час} * T_{год}}, \quad (3.15)$$

где М- масса конструкции, кг.

$$Me_0 = \frac{900}{7,5 \cdot 8760} = 0,0137 \quad \frac{\kappa г}{м^3}$$

$$Me_1 = \frac{1300}{12,5 \cdot 8760} = 0,0119 \quad \frac{\kappa г}{м^3}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле:

$$Fe = \frac{C_б}{W_{час} * T_{год}}, \quad (3.16)$$

где Сб- балансовая стоимость конструкций, руб.

$$Fe_0 = \frac{70000}{7,5 \cdot 8760} = 1,065 \quad \frac{руб}{м^3}$$

$$Fe_1 = \frac{96055}{12,5 \cdot 8760} = 0,877 \quad \frac{руб}{м^3}$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле:

$$Te = \frac{n * T_{год}}{W_{час} * T_{год}}, \quad (3.17)$$

где n- количество обслуживающего персонала, чел.

$$Te_0 = \frac{2 \cdot 1460}{7,5 \cdot 8760} = 0,044 \quad \frac{ч * час}{м^3}$$

$$Te_1 = \frac{3 \cdot 1460}{12,5 \cdot 8760} = 0,04 \quad \frac{ч * час}{м^3}$$

Уровень эксплуатационных затрат определяется по формуле:

$$S = C_{зп} + C_{э} + C_{рто} + C_a, \quad (3.18)$$

где $C_{зп}$ - затраты на оплату труда, $\frac{руб}{м^3}$;

$C_{э}$ - затраты на электроэнергию, $\frac{руб}{м^3}$;

$C_{рто}$ - затраты на ремонт и ТО, $\frac{руб}{м^3}$;

C_a – затраты на амортизацию, $\frac{руб}{м^3}$.

Затраты на оплату труда определяются по формуле:

$$C_{зп} = Z * T_e * K_g * K_{ст} * K_{от} * K_{сс}, \quad (3.19)$$

где Z - тарифная ставка, $\frac{руб}{ч * час}$;

$K_g, K_{ст}, K_{от}, K_{сс}$ - коэффициенты дополнительной оплаты труда, стажа, отпуска, социального страхования.

$$C_{зп0} = 17 * 0,044 * 1,2 * 1,1 * 1,1 * 1,2 = 1,3 \frac{руб}{м^3}$$

$$C_{зп1} = 17 * 0,04 * 1,2 * 1,1 * 1,1 * 1,2 = 1,185 \frac{руб}{м^3}$$

Затраты на электроэнергию определяются:

$$C_{э} = C_{э} * Э_e, \quad (3.20)$$

где $C_{э}$ - цена электроэнергии, $\frac{руб}{кВт * час}$

$$C_{э0} = 2,04 * 0,066 = 0,135 \frac{руб}{м^3}$$

$$C_{э1} = 2,04 * 0,04 = 0,082 \frac{руб}{м^3}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяются:

$$C_{рто} = \frac{C_{б} * H_{рто}}{100 * W_{час} * T_{год}}, \quad (3.21)$$

где $H_{рто}$ - нормы затрат на ремонт и ТО, в %.

$$C_{рто0} = \frac{70000 * 10}{100 * 7,5 * 8760} = 0,1 \frac{руб}{м^3}$$

$$C_{рто1} = \frac{96055}{100 * 12,5 * 8760} = 0,087 \frac{руб}{м^3}$$

Затраты на амортизацию определяются:

$$Ca = \frac{C_0 * a}{100 * W_{\text{час}} * T_{\text{год}}}, \quad (3.22)$$

где а – норма амортизации, в %.

$$Ca0 = \frac{70000 * 8,33}{100 * 7,5 * 8760} = 0,089 \quad \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

$$Ca1 = \frac{96055 * 8,33}{100 * 12,5 * 8760} = 0,073 \quad \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

$$S0 = 1,3 + 0,135 + 0,1 + 0,089 = 1,624 \quad \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

$$S1 = 1,185 + 0,082 + 0,087 + 0,073 = 1,427 \quad \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

Уровень приведенных затрат определяется по формуле:

$$C_{\text{пр}} = S + E_n + K_{\text{уд}}, \quad (3.23)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_n = 0,15$;

$K_{\text{уд}}$ – удельные капитальные вложения, $\frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$;

$$C_{\text{пр}0} = 1,624 + 0,15 * 1,065 = 1,78 \quad \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

$$C_{\text{пр}1} = 1,427 + 0,15 * 0,877 = 1,56 \quad \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

Годовая экономия определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{год}} = (S0 - S1) * W_{\text{час}} * T_{\text{год}}, \quad (3.24)$$

$$\Delta_{\text{год}} = (1,624 - 1,427) * 12,5 * 8760 = 21571,5 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект определяется:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{пр}1} - C_{\text{пр}2}) * W_{\text{час}} * T_{\text{год}}, \quad (3.25)$$

$$E_{\text{год}} = (1,78 - 1,56) * 12,5 * 8760 = 24090 \text{ руб}$$

Срок окупаемости дополнительных вложений определяется:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{\Delta_{\text{год}}}, \quad (3.26)$$

где ΔK – дополнительные капитальные вложения, руб

$$T_{ок} = \frac{96055 - 70000}{21571,5} = 1,2 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$E_{эф} = \frac{1}{T_{ок}} \quad (3.27)$$

$$E_{эф} = \frac{1}{1,2} = 0,83$$

Все полученные результаты заносим в таблицу 3.2

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

Наименование показателей	Существующая	Проектируемая	Проект в % к существующей
Часовая производительность, м ³ /час	7,5	12,5	166
Фондоемкость процесса, руб/м ³	1,065	0,877	82,3
Энергоемкость процесса, $\frac{кВт * час}{м^3}$	0,066	0,04	60,6
Металлоемкость процесса, кг/ м ³	0,0137	0,0119	86,9
Трудоемкость процесса, $\frac{ч * час}{м^3}$	0,044	0,04	90
Уровень эксплуатационных затрат, руб/м ³	1,624	1,427	87,9
Уровень приведенных затрат, руб/м ³	1,78	1,56	87,6
Годовая экономия, руб	-	21571,5	-
Годовой экономический эффект, руб	-	24080	-
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	-	1,2	-
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	-	0,83	-

Проведенный сравнительный анализ показывает, что спроектированная конструкция биогазовой установки, внедренная в технологическую линию по производству биогаза, по сравнению с базовым вариантом является экономически эффективным, так как срок окупаемости менее 5 лет, а коэффициент эффективности более 0,15.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

Анализ состояния существующих методов хранения и обеззараживания и на сегодняшний день показывает, что этот вопрос еще не отвечает полностью всем требованиям утилизации навоза при бесподстилочном содержании животных.

Разработанная биогазовая установка для пункта переработки навоза позволяет значительно снизить сроки утилизации, позволяет снизить затраты электроэнергии и топливные материалы так, как конечным продуктом установки является биогаз и высококачественное удобрение.

В настоящее время создается большое количество малых фермерских предприятий, на которых имеет место применение данной конструкции, т.к. она состоит из несложных деталей и узлов. Сравнительно не дорогая и не требует дополнительной настройки.

В санитарно – гигиеническом отношении установка удовлетворяет требованиям, т.к. не загрязняет окружающую среду.

Использование нетрадиционных источников энергии является первоочередной задачей. Как показывают расчеты, одним из решений является внедрение в производство биогазовых установок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Анурьев, В.И. Справочник конструктора машиностроителя. /В.И. Анурьев// М.: Машиностроение, 1978. - 557с.
- 2 Брагинец, Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства. /Н.В. Брагинец, Д.А. Палишкин// М: Колос, 1984. - 190 с.
- 3 Булгариев Г.Г. и др. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ – Казань, 2009.
- 4 Мельников, С.В.. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. /С.В. Мельников// М.: Колос, 1978. - 559 с.
- 5 Мельников, С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов. /С.В. Мельников// М.: Колос, 1978. - 639 с.
6. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов на факультете механизации сельского хозяйства, Казань – 1997. - 51 с.
- 7 Рудаков, А.И. Струйные низковакуумные аппараты. /А.И. Рудаков// Казань: Изд - во Казан. аграрного ун-та, 2008. - 341 с..
- 8 Салуяков, П.В. Практикум по охране труда. /П.В. Салуянов// М.: Колос, 1969. - 178 с.
- 9 Байдукин Ю.А. Использование отходов сельского хозяйства для получения энергии. /Ю.А. Байдукин, А.Я. Бойко, А.Д. Пяева/ М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. - 49 с.
- 10 Блянкман, Л.М., Анисимова Н.И. Ресурсо- и энергосберегающие технологии в АПК. /Л.М. Блянкман, Н.И. Анисимова// Минск: Ураджай, 1990. - 156 с.
- 11 Чернышов, А.А. Совершенствование биогазовых установок для производства удобрений из навоза КРС и свиней /А.А. Чернышов// Дис... канд. техн. наук / ГНУ ВИЭСХ. - М., 2004. - 204с.

12 Фокина, В.Д. Переработка навоза в биогаз. /В.Д. Фокина, А.Н. Хиторов// М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. - 44с.

13 Суханов Е.Л. Автоматизация технологических процессов и агрегатов. / Екатеринбург: УГТУ, 2000. - 120с.

14 СНиП 23-05 95. Естественное и искусственное освещение.

15 СН 2.2.4/2.1.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территорий жилой застройки.

16 СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.

17 ГОСТ 12.2.033-90. ССТБ Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

18 Долин П.А. Справочник по технике безопасности. / М: Энергоиздат, 1982. - 800с.