

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**

**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**

20.03.01 Техносферная безопасность  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Переработка органических отходов от животноводческого ком-  
плекса ФКУ ИК №29 г.о. Тольятти с целью получения биогаза

Студент(ка) Р. Р. Мавлюдов \_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Руководитель Ю.Н. Шевченко \_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

**Допустить к защите**  
Зав. кафедрой  
«Рациональное  
природопользование  
и ресурсосбережение»

Кравцова М. В. \_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия ) (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. СТРУКТУРНОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ИССЛЕДУЕМОГО ОБЪЕКТА, ПОНЯТИЕ АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ .....	7
1.1. Общая характеристика животноводческой деятельности на территории Федерального Казенного Учреждения Исправительной Колонии №29 г.о. Тольятти	7
1.2. Воздействие некоторых образующих веществ на состояние человека и окружающую среду .....	10
1.3. Современное представление о технологии анаэробной переработки органических отходов животноводства .....	15
1.4. Физико-химические показатели органических отходов животноводства как субстрата анаэробной переработки .....	18
1.5. Теоретические аспекты анализа метанового сбраживания на животноводческих фермах .....	21
ГЛАВА 2. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕТАНОВОГО СБРАЖИВАНИЯ И ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩИХ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ФЕРМ .....	24
2.1. Биогаз и стадии метанового сбраживания, а также влияние исходного материала на выход газа .....	24
2.2. Анализ существующих видов компостирования в сельском хозяйстве ...	29
2.3. Функциональное обеспечение предлагаемых биогазовых установок .....	41
2.4. Принцип действия всех узлов биогазовой установки .....	43
2.5. Надежность и техника безопасности при работе с биогазовой установкой	44
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	47
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	48
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 .....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 .....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 .....	55

## ВВЕДЕНИЕ

Грамотное употребление отходов от сельского хозяйства — глобальная и важная проблема в нашем мире. С одной стороны она связана, с вероятностью употребления немалого показателя энергии биомассы для приобретения водянистого и газообразного топлива (биогаза), взглянуть по-другому — предотвращению загрязнения водных объектов, заражения почвенного покрова земли патогенными микроорганизмами и гельминтами, которые находятся в навозных стоках животноводческих ферм.

Многие ученые утверждают, что существенный ущерб природе идет от животноводства. Технологии, утратившие свои силы скапливания и уничтожения навоза от сельскохозяйственных ферм. У многих производств отсутствует установки для очистки сточных вод - все это пагубно влияет на состояние окружающей среды. Каждый год на фермах накапливаются тонны навозной и пометной массы. Для того, чтобы предотвратить нитратное и микробное загрязнение почв, воздуха, окружающей растительности, поверхностных и грунтовых вод, нужно соблюдать технологии переработки и складирования животноводческих отходов. Навоз состоит из многих болезнетворных. От такого рода накопления отходов - не избежать различных заболеваний, которое напрямую связана и человеческой жизнью и с животными.

Большой ущерб окружающей среде возможен от крупных производств, держащих животных. Чтобы соответствовать современности, данные установки должны каждый раз модернизироваться. Для выгоды, большинство такие предприятия устанавливают биогазовые установки, основанные на получении биогаза и биоудобрений путём анаэробного сбраживания отходов животноводства под воздействием микроорганизмов. Производство биогаза помогает предотвратить выброс метана в атмосферу, самым лучшим способом предотвращения глобального потепления является улавливание метана. Потребление такого газа снижает воздействие метана.

Получение такого вида топлива экономически выгодно и является одним из лидеров по переработке органических отходов.

Экономичность данной работы заключается в том, что нет необходимости в преждевременной сборке отходов, в работе и уровне подачи. Мы всегда будем знать сколько и когда получено отходов. Полученным биогазом возможно освещение питомника, отопления, приготовления пищи. Было выявлено, что за год потреляют для обогрева жилого массива около  $50 \text{ м}^3$  на  $1 \text{ м}^2$ , суточное потребление при подогреве воды для 100 черепашек крупного рогатого скота —  $5 \div 6 \text{ м}^3$ .

Таким образом, актуальность исследуемой темы бакалаврской работы обуславливается следующими условиями:

1. Высокая доля животноводческих ферм в РФ, что увеличивает степень воздействия на состояние атмосферного воздуха и человека.
2. Отходы III класса опасности от животноводческих ферм при их сборе и хранении составляет серьезную проблему окружающей среде.
3. Несанкционированный вывоз навоза и привлечение лиц к административному правонарушению.

Проблема исследования заключается в высокой степени вероятности происхождения III класса опасности от животноводческих ферм и в получении электроэнергии, для отапливания мини-свинофермы ИК №29 г.о. Тольятти.

Цель исследования: повышение эффективности анаэробной переработки органических отходов животноводства путем интенсификации процесса сбраживания субстрата в биореакторе с барботажным перемешиванием на примере Федерального Казенного Учреждения Исправительной Колонии №29 г.Тольятти.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ возникновения отходов на мини-ферме и их влияние на загрязнение окружающей среды.

2. Проанализировать существующие виды биореакторов для мини-фермах на примере Федерального Казенного Учреждения Исправительной Колонии №29 г.Тольятти.

3. Разработать макет получения биогаза на примере Федерального Казенного Учреждения Исправительной Колонии №29 г.Тольятти.

Объект исследования: Федеральное Казенное Учреждение Исправительная Колония №29 г.Тольятти.

**Предмет исследования:**

# ГЛАВА 1. СТРУКТУРНОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ИССЛЕДУЕМОГО ОБЪЕКТА, ПОНЯТИЕ АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

1.1 Общая характеристика животноводческой деятельности на территории Федерального Казенного Учреждения Исправительной Колонии №29 г.о. Тольятти

Федеральное Казенное Учреждение Исправительная Колония №29 особого режима с участком ЕПКТ ГУФСИН России по Самарской области территориально располагается г.о. Тольятти, Самарская область, Хрящевское шоссе, дом 5.

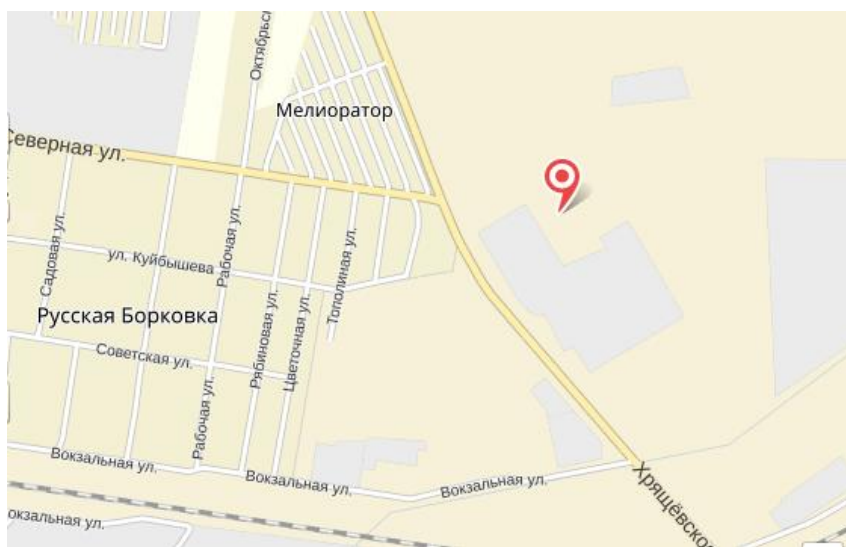


Рисунок 1 - Территориальное расположение ФКУ ИК № 29

Исправительная колония особого режима. Здесь отбывают наказание мужчины, осужденные к лишению свободы при особо опасном рецидиве преступлений.

На базе колонии функционируют:

- цех по созданию и пошиву специальной одежды;
- цех по производству пеноблоков;
- цех по производству пожарных гидрантов;
- деревообрабатывающий цех;
- автомобильная мастерская.

На территории колонии также находится животноводческий комплекс состоящий из 100 поголовий свиней. Схема расположения представлена ниже.

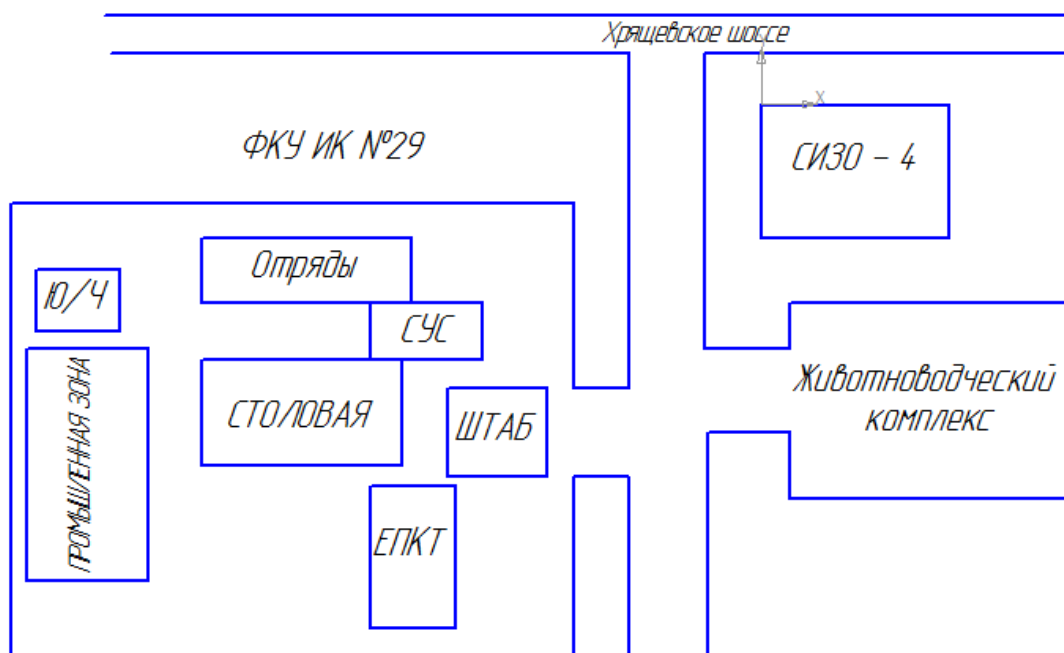


Рисунок 2 - Схема расположения ФКУ ИК №29



Рисунок 3 - Свиноферма на территории ИК № 29 г.Тольятти





Рисунок 4 - Свиноферма на территории колонии г.Тольятти

Все поросята привиты, что подтверждается ветеринарным свидетельством (Приложение1).

Поросята питаются пищевыми отходами от столовой, находящейся на территории исправительной колонии №29 г.о.Тольятти. Также в их рацион входит комбикорм Калачевского завода. Удостоверение о качестве комбикорма.

Пищевые отходы, образованные от столовой гарантийного питания (примерное количество 1000 человек) Государственного Управления Федерации Исполнения Наказания Федерального Казенного Учреждения Испра-

вительная Колония №29, складываются в 100 литровые пластмассовые бочки в количестве 6 штук ежедневно. В состав пищевых отходов входит: недоеденная пища, а именно кожура картофеля, лук, хлеб, помидоры, огурцы и др. Данные отходы вывозят каждый день в свиновый комплекс, который расположен за пределами исправительной колонии.

Далее, данные отходы раскладываются группе поросят в определенном количестве. Питаются поросята 3 раза в день. Также в рацион кормления животных входит отруби, которые покупают в селе Белозерки.

От животноводческого комплекса образуются следующие отходы: солома, опилки, недоеденная пища, навоз.

## 1.2. Воздействие некоторых образующих веществ на состояние человека и окружающую среду

Метан - болотный газ -  $\text{CH}_4$ , он не имеет ни запаха, ни цвета. Метан не вызывает на организм человека каких-либо хронических изменений. Отравления могут получить лишь при концентрированном содержании. Он мало растворим в воде и крови. Основными и первыми признаками ухудшения состояния здоровья являются: учащенное дыхание, пульс, нарушение координации движения. При высокой концентрации метана появляется головная боль. Существенным недостатком метана на здоровье человека может быть связана с кислородным голоданием и удушьем, возникающими при недостатке кислорода, который метан вытесняет из воздуха.

У большинства людей, которые работают в шахтах или на производствах, где в воздухе присутствуют углеводороды - нарушена нервная система (повышенная возбудимость). Многие ученые-исследователи объясняют возникновение у шахтеров судорожное подергивание глазного яблока с влиянием метана. Метан является одним из важных компонентов рудничного газа и природного, а также многих продуктов анаэробного разложения, например

болотного газа, газов полей орошения. В огромных объемах метан образуется при коксовании каменного угля.

Метан можно встретить в кишечных газах от метанового брожения, в крови животных и человека.

При неполном сгорании или каталитическом окислении метана образует метанол.

Углекислый газ -  $\text{CO}_2$ . Многие эксперты, долго думали над вопросом о том, почему не хватает воздуха в помещениях. Мы часто замечаем за собой усталость, головную боль - и это все не от того, что воздуха мало, а от избытка углекислого газа. Немногие знают, что за городом содержание углекислого газа не превышает 0,04%, и чем ближе данная цифра в помещениях, тем лучше и здоровее чувствует себя человек. Углекислый газ меняет щелочную среду организма. Так не следует давать минеральную газированную воду детям до трех лет, так как их организм до конца не сформировался. Люди, которые больны с желудочно-кишечными трактами запрещается пить воду с содержанием углекислого газа, так как попадая внутрь человека он раздражает слизистую желудка - способствуя ускорению заболевания. При полноте также не рекомендуется пить газированную воду, так как он обусловлен неправильным обменом веществ. На многих заводах и производств влияние углекислого газа сильно ощутимо. Такие люди раньше работали в бродильных цехах, овощехранилищах. Для нормального сна и работы помещения должны быть оснащены вентиляционными системами и преждевременно проветриваться, либо можно устанавливать очистители воздуха.

Сероводород -  $\text{H}_2\text{S}$ . Сероводород представляет собой бесцветную газообразную молекулу. Все когда-то ощущали специфический запах - запах протухших яиц. Он образуется при разложении органики. Сероводород тяжелее воздуха и чаще всего он накапливается в канавах, оврагах, ямах и загрязненных колодцах. Взаимодействуя с кислородом получается взрывоопасная смесь. Очень опасен контакт сернистого водорода с человеком. Этот газ является сильным ядом. Попадая в организм, он блокирует дыхательный

пути. При небольшой концентрации сероводорода в воздухе происходит возбуждение дыхательной системы. Так организм человека стремится компенсировать недостаток кислорода. От данного газа при попадании внутрь - чернеет кровь и теряется способность трансформировать кислород. Вдыхание сероводорода вызывает беспокойство и депрессию. При длительном контактировании у человека развиваются: психические расстройства; нарушения сна и поражения нервной системы. При низких концентрациях сероводорода образуется даже конъюнктивит глаза и раздражаются дыхательные пути, из-за этого развивается ринит, бронхит, слюнотечение. Отравление сероводородом сопровождается снижением артериального давления, учащением сердцебиения, рвотой, головокружением и головной болью.

Главными вредителями при производстве минеральных удобрений является запыленность воздуха и загрязнение его глазами. Фтор и его соединения, фосфорную кислоту, соли азотной кислоты - все это содержит пыль и газы. Из всех веществ, входящих в состав минеральных удобрений, наиболее токсичными являются соединения фтора ( $F_2$ ), фосфора ( $P_2$ ) и азота ( $N_2$ ). При вдыхании пыли, происходит раздражение дыхательных путей, ринитов, бронхитов.

Воздействие некоторых веществ на окружающую среду:

Метан -  $CH_4$ . Буровые работы, гидроразрыв угольного пласта, осушение скважин, а также этап добычи метана все это приводит к техногенным воздействиям. Если рассматривать со стороны экологии, то, технологию добычи метана из угольных пластов можно разделить на следующие основные этапы:

- бурение скважин;
- гидровзрыв;
- осушение угольного пласта;
- извлечение метана

Воздействие метанового промысла на растительность и состояние животного мира включает в себя:

- механические повреждения;
- пожары;
- загрязнение и засорение территории;
- изменение физических свойств почв;
- изменение уровня подземных вод, водного баланса и условий стока (заболачивание или затопление, иссушение);
- шумовые и вибрационные эффекты при работе эксплуатационных агрегатов (период бурения);
- аварийные ситуации.

Метан – газообразное вещество, которое по своим свойства в два раза легче воздуха. Поэтому, в случае утечки метана малых концентраций в воздух он легко поднимается и бесследно улетучивается. Он не застаивается над поверхностью земли и не образует места с опасными уровнями концентрации.

Метан является эффективным парниковым газом. С повышением содержания метана изменяются химические процессы в атмосфере, такое действие может привести к ухудшению экологической ситуации на Земле в целом.

## РЕЦЕПТ № КК-58

Откорм свиней до жирных кондиций (ГОСТ Р 51550-2000)

Декларация о соответствии: РОСС RU. ПТ28. Д00752, выдана ООО "КЗК"

Вид комбикорма: гранула

Получатель: ФКУ ИК-29 УФСИН России по Самарской области, г.Тольятти, Хрящевское шоссе, 5

Срок хранения 3 месяца со дня выработки

Состав рецепта	Содержание витаминов и микроэлементов в 1 кг комби- корма			Показатели качества		
	Наименование	Ед.изм.	Значение	Наименование	Ед.изм.	Значение
Ячмень - 38,31%	Витамина А	тыс.МЕ	4,5	обменная энергия	МДж/кг	10,56
Пшеница - 17,42%	Витамин Е	мг	-	сырой протеин	%	14,42
Отруби пшеничи - 34,8%	Витамин D <sub>3</sub>	тыс.МЕ	0,9	сырая клетчатка	%	7,23
Жмых подсоли СП 36% СК 21%-6,17%	Витамин К <sub>3</sub>	мг	-	лизин	%	0,47
известн. мука - 1,00%	Витамин В <sub>1</sub>	мг	-	метионин+цистин	%	0,41
мясокостная мука СП 50% - 1,00%	Витамин В <sub>2</sub>	мг	1,5	Р	%	0,73
соль поваренная - 0,30%	Витамин В <sub>3</sub>	мг	3,8	NaCl	%	0,41
премикс П55-5 - 1,00%	Витамин В <sub>4</sub>	мг	200,0			
	Витамин В <sub>5</sub>	мг	10,0			
	Витамин В <sub>6</sub>	мг	-			
	Витамин В <sub>12</sub>	мг	-			
	Витамин В <sub>с</sub>	мг	-			
	Витамин Н	мг	-			
	Fe	мг	40,0			
	Mn	мг	25,0			
	Zn	мг	50,0			
	Cu	мг	4,0			
	Co	мг	0,2			
	Se	мг	0,2			
	J	мг	0,3			

### 1.3. Современное представление о технологии анаэробной переработки органических отходов животноводства

Анаэробная переработка – это процесс разложения органических веществ до исходных фаз. В результате выделяются два газа: метан и углекислый газ. В наше время ясной жизни микроорганизмов нет, различных химических и биохимических реакций.

Данный процесс является успешным способом и в будущем дает большие просторы в области переработки органических веществ в сельском хозяйстве.

В процессе сбраживания подвергаются распаду следующие продукты, присутствующие в навозе. Также образуются газообразные продукты в виде консистенции 60÷80 % метана и 40÷60% углекислого газа. В основном эти продукты полностью обеззараживаются. Для данного процесса необходимо сохранять температурный режим, возможным компенсировать затраты путем уничтожения биогаза. Метановое сбраживание удобряет химические показатели - азот, фосфор, калий, тем самым не нанося вред окружающей среде.

Данная реакция позволяет создавать органические компоненты наиболее увеличенными нагрузками, чем при аэробной обработке, не вызывает употребления химических реагентов для разложения органики.

Анаэробное обработка дает возможность снизить расходы электроэнергии на ведение процесса, но и вынимать излишнее ее количество. Полученную энергию, на примере, биогаза комфортна для пользователя. Такую энергию можно менять в тепловую, электрическую и механическую. В процессе переработки, шлам лишен малоприятного запаха и удобно вносить в почву. Процесс анаэробной обработки навоза употребляют и для чистки сточных вод производств и жилого комплекса. Она имеет большинство плюсов – употребление энергии в 2 раза меньше.

Данный процесс подразделяется на четыре стадии:

1. Ферментативный гидролиз нерастворимости тяжелых элементов., в связи с этим образуются более простые вещества.
2. Кислотообразование с выделением коротких цепочек мгновенных жирных кислот, аминокислот, спиртов, в том числе водорода и углекислого газа;
3. Ацетогенная стадия заключается в превращении аминокислот и спиртов в уксусную кислоту, распадающихся на анион ацетата и катион водорода;
4. Метаногенный период - формирование метана из уксусной кислоты, а также в результате реакции восстановления водородом углекислого газа.

Такие процессы протекают вместе, притом метанообразующие микроорганизмы привыкают к обстоятельствам жизни. Можно сделать вывод, что процесс нуждается в анаэробных условиях, но затрачивается большое время для производства.

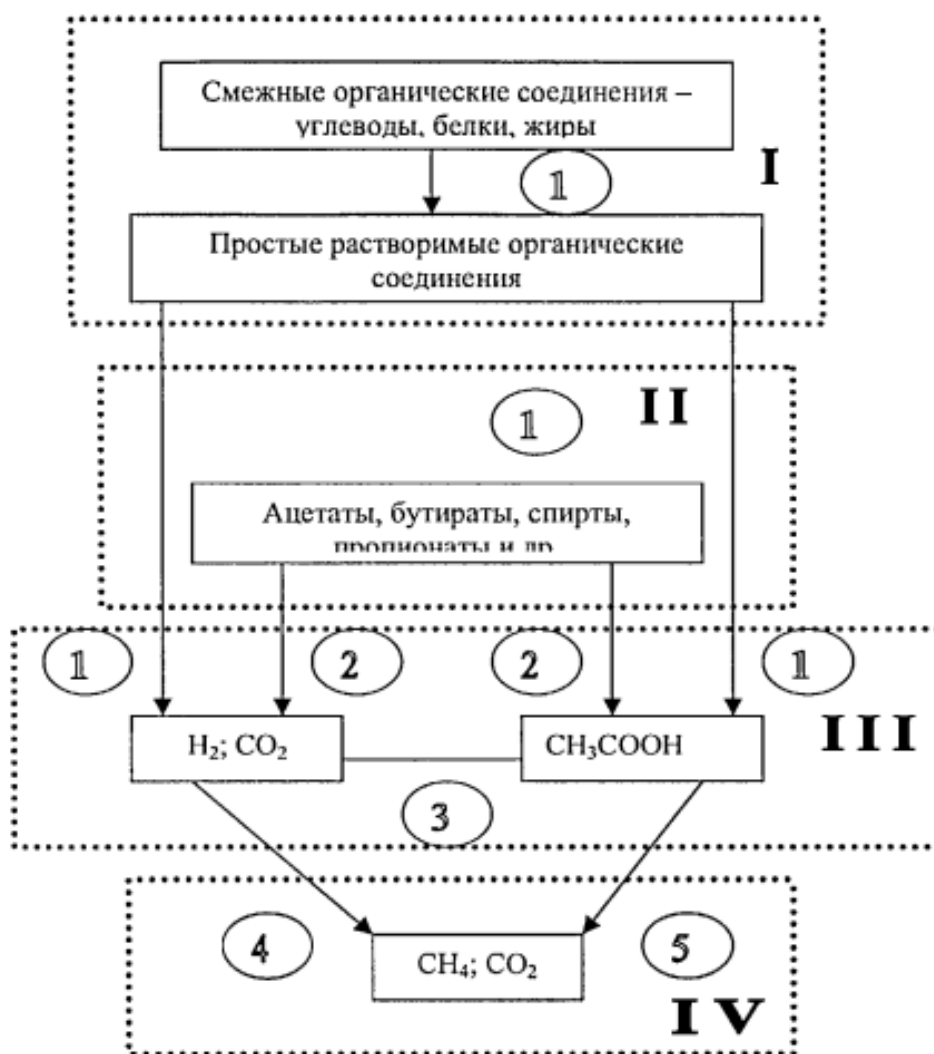


Рисунок 5 - Схема анаэробного переработки органических отходов



В переработке принимают участие 5 групп бактерий (рисунок ...). В основном принадлежат ферментативные бактерии - Bacillus, Micrococcus, Pseudomonas, Clostridium, они исполняют этапы ферментативного гидролиза и кислотообразования. Все бактерии обладают быстрым ростом. Микроорганизмы делают акцент на экзоферменты, из-за которых осуществляется гидролиз, растворение твердых соединений в простые. Простым размножением бактерий подразумевает наличие приятной среды, в которую входит углерод и кислород, для поступления в процесс энергии, водорода, азота, серы и фосфора - для получения белка.

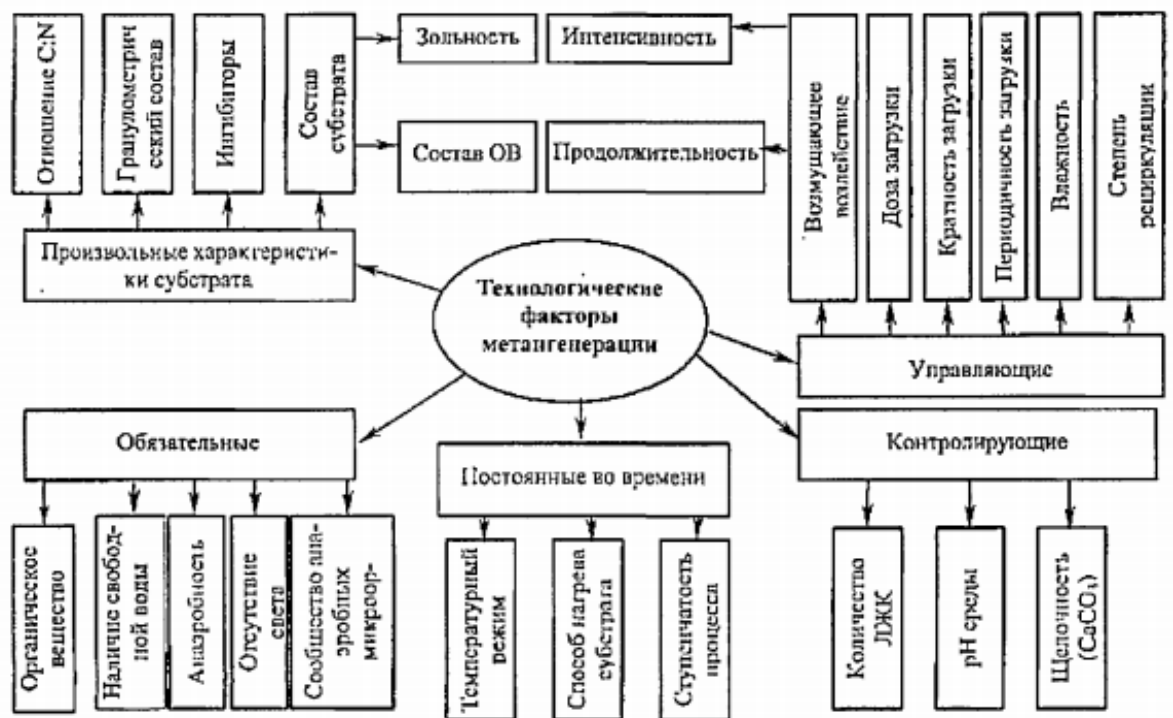


Рисунок 6 - Технологические факторы метаногенерации

В ходе процесса участвуют пять групп микроорганизмов. Результат сбраживания зависит не только от деятельности микроорганизмов, но и от жизни бактерий. Накопление продуктов ведет к замедлению других продуктов. Бактерии, трудящиеся на различных стадиях, обладают собственными морфологическими и физиологическими признаками, выражающиеся в увеличении, чувствительности к рН.

Большую роль играет создание баланса, эффективной работы. Из-за этой причины, разработана научно-техническая модель сбраживания органи-

ческого вещества. Во время ее переработки с получением биогаза запоминают основные факторы, влияющие на этот процесс:

- а) неизбежные;
- б) устойчивые во времени;
- в) контролируемые;
- г) распорядительные;
- д) произвольные

В таблице 1 представлены стандартные условия процесса.

Таблица 1 - Стандартные условия процесса

Критерии	Значения нормального процесса	Значения режима
рН	6,8÷7,2	< 6,7
Температурный режим	2÷2	> 2
Летучие кислоты, мг/л	< 500	> 1500
Производство газа, м <sup>3</sup> /кг летучих веществ	0,8÷1,0	< 0,5
Снижение концентрации летучих веществ, %	40÷50	< 30
Пенообразование в метантенке	нет	пена
Содержание СО <sub>2</sub> в газовом выхлопе, %	65÷70	< 50

#### 1.4. Физико-химические показатели органических отходов животноводства как субстрата анаэробной переработки

В итоге деятельности животноводческих ферм, органические отходы в виде навозных стоков, получают в следующих видах:

- концентрация сухих веществ 12÷15 %, которые содержат древесные опилки и срезанной соломы до 5 % - подстилочный навоз;
- концентрацией сухих веществ 8 %, с определенным бесподстилочным содержанием животных и использование удаления навоза - полужидкий навоз;
- концентрация сухих веществ до 4÷5 %, с получаемым при бесподсти-

лочном содержании животных и гидравлическом способе его удаления с употреблением меньшего объема воды - жидкий навоз;

▪ концентрация сухих веществ 1-2 %, появляются для поддержания санитарных требований - навозные стоки.

Субстрат по своей структуре является коллоидно-полидисперсной средой, основными частями которой являются твердые и жидкие выделения животных, остатки корма, технологической воды и газа, образующийся в результате биохимического процесса. Основным условием существования метанобразующих бактерий является присутствие свободной воды в смеси - более жидкая среда способствует более полному разложению органических веществ.

Лучший величина концентрации органики, при которой осуществляется сбраживание, в биореакторе является 6÷20 %. Эффективность движения анаэробной обработки зависит от химического состава субстрата. В таблице. ... показан состав экскрементов КРС используемых в сельскохозяйственном производстве. Состав субстрата для анаэробной переработки навоза подразделяется на физические, химические, биологические, коррозионные (...).

К физическим больше всего относится:

- физические (плотность, удельный вес, удельный объём, влажность);
- механические (гранулометрический состав);
- микрореологические (вязкость, коэффициент поверхностного натяжения, модуль упругости, предельное напряжение сдвига, гидравлическая крупность);
- органолептические (цвет, запах, вкус);
- теплотехнические (температура, удельная теплоёмкость, удельная теплопроводность);
- электрические.



Рисунок 7- Свойства сбраживаемого субстрата

Таблица 2 - Состав экскрементов животных, % к сухому веществу

Компонент	КРС	Дойные коровы	Свиньи	Куры
Органика	77÷88	77÷85	77÷84	76÷77
Азот (N <sub>2</sub> )	2,3÷4,0	1,9÷6,5	4,0÷10,3	2,3÷5,7
Фосфор (P)	0,4÷1,1	0,2÷0,7	1,9÷2,5	1,0÷2,7
Калий (K)	1,0÷2,0	2,4	1,4÷3,1	1,0÷2,9
Кальций (Ca)	0,6÷1,4	2,3÷4,9	-	5,6÷11,9
Сырая клетчатка	27,6÷50,6	27,6÷50,6	19,5÷21,4	13,0÷17,8
Лигнин	13,0÷30,0	16,0÷30,0	-	9,6÷14,3
C/N	9÷15	9÷15	9÷15	9÷15

Анализ смеси характеризуются наличием сухого элемента. Сухой элемент состоит из органической части и неорганической. Элемент смеси вклю-

чает в себя основные: жиры, углеводы, и белки структурные материалы - лигнин, целлюлоза, гемицеллюлоза, клетчатка. В тоже время в сухом соединении присутствуют - Мп, Си, Са, Zn. Живая органика скота содержит 60-80% азота, в растениях которых хорошо усваиваются. Соединения могут находиться в стойком, растворённом, коллоидном состоянии и могут переходить из одного состояния в другое. Аммиак является водянистой формой азота. Он образуется в анаэробных условиях. В навозе содержится фосфор органических соединений, который так важен для растений. Содержащийся в смеси калий представляет растворимую форм.

Субстрат коррозии определяется составом коррозионно-активных веществ (растворяющей извести, углекислоты, сульфатной и сульфидной серы, аммонийного азота, хлоридов). Ускоренность данного процесса зависит от влажности материала.

Синтез свойств смеси на основании органики живых существ используемых для данного процесса делает следующие заключения:

- на сегодняшний день химические, биологические, и физические свойства субстрата на основе органики отходов животных, которые имеют влияние на утилизацию;
- до настоящего времени не изучены реологические свойства субстрата: кинематическая вязкость и поверхностное натяжение.

#### 1.5. Теоретические аспекты анализа метанового сбраживания на животноводческих фермах

Главным образом к органическим отходам в сельском хозяйстве относятся - экскременты животных и растительные материалы. К растительным чаще всего это: солома, свекольная и картофельная ботва и другие растительные отходы. Все органические материалы в дальнейшем могут использоваться как растительные удобрения, тем самым заменяют минеральные удобрения, которые очень затратные. Благодаря повышенной теплоте сгорания

таблица 3 - эти материалы обладают также энергетическим потенциалом, который используется различными способами. К одному из них относится производство биогаза, которое имеет высокую энергию сбраживания.

Таблица 3 — Теплота сгорания различных органических материалов и видов топлива

<b>Органические отходы</b>	<b>Массовая доля органики в сухом веществе, %</b>	<b>Теплота сгорания Q<sub>н</sub>, МДж на 1 кг сухого вещества</b>
Отходы растительного происхождения	95÷98	16÷19
Экскременты крупного рогатого скота	77	18÷19
Экскременты свиней	80	18÷19
Экскременты кур	77	14÷16
<b>Вид топлива</b>	<b>Источник получения</b>	<b>Теплота сгорания Q<sub>в</sub>, МДж/м<sup>3</sup></b>
Биогаз	Экскременты животных с добавлением растительных остатков или без них	20÷25
Генераторный газ	Дерево, солома	5. ÷7
Пиролизный газ	Экскременты животных	18÷20
Светильный газ		18÷20
Природный газ		33÷38
Метан		36
Пропан (газообразный)		93
Дизельное топливо, котельное топливо, бензин		41÷45 МДж/кг
Пропан сжиженный		46
Каменный уголь		30÷33
Дрова		14÷19

Данные о ежегодном количестве экскрементов животных, получаемом в сельском хозяйстве ФРГ, приводятся в таблице 2.

Таблица 4 — Суточные нормы выхода экскрементов от одного животного (по данным ОНТП 17—86)

Производственные группы крупного рогатого скота	Выход экскрементов, кг	Производственные группы свиноголовья	Выход экскрементов, кг
Быки-производители	40	Хряки-производители	11,1
Коровы	55	Свиноматки: Холостые Супоросные Подсосные с приплодом	8,8 10,0 15,3
Телята от 4 до 6 месяцев на откорме	7,5	Поросята-отъемыши	2,4
Молодняк ремонтный, мес: 4÷6 12 ÷18 и нетели	14 27	Свиньи на откорме и ремонтный молодняк живой массы, кг: до 40 40 - 80 более 80	3,5 5,1 6,6
Молодняк на откорме, мес: 4÷6 6÷2 старше 12	14 26 35		

В таблице 5 приведены отходы растительного происхождения.

Таблица 5 - Химический состав свежих экскрементов, % (данные ВИУА)

Показатель	Крупный рогатый скот		Свиньи, комплекс на 108 тыс.голов	Овцы	Куриный помет
	комплекс на 10 тыс.бычков	комплекс на 2 тыс.коров			
Сухое вещество	14,5	10,0	9,8	28,3	36,0
Азот общий	0,77	0,43	0,72	0,95	2,10
Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,44	0,28	0,47	0,22	1,44
Калий	0,76	0,40	0,21	0,75	0,64

## ГЛАВА 2. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МЕТАНОВОГО СБРАЖИВАНИЯ И ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩИХ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ФЕРМ

### 2.1. Биогаз и стадии метанового сбраживания, а также влияние исходного материала на выход газа

В настоящее время во всем мире имеются около 70 технологических способов получения биогаза. Самым распространенным является анаэробное сбраживание в метатенках (биореакторах).

Образующийся биогаз сбраживании представляет следующую смесь реагентов: 50—80 % метана, 20—50 % углекислого газа, 1 % сероводорода, и некоторую часть газов - азота, кислорода, водорода, аммиака, закиси углерод. Многим известно, что из одной тонны навоза крупного рогатого скота реально получить 60 м<sup>3</sup> биогаза.

В данном процессе при разложении органических элементов выделяют три основные стадии.

К первой стадии можно отнести сложные вещества, которые показывают основные классы органических соединений - белки, жиры и полисахарида. Они подвергаются самыми первыми анаэробами. Вместе с этим происходит гидролиз моносахаридов, многих кислот и спиртов. В итоге получается водород, углекислый газ, низкомолекулярные жирные кислоты, спирты. в данной стадии участвуют следующие бактерии: Clostridium, Bacteroides, Rumiosoccus, Butyrivibrio, а также факультативные: Escherichiacoliu Bacillus.

На втором этапе присутствуют такие микроорганизмы, как: Syntrophobacter, Syntrophomonas, Desulfobivrio. Они превращают более сложные вещества в органические кислоты, а также в H<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>. Кроме того, на этой стадии действуют также гомоацетогенные микроорганизмы, которые сбраживают одно- и многоуглеродосодержащие соединения только до уксусной кислоты без образования водорода.



К третьей стадии относится распад органических веществ, которые используются для поддержания своей жизнеспособности, которые образовались на предыдущих стадиях. На этом этапе в системах с низким содержанием сульфатов образуются, главным образом -  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$  и небольшое количество  $\text{H}_2\text{S}$ .

Таблица 6 - Химический состав свежих экскрементов на комплексах (данные М. Шкарда, 1985)

Показатели	Экскременты		
	крупного рогатого скота	свиней	птицы (куры)
Сухое вещество	10	9,8	36,0
Азот общий	0,39	0,75	2,52
Фосфор ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )	0,17	0,37	1,28
Калий ( $\text{K}_2\text{O}$ )	0,64	0,37	1,24

Таблица 7 — Состав твердых и жидких экскрементов животных, %

Животные	Вода	Сухое вещество	Азот	Фосфор ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )	Калий ( $\text{K}_2\text{O}$ )	Известь ( $\text{CaO}$ )	Магний ( $\text{MgO}$ )	Серная кислота ( $\text{SO}_4$ )
Свежий кал								
Крупный рогатый скот	83,6	16,4	0,29	0,17	0,26	0,35	0,13	0,04
Свиньи	82,0	18,0	0,43	0,41	0,15	0,09	0,10	0,04
Лошади	75,7	24,3	0,44	0,35	0,35	0,45	0,24	0,06
Овцы	65,6	34,5	0,55	0,31	0,26	0,46	0,15	0,14
Свежая моча								
Крупный рогатый скот	93,8	6,2	0,58	0,01	0,83	0,01	0,04	0,13
Свиньи	96,7	3,3	0,60	0,07	0,49	0,00	0,08	0,08
Лошади	90,1	9,9	1,55	0,00	1,50	0,15	0,12	0,06
Овцы	87,2	12,8	1,95	0,01	2,26	0,16	0,34	0,30

Для метанового сбраживания в большинстве случаев необходимы питательные вещества экскрементов животных. Они имеют различия по отдельным компонентам: по химическому составу - какой вид корма данные животные потребляют (таблица 7).

Отходы животных могут включать в себя различные количества воды, подстилочного материала и остатков корма.

Таблица 8 — Содержание в экскрементах животных органических соединений, определяющих протекание процесса брожения

Источник поступления	Скорость разложения в процессе брожения		
	большая ←————→ малая		
Корм	крахмал, сахар, гликоген	целлюлоза, гемицеллюлоза	лигнин (одревесневший материал)
	жирные кислоты	пентозаны	
	белок, пептиды,	пектин	целлюлоза с лигниновой коркой (солома)
	аминокислоты	хитин	
	витамины	жиры	кератин (волосы), Кутин
	антибиотики	масла	суберин (пробковое вещество)
Организм животного	слизь, кровь, соматические клетки, ферменты, гормоны	желчные кислоты	желчные пигменты
Микрофлора	биомасса		
Промежуточные, конечные и химосинтетические производные продукты метаболизма животных микроорганизмов	органические кислоты, спирт	индол, скатол, фенолы, полисахариды	лигнино-протеиновые комплексы, гуминовые вещества

Таблица 9 - Состав экскрементов животных (в % к сухому веществу)

Компонент	Экскременты			
	Крупный рогатый скот	Дойных коров	свиней	кур
Органические масла	77÷85	77÷85	77÷84	76÷77
Азот	2,3÷4,0	1,9÷6,5	4,0÷10,3	2,3÷5,7
Фосфор	0,4÷1,1	0,2÷0,7	1,9÷2,5	1,0÷2,7
Калий	1,0÷2,0	2,4	1,4...3,1	1,0÷2,9
Кальций	0,6÷1,4	2,3÷4,9		5,6÷11,6
Магний	0,5÷0,6			0,9÷1,1
Сырая клетчатка	16...30	27,6÷50,3	19,5÷21,4	13,0÷17,8
Сырный жир		2,9÷4,3	3,5÷4,0	2,4÷5,0
Сырой протеин		9,3÷20,7	16,4÷21,5	20,5÷42,1
Лигнин		16÷30		9,6÷14,3

В случае, если подвергаемый сбраживанию первоначальный субстрат включает помимо стойлового навоза, прочие постные остатки, тогда следует обратить особое внимание на их структуру. Лигнин - не разлагается микробами и не принимает участие в процессе газообразования - момент, который нужно учитывать. По этому обстоятельству, выход газа из экскрементов крупного рогатого скота намного выше (они питаются кормами с повышенным содержанием сырой клетчатки), чем из экскрементов кур и свиней. Благодаря механическому, химическому или тепловому воздействию лигниновые комплексы можно сделать доступными для биохимического разложения. Такие расходы будут невыгодны сельскохозяйственным предприятиям.

Технология времени брожения массы в реакторе очень великая, что приводит к применению реакторов больших размеров. Отталкиваясь от системы экономики, если снизить время пребывания массы в реакторе, мы пойдем недополучение газа. От скорости реакции зависит продолжительности пребывания массы в реакторе. Оно присутствует в каждом виде сбраживания, от степени разложения - определяющая выход газа и ослабление интенсивности запаха шлама. Нужно не забывать, что увеличивая время брожения - увеличивается содержанием  $\text{CH}_4$ , и тем самым уменьшается содержание  $\text{CO}_2$ . Данный процесс означает улучшение качества получаемого газа.

Невозможно дать рекомендации, аналогично выбору оптимального времени пребывания массы в реакторе. В таблице ... приведены данные ориентировочного времени. Самое высокое время пребывания в реакторе - у куриного помета, это обусловлено высоким содержанием аммиака.

Таблица 10 - Загрузка рабочего объема реактора, время пребывания и разложения органического вещества при температуре брожения около  $33^\circ\text{C}$

Экскременты отдельных видов животных	Загрузка реактора, кг органического вещества на $1 \text{ м}^3$ в сутки	Время пребывания массы в реакторе, сут.	Степень разложения массы, %
Дойные коровы	6,0	15	40
Бычки на откорме	4,5	10	40
Свиньи	3,0	10	50
Куры - несушки	1,5	50	55

В нашей стране многие используют энергию за счет техники. Альтернативные источники хорошо поддерживает государство, и есть такая вероятность, что к 2020 году большинство будут использовать производство электроэнергии. Белгородская область - основной толчок энергии в России. На данный момент существует 12 биогазовых источников. На протяжении двух лет планируется ввести в эксплуатацию около 40 таких комплексов, которые используют отходы птицефабрик и различных ферм.

Финансовый старт - основная и глобальная проблема пути воплощения биоэнергетических проектов в России. Цена таких устройств составляет от 16000 до несколько сотен тысяч рублей, без учета затрат на различные нужды. Такие установки в основном окупятся в течение 10 лет.

Другие причины, которые сдерживают развитие биоэнергетики в России, это:

- низкие тарифы на электроэнергию и газ;
- малое представление предприятий;
- отсутствие государственной поддержки..

Навоз – натуральное природное удобрение, которое применяется во всем мире. В таком веществе состоят многие элементы, такие как: азот, фосфор, калий, сера, хлор, магний, которые необходимы для жизни растений.

Многие ученые утверждают, что от навоза нет никакого толка, в нем нет баланса элементов, с таким продуктом нет возможности работы из-за неудобства, также он имеет неприятный запах. Такие недостатки присутствуют несомненно. Однако можно поспорить, он имеет хорошие достоинства, которых у минеральных удобрений нет, и быть не может. Такие компоненты формирует плодородие для почвы.

Такая биомасса в определенный период времени переходит в перегной. Сады, которые существуют без данной слоя без возобновления, станут тусклыми и не цветущими.

## 2.2. Анализ существующих видов компостирования в сельском хозяйстве

### *Компостирование*

Невозможно получить компост, просто так уложив навоз в высокий бурт, и дождавшись, пока он перепреет, так как в конце концов получится обыкновенный перегной. Таким способом обычно получается только хранение навоза. В свою очередь, компост – удобрение более насыщенное полезными питательными веществами, так как в его состав включают множество компонентов.



Рисунок 8 - Компостирование, как способ переработки навоза

Для того, чтобы создать компостную кучу по всем стандартам, в ее основание нужно закладывать прошлогоднюю смесь. Он обеспечивает грунт всеми необходимыми бактериями.

Последующие слои создают из следующих отходов - различной ботвы, тухлых овощей и др. Данный «слоеный пирог» утрамбовывают на высоте около 1-1,5 метров. Далее полученный бугорок поливают водой, и оставляют на сгнивание. Переработанный перегной как удобрение можно применять через пару месяцев. Для оптимального срока созревания компоста на базе отходов, жизненный процесс домашних животных считается ровно год.

### *Вермикомпостирование*

В минувшие годы набирает известность органическое земледелие,

которое использует способы природного восстановления питательных элементов в почве, в отсутствие применения химии и природных компонентов

Компостирование навоза с применением червей (вермикомпостирование), дает возможность получить не только полезное удобрение, но и непрерывный, самовозобновляемый ресурс кормления для почвы, так как одновременно с этим субстратом совершается занесение червей в грядки, в каком месте они продолжают собственный жизненный процесс и размножение, перерабатывая почву вокруг себя.

На определенной местности с целью вермикомпостирования, агрономы советуют подбирать красных червей естественной популяции. Перед тем, как приступить с их поддержкой к переработке навоза в удобрение, необходимую смесь нужно подкислять гашеной известью.

#### *Ускоренная ферментация с употреблением гуматов*

Естественные биодобавки применяют с целью форсирования движения навозной смеси. В использовании такое действие очень экономичное, так как после переработки биоактивных препаратов - способность органического удобрения снижается в 3 раза. С поддержанием прежней эффективности. Стоимость навоза в таком случае аналогично снижается, за счет уменьшения объемов его использования.



Рисунок 9 - Ускоренная ферментация с употреблением гуматов

#### *Настаивание*

Данный способ является самым ускоренным среди переработок навозных масс. Он дает возможность избавиться от ненужного содержания аммиака в мочевиной кислоте, и уничтожить вредную среду, а также глистов и яиц



гельминтов. Применение его очень прост: заливают водой 1:1 конский, свиной и коровий навоз, происходит настаивание в течение недели. Полученную действующую смесь разводят несколькими порциями - 1:10. Полученным раствором поливают растения в вечернее время. Навозный настой под самый корень заливать нежелательно, поэтому его заливают в прочерченные бороздки между растениями.



Рисунок 10 - Настаивание навоза

Производство биогаза содержит ряд положительных сторон.

К первой можно отнести такие регионы, которые используют и производят биогаз, значительно повышается окружающая среда, обстановка в регионах. Производство биогазовых станций решает ряд многих вопросов.

Ко второму можно отнести то, что производство биогаза экономически выгодно. Такие установки не требуют каких-либо затрат по использованию, обслуживанию дешевле во много раз.

К третьему относится то, что если на фермерской территории скапливаются достаточно отходов - такая установка станет альтернативой для традиционной энергетики. Также это решит проблему хранения отходов в лагунах.

По сути данное топливо является экологически чистым. Очень схож по своему составу с природным газом. Такой газ берет начало от переработки биомассы, которая без доступа кислорода выделяет смесь газов. После брожения остается маленький процент сухого вещества, которое можно использовать в качественном сельскохозяйственном удобрении. Такие установки будут выполнять роль очистного сооружения, а на фермах возможна замена на ветеринарно-санитарный завод.



Рисунок 11 - Пример биореактора

Таблица 11 - Характеристика примерных биогазовых установок

Марка установки	Объем реактора, м <sup>3</sup>	Установленная мощность, кВт	Суточная загрузка, т/м <sup>3</sup>	Выход биогаза, м <sup>3</sup> /сут.	Производство электроэнергии, кВт	Производство тепла, кВт	Биобензин, л/сут.
БГУ-05	1-6	3-5	0,2-1,2	3-8	6-36	6-36	200
БГУ-20	6-20	5-7	1,2-4	18-60	36-120	36-120	500
БГУ-50	20-50	7-10	4	60-150	120-300	120-300	1000
БГУ-200	5-200	10-30	10-40	150-600	300-1200	300-2000	5000

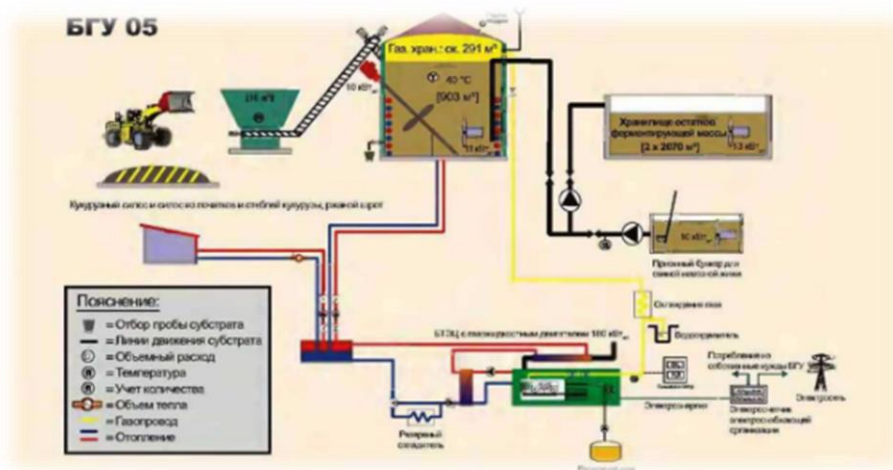


Рисунок 12 - Схема биогазовой установки в Бранденбурге



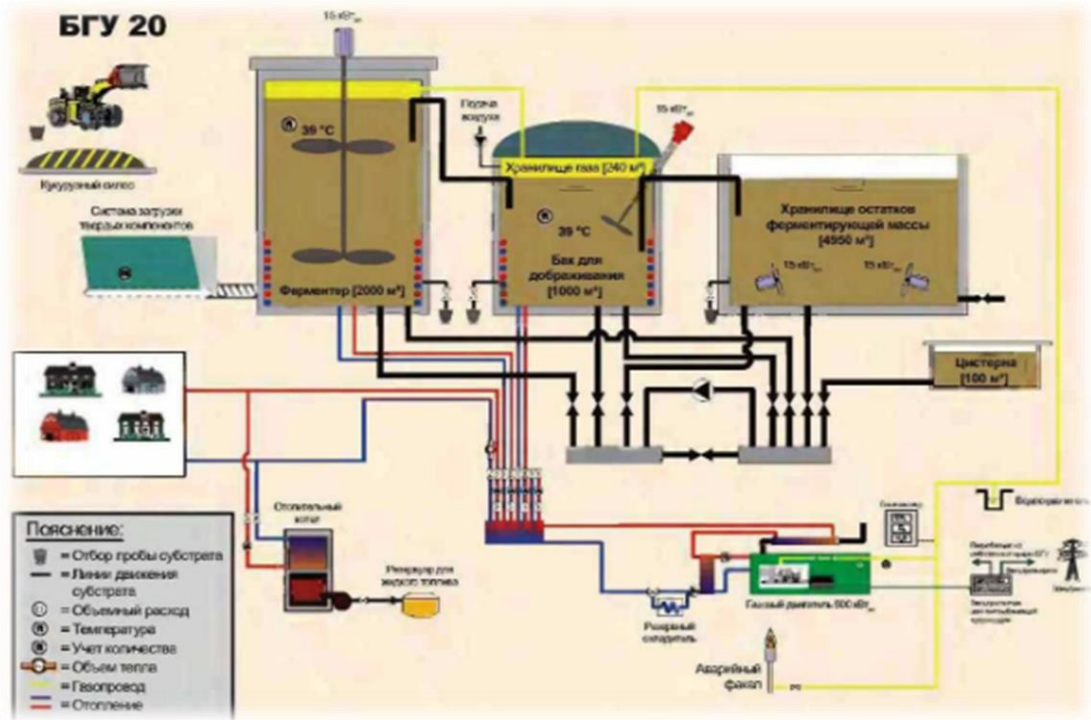


Рисунок 13 - Схема биогазовой установки в Нижней Саксонии

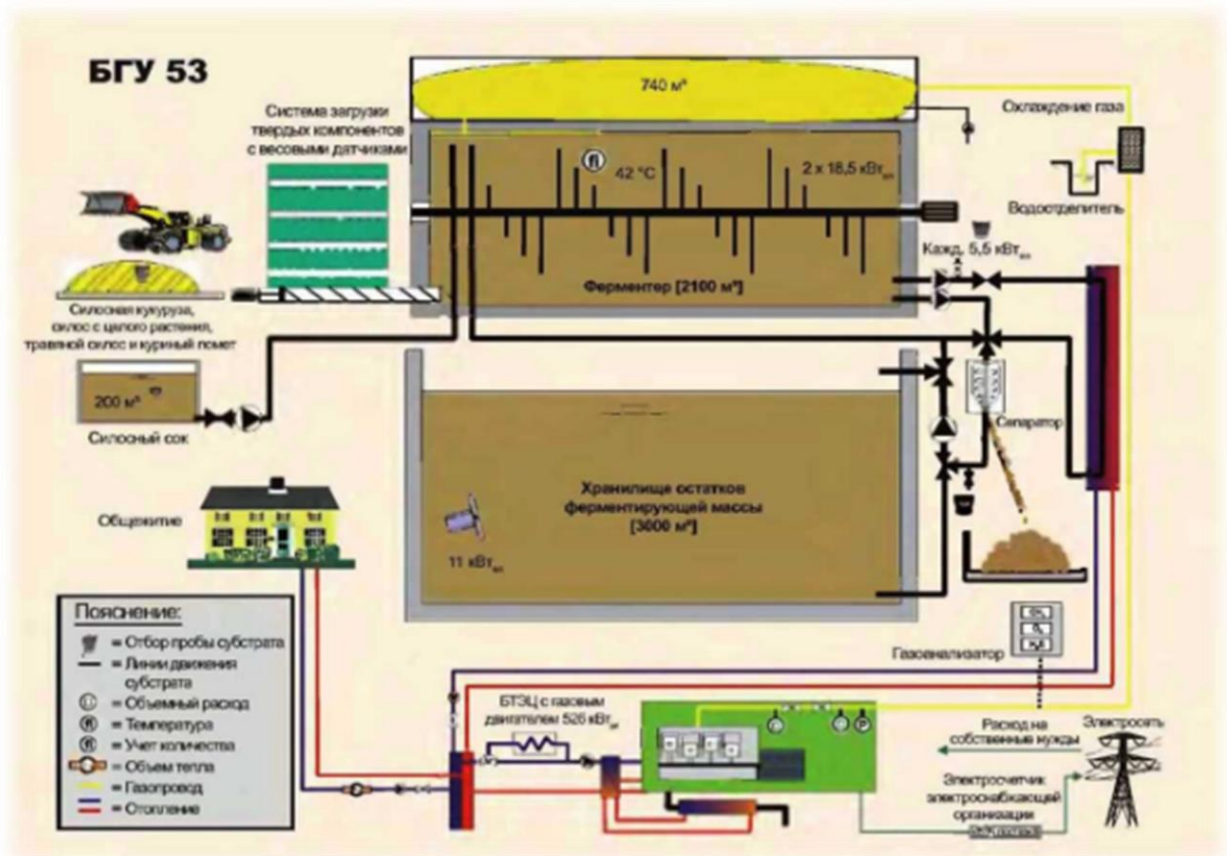


Рисунок 14 - Схема биогазовой установки в Швабии

### Устройство "Китайская яма"

Данное название получено еще с древних времен Китая. На мой взгляд, та-

кую установку следовало бы назвать - биогазовая установка для подземного пользования с целью теплого грунта. В данной конструкции самый простой механизм - в ней отсутствуют движущиеся детали, сырье протекает самотеком. Она состоит из входной трубы, хорошо герметичной ямы-реактора, выходной трубы для биогаза, выходной трубы для шлама и буферного накопителя шлама.

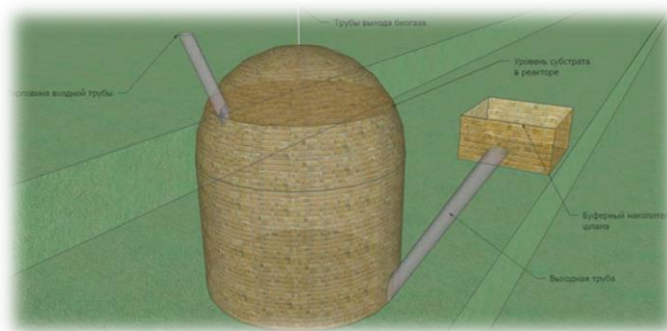


Рисунок 15 - Китайская яма

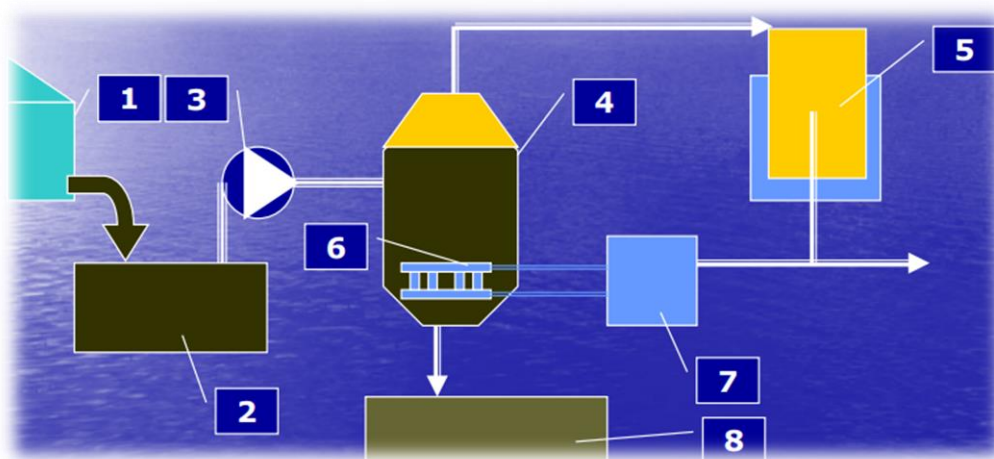


Рисунок 16 - Технологическая схема производства биогаза

Данная технологическая установка состоит из:

- 1- животноводческое помещение;
- 2- навозоприёмник;
- 3- насос;
- 4- метантенк;
- 5- газгольдер;
- 6- теплообменник;
- 7- котел;

8- навозохранилище

Таблица 12 - Физические свойства биогаза

Показатель	Компоненты				Смесь CH <sub>4</sub> и CO <sub>2</sub>
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	
Объемная доля, %	55-70	27-44	1	3	100
Объемная теплота сгорания, МДж/м <sup>3</sup>	35,8	-	10,8	22,8	21,5
Температура, °С:					
воспламенения	650-750	-	585	-	650-750
критическая	-82,5	31,0	-	100	-2,5
Плотность:					
нормальная, г/л	0,72	1,98	0,09	1,54	1,20
критическая, г/л	102	408	31	349	320

Свойства анаэробно обработанного навоза:

- в сброженном навозе практически полностью сохраняются азот, фосфор и калий. При этом значительная часть (10-15%) азота переходит в аммонийную форму, которая быстро усваивается растениями;
- улучшение соотношения углерода к азоту C/N за счет конверсии части углерода в биогаз до требуемого уровня;
- полная потеря всхожести семян сорных трав за период обработки более 5 суток;
- практически полное обеззараживание навоза при термофильном режиме сбраживания;
- в сброженном навозе полностью уничтожаются гельминты;
- уменьшился порог запаха фенольных соединений, находящихся в навозе, в среднем на 95%;

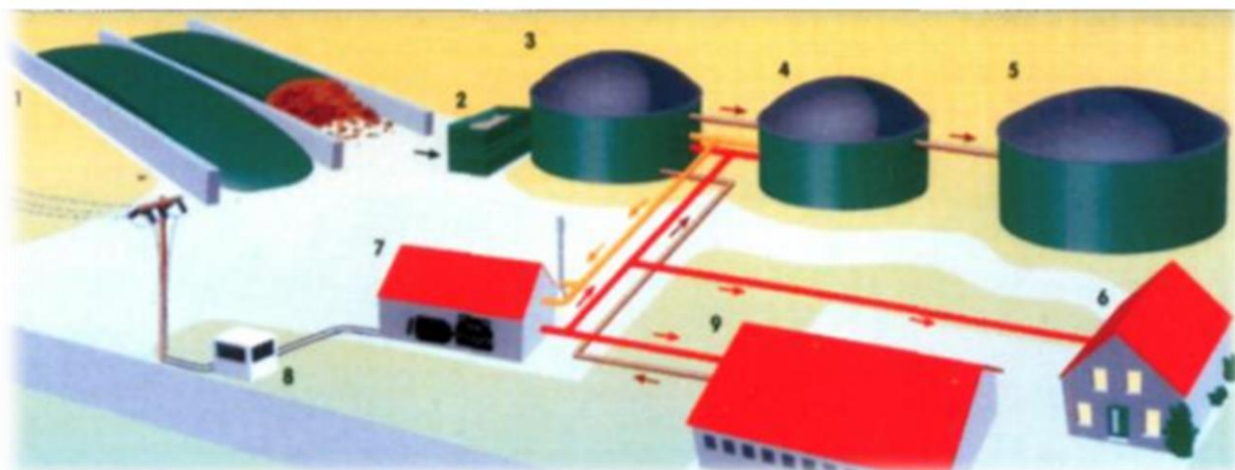


Рисунок 17 - Схема биогазовой установки для фермерского хозяйства

Данная установка включает в себя: сборники для гноя (схематически) (1), система загрузки биомассы (2), реактор (3), реактор досбраживания (4), субстратор (5), систему отопления (6), силовую установку (7), система автоматики и контроля (8) и система газопроводов (9).

Условиями эффективного протекания процесса анаэробного сбраживания навоза:

1. постоянство температурного режима;
2. равномерный прогрев субстрата по всему объему реактора – эффективный теплообмен;
3. доступность субстрата для микроорганизмов и своевременное выведение продуктов их жизнедеятельности – эффективный массообмен;
4. Постоянство pH среды.

Оптимальные условия процесса метаногенеза представлены в таблице ...

Таблица 13 - Оптимальные условия метаногенеза

Показатели, мг/л	Оптимальные значения	Предельные значения
pH	6,8÷7,4	6,4÷7,8
Содержание летучих кислот (по CH <sub>3</sub> COOH)	50÷500	2000
Общая щелочность (по CaCO <sub>3</sub> )	1500÷5000	1000÷3000

Состав производимого газа:	65÷70% метана, 30÷35% двуокиси углерода и среды других газов	
Соли		
NH <sub>4</sub> (по N)		3000
Na		3500÷5500
K		2500÷4500
Ca		2500÷4500
Температура, °С	33÷37	
Производства метана:	0,3÷0,4 м <sup>3</sup> /кг сухого органического вещества	

Объем биогаза, выделяющегося при анаэробной обработке 1 тонны сухого органического вещества различных видов органических отходов, представлена в таблице ...

Таблица 14 - Объем биогаза, при выработке 1 т сухого вещества.

Навоз КРС	300 м <sup>3</sup>
Навоз свиней	500 м <sup>3</sup>
Помет птиц	600 м <sup>3</sup>

Недостатки традиционных систем анаэробной обработки навоза

- Вместительность реактора, вследствие чего необходимо проведение огромного объема НИР и ОКР, а также больших затрат на строительство и ремонт оборудования в дальнейшем;
- Длинный запуск оборудования, связанный с необходимостью накопления требуемого количества биомассы;
- Высокая чувствительность системы к внешним воздействиям, поскольку обработка происходит в одном объеме;
- Заниженная производительность, которая связана с малоэффективностью тепла и массообмена;
- Низкая ремонтпригодность, т.е. при ремонте требуется остановка всей системы.

Технические характеристики биогазовых установок разработанных ГНУ  
ВИЭСХ

Таблица 15 - Характеристики биогазовых установок

Тип установки	Количество объема реакторов, м <sup>3</sup>	Вид перерабатываемого сырья	Производительность по исходному навозу или помету, т/сут	Общий выход биогаза, м <sup>3</sup> /сут
БГУ-2,0	1×2,0	Навоз КРС	0,1	1,5
БГУ-25	1×25	Навоз свиней, КРС, помет птиц	1,5	20
БГУ-50	1×50	Навоз свиней и КРС, помет птиц	3,0	40
БГУ-150	2×150	Навоз КРС и помет птиц	25	300
БГУ-500 БГУ-1000	4×125, 1×500, 2×500	Навоз КРС, свиней, помет птиц	40 80	400 900

Пример лабораторной биогазовой установка БГУ 0,25Л



Рисунок 18 - Пример лабораторной биогазовой установки

Состав предлагаемых биогазовых установок

1. Подготовительная емкость со встроенными мешалками.





Рисунок 19 - Емкость для отходов

2. Насос для загрузки реактора
3. Платформа для размещения подготовительной емкости



Рисунок 20 - Платформа для подготовительной емкости

4. Утепленный реактор из полимеров



Рисунок 21 - Реактор из полимера

5. Электрическая система обогрева реактора



Рисунок 22 - Система обогрева

6. Водяная система отопления реактора



Рисунок 23 - Водная система отопления

7. Система перемешивания смеси в реакторе



Рисунок 24 - Перемешивающее устройство

8. Блок автоматики





Рисунок 25 - Автоматический блок

9. Газовая система трубопроводов с обратным клапаном.



Рисунок 26 - Газовый трубопровод

10. Газгольдер - регулятор выходного давления биогаза, рабочим объемом  $1\text{ м}^3$



Рисунок 27 - Газгольдер

2.3. Функциональное обеспечение предлагаемых биогазовых установок

1. Производство жидких биоудобрений в суточных объемах примерно равных суточным объемам загрузки подготовительного сырья.
2. Производство биогаза (65 - 75% метана).

Основным продуктом данной установки является биоудобрений. Он эффективно влияет для "экологического" земледелия. Данный продукт является экологически чистым и имеет рыночную стоимость выше, чем при искусственных химических удобрений и пестицидов. Урожайность при применении таких удобрений повышается на 20-200%, чем без них.

Побочным продуктом таких установок считается биогаз. Содержание метана в природном газе выше, чем в полученном, тем самым имеет меньшее теплотворную способность. В маленьких биогазовых установках вырабатывается мало биогаза, то применение такой установки не велико. Такую энергию можно растрчивать на обогрев помещений, теплиц, приготовление пищи. На сегодняшний день многие бытовые приборы функционируют с применением биогаза.

Типы исходного сырья для предлагаемых биогазовых установок:

1. Навоз КРС, свиней, овец, лошадей и других животных;
2. Птичий помет;
3. Стоки туалета;
4. Пищевые отходы кухни;
5. Растительная масса;
6. Отходы бойни

Основным органическим веществом для сырья является элементы сырья. Такие элементы не должны превышать 3 см. При достаточно укрупненных размерах происходит засорение трубопровода и заклинивание мешалки. Для этого все отходы должны хорошо измельчаться перед загрузкой в реактор.

Питательные вещества, такие как птичий помет, зеленая растительность загружаются одновременно с навозом. Для применения чистого отхода каждого - требует совершенно другие биогазовые установки. Для хорошего выхода биогаза используют жиры в качестве добавки. Синтетические мою-

щие вещества не должны содержаться в стоках туалета, так как снижают эффективность жизни бактерий. Продукты все должны быть свежими.

#### 2.4. Принцип действия всех узлов биогазовой установки

Подготовительная емкость. В основном ее применение предназначено для загрузки массы в реактор биогазовой установки. Работа биогазовой установки в основном зависит от эффективной загрузки субстрата. В основном предлагают установки маленьких размеров.

Подготовительная емкость размещается выше реактора. Основная масса готовится в ней, а затем самотеком заливается в реактор. Самым дорогим устройством считается мешалка, для перемешивания субстрата.

Площадка для размещения подготовительного резервуара предназначена для заправки реактора самотеком. Ее можно изготавливать самостоятельно. Сырье заносится на площадку вручную, а вода подается либо вручную, либо по шлангу.

Утепленный реактор из полимера. В качестве реактора применяется полиэтиленовая бочка определенных размеров. Ее покрывают специальным многослойным покрытием. Биореактор оснащен системой заливки и системой слива, которые работают одновременно. Температура субстрата всегда постоянна и составляет 37-38. В реакторе обеспечиваются электрическая или водяная система обогрева, управляемый блоком автоматики.

Электрический обогрев реактора основной элемент. В основном для обогрева 1 куба реактора необходимо до 0,6 кВт. Четверть времени обогреватель находится во включенном режиме. Исходя из этого снижаются затраты на электроэнергию, так как летом почти не включается.

При использовании водной системы обогрева реактора, вода подогревается газовым котлом. Он работает от самой биогазовой установки. Понятно, что это удорожает установку. Но все-таки необходимо вводить электрическую систему обогрева, которая служит для первоначального пуска реактора.

Блок автомата использован из современной техники последнего поколения. Он допускает перепрограммирование техпроцесса для определенного параметра анаэробного брожения.

Газгольдер сконструирован по принципу кузнечных мехов. Основной функцией данного устройства является обеспечивать стабильное выходное давление биогаза, а также буферизация небольших нестабильностей в выработке и потребления биогаза.

## 2.5. Надежность и техника безопасности при работе с биогазовой установкой

Материал из которого выполнены установки - это полимер. Они постоянно поддерживают температуру и давление. Такие материалы не подвержены коррозии, поэтому вечны в эксплуатации. Некоторые устройства все-таки выходят из строя.

Гидравлическая и пневматическая система установки смонтирована от защиты превышения допустимого давления, которая заложена в реакторе. Такая работа создает надежность системы.

Пример расчета параметров биогазовой установки.

На территории ФКУ ИК №29 животноводческого комплекса имеется 100 свиней. По данным 1 свинья выделяет 4 кг навоза влажностью 65% и плотностью 600 кг/м<sup>3</sup>. Готовый субстрат имеет 90 % влажности.

Особенности биоудобрений, полученных методом анаэробного брожения.

Биоудобрения, полученные при помощи биогазовой установки существенно отличаются от минеральных, а также от других типов биоудобрений. Поскольку брожение происходит без доступа кислорода в герметичной емкости, то не происходит потерь азота. Значительная часть азота минерализуется в процессе брожения. Поэтому такие удобрения в 1000 раз эффективнее обычного перегнившего навоза и других типов биоудобрений, полученных методом компостирования.

В шламе биогазовой установки присутствует микроорганизмы, оказы-

вающие благотворное влияние на почву. Анаэробные биоудобрения богаты биогумусом и различными витаминами и полезными микроэлементами. При их применении не образуются вредные нитраты в выращенной продукции. Отсутствует опасность передозировки. Биоудобрения вымываются из почвы в 2 раза меньше, чем минеральные, поэтому на следующий год их надо вносить меньше. Биоудобрения существенно ускоряют период вегетации растений. Так, например, в условиях Украины легко можно вырастить за один год два урожая картофеля. Очень выгодно использовать биогазовую установку совместно с теплицей. Выработанный биогаз израсходуется на обогрев теплицы, а биоудобрения позволят вырастить немного больше абсолютно безвредной продукции. Не зря розничная стоимость таких удобрений может достигать до 1 доллара за 1 килограмм.

Если вы используете биоудобрения для выращивания тепличной продукции зимой, то прирост урожайности окупит установку еще быстрее.

Примерные цены биогазовых установок:

Базовая конфигурация включает в себя реактор с системой электрического подогрева и перемешивания, блок автоматики, газгольдер 1 м<sup>3</sup>, газовую систему с обратным клапаном. Стоимость составит 3400\$ - на 5 м<sup>3</sup>.



Рисунок 28 - Пример биогазовой установки на территории ФКУ ИК№29

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение можно сказать, что биогазовая установка для фермерского хозяйства, будь она самодельная или купленная - в итоге она принесет выгоду.

Самое главное преимущество, это биогаз, который по свойствам не отличается от природного газа. От таких установок идет хороший толчок в сторону экологии, так как перерабатываемая биомасса не приносит никакого вреда почве. Отталкиваясь от использования можно сделать вывод, что урожайность повышается на 50 %.

В ходе проделанной работы было выявлено, что в процессе образуется достаточно количества метана,

Полностью проанализирован состав навоза от многих животных, состав экскрементов животных. Было проведен анализ существующих биогазовых установок в малом производстве, чем подтверждается патентным поиском. Подобрано биогазовое устройство нового поколения, которое занимает малое пространство на территории.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2012г., Москва 2013;
2. Н.Ф. Тищенко. Охрана атмосферного воздуха. Справочник, М.. Химия. 1991г.;
3. Справочник «Вредные вещества в промышленности». Л., Химия. В 3 томах, 1976г.;
4. «Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух», С.-Петербург, Атмосфера», 2000 г.;
5. Абасов В.С. Годовой отчет на тему: "Изучение влияния метанового эфлюента и сочетания его с другими видами удобрений на урожай и качество сельхоз культур", 2005, Кыргызский научно-исследовательский институт земледелия.
6. Бударин В.А., Кыдыралиев С.К., Цветчих В.И., Бударина Л.В., "Определение воздействия жидких органических удобрений (ЖОУ) на ереникование и развитие некоторых видов растений." Институт энергетике и электроники ЮО НАН КР, институт биосферы ЮО НАН КР, областной детский центр экологии, краеведения и технического творчества (ОДЦ ЭКиТТ), г. Жалалабат.
7. Бударин В.А., Кыдыралиев С.К., "Особенности получения биогаза и биологически активного органического вещества из растительных отходов". Институт энергетике и электроники южного отделения Национальной академии наук Кыргызской Республики, г. Жалалабат.
8. В. Дубровский, У. Виестур "Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов", 1988, Рига "Зинатне".
9. В. Некрасов "Микробиологическая анаэробная конверсия биомассы", 2001, рукопись.
10. Веденев А.Г. "Биогазовая установка", 2005, ОФ "Флюид" Ассоциация "Фермер".



11. ОФ "Флюид", "Биоэнергетические модули для анаэробного сбраживания навоза типа БЭМС с реакторами объемом 5,0; 25,0; 50,0; 100,0 м<sup>3</sup>", 2004. Руководство по эксплуатации.
12. Ю. Калмыкова, А. Герман, В. Жирков "Проект Биогаз", 2005, Карагандинский экологический музей.
13. BiogasWorks, 2002, [www.biogasworks.com](http://www.biogasworks.com)
14. "Итоги учета скота и домашней птицы по категориям хозяйств, в разрезе областей, районов и городов Кыргызской Республики", 2005, Национальный статистический комитет КР.
15. Родина Е.М. "отчет в области оценки мер по сокращению парниковых газов из бытовых и сельскохозяйственных отходов, 2003, МЭиЧС КР, ГЭФ ПРООН.
16. <http://www1.fips.ru>
17. <http://www.rosbiogas.ru>
18. <http://www.bioresurs.com.ua>
19. <http://www.zerno-ua.com>
20. Барбара Э.Х. Ш "Биогазовые установки. Практическое пособие".
21. ГОСТ Р 53790-2010 Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Общие технические требования к биогазовым установкам.
22. Веденев А.Г., Веденева Т.А. Руководство по биогазовым технологиям.
23. Геммеке Бурга, Ригер Криста, Вайланд Петер. Биогаз на основе возобновляемого сырья. Сравнительный анализ шестидесяти одной установки по производству биогаза в Германии.
24. Ковалев А.А. Повышение энергетической эффективности биогазовых установок.
25. Отчет лаборатории биоэнергетических установок ГНУ ВИЭСХ РАСХН за 2006-2010 годы.
26. Ковалев А.А. Завышение энергетической способности биогазовых установок.

27. В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер, Биогаз, теория и практика, М, Колос, 1982 г.
28. Васильев В.А., Шершнев А.А., Резваткина Т.Г., Андрюхин Т.Я., Гриднев П.И., Ковалев А.А. Влияние метанового сбраживания бесподстилочного навоза на изменение химического состава и эффективности его как удобрения. Агрохимия, №9, 1981.
29. Богданов П. Обеспечение теплового режима в биогазовой установке. Сб. научных трудов. Эстонский НИИ животноводства и ветеринарии. 1986, №58; сельскохозяйственная литература СССР – 1988, №1
30. Биотехнология получения и трансформация топлива. Серия "Биотехнология", том 1, ВИНТИ АН СССР, 1983.
31. Биогаз-85. Проблемы и решения. Материалы советско-финского симпозиума 4-6 февраля 1985 г., Москва-Хельсинки, 1985 г.
32. Биогаз – топливно-энергетический ресурс агропромышленных предприятий. Обзор. Алма-Ата, 1987 г.
33. Ковалев А.А. Энергия биомассы животноводческих ферм и комплексов. Итоги работы АПК России, Калуга, 1994 г.
34. Кожуринчев А.М. Сжигание биогаза метантенков в котельных. Жилищное хозяйство, 1991, №7. 109
35. Муругов В.П. Экономика автономных энергосистем в сельском хозяйстве с использованием возобновляемых источников энергии.
36. Мухамедов Р.С., Тохтахунов К.А., Захидов Р.А. Биогазовые установки и охрана окружающей среды. Судостроительная промышленность, Сер. Пром. Энерг. Охрана окружающей среды. Энергоснабж. Судов, 1990, №14.
37. <http://www.biogas.vn.ua>.
38. Закон о введении нового регулирования права, применяемого видам энергии в области электроэнергетики от 21 июля 2004 г.

39. Закон о введении нового регулирования права, применяемого к возобновляемым видам энергии в области электроэнергетики и об изменении связанных с ним предписаний от 25 октября 2008 г.
40. DLG (2006). Отраслевой производственный отчет для биогазовых установок. Рабочий сборник DLG - том 200, издательство DLG-Verlag, Франкфурт на Майне.
41. Федеральный научно-исследовательский институт сельского хозяйства (2005). Результаты программы измерения параметров производства биогаза. Издание Специального агентства возобновляемых ресурсов (FNR), Гюльцов.
42. Специальное агентство возобновляемых ресурсов (изд.) Пособие по производству и использованию биогаза. Издание 4 (2009).
43. Институт исследований энергетики и окружающей среды. Мониторинговое исследование влияние изменения Закона о возобновляемых источниках энергии.
44. Сельскохозяйственная палата Нижней Саксонии (2007).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ВЕТЕРИНАРНАЯ СЛУЖБА Форма № 3

Самарская область  
г. Тольятти  
ГБУ СО "СВО"

**ВЕТЕРИНАРНОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО**

263 № 0237496 от .. 26 ноября 20 15

И, нижеподписавшийся, выдал настоящее ветеринарное свидетельство  
ООО "РосАгроПромТоргТранс"

отруби пшеничные ГОСТ 7189-86  
в том, что комбикорм полнорационный для свиней ГОСТ Р 50257-92  
д.в. 11.2015г

в количестве 7050 кг п/п мешки ООО "РАПТТ"

производство ООО "РосАгроПромТоргТранс", Самарская область, г. Тольятти  
ул. Ларина, 189, строение 25  
выработана (изготовлена) под контролем государственной ветеринарной службы  
ООО "РосАгроПромТоргТранс", Самарская область, г. Тольятти  
ул. Ларина, 189, строение 25  
и признано годным для реализации без ограничения

Самарская область, г. Тольятти, ул. Ларина, 189, стр. 25  
выходит из автотр "Ман-н180св-163" г. Тольятти, Ставропольский р-н, Хрящевское шоссе 5

и направляется  
ФКУ ИК-29 ГУФСИН России по Самарской обл.

по ТП №27 от 26.11.15г

Сырье (корма) новобранцы  
МОЛ ОГБУ "Мелекесский центр ветеринарной диагностики" Дир. Г.И.Иванова  
патогенная микрофлора не обнаружена, не является токсичным

**ОСОБЫЕ ОТМЕТКИ**  
Местность благополучна по остро инфекционным заболеваниям животных.  
декларация о соответствии РОСС RU АЯ72 НО2009 от 04.09.2014г  
декларация о соответствии РОСС RU АЯ72 НО2010 от 04.09.2014г  
Сертификат соответствия № РОСС RU АЕ56Н17654 от 28.12.2012г

Свидетельство предъявляется для контроля при погрузке, в пути следования и передается грузополучателю. Копии свидетельства недействительны.

М.П. 

Ветеринарное свидетельство выдал  
ветеринарный врач В.С.С.  
Наумов И.А.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

### (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 27.04.2015)  
Пошлина: учтена за 1 год с 21.04.2011 по 21.04.2012

(19) RU<sup>(11)</sup> **110 224** <sup>(13)</sup> U1

(51) МПК  
[A01K 1/00 \(2006.01\)](#)

(21)(22) Заявка: [2011115903/13](#), 21.04.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
21.04.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.04.2011

(45) Опубликовано: [20.11.2011](#) Бюл. № 32

Адрес для переписки:

350055, г. Краснодар, пос. Знаменский, ул.  
Первомайская, 4, ГНУ СКНИИЖ

(72) Автор(ы):

Горковенко Леонид Григорьевич (RU),  
Ледин Николай Павлович (RU),  
Ледин Игорь Николаевич (RU),  
Поляковский Дмитрий Ильич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное научное учреждение  
Северо-Кавказский научно-  
исследовательский институт  
животноводства Россельхозакадемии (RU)

### (54) СТАНОК ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЕЙ, ПОЛУЧЕНИЯ **БИОГАЗА** И УДОБРЕНИЙ

(57) Реферат:

Предлагаемая полезная модель относится к сельскому хозяйству, используется одновременно для содержания свиней и для получения из навоза **биогаза** и удобрений. Станок для содержания свиней и переработки навоза включает стенки 1, снабженные перегородками 2, калиткой 3, кормушкой 4 и поилкой 5. В нижней части станка установлен пол 6 из гибкого полимерного материала с уклоном к центру и имеет в центре отверстие, снабженное запорным клапаном 10, оснащенным гидрозатвором 11. Под полом расположена приемная емкость-биореактор 12, которая снабжена отводящими трубопроводами: **биогаза** 8 с затворным клапаном 15 и удобрения 7, и электрическими подогревателями 9. Стены и пол приемной емкости-биореактора имеют теплоизоляцию 13. Станок для содержания свиней и переработки навоза позволяет ускорить и удешевить процесс переработки навоза в **биогаз** и качественное экологически чистое удобрение, а также улучшить экологическое состояние на свинофермах.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 3

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 050 138** (13) **C1**



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

[A23K 1/00 \(1995.01\)](#)

[A01K 67/033 \(1995.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последним изменением статуса: 19.09.2011)  
Публикация: учтен за 5 год с 23.11.1995 по 22.11.1998

(21)(22) Заявка: [5026128/15](#), 22.11.1991

(45) Опубликовано: 20.12.1995

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
патенте: Авторские свидетельства СССР N  
725644, кл. А 23К 1/00, 1978.

(86) Заявка PCT:  
PCTRU 91/00148 (16.07.1991)

(71) Заявитель(и):

Ивановский государственный  
аграрный университет

(72) Автор(ы):

Гудилин И.И.,  
Белин Д.П.,  
Сердюк Л.Н.,  
Ворсин Е.Г.

(73) Патентообладатель(и):

Ивановский государственный  
аграрный университет,  
Гудилин Иван Иванович,  
Белин Дмитрий Павлович,  
Сердюк Леонид Николаевич,  
Ворсин Евгений Георгиевич,  
Чичин Александрович

## (54) СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ СВИННОГО НАВОЗА НА БЕЛКОВЫЙ КОРМ И БИОПЕРЕГНОЙ И УСТАНОВКА ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

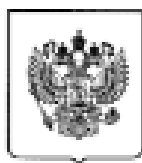
(57) Реферат:

Использование: в сельскохозяйственном машиностроении, в частности в способах и устройствах для переработки отходов животноводства. Сущность изобретения: способ предусматривает выращивание в субстрате на основе свиного навоза личинок, воздействие потоком воздуха при 30-70°C и скорости потока 0,5-2 м/с, отделение личинок из смеси по меньшей мере в два этапа, в которых толщина слоя смеси на каждом последующем этапе на 20-30% меньше толщиной слоя смеси на предыдущем этапе. В установке для осуществления этого способа между крупами установленными на конвейере лотков размещена вентиляционная система для их обдува. Днища лотков имеют перфорацию, а сами лотки установлены на конвейере с возможностью изменения угла наклона по отношению к его оси. В устройстве для отдаления личинок от полученной смеси приводной сегчатый транспортер выполнен по меньшей мере из двух сегшей, каждая из которых смещена одна относительно другой по вертикали и имеет различную скорость вращения барабана. 2 с. и 3 з. п. ф. лы, 4 ил.

# ПРИЛОЖЕНИЕ 4

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **93 203** (13) U1



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(51) МПК  
[A01C 3/02 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Сила ус. на действие (последний измененный статус): 17.01.2013)

(21)(22) Заявка: [2009105383/22](#), 16.02.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.02.2009

(45) Опубликовано: [27.04.2010](#) Бюл. № 12

Адрес для переписки:

350020, г.Краснодар, ул. Гагарина, 29, ГНУ  
"ВНИИТИ ремонта и эксплуатации  
машинно-тракторного парка"  
Российская академия наук, Северо-Кавказский  
научно-технический центр ГОСНИИТ

(72) Автор(ы):

Леднев Николай Павлович (RU),  
Чернышова Александра Геннадьевна  
(RU),  
Горюхов Леонид Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное научное учреждение  
"ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЕМОНТА И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
МАШИНО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА"  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГОСНИИТ (RU)

## (54) БИОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА

(57) Реферат:

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к устройствам для переработки навоза. **Биогазовая установка** содержит приемную емкость, образованную земляным валом и облицованную неподвижным теплоем из теплоизоляционного материала, края которого уложены в углубление кольцевого гидрогережителя. Емкость снабжена вертикальной и наклонной мешалками, нагрудными и выгрузными трубопроводами. Непосредственно над биомассой расположено теплоизоляционный редю перфорированный экран, края которого уложены в углубление кольцевого гидрогережителя. Газовый коллектор(газгольдер) **установки** выполнен из полимерного материала, края которого закручены в виде кольцевого накопителя балластной воды и уложены в углубление кольцевого гидрогережителя.

По поверхности газгольдера крестообразно уложены спиральные ванты, на концах которых закреплены металлические наконечники с отверстиями, а в середине они скреплены друг с другом центрующей платой через отверстия металлических наконечников вбиты в грунт вокруг приемной емкости фиксирующие костыли, удерживающие газовый коллектор от сброса его ветром с углубления гидрогережителя. Кольцевой накопитель оснащен заливаемой и сливаемой трубопроводами и системой подогрева балластной воды. Кольцевой гидрогережитель заполнен водой. В дне емкости установлена дренажная труба. Емкость является одновременно навозителем для хранения навоза и реактором для получения биогаза и качественного экологически чистого удобрения.

