

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 органических отходов
с разработкой биогазовой установки»

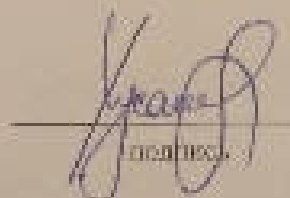
Шифр ВКР. 35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ

Студент Б 262 - 06у группы


подпись

Уринбоев М.М.
Ф.И.О.

Руководитель к.т.н., доцент
ученое звание


подпись

Хусанияов Р.К.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 7 от 05.02. 2020 г.)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР.....	9
1.1 Типы существующих конструкций биогазовых установок.....	9
1.2 Типы существующих форм биореакторов.....	16
1.3 Типы существующих конструкций мешалок.....	18
1.4 Пути повышения качества получаемого биогаза.....	21
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	26
2.1 Биогазовая установка на биоотходах.....	26
2.2 Схема предлагаемой биогазовой установки.....	31
2.3 Схема процесса переработки биоорганических отходов с использованием биореактора для анаэробного сбраживания биомассы.....	34
2.4 Общие принципы.....	36
2.5 Схема процесса дальнейшей переработки биоудобрения.....	37
2.4 Расчет часовой производительности молотковой дробилки.....	37
2.5 Расчет часовой производительности измельчителя.....	38
2.6 Технология получения тепловой энергии из сопутствующего биогаза....	39
2.6.1 Схема получения тепла из сопутствующего биогаза.....	39
2.6.2 Технология получения электроэнергии из сопутствующего биогаза....	41
2.7 Технология получения холода из сопутствующего биогаза.....	44
2.8 Технологический расчет.....	46
2.8.1 Расчет размера реактора.....	46
2.8.2 Расчет конструктивно-технологических параметров.....	48
2.8.3 Расчет выхода биогаза.....	50
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	52
3.1 Выбор конструкции биогазовой установки с горизонтальной мешалкой.....	52
3.2. Выбор электродвигателя и кинематический расчет.....	53
3.3 Расчет вала мешалки.....	56
3.4 Расчет болта на срез.....	60
3.4 Инструкция по охране труда при эксплуатации биогазовой установки....	60

3.4.1 Общие требования безопасности.....	60
3.5 Размещение оборудования биогазовой установки.....	62
3.6 Физическая культура на производстве	62
3.7 Экономическое обоснование конструкции.....	63
3.7.1 Расчеты по составлению технологической карты на получение биогаза.....	63
3.7.2 Расчет технико-экономических показателей.....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	69
ПРИЛОЖЕНИЯ	
СПЕЦИФИКАЦИИ	

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа Уринбоева М.М. на тему: «Совершенствование технологии переработки органических отходов с разработкой биогазовой установки».

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 72 листах машинописного текста, включающую 4 - таблиц, 15 - рисунков. Библиографический список содержит 16 наименований. Графическая часть работы выполнена на 5 листах формата А1.

Первый раздел работы содержит аналитический обзор литературы по метановому брожению, культивированию микроорганизмов, свойствам птичьего помета, требованиям к органическим удобрениям и способам их получения из жидкого помета. Описаны известные технологии анаэробной переработки органических отходов с получением биогаза.

Во втором разделе представлена схема процесса переработки биоорганических отходов с использованием биореактора для анаэробного сбраживания биомассы. А также технология получения электроэнергии из сопутствующего биогаза и технологические расчеты.

В третьем разделе приведены конструктивные расчеты для выбранной конструкции, а также разработаны мероприятия безопасности труда и охране окружающей среды при работе с конструкцией. Приведен технико-экономический эффект от внедрения по переработки органических отходов.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

The final qualification work of M. Urinboev on the topic: "Improving the technology of processing organic waste with the development of a biogas plant."

Graduation paper contains an explanatory note on 72 sheets of typewritten text, including 4 tables, 15 - drawings. The bibliographic list contains 16 items. The graphic part of the work was done on 5 sheets of A1 format.

The first section of the work contains an analytical review of the literature on methane fermentation, the cultivation of microorganisms, the properties of bird droppings, the requirements for organic fertilizers and methods for their preparation from liquid manure. Known technologies for anaerobic processing of organic waste to produce biogas are described.

The second section presents a diagram of the process of processing bioorganic waste using a bioreactor for anaerobic digestion of biomass. As well as technology for generating electricity from associated biogas and technological calculations.

The third section provides constructive calculations for the selected design, as well as measures for labor safety and environmental protection when working with the design. The technical and economic effect of the introduction of the processing of organic waste is given.

The note concludes with conclusions and suggestions.

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 толкое болото, зловония разливаются по местности, попадают в овраги, речки... 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 помётохрани-

лиш, 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 органические-ским 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 Типы существующих конструкций биогазовых установок

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

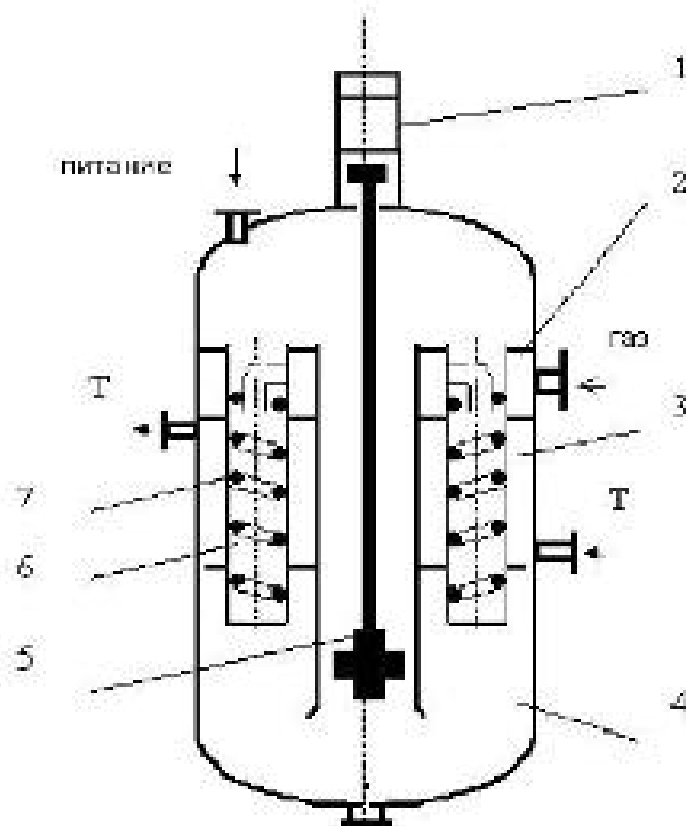
Основное оборудование биогазовой установки - герметически закрытая емкость с теплообменником (теплоноситель - вода, нагретая до 50-60 °С), устройства для ввода и вывода навоза и для отвода газа.

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.

В зависимости от конструкции биореактора, ёмкость изготавливается из стекла, металла или их комбинации. Отношение высоты реактора к диаметру лежит в пределах 1.5-2.5. Производимые в Европе реакторы обычно более вытянуты, чем сделанные в США. Заполнение реактора около 70%. Такова доля рабочего объёма в ёмкости биореактора.

Требования к материалам ёмкости высоки, чтобы не произошло замедления роста микроорганизмов. Это же относится к любым другим частям (датчики, трубы и др.), помещаемым внутрь биореактора.

В пленочном биореакторе, (рисунок1) культуральная жидкость из емкости культивирования 4 осевым насосом через циркуляционную трубу 5 поступает в верхнюю часть контактных труб 6.



1 - осевой насос; 2 - камера для газа; 3 - теплообменная камера; 4 - емкость для культивирования; 5 - циркуляционная труба; 6 - трубчатая насадка; 7 - винтовая перемешивающая (спираль); T - теплоноситель.

Рисунок 1 – Схема пленочного биореактора

Затем она интенсивно перемешиваясь, стекает в виде вращающейся турбулентной пленки вниз по внутренней поверхности труб, обтекая витки винтовой спирали 7. При этом культуральная жидкость насыщается газом и из нее отводятся продукты метаболизма, а также через стенки труб 6 осуществляется отвод или подвод тепла. Исследования [4-6] показали, что скорость переноса кислорода в турбулентную пленку составляет $10 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ и более, поверхностный коэффициент массоотдачи $(2 - 5) \cdot 10^{-3} \text{ м}/\text{с}$, что в десятки раз выше значений, достигаемых в известных промышленных биореакторах. Вследствие высокой скорости подвода кислорода, отвода тепла и продуктов метаболизма пленочные биореакторы способны перерабатывать высококонцентрированные питательные среды (содержание редуцирующих веществ в пределах $30 - 100 \text{ кг}/\text{м}^3$) при достижении концентрации микроорганизмов в культуральной жидкости до $100 \text{ кг}/\text{м}^3$. Это

позволяет значительно уменьшить габариты биореактора, на порядок снизить расход воды и газа, обеспечив тем самым их качественную очистку.

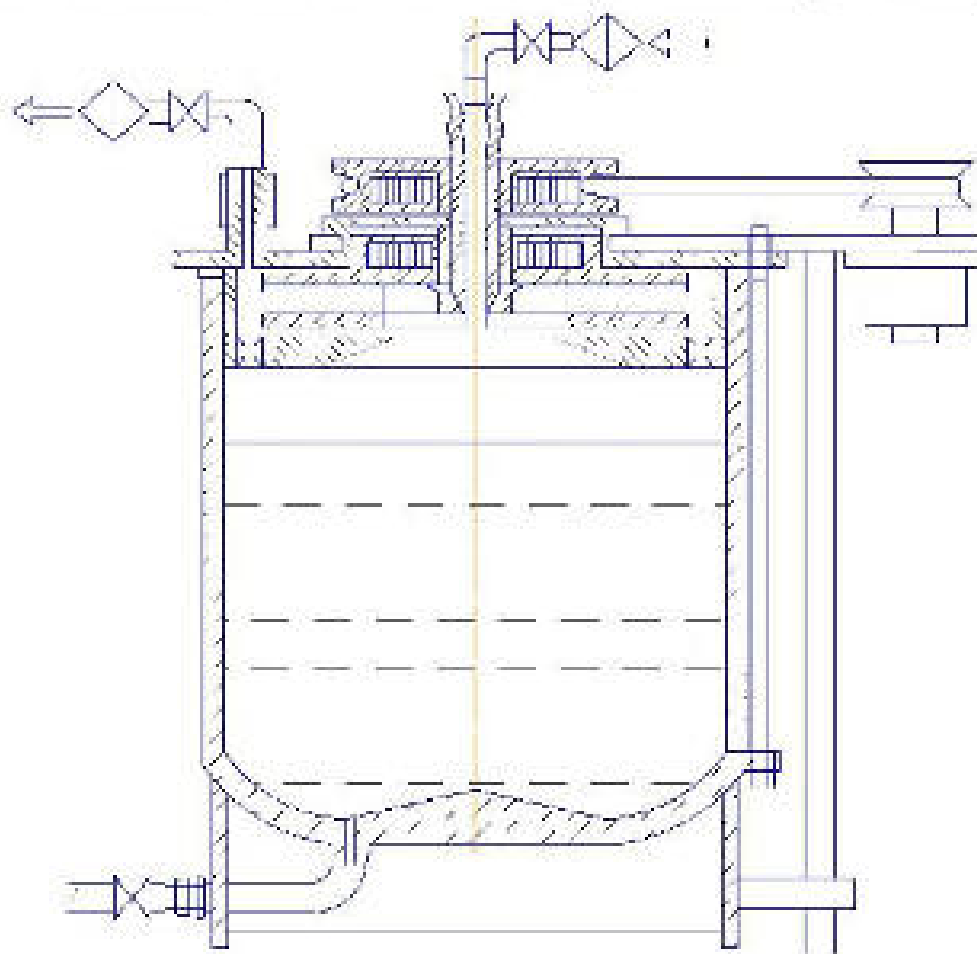


Рисунок 2 – Газо-вихревой биореактор

Газо-вихревой биореактор является уникальным аппаратом нового поколения и не имеет аналогов в мире. По своим характеристикам, он значительно превосходит все известные типы биореакторов, он отличается от традиционных аппаратов тем, что в нем используется принципиально новый способ перемешивания позволяющий:

- осуществлять самое мягкое, но эффективное перемешивание без образования пены, гидроударов, кавитации, высокотурбулентных и застойных зон;
- иметь высокую скорость массообмена по кислороду KL 6- 8 л/час;
- работать, не меняя своих характеристик при заполнении на 10-90% объема, что позволяет при промышленном производстве убрать промежуточные "запускные" биореакторы.

- обладать малым энергопотреблением - 0,3вт/л, что в 10-12 раз меньше, чем у биореакторов с механической мешалкой;
- обеспечивать хорошее перемешивание вязких жидкостей (1,27 Пуаз)
- указанные выше свойства газо-вихревого биореактора обеспечивают высокую экономичность и создание наиболее оптимальных условий для промышленного биотехнологического синтеза.

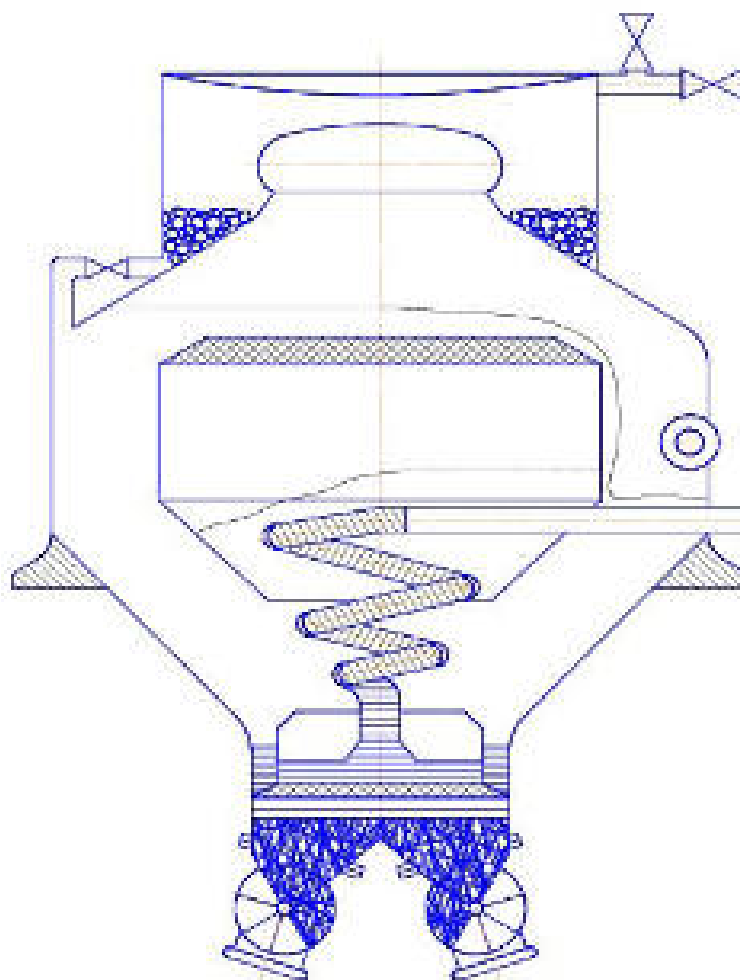


Рисунок 3 – Секционный биореактор

Биореактор, содержащий резервуар башенного или горизонтального типа с изолированными отсеками, в каждом из которых размещена отдельно сложившаяся симбиозная группа микроорганизмов субстрата, магистрали для подачи и возврата субстрата, вакуум-насос, соединенный с магистралями отсоса и транспортирования в ресивер биогаза, запорные клапаны на магистралях, снабжен дополнительным резервуаром и дополнительным грязесборником. Дополнительный резервуар связан через запорные клапаны

с каждым из отсеков основного резервуара магистралью подачи и возврата субстрата.

Дополнительный грязесборник установлен в конце магистрали возврата перед дополнительным резервуаром таким образом, что патрубок магистрали входит в грязесборник тангенциально, а после выхода из грязесборника через запорный клапан соединяется с дополнительным резервуаром. Корпус грязесборника состоит из двух отсеков нижнего и верхнего.

Нижний отсек имеет воронкообразное днище, переходящее в две концевые выпускные горловины, на которых установлены запорные клапаны, через цилиндрический придонный участок, а внутри отсека размещена цилиндрическая перегородка, оканчивающаяся конической горловиной.

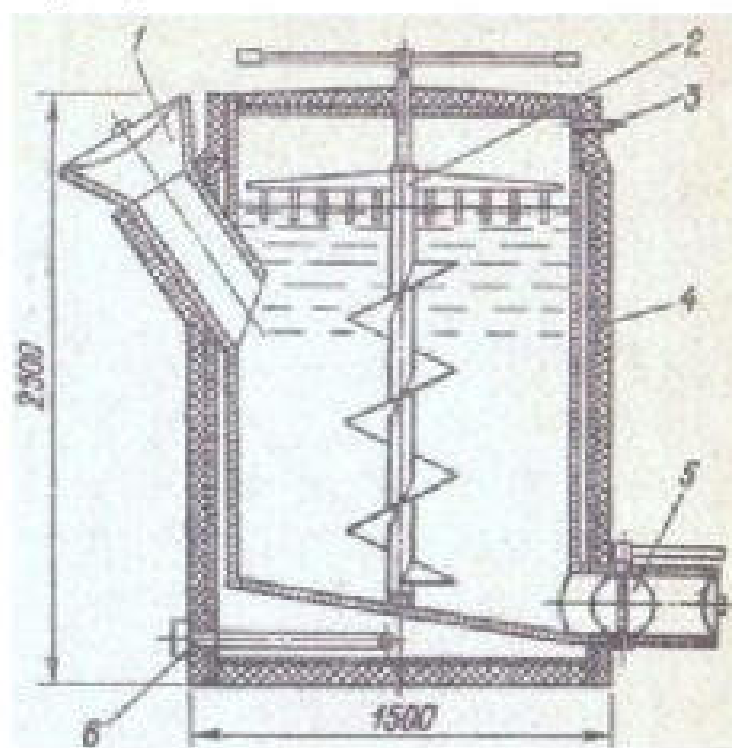
Верхнее отверстие перегородки закрыто фильтром, а между фильтром и выпускными горловинами с возможностью перемещения по вертикальной оси от основания горловин до входа во внутреннюю полость цилиндрической перегородки размещен поплавок, снабженный в нижней части дистанционными стержнями, несущими на определенном расстоянии от нижней плоскости поплавок диск с эластичной кромкой, выполненный диаметром, большим диаметра конической горловины цилиндрической перегородки и равным внутреннему диаметру цилиндрического придонного участка днища нижнего отсека.

Поплавок снабжен центральным отверстием, соединенным верхней кромкой с гибким шлангом, сформированным в виде пружинной спирали с выходным патрубком нижнего отсека.

Верхняя часть нижнего отсека, выполненная в виде воронкообразной горловины с эластичной кромкой, несет на себе свободно лежащий глухой поплавок и входит во внутреннюю полость верхнего отсека, который выполнен с верхним люком, герметично закрытым быстросъемной крышкой, вогнутой вниз.

В верхней части верхнего отсека расположен запорный клапан для возможности сообщения полости отсека с атмосферой. Полости верхнего и нижнего отсека сообщаются между собой через запорный клапан.

Верхняя часть верхнего отсека связана через клапан с дополнительным резервуаром, который, в свою очередь, через запорный клапан связан с магистралью отсоса биогаза перед всасывающим патрубком вакуум-насоса, напорный патрубок которого одним ответвлением тройника через запорный клапан связан с магистралью транспортировки биогаза в ресивер, а вторым ответвлением тройника через запорный и обратный клапаны с началом магистрали возврата субстрата.



1 — заливная горловина, 2 — мешалка, 3 — патрубок, для отбора газа, 4 — теплоизоляционная прослойка; 5 — патрубок с экраном для выгрузки переработанной массы, 6 — термометр

Рисунок 4 – Схема индивидуальной биогазовой установки ИБГУ-1

Индивидуальная биогазовая установка (ИБГУ-1) для семьи, имеющей от 2 до 6 коров или 20-60 свиней, или 100-300 голов птицы (рисунок 6). Установка ежедневно может перерабатывать от 100 до 300 кг навоза и производит 100-300 кг экологически чистых органических удобрений и 3-12 м³ биогаза.

1.2 Типы существующих форм биореакторов

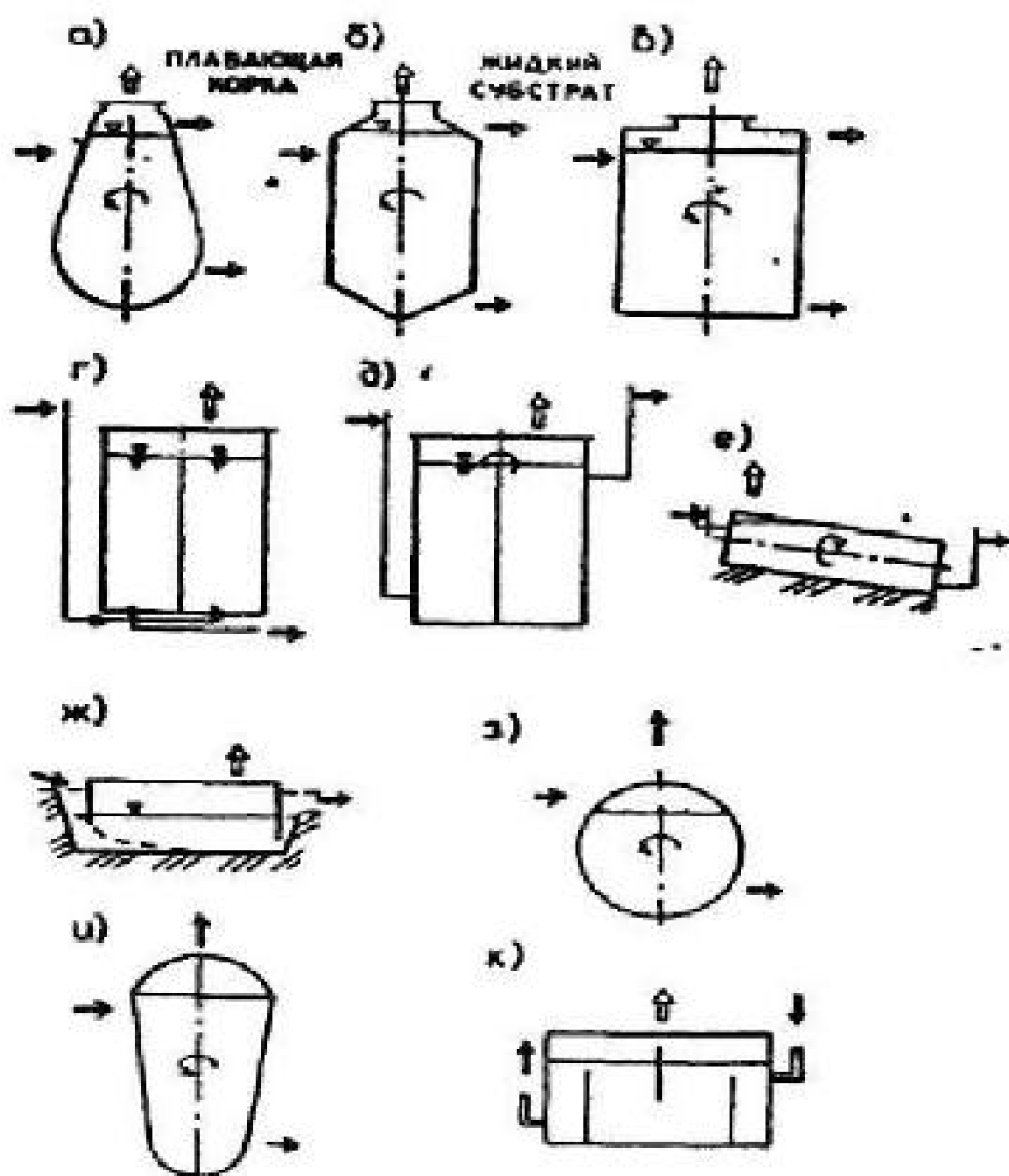


Рисунок 5 – Конструктивные формы биореакторов:

а — яйцеобразная с расширенным дном, б — цилиндрическая вертикальная с коническим днищем, в — цилиндрическая, вертикальная с загрузкой и выгрузкой из верхней зоны, г — цилиндрическая вертикальная с загрузкой и выгрузкой из нижней зоны, д — цилиндрическая вертикальная двухсекционная с загрузкой в нижней зоне и выгрузкой верхней зоны второй секции, е — цилиндрическая горизонтальная с наклоном,

ж — траншейная с плавающим покрытием; з — шарообразная; и — лещеобразная с расширенной верхней частью; к — горизонтальная секционная.

(см. рис. 5, а, з). Однако из-за трудностей в изготовлении крупные установки делаются цилиндрической формы из бетона или металла. Преимуществами цилиндрического резервуара с конусной верхней или нижней частью (см. рис. 5,б) являются наличие небольшого пространства для накопления газа, концентрация плавающей корки в ограниченном объеме, обеспечение хорошего отвода шлама. Резервуары такой формы используются в коммунальных установках для очистки стоков. Цилиндрический резервуар (см. рис. 5, в) по сравнению с резервуарами вышеописанных форм создает худшие условия для перемешивания субстрата и из-за большой поверхности контакта сред требует более высоких затрат на удаление осадка и разрушение плавающей корки, что связано с увеличением расхода энергии на перемешивание. К его преимуществам можно отнести относительно простую технологию изготовления, использующую опыт строительства емкостей для сельскохозяйственных целей. Цилиндрический резервуар можно разделить на две или несколько камер (см. рис. 5,г). При такой компоновке не только отпадает необходимость в теплоизоляции наружных стенок резервуара, но и улучшается теплопередача между объемами камерами через перегородку, выполненную из теплопроводного материала. Вмонтированное в эту перегородку нагревательное устройство дает дополнительные конструктивные и энергетические преимущества. Броореактор может быть кубической формы (см. рис. 5, д). Такой реактор можно также разделить на две части: плавную бродильную камеру и камеру для окончательного этапа сбраживания и осуждения шлама.

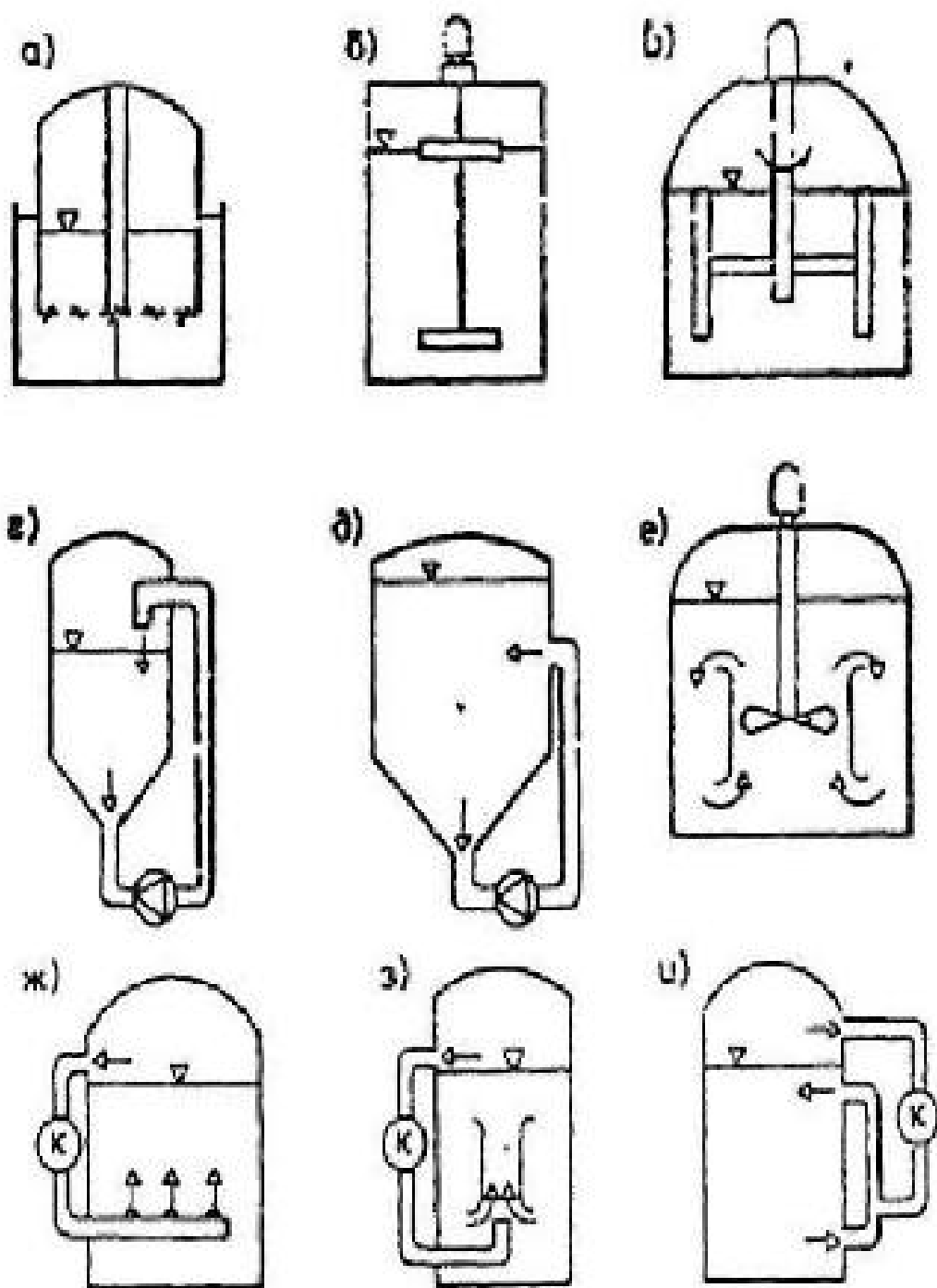
Установки этого типа не позволяют получать высокую степень разложения субстрата» так как в них не обеспечивается ни равномерное перемешивание массы, ни управление загрузкой рабочего объема реактора и временем пребывания массы в реакторе» что необходимо для максимального выхода газа. Разрушение плавающей корки и осадка связано с большими

экономическими затратами. В горизонтальном резервуаре (см. рис. 5, *е*) субстрат перемещается в продольном направлении. Наклонное расположение продольной оси резервуара облегчает стекание шлама по направлению к выгрузному отверстию. Такая конструкция удобна для размещения простейшего перемешивающего механизма. Биореактор в виде вырытой в грунте траншеи (см. рис. 5, *ж*) позволяет обрабатывать большие количества субстрата. В качестве строительного материала используют, как правило, бетон. Наиболее прост в изготовлении и эксплуатации биореактор цилиндрической формы, установленный горизонтально (см. рис. 5, *к*). Всю емкость можно разделить на несколько камер, исключив тем самым возможность контакта свежего навоза с выгружаемым шлагом, что очень важно для защиты окружающей среды.

1.3 Типы существующих конструкций мешалок

Некоторые варианты перемешивания для вертикальных реакторов показаны на рисунке 4, а для горизонтальных — на рисунке 5. Мешалки (см. рис. 4, *б*; 4, *в*; 6; 5, *в*) можно эффективно и с допустимым расходом энергии применять для работы небольших реакторов при использовании тяжелых субстратов. В простых небольших установках с незначительным выходом биогаза можно использовать механические мешалки с ручным приводом.

Содержимое крупных реакторов, в особенности цилиндрической формы, можно перемешивать гидравлическим способом (см. рис. 4.4, *а—г*), т.е. при помощи струи жидкости. В многочисленных биогазовых установках за границей хорошо зарекомендовала себя система с подвижным соплом. При горизонтальном направлении сопла, которое вращается вокруг оси реактора и может перемещаться вдоль нее, струя жидкости проникает во все зоны рабочего пространства реактора. Гидравлические системы с неподвижным соплом (см. рис. 4.5, *г*) требуют тщательного выбора по соответствию с размерами и формой реактора, чтобы обеспечить хорошее перемешивание субстрата во всех зонах реактора.



а — при передвижении газгольдера, б, в — механической мешалкой, г — с помощью шнека (выгрузка над коркой), д — насосом (выгрузка под коркой), е — механической мешалкой и струями жидкости, ж — биогазом, з — биогазом и циркуляцией жидкости, и — биогазом и жидкостью.

Рисунок 6 — Перемешивание в вертикальных биореакторах

Хорошего перемешивания можно добиться, нагнетая полученный в результате брожения газ в жидкий субстрат (см. рис. 7, ж—и и 7, а). Однако при этом субстрат не должен обладать слишком большой вязкостью и быть склонным к образованию плавающей корки, в противном случае следует постоянно удалять всплывающие частицы или отделять крупные частицы твердого материала от субстрата перед поступлением его в реактор.

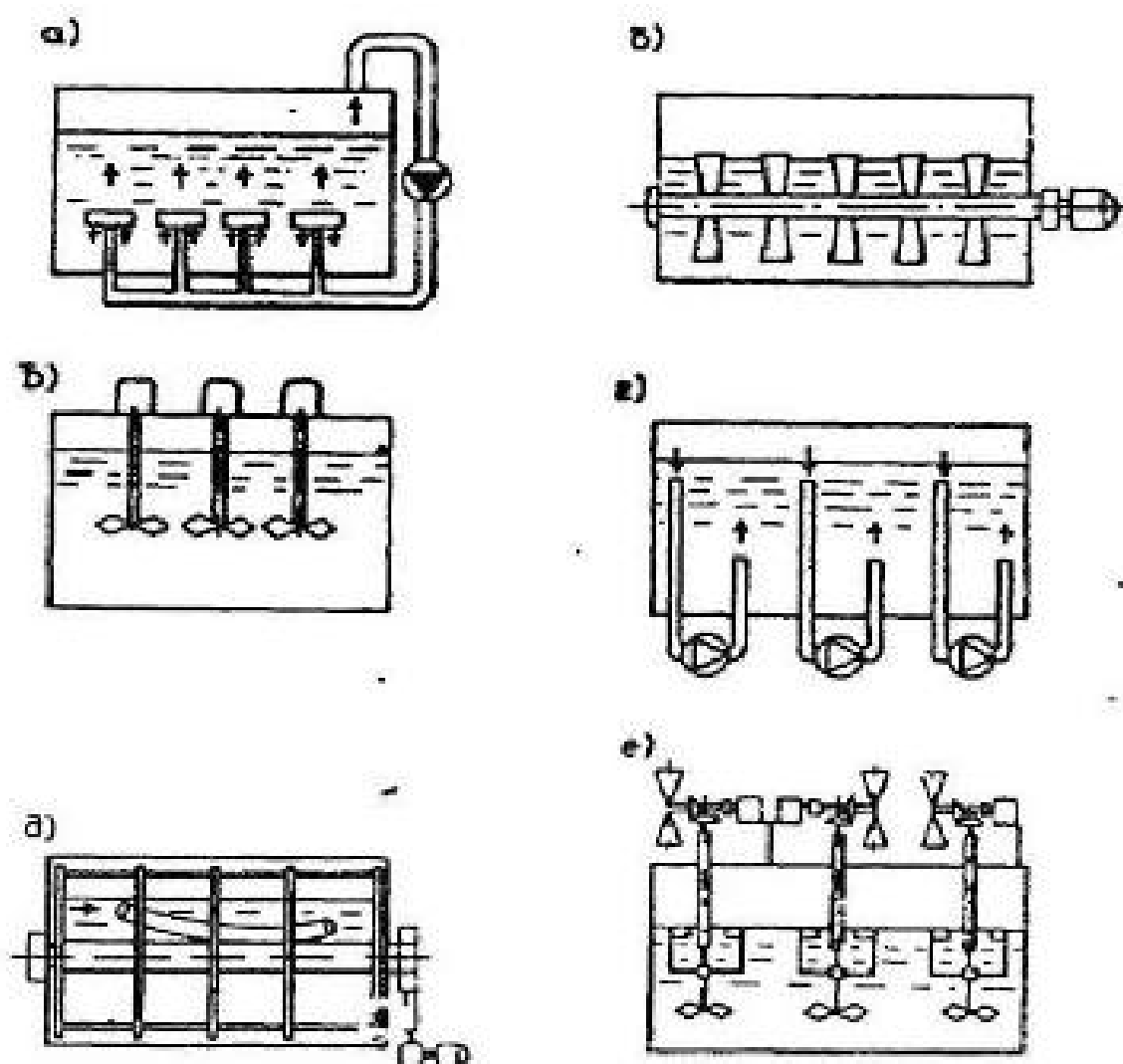


Рисунок 7 — Перемешивание в горизонтальном биореакторе:

а — биогазом, б — механическими лопастями, в — по секциям механическими камнями от отдельного двигателя, г — с помощью насоса из верхней зоны более жидкий субстрат и выгружается в зоне более плотного осадка, д — механическая мешалка приводится в медленное движение с помощью храпового механизма и цилиндра, из последней секции плотный осадок возвращается в первую, е — по с механическими мешалками, приводимыми в движение ветровой энергией.

В биореакторе-газгольдере (см. рисунке 7, а) с плавающей с ней газовой частью перемешивание осуществляют с помощью крепящихся к подвижной части биореактора-газгольдера пл нок, расположенных под разными углами.

1.4 Пути повышения качества получаемого биогаза

Критерии для выбора конструкции

Место определяет в основном подземный или наземный реактор будет строится и в случае наземной конструкции, вертикальный или горизонтальный. Существующие сооружения 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 перемешивающие 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 критерий 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 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 процесс сбраживания.

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

Расположение реактора

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

Термоизоляционные материалы

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

Термоизоляционные материалы должны иметь хорошее 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 послойно. 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 получение наибольшего количества биогаза и биоудобрений, а также стабильности работы установки, предполагает ежедневную загрузку сырья и выгрузку сброшенной массы.

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 выгрузное 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 выше уровня жидкости. Благодаря этому создается гидравлический затвор, предотвращающий проникновение воздуха в реактор.

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 строительные 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 закатки сырья и биогазовой установки. Если нельзя избежать использование 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 газгольдеры используются для выравнивания неравномерности газовыделения и улучшения 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 мешалками, биогазом пропускаемым 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.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Биогазовая установка на биоотходах

Биогазовая установка производит биогаз и биоудобрения из биоотходов сельского хозяйства и пищевой промышленности путем бескислородного брожения.

Биогазовая установка дает «доходы на отходах». Биогазовая установка-это самая активная система очистки. Система, которая очень быстро самоокупается и приносит прибыль.

Как сырье можно использовать навоз КРС, навоз свиней, птичий помет, отходы бойни (кровь, жир, кишки, капыгу), 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 крахмало-паточного производства, молочную сыворотку, водоросли. Большинство видов сырья можно смешивать с другими видами сырья.

Какие выгоды от биогазовой установки?

Переработка отходов - это в первую очередь система очистки, которая при этом сама себя окупает и еще приносит прибыль.

Переработка отходов на биогазовой установке дает одновременно:

1. газ,
2. электричество,
3. тепло,
4. топливо для автомобилей
5. биоудобрения + экономия кап. затрат (для новых строящихся предприятий)

Отходы бесплатны, а сама установка на себя потребляет всего 10-15% энергии. Для работы очень большой установки достаточно 1 человека 2 часа в день.

Если предприятие выбрасывает 1 тонну биомусора в день, то считайте, что Вы выбрасываете минимум 50-300 м³ газа или 100-600 кВт*ч электроэнергии или 35-200 л солярки. Срок окупаемости оборудования для переработки навоза впечатляет: 1,5-2 года. А для некоторых других видов сырья вообще ошеломляет 0,5 год. Смотрите выход газа для различных видов сырья ниже.

Биогаз - это газ, состоящий примерно из 50-70% метана (CH₄) 50-30% углекислого газа (CO₂). 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.

Таблица 2.1 – Выход биогаза из навоза

Тип сырья	Выход газа, м ³ на тонну сырья
Навоз коровий	38-52
Навоз свиной	52-88
Помет птичий	47-94
Отходы бойни	250-500
Жир	1300
Варда послеэкспиртованная	50-100
Зерно	400-500
Силос, ботва, трава, водоросли	200-400
Молочная сыворотка	50-80
Свекольный и фруктовый жом	40-70
Глицерин технический	400-600
Дробина пивная	130-150

Для заправки автомобилей устанавливается дополнительная система очистки. После такой системы очистки полученный газ - почти 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.

Все понимают, что дальнейшее 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 - всегда бесплатен. Себестоимость газа на биогазовой установке- 20\$ за 1000 м³.

Электроэнергия. 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. 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.

Топливо для автомобилей. После доочистки биогаза получается биометан (90-95% метана, остальное CO₂). 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 ZOPT 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 - 200 Евро за тыс м³, а стоимость солярки 900 Евро за 1000 л. 1 л солярки - эквивалент 1 м³ метана.

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 перерабатывают 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. Биоудобрения стоит продавать. Эти удобрения по качеству выше минеральных, а их себестоимость равна практически «0». Продавать удобрения можно соседям.

Утилизация или очистка. Биогазовая установка сделает так, что на предприятии не будет вони и жижи под ногами. А будет аккуратная зеленая травка. Очистку можно выразить и эстетикой, и деньгами.

Размеры отстойников и лагун огромны и запахи от них стоят тоже соответствующие. же Площадь биогазовой установки меньше площади лагун в несколько раз. В лагунах вода в отходах связана коллоидными соединениями и испаряется мало. А после биогазовой установки масса перебродившая, вода отсепарирована и испарение идет легко. Перебродившую 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 выброшенные 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 выпадают 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.

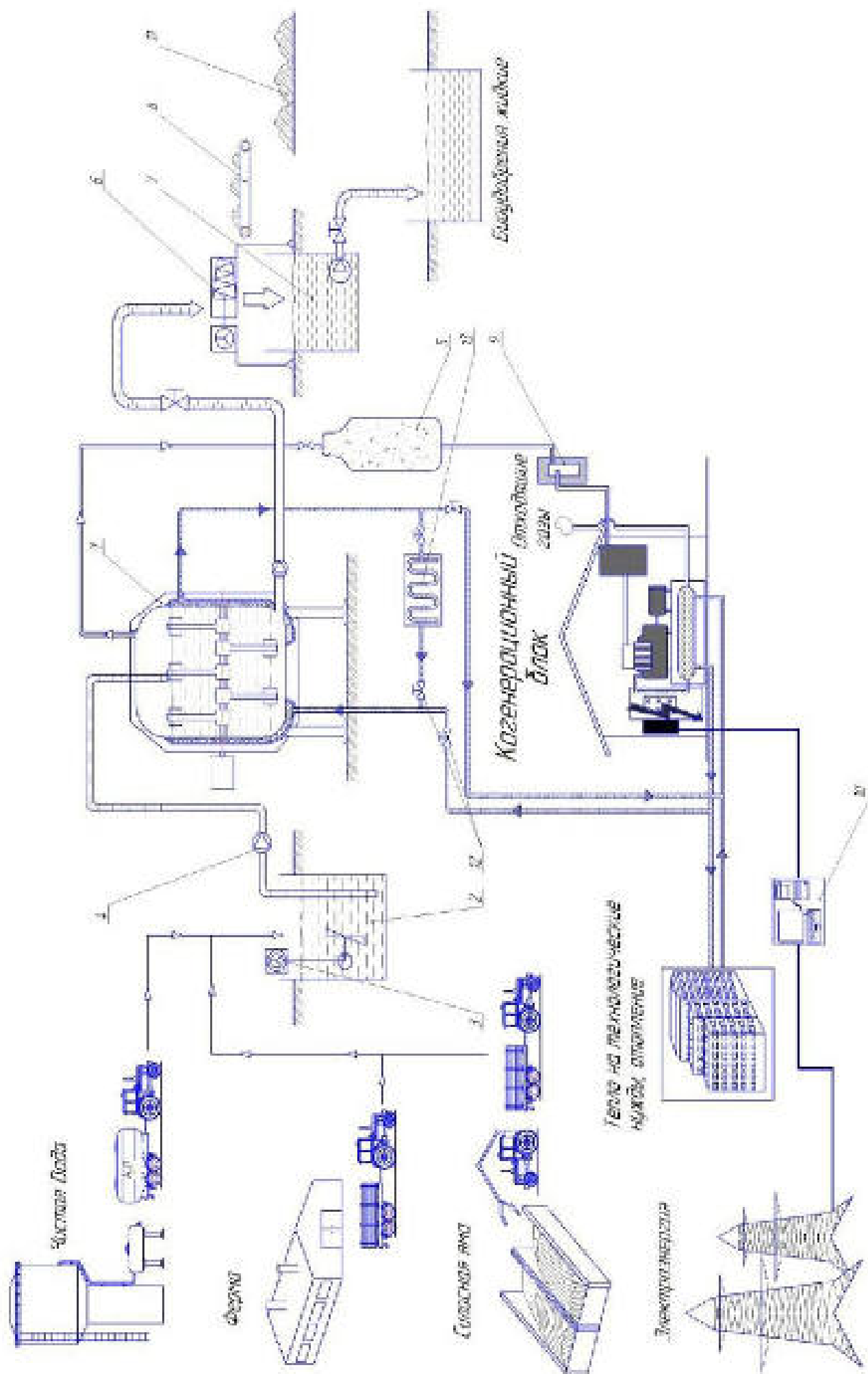
При использовании обычных отстойников, свалок и лагун фильтрат часто попадает в грунтовые воды, отчего болеют люди и животные, а предприятие санитарно- станция выписывает огромные штрафы. Вы можете посмотреть, например, во что только обходятся лечение животных. Используя систему очистки, Вы сделаете 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-прессы, 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).

2.2 Схема предлагаемой биогазовой установки

Биогазовая промышленная установка для производства биогаза и других ценных побочных продуктов путем централизованной переработки отходов крупных сельскохозяйственных комплексов, предприятий пищевой промышленности и городского хозяйства.

Состав биогазовой установки: 1) Биореактор; 2) Приемная яма; 3) Мешалка; 4) Насосная станция; 5) Газгольдер; 6) Экструдер; 7) Яма для жидкой фракции; 8) Транспортёр горизонтальный; 9) Конденсатор-отводчик; 10) Пулт управления; 11) Биоудобрения твердые; 12) Вентиль; 13) Водонагреватель



Принцип работы биогазовой установки

Растительная масса привозится грузовиками, разгружается на площадку возле биогазовой установки и накрывается пленкой. Подача силоса в бункер идет трактором периодически каждые 2-3 часа. Масса перемалывается, гомогенизируется и перемешивается. Гомогенизация чаще всего выполняется при температуре 70° С в течении одного часа при размере максимальной частицы 1 см.

Реактор является газонепроницаемым, полностью герметичным резервуаром из железобетона. Это конструкция теплоизолируется, потому что внутри резервуара должна быть фиксированная для микроорганизмов температура. Она может быть или мезофильной (около 35°), или же термофильной (около 55° С). Внутри реактора находится миксер (погруженные мешалки), предназначенный для полного перемешивания содержимого реактора-

Силос должен подаваться в реактор небольшими порциями несколько раз в день. Среднее время гидравлического отставания внутри реактора 30-80 дней. На протяжении этого времени органические вещества внутри силоса метаболизируются (преобразовываются) микроорганизмами.

На выходе имеем два продукта: биогаз и субстрат (компостированный и жидкий). Последний сохраняется в стандартном танкере для хранения (складирования) удобрения. В Германии этот компостированный субстрат в основном используется как удобрение из-за высокой концентрации аммиака (NH_4). Биогаз же сохраняется в емкости для хранения газа - газгольдере. Здесь в газгольдере выравниваются давление и состав газа.

Из газгольдера идет непрерывная подача газа в газовый или дизель-газовый двигатель-генератор. Здесь уже производится тепло и электричество. Мощность может достигать несколько МВт. Крупные биогазовые установки имеют аварийные факельные установки на тот случай, если двигатель/двигатели не работают и биогаз надо сжечь. Газовая

система включает в себя вентилятор, конденсатоотводчик, десульфизатор и т.п. Всё контролируется устройством контроля газовой установки.

Всей системой управляет система автоматики. Для управления достаточно всего 1 человека 2 часа в день. Этот человек ведет контроль с помощью обыкновенного компьютера и он же работает на тракторе для подачи биомассы. После 2-х недельного обучения на установке может работать человек без особых навыков, т.е. после школы или ученица.

Выгоды, которые получает владелец биогазовой установки.

Прямые:	Косвенные:
- производство биогаза (метана) - производство электричества и тепла - производство экологически чистых удобрений	- независимость от централизованных сетей, тарифов естественных монополий, полное само-обеспечение электроэнергией и теплом - решение всех экологических проблем предприятия - значительное снижение затрат на захоронение, вывоз, утилизацию отходов - возможность собственного производства моторного топлива, снижение затрат на персонал

Биогазовая установка – ключ к решению экономических, экологических, политических и социальных проблем.

Биогазовая установка на навозе КРС.

Мощность по навозу – 150 т/день. Выход биогаза – 10 000 м³/день.

Мощность установки когенерации – 0,5 МВт

Установку обслуживает 5 человек. Примерная цена установки «под ключ» – 2,5 млн. USD. Срок окупаемости – 3 года.

2.3 Схема процесса переработки биоорганических отходов с использованием биореактора для анаэробного сбраживания биомассы

Образующиеся отходы собираются в специальном накопителе, где происходит их временное хранение и подготовка к утилизации. В накопителе из отходов приготавливается исходная биомасса – субстрат. Для этого она подвергается первичной очистке и измельчению крупных частей. Затем субстрат подается в ферментер через промежуточную емкость и

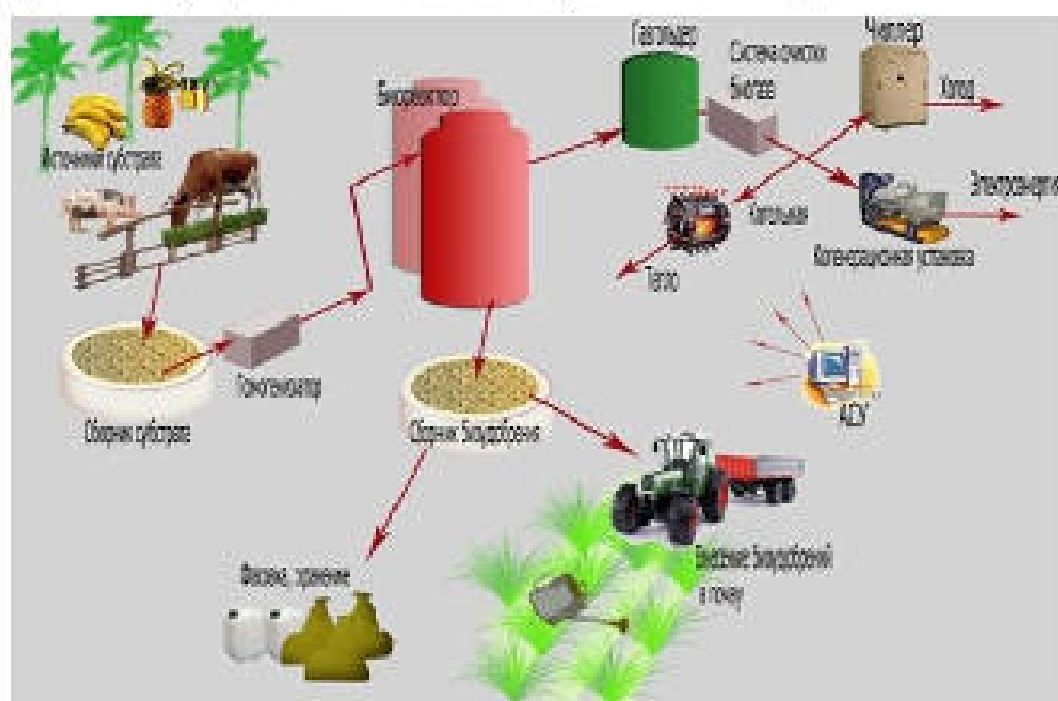
гомогенизатор, что необходимо для очищения субстрата от посторонних включений и обеспечивает размер частиц не более 1 см.

Для ускорения процесса ферментации субстрата вводят специально подобранные бактерии и подогревают до оптимальной температуры.

В результате аэробного сбраживания биомассы выделяется биогаз содержащий от 60 до 90% метана и образуется биоудобрение. Процесс может длиться 10 до 60 суток в зависимости от требуемого результата.

После завершения процесса ферментации производят выгрузку биоудобрений в накопительный резервуар, техническое обслуживание ферментера и заполняют его новой порцией субстрата. Процесс повторяется.

Во время обработки биомассы выделяющийся из субстрата биогаз собирают в газгольдере. Биогаз поступает в газгольдер через систему удаления конденсата водных паров. Биогаз из газгольдера поступает к потребителям через систему очистки от вредных примесей: воды, серы, углекислого газа. Очищенный газ поступает непосредственно в котлы для производства тепла или в когенерационные установки для выработки электроэнергии. Так же биогаз может использоваться для производства холода на абсорбционных или комбинированных холодильных машинах.



Полученное, в результате переработки субстрата биоудобрение, обладает большой эффективностью по сравнению с традиционным перегноем, т.к. в процессе анаэробного сбраживания большая часть азота переходит в связанное состояние и лучше усваивается растениями.

Биоудобрение можно сразу вносить в почву, в нем отсутствуют вредители, семена и вредные микроорганизмы. При необходимости его можно расфасовать для хранения или продажи.

На основе проведенных испытаний разработаны оригинальные конструкции биогазовых установок, позволяющие повысить их производительность за счет интенсификации процесса метанового сбраживания. Простота и надежность конструкции в сочетании с высокой удельной производительностью и качеством переработки являются неоспоримыми преимуществами установок данного типа.

Таблица 2.2 – Краткая характеристика биореактора.

Наименование	Значение
Производительность по исходному субстрату, м ³ /сут	до 7
Производительность по биогазу, м ³ /сут	до 100
Объем реактора, м ³	25
Влажность исходного субстрата, %	89-92
Теплотворная способность биогаза, МДж (ккал)/м ³	25 (6000)
Объем газгольдера, м ³	10
Теплопроизводительность утилизатора биогаза, кВт	29
Режим работы	автоматизированный
Количество получаемой электроэнергии, кВт•ч/сут	до 100
Масса комплекта, т	до 6
Мощность электрогенератора, кВт	5
Размер площадки, м ²	200
Срок окупаемости	1-1,5 года

2.4 Общие принципы

Органические удобрения, получаемые в результате анаэробного сбраживания, обладают высокой эффективностью и обеспечивают

дополнительный прирост урожайности в среднем на 20% (по сравнению с использованием несброженного навоза).

При переработке органических отходов получают экологически чистые жидкие органические удобрения, которые используются для получения экологически чистой продукции. В полученных органических удобрениях все вещества переходят в форму, легко усваиваемую растениями, что делает их эффективными сразу после внесения в почву. Также это создает возможность ухода от применения минеральных удобрений. Как показали испытания аналогичных удобрений в России и Прибалтике, внесение их в разведенном виде в соотношении 1:10, из расчета три тонны концентрированных удобрений на 1 га, или 30 тонн в разбавленном виде, повышают урожайность всех культур на 20-50%, а некоторых культур (земляника и клубника) в два раза.

Производство сухого гранулированного удобрения практически исключает потери питательных веществ при длительном хранении, позволяет вносить эти удобрения в наиболее благоприятные календарные сроки с применением стандартных механизмов, (например, обычные сеялки). Жидкая фракция первой фазы может использоваться для полива полей или как питательная среда в гидропонных теплицах.

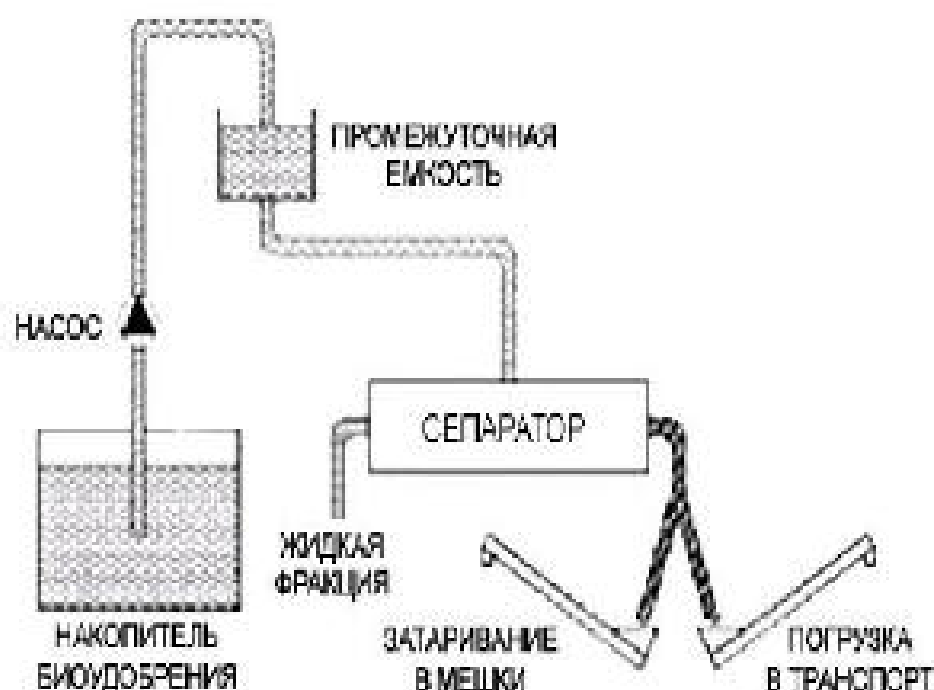
Ценность удобрения зависит от его химического состава. Химико-физические свойства удобрения полностью соответствуют агрохимическим и экологическим требованиям к удобрениям, вносимым в почву.

2.5 Схема процесса дальнейшей переработки биоудобрения

Из накопителя биоудобрения при помощи насоса подаются в промежуточную емкость а затем в сепаратор где происходит разделение на фракции.

Сепаратор биоплазма представляет собой шнековый пресс, в котором прессование производится при помощи шнека, что позволяет выдавливать всю свободную воду и большинство связанной воды. Это единственное

оборудование для переработки биошлама, эффективно отделяющее твердые составляющие, которые получаются сухими и рассыпчатыми, а концентрация сухих веществ в полученном биоудобрении составляет до 40%.



Шнековый сепаратор отличается:

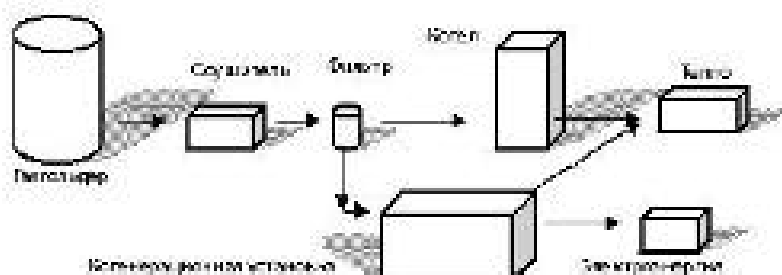
1. - высокой производительностью до 60 м³/час жидкого биошлама;
2. - сепаратор навоза очень экономичен (от 4 кВт до 5,5 кВт);
3. - сепаратор самоочищается и не потребляет дополнительную воду;
4. - сепаратор имеет простую, удобную систему управления;
5. - возможна полностью автоматическая работа сепаратора;
6. - сепаратор навоза очень надежен и не нуждается в обслуживании;
7. - сепаратор навоза может работать под открытым небом даже зимой.

В автоматизированном процессе сепаратор разделяет жидкий биошлам на твердую и жидкую фракции. В результате сепарирования получается жидкое биоудобрение - идеальное для полива и сухая фракция – твердое биоудобрение без запаха и не создающее проблем при хранении. Результаты разделения зависят от различных факторов: состав корма животных, ингредиенты исходного субстрата, температура, срок хранения, его влажность и т.д.

2.6 Технология получения тепловой энергии из сопутствующего биогаза

2.6.1 Схема получения тепла из сопутствующего биогаза

В общем случае процесс получения тепловой энергии из биогаза можно представить простой схемой, где основные элементы подобраны в зависимости от бюджета биогазовой установки по топливу и требуемой тепловой мощности для потребителя.



При использовании биогаза в качестве топлива возникает ряд технических задач связанных с его составом и физико-химическими свойствами.

Газовые горелки на биогазе.

По сравнению с другими газами, биогазу нужно меньше воздуха для возгорания. Следовательно, обычные газовые горелки и приборы нуждаются в более широких жиклерах для прохождения биогаза. Для полного сгорания 1 литра биогаза необходимо около 5,7литров воздуха, в то время как для бутана - 30,9 литра и для пропана - 23,8 литра.

Таблица 2.3 – Компоненты биогаза.

Характеристики	Компоненты биогаза					Биогазовая смесь (CH ₄ -60%, CO ₂ -40%)
	CH ₄	CO ₂	H ₂	H ₂ S	N ₂	
Объемная доля, %	55-70	20-44	1	1	<3	100
Объемная теплота сгорания, МДж / м ³	35,8	-	10,8	22,8	-	21,5
Предел воспламеняемости (содержание в воздухе), %	5-15	-	4-30	4-45	-	5-12
Температура воспламенения, С	+650 +750	-	+585	-	-	+650 - +750
Нормальная плотность, г / л	0,72	1,98	0,9	1,54	-	1,2

Модификация и адаптация стандартных горелок является ответственным делом. По отношению к наиболее распространенным бытовым приборам и горелкам, приспособленным для использования бутана и пропана, можно отметить, что бутан и пропан обладают теплотворной способностью почти в 3 раза выше, чем биогаз, и даёт в два раза большее пламя. Некоторые практические меры для модификации горелок включают:

- увеличение жиклеров в 2-4 раза для прохождения газа;
- изменение объема подачи воздуха.

Таблица 2.4 – Сравнение природного газа и биогаза.

Составляющая	Ед. измерения	Природный газ	Биогаз
Метан	%	85 - 95	55 - 80
Углекислород	%	<1.0	20 - 45
Азот	%	4 - 12	-
Кислород	%	<0.5	-
Водород	%	-	<1.0
Сероводород	мг/м3	50-100	500-5000
Калорийность	МДж/м3	32 - 35	20 - 29

Сероводород (H_2S) является важнейшей составляющей биогаза. Сероводород очень агрессивен и вызывает коррозию, что в первую очередь вызывает проблемы с арматурой, газовыми счетчиками, горелками и двигателями. Поэтому необходимо очищать биогаз от серы. Очищенный от серы биогаз почти не имеет запаха.

Газовые котлы на биогазе.

Современные бытовые и промышленные газовые котлы как правило не предназначены для работы на низкокалорийном биогазе. Ситуация усложняется еще тем, что в биогазе может содержаться углекислый газ в значительных концентрациях.

Одним из способов решения этой задачи применить специально разработанные целевые подовые горелки для сжигания биогаза. При разработке конструкции горелок учтены специфические особенности горения биогаза (малые пределы устойчивости пламени и т.д.). Они могут работать в

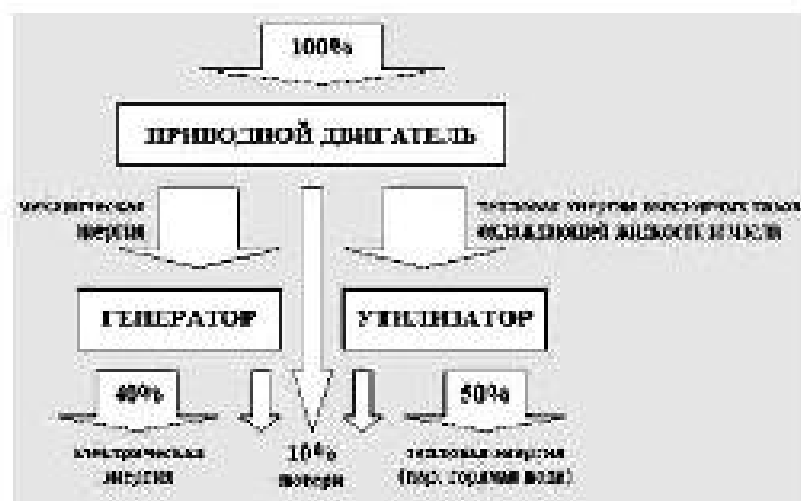
широком диапазоне режимов эксплуатации котла с расходом биогаза от 160 до 318 м³/ч. Горелки изготовлены из специальных сталей, имеют съемные сопла, которые не подвержены сероводородной коррозии, а также имеют специальные устройства для стабилизации пламени. С целью уменьшения коэффициента избытка воздуха горелки имеют специальные полосы, направляющие воздух к каждому из сопел и не допускают большого избытка воздуха.

Разработанные горелки имеют достаточно большую производительность и работают без вентиляционного дутья или с дутьем.

Применение в котлах модернизированных подовых щелевых горелок нового поколения на биогазе позволяет:

- увеличить производительность котлов на 20 %;
- расширить границу регулирования производительности котла (от 100 до 40 % и ниже);
- увеличить КПД котла от 77,782 % до 89,791 %;
- снизить выброс СО в 40 раз, до 20 мг/м³, что ниже нормы в 5 раз.

Когенераторная электростанция - это использование первичного источника энергии - газа, для получения двух форм энергии - тепловой и электрической. Главное преимущество когенераторной электростанции перед обычными станциями состоит в том, что использование энергии топлива здесь происходит с гораздо большей эффективностью. Иными словами, когенераторная (когенерационная) установка позволяет использовать тепловую энергию, которая обычно улетучивается в атмосферу вместе с дымовыми газами. При использовании когенераторной установки значительно возрастает общий коэффициент использования топлива. Использование когенерационной установки в значительной степени сокращает расходы на энергообеспечение. Когенераторная установка - это энергетическая независимость потребителей, надежная подача энергии и существенное снижение затрат на получение тепловой энергии.

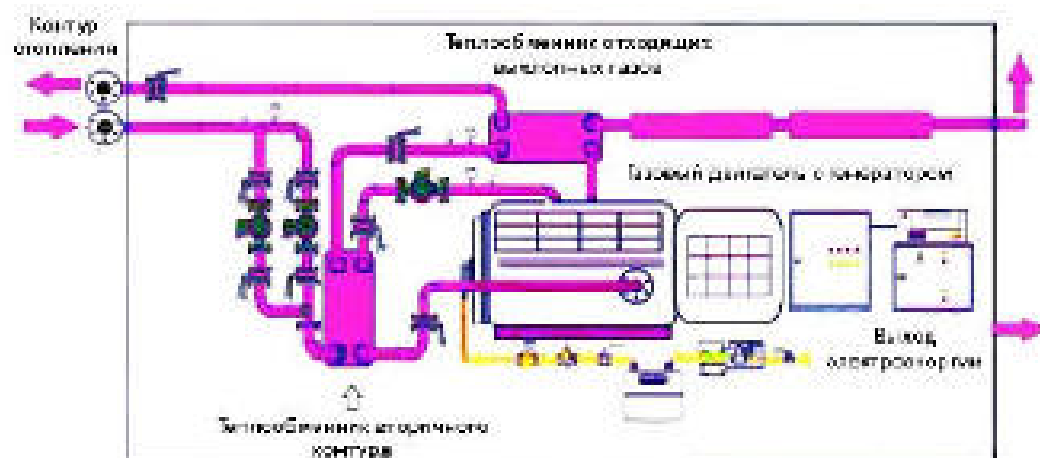


Преимущества когенерационных систем:

- обеспечение потребителей электроэнергией со стабильными параметрами по частоте и по напряжению;
- обеспечение потребителей тепловой энергией со стабильными параметрами по температуре и качеству горячей воды;
- эффективность использования топлива на 30-40% выше, чем у традиционного оборудования;
- простота и эффективность в обслуживании.

Мини-ТЭЦ на базе газопоршневых установок

Мини - ТЭЦ или когенерационная установка - система в которой производится одновременная выработка электрической и тепловой энергии. В когенерационных системах (мини-ТЭЦ) используется принцип утилизации побочного тепла, образующегося в результате производства электрической энергии. Построение технологической схемы когенерационной установки (мини-ТЭЦ) направлено на максимально эффективное использование топлива.



Применение когенерационных систем.

Во многих странах существует государственная поддержка применения когенерационных систем, работающих на газе. Связано это, в первую очередь, с экологией: когенерация позволяет сократить на 30—50% эмиссию CO_2 по сравнению с электростанциями, работающими на угле и на 15—20% — по сравнению с раздельной генерацией электроэнергии и тепло.

Применение когенераторных электростанций позволяет эффективно дополнять рынок энергоснабжения, без реконструкции сетей. При этом значительно улучшается качество электрической и тепловой энергий. Автономная работа когенераторной установки позволяет обеспечить потребителей электроэнергией с устойчивыми параметрами по частоте и по напряжению, тепловой энергией со стабильными параметрами по температуре.

Потенциальными объектами для применения когенерационных установок выступают промышленные производства, больницы, объекты жилищной сферы, газоперекачивающие станции, компрессорные станции, котельные и т. д. В результате внедрения когенераторных электростанций возможно решение проблемы обеспечения потребителей недорогим теплом и электроэнергией без дополнительного, финансово затратного, строительства новых линий электропередачи и теплотрасс. Приблизженность источников к потребителям позволит значительно снизить потери передачи энергии и

улучшить ее качество, а значит, и повысить коэффициент использования энергии топлива.

Соотношение производительности, начальных инвестиций и стоимости владения для различных типов двигателей (без учета стоимости утилизаторов тепла).

Наименование	Диапазон электрической мощности, МВт	КПД электрической, %	Стоимость сопровождения, центов/1 кВт	Цена, 1000 долл. США
Паровая турбина	1—100 (500)	7—20	1.0	900—1200
Газовая турбина	5—300	25—35	0.08	700—1200
Поршневые двигатели	0.003—15 (20)	25—40	1.4	600—1000
Микротурбины	0.025—0.2	28—30	0.04	800—1200

2.7 Технология получения холода из сопутствующего биогаза

Способы получения холода путем утилизации тепла.

В районах с высокими пиковыми нагрузками на систему электроснабжения применение компрессорных холодильных машин зачастую затруднено. Одним из предложений по снижению нагрузки на систему электроснабжения зданий, сделанных в последние годы, было применение абсорбционных холодильных машин. Эти машины отличаются значительно меньшим расходом электрической энергии, и их применение позволяет снизить как эксплуатационные затраты, так и стоимость ввода в эксплуатацию за счет уменьшения стоимости подключения к электрической сети.

Снижение потребления электрической энергии — основное преимущество абсорбционных холодильных машин (АБХМ). В этих машинах охлаждение достигается за счет затрат не электрической (как в компрессорных холодильных машинах), а тепловой энергии. Тепловая энергия может быть получена как за счет непосредственного сжигания топлива (например, биогаза), так и за счет утилизации.

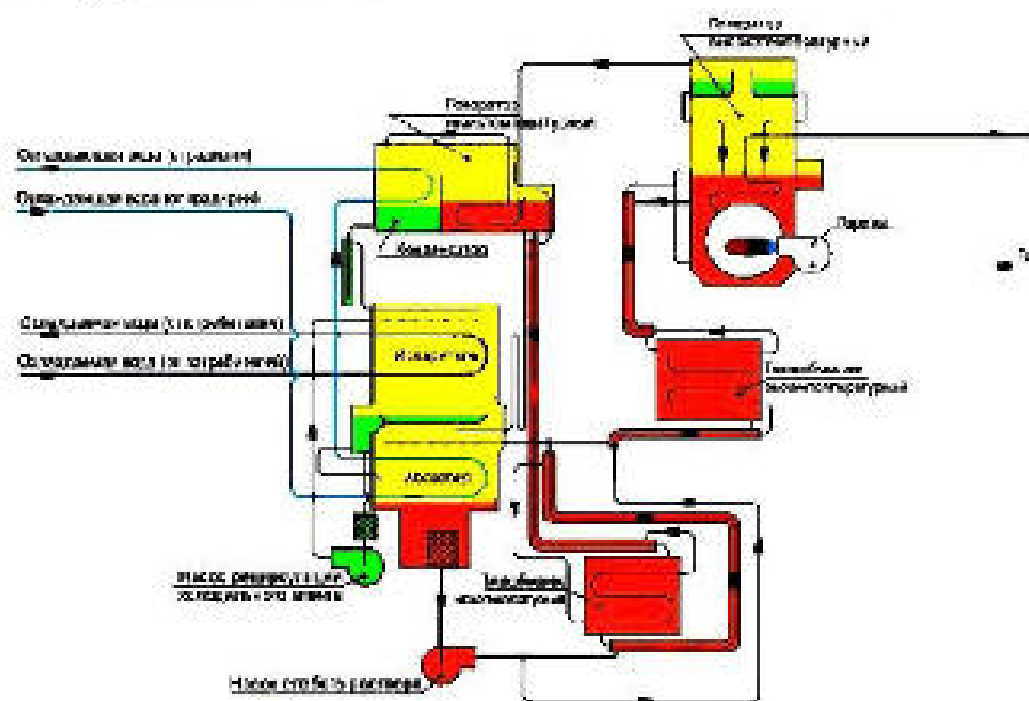
В последнем случае может быть утилизирована тепловая энергия,

являющаяся побочным продуктом технологического процесса, например, дымовые газы, образующиеся при сжигании бытовых отходов.

Одна из возможных областей применения абсорбционных холодильных машин – здания с высокими пиковыми нагрузками на систему электроснабжения. Затраты электрической энергии на кондиционирование воздуха составляют существенную часть общей электрической нагрузки здания. При ограничении максимальной электрической мощности использование абсорбционных холодильных машин является хорошим способом минимизации или «сглаживания» пиковой электрической нагрузки. Также используются и гибридные системы, в которых базовая холодильная нагрузка обеспечивается электрическими чиллерами, а пиковая – абсорбционными холодильными машинами, работающими на природном газе.

Абсорбционные холодильные машины могут использоваться как в составе системы холодоснабжения, так и как часть интегрированной системы тепло- и холодоснабжения. Дополнительная экономия энергии может быть достигнута за счет утилизации тепловой энергии.

Абсорбционная мапана.



Преимуществом абсорбционного охлаждения по сравнению с компрессорным охлаждением является то, что оно может работать на более дешевой тепловой энергии, а не на дорогой электрической, в случае компрессорного охлаждения. Абсорбционное охлаждение тихое, простое и надежное. Недостатком являются более высокие капитальные вложения, крупные габариты и большая масса по сравнению с компрессорным охлаждением. Если в когенерационных системах общая эффективность использования топлива в среднем составляет 90% (на практике 86-92%), то при традиционном способе получения электричества и тепла с их раздельной генерацией - только 55-60%. Суммарные потери при производстве и транспортировке тепловой и электрической энергии составляют от 45% (нормативные) до 60% и более (фактические) от исходного энергopotенциала топлива.

Это объясняет растущую популярность децентрализованных комбинированных источников электро- и теплоснабжения. Создание таких энергоустановок имеет ряд преимуществ: короткие сроки строительства, повышение надежности теплоснабжения потребителей, снижение инертности теплового регулирования и потерь в тепловых сетях. Однако существуют и недостатки, связанные с трудностью их размещения и необходимостью решения вопросов отпуска избытка электроэнергии в общую сеть.

2.8 Технологический расчет

2.8.1 Расчет размера реактора

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

Соотношение суточной дозы загрузки сырья и размера реактора

Суточная доза загрузки сырья определяется исходя из времени сбраживания (времени оборота реактора) и выбранного 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.

Реактор имеет цилиндрическую форму. Таким образом, объем реактора (V) рассчитывается по следующей формуле:

$$V = \pi R^2 H, \quad (2.1)$$

2.8.2 Расчет конструктивно-технологических параметров

Определяем суточное поступление биомассы $m_{\text{бм}}$ по формуле

$$m_{\text{бм}} = \sum N_j m_{\text{уд}j}, \text{ кг/сут}, \quad (2.2)$$

где N_j – количество животных j-го вида, гол;

$m_{\text{уд}j}$ – суточный выход экскрементов от j-го животного, кг/гол.

Определяем долю сухого органического вещества $m_{\text{сов}}$ по формуле

$$m_{\text{сов}} = m_{\text{св}} \rho_{\text{сов}}, \quad (2.3)$$

где $\rho_{\text{сов}}$ – доля органического вещества в сухом веществе, о.е.

2.8.3 Определение среднемесячного количества вырабатываемого биогаза

Количество теплоты, $Q_{\text{под}}$, МДж, требуемое для подогрева загружаемой массы до температуры процесса брожения:

$$Q_{\text{под}} = m_{\text{БМ}} c_{\text{БМ}} (t_{\text{пр}} - t_{\text{загр}}) 10^{-3} \quad (2.4)$$

где $c_{\text{БМ}}$ – средняя теплоемкость биомассы, $c_{\text{БМ}} = 4,18 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

$t_{\text{пр}}$ – температура процесса брожения, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{загр}}$ – температура загружаемой биомассы, $^\circ\text{C}$. Принимается равной среднемесячной температуре окружающего воздуха, если меньше $5 \text{ }^\circ\text{C}$, то принимается $5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Среднемесячное количество теплоты определится из выражения

$$Q_{\text{под}}^{\text{М}} = Q_{\text{под}} t_{\text{сут.М}} \quad (2.5)$$

где $t_{\text{сут.М}}$ – количество дней в месяце, $t_{\text{сут.М}} = 30$ суток

Количество теплоты $Q_{\text{пот. Вт}}$, теряемое в процессе теплоотдачи через стенку метантанка в окружающую среду:

$$Q_{\text{пот}} = kF(t_{\text{пр}} - t_{\text{ср}}), \quad (2.6)$$

где k – коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

F – площадь поверхности метантанка, м^2 ;

$t_{\text{ср}}$ – средняя месячная температура воздуха, $^\circ\text{C}$.

Коэффициент теплоотдачи k , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, определяется по формуле

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

где $1/\alpha_1$ – сопротивление тепловосприятно, $1/\alpha_1 = 0,05 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

$1/\alpha_2$ – сопротивление теплоотдачи, $1/\alpha_2 = 0,05 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

δ_i – толщина i -го слоя элемента ограждения, м;

λ_i – коэффициент теплопроводности i -го слоя элемента ограждения, $\text{м} \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Площадь поверхности метантенка определится из выражения:

$$F = S_{\text{бок}} + 2 \cdot S_{\text{дн}}, \text{ м}^2, \quad (2.7)$$

где $S_{бок}$ – площадь боковой поверхности метантанка, $м^2$;

$S_{осн}$ – площадь основания метантанка, $м^2$.

2.8.3 Расчет выхода биогаза

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

Выход биогаза с одного килограмма навоза свиной при влажности 85% примерно равен 0,05-0,09 м³ биогаза. Следовательно, выход биогаза с 351 кг свиного навоза будет равен 17,5-31,5 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 1м² 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.

3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Выбор конструкции биогазовой установки с горизонтальной мешалкой

Устройство служит для смешивания жидкостей, а также жидкостей с газами в резервуарах с помощью лопаток, расположенные горизонтально. Оно позволяет повысить эффективность смешиваемых сред и улучшить эксплуатационные характеристики устройства.

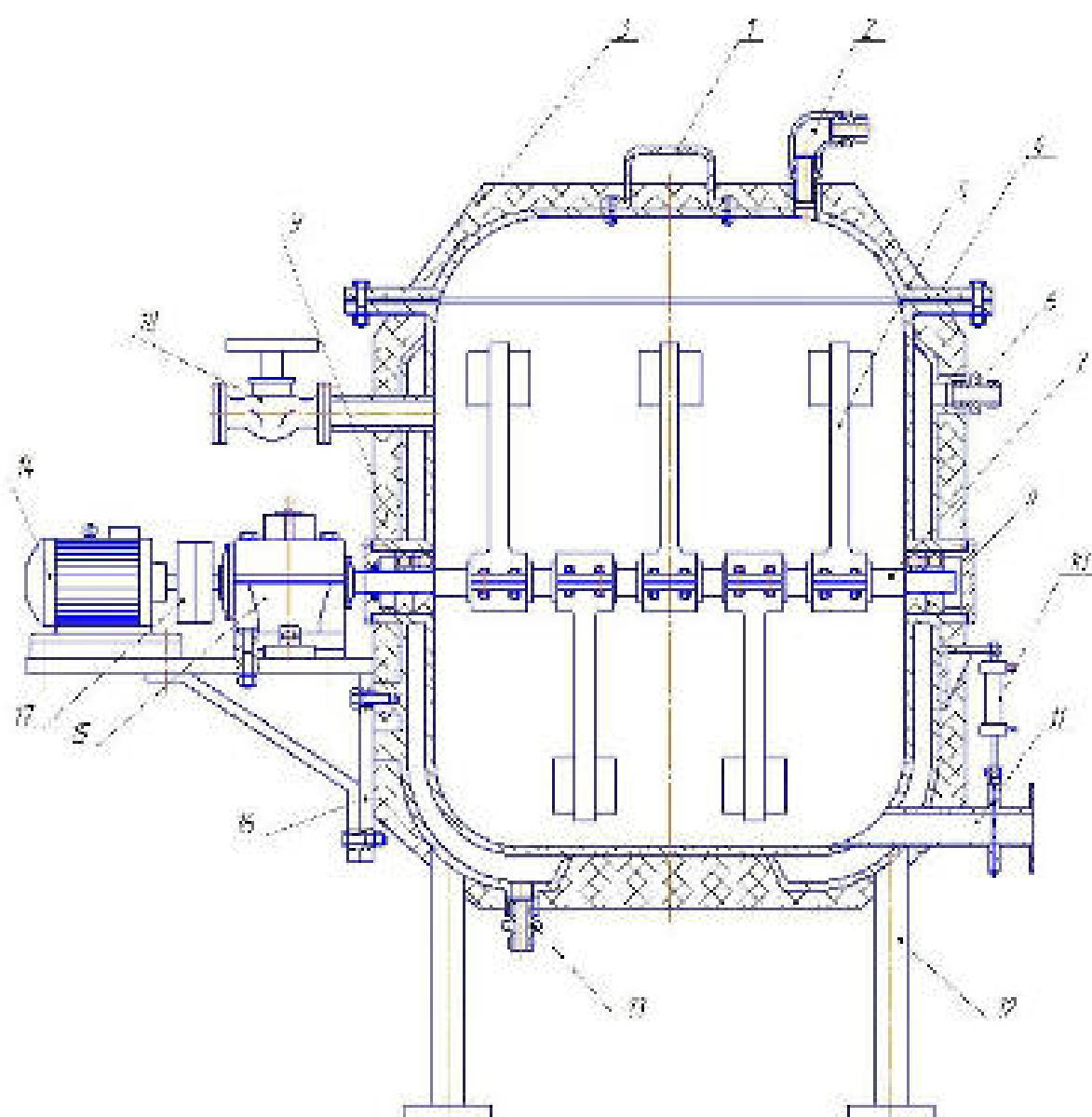
За счет устранения гидравлических ударов работа смесителей становится более бесшумной, снижается уровень вибрации резервуара, что приводит к увеличению срока его службы.

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.

Разработанная в данном дипломном проекте конструкция биогазовой установки отличается от всех представленных выше аналогов тем, что здесь разработан механизм перемешивания сырья, работающий совместно с механизмом загрузки.

					ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ		
Имя	А.С.В.	И.Р.В.В.В.	В.В.В.В.В.	В.В.В.			
Рисунки	Устройство ПМ				Биогазовая установка	Лист	Лист
Проц.	Хисанов Р.К.						
И.И.И.И.И.	Хисанов Р.К.					Казанский ГАУ группа Б262-064	
Учебный	Хисанов Р.К.						



1-ручка, 2-труба для отвода газа, 3-крышка реактора, 4-крепление реактора, 5-мешалка, 6-труба, 7-вал мешалки, 8-подшипник вала, 9-корпус биореактора, 10-гидроцилиндр, 11-труба слива, 12-стойка реактора, 13-труба для подачи воды, 14-электродвигатель, 15-редуктор, 16-крепление редуктора, 17-муфта, 18-подача смеси

Рисунок 3.1 – Биогазовая установка с горизонтальной мешалкой

Такой вариант БГУ отличается простотой, не требует дополнительных энергозатрат и облегчает саму схему конструкции мешалки. Также внедрение механизма перемешивания способствует активизации в работе навозных бактерий, которые помогают выработке биогаза.

И.в. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

3.2 Выбор электродвигателя и кинематический расчет

Определяется мощность двигателя по формуле

$$N_{дв} = \frac{N_{элв}}{\Pi \eta_0}, \quad (3.1)$$

где $N_{дв}$ - мощность двигателя, кВт;

$N_{элв}$ - мощность на валу конвейера, кВт;

η_0 - общий КПД привода,

Общий КПД привода определяется по формуле (2)

$$\eta_0 = \eta_m \times \eta_1 \times \eta_{i11} \times \eta_2 \times \eta_{i12} \times \eta_3 \times \eta_{i1} \times \eta_4, \quad (3.2)$$

где η_0 - общий КПД привода;

η_1 - КПД первой опоры ($\eta_1 = 0,99$);

η_{i11} - КПД закрытой цилиндрической первой передачи ($\eta_{i11} = 0,96$);

η_2 - КПД второй опоры ($\eta_2 = 0,99$);

η_{i12} - КПД закрытой цилиндрической второй передачи ($\eta_{i12} = 0,96$);

η_3 - КПД третьей опоры ($\eta_3 = 0,99$);

η_{i1} - КПД цепной передачи ($\eta_{i1} = 0,9$);

η_4 - КПД четвертой опоры ($\eta_4 = 0,99$).

$$\Pi = 0,98 \times 0,99 \times 0,96 \times 0,99 \times 0,96 \times 0,99 \times 0,9 \times 0,99 = 0,8242.$$

Исходя из принятого $N_{элв} = 3,5 \text{ кВт}$ и найденного значения $\Pi = 0,8242$, определяется требуемая мощность двигателя,

$$N_{дв} = \frac{3,5}{0,8242} = 4,246 \text{ кВт}.$$

Для такой мощности соответствует три типа двигателя с разными частотами вращения ([2]), которые показаны в таблице 3.1

инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. № дубл.		Подпись и дата	

Таблица 3.1- Технические данные двигателей

Тип двигателя	Мощность, кВт	Частота вращения, об/мин
A02-32-2	4,0	2870
A02-41-4	4,0	1450
A02-42-6	4,0	960

На основании рекомендуемых min и max величин передаточных чисел и для различных видов механических передач определяют рекомендуемое min и max передаточное число привода

$$U_{min} = U_{ц.з.} \cdot U_{ц.з.} \cdot U_{ц.ц.} \quad (3.3)$$

где U_{min} - min передаточное число привода;

$U_{ц.з.}$ - min передаточное число цилиндрической зубчатой передачи ($U_{ц.з.} = 3$);

$U_{ц.ц.}$ - min передаточное число цепной передачи ($U_{ц.ц.} = 2$).

$$U_{min} = 3 \cdot 3 \cdot 2 = 18.$$

Max передаточное число привода определяют

$$U_{max} = U_{ц.з.} \cdot U_{ц.з.} \cdot U_{ц.ц.} \quad (3.4)$$

где U_{max} - max передаточное число привода;

$U_{ц.з.}$ - max передаточное число цилиндрической зубчатой передачи ($U_{ц.з.} = 6$);

$U_{ц.ц.}$ - max передаточное число цепной передачи ($U_{ц.ц.} = 6$).

$$U_{max} = 6 \cdot 6 \cdot 6 = 216.$$

Действительное общее передаточное число привода должно входить в интервал

$$U_{min} \leq U_{общ.} \leq U_{max} \quad (3.5)$$

Действительное общее передаточное число привода для разных частот вращения определяют по формуле 8 стр.12[1].

Действительное общее передаточное число привода для частоты вращения двигателя A02-32-2

Имя, № подл.	Подпись и дата				Взам. инв. № дубл.	Взам. инв. № подл.	Подпись и дата	Имя, № подл.												
<table border="1"> <tr> <td>Имя</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подпись</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ <table border="1"> <tr> <td>Лист</td> <td>54</td> </tr> </table>									Имя	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						Лист	54
Имя	Лист	№ докум.	Подпись	Дата																
Лист	54																			

$$U_{общ.1} = \frac{n_{дв.1}}{n_{р.о.}}, \quad (3.6)$$

где $U_{общ.1}$ - действительное общее передаточное число привода для двигателя А02-32-2;

$n_{дв.1}$ - частота вращения для двигателя А02-32-2 ($n_{дв.1} = 2870$ об/мин);

$n_{р.о.}$ - частота вращения вала конвейера ($n_{р.о.} = 85$ об/мин).

$$U_{общ.1} = \frac{2870}{85} = 33,76.$$

Действительное общее передаточное число привода для частоты вращения двигателя А02-41-4

$$U_{общ.2} = \frac{n_{дв.2}}{n_{р.о.}}, \quad (3.7)$$

где $U_{общ.2}$ - действительное общее передаточное число привода для двигателя А02-41-4;

$n_{дв.2}$ - частота вращения для двигателя А02-41-4 ($n_{дв.2} = 1450$ об/мин);

$n_{р.о.}$ - частота вращения вала конвейера, об/мин.

$$U_{общ.2} = \frac{1450}{85} = 17,06.$$

Действительное общее передаточное число привода для частоты вращения двигателя А02-42-6

$$U_{общ.3} = \frac{n_{дв.3}}{n_{р.о.}},$$

где $U_{общ.3}$ - действительное общее передаточное число привода для двигателя А02-42-6

$n_{дв.3}$ - частота вращения для двигателя А02-42-6 ($n_{дв.3} = 960$ об/мин);

$n_{р.о.}$ - частота вращения вала конвейера, об/мин.

$$U_{общ.3} = \frac{960}{85} = 11,29.$$

Из этих значений в интервал min и max входит действительное общее передаточное число привода для двигателя А02-32-2

$$U_{min} \leq 33,76 \leq U_{max}.$$

Подпись и дата	
Взам. инв. № дубл.	
Взам. инв. № подл.	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			55

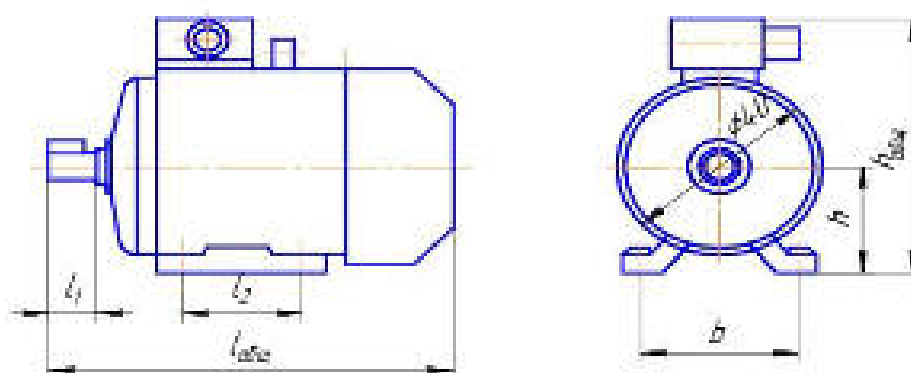


Рисунок 3.2 – Общий вид электродвигателя

3.3 Расчет вала мешалки

Исходные данные

$$F_{r1} = 700 \text{ Н};$$

$$F_{r11} = 1000 \text{ Н};$$

$$F_{r12} = 320 \text{ Н};$$

$$F_{r2} = 480 \text{ Н};$$

$$T = 32,3 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

Вертикальная шпекость:

$$\sum M_B = 0;$$

$$F_{r1} \cdot 1450 - R_A \cdot 1200 + F_{r11} \cdot 600 = 0;$$

$$R_A = (F_{r12} \cdot 1450 + F_{r11} \cdot 600) / 1200, \text{ Н}$$

$$R_A = (480 \cdot 1450 + 1000 \cdot 600) / 1200 = 1548,6 \text{ Н}$$

$$\sum M_A = 0;$$

$$- R_B \cdot 1200 - F_{r11} \cdot 600 + F_{r1} \cdot 250 = 0;$$

$$R_B = (F_{r11} \cdot 600 + F_{r1} \cdot 250) / 1200, \text{ Н};$$

$$R_B = (1000 \cdot 600 + 700 \cdot 250) / 1200 = 1685,7 \text{ Н}.$$

Найдем моменты:

$$M_1 = 0;$$

$$M_2 = -R_B \cdot 600;$$

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	$F_{r1}= 700 \text{ Н};$ $F_{r11}=1000 \text{ Н};$ $F_{r12}= 320 \text{ Н};$ $F_{r2}= 480 \text{ Н};$ $T= 32,3 \text{ Н}\cdot\text{мм};$ Вертикальная плоскость: $\sum M_B = 0 ;$ $F_{r12} \cdot 1450 - R_A \cdot 1200 + F_{r11} \cdot 600 = 0 ;$ $R_A = (F_{r12} \cdot 1450 + F_{r11} \cdot 600) / 1200, \quad \text{Н}$ $R_A = (480 \cdot 1450 + 1000 \cdot 600) / 1200 = 1548,6 \quad \text{Н}$ $\sum M_A = 0;$ $- R_B \cdot 1200 - F_{r11} \cdot 600 + F_{r12} \cdot 250 = 0 ;$ $R_B = (F_{r11} \cdot 600 + F_{r12} \cdot 250) / 1200, \quad \text{Н};$ $R_B = (1000 \cdot 600 + 1000 \cdot 250) / 1200 = 1685,7 \quad \text{Н}.$ Найдем моменты: $M_1=0 \quad ;$ $M_1 = - R_B \cdot 600 ;$

					ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

$$M_2 = -1685,7 \cdot 600 = -168570 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$M_4 = -R_B \cdot 1200 + F_{r1} \cdot 600;$$

$$M_4 = -1685,7 \cdot 1200 + 1000 \cdot 600 = -959980 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$M_5 = -R_B \cdot 1450 + F_{r1} \cdot 850 - R_A \cdot 250;$$

$$M_5 = -1685,7 \cdot 1450 + 1000 \cdot 850 + 1000 \cdot 250 = -1205720 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

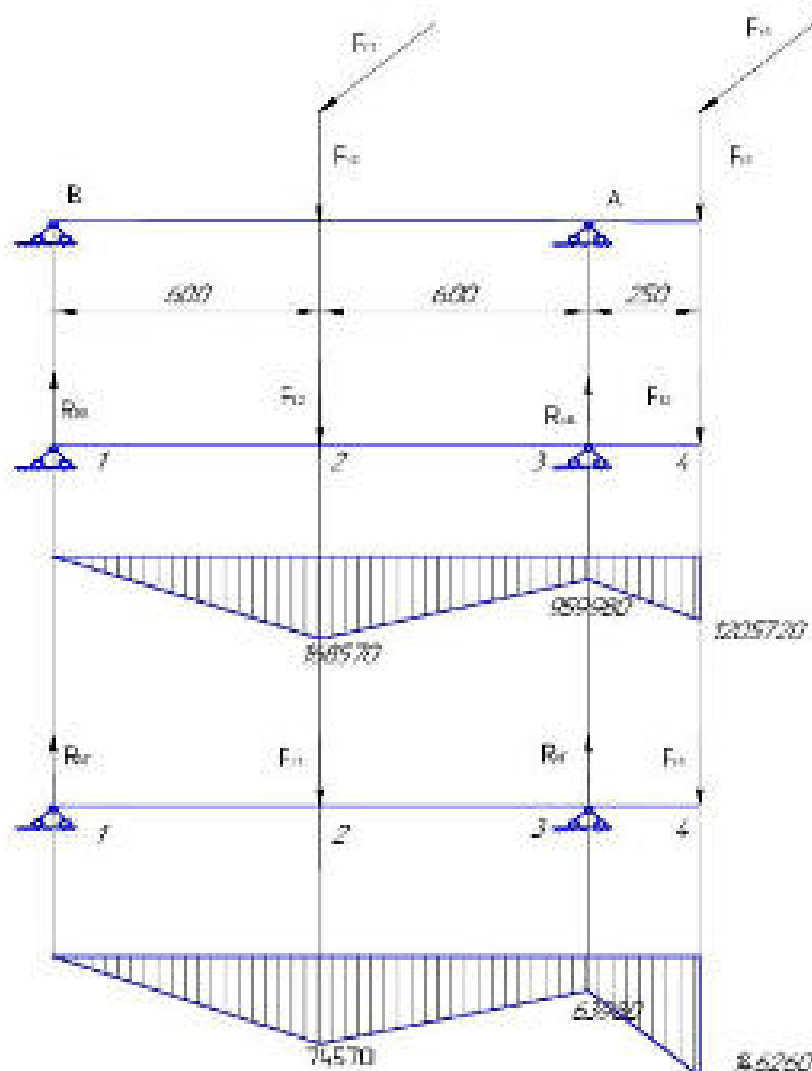


Рисунок 3.3 – Схема нагружения вала

Горизонтальная плоскость;

$$\sum M_A = 0;$$

$$-R_B \cdot 1200 + F_{r1} \cdot 600 + F_{r1} \cdot 250 = 0;$$

И-вз. № подл.	Подпись и дата	Взам. и-в. № подл.	Взам. и-в. № дубл.	Подпись и дата

И-вз. № подл.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ

Лист

57

$$R_B = (F_{r1} \cdot 600 + F_{r1} \cdot 250) / 1200 ;$$

$$R_B = (700 \cdot 600 + 700 \cdot 250) / 1200 = 745,7 \text{ Н}$$

$$\sum M_B = 0 ;$$

$$F_{r2} \cdot 1450 - R_B \cdot 1200 + F_{r1} \cdot 600 = 0 ;$$

$$R_B = (F_{r2} \cdot 1450 + F_{r1} \cdot 600) / 1200 ;$$

$$R_B = (320 \cdot 1450 + 700 \cdot 600) / 1200 = 1065,7 \text{ Н};$$

Найдем моменты.

$$M_1 = 0 ;$$

$$M_2 = -R_B \cdot 600 ; M_2 = -745,7 \cdot 600 = -74570 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$M_3 = -R_B \cdot 1200 + F_{r1} \cdot 600 + F_{r1} \cdot 250 ;$$

$$M_3 = -745,7 \cdot 1200 + 700 \cdot 600 + 700 \cdot 250 = -63980 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$M_4 = -R_B \cdot 1450 + F_{r1} \cdot 850 + F_{r1} \cdot 250 ;$$

$$M_4 = -745,7 \cdot 1450 + 700 \cdot 850 + 700 \cdot 250 = -146260 ; \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

Найдем момент в опасном сечении:

$$M_4 = \sqrt{M_{F2}^2 + M_{B5}^2} ;$$

$$M_4 = \sqrt{(-1205720)^2 + (-146260)^2} = 1214558,6 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

Найдем приведенный момент в опасном сечений:

$$M_{пр} = \sqrt{M^2 + (\alpha T)^2} ;$$

$$M_{пр} = \sqrt{1214558,6^2 + (0,59 \cdot 3062,5)^2} = 1410196,2 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

Определяем диаметр вала в опасном сечении;

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{пр}}{0,1[\sigma]n}} ; \text{ мм}$$

где: $M_{пр}$ - приведенный момент, Н·мм;

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

$[\tau]$ - допускаемое напряжение на изгиб для вала, МПа;

$[\tau] = 85$ МПа; сталь 45;

$$d = \sqrt[3]{\frac{1410196,2}{0,1 \cdot 85}} = 43,9 \text{ мм};$$

Округляем запас прочности:

$$n = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{n\tau}\right)^2 + \left(\frac{1}{n\sigma}\right)^2}} \leq [n] = 1,75 \dots 3,5$$

где: $n\tau$ - коэффициент запаса прочности при изгибе, находится по формуле:

$$n\tau = \frac{\tau - 1}{\frac{k\tau}{E\tau \cdot \beta} \cdot \tau_v + \psi_c \cdot \tau_n}$$

где: $\tau_1 = 0,43$; $\tau_F = 0,43 \cdot 780 = 335,4$ Н/мм² - предел выносливости при изгибе;

$k_F = 1,7$ - эффективный коэффициент концентрации напряжения при изгибе;

$E\tau = 0,92$ - масштабный фактор;

$\beta = 0,93$ - коэффициент, учитывающий влияния шероховатостей;

σ_v - амплитуда цикла, находится по формуле:

$$\sigma_v = \frac{M_{изг}}{W_z} = \frac{M_{изг} \cdot 32}{d^3};$$

$$\sigma_v = \frac{1410196,2 \cdot 32}{3,14 \cdot 80^3} = 66,5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_n = \frac{4F_z}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 720}{3,14 \cdot 80^2} = 0,25; \text{ МПа}$$

(12) - среднее значение напряжения циклов при изгибе.

$\psi = 0,2$ - коэффициент чувствительности к асимметрии цикла напряжения.

$$n\sigma = \frac{335,4}{\frac{1,7}{0,92 \cdot 0,93} \cdot 66,5 + 0,25 \cdot 0,2} = 3,54$$

ВКР. 35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ

Лист

59

Подпись и дата

Взам. инв. № дубл.

Взам. инв. № подл.

Подпись и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$n=10,5$ – допустимый запас прочности.

$$n = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{2,54}\right)^2 + \left(\frac{1}{10,5}\right)^2}} = 2,4 \leq [n] = 1,75 \dots 3,5$$

Следовательно, запас прочности обеспечивается.

3.4 Расчет болта на срез

Принимаем болт М22×75. 5.8 ГОСТ 7808 – 70 с длинной нарезанной части 65 мм. Болт «чистый», предварительно затягивают с усилием $F_0=16\text{кН}$, чтобы сила трения, возникающая в зоне контакта соединяемых деталей, была больше или равнялась поперечной силе F , материал болта Сталь 45.

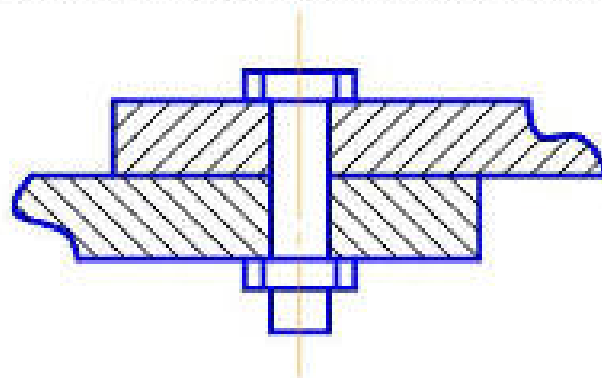


Рисунок 10 – Резьбовое соединение.

Рассчитываем болт на срез

$$\tau_{\text{ср}} = 4 \cdot F / \pi \cdot d^2 \leq [\tau_{\text{ср}}];$$

где d – наружный диаметр резьбы,

$[\tau_{\text{ср}}]$ – допускаемое напряжение на срез материала болта,

$[\tau_{\text{ср}}] = 600 \text{ МПа}$, для стали 45

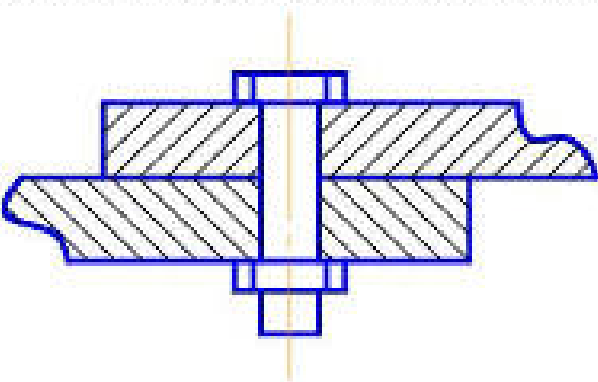
$$\tau_{\text{ср}} = 4 \cdot 16 \cdot 10^3 / 3,14 \cdot 22^2 = 298 \text{ МПа}$$

Условие выполняется, следовательно, болт при работе не будет срезан.

3.4 Инструкция по охране труда при эксплуатации биогазовой установки

3.4.1 Общие требования безопасности

1. Допускать к работе можно только лиц знакомых с их устройством, правилами эксплуатации и прошедших инструктаж по технике безопасности, не моложе 16 лет.

И-вз №подл.	Подпись и дата	Взам. и-вз № дубл.	Подпись и дата												
Рисунок 10 – Резьбовое соединение. Рассчитываем болт на срез $\tau_{ср}=4 \cdot F/\pi \cdot d^2 \leq [\tau_{ср}];$ где d – наружный диаметр резьбы, $[\tau_{ср}]$– допускаемое напряжение на срез материала болта, $[\tau_{ср}]=600$ МПа, для стали 45 $\tau_{ср}=4 \cdot 16 \cdot 10^3/3,14 \cdot 22^2=298 \text{ МПа}$ Условие выполняется, следовательно, болт при работе не будет срезан. 3.4 Инструкция по охране труда при эксплуатации биогазовой установки 3.4.1 Общие требования безопасности 1. Допускать к работе можно только лиц знакомых с их устройством, правилами эксплуатации и прошедших инструктаж по технике безопасности, не моложе 16 лет.															
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Изм</td><td>Лист</td><td>№ докум.</td><td>Подпись</td><td>Дата</td></tr></table>									Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ	Лист 60
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата											

2. Во время работы машины и механизмов неукоснительно соблюдать правила внутреннего распорядка. Категорически запрещается распитие спиртных напитков и курение на рабочем месте.

3. Ремонт и обслуживание машин проводить при полной остановке и отключении питания. Содержание вредных веществ и газов в воздухе согласно ГОСТ 12.1.005 – 76.

4. Выдавать своевременно и без задержек спец. одежду согласно инструкции о порядке обеспечения спец. одеждой.

5. Персоналу своевременно и грамотно оказать первую (доврачебную) помощь.

6. Ответственность за нарушение требований данной инструкции несет оператор.

3.4.2 Требования безопасности перед началом работы

1. Надеть спец. одежду, обувь, проверить показания приборов и визуально исправность механизмов, и исправность кожухов.

2. Не засорять территорию метантенка отходами производства и соломой.

3.4.3. Требования безопасности во время работы

1. Содержать в порядке и чистоте рабочее место, не загромождать проходы, проезды, инструмент укладывать в отведенные для этого места. Во время работы, ремонта и обслуживания применять инструмент только из цветного металла.

2. Во время выгрузки ила транспортер надежно оградить.

3. Во время работы биогазовой установки категорически запрещается пользование открытым огнем и курение.

4. При возникновении аварийных ситуаций действовать согласно утвержденным инструкциям поведения при аварийных ситуациях.

Инв. № подл.	Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	6. Ответственность за нарушение требований данной инструкции несет оператор.
3.4.2. Требования безопасности перед началом работы						
1. Надеть спец. одежду, обувь, проверить показания приборов и визуально исправность механизмов, и исправность кожухов.						
2. Не засорять территорию метантенка отходами производства и соломой.						
3.4.3. Требования безопасности во время работы						
1. Содержать в порядке и чистоте рабочее место, не загромождать проходы, проезды, инструмент укладывать в отведенные для этого места. Во время работы, ремонта и обслуживания применять инструмент только из цветного металла.						
2. Во время выпрузки ила транспортер надежно оградить.						
3. Во время работы биогазовой установки категорически запрещается пользование открытым огнем и курение.						
4. При возникновении аварийных ситуаций действовать согласно утвержденным инструкциям поведения при аварийных ситуациях.						
					ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ	
					Лист	
					61	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4.4. Требования безопасности в аварийной ситуации

1. При возникновении аварий и ситуаций, которые могут привести к несчастным случаям, необходимо принять все меры по устранению и ликвидации последствий.
2. При необходимости оказать первую помощь пострадавшим.

3.4.5 Требования безопасности по окончании работы

1. В конце смены проверить показания приборов и рабочих механизмов. Убедиться в отсутствии поломок.
2. Снять спец. одежду, обувь сдать на хранение, принять душ.
3. Во время работы биогазовой установки ведется журнал, в который заносятся сведения о недостатках обнаруженных во время работы.

3.5 Размещение оборудования биогазовой установки

Оборудование биогазовой установки выполнено и размещено с соблюдением нормативных расстояний, приведенных в «Единых требованиях безопасности и производственной санитарии к конструкции технологического оборудования и технологического процесса утилизации навоза».

Расчеты вентиляции, освещения, заземления и молниезащиты приведены в технической документации фермы по патенту Ru 2088078 C1.

3.6 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата	2. Снять спец. одежду, обувь сдать на хранение, принять душ. 3. Во время работы биогазовой установки ведется журнал, в который заносятся сведения о недостатках обнаруженных во время работы.	
					3.5 Размещение оборудования биогазовой установки Оборудование биогазовой установки выполнено и размещено с соблюдением нормативных расстояний, приведенных в «Единых требованиях безопасности и производственной санитарии к конструкции технологического оборудования и технологического процесса утилизации навоза». Расчеты вентиляции, освещения, заземления и молниезащиты приведены в технической документации фермы по патенту Ru 2088078 C1.	
					3.6 Физическая культура на производстве Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью	
ИВМ	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист 62

используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3.7 Экономическое обоснование конструкции

3.7.1 Расчеты по составлению технологической карты на получение биогаза

Расчет технологической карты проведен на примере операции – загрузка реактора свежими навозными стоками.

Объем работы за сутки и за год определяется исходя из технологических расчетов (в III главе)

Число часов работы машин в течение года определяется по формуле:

$$T_{\text{машин}} = \frac{\Omega_{\text{год}}}{W_{\text{час}}}; \quad (3.8)$$

где $\Omega_{\text{год}}$ – годовой объем работы, т;

$W_{\text{час}}$ – часовая производительность машины, т/час.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № подл.	Взам. ин-в. № дубл.	Подпись и дата	- развитие точности усилений мышцами плечевого пояса. Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума. 3.7 Экономическое обоснование конструкции 3.7.1 Расчеты по составлению технологической карты на получение биогаза Расчет технологической карты проведен на примере операции – загрузка реактора свежими навозными стоками. Объем работы за сутки и за год определяется исходя из технологических расчетов (в III главе) Число часов работы машин в течение года определяется по формуле: $T_{\text{машин}} = \frac{\Omega_{\text{год}}}{W_{\text{час}}}; \tag{3.8}$ где $\Omega_{\text{год}}$ – годовой объем работы, т; $W_{\text{час}}$ – часовая производительность машины, т/час.
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ</i>
					Лист 63

$$T_{\text{маш}} = \frac{1314}{0,9} = 1460 \text{ часов}$$

Годовая наработка одной машины определяется:

$$W_{\text{год}} = W_{\text{мес}} * T_{\text{мш}} * D_{\text{р}} \quad (3.9)$$

где $T_{\text{мш}}$ – нормативная продолжительность работы данной машины в течении суток по распорядку дня, час;

$D_{\text{р}}$ – количество дней работы машины в течение года, дн.

$$W_{\text{год}} = 0,9 * 4 * 365 = 1314 \text{ тонн}$$

Потребность в машинах определяется по формуле:

$$Ш_{\text{ш}} = \frac{\Omega_{\text{год}}}{W_{\text{год}}}, \quad (3.10)$$

$$Ш_{\text{ш}} = \frac{1314}{1314} = 1 \text{ машина}$$

Затраты труда определяется по формуле:

$$T = N_{\text{расч}} * T_{\text{маш}} \quad (3.11)$$

$$T = 1 * 1460 = 1460 \text{ часов}$$

Затраты на оплату труда определяется:

$$C_{\text{от}} = Z * T_{\text{год}} * K_{\text{г}} * K_{\text{ст}} * K_{\text{от}} * K_{\text{ос}}, \quad (3.12)$$

$$C_{\text{от}} = 17 * 1460 * 1,5 * 1,1 * 1,1 * 1,2 = 54058 \text{ руб}$$

Затраты на электроэнергию определяются:

$$C_{\text{элект}} = N * T_{\text{маш}} * Ц_{\text{э}}, \quad (3.13)$$

$$C_{\text{элект}} = 3 * 1460 * 2,04 = 8935,2 \text{ руб}$$

Затраты на амортизацию определяются:

$$C_{\text{А}} = \frac{C_{\text{б}} * a}{100}, \quad (3.14)$$

где $C_{\text{б}}$ – балансовая стоимость машины, руб.

a – норма амортизации, %.

$$C_{\text{А}} = \frac{35000 * 10}{100} = 3500 \text{ руб}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание:

Подпись и дата		$\Pi_{\text{н}} = \frac{\Omega_{\text{год}}}{W_{\text{год}}}, \tag{3.10}$ $\Pi_{\text{н}} = \frac{1314}{1314} = 1 \text{ машина}$ Затраты труда определяется по формуле: $T = T_{\text{обсл}} + T_{\text{маш}} \tag{3.11}$ $T = 1 * 1460 = 1460 \text{ часов}$ Затраты на оплату труда определяется: $C_{\text{от}} = Z * T_{\text{год}} * K_{\text{г}} * K_{\text{ст}} * K_{\text{от}} * K_{\text{ос}}, \tag{3.12}$ $C_{\text{от}} = 17 * 1460 * 1,5 * 1,1 * 1,1 * 1,2 = 54058 \text{ руб}$ Затраты на электроэнергию определяются: $C_{\text{элект}} = N * T_{\text{маш}} * Ц_{\text{э}}, \tag{3.13}$ $C_{\text{элект}} = 3 * 1460 * 2,04 = 8935,2 \text{ руб}$ Затраты на амортизацию определяются: $C_{\text{А}} = \frac{C_{\text{с}} * a}{100}, \tag{3.14}$ где $C_{\text{с}}$- балансовая стоимость машины, руб. a- норма амортизации, %. $C_{\text{А}} = \frac{25000 * 10}{100} = 2500 \text{ руб}$ Затраты на ремонт и техническое обслуживание:			
Взам. инв. № подл.					
Взам. инв. № подл.					
Подпись и дата					
инв. № подл.					
инв. № подл.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ
					Лист 64

$$C_{\text{пто}} = \frac{C_{\text{б}} * H_{\text{пто}}}{100}, \quad (3.15)$$

где $H_{\text{пто}}$ – норма затрат на ПТО.

$$C_{\text{пто}} = \frac{25000 * 16}{100} = 4000 \text{ руб.}$$

3.7.2 Расчет технико-экономических показателей

Фондоемкость производства определяется:

$$F_{\text{с}} = \frac{\sum A * T_{\text{с}}}{ВП}, \quad (3.16)$$

где A – сумма амортизационных отчислений по технологической карте, руб;

$ВП$ – валовая продукция, м³;

$T_{\text{с}}$ – срок службы, лет.

$$F_{\text{сб}} = \frac{(2500 + 3000) * 10}{65700} = 0,837 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

$$F_{\text{сб}} = \frac{(2500 + 3000 + 500) * 10}{109500} = 0,548 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

Энергоемкость производства определяется:

$$\mathcal{E}_{\text{с}} = \frac{\sum N * T}{ВП}, \quad (3.17)$$

где N – мощность устройств включенных в технологическую карту, кВт,

T – годовая загрузка, час.

$$\mathcal{E}_{\text{сб}} = \frac{1460 * 3 + 1460 * 3}{65700} = 0,13 \frac{\text{кВт} * \text{час}}{\text{м}^3}$$

$$\mathcal{E}_{\text{сб}} = \frac{1460 * 3 + 1460 * 3}{109500} = 0,08 \frac{\text{кВт} * \text{час}}{\text{м}^3}$$

Трудоемкость производства определяется:

$$T_{\text{с}} = \frac{T}{ВП} \quad (3.18)$$

где T – суммарные затраты труда в технокарте, час.

$$T_{\text{сб}} = \frac{3920}{65700} = 0,044 \frac{\text{ч} * \text{час}}{\text{м}^3}$$

$$T_{\text{сб}} = \frac{4406}{109500} = 0,04 \frac{\text{ч} * \text{час}}{\text{м}^3}$$

Подпись и дата	
Взам. инв. № дубл.	
Взам. инв. № подл.	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

					ВКР.35.03.06.403.20.БУ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		65

Уровень эксплуатационных затрат определяется

$$S = \frac{\sum C_{\text{экспл.}}}{ВП}, \quad (3.19)$$

где $\sum C_{\text{экспл.}}$ - сумма всех затрат в технологической карте, руб.

$$S_0 = \frac{144962,4}{65700} = 2,2 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

$$S_1 = \frac{175963,2}{109500} = 1,6 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

Уровень приведенных затрат определяется:

$$S_{\text{прив}} = S + E_n * K_{yn} \quad (3.20)$$

$$S_{\text{прив}0} = 2,2 + 0,15 * 0,837 = 2,3 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

$$S_{\text{прив}1} = 1,6 + 0,15 * 0,548 = 1,68 \frac{\text{руб}}{\text{м}^3}$$

Годовая экономия определяется:

$$Э_{\text{год}} = (S_0 - S_1) * ВП_1 \quad (3.21)$$

$$Э_{\text{год}} = (2,2 - 1,6) * 109500 = 65700 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект:

$$Е_{\text{год}} = (S_{\text{прив}0} - S_{\text{прив}1}) * ВП_1 \quad (3.22)$$

$$Е_{\text{год}} = (2,3 - 1,68) * 109500 = 67890 \text{ руб}$$

Срок окупаемости дополнительных вложений определяется:

$$Ток = \frac{\Delta K}{Э_{\text{год}}} \quad (3.23)$$

$$Ток = \frac{5000}{65700} = 0,076$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений:

$$Е_{\text{эф}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}} = 13,15$$

Все полученные данные заносим в таблицу 3.2

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. № дубл.	Подпись и дата

Таблица 3.2 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности

Наименование показателей	Исходный	Проектируемая	Проект в % к исходной
Фондозагрузка производства, руб/м ³	0,837	0,548	65
Энергоёмкость производства, кВт * час / м ³	0,13	0,08	61,5
Трудоёмкость производства, ч * час / м ³	0,044	0,04	90
Уровень приведенных затрат, руб/м ³	2,3	1,68	73
Годовая экономия, руб	-	65700	-
Годовой экономический эффект, руб	-	67890	-
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	-	0,076	-
Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	-	13,15	-

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

Изм. № подл	Подпись и дата	Взам. инв. № подл	Взам. инв. № дубл	Подпись и дата

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного материала, можно сделать следующие основные выводы и предложения:

Предлагаемая технология и конструкция позволит улучшить экологическую обстановку вокруг современных птицефабрик, снизить использование помёта в качестве удобрений, заменяя его на более высококачественные и экологически чистые органические удобрения, образующиеся в результате анаэробной утилизации помёта.

Данная технология позволит увеличить скорость переработки органических отходов и, как следствие, сократить время пребывания субстрата в реакторе до нескольких дней (в отличие от недель для мезофильных полупериодических режимов переработки, наиболее распространённых на сегодняшний день).

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байдукин, Ю.А. Использование отходов сельского хозяйства для получения энергии. /Ю.А. Байдукин, А.Я. Бойко, А.Д. Пяева// М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. - 49 с.
2. Бейли, Д. Основы биохимической инженерии. /Д. Бейли, Д. Олмс // Пер. с англ. В 2-х частях. Ч. 2. – М.: Мир, 1989. - 590с.
3. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии. /В.В. Бирюков // М.: КолосС, 2004. - 296с.
4. Блякман, Л.М. Ресурсо- и энергосберегающие технологии в АПК. /Л.М. Блякман, Н.И. Анисимова// Минск: Ураджай, 1990. - 156 с.
5. ГОСТ 12.2.033-90. ССБТ Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
6. ГОСТ 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
7. Гуднев, З.А. Интенсификация переработки активного ила сточных вод животноводческих комплексов методом анаэробного сбраживания. /З.А. Гуднев// Дис... канд. техн. наук. ВИАХ. - М., 1993. - 187с.
8. Гусев, М.В. Микробиология. /М.В. Гусев, Л.А. Минаева// М.: Академия, 2003. – 464 с.
9. Гюнтер, Л.И. Метантенки. / Л.И. Гюнтер, Л.Л. Гольдфарб// М.: Стройиздат, 1991. – 128 с.
10. Дистаргефт, Л.В. Экономическое обоснование предпринимательского проекта. /Л.В. Дистаргефт, А.Д. Выварец, Н.Я. Высоцкая// Екатеринбург: УГТУ, 1995. – 36 с.
11. Долин, П.А. Справочник по технике безопасности. /П.А. Долин// М.: Энергоиздат, 1982. – 800 с.
12. Домосеев, А.Г. Строительные материалы: Учеб. для строит. вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. /А.Г. Домосеев// М.: Высшая школа, 1989. - 495 с.
13. Лукьяненко, В.М. Промышленные центрифуги. /В.М. Лукьяненко, А.В. Таранцев// М.: Химия, 1974. 376 с.

14. Лысенко, В.П. Переработка отходов пищеводства. /В.П. Лысенко// Сергиев Пасад: ВНИТИП, 1998. – 152 с.
15. Павлов, К.Ф., Романков П.Г. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. /К.Ф. Павлов, П.Г. Романков// Учебное пособие для вузов – 10-е изд., перераб. и доп. / Л.: Химия, 1987. – 576 с.
16. Рехарских, М.В. Термодинамика биотехнологических процессов. /М.В. Рехарских, А.М. Егорова// М.: МГУ, 1992. – 300 с.