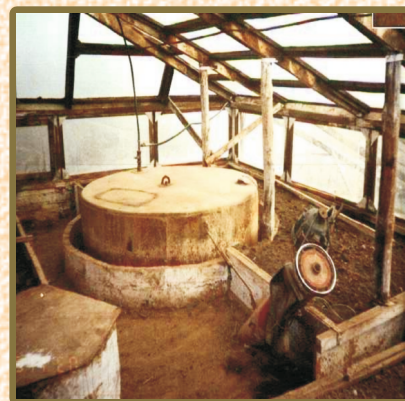
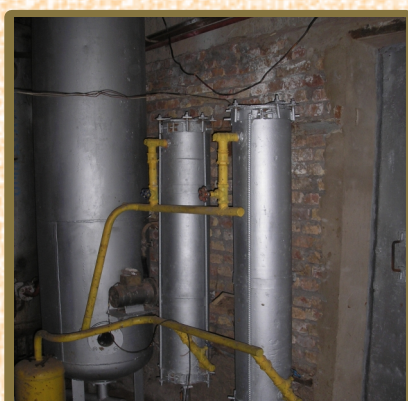




ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ ПРОГРАММА
«Окружающая среда и устойчивое управление
природными ресурсами, включая энергию»

ПРОЕКТ ПО ВНЕДРЕНИЮ МИКРО ГЭС И
БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

РУКОВОДСТВО по биогазовым технологиям



South Denmark European Office
Det Syddanske Bruxelles-kontor



UNIVERSITY OF SOUTHERN DENMARK

ЕВРОПЕЙСКАЯ КОМИССИЯ
ПРОГРАММА «ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ, ВКЛЮЧАЯ ЭНЕРГИЮ»

ПРОЕКТ ПО ВНЕДРЕНИЮ МИКРО ГЭС И БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

А.Г. ВЕДЕНЕВ, Т.А. ВЕДЕНЕВА

РУКОВОДСТВО по биогазовым технологиям

Эксперты:

Абасов В.С., канд.с/х.наук, зав. отделом агрохимии Кыргызского НИИ Земледелия
Некрасов В.Г., канд.тех.наук Национальной инженерной академии Республики Казахстан,
Маслов А.Н., инженер-технолог ОФ «Флюид».

Общая редакция:

Родина Е.М., канд.тех.наук, зав. кафедрой устойчивого развития окружающей среды и безопасности жизнедеятельности КРСУ.

В 27 Веденев А.Г, Веденева Т.А. -Б.:

Руководство по биогазовым технологиям. – “ДЭМИ”, 2011.-84с.

ISBN 978-9967-26-205-8

Руководство по биогазовым технологиям, впервые было издано в 2006 году по заказу проекта ПРООН «Институциональное усиление и построение возможностей для устойчивого развития» (С сентября 2007 г Программа ПРООН «Охрана окружающей среды для устойчивого развития») и Программы Малых Грантов Глобального Экологического Фонда (ПМГ/ГЭФ) ПРООН в Кыргызской Республике в рамках проекта «Повышение потенциала применения биогазовых установок в Кыргызстане».

Предлагаемое Вашему вниманию обновленное Руководство было переработано и дополнено в рамках проекта Европейской Комиссии по внедрению микро ГЭС и биогазовых технологий в Кыргызской Республике» в 2010 году. Целью переиздания является отражение нового опыта и результатов практического применения биогазовых технологий, как в Кыргызстане, так и других странах с развитыми технологиями переработки биомассы. Публикация нового Руководства была также поддержана Японским агентством по международному сотрудничеству (JICA).

В руководстве приводятся примеры различных конструкций биогазовых установок, критерии их выбора и схемы, нормы эксплуатации и обслуживания, имеющиеся в других странах, а также работающие в условиях Кыргызстана.

Описываются особенности различного сырья и условия его переработки для получения биогаза и биоудобрений, использование биогаза в различных газовых приборах, производства электроэнергии, методы применения биоудобрений при выращивании сельскохозяйственных культур и в качестве кормовых добавок для животных.

Приводится оценка выгоды внедрения биогазовых технологий с экономической и экологической точки зрения на уровне фермерских хозяйств и на государственном уровне.

Для желающих построить биогазовую установку своими силами даны рекомендации и подробная спецификация на материалы и оборудование.

Руководство адресовано широкому кругу читателей: руководителям, сотрудникам НИИ и государственных учреждений, студентам учебных заведений, предпринимателям в области сельского хозяйства и фермерам.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Часть 1. Основы биогазовых технологий.....	6
Что такое биогазовая установка.....	6
Выгоды применения биогазовых технологий.....	6
Подробнее о биогазе.....	7
Биологический процесс брожения.....	7
О биоудобрениях.....	8
Часть 2. Состав сырья и параметры его переработки.....	12
Микробиология.....	12
Параметры и оптимизация процесса сбраживания.....	12
Поддержка анаэробных условий в реакторе.....	13
Соблюдение температурного режима.....	13
Питательные вещества.....	14
Время сбраживания.....	14
Кисотно-щелочной баланс.....	14
Соотношение содержания углерода и азота.....	15
Выбор влажности сырья.....	15
Регулярное перемешивание.....	16
Ингибиторы процесса.....	16
Типы сырья.....	17
Выход газа и содержание метана.....	18
Состав сырья.....	19
Часть 3. Биогазовые установки.....	21
Распространенные типы биогазовых установок.....	21
Биогазовые установки Кыргызстана.....	24
Строительство биогазовой установки.....	27
Выбор размера реактора.....	27
Выбор месторасположения установки.....	29
Выбор конструкции биогазовой установки.....	29
Реактор.....	29
Системы загрузки и выгрузки сырья.....	32
Системы сбора биогаза.....	33
Газгольдеры.....	35
Системы перемешивания.....	35
Системы подогрева сырья.....	37
Типы установок, рекомендуемых для внедрения в Кыргызстане.....	38
Эксплуатация биогазовых установок.....	43
Ежедневные операции.....	44
Еженедельные и ежемесячные операции.....	45
Ежегодные операции.....	45
Техника безопасности.....	45
Техническое обслуживание, мониторинг и ремонт.....	46
Часть 4. Использование продуктов биогазовых технологий.....	49
Использование биогаза.....	49
Газовые горелки.....	49
Двигатели, работающие на биогазе.....	51
Эффективность использования биогаза.....	52
Использование биоудобрений.....	52
Эффективность воздействия биоудобрений на растения.....	53
Внесение биоудобрений.....	57
Кормовая добавка.....	57
Хранение биоудобрений.....	58
Оборудование для внесения биоудобрений.....	59
Часть 5. Экономическая оценка биогазовых технологий.....	61
Цели внедрения биогазовых технологий.....	61
Выгоды для индивидуальных хозяйств.....	61
Энергия.....	61
Биоудобрения.....	62
Стоимость биогазовой установки.....	63

Экономическая выгода биогazовой установки.....	64
Метод минимальных ежегодных доходов.....	65
Макроэкономическая оценка	67
Энергетика и сельское хозяйство.....	67
Окружающая среда.....	69
Здравоохранение	69
Занятость	70
Социальная политика	70
Внедрение биогazовых технологий в Кыргызстане.....	70
Глобальные экологические выгоды биогazовых технологий.....	72

Часть 6. Юридические аспекты совместного (коллективного)

строительства и эксплуатации БГУ.....	74
Виды объединения граждан для приобретения БГУ.....	74
Образование юридического лица.....	75
Нахождение БГУ в общей (долевой) собственности нескольких граждан.....	79

ЛИТЕРАТУРА.....	82
-----------------	----

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство Кыргызстана продолжает испытывать большие трудности, связанные с низким плодородием земель, растущими ценами на топливо и удобрения, ухудшающимся состоянием окружающей среды и общей бедностью сельского населения, в настоящий момент усугубляющиеся энергетическим кризисом. Выходом из замкнутого круга этих проблем может стать внедрение в хозяйства биогазовых технологий.

Биогаз, получаемый при переработке сельскохозяйственных отходов: навоза животных, огородной ботвы, сорной растительности и пищевых отходов на биогазовых установках, можно использовать в любых бытовых газовых приборах, а переработанное сырье представляет собой высокоэффективные органические биоудобрения, применение которых способно увеличить продуктивность земель на 10-30%.

В настоящее время накоплен значительный материал по внедрению технологий анаэробной переработки сельскохозяйственных отходов и использования биогаза и удобрений, получаемых из сельскохозяйственных отходов. Аналогичный опыт есть и в Кыргызстане, где первые экспериментальные установки были созданы в 1980-е годы в Национальной Академии Наук.

В последние годы, в результате инициативы фермеров, ряда частных предприятий и неправительственных организаций, а также поддержки международных организаций и программ (Европейская Комиссия ПРООН, Немецкое общество технического сотрудничества, Японское агентство по международному сотрудничеству, Программа Малых Грантов Глобального Экологического Фонда) интерес к биогазовым установкам значительно возрос.

В настоящей публикации приводятся различные конструкции и список составных частей биогазовых установок, критерии их выбора для нужд хозяйства, а также нормы эксплуатации и обслуживания, необходимого для успешного функционирования установок, которое может быть применено для всех желающих установить это устройство у себя в хозяйстве. Описываются и оцениваются наиболее распространенные конструкции установок, включая установки, уже построенные в Кыргызстане, а также приводятся рекомендации по выбору наиболее подходящих для условий Республики установок.

Описываются способы использования продуктов анаэробной переработки сырья - биогаза и биоудобрений, экономические и экологические выгоды их использования, стоимость и сроки окупаемости биогазовых установок.

В заключении приводится перечень организаций и консультантов по производству биогазовых установок в Кыргызстане, России, Казахстане, Украине и Белоруссии, а также список действующих биогазовых установок в Кыргызской Республике.

Авторы выражают особую благодарность местным экспертам и специалистам, чьи данные и разработки были использованы при составлении руководства. В руководство также вошли материалы из различных Интернет-источников.

Что такое биогазовая установка?

Биогазовая установка, как правило, представляет собой герметически закрытую емкость, в которой при определенной температуре происходит сбраживание органической массы отходов, сточных вод и т.п. с образованием биогаза.

Принцип работы всех биогазовых установок одинаков: после сбора и подготовки сырья, заключающейся в доведении его до нужной влажности в специальной емкости, оно подается в реактор, где создаются условия для оптимизации процесса переработки сырья.

Сам процесс получения биогаза и биоудобрения из сырья называют ферментацией или сбраживанием. Сбраживание сырья производится за счет жизнедеятельности особых бактерий. Во время сбраживания на поверхности сырья появляется корка, которую нужно разрушать, перемешивая сырье. Перемешивание осуществляется вручную или при помощи специальных устройств внутри реактора и способствует высвобождению образовавшегося биогаза из сырья.

Полученный биогаз, после очистки, собирается и хранится до времени использования в газгольдере. От газгольдера к месту использования в бытовых или других приборах биогаз проводят по газовым трубам. Переработанное в реакторе биогазовой установки сырье, превратившееся в биоудобрения, выгружается через выгрузное отверстие и вносится в почву или используется как кормовая добавка для животных.



Рис. 1. Схема переработки органических отходов на биогазовых установках

Оптимизация процесса переработки сырья

Условия, необходимые для переработки органических отходов внутри реактора биогазовой установки, кроме соблюдения бескислородного режима, включают:

- Соблюдение температурного режима;
- Доступность питательных веществ для бактерий;
- Выбор правильного времени сбраживания и своевременная загрузка и выгрузка сырья;
- Соблюдение кислотно-щелочного баланса;
- Соблюдение соотношения содержания углерода и азота;
- Правильную пропорцию твердых частиц в сырье и перемешивание;
- Отсутствие ингибиторов процесса.

Типы биогазовых установок

Существует много различных конструкций биогазовых установок. Их различают по методу загрузки сырья, по внешнему виду и по составным частям конструкции и материалам, из которых они сооружаются.

По **методу загрузки** сырья выделяют установки порционной и непрерывной загрузки, которые отличаются временем сбраживания и регулярностью загрузки сырья. Наиболее эффективными с точки зрения выработки биогаза и получения биоудобрений являются установки непрерывной загрузки.

По **внешнему виду** установки различаются в зависимости от способа накопления и хранения биогаза. Газ может собираться в верхней твердой части реактора, под гибким куполом или в специальном газгольдере, плавающем или стоящем отдельно от реактора.

Выгоды применения биогазовых технологий ²²

Хорошо функционирующая биогазовая установка приносит ряд преимуществ ее владельцу, обществу и окружающей среде в целом:

Экономия денег:

- Экономятся деньги, ранее затрачиваемые на топливо и электроэнергию.
- Экономятся деньги, затрачиваемые на покупку удобрений и гербицидов.

Возможность получения дополнительных денег:

- Вы можете продать биогаз и биоудобрения.
- Вы получаете дополнительные деньги при повышении урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур за счет применения биоудобрений.
- Вы получаете дополнительные деньги при выращивании животных и птицы за счет кормовых добавок из переработанного сырья.

Быстрая окупаемость установок:

- Биогазовая установка с подогревом сырья любой мощности окупается примерно за год эксплуатации.
- Уменьшается риск респираторных и глазных заболеваний за счет очистки воздуха в результате сокращения объемов органических отходов в местах их складирования.
- Улучшается эпидемиологическая обстановка в результате гибели части микроорганизмов, содержащихся в отходах, в биореакторе.
- Улучшается здоровье за счет получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции при использовании экологически чистых удобрений.

Экономия времени, места и женского труда:

- Экономится время, затрачиваемое на обслуживание печи по сравнению с обслуживанием печей использующих уголь, дрова и т.п.
- Экономится время, затрачиваемое ранее на сбор, транспортировку, сушку топлива и место, занимаемое топливом – кизяком, углем, дровами и т.д.
- Экономится время при использовании биоудобрений, затрачиваемое на прополку сорняков, вносимых с обычным навозом, так как их семена погибают в процессе сбраживания в реакторе биогазовой установки.

Экологические выгоды:

- Уменьшение выброса в атмосферу метана (парниковый газ), образуемого при хранении навоза под открытым небом.
- Уменьшение выброса углекислого газа и продуктов сгорания угля, дров и других видов топлива.
- Уменьшение загрязнения воздуха азотистыми соединениями, имеющими неприятный запах.
- Уменьшение загрязнения водных ресурсов навозными стоками.
- Сохранение лесов от вырубки.
- Уменьшение использования химических удобрений.

Подробнее о биогазе

Биогаз образуется с помощью бактерий в процессе разложения органического материала при анаэробных (без доступа воздуха) условиях и представляет собой смесь метана и других газов в следующих пропорциях:

Таблица 1

СОСТАВ БИОГАЗА¹³

Газ	Химическая формула	Объем
Метан	CH ₄	40 -70%
Углекислый газ	CO ₂	30 -60%
Другие газы:		1 -5%
Водород	H ₂	0 -1%
Сероводород	H ₂ S	0 -3%

Теплотворная способность одного кубометра биогаза составляет в зависимости от содержания метана, 20-25 МДЖ/ м³, что эквивалентно сгоранию 0,6 – 0,8 литра бензина; 1,3 - 1,7 кг дров или использованию 5 - 7 кВт электроэнергии¹³.

Биологический процесс брожения

В процессе сбраживания сырья в биогазовых установках бактерии, производящие метан, разлагают органическое вещество и возвращают продукты разложения в виде биогаза и других компонентов в окружающую среду. Знание процесса сбраживания необходимо для выбора конструкции, строительства и эксплуатации биогазовых установок.

Состав сырья и производство биогаза

В принципе, все органические вещества подвержены процессам брожения и разложения. Однако в простых биогазовых установках предпочтительно перерабатывать только однородные и жидкие органические отходы: экскременты и урину скота, свиней и птиц, человеческие фекалии.

В более сложных биогазовых установках можно перерабатывать и другие виды органических отходов – растительные остатки и твердые мусорные отходы. Объем вырабатываемого биогаза зависит от типа используемого сырья и температуры процесса сбраживания.

Использование биогаза

Биогаз может быть использован в любых газовых приборах, так же, как используется природный газ. Наиболее эффективным является использование биогаза для приготовления пищи, обогрева помещений, выработки электроэнергии и заправки автомобилей.

О биоудобрениях

В Кыргызстане, как и во многих других развивающихся странах, существует прямая связь между проблемой удобрений и деградацией земель, а так же проблемой вырубки лесов из-за высокого спроса на дрова. В сельской местности часто сжигают высушенный навоз (кизьяк) и органические отходы для приготовления пищи и обогрева жилых помещений.

Такое использование органических отходов является причиной значительных потерь растительных питательных веществ, в которых так нуждается сельское хозяйство для поддержки плодородия почв. Применение биогазовых технологий обеспечит максимальное использование доступных сельскому населению ресурсов: остающийся после выработки биогаза биошлам представляет собой эффективное удобрение, повышающее общее качество земель и увеличивающее урожайность.



Рис. 2. Эффект применения биоудобрений на рост пшеницы
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Особенности биоудобрений

Биоудобрение содержит ряд органических веществ, которые вносят вклад в увеличение проницаемости и гигроскопичности почвы, в то же время, предотвращая эрозию и улучшая общие почвенные условия. Органические вещества также являются базой для развития микроорганизмов, которые переводят питательные вещества в форму, которая легко может быть усвоена растениями. Практика показывает, что урожайность растений при применении биоудобрений значительно повышается.

История развития биогазовых технологий

Отдельные случаи использования примитивных биогазовых технологий были зафиксированы в Китае, Индии, Ассирии и Персии, начиная с XVII века до нашей эры. Однако систематические научные исследования биогаза начались только в XVIII веке нашей эры, спустя почти 3,5 тысячи лет.

В 1764 году Бенджамин Франклин в своем письме Джозефу Пристли описал эксперимент, в ходе которого он смог поджечь поверхность мелкого заболоченного озера в Нью-Джерси, США.

Первое научное обоснование образования воспламеняющихся газов в болотах и озерных отложениях дал Александр Вольта в 1776 г., установив наличие метана в болотном газе. После открытия химической формулы метана Дальтоном в 1804 году, европейскими учеными были сделаны первые шаги в исследованиях практического применения биогаза²³.

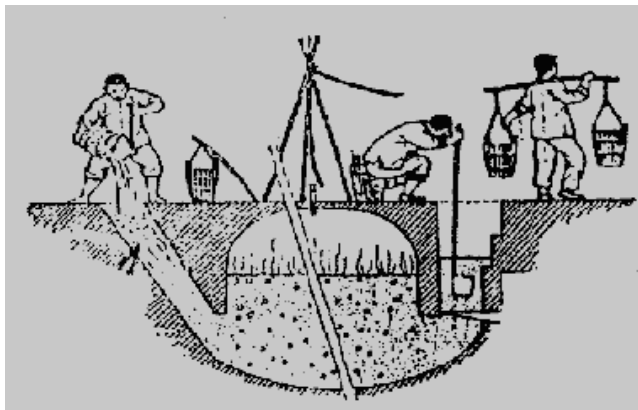


Рис. 3. Простейшая китайская установка
Источник: Ю. Калмыкова, А. Герман, В. Жирков
«Проект Биогаз», Карагандинский экологический музей, 2005

Свой вклад в изучение образования биогаза внесли и российские ученые. Влияние температуры на количество выделяемого газа изучил Попов в 1875 году. Он выяснил, что речные отложения начинают выделять биогаз при температуре около 6° С. С увеличением температуры до 50° С, количество выделяемого газа значительно увеличивалось, не меняясь по составу - 65% метана, 30% углекислого газа, 1% сероводорода и незначительное количество азота, кислорода, водорода и закиси углерода. В.Л. Омелянский детально исследовал природу анаэробного брожения и участвующие в нем бактерии¹⁹.

Вскоре после этого, в 1881 году, начались опыты европейских ученых по использованию биогаза для обогрева помещений и освещения улиц. Начиная с 1895 года, уличные фонари в одном из районов города Эксетер снабжались газом, который получался в результате брожения сточных вод и собирался в закрытые емкости²³. Двумя годами позже появилось сообщение о получении биогаза в Бомбее, где газ собирался в коллектор и использовался в качестве моторного топлива в различных двигателях.

В начале XX века были продолжены исследования в области повышения количества биогаза путем увеличения температуры брожения. Немецкие ученые Имхофф и Бланк в 1914-1921 гг. запатентовали ряд нововведений, которые заключались во введении постоянного подогрева емкостей. В период Первой Мировой Войны началось распространение биогазовых установок по Европе, связанное с дефицитом топлива. Хозяйства, где имелись такие установки, находились в более благоприятных условиях, хотя установки были еще несовершенные и в них использовались далеко не оптимальные режимы.

Одним из важнейших научных шагов в истории развития биогазовых технологий являются успешные эксперименты Бусвелла по комбинированию различных видов органических отходов с навозом в качестве сырья в 30-х годах XX столетия²³.

Первый крупномасштабный завод по производству биогаза был построен в 1911 году в английском городе Бирмингеме и использовался для обеззараживания осадка сточных вод этого города. Вырабатываемый биогаз использовался для производства электроэнергии. Таким образом, английские ученые являются пионерами практического применения новой технологии. Уже к 1920 году они разработали несколько типов установок для переработки сточных вод. Первая биогазовая установка для переработки твердых отходов объемом 10 м³ была разработана Исманом и Дюселье и построена в Алжире в 1938 году¹⁹.

В годы Второй Мировой Войны, когда энергоносителей катастрофически не хватало, в Германии и Франции был сделан акцент на получение биогаза из отходов сельскохозяйственного производства, главным образом, навоза животных. Во Франции к середине 40-х годов эксплуатировалось около 2 тыс. биогазовых установок для переработки навоза. Вполне естественно, этот опыт распространялся на соседние страны. В Венгрии существовали фабрики для производства биогаза. Это отмечают солдаты Советской Армии, в основном, выходцы из сельских районов СССР, освобождавшие Венгрию от немецких войск и удивлявшиеся, что в крестьянских хозяйствах навоз скота не лежал в кучах, а загружался в закрытые емкости, откуда получали горючий газ¹⁹.

Европейские установки довоенного периода не выдержали конкуренции в послевоенное время со стороны дешевых энергоносителей (жидкое топливо, природный газ, электроэнергия) и были демонтированы. Новым импульсом для их развития на новой основе стал энергетический кризис 70-х годов, когда началось стихийное внедрение биогазовых установок в странах юго-восточной Азии. Высокая плотность населения и интенсивное использование всех пригодных для возделывания сельскохозяйственных культур площадей земли, а также достаточно теплый климат, необходимый для использования биогазовых установок в самом простом варианте без искусственного подогрева сырья легли в основу различных национальных и международных программ по внедрению биогазовых технологий.

Сегодня биогазовые технологии стали стандартом очистки сточных вод и переработки сельскохозяйственных и твердых отходов и используются в большинстве стран мира.

Развитые страны

В большинстве развитых стран переработка органических отходов в биогазовых установках чаще используется для производства теплоты и электричества. Производимая таким образом энергия составляет около 3-4% всей потребляемой энергии в европейских странах. В Финляндии, Швеции и Австрии, которые поощряют использование энергии биомассы на государственном уровне, доля энергии биомассы достигает 15-20% от всей потребляемой энергии²⁴.

Использование электроэнергии и тепла, производимого с помощью анаэробной переработки биомассы в Европе сосредоточено, в основном, в Австрии, Финляндии, Германии, Дании и Великобритании. В Германии на настоящий момент насчитывается около 2000 больших установок анаэробного сбраживания. Количество биогазовых установок с объемами реакторов более 2000 м³ каждая в Австрии составляет в настоящее время более 120, около 25 установок находятся в стадии планирования и постройки⁷.

На рисунке 4 показана промышленная установка в городке Риббе, которая ежегодно перерабатывает 164 тыс. тонн биомассы и производит 5.5 млн. м³ биогаза, который продает ТЭЦу соседнего городка для отопления

и выработки электричества. Навоз ежедневно поставляют фермеры, которые действуют на основании договора и заинтересованы в получении уже переработанного навоза, в виде биоудобрений.

Высокая степень развития рынка биогазовых технологий может быть найдена в сферах муниципальной утилизации сточных вод, очистке промышленных сточных вод и утилизации сельскохозяйственных отходов. В Швеции, энергия биомассы предоставляет 50% необходимой тепловой энергии. В Англии, на родине первого промышленного биогазового реактора, с помощью биогаза еще в 1990 г. удалось покрыть все энергозатраты в сельском хозяйстве. В Лондоне действует один из крупнейших в мире комплексов по переработке бытовых сточных вод.

В 30-е годы опыт Европы был перенесен в США. Биогазовая установка по переработке животноводческих отходов была построена в 1939 году и успешно работала в течение более, чем 30 лет. В 1954 г. Был построен первый завод по переработке коммунальных отходов с получением биогаза в Форт-Додже, Штат Айова, США. Биогаз подавался на двигатель внутреннего сгорания для выработки электроэнергии при мощности электрогенератора 175 кВт. Сейчас, в США насчитывается несколько сотен крупных биогазовых установок, перерабатывающих отходы животноводства и тысячи установок, утилизирующих городские сточные воды¹⁹. Биогаз используется, в основном, для получения электричества, отопления домов и теплиц.

Увеличивающиеся выбросы парниковых газов, увеличение потребления воды и ее загрязнения, снижающееся плодородие земель, неэффективная утилизация отходов и растущие проблемы с обезлесиванием являются частями неустойчивой системы использования природных ресурсов по всему миру. Биогазовые технологии являются одним из важных компонентов в цепи мер по борьбе с вышеуказанными проблемами. Прогноз роста вклада биомассы как источника возобновляемой энергии в мире предполагает достижение 23,8% от общего потребления энергии к 2040 году, а к 2010 страны ЕС планируют увеличить этот вклад до 12%.

Развивающиеся страны

Доля энергии, получаемой из биомассы в развивающихся странах, составляет около 30-40% от всей потребляемой энергии, а в некоторых странах (в основном, в Африке) достигает 90%²⁴.

Среди развивающихся стран распространено производство энергии и тепла с помощью переработки отходов на небольших биогазовых установках. Около 16 миллионов хозяйств по всему миру используют энергию для освещения, обогрева и приготовления пищи, производимую в биогазовых установках. Это включает 12 миллионов хозяйств в Китае, 3,7 миллионов хозяйств в Индии и 140 тысяч хозяйств в Непале²⁵.

В сельских районах Китая в настоящее время более 50 миллионов человек пользуются биогазом в качестве топлива. Типичная биогазовая установка имеет объем реактора около 6-8 м³, производит 300 м³ биогаза в год, работая ежегодно от 3 до 8 месяцев, и стоит около \$200–250, в зависимости от провинции. Большинство установок очень просты и после определенного обучения фермеры строят и эксплуатируют установки самостоятельно. С 2002 года правительство Китая выделяет ежегодно около 200 миллионов долларов на поддержку строительства биогазовых установок. Дотация на каждую установку равняется примерно 50% средней стоимости. Таким образом, правительство добилось годового роста количества биогазовых установок до 1 миллиона в год²⁴. На промышленной основе в Китае работают несколько тысяч средних и крупных установок и планируется увеличение их количества.

В Индии, развитие простых биогазовых установок для сельских усадеб началось в 50-х годах XX века. На сегодняшний день, в Индии работает около 3,7 миллионов биогазовых установок. Министерство нетради-



Рис.4. Промышленная биогазовая установка в Дании

Фото: А. Шаршеева, 2010



Рис.5. Баллонная установка в Кот-д'Ивуаре

Источник: AT Information: Biogas, GTZ (ISAT), Eshborn, Deutschland, 1996

ционных источников энергии Индии занималось внедрением биогазовых установок с 1980 годов и предоставляло субсидии и финансирование для строительства и эксплуатации биогазовых установок, обучение фермеров, открытие и работу сервисных центров.

Газификация и производство тепловой энергии на биогазовых установках является растущей отраслью во многих развивающихся странах. На Филиппинах, биогазовые установки производят газ для работы моторов, которые мельют рис и работают на ирригацию с 1980 годов. Использование биогаза маленькими коммерческими компаниями в Индии, Индонезии, Шри-Ланке (например, в текстильной индустрии или для просушки специй, кирпичей, резины) окупалось менее чем за сезон.

СССР, СНГ и Кыргызстан

В СССР научные основы метанового брожения исследовались, начиная с 40-х годов XX века. На протяжении существования СССР, в теоретических исследованиях участвовали институты системы Академии Наук, а прикладные исследования проводились в Академии коммунального хозяйства им. Панфилова и исследовательских и проектных института сельскохозяйственного направления, таких как: Всесоюзный институт электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ), Украинский научно-исследовательский и проектный институт агропромышленного комплекса (УкрНИИгипросельхоз) и других¹⁹.

Главным центром по разработке конструкций отечественных биогазовых установок (а также прочих машин для переработки отходов аграрного производства) был Запорожский конструкторско-технологический институт сельскохозяйственного машиностроения (КТИСМ). Собранные учеными данные легли в основу создания нескольких лабораторных и опытных установок, однако до государственных приемочных испытаний была допущена только одна конструкция – КОБОС-1.

Установка КОБОС-1 была успешно испытана на базе опытной молочной фермы-лаборатории и одобрена для серийного выпуска на заводе в г. Шумихе Курганской области (Северный Урал). Она строилась по программе освоения технологии анаэробной переработки отходов как вариант серийных установок для животноводческих хозяйств средней величины – молочно-товарных ферм на 400 голов молочных коров или некрупных свиноводческих хозяйств на 4000 свиней.

Завод выпустил 10 комплектов оборудования, однако после распада СССР финансирование прекратилось. Из 10 выпущенных установок три были распределены на Украине и в Белоруссии, пять – были отправлены в Среднюю Азию (две из которых – в Кыргызстан), две – в Россию. Но внедрена была только 1 из них – на ферме крупного рогатого скота в Каменецком районе Брестской области Белоруссии. Установка перерабатывает 50 м³ навоза и производит 400...500 м³ биогаза в сутки.

Одна из попавших в Кыргызстан установок была переоборудована ОФ «Флюид» Ассоциации «Фермер» и установлена на базе свинокомплекса ОсОО «БЕКПР» на 4000 голов, в селе Лебединовка Чуйской области в 2003 году, другая используется в качестве водосборника в частном хозяйстве Ошской области.



Рис. 6. Установка в ОсОО «БЕКПР»

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

ЧАСТЬ 2. СОСТАВ СЫРЬЯ И ПАРАМЕТРЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

МИКРОБИОЛОГИЯ⁸

Получение биогаза и биоудобрений из органических отходов основано на свойстве отходов выделять биогаз при разложении в анаэробных, т.е. безкислородных условиях. Этот процесс называется метановое сбраживание и происходит в три этапа в результате разложения органических веществ двумя основными группами микроорганизмов – кислотными и метановыми.

Три этапа производства биогаза

Процесс производства биогаза может быть разделен на три стадии: гидролиз, окисление и образование метана. В этом сложном комплексе превращений участвует множество микроорганизмов, главными из которых являются **метанообразующие бактерии**, три вида которых показаны на Рис. 8.

Гидролиз

На первом этапе, (гидролиз), органическое вещество ферментируется внешне внеклеточными ферментами (клетчатка, амилаза, протеаза и липаза) микроорганизмов. Бактерии разлагают длинные цепочки сложных углеводов, протеины и липиды – в более короткие цепочки.

Сбраживание

Кислотопродуцирующие бактерии, которые принимают участие во втором этапе образования биогаза, расщепляют сложные органические соединения (клетчатку, белки, жиры и др.) в более простые. При этом в сбраживаемой среде появляются первичные продукты брожения — летучие жирные кислоты, низшие спирты, водород, окись углерода, уксусная и муравьиная кислоты и др. Эти органические вещества являются источником питания для метанообразующих бактерий, которые превращают органические кислоты в биогаз.

Образование метана

Метанопродуцирующие бактерии, вовлеченные на третьем этапе, разлагают образования с низким молекулярным весом. Они утилизируют водород, углекислоту и уксусную кислоту. В естественных условиях, метанообразующие бактерии существуют при наличии анаэробных условий, например, под водой, в болотах. Они очень чувствительны к изменениям окружающей среды, поэтому от условий, которые создаются для жизнедеятельности метанообразующих бактерий, зависит интенсивность газовыделения.

Симбиоз бактерий

Метано- и кислотообразующие бактерии взаимодействуют в симбиозе. С одной стороны, кислотообразующие бактерии создают атмосферу с идеальными параметрами для метанообразующих бактерий (анаэробные условия, химические структуры с низким молекулярным весом). С другой стороны, метанообразующие микроорганизмы используют промежуточные соединения кислотопродуцирующих бактерий. Если бы не происходило этого взаимодействия, в реакторе развились бы неподходящие условия для деятельности обоих типов микроорганизмов.

Параметры и оптимизация процесса сбраживания

Кислотообразующие и метанообразующие бактерии встречаются в природе повсеместно, в частности в экскрементах животных. Например, в пищеварительной системе крупного рогатого скота содержится полный набор микроорганизмов, необходимых для сбраживания навоза, а сам процесс метанового брожения начинается еще в кишечнике. Поэтому навоз КРС часто применяют в качестве сырья, загружаемого в новый реактор, где для начала процесса сбраживания достаточно обеспечить следующие условия:

- Поддержка анаэробных условий в реакторе;
- Соблюдение температурного режима;
- Доступность питательных веществ для бактерий;

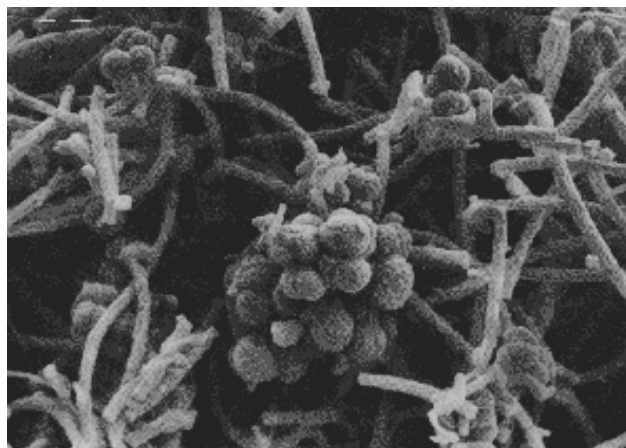


Рис.8. Три вида метановых бактерий

Источник: AT Information: Biogas, GTZ project Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), Eshborn, Deutschland, 1996

- Выбор правильного времени сбраживания и своевременная загрузка и выгрузка сырья;
- Соблюдение кислотно-щелочного баланса;
- Соблюдение соотношения содержания углерода и азота;
- Выбор правильной влажности сырья;
- Регулярное перемешивание;
- Отсутствие ингибиторов процесса.

На каждый из различных типов бактерий, участвующих в трех стадиях метанообразования, эти параметры влияют по-разному. Существует также тесная взаимозависимость между параметрами (например, выбор времени сбраживания зависит от температурного режима), поэтому сложно определить точное влияние каждого фактора на количество образующегося биогаза.

Поддержка анаэробных условий в реакторе

Жизнедеятельность метанообразующих бактерий возможна только при отсутствии кислорода в реакторе биогазовой установки, поэтому нужно следить за герметичностью реактора и отсутствием доступа в реактор кислорода.

Соблюдение температурного режима

Температурные рамки процесса сбраживания

Поддержка оптимальной температуры является одним из важнейших факторов процесса сбраживания. В природных условиях образование биогаза происходит при температурах от 0°C до 97°C¹⁹, но с учетом оптимизации процесса переработки органических отходов для получения биогаза и биоудобрений выделяют 3 температурных режима:

- Психофильный температурный режим определяется температурами до 20 - 25°C,
- Мезофильный температурный режим определяется температурами от 25°C до 40°C и
- Термофильный температурный режим определяется температурами свыше 40°C.

Минимальная средняя температура

Степень бактериологического производства метана увеличивается с увеличением температуры. Но, так как количество свободного аммиака тоже увеличивается с ростом температуры, процесс сбраживания может замедлиться. В среднем, биогазовые установки без подогрева реактора демонстрируют удовлетворительную производительность только при среднегодовой температуре около 20°C или выше, или когда средняя дневная температура достигает по меньшей мере 18°C. При средних температурах в 20-28°C производство газа непропорционально увеличивается. Если же температура биомассы менее 15°C, выход газа будет так низок, что биогазовая установка без теплоизоляции и подогрева перестает быть экономически выгодной⁸.

Оптимальная температура сырья

Сведения относительно оптимального температурного режима различны для разных видов сырья, но на основании эмпирических данных установок ОФ «Флюид», работающих в Кыргызстане на смешанном навозе КРС, свиней и птиц, оптимальной температурой для **мезофильного** температурного режима является **36 - 38°C**, а для **термофильного** **52 - 55 °C**. Психофильный температурный режим соблюдается в установках без подогрева, в которых отсутствует контроль за температурой. Наиболее интенсивное выделение биогаза в психофильном режиме происходит при **23° C**.

Изменения температуры сырья

Процесс биометанаации очень чувствителен к **изменениям** температуры. Степень этой чувствительности, в свою очередь, зависит от температурных рамок, в которых происходит переработка сырья. При процессе ферментации могут быть допустимы изменения температуры в пределах:

- Психофильный температурный режим: $\pm 2^{\circ} \text{C}$ в час
- Мезофильный температурный режим: $\pm 1^{\circ} \text{C}$ в час
- Термофильный температурный режим: $\pm 0,5^{\circ} \text{C}$ в час

Термофильный или мезофильный режим?

К преимуществам термофильного процесса сбраживания относятся: повышенная скорость разложения сырья и, следовательно, более высокий выход биогаза, а также практически полное уничтожение болезнетворных бактерий, содержащихся в сырье.

Недостатками термофильного разложения являются: большое количество энергии, требуемое на подогрев сырья в реакторе, чувствительность процесса сбраживания к минимальным изменениям температуры и несколько более низкое качество получаемых биоудобрений.

При мезофильном режиме сбраживания сохраняется высокий аминокислотный состав биоудобрений, но обеззараживание сырья не такое полное, как при термофильном режиме.

Питательные вещества

Для роста и жизнедеятельности метановых бактерий необходимо наличие в сырье органических и минеральных питательных веществ. В дополнение к углероду и водороду, создание биоудобрений требует достаточного количества азота, серы, фосфора, калия, кальция и магния и некоторого количества микроэлементов - железа, марганца, молибдена, цинка, кобальта, селена, вольфрама, никеля и других. Обычное органическое сырье - навоз животных содержит достаточное количество вышеупомянутых элементов.

Время сбраживания

Оптимальное время сбраживания зависит от дозы загрузки реактора и температуры процесса сбраживания. Если время сбраживания выбрано слишком коротким, при выгрузке сброженной биомассы бактерии из реактора вымываются быстрее, чем могут размножиться и процесс ферментации практически останавливается. Слишком продолжительное выдерживание сырья в реакторе не отвечает задачам получения наибольшего количества биогаза и биоудобрений за определенный промежуток времени.

Время оборота реактора

При определении оптимальной продолжительности сбраживания пользуются термином «время оборота реактора». Время оборота реактора – это то время, в течение которого свежее сырье, загруженное в реактор, перерабатывается, и его выгружают из реактора.

Для систем с непрерывной загрузкой среднее время сбраживания определяется отношением объема реактора к ежедневному объему загружаемого сырья. На практике, время оборота реактора выбирают в зависимости от температуры сбраживания и состава сырья в следующих интервалах:

- Психофильный температурный режим: от 30 до 40 и более суток
- Мезофильный температурный режим: от 10 до 20 суток
- Термофильный температурный режим: от 5 до 10 суток

Суточная доза загрузки сырья

Суточная доза загрузки сырья определяется временем оборота реактора и увеличивается с увеличением температуры в реакторе. Если время оборота реактора составляет 10 суток, то суточная доля загрузки будет составлять 1/10 общего объема загружаемого сырья. Если время оборота реактора составляет 20 суток, то суточная доля загрузки будет составлять 1/20 общего объема загружаемого сырья. Для установок, работающих в **термофильном** режиме, доля загрузки может составить до 1/5 общего объема загрузки реактора.

Время переработки сырья

Выбор времени сбраживания зависит также и от типа перерабатываемого сырья. Для следующих видов сырья, перерабатываемого в условиях **мезофильного** температурного режима, время, за которое выделяется наибольшая часть биогаза, равно примерно:

- Жидкий навоз КРС: 10 -15 дней
- Жидкий свиной навоз: 9 -12 дней
- Жидкий куриный помет: 10- 15 дней
- Навоз, смешанный с растительными отходами: 40-80 дней

Кислотно-щелочной баланс pH

Метанопродуцирующие бактерии лучше всего приспособлены для существования в нейтральных или слегка щелочных условиях. В процессе метанового брожения, второй этап производства биогаза является фазой активного действия кислотных бактерий. В это время уровень **pH** снижается, то есть среда становится более кислой.

Однако, при нормальном ходе процесса жизнедеятельность разных групп бактерий в реакторе проходит одинаково эффективно и кислоты перерабатываются метановыми бактериями. Оптимальное значение pH колеблется в зависимости от сырья от 6,5 до 8,5^{19, 18}.

Измерить уровень кислотно-щелочного баланса можно с помощью лакмусовой бумаги. Значения кислотно-щелочного баланса будут соответствовать цвету, приобретаемому бумагой при ее погружении в сбраживаемое сырье.

Соотношение содержания углерода и азота

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на метановое брожение, является соотношение углерода и азота в перерабатываемом сырье. Если соотношение **C/N** чрезмерно велико, то недостаток азота будет служить фактором, ограничивающим процесс метанового брожения. Если же это соотношение слишком мало, то образуется такое большое количество аммиака, что он становится токсичным для бактерий.

Микроорганизмы нуждаются как в азоте, так и в углероде для ассимиляции в их клеточную структуру. Различные эксперименты показали, выход биогаза наибольший при уровне соотношения углерода и азота **от 10 до 20**, где оптимум колеблется в зависимости от типа сырья. Для достижения высокой продукции биогаза, практикуется смешивание сырья для достижения оптимального соотношения **C/N**.

Т а б л и ц а 2

СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА И ОТНОШЕНИЕ СООТНОШЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕРОДА
И АЗОТА ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ^{18,8}

Биоферментируемый материал	Азот N [%]	Соотношение углерода и азота C/N
А. Навоз животных		
КРС	1,7 - 1,8	16,6 - 25
Куриный	3,7 – 6,3	7,3 - 9.65
Конский	2,3	25
Свиной	3,8	6,2 – 12,5
Овечий	3,8	33
Б. Отходы хозяйства		
Фекалии	6 - 7.1	6 - 10
Кухонные отходы	1.9	28.60
Шкурки картофеля	1.5	25
Капуста	3.6	12.5
Помидоры	3.3	12.5
С. Растительные сухие отходы		
Кукурузные початки	1.2	56.6
Солома зерновых	1.0	49.9
Пшеничная солома	0.5	100 - 150
Кукурузная солома	0.8	50
Овсяная солома	1.1	50
Соя	1.3	33
Люцерна	2.8	16,6 - 17
Свекольный жом	0,3 – 0,4	140 - 150
Д. Другое		
Трава	4	12
Опилки	0.1	200-500
Опавшая листва	1.0	50

Выбор правильной влажности сырья

Беспрепятственный обмен веществ в сырье является предпосылкой для высокой активности бактерий. Это возможно только в том случае, когда вязкость сырья допускает свободное движение бактерий и газовых пузырьков между жидкостью и содержащимися в ней твердыми веществами. В отходах сельскохозяйственного производства имеются разные твердые частицы.

Твердые и сухие вещества в сырье

Твердые частицы, например: песок, глина и др., обуславливают образование осадка. Более легкие материалы поднимаются на поверхность сырья и образуют корку на его поверхности. Это приводит к уменьшению газообразования. Поэтому рекомендуется тщательно измельчать перед загрузкой в реактор растительные остатки: солому, объедки и др., и стремиться к отсутствию твердых веществ в сырье.

Содержание сухих веществ определяются влажностью навоза. При влажности 70%, в сырье содержится 30% сухих веществ. Примерные значения влажности навоза и экскрементов (навоз и моча) для различных видов животных, приводятся в таблице 4.

КОЛИЧЕСТВО И ВЛАЖНОСТЬ НАВОЗА И ЭКСКРЕМЕНТОВ НА 1 ЖИВОТНОЕ¹⁸

Виды животных	Среднесуточное количество навоза, кг/сутки	Влажность навоза, [%]	Среднесуточное количество экскрементов, кг/сутки	Влажность экскрементов, [%]
КРС	36	65	55	86
Свины	4	65	5,1	86
Птица	0,16	75	0,16	75

Влажность сырья, загружаемого в реактор установки, должна быть не менее 85% в зимнее время и 92% в летнее время года. Для достижения правильной влажности сырья навоз обычно разбавляют горячей водой в количестве, определяемом по формуле: $ОВ = НЧ((В2 - В1):(100 - В2))$, где Н – количество загружаемого навоза, В1 – первоначальная влажность навоза, В2 – необходимая влажность сырья, ОВ – количество воды в литрах. В таблице приводятся необходимое количество воды для разбавления 100 кг навоза до 85% и 92% влажности.

Таблица 4

КОЛИЧЕСТВО ВОДЫ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ НЕОБХОДИМОЙ ВЛАЖНОСТИ НА 100 КГ НАВОЗА²¹

Необходимая влажность	Первоначальная влажность сырья						
	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
85%	166 литров	133 литра	100 литров	67 литров	33,5 литра	-	-
92%	400 литров	337 литров	275 литров	213 литров	150 литров	87,5 литра	25 литров

Регулярное перемешивание

Для эффективной работы биогазовой установки и поддержания стабильности процесса сбраживания сырья внутри реактора, необходимо периодическое перемешивание. Главными целями перемешивания являются:

- высвобождение произведенного биогаза;
- перемешивание свежего субстрата и популяции бактерий (прививка);
- предотвращение формирования корки и осадка;
- предотвращение участков разной температуры внутри реактора;
- обеспечение равномерного распределения популяции бактерий;
- предотвращение формирования пустот и скоплений, уменьшающих эффективную площадь реактора.

При выборе подходящего способа и метода перемешивания, нужно учитывать, что процесс сбраживания представляет собой симбиоз между различными штаммами бактерий, то есть бактерии одного вида могут питать другой вид. Когда сообщество разбивается, процесс ферментации будет непродуктивным до того, как образуется новое сообщество бактерий. Поэтому, слишком частое или продолжительное и интенсивное перемешивание вредно. Рекомендуется медленно перемешивать сырье через **каждые 4 – 6 часов**.

Ингибиторы процесса

Сбраживаемая органическая масса не должна содержать веществ (антибиотики, растворители и т. п.), отрицательно влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов. Не способствуют «работе» микроорганизмов и некоторые неорганические вещества, поэтому нельзя, например, использовать для разбавления навоза воду, оставшуюся после стирки белья синтетическими моющими средствами.

Даже если токсичные материалы не используются для производства биогаза, слишком высокая концентрация отдельных веществ или поваренной соли может задерживать рост бактерий и, следовательно, выработку биогаза. Верхний предел некоторых наиболее распространенных неорганических веществ приведен в таблице 6.

**ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ЗАДЕРЖКЕ
ДЛЯ РАСПРОСТРАНЕННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ИНГИБИТОРОВ**

Вещества, задерживающие рост бактерий либо токсичные для бактерий	Задерживают рост бактерий в концентрациях выше
Кальций (Ca^{2+})	2500-4500 мг/л
Хром (Cr^{3+})	200 мг/л I
Медь (Cu^{2+})	100 мг/л
Магний (Mg^{2+})	1000-1500 мг/л I
Марганец (Mn^{2+})	1500 мг/л
Никель (Ni^{3+})	200-500 мг/л
Нитрат (NO_3^- , рассчитанный как N)	0.05 мг/л
Калий (K^+)	2500-4500 мг/л
Натрий (Na^+)	3500-5000 мг/л
Хлорид натрия (NaCl , поваренная соль)	40,000 промилле (в весовом отношении)
Сульфат (SO_4^{2-})	5,000 промилле (в весовом отношении)

Типы сырья

Навоз КРС

Навоз КРС наиболее подходящее сырье для переработки в биогазовых установках, так как метано-производящие бактерии уже содержатся в желудке КРС. Однородность навоза КРС позволяет рекомендовать его для использования в установках непрерывного сбраживания.

Обычно свежий навоз смешивают с водой и выбирают из него непереваренную солому для предотвращения осадка и корки. Моча КРС значительно увеличивает количество вырабатываемого биогаза, поэтому рекомендуется строить фермы с бетонным полом и прямым гидросливом экскрементов в емкость для смешивания сырья.

Свиной навоз

При содержании свиней в загонах и стойлах без вымощенного покрытия (бетонное, деревянное и другое), можно использовать лишь навоз. Он должен быть разбавлен водой для достижения правильной консистенции для переработки. Разбавленный водой навоз должен отстояться в емкости для того, чтобы присутствующие в навозе песок и мелкие камни оседали и не попали в реактор. Иначе попадающий в реактор песок и земля будут скапливаться на дне реактора, и требовать частой его очистки. Также как и в случае с навозом КРС, рекомендуется строить фермы с бетонным полом и прямым сливом экскрементов в емкость для смешивания сырья.



Рис.9. Содержание свиней на ферме с бетонным полом

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Овечий и козий навоз

Для овец и коз, содержащихся без вымощенного покрытия, ситуация является схожей с описанной для свиного навоза. Так как козья ферма является практически единственным местом для сбора достаточного количества навоза, да и тогда только при условии соломенной подстилки, сырье для биогазовой установки в основном представляет собой смесь навоза и соломы. Большинство систем, перерабатывающих такое сырье работают в режиме порционной загрузки, при котором смесь навоза, соломы и воды загружается без предварительной подготовки и остается в реакторе на более продолжительный срок, чем чистый навоз.

Куриный помет

Для переработки куриного помета рекомендуется клеточное содержание птиц или установку насеста над подходящей для сбора помета площадью ограниченного размера. В случае напольного содержания птиц доля песка, опилок, соломы в помете будет слишком высока. Нужно учитывать возможные проблемы и проводить чистку реактора чаще, чем при работе с другими видами сырья.



Рис. 10. Совмещенная переработка фекалий
в биогазовой установке с. Беловодское
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Куриный помет хорошо сочетается с навозом КРС и может перерабатываться вместе с ним. При использовании чистого птичьего помета в качестве сырья существует опасность высокой концентрации аммиака. Это может привести к низкой эффективности работы установки.

Фекалии

Если фекалии перерабатываются в биогазовых установках, туалеты должны быть устроены так, что фекалии смываются малым количеством воды. Нужно убедиться, что в туалет не попадает вода из других источников, а количество смывающей воды должно быть ограничено 0,5 - 1 литром воды для предотвращения чрезмерного разбавления сырья⁸.

Выход газа и содержание метана

Выход газа обычно подсчитывается в литрах или кубических метрах на килограмм сухого вещества, содержащегося в навозе. В таблице показаны значения выхода биогаза на килограмм сухого вещества для разных видов сырья после 10-20 дней ферментации при работе установки в мезофильном режиме.

Для определения выхода биогаза из свежего сырья с помощью таблицы, сначала нужно определить влажность свежего сырья. Для этого можно высушить килограмм свежего навоза и взвесить сухой остаток. Влажность навоза в процентах можно подсчитать по формуле: $(1 - \text{вес высушенного навоза}) \cdot 100\%$.

Таблица 6

ВЫХОД БИОГАЗА И СОДЕРЖАНИЕ В НЕМ МЕТАНА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНЫХ ТИПОВ СЫРЬЯ^{18,8}

Тип сырья	Выход газа (м ³ на килограмм сухого вещества)	Содержание метана (%)
А. Навоз животных		
Навоз КРС	0,250 - 0,340	65
Свиной навоз	0,340 - 0,580	65-70
Птичий помет	0,310 - 0,620	60
Конский навоз	0,200 - 0,300	56-60
Овечий навоз	0,300 - 0,620	70
Б. Отходы хозяйства		
Сточные воды, фекалии	0,310 - 0,740	70
Овощные отходы	0,330 - 0,500	50-70
Картофельная ботва	0,280 - 0,490	60-75
Свекольная ботва	0,400-0,500	85
С. Растительные сухие отходы		
Пшеничная солома	0,200-0,300	50-60
Солома ржи	0,200-0,300	59
Ячменная солома	0,250-0,300	59
Овсяная солома	0,290-0,310	59
Кукурузная солома	0,380-0,460	59
Лен	0,360	59
Конопля	0,360	59
Свекольный жом	0,165	
Листья подсолнечника	0,300	59
Клевер	0,430-0,490	
Д. Другое		
Трава	0,280-0,630	70
Листва деревьев	0,210-0,290	58

Подсчитать какое количество свежего навоза с определенной влажностью будет соответствовать 1 кг сухого вещества можно следующим образом: от 100 отнимаем значение влажности навоза в процентах, а затем делим 100 на это значение: $100: (100\% - \text{влажность в } \%)$.

Пример 1: если вы определили, что влажность используемого в качестве сырья навоза КРС равна 85%, то 1 килограмм сухого вещества будет соответствовать $100:(100 - 85) =$ около 6,6 килограмм свежего навоза. Значит, с 6,6 килограммов свежего навоза мы получаем $0,250 - 0,320 \text{ м}^3$ биогаза, а с 1 килограмма свежего навоза КРС можно получить в 6,6 раз меньше: $0,037 - 0,048 \text{ м}^3$ биогаза.

Пример 2: Вы определили влажность свиного навоза - 80%, значит 1 килограмм сухого вещества будет равен 5 килограммам свежего свиного навоза. Из таблицы мы знаем, что 1 килограмм сухого вещества (или 5 кг свежего свиного навоза) выделяет $0,340 - 0,580 \text{ м}^3$ биогаза. Значит, 1 килограмм свежего свиного навоза выделяет $0,068 - 0,116 \text{ м}^3$ биогаза.

Примерные значения

Если известен вес суточного свежего навоза, то суточный выход биогаза в условиях Кыргызстана будет примерно следующим:

- 1 тонна навоза КРС $25\text{-}30 \text{ м}^3$ биогаза;
- 1 тонна свиного навоза $50 - 70 \text{ м}^3$ биогаза;
- 1 тонна птичьего помета $50 - 60 \text{ м}^3$ биогаза.

Нужно помнить, что примерные значения приводятся для готового сырья влажностью 85% - 92%.

Вес биогаза

Объемный вес биогаза составляет 1,2 кг на 1 м^3 , поэтому при подсчете количества получаемых удобрений необходимо вычитать его из количества перерабатываемого сырья⁸.

Для среднесуточной загрузки 55 кг сырья с одной головы КРС и дневном выходе биогаза $1,5 - 2,0 \text{ м}^3$ на голову скота, масса сырья уменьшится на 4 - 5% в процессе переработки в биогазовой установке.

Проблема корки

Если наблюдается высокий объем газа, но он недостаточно горючий, это часто означает, что на поверхности сырья в реакторе образовалась пена или корка. Если давление газа совсем низкое, это тоже может означать, что образовалась корка, блокирующая газовую трубу. Необходимо удалять корку с поверхности сырья в реакторе.

Удаление корки

Особенностью корки, которая образуется на поверхности сырья в реакторе биогазовой установки является то, что она не ломкая, но тягучая и может стать очень твердой в течение короткого периода времени. Для ее разрушения нужно поддерживать ее в увлажненном состоянии. То есть, корку можно полить сверху водой или опустить в сырье.

Сортировка сырья

Солома, трава, стебли травы и даже просто подсохший навоз всплывают на поверхность сырья, а сухие и минеральные вещества оседают на дне реактора и со временем могут закрыть выгрузочное отверстие или уменьшить рабочую площадь реактора. При правильно подготовленном сырье с не слишком высоким содержанием воды такой проблемы не возникает.

Готовое сырье

При использовании свежего навоза КРС не возникает проблемы корки. Проблемы возникают в случае, когда в сырье присутствуют твердые и не разложившиеся органические вещества. Перед строительством установки необходимо проверить корм животных и навоз на возможность переработки в реакторе. Может оказаться необходимым тщательное измельчение корма и, в таком случае, лучше заранее рассчитать дополнительные затраты. Проблема содержания твердых частиц в сырье намного серьезнее для свиного навоза и птичьего помета. Песок, склеиваемый курами и попадание перьев в помет делают птичий помет трудным сырьем.

Состав сырья

Исследования химического состава сырья до переработки в биогазовых установках проводились учеными зарубежных стран и Кыргызстана.

СОСТАВ СЫРЬЯ ДО ПЕРЕРАБОТКИ В БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ¹⁷

Сырье	Влажность, %	Сухое вещество, %	Гуминовые кислоты на сухое вещество, %	Фульвокислоты, %	Уровень pH
Навоз	96-98	4 - 2	14.8	1.6	6.5
Навоз и растительные отходы	96-98	4 - 2	28.3	3.7	7.5
Растительные отходы	96-98	4 - 2	33.5	4.0	7.3

Вязкость

Вязкость сырья в процессе переработки заметно уменьшается, так как количество твердого вещества (соломы, и др.) уменьшается путем сбраживания на 50% в стабильных условиях.

Запах

Биоудобрению присущ намного менее интенсивный запах, чем запах используемого сырья (навоз, моча). При наличии достаточного времени сбраживания, почти все пахучие субстанции полностью перерабатываются.

Питательные вещества

Питательные свойства биоудобрения определяются количеством органических веществ и химических элементов, которые оно содержит. Все питательные для растений вещества, такие как азот, фосфор, калий и магний, а так же микроэлементы и витамины, необходимые для роста растений сохраняются в биоудобрении. Соотношение углерода и азота (около 1:15) имеет благоприятный эффект на качество почв. В таблице 8 приводится примерное содержание питательных веществ в биоудобрении.

Таблица 8

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В БИОУДОБРЕНИИ (ГРАММ НА КГ СУХОГО ВЕЩЕСТВА)¹⁷

Сырье	Фосфат P_2O_5	Калий K_2O	Кальций CaO	Магний MgO	Азот Na_2O
Навоз	3.05	5.64	3.25	0.98	1.75
Навоз и растительные отходы	6.37	7.98	5.15	1.95	3.37
Растительные отходы	6.66	8.88	5.18	2.22	3.70

Фосфат и калий

Содержание фосфата (форма фосфора, напрямую усваиваемая растениями) не изменяется в процессе ферментации сырья. В этой форме растениями может быть усвоено около 50% общего содержания фосфора. Ферментация не влияет на содержание калия, от 75 до 100% которого может быть усвоено растениями.

Азот

В отличие от фосфата и калия, некоторое количество азота изменяется в процессе ферментации. Около 75% азота, содержащегося в свежем навозе, становится частью органических макромолекул, остальные 25% представлены в минеральной форме. После переработки в биогазовой установке, около 50 % азота в биоудобрении находится в органической форме, и 50% - в минеральной. Минеральный азот может быть напрямую усвоен растениями, а органический азот должен сначала минерализоваться с помощью почвенных микроорганизмов.

ЧАСТЬ 3 – БИОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ТИПЫ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Распространенные в мире типы биогазовых установок классифицируются по методам загрузки сырья, методам сбора биогаза, по используемым для их сооружения материалам, использованию дополнительных устройств, горизонтальному или вертикальному расположению реактора, подземной или наземной конструкции.

Методы загрузки

По методу загрузки сырья можно различить два разных типа биогазовых установок:

Установки порционной загрузки полностью загружаются сырьем, а затем полностью освобождаются после определенного времени переработки. Для такого типа загрузки подходят установки любой конструкции и любой тип сырья, но такие установки отличаются нестабильным производством биогаза.

Установки непрерывной загрузки ежедневно загружаются маленькими порциями сырья. При загрузке нового сырья, равная порция переработанного шлама выгружается. Сырье, перерабатываемое в таких установках, должно быть жидким и однородным. Производство газа стабильно и количественно превышает объем вырабатываемого на порционных установках биогаза. Практически все стоящие сейчас в развитых странах установки работают как установки непрерывной загрузки.

Методы сбора биогаза

Внешний вид биогазовых установок зависит от выбранного метода сбора биогаза.

Баллонные установки представляют собой термостойкий пластиковый или резиновый мешок (баллон), в котором совмещены реактор и газгольдер. Трубы для загрузки и выгрузки сырья крепятся прямо к пластику реактора. Давление газа достигается за счет растяжимости мешка и за счет дополнительного груза, который ложится на мешок. **Преимущества** такой установки – низкая стоимость, легкость перемещения, простота конструкции, высокая для психофильного режима температура брожения, простота очистки реактора, загрузки и выгрузки сырья. **Недостатки** такой установки – короткий период эксплуатации (2-5 лет), высокая восприимчивость к внешним воздействиям, малая возможность создания дополнительных рабочих мест⁸.

Вариантом баллонных установок являются **установки канального типа**, которые обычно закрываются пластиком и предохраняются от прямого попадания солнечных лучей. Такие установки часто используются в развитых странах, особенно при переработке сточных вод. Установки с мягким верхом могут быть рекомендованы к использованию тогда, когда существует малая вероятность повреждения резиновой оболочки реактора и когда температура окружающей среды достаточно высокая.



Рис.11. Баллонная установка в Шри-Ланке

Источник:
SNV Reference Guide on Climate Change
and Rural Energy, 2004



Рис.12. Установка канального типа

Источник: «Biomass Energy Systems»,
ACRE, the Australian CRS for Renewable Energy Ltd,
<http://www.phys.murdoch.edu.au/acre/>

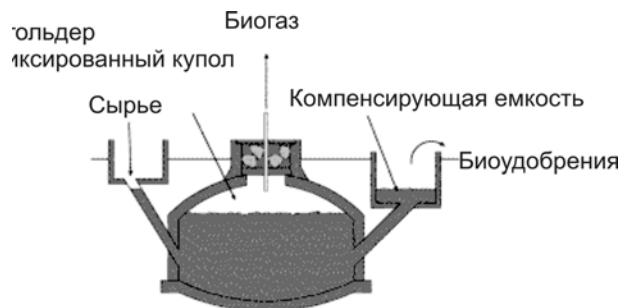


Рис. 13. Установка с фиксированным куполом

Источник: AT Information: Biogas, GTZ project Information and
Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), Eshborn,
Deutschland, 1996

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

Китайские установки с фиксированным куполом (см. Рис. 3 в начале Руководства) являются наиболее распространенным типом всех подобных установок. Более 12 миллионов таких установок было построено и работает в Китае²⁴.

Использование газа в бытовых приборах осложняется переменах в давлении газа. Горелки и другие бытовые приборы практически невозможно настроить для оптимальной работы. Если необходимо постоянное давление газа, рекомендуется поставить регулятор давления в реакторе или выбрать другую конструкцию установки⁸.

Реакторы установок с фиксированным куполом обычно представляют собой кирпичные или бетонные емкости. Такие установки покрываются землей до вершины, наполненной газом для сдерживания внутреннего давления (до 0,15 бар). По экономическим причинам минимальный рекомендуемый размер реактора 5 м³. Известны такие установки с объемами реакторов до 200 м³.

Газгольдером является верхняя часть установки с фиксированным куполом (место, где собирается газ), которая должна быть герметична. Кирпичная кладка и бетон не герметичны, поэтому эта часть установки должна покрываться слоем вещества не пропускающим газ (латекс, синтетические краски). Возможностью уменьшить риск трещин в газгольдере является строительство слабого кольца в кладке реактора. Такое кольцо является эластичным соединением между нижней (водонепроницаемой) и верхней (газонепроницаемой) частью полусферической структуры установки. Оно предотвращает продвижение трещин, появляющихся из-за гидростатического давления в нижних частях реактора в верхнюю часть газгольдера.

Установки с плавающим куполом состоят обычно из подземного реактора и подвижного газгольдера. Газгольдер плавает или прямо в сырье или в специальном водяном кармане. Газ накапливается в газгольдере, который поднимается или опускается в зависимости от давления газа. Газгольдер поддерживается специальной рамкой от опрокидывания. Если газгольдер плавает в специальном водном кармане, он предохранен от опрокидывания.

Преимущества этой конструкции являются легкость ежедневных операций, легкость определения объема газа по высоте, на которую поднялся газгольдер. Давление газа является постоянным, и определяется весом газгольдера. Строительство установки с плавающим куполом нетрудное, и ошибки в конструкции обычно не ведут к большим проблемам в получении газа. **Недостатками** такой конструкции являются высокая стоимость стального реактора и высокая чувствительность железа к коррозии. Поэтому, установки с плавающим куполом имеют меньший срок службы, чем установки с фиксированным верхом⁸.

В прошлом, установки с плавающим куполом строились в основном в Индии. Такие установки состоят из цилиндрического или куполообразного кирпичного или бетонного **реактора** и плавающего газгольдера.

Газгольдер плавает в специальном водяном кармане или прямо в сырье и имеет внутреннюю или внешнюю раму, которая обеспечивает стабильность и сохраняет газгольдер в вертикальном положении. При выработке биогаза, газгольдер всплывает выше, при

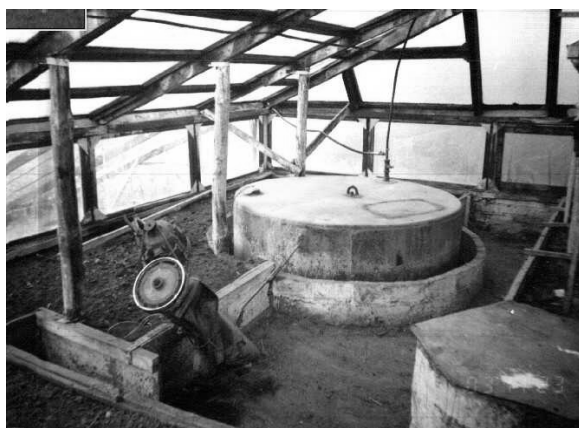


Рис. 14. Установка с плавающим куполом в с. Садовое Литинского района, Винницкой области, Украина

Источник: СФГ «ТЕРРА» <http://www.is.svitonline.com/terra/>

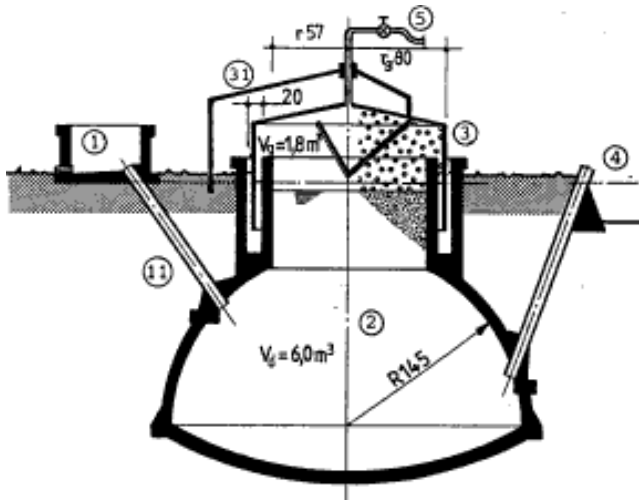


Рис. 15. Индийский стандарт на сооружение установки с плавающим куполом

Источник: AT Information: Biogas, GTZ project Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), Eshborn, Deutschland, 1996

использовании газа, он опускается. Такие установки используются, в основном, для переработки навоза, органических отходов и фекалий в режиме постоянной, т.е. ежесуточной загрузки. Чаще всего они строятся на фермах среднего размера (реактор: 5-15 м³) или в больших агро-индустриальных комплексах (реактор: 20-100 м³).

Горизонтальные и вертикальные установки

Выбор расположения реактора установки зависит от метода загрузки и наличия свободной территории в хозяйстве. **Горизонтальные** установки выбирают для непрерывного метода загрузки сырья и при наличии достаточного места. **Вертикальные** установки больше подходят для порционной загрузки сырья и используются при необходимости для уменьшения места, занимаемого реактором.

Подземные и наземные установки

При выборе расположения установки нужно учитывать топографию и пользоваться ею для оптимизации работы установки. Например, очень удобно располагать установку на склоне, чтобы загрузочное отверстие находилось достаточно низко, сырье в реакторе перемещалось за счет легкого наклона к выгрузочному отверстию, которое находилось бы на небольшой высоте для удобства загрузки в транспортные средства.

Еще один фактор, который нужно учитывать при выборе установки, это улучшенная теплоизоляция подземных установок, включающая слабое влияние суточных изменений температуры на процесс сбраживания сырья, так как температура почвы на глубине более 1 метра практически не изменяется⁸.

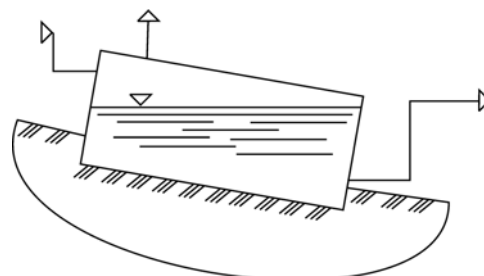


Рис. 16. Биогазовая установка, расположенная на склоне

Металлические, бетонные и кирпичные реакторы^{19,8}

Установки можно различать по материалам, из которых изготавливается реактор. **Бетонные реакторы** обычно сооружаются под землей. Бетонный реактор имеет цилиндрическую форму, и небольшие установки (до 6 м³) могут изготавливаться на конвейерной основе. Необходимы специальные меры для герметизации реактора. **Преимущества:** Низкие затраты на сооружение и материалы, возможность массового производства. **Недостатки:** Большой объем потребления хорошего качественного бетона, необходимость квалифицированных строителей и большого количества проволоочной сетки, относительная новизна и конструкции, необходимость специальных мер для обеспечения герметичности газгольдера.

Кирпичные реакторы сооружаются для подземных установок с фиксированным или плавающим газгольдером и имеют округлую форму. **Преимущества:** Низкие начальные капиталовложения и долгий срок эксплуатации, нет движущихся или ржавеющих частей, конструкция компактна, экономит место и хорошо изолирована, строительство создает местную занятость. Подземное расположение позволяет снизить площадь, занимаемую установкой и предохраняет реактор от резких изменений температуры. **Недостатки:** Кирпичный газгольдер требует специальных покрытий для обеспечения герметичности и высокого мастерства, часто случаются утечки газа, работа установки плохо контролируется из-за подземного расположения, установка требует тщательного расчета уровней постройки, подогрев сырья в реакторе очень сложен и дорог в осуществлении. Таким образом, кирпичные установки могут быть рекомендованы к применению только в теплых странах при наличии квалифицированного персонала.



Рис. 17. Сооружение кирпичного реактора на Кубе

Источник: В. Некрасов «Микробиологическая анаэробная конверсия биомассы», неопубл., 2002

Металлические реакторы подходят для любых типов установок, герметичны, выдерживают большое давление и просты в изготовлении. Часто можно использовать уже имеющиеся емкости. Но, металл относительно дорогой и требует ухода для предотвращения ржавчины.

Дополнительные устройства

В качестве примера использования дополнительных устройств можно рассмотреть типичную для развитых стран конструкцию биогазовой установки.

Емкость для смешивания сырья может быть разных размеров и форм, в зависимости от сырья. Обычно емкость содержит пропеллеры для смешивания или измельчения сырья и насос для загрузки сырья в реактор. Иногда, устанавливаются устройства для предварительного подогрева сырья для предотвращения замедления процесса сбраживания сырья в реакторе.

Реактор обычно теплоизолирован и сделан из бетона или стали. Для оптимизации прохождения сырья большие реакторы имеют удлиненную форму. Сырье перемешивается медленно движущимися роторами или биогазом. Есть установки, состоящие из двух и более реакторов.

Газгольдер делается или из гибкого материала и находится над емкостью реактора, или изготавливается из стали и располагается рядом с реактором.

Хранилище используется для хранения биоудобрения в зимнее время и может быть открытым или закрытым и соединенным с газгольдером для сбора остаточного биогаза. Биоудобрения перемешиваются перед подачей на поля.

Биогазовые установки Кыргызстана

В Кыргызстане на 2010 года имеется более 50 установок, из которых работают, к сожалению, только около 70%. Все установки, построенные в Кыргызстане, можно разделить по методу перемешивания и загрузки сырья, наличию системы обогрева и изоляции на 4 типа.

Общей особенностью всех установок является стальная реактор, обычно представляющий собой использованную емкость для хранения нефтепродуктов или воды, железнодорожные цистерны.

Установки без подогрева и изоляции с ручным перемешиванием сырья распространены в Нарынской, Таласской и Иссык-Кульской областях. Емкостью для смешивания сырья обычно служит бочка, в которой сырье разводится водой. **Реактор** неутеплен и сделан из стальных емкостей. Из-за отсутствия изоляции и подогрева реактора установки работают в психофильном режиме в течение теплого времени года.

Сырье загружается в реактор порционным методом, с периодичностью от 2 и более раз в год вручную.



Рис. 18. Типичная для развитых стран биогазовая установка с мягким газгольдером

Источник: AT Information: Biogas, GTZ project Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), Eshborn, Deutschland, 1996

Загрузка и выгрузка сырья сопряжена с трудностями из-за непродуманной конструкции установки. Сырье перемешивается вручную один раз в день с помощью установленной в реакторе мешалки. Газ обычно используется напрямую для приготовления пищи.

Пример 1: Примером такой установки может служить биогазовая установка Дуйшенова Фархата в с. Кызыл-Чарба Таласской области Кыргызстана (Рис 18).

Установка была построена на грантовые средства ГЭФ ПРООН в 2003 году с целью получения биогаза для отопления и приготовления пищи и получения жидких органических удобрений из навоза 2 КРС хозяйства, овечьего и птичьего навоза соседних хозяйств. Установка состоит из одного надземного реактора без подогрева объемом 5 м³ с ручной загрузкой, выгрузкой и перемешиванием сырья.

После монтажа весной 2003 года установка была загружена 3 тоннами сырья и работала в психофильном режиме в течение летних месяцев. Биогаза в летнее время хватало только на приготовление пищи. Выгрузка и загрузка сырья с 2003 года не производилась.

Конструктивные недостатки включают недоработку системы ручного перемешивания, крайнее неудобство загрузки и выгрузки сырья. Отсутствие изоляции и обогрева реактора делают установку непригодной для круглогодичной эффективной работы и невыгодной экономически.

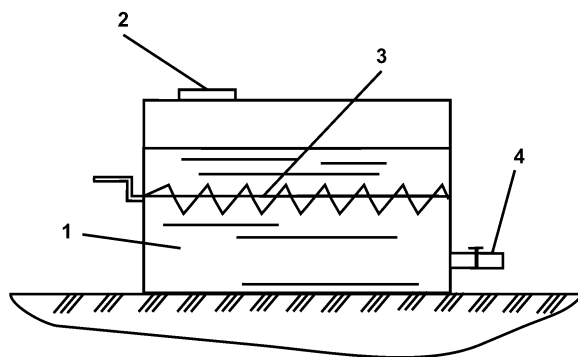


Рис. 18. Внешний вид и схема биогазовой установки в с. Кызыл-Чарба

Фото: Веденева Т., ОФ «Флюид»

1 – реактор; 2 – загрузочное отверстие; 3 – устройство перемешивания сырья; 4 – выгрузочная труба.

Отсутствие предохранительного устройства на реакторе может привести к разрыву реактора из-за избыточного давления. Отсутствует руководство по эксплуатации установки, обучение обслуживающего персонала не проводилось.

Установки с подогревом и изоляцией и ручным перемешиванием сырья встречаются в Иссык-Кульской области Кыргызстана. Емкостью для смешивания сырья обычно служит бочка, в которой сырье вручную разводится водой. **Реактор** изолирован и подогревается до мезофильных или термофильных температур с помощью электрической системы отопления, которая подогревает воду, циркулирующую по трубам в реакторе. Сырье загружается в реактор непрерывно и перемешивается вручную один раз в день с помощью установленной в реакторе мешалки. **Газ** обычно используется напрямую для приготовления пищи или собирается в отдельно стоящем газгольдере. **Хранилище** используется для хранения удобрений до внесения на поля.

Пример 2: Примером такой установки может служить установка Мамунова Камыла в г. Каракол Иссык-Кульской области Кыргызстана. Установка состоит из одного подземного реактора с подогревом объемом 5 м³ с ручной загрузкой, выгрузкой и перемешиванием сырья. Установка построена в 2004 году на собственные средства с целью получения биогаза для отопления и бытовых приборов и жидких органических удобрений и перерабатывает навоз 12 голов КРС соседнего хозяйства.

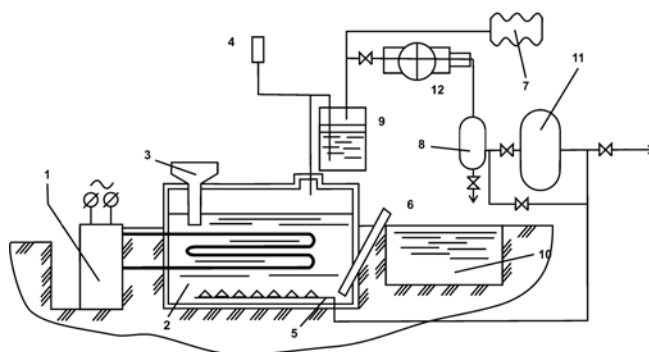


Рис. 19. Внешний вид и схема биогазовой установки в г. Каракол

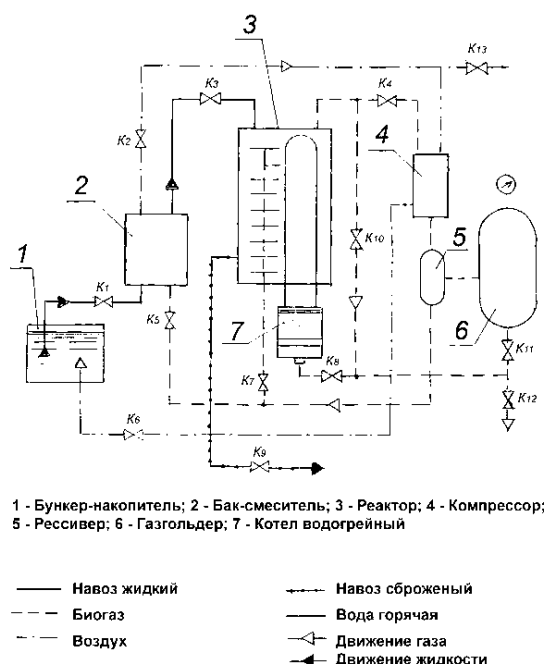
Фото: Веденева Т., ОФ «Флюид»

1 – водогрейный котел; 2 – реактор; 3 – загрузочное отверстие; 4 – предохранительный клапан; 5 – газовая мешалка; 6 – манометр; 7 – промежуточный газгольдер; 8 – ресивер; 9 – водяной затвор; 10 – бункер-накопитель; 11 – газгольдер; 12 – компрессор; 13 – средство выгрузки сырья.

После монтажа весной 2004 года установка работает на подворье в термофильном режиме. Установка загружалась еженедельно, производимый биогаз использовался для приготовления пищи. Выгруженное удобрение использовалось для удобрения истощенного участка земли под картофель, получены хорошие результаты по урожайности. **Рекомендуется** доработка конструкции загрузки и выгрузки сырья, и изменение конструкции системы подогрева для использования вырабатываемого установкой биогаза. Такие установки приспособлены для круглогодичной работы в условиях Кыргызстана.

Установки с подогревом и изоляцией реактора и пневматическим перемешиванием сырья распространены в Чуйской области Кыргызстана. **Емкость для смешивания сырья** может быть разных размеров и форм, в зависимости от сырья. Сырье разводится теплой водой для предотвращения замедления процесса переработки сырья в реакторе. **Реактор** утеплен и сделан из стальных емкостей. Сырье перемешивается пневматическим способом и подогревается до мезофильной или термофильной температуры. Есть установки, состоящие из двух и более реакторов. Газ обычно собирается в отдельном стоящем газгольдере, который также обычно представляет собой стальную емкость. Газ используется для обогрева помещений, приготовления пищи. **Хранилище** используется для хранения биоудобрения.

Пример 3: Примером такой установки может служить установка жамаата «Заря» в с. Теплоключенка Ак-Суйского района, Иссык-Кульской области Кыргызстана рис.21. Эта установка была построена в 2010 году рамках проекта Европейской Комиссии по внедрению микро ГЭС и биогазовых технологий. Она состоит из одного горизонтального (50 м³) реактора с пневматической загрузкой и перемешиванием, автоматическим отбором вырабатываемого биогаза. Установка перерабатывает навоз 70-90 голов КРС – около 3-3,3 тонны навоза в сутки.



Кроме реактора, биогазовая установка состоит из:

- навозоприемника;
- бункера загрузки, объемом 3 м³;
- влагоотделителя;
- фильтра сероводорода;
- компрессора;
- газгольдера, объемом 10 м³;
- двух ресиверов;
- электрического шкафа управления;
- факельного устройства для излишка биогаза.

Горизонтальный реактор объемом 50 м³ работает в мезофильном режиме. Для поддержки оптимальной температуры стальной реактор утеплен и находится под землей. Для подогрева загружаемого сырья используется бункер загрузки, который подогревается вырабатываемым газом. В газовых котлах для системы подогрева применены горелки инфракрасного излучения.

Установки с подогревом и изоляцией реактора и гидравлическим перемешиванием сырья. Две таких установки находятся в Чуйской области Кыргызстана, одна – в Ошской области. **Емкость для смешивания сырья** может быть разных размеров и форм. **Реактор** утеплен и сделан из стальных емкостей. Сырье перемешивается гидравлическим способом и подогревается до мезофильной температуры. **Хранилище** используется для хранения биоудобрения в зимнее время.

Пример 4: Примером такой установки может служить установка птицефабрики «2Т» в г. Кант Чуйской области КР. Установка состоит из трех надземных реакторов с подогревом, объемом каждый 25 м³ с гидравлической загрузкой, выгрузкой и перемешиванием сырья с помощью центробежных насосов.

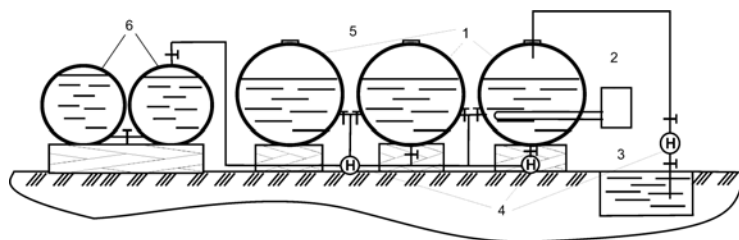


Рис.21а. Внешний вид и схема биогазовой установки в г. Кант

Фото: Веденева Т., ОФ «Флюид»

1 – реакторы; 2 – бункер загрузки сырья;

3 – емкость для подготовки сырья;

4 – насосы для закачки и перемешивания сырья; 5 – запоры; 6 – емкости для хранения удобрений.

Ёмкости биореактора покрыты теплоизоляционным слоем. Подогрев перерабатываемой биомассы в первой ёмкости реактора осуществляется автоматически водяным теплогенератором, а во второй и в третьей камерах за счёт открытия створок для обогрева их энергией солнечных лучей. В холодное время створки закрываются и тепло внутри ёмкостей удерживается теплозащитным слоем.

Установка построена в 2002 году на собственные средства владельцев птицефабрики и может перерабатывать до 5 тонн сырья в сутки. После монтажа установка работала в течение 3 месяцев в мезофильном режиме, после чего была приостановлена. Установка загружалась еженедельно, выгруженное удобрение сливалось в хранилище и реализовалось населению. Биогаз не использовался.

Работа установки приостановлена в связи с неотработанной технологией внесения жидких удобрений. Конструкция установки не предусматривает использования вырабатываемого биогаза, несовершенство указателя уровня сырья в реакторах приводит к неточностям при загрузке сырья. В целом установка работоспособна.

Строительство биогазовой установки

До начала строительства биогазовой установки нужно учитывать условия, необходимые для ее эффективной работы. Поломка или плохая работа биогазовой установки, как правило, являются результатом ошибок при планировании. Последствия таких ошибок могут быть заметны сразу или после нескольких лет работы установки. Тщательное и всестороннее планирование очень важно для исключения ошибок до того, как они станут причиной непоправимых поломок.

Планирование сооружения сельскохозяйственных биогазовых установок должно начинаться с определения потенциала производства биогаза и биоудобрения на основании имеющегося количества сырья, а также необходимого хозяйству количества энергии.

Если биогазовая установка предназначена в первую очередь как источник энергии, строительство рекомендовано только в том случае, когда расчеты потенциального производства биогаза достаточны для удовлетворения потребности хозяйства в энергии.

Выбор размера реактора

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

Отношение суточной дозы загрузки сырья и размера реактора

Суточная доза загрузки сырья определяется, исходя из времени сбраживания (время оборота реактора) и выбранного температурного режима. Для мезофильного режима сбраживания, время оборота реактора составляет от 10 до 20 суток, а суточная доза загрузки – от 1/20 до 1/10 от общего объема сырья в реакторе.

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) – это сумма отходов хозяйства (ДН) и воды (ДВ), которой они разбавляются.

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

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

$$ОС = 2/3 ОР, \text{ а } ОР = 1,5 ОС$$

Где

$$ОС = 10ЧД$$

$$Д = ДН + ДВ.$$

Пример: Приусадебное хозяйство содержит 10 КРС, 20 свиней и 35 кур. Суточный объем навоза и мочи от 1 КРС = 55 кг, от одной свиньи = 4,5 кг, от 1 курицы = 0,17 кг. Объем суточных отходов хозяйства ДН будет равен $10 \times 55 + 20 \times 4,5 + 35 \times 0,17 = 550 + 90 + 5,95 = 645,95$ килограмм, примерно 646 кг. Влажность экскрементов КРС и свиней составляет 86%, а куриного помета – 75%. Для достижения 85% влажности необходимо добавить к птичьему помету 3,9 литра воды (около 4 кг).

Значит, суточная доза загрузки сырья составит около 650 кг. Полная загрузка реактора $ОС = 10 \times 65 = 650$ кг, и объем реактора $ОР = 1,5 \times 65 = 97,5$, или примерно 10 м^3 .

Расчет выхода биогаза

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

Таблица 9

РАСЧЕТ ВЫХОДА БИОГАЗА ДЛЯ РАЗНЫХ ТИПОВ СЫРЬЯ^{18,8}

Тип сырья	Выход газа (м ³ на 1 кг сухого вещества)	Выход газа (м ³ на 1 тонну при влажности 85 %)
Навоз КРС	0,250 - 0,340	38 – 51,5
Свиной навоз	0,340 - 0,580	51,5 – 88
Птичий помет	0,310 - 0,620	47 – 94
Конский навоз	0,200 - 0,300	30,3 – 45,5
Овечий навоз	0,300 - 0,620	45,5 – 94

Пример: Приусадебное хозяйство содержит 10 КРС, 20 свиней и 35 кур. Объем суточного количества экскрементов от КРС = 55 кг, от свиньи = 4,5 кг, от курицы = 0,17 кг. Объем суточных отходов хозяйства будет равен 550 килограмм экскрементов КРС (влажность 85%), 90 килограммам свиных экскрементов (влажность 85%) и 5,95 килограммам куриного помета (влажность 75%). После разбавления помета водой для достижения 85% влажности, количество сырья от кур будет составлять около 10 кг.

Согласно таблице, выход биогаза с 1 килограмма:

- навоза КРС при влажности 85% примерно равен 0,04 – 0,05 м³ биогаза
- свиного навоза при влажности 85% примерно равен 0,05 – 0,09 м³ биогаза
- куриного помета при влажности 85% примерно равен 0,05 – 0,09 м³ биогаза.

Следовательно,

- выход биогаза с 550 килограмм навоза КРС будет равен 22 – 27,5 м³ биогаза
- выход биогаза с 90 килограмм свиного навоза будет равен 4,5 – 8,1 м³ биогаза
- выход биогаза с 10 килограмм куриного навоза будет равен 0,5 – 0,9 м³ биогаза,
- и общий выход биогаза будет **27 – 36,5 м³ биогаза** в сутки.

Баланс между потребностью в энергии и выходом биогаза

Необходимость в энергии для каждого индивидуального хозяйства определяется исходя из суммы всех настоящих и будущих потребительских ситуаций, таких как приготовление пищи, свет, производство энергии. Необходимо также учитывать потребление биогаза на подогрев сырья в реакторе, которое в условиях Кыргызстана составляет от 10% до 25%, в зависимости от времени года.

Количество биогаза, необходимое хозяйству, можно определить по количеству энергии, потребляемой ранее. Например, сжигание 1 кг дров аналогично сжиганию 650 литров или 0,65 м³ биогаза, сжигание 1 килограмма кизяка – 0,7 м³ биогаза, а 1 кг угля – 1,1 м³ биогаза.

Необходимый объем биогаза для приготовления пищи может быть определен на основании времени, ежедневно затрачиваемого на приготовление пищи. Необходимое количество биогаза для приготовления одной порции пищи для одного человека составляет 0,15 – 0,3 м³ биогаза. Для кипячения 1 литра воды необходимо 0,03 – 0,05 м³ биогаза. Для отопления 1 м² жилой площади необходимо около 0,2 м³ биогаза в сутки. Бытовые горелки потребляют 0,20 – 0,45 м³ в час.

Пример: Семья из 4 человек живет в доме площадью 100 м², содержит 20 коров на площади 100 м² и перерабатывает навоз в биогазовой установке с объемом реактора 15 м³.

Трехразовое приготовление пищи для семьи из 4 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 (например, в сентябре) необходимо 15% вырабатываемого биогаза. Для подогрева реактора установки объемом 15 м³ нужно будет тратить около **6 м³** биогаза ежедневно.

На содержание 1 коровы необходимо около 3 литров кипяченой воды в день, следовательно, для содержания 20 коров – необходимо вскипятить 60 литров воды, на что уйдет 1,8 – 3 м³ биогаза в день. На отопление необходимых для животных помещений общей площадью 100 м² необходимо 20 м³ в сутки. Таким образом, на содержание животных необходимо **21,8 – 23 м³** биогаза в сутки. На все хозяйство необходимо **49,6 – 52,6 м³** биогаза в сутки.

Выбор месторасположения установки

Золотое правило расположения биогазовой установки гласит, что установка принадлежит ферме, а не кухне. Лучше, если емкость для смешивания сырья напрямую соединяется с полом фермы. Даже если придется проложить несколько метров труб, это дешевле, чем транспортировка сырья.

Уровень пола фермы должен располагаться выше уровня емкости для подготовки сырья, тогда навоз и урина животных будут попадать в эту емкость под действием сил гравитации самостоятельно. Если узел выгрузки биогазовой установки будет расположен выше уровня близлежащих полей, это будет способствовать более легкому распределению биоудобрений по этим полям.

Выбор конструкции биогазовой установки

В настоящее время разработано множество конструкций биогазовых установок, подходящих для работы в различных климатических и социо-культурных условиях. Выбор конструкции биогазовой установки – важнейший этап процесса планирования. До выбора конструкции нужно иметь представление о базовых проблемах и выборах, возможных для биогазовой установки.

В местностях со сравнительно холодным климатом, таких как Кыргызстан, изоляция и подогрев реактора важны для круглогодичной работы установки. Количество и тип перерабатываемого сырья влияют на размер и тип установки и конструкции систем загрузки и выгрузки сырья. Выбор конструкции установки также зависит от наличия строительных материалов.

Критерии для выбора конструкции:

Место: определяет в основном подземный или надземный реактор будет строиться и в случае надземной конструкции, вертикальный или горизонтальный.

Существующие сооружения могут быть использованы для хранения биоудобрений, например пустующие 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 реальная возможность практического применения и удобство, с точки зрения, обслуживания и эксплуатации. Вне зависимости от выбора конструкции, реактор должен отвечать следующим требованиям:

Водо-/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, что может быть взрывоопасно.

Теплоизоляция – необходимое условие для эффективной работы биогазовой установки в климатических условиях Кыргызской Республики.

Минимальная площадь поверхности снижает стоимость строительства и снижает потери тепла через стенки реактора.

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

Формы реактора

С точки зрения динамики жидкостей, оптимальна яйцеобразная форма реактора, но ее 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, так как в углах образуются трещины из-за давления сырья, а также собираются твердые частицы, что нарушает процесс сбраживания.

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

Материалы для сооружения реакторов

Реакторы могут сооружаться из следующих материалов:

Стальные емкости обладают преимуществом герметичности, могут выдерживать большое давление и сравнительно легки в изготовлении. Большой проблемой, однако, является чувствительность к ржавчине, которую необходимо предотвращать подходящими покрытиями. Экономически такие реакторы выгодны только в случае использования уже готовых емкостей. При наличии металлической цистерны достаточного объема необходимо проверить внутреннюю и внешнюю поверхности стенок на предмет наличия раковин, качества сварки, наличия отверстий и других повреждений, которые должны быть устранены. Затем эти поверхности должны быть очищены и окрашены.

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

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

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

Обеспечение герметичности реактора⁸

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

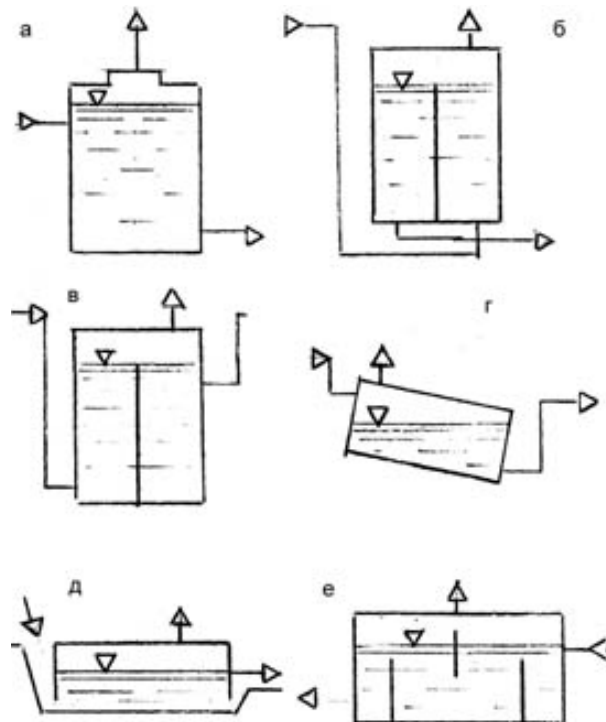


Рис.23. Различные конструкции реактора и систем загрузки и выгрузки

- а – цилиндрический реактор с верхней загрузкой;
- б – цилиндрический реактор с нижней загрузкой;
- в – цилиндрический двухсекционный реактор;
- г – наклонный реактор;
- д – траншейный реактор с плавающим покрытием;
- е – горизонтальный секционный реактор.

Цементное покрытие с добавками. Хорошие результаты по водо- и газонепроницаемости показало добавление водонепроницаемых материалов к цементу. Для газонепроницаемости необходимо добавление в два раза большего количества водонепроницаемого вещества. Время между нанесением слоев покрытия не должно превышать суток, так как после суток к водонепроницаемой поверхности невозможно прикрепить еще один слой. Следующий рецепт использовался в Танзании и показал хорошие результаты:

1. Слой: цементно-водная замазка;
2. Слой: 1 см цемент : песок 1 : 2,5;
3. Слой: цементно-водная замазка;
4. Слой: цемент : известь : песок 1 : 0,25 : 2,5;
5. Слой: цементно-водная замазка с водонепроницаемым материалом;
6. Слой: цемент : известь : песок с водонепроницаемой смесью и мелкий песок 1 : 0,25 : 2,5;
7. Слой: цементно-водная замазка с водонепроницаемым материалом.

Все семь слоев должны быть нанесены в течение одних суток.

Асфальт с алюминиевой фольгой. Асфальтовые покрытия легко наносятся и сохраняют эластичность в течение долгого времени. На сухую поверхность реактора наносится слой асфальта. На все еще липкий слой асфальта наклеиваются куски фольги, перекрывающие друг друга. Затем наносится второй слой асфальта.

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

Парафин. Парафин, разбавленный 2-5% керосина или нового моторного масла, подогревается до температуры 100 - 150°C и наносится на нагретую горелкой поверхность реактора. Парафин проникает в покрытие и формирует глубоко проникающий защитный слой. Если нет парафина, можно использовать свечной воск.

Расположение реактора

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

Реактор может быть размещен над поверхностью земли на фундаменте, заглублен в землю или установлен внутри помещения, в котором находятся животные. Реактор должен иметь люк необходимый для проведения периодических профилактических и ремонтных работ внутри реактора. Между корпусом и крышкой должна быть прокладка из резины или специального герметизирующего состава. По возможности, рекомендуется подземное размещение, так как оно позволяет уменьшить капиталовложения и исключает использование дополнительного оборудования для загрузки сырья. Значительно улучшается качество терморегулирования, а также дает возможность использовать дешевые теплоизоляционные материалы – глину и солому.

Термоизоляционные материалы

Большинство биогазовых установок Кыргызстана были построены без обеспечения теплоизоляции реактора. Отсутствие теплоизоляции позволяет установке работать только на протяжении теплого времени года, а при наступлении холодов существует опасность замерзания сырья в реакторе и последующего разрыва реактора.

Термоизоляционные материалы должны иметь хорошие изолирующие свойства, быть дешевыми и доступными. Подходящими материалами для установок с подземным или полуподземным расположением реактора являются 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 слои 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. Контроль уровня сырья можно осуществлять

через всевозможные поплавковые устройства, электронные приборы и т.д. Контроль температуры обыкновенным градусником или электронным имеющими шкалу измерения от 0 до 70 °C, а давление - манометрами.

Системы загрузки и выгрузки сырья

Работа БГУ в режиме непрерывной загрузки, оптимальная с точки зрения получения наибольшего количества биогаза и биоудобрений, а также стабильности работы установки, предполагает ежедневную загрузку сырья и выгрузку сброженной 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 равняться суточному или двойному суточному объему сырья. Емкость используется и 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 сбраживания 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. Туалеты по соображениям гигиены должны соединяться напрямую с трубой загрузки сырья.

Загрузочное и выгрузочное отверстия

Загрузочное и выгрузочное отверстия ведут прямо в реактор и располагаются, как правило, на противоположных концах реактора для равномерного распределения свежего сырья по всему объему реактора и эффективности удаления переработанного шлама. Монтаж загрузочного и выгрузочного отверстий производится до установки реактора на фундамент и теплоизоляционных работ.

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

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

Ручная загрузка и выгрузка сырья

Наиболее простым способом загрузки и выгрузки является способ перелива, заключающийся в том, что при загрузке свежего навоза уровень шлама 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 достаточно крупного размера, например, подстилочный материал (солому, опилки), стебли растений, а также посторонние предметы. Для того чтобы трубы не забивались, их диаметр должен быть не менее 200 - 300 см. Загрузочная труба соединяется с бункером или емкостью предварительной подготовки сырья.

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

Загрузка и выгрузка с помощью насосов

Насосы становятся необходимой частью биогазовой системы, когда количество сырья требует быстрой загрузки и земное притяжение не может быть использовано по причине топографии или характеристик сырья. Насосы нужны для перекрытия разницы в высоте между уровнем закачки сырья и биогазовой установкой.

Электродвигатели насосов подвержены износу, дорогие, потребляют энергию и могут сломаться. Поэтому рекомендуется использовать другие методы загрузки сырья. Если нельзя избежать использования насосов, они устанавливаются двумя способами:

- **Сухая установка:** насос устанавливается вместе с трубой. Сырье свободно течет до 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.

Пневматическая загрузка и выгрузка сырья

Оптимальным способом подачи и перемешивания сырья является пневматический. Этот способ используется на всех установках ОФ «Флюид» Ассоциации «Фермер». Пневматическое загрузочное устройство использует бункер подачи сырья (бак-смеситель), для которого используются стальные емкости от 0,5 до 1 м³, выдерживающие давление до 5 кгс/см² и трубопроводы диаметром не менее 100 мм с задвижкой. Сырье загружается в бункер и из бункера в реактор с помощью компрессора.

Применяются поршневые компрессоры марки ИФ-56 для малых и средних биогазовых установок с объемом реакторов до 40 м³. Для больших установок с объемом реакторов от 50 м³ используется компрессор ФУ-12, одновременно служащий для откачки вырабатываемого биогаза.

Системы сбора биогаза

Система сбора биогаза состоит из распределительного газового трубопровода с запорной арматурой, сборника конденсата, предохранительного клапана, компрессора, ресивера, газгольдера и потребителей биогаза (кухонные плиты, нагреватели воды, двигатели внутреннего сгорания и др.) Система монтируется только после установки биогазового реактора в рабочее положение.

Отверстие для отбора биогаза из реактора должно располагаться в его верхней части. Вслед за сборником конденсата устанавливается предохранительный клапан, а также водяной затвор, выполненный в виде емкости с водой, который обеспечивает пропускание газа в только одном направлении.

Водяные затворы

Биогаз, образующийся в реакторе биогазовой установки, содержит большое количество водяных паров, которые могут конденсировать на стенках трубопроводов и приводить к их закупорке. В идеале, газовая система должна располагаться так, чтобы конденсирующаяся влага могла стекать прямо в реактор. Если это невозможно, на низких участках системы должны быть установлены водяные затворы. Ручные водные затворы легки в эксплуатации, но если их регулярно не опустошать, система будет блокироваться из-за слишком высокого уровня воды в них.

Газопровод

Газовая система соединяет биогазовую установку с газовыми приборами с помощью труб. Эта система должна быть безопасной, экономичной и предоставлять необходимое количество газа для каждого прибора. Наиболее часто используются трубы из гальванизированной стали или пластиковые трубы. Очень важно, чтобы газовая система была газонепроницаемой и служила на протяжении всего эксплуатационного периода биогазовой установки.

Трубопроводы для подачи биогаза от установки к потребителям должны быть защищены от повреждения. Утечки газа могут быть проверены с помощью мыльного раствора, наносимого на места соединения труб. Газопровод также должен быть оснащен **предохранительно-сбросным** клапаном, выпускающим биогаз в атмосферу при повышении давления свыше 0,5 кгс/с м². Более предпочтительно сжигание избытка биогаза в факельных горелках.

Газовые трубы

Важно правильно установить газопроводную систему. Требования к трубопроводной системе для биогаза не отличаются от общих стандартов. Можно использовать пластиковые трубы, устойчивые к действию ультрафиолетовых солнечных лучей.

Стальные трубы

Трубы диаметром 1,2 – 1,8 см и длиной менее 30 метров подходят для маленьких и средних биогазовых установок. Для больших установок, большей длины труб и меньшего давления необходим особый расчет размера труб. При установке газовых труб особое внимание должно уделяться:

- газонепроницаемым соединениям
- водяному затвору на самом низком участке труб для сбора влаги
- защите от механических повреждений

Гальванизированные стальные трубы являются надежной и долговечной альтернативой пластиковым трубам. Они могут быть демонтированы и использованы снова, если необходимо. Они удароустойчивы, но дорогие и установка их возможна только при наличии квалифицированных специалистов, поэтому они рекомендуются только в тех местах, где нельзя установить пластиковые трубы.

Пластиковые трубы

Пластиковые (PVC) трубы дешевы и легки в установке, но они реагируют на солнечную радиацию и могут быть легко сломаны, поэтому рекомендуется устанавливать их под землей.

Диаметр труб

Необходимый диаметр труб зависит от расхода биогаза газовыми приборами и расстоянием между газгольдером и приборами, в которых используется биогаз. Большие расстояния понижают давление биогаза в трубе. Чем длиннее расстояние и больше расход газа, тем больше потери за счет трения. Углы и арматура увеличивают потери давления. Потери давления в трубах из пластика меньше, чем в трубах из гальванизированной стали. Таблица 12 содержит диаметры труб и расход биогаза, а также длину труб для потерь давления менее чем 5 мбар.

Таблица 10

ПОДХОДЯЩИЙ ДИАМЕТР ТРУБ ДЛЯ РАЗНЫХ ДЛИН ТРУБ И РАЗНОГО РАСХОДА ГАЗА⁸

	Гальванизированные стальные трубы			PVC трубы		
Длина [м]:	20	60	100	20	60	100
Расход [м³/ч]						
0.1	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см
0.2	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см
0.3	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см
0.4	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см
0.5	1,2 см	1,2 см	1,8 см	1,2 см	1,2 см	1,2 см
1.0	1,8 см	1,8 см	1,8 см	1,2 см	1,8 см	1,8 см
1.5	1,8 см	1,8 см	2,4 см	1,2 см	1,8 см	1,8 см
2.0	1,8 см	2,4 см	2,4 см	1,8 см	1,8 см	2,4 см

Из таблицы следует, что для пропуска расхода газа 1,5 м³/ч и длине труб до 100 м наиболее подходящими являются пластиковые трубы диаметром 1,8 см. Другая возможность заключается в выборе для главной трубы диаметра 2,4 см и диаметра 1,2 см для всех остальных труб системы.

Расположение трубопроводной системы

Пластиковые трубы могут быть использованы для подземных систем или систем, защищенных от солнца и механических ударов. Во всех других случаях используются гальванизированные стальные трубы. Для отвода газа непосредственно от биогазовой установки рекомендуется использовать гальванизированные стальные трубы.

Пластиковые трубы должны располагаться на глубине не менее 25 см под землей и быть окружены песком или мягкой землей. Затем после проверки трубопроводной системы на герметичность канава аккуратно засыпается обычной землей. Проверка на герметичность производится с помощью закачивания воздуха в пустую трубопроводную систему под давлением в 2,5 раза больше максимального ожидаемого газового давления. Если после нескольких часов очевидны потери воздуха – понижается давление, тогда все соединения проверяются путем полива их мыльной водой (при утечках газа на поверхности труб будут образовываться пузыри).

Краны и арматура

Наиболее надежные краны – хромированные шаровые клапаны. Клапаны, обычно используемые для водных систем, не подходят для использования в газовой системе. Главный газовый клапан должен быть установлен близко к реактору. Шаровые краны как предохранительные приборы должны быть установлены на всех газовых приборах. Правильно подобранные и установленные краны и арматура позволяют проводить работы по ремонту и чистке газовых приборов без отключения главного газового крана.

Газгольдеры

Оптимальный способ накопления биогаза зависит от того, для каких целей будет использован биогаз. Если предусмотрено прямое сжигание в горелках котлов и двигателей внутреннего сгорания, то большие газгольдеры не нужны. В таких случаях газгольдеры используются для выравнивания неравномерности газовыделения и улучшения условий последующего горения.

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

Выбор размера газгольдера

Размер газгольдера, то есть его объем, зависит от уровня производства и уровня потребления биогаза. В идеале, газгольдер должен быть рассчитан для того, чтобы вмещать суточный объем вырабатываемого биогаза. В зависимости от типа газгольдера и выдерживаемого им давления, объем газгольдера составляет от 1/5 до 1/3 от объема реактора.

Пластиковые газгольдеры

Газгольдеры, сделанные из пластика или резины используются в развитых странах для сбора биогаза в совмещенных установках, где пластиком покрывается открытая емкость, служащая в качестве реактора. Еще одним вариантом является отдельный пластиковый газгольдер.

Стальные газгольдеры

Стальные газгольдеры можно разделить на два вида:

- газгольдеры низкого давления, сухие и влажные (0,01- 0,05 кгс/см²). Вместо установки таких газгольдеров, следует рассмотреть возможность использования пластикового газгольдера, так как отдельно стоящие газгольдеры низкого давления стоят больше и оправданы только в случае большого расстояния (минимум 50-100 м) от установки до использующих биогаз приборов. Такие газгольдеры также используются для сглаживания разницы между ежесуточным производством и использованием газа.
- газгольдеры среднего (8-10 кгс/см²) и высокого (200 кгс/см²) давления. Газ в такие газгольдеры закачивается с помощью компрессора. Газгольдеры среднего давления используются в Кыргызстане на средних и крупных биогазовых установках. Газгольдеры высокого давления используются для заправки автомашин и баллонов.



Рис.24. Стальные газгольдеры среднего давления в с. Петровка
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Контрольно-измерительные приборы

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

Системы перемешивания

Цели перемешивания

Перемешивание сброженной массы в реакторе повышает эффективность работы биогазовых установок и обеспечивает:

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

Методы перемешивания

Перемешивание сырья может осуществляться следующими основными способами: механическими мешалками, биогазом, пропускаемым через толщу сырья и перекачиванием сырья из верхней зоны реактора в нижнюю. Рабочими органами механических мешалок являются шнеки, лопасти, планки. Приводиться в действие они могут вручную, или от двигателя.

Механическое перемешивание

Механическое перемешивание с помощью лопаточных роторов используется чаще всего в горизонтальных стальных реакторах. Горизонтальная ось проходит по всей длине реактора. К ней крепятся лопатки или трубки, загнутые в петли. При повороте оси сырье перемешивается, корка ломается, а осадок устремляется к выходному отверстию.

Механические мешалки с ручным приводом наиболее просты в изготовлении и эксплуатации. Они используются в реакторах небольших установок с незначительным выходом биогаза. Конструктивно они представляют собой горизонтально или вертикально установленный вал внутри реактора параллельно центральной оси. На валу закреплены лопасти или другие элементы с винтовой поверхностью, обеспечивающие перемещение массы, обогащенной метановыми бактериями, по направлению от места выгрузки к месту загрузки. Это позволяет увеличить скорость образования метана и сократить время пребывания сырья в реакторе.

Гидравлическое перемешивание

С помощью насоса можно полностью перемешивать сырье при одновременной загрузке и выгрузке сырья. Такие насосы часто располагаются в центре реактора для выполнения дополнительных функций.

Пневматическое перемешивание

Пневматическое перемешивание путем инъекции выделяющегося биогаза обратно в реактор осуществляется с помощью монтажа на дне реактора системы трубопроводов и обеспечивает мягкое перемешивание сырья. Главная проблема таких систем заключается в проникновении сырья в газовую систему. Это можно предотвратить, установив систему клапанов.

Перемешивание путем пропускания биогаза через толщу сырья дает хорошие результаты только в том случае, если сбрасываемая масса сильно разжижена и не образует корки на свободной поверхности. В противном случае следует постоянно удалять всплывающие частицы или отделять крупные частицы перед загрузкой в реактор.

Частота перемешивания сырья

Перемешивание может быть постоянным или периодическим в зависимости от режима работы реактора. Оптимальный режим перемешивания значительно уменьшает время сбрасывания сырья и предотвращает образование корки.

Хотя частичное перемешивание случается за счет высвобождения из сырья биогаза, за счет температурного движения и движения за счет поступления свежего сырья, такого перемешивания недостаточно.

Перемешивание должно производиться регулярно. Слишком редкое перемешивание сырья приведет к расслоению сырьевой массы и образованию корки, снижая, тем самым, эффективность газообразования. Хорошо перемешиваемое сырье может дать на 50% больше биогаза.

Слишком частое перемешивание может повредить ферментационным процессам внутри реактора - у бактерий нет времени «поесть». К тому же, это может привести к выгрузке не полностью переработанного сырья. Идеальным является осторожное, но интенсивное перемешивание **каждые 4 – 6 часов**.

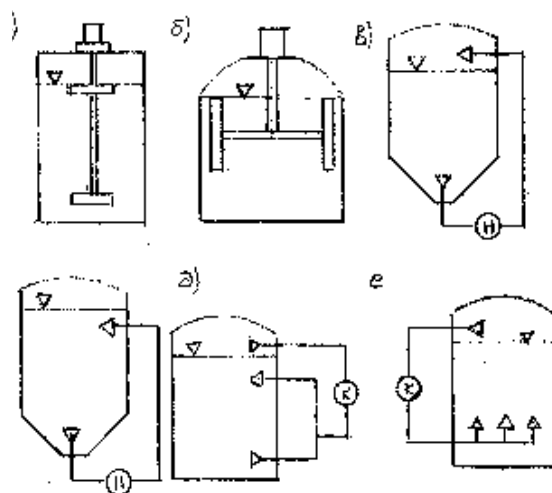


Рис. 25. Системы перемешивания сырья для вертикальных реакторов

а, б – механическая мешалка; в, г – с помощью насоса; д – биогазом и жидкостью; е – биогазом.

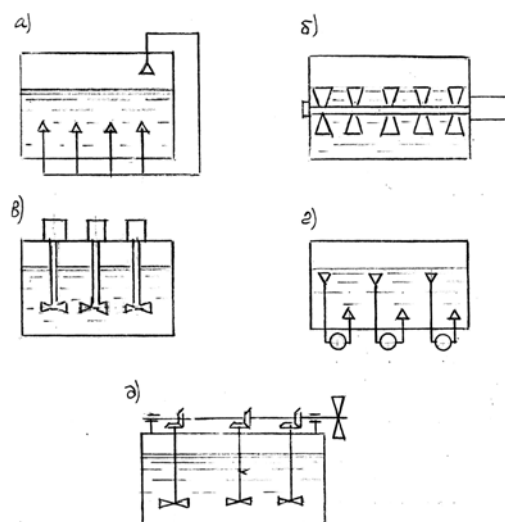


Рис. 26. Устройства перемешивания сырья для горизонтальных реакторов

а – биогазом; б – механическими лопатками; в – механическими мешалками с электродвигателями; г – с помощью насоса; д – механическими мешалками от ветряного двигателя.

Системы подогрева сырья

Многие биогазовые установки маленького размера в Кыргызстане были построены без систем подогрева и без теплоизоляции. Отсутствие системы подогрева позволит установке работать только в психофильном режиме, и позволит получать меньшее количество биогаза и биоудобрения, чем в мезофильном и термофильном режимах. Для обеспечения более высокого производства биогаза и биоудобрений, а также лучшего обеззараживания сырья используются два метода подогрева: **прямой подогрев** в форме пара или смешивающейся с сырьем горячей воды и **непрямой подогрев** через теплообменник, где подогревающий материал, обычно горячая вода, подогревает сырье, не смешиваясь с ним.

Прямой подогрев

Прямой подогрев паром имеет серьезный недостаток - установка нуждается в парогенерирующей системе, включающей очистку воды от солей, и при применении подогрева паром может случиться перегрев сырья. Высокая стоимость такой системы обогрева делают ее экономически выгодной только при использовании в больших установках, перерабатывающих сточные воды. Добавление горячей воды повышает влажность субстрата и должно использоваться только там, где это необходимо.

Непрямой подогрев

Непрямой подогрев осуществляется теплообменниками, расположенными внутри или снаружи реактора, в зависимости от формы реактора, типа сырья и способа эксплуатации установки.

Подогрев пола не показал хороших результатов, так как скапливающийся на дне реактора осадок затрудняет подогрев сырья. **Внутренний подогрев** является хорошим решением, если теплообменник достаточно прочен, чтобы не сломаться при движении сырья в реакторе. Чем больше площадь теплообменника, тем более однородно подогревается сырье и лучше протекает процесс ферментации (см. Рис. 26). **Внешний подогрев** с помощью теплообменника с теплопроводящими элементами на поверхности стен реактора биогазовой установки менее эффективен из-за потерь тепла с поверхности стен. С другой стороны, вся стена реактора может быть использована для подогрева и внутри реактора ничто не препятствует движению сырья. **Промежуточный подогрев** сырья осуществляется обычно в бункере загрузки и обеспечивает преимущества более легкого доступа для очистки и ремонта реактора.

Внутренние и внешние системы подогрева

Для достижения максимальной эффективности образования биогаза, анаэробная переработка нуждается в определенных температурных условиях окружающей среды, предпочтительно близких для достижения оптимума процесса. В Кыргызстане, система подогрева и изоляция реактора необходимы для достижения нужной температуры процесса и предотвращения потерь энергии. Для подогрева реактора до мезофильной температуры с помощью электричества в среднем необходимо 330 Вт на 1 м³ объема реактора.

Наиболее распространенной системой подогрева сырья является **внешняя система** подогрева с водонагревательным котлом, работающим на биогазе, электричестве или твердом топливе. Также можно использовать солнечные водонагреватели. В качестве нагревательных элементов применяют теплообменники в виде змеевиков, секций радиаторов, параллельно сваренных труб, где теплоносителем служит горячая вода с температурой около 60 °C. Более высокая температура повышает риск налипания взвешенных частиц на поверхности теплообменника. Теплообменники рекомендуется располагать в зоне действия перемешивающего устройства, что помогает избежать осаждения твердых частиц на их поверхности.



Рис.27. Устройство для непрямого подогрева сырья



Рис. 28. Водонагревательный котел системы обогрева реактора в с. Петровка
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Монтаж системы обогрева

При монтаже системы обогрева важно обеспечить условия, необходимые для естественного движения жидкости в этой системе. Для этой цели нужно обеспечить подачу горячей воды в верхнюю точку системы и возврат охлажденной воды в нижнюю точку.

На трубопроводах отопления должны быть установлены вентили для выпуска воздуха из верхних точек, а система обогрева должна быть оборудована расширительным баком для изменения объема воды. Для контроля температуры внутри реактора биогазовой установки должен быть установлен термометр.

Типы установок, рекомендуемых для внедрения в Кыргызстане

С учетом климатических и других условий в Кыргызстане рекомендуется внедрять следующие типы биогазовых установок.

Биогазовая установка с ручной загрузкой без перемешивания и без подогрева сырья в реакторе

Простейшая биогазовая установка (Рис. 29) предназначена для небольших фермерских хозяйств. Объем реактора установки - от 1 до 10 м³, рассчитан на переработку 50 – 200 кг навоза в сутки. Установка содержит минимум составных частей для обеспечения процесса переработки навоза и получения биоудобрений и биогаза: реактор, бункер загрузки свежего сырья, устройство отбора и использования биогаза, устройство выгрузки сброженного сырья.

Биогазовая установка может быть использована в южных регионах Кыргызстана без подогрева и перемешивания и предназначена для работы в психрофильном температурном режиме от 5 °С до 20 °С. Выработываемый биогаз сразу направляется на использование в бытовых приборах.

Переработанная масса удаляется из реактора через выгрузочную трубу в момент загрузки очередной порции сырья или за счет давления биогаза в реакторе установки. Выгружаемая сброженная масса попадает в емкость для временного хранения, которая по объему должна быть не менее объема реактора.

Простейшую биогазовую установку может построить своими силами любой фермер. В таблице приводится спецификация и смета на материалы, которые понадобятся для ее строительства.

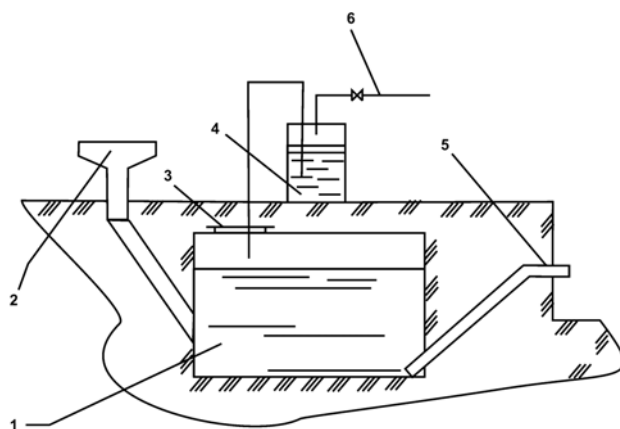


Рис. 29. Схема простейшей биогазовой установки с ручной загрузкой без перемешивания и без подогрева сырья в реакторе

1 – реактор; 2 – бункер загрузки; 3 – люк для доступа в реактор; 4 – водяной затвор; 5 – выгрузочная труба; 6 – отвод биогаза.

Таблица 11

СПЕЦИФИКАЦИЯ И СМЕТА НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРОСТЕЙШЕЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ С РУЧНОЙ ЗАГРУЗКОЙ БЕЗ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ И БЕЗ ПОДОГРЕВА СЫРЬЯ В РЕАКТОРЕ

№		Количество материалов и стоимость в тыс. сом									
		1м ³		3м ³		5м ³		7м ³		10м ³	
	Объем реактора	Кол-во	Тыс. сом	Кол-во	Тыс. сом	Кол-во	Тыс. сом	Кол-во	Тыс. сом	Кол-во	Тыс. сом
1	Наименование оборудования и материалов										
1	Реактор (стальная емкость)	1	3,0	1	9,0	1	15,0	1	21,0	1	30,0
2	Бункер загрузочный (стальной)	1	2,5	1	2,7	1	2,9	1	3,1	1	3,3
3	Труба загрузочная стальная Ф-300 (м.)	1	4,3	1,5	1,95	2	2,6	2,5	3,25	2,5	3,25
4	Труба разгрузочная стальная Ф-300 (м.)	1	4,3	1,5	1,95	2	2,6	2,5	3,25	25	3,25
5	Емкость для хранения полученных удобрений (сталь, бетон и пр.)	1	4,5	1	4,5	1	4,5	1	7,5	1	10,5
6	Труба Ф-25 (м.)	5	0,65	5	0,65	5	0,65	5	0,65	5	0,65

7	Труба Ф-15 (м.)	5	0,35	5	0,35	5	0,35	5	0,35	5	0,35
8	Клапан предохранительный, шт.	1	0,35	1	0,35	1	0,35	1	0,35	1	0,35
9	Водяной затвор, шт.	1	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2
10	Кран Ф-25, шт.	1	0,35	1	0,35	1	0,35	1	0,35	1	0,35
11	Кран Ф-15, шт.	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15
12	Манометр (0-1 кгс/см ²) , шт.	1	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2
13	Вспомогательные материалы		1		1		1,2		1,2		1,5
	Итого		23,85		25,35		33,05		43,55		56,05

Последовательность работ по строительству простейшей биогазовой установки

При самостоятельном изготовлении простейшей биогазовой установки рекомендуется придерживаться следующего порядка: после определения ежесуточного объема навоза, накапливаемого в хозяйстве для переработки в биогазовой установке и выбора нужного объема реактора, нужно выбрать месторасположение реактора и заготовить материалы для реактора биогазовой установки. Затем, осуществляется монтаж загрузочной и выгрузочной трубы и подготовка котлована для биогазовой установки. После установки реактора в котлован, производится монтаж загрузочного бункера и газоотвода, после чего устанавливается крышка люка, который будет использоваться для технического обслуживания и ремонта реактора. Затем, производится проверка реактора на герметичность, окраска и теплоизоляция установки. Установка готова к запуску в эксплуатацию!

Биогазовая установка с ручной загрузкой и перемешиванием сырья

Строительство биогазовой установки с ручной загрузкой и перемешиванием сырья (Рис. 30) также не требует больших финансовых затрат.

Она предназначена для небольших фермерских хозяйств. Объем реактора установки - от 1 до 10 м³, рассчитан на переработку 50 – 200 кг навоза в сутки. Для повышения эффективности работы биогазовой установки смонтировано устройство ручного перемешивания сырья.

Биогазовая установка с ручной загрузкой, перемешиванием и подогревом сырья в реакторе

Для более интенсивного и стабильного процесса сбраживания установлена система подогрева реактора (Рис. 31).

Установка может работать в мезофильном и термофильном режиме. Реактор биогазовой установки подогревается при помощи водогрейного котла, работающего на производимом биогазе.

Остальной биогаз используется напрямую в бытовых приборах.

Переработанное сырье хранится в специальной емкости до времени внесения в почву.

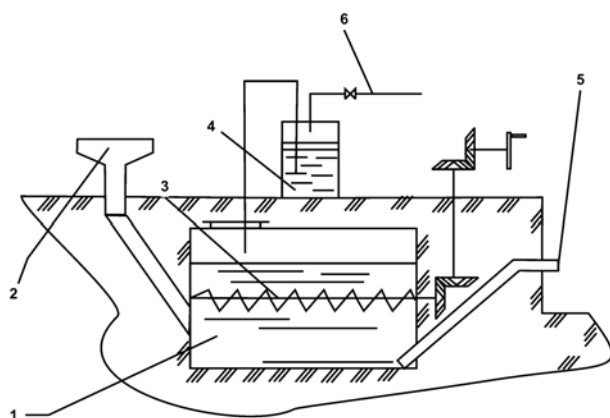


Рис.30. Схема биогазовой установки с ручной загрузкой и перемешиванием сырья.

1 – реактор; 2 – бункер загрузки; 3 – перемешивающее устройство; 4 – водяной затвор; 5 – выгрузочная труба; 6 – отвод биогаза.

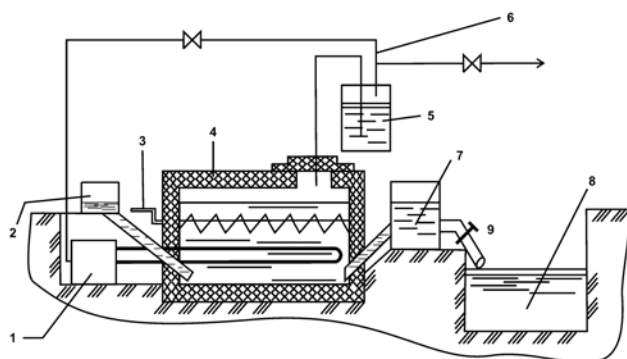


Рис.31. Схема биогазовой установки с ручной загрузкой, перемешиванием и подогревом сырья в реакторе.

1 – водогрейный котел; 2 – бункер загрузки; 3 – перемешивающее устройство; 4 – реактор; 5 – водяной затвор; 6 – отвод биогаза; 7 – выгрузочный бункер; 8 – емкость для хранения биоудобрений; 9 – выгрузочная труба.

Биогазовая установка с ручной загрузкой, газгольдером, пневматическим перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе

Простая установка с ручной загрузкой сырья в реактор снабжена автоматическим откачивающим устройством вырабатываемого биогаза и газгольдером для его хранения (Рис. 32).

Перемешивание сырья в реакторе производится пневматическим способом с использованием биогаза.

Такая биогазовая установка может работать во всех температурных режимах сбраживания.

Биогазовая установка с газгольдером, ручной подготовкой и пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе

Установка (Рис.33) предназначена для средних и крупных фермерских хозяйств с возможностью переработки от 0,3 до 30 и более тонн сырья в сутки. Объемы реакторов – от 5 до 300 м³ и более.

Подготовка, загрузка и перемешивание сырья механизированы и производятся с помощью пневматической системы. Подогрев сырья в реакторе биогазовой установки производится с помощью теплообменника с водонагревательным котлом, работающим на биогазе. Трубопровод выгрузки сырья имеет разветвление для сбора биоудобрений в хранилище и для загрузки в транспортные средства для вывоза на поле.

Устройство этой биогазовой установки (Рис. 32) предусматривает ручную подготовку и пневматическую загрузку сырья в реактор, часть вырабатываемого биогаза используется для подогрева сырья в реакторе. Перемешивание производится биогазом. Отбор биогаза производится автоматически. Биогаз хранится в газгольдере. Установка может работать в любом температурном режиме сбраживания сырья.

Биогазовая установка с газгольдером, механической подготовкой, пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе

Отличительной особенностью этой биогазовой установки (Рис. 34), предназначенной для средних и крупных крестьянских хозяйств, является наличие специальной емкости для подготовки сырья, откуда оно подается при помощи компрессора в бункер загрузки, а затем с помощью сжатого биогаза – в реактор установки. Для работы системы обогрева используется часть вырабатываемого биогаза. Установка снабжена автоматическим отбором биогаза и газгольдером для его хранения. Наличие системы обогрева позволяет эксплуатировать биогазовую установку во всех режимах сбраживания.

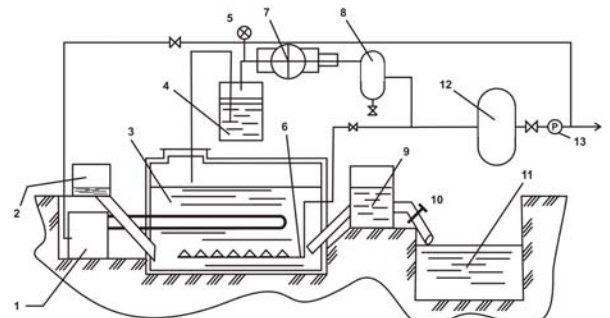


Рис.32. Схема биогазовой установки с ручной загрузкой, газгольдером, пневматическим перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе.

1 – водогрейный котел; 2 – бункер загрузки; 3 – реактор; 4 – водяной затвор; 5 – манометр электроконтактный; 6 – перемешивающее устройство; 7 – компрессор; 8 – ресивер; 9 – бункер выгрузки сырья; 10 – выгрузка сырья; 11 – хранилище для биоудобрений; 12 – газгольдер; 13 – редуктор газовый.

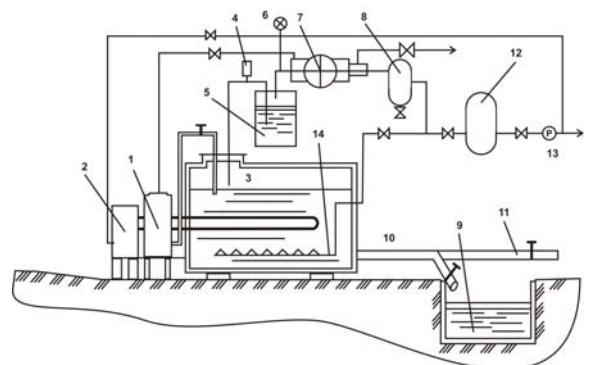


Рис.33. Схема фермерской биогазовой установки с газгольдером, ручной подготовкой и пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе.

1 – бункер загрузки сырья; 2 – водонагревательный котел; 3 – реактор; 4 – предохранительный клапан; 5 – водяной затвор; 6 – манометр электроконтактный; 7 – компрессор; 8 – ресивер; 9 – хранилище для биоудобрений; 10 – выгрузка сырья; 11 – отвод трубы для загрузки в транспорт; 12 – газгольдер; 13 – редуктор газовый; 14 – перемешивающее устройство.

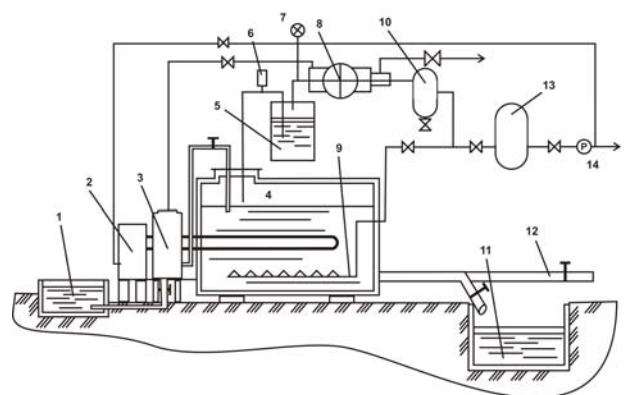


Рис.34. Схема фермерской биогазовой установки с газгольдером, механической подготовкой, пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе.

1 – Приемник навоза; 2 – Водонагревательный котел; 3 – Бункер загрузки; 4 – Реактор; 5 – Водяной затвор; 6 – Предохранительный клапан; 7 – Манометр электроконтактный; 8 – Компрессор; 9 – Мешалка газовая; 10 – Ресивер; 11 – Хранилище для биоудобрений; 12 – Отвод трубы для загрузки в транспорт; 13 – Газгольдер; 14 – Редуктор газовый.

**СПЕЦИФИКАЦИЯ НА ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ФЕРМЕРСКОЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ
С ГАЗГОЛЬДЕРОМ, МЕХАНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ, ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКОЙ И ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ СЫРЬЯ,
С ПОДОГРЕВОМ СЫРЬЯ В РЕАКТОРЕ (СМ. РИС. 12 И 13)**

№	Наименование оборудования и материалов	Количество на установку					
		5м ³	10м ³	15м ³	25м ³	50м ³	100м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Реактор	1	1	1	1	1	2
2	Котел водогрейный	1	1	1	1	1	2
3	Горелка газовая (инфракрасного излучения)	1	1	1	1	2	4
4	Влагоотделитель	1	1	1	1	1	2
5	Бункер-накопитель: емкость 3-15м ³ , бетон, металл Ст 3	-	-	-	1	1	1
6	Бак смеситель: емкость 0,5-15м ³ , металл Ст 3, давл. 8 кгс/см ²	1	1	1	1	1	1
7	Компрессор ИФ-56 с приводом для БГУ 5, 25 м ³ ; ФУ-12 для БГУ-50, 100	1	1	1	1	1	1
8	Реceiver: от 0,05 до 2,5м ³ , давл. до 25 кгс/см ²	1	1	1	1	1	1
9	Газгольдер от 3 м ³ и более, давл. 8-25 кгс/см ²	1	1	1	1	1	1
10	Насос вакуумный	-	-	-	1	1	1
11	Система подогрева	1	1	1	1	1	1
12	Система перемешивания	1	1	1	1	1	1
13	Уровень	1	1	1	1	1	2
14	Термометр ртутный стеклянный 0-100° С,	1	2	2	2	2	4
15	Манометры: электроконтактн. 0 - 1кгс/см ² d = 100мм от -1 до +5кгс/см ² d = 100мм от 0 до 25кгс/см ² d = 100мм от 0 до 1кгс/см ² d = 60мм от 0 до 10кгс/см ² d = 100мм от 0 до 40кгс/см ²	1	1	1	1	1	2
		1	1	1	1	1	2
		1	1	1	1	1	2
		1	1	1	1	1	2
		-	-	-	1	1	2
		1	1	1	1	1	2
16	Вентиль для воды: d = 25мм	1	1	1	1	1	2
17	Вентиль газовый: d = 15мм d = 25мм d = 32мм d = 40,50мм	4	4	4	4	8	16
		5	6	7	8	10	12
		1	1	1	1	1	2
		1	1	1	1	1	1
18	Трубы стальные (м): d = 15мм d = 25мм d = 32мм d = 50мм d = 100мм d = 150мм	10	25	30	30	50	100
		40	45	50	60	80	100
		4	5	6	7	7	16
		5	8	10	10	20	40
		30	30	30	40	50	60
		-	-	-	5	5	5
19	Задвижка: d = 100мм d = 150мм	2	3	3	3	3	5
		-	-	-	1	1	1
20	Фланцы: d = 100мм d = 150мм	4	6	6	8	12	16
		-	-	-	2	2	2
21	Крепежные детали (кг): болты м10, м12, м16 шайбы 10, 12, 16	5	7	8	10	15	20
		1	1	1,5	2	3	4
22	Уплотнительные материалы (м ²): резина, паронит	2	2	2,5	3	4	5

1	2	3	4	5	6	7	8
23	Отводы Ф-15 Ф-25 Ф-32 Ф-50 Ф-100	12	12	14	16	18	25
		10	10	12	14	16	20
		2	2	2	4	8	12
		10	10	12	12	12	24
		4	6	6	6	8	12
24	Редуктор газовый с манометрами 20/0,2 кгс/см ²	1	1	1	1	1	1
25	Фильтр для сероводорода: труба ф250, L=2м	-	-	-	1	1	2
26	Уровнемер электрический	1	1	1	1	1	2
27	Лист стальной 10-12мм (м ²) Лист стальной 4мм (м ²)	2	2	2	2	2	4
		10	10	15	15	20	40
28	Электроды 3мм (КНР), кг	30	30	35	35	60	90
29	Предохранительные устройства	2	2	2	1	1	2
30	Электрошкаф к-т: Автомат 3-ф 39А, 50 А Пускатели Реле тепловое Реле пусковое Кнопки "стоп" красные Кнопки "пуск" черные Трансформатор понижающий 380 / 24-^36 В Клеммник на 24-^30 контактов	1	1	1	1	1	1
		1	1	1	1	1	1
		2	5	5	5	6	6
		2	5	5	5	6	6
		2	5	5	5	6	6
		2	2	2	2	2	2
		2	2	2	2	2	2
		1	1	1	1	1	1
		1	1	1	1	1	1
31	Провод электрический (м)	30	40	45	50	70	90
32	Кислород, пропан	2	2	3	3	5	8

Таблица 13

**СМЕТА НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФЕРМЕРСКОЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ С ГАЗГОЛЬДЕРОМ,
МЕХАНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ, ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКОЙ И ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ СЫРЬЯ,
С ПОДОГРЕВОМ СЫРЬЯ В РЕАКТОРЕ (СМ. РИС. 12 И 13)**

Наименование	тыс. сом на 2010					
	5м ³	10м ³	15м ³	25м ³	50м ³	100м ³
1. Реактор	20	30	40	60	120	240
2. Газгольдер	20	30	40	60	115	230
3. Компрессор	15	15	19	19	27	54
4. Материалы для обвязки реакторов, газгольдера, подающего, перемешивающего и нагревающего устройств	21,8	22,8	24,8	26,8	42	72
5. Приемный бункер	16	18	20	22	22	36
6. Устройство для подачи сырья	12	14	14	14	25	25
7. Устройство для анаэробного перемешивания сырья	6	6	6	6	8	16
8. Нагревающее устройство	14	16	18	22	44	88
9. Устройство стабилизации	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,5
10. Устройство для контроля уровня, температуры, давления в реакторах	6	6	7	7	8	10
11. Автоматическое откачивающее устройство	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
12. Предохранительные устройства (уровень бункера подачи, давление в реакторах и газгольдере)	3	3	3	4,2	4,8	6
13. Шкаф управления	8	8	8	10	12	12
14. Вспомогательные материалы	8	8	9	9	12	20
15. Заработная плата	73	87	98	116	137	193
Итого*:	227	268	311	380,2	581	1007

* В данную смету не включены транспортные расходы, затраты на общестроительные работы и налоговые отчисления.

Эксплуатация биогазовых установок²¹

Стабильная ежедневная работа биогазовой установки требует высокого уровня дисциплины обслуживающего персонала для получения высоких объемов биогаза и биоудобрений и долгой службы установки. Многие проблемы случаются из-за ошибок в эксплуатации. Часто, такие проблемы могут быть сведены к минимуму путем:

- выбора простой конструкции установки, адаптированной к местным климатическим условиям и имеющемуся сырью;
- использования высококачественных материалов и приборов;
- хорошим обучением персонала и получением консультаций профессионалов по эксплуатации установки.

Подготовка к запуску

Этап подготовки включает в себя **проверку герметичности** реактора и газовой системы. Для этого к газовой системе подключаются водяной манометр, перекрываются все краны с тем, чтобы избыточное давление воздуха в реакторе можно было измерить манометром.

Для этого, реактор заполняется водой до рабочего уровня. Избыточный воздух будет вытесняться через предохранительный клапан. После этого фиксируют показания манометра и оставляют заполненный водой реактор на сутки. Если по истечении суток показание манометра не изменилось или изменилось незначительно, то можно считать, что газовая система и реактор обладают достаточной герметичностью. При потере давления в реакторе и газовой системе необходимо отыскать и устранить течь.

Работы по пуску биогазовой установки могут быть начаты только тогда, когда установка в целом и ее элементы будут признаны пригодными к эксплуатации и соответствовать требованиям безопасной эксплуатации.

Этап ввода в эксплуатацию

Первоначальная загрузка новой биогазовой установки должна, если возможно, состоять из отработанного сырья из другой установки (около 10%) или свежего навоза крупного рогатого скота, так как для успешной работы требуются штаммы метанообразующих микроорганизмов, большое количество которых содержится в свежем навозе крупного рогатого скота.

Возраст и количество начальной порции сырья имеют сильное влияние на весь курс ферментации. Рекомендуется позаботиться о достаточном количестве сырья еще до окончания строительства установки. При первой загрузке можно разбавить недостаточное количество сырья большим количеством воды, чем обычно, для заполнения реактора на 2/3 объема.

Типы сырья

В зависимости от типа используемого сырья, может потребоваться от нескольких дней до нескольких недель для выхода биогазовой установки на стабильный уровень работы. После разбавления сырья до получения однородной массы нужной влажности, его загружают в реактор, который заполняется **не более, чем на 2/3 внутреннего объема**. Оставшийся объем реактора используется для накопления биогаза.

Загружаемое в реактор сырье не должно быть холодным - его температура должна приближаться к выбранной оптимальной температуре сбраживания.

Оптимизация ввода в эксплуатацию

Для оптимизации процесса сбраживания могут быть использованы некоторые известные методы пуска:

- введение в реактор активной закваски от нормально действующего реактора;
- добавление реагентов таких, как известь, углекислый газ, щелочь и другие;
- заполнение реактора теплой водой и постепенное добавление в нее навозных стоков;
- заполнение реактора свежими навозными стоками;
- заполнение реактора горячими газами и постепенная загрузка навозных стоков.

Для обеспечения устойчивого роста микроорганизмов в пусковой период, нагрев загруженного сырья должен постепенно увеличиваться, не более, чем на 2°C в сутки с доведением до 35-37°C. В процессе нагрева должно быть обеспечено интенсивное перемешивание сырья. Через 7-8 суток начинается активная жизнедеятельность микроорганизмов в реакторе и выделение биогаза.

Характеристики этапа ввода в эксплуатацию

Период ввода биогазовой установки в рабочий режим эксплуатации называется пуско-наладочным периодом и характеризуется:

- низким качеством биогаза, содержащим около 60% углекислого газа;
- сильным запахом биогаза;
- падающим уровнем pH;
- непостоянным выходом газа.

Стабилизация процесса

Переход к рабочему режиму эксплуатации происходит быстрее, если сырье часто и интенсивно перемешивается. Если в процессе пуска-наладки стабилизация процесса сбраживания задерживается, нужно добавить в реактор небольшое количество навоза КРС для восстановления баланса pH. Сразу после стабилизации процесса сбраживания, большой объем несброженного сырья будет производить большое количество биогаза. После того, как уровень производимого биогаза упадет до ожидаемого, можно начинать регулярную загрузку сырья.

Подготовка газгольдера

Подготовку газгольдера для заполнения газом в составе модуля можно производить только после приемки и испытания в соответствии с техническими условиями и после освидетельствования органами Госгортехнадзора.

Во избежание образования взрывоопасной смеси до заполнения газгольдера газом необходимо, чтобы из всей системы, в том числе и из газопроводов, был вытеснен воздух. Вытеснение воздуха производится водой с последующим вытеснением воды газом под давлением или негорючими газами. Вытеснение воздуха считается законченным, если содержание кислорода в пробе газа, взятой из газгольдера не превышает 5 %.

Наружным осмотром должно быть проверено состояние контрольно-измерительных приборов, входящих в состав газгольдера (обратный и предохранительный клапаны, манометр, редуктор давления). Надежность заземления и молниезащиты газгольдера проверяется с помощью измерителя заземления. Сопротивление заземления не должно превышать 4 Ом.

Качество газа

В период выхода биогазовой установки на рабочий режим эксплуатации, качество биогаза будет невысоким. По этой причине, а также для предотвращения взрывоопасной ситуации, связанной с остаточным кислородом, содержащимся в газгольдерах, первые два суточных объема биогаза должны быть выпущены в воздух. Как только биогаз станет воспламеняемым, он может быть использован для планировавшихся целей.

Ежедневные операции

Доза загрузки сырья

Для оптимальной эксплуатации биогазовых установок большое значение имеет суточная доза загрузки свежего навоза и периодичность ее внесения. Доза загрузки - величина непостоянная и зависит от вида сырья, температуры сбраживания и концентрации сухого вещества в сырье.

При малых дозах суточной загрузки сырья, не превышающих 1-5 % объема реактора в сутки, биогаза выделяется меньше, чем при больших дозах в 10-20%. Однако при больших дозах ежесуточной загрузки, содержание метана в биогазе сокращается, а содержание углекислого газа – увеличивается.

Оптимальной дозой суточной загрузки для установок с **мезофильной температурой** брожения с точки зрения качества биогаза можно считать **6-10%** от полного объема загружаемого сырья при продолжительности сбраживания **10 – 20 суток**. Оптимальной дозой загрузки для **термофильного режима** можно считать **15-25%** при продолжительности брожения от **4 до 8 суток**. При использовании **психрофильного режима** сбраживания, рекомендуется загружать не более 2% при ежесуточном добавлении нового сырья. Если используется метод порционной загрузки, то реактор загружается сразу на 2/3 и сырье перерабатывается без добавления свежего навоза в течение 40 и более дней.

Частота загрузки и перемешивания

Суточная доза должна вноситься в реактор не целиком, а постепенно равными порциями через одинаковые промежутки времени **4-6 раз в сутки**. После загрузки очередной порции рекомендуется осуществлять перемешивание сырья. Состояние и работа перемешивающих устройств должна проверяться ежедневно.

Контроль процесса сбраживания по цвету сброженной массы

О том, как протекает процесс сбраживания сырья в реакторе, можно судить по интенсивности выделения биогаза, а также по цвету сброженной массы на выходе из реактора.

Отсутствие биогаза или его слабое образование свидетельствует о низкой активности микроорганизмов и может быть обнаружено по **серому цвету сброженной массы**. Причиной этого может быть также недостаток микроорганизмов, приводящий к затуханию процесса сбраживания, для возобновления которого требуется введение питательных растворов с хорошей концентрацией микроорганизмов и, следовательно, с потенциалом хорошего газообразования.

При избытке питательных веществ возможно образования кислот и снижение активности микроорганизмов. Цвет сброженного сырья в этом случае изменяется на **черный**, а на его поверхности может образоваться белая пленка. Нейтрализовать кислоты можно введением растительной золы или известковой воды.

Если сброженная масса имеет **темно-коричневый цвет** и при этом на ее поверхности образуется пена, то можно считать что идет нормальный процесс брожения.

Контроль уровня сырья

Особой проблемой маленьких установок является закупорка отверстий реактора. Это может привести к слишком большому давлению внутри реактора и закупорке газовой трубы. Для предотвращения этого необходимо проверять уровень сырья и состояние отверстий установки ежедневно.

Еженедельные и ежемесячные операции

- Контроль водяных затворов;
- Обновление газовых фильтров;
- Чистка купола в установках с плавающим куполом;
- Проверка гибких шлангов и труб на появление пор.

Ежегодные операции

- Удаление корки на поверхности сырья и осадка со дна реактора установки;
- Вся установка и газовая система должны быть проверены на герметичность и давление.

Техника безопасности

При эксплуатации биогазовой установки нужно обращать внимание на следующее:

- Вдыхание биогаза в больших количествах в течение долгого времени может вызвать отравление, так как содержащиеся в биогазе сероводород, метан, углекислый газ ядовиты. Неочищенный биогаз пахнет тухлыми яйцами, но после очистки не имеет никакого запаха. Поэтому все помещения, где стоят бытовые приборы, использующие биогаз, нужно регулярно проветривать. Газовые трубы должны регулярно проверяться на герметичность и защищаться от повреждений. Обнаружение утечек газа должно производиться с помощью мыльной эмульсии или специальными приборами. Применение открытого огня для обнаружения утечки газа запрещается.
- Биогаз в смеси с воздухом в пропорции от 5% до 15 % при наличии источника воспламенения с температурой 600°C или более могут привести к взрыву. Открытый огонь опасен при концентрациях биогаза в воздухе более 12 %. Таким образом, запрещается курение и разведение огня около установки. При проведении сварочных работ расстояние до газового оборудования должно быть не менее 10 метров. После слива сырья из биогазовых установок для проведения ремонта, реактор должен проветриваться, так как существует опасность взрыва смеси биогаза и воздуха.
- Давление газа, подаваемого по газопроводу к месту потребления, не должно превышать 0,15 МПа (1,5 кгс/см²), а перед бытовыми приборами должно быть не более 0,13 кгс/см². Реактор должен быть оснащен задвижками, гидрозатворами, которые в случае необходимости могли бы отключить его от магистрального газопровода биогаза. Реактор должен иметь клапан автоматического сброса избыточного давления в газовой системе в случае его повышения сверх нормы.
- Используемое электрооборудование должно быть заземлено. Сопротивление заземляющего провода должно быть не более 4,0 Ом.
- Основными источниками санитарной опасности является присутствие в жидком навозе и навозных стоках яиц гельминтов, бактерий групп кишечной палочки и другой патогенной микрофлоры. Поэтому нужно соблюдать предохранительные меры для предотвращения заражения. Так, не рекомендуется принимать пищу в помещении фермы и рядом с биогазовыми установками.
- Реактор и хранилище для биоудобрений должны быть построены так, чтобы избежать опасности падения человека внутрь.

Устройство, эксплуатация и обслуживание биогазовых установок должны соответствовать требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» Госгортехнадзора Кыргызской Республики, если в состав биогазовых установок входят:

- сосуды, работающие под давлением газа свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²).
- баллоны, предназначенные для транспортировки и хранения сжатых газов под давлением свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²).
- цистерны и бочки для транспортировки и хранения сжатых газов, давление паров которых при температуре до 50°C превышает давление свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²).
- К обслуживанию биогазовых установок и проведению газоопасных работ могут быть допущены лица не моложе 18 лет имеющие разрешение Госгортехнадзора Кыргызской Республики в виде удостоверения установленного образца на право обслуживания биогазовых установок и проведение газоопасных работ.

Техническое обслуживание, мониторинг и ремонт

Техническое обслуживание биогазовой установки состоит из работ, которые необходимы для эффективной и долгой работы установки, а ремонт осуществляется в случае поломки биогазовой установки.

Т а б л и ц а 1 4

ЕЖЕДНЕВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ⁸

Контролируемый показатель	Распространенные проблемы	Устранение проблемы
Давление газа	Слишком большое давление; (давление газа возрастает, если использование газа меньше чем производство и если газгольдер полон)	Неполадки в предохранительном клапане – его нужно почистить или заменить;
	Слишком низкое давление; (давление газа падает, если его потребление превышает производство, если есть утечки газа и если газгольдер пуст);	Утечка газа: найти источник утечки и устранить ее; производство биогаза снизилось: проверьте качество сырья;
Температура сырья в реакторе	Слишком высокая температура;	Неполадки в системе подогрева. Проверить и отремонтировать систему;
	Слишком низкая температура;	Неполадки в системе подогрева. Проверить и отремонтировать систему; Наличие осадка или нежелательного слоя на подогреваемой поверхности: очистить нагреваемую поверхность;
Выход биогаза	Выход биогаза ниже обычного;	Причины: температура, состав сырья, изменение уровня кислотно-щелочного баланса, разрыв или трещина в реакторе, засоренные газовые трубы: идентифицируйте причину и устраните ее;
Сильный запах навоза	Установка перегружена или условия сбраживания не оптимальны;	Уменьшить количество загружаемого сырья; откорректировать кислотно-щелочной баланс;

Ежемесячное техническое обслуживание

- Проведите чистку и контроль работы газовых бытовых приборов;
- Смажьте движущиеся части;
- Проведите сервисное обслуживание двигателей;
- Проведите обслуживание клапанов давления;
- Проведите обслуживание системы перемешивания.

КОНТРОЛЬ АРМАТУРЫ⁸

Контролируемый элемент	Распространенные проблемы	Устранение проблемы
Водяной затвор	Водяной затвор полон;	Вылить воду;
Система труб	Вода не собирается в водяном затворе; угол установки труб неправильный;	Переустановка труб так, чтобы конденсирующаяся вода стекает в водяной затвор;
Клапаны давления	Не работают	Чистка фильтров или замена фильтров

Ежегодное обслуживание

- Полная ревизия реактора и всей установки;
- Проверьте металлические части установки на наличие ржавчины, обновите защитное покрытие;
- Проверьте газовые трубы на герметичность под давлением. Часто утечки газа незаметны во время работы установки, так как компенсируются объемом вырабатываемого биогаза.

Мониторинг

Мониторинг подразумевает сбор данных о работе установки для:

- определения проблем в работе;
 - определения реальной экономической выгоды и окупаемости установки;
 - сравнения разных типов сырья и методов работы с целью оптимизации.
- Должны собираться следующие данные:
- Количество и тип сырья, пропорция воды для разбавления сырья.
 - Температура сырья на разных стадиях процесса переработки. При регулярном сборе данных легко определить неполадки в системе подогрева
 - Выход биогаза: замеры производятся газометром, находящимся между газгольдером и реактором (производство биогаза) или между прибором и газгольдером (использование биогаза). В простых установках производство газа может быть измерено во время отсутствия потребления газа. Изменения в производстве газа и скорость таких измерений позволяют более точно определить причину проблемы.
 - Производство электричества и тепла в больших установках;
 - Кисотно-щелочной баланс (ежемесячно);
 - Ежедневное загружаемое количество сырья;
 - Количество сероводорода в биогазе (ежемесячно);
 - Анализ удобряющего эффекта биоудобрения (ежегодно или сезонно) для определения оптимального количества удобрения для внесения на поля.
 - Записи поломок и их причины. Такие записи позволяют сравнивать и легче определять причины поломок.

Ремонт

Поломки, которые могут произойти в работающей биогазовой установке, описаны в нижеприведенной таблице. Наиболее частая причина для беспокойства – снижение производства биогаза.

ЧАСТЫЕ ПРИЧИНЫ ПОЛОМОК И ИХ УСТРАНЕНИЕ⁸

Поломки	Возможные причины	Шаги к устранению
Заблокирована труба загрузки/выгрузки сырья	Волокнистый материал в трубе или плавающий слой сырья блокирует трубу	Прочистить трубу; удалить или разбить плавающий слой сырья
Снижение уровня сырья	Реактор пропускает жидкость	Очистите реактор и закройте трещину
Недостаточное количество газа	Газгольдер негерметичен из-за трещин или коррозии	Закройте трещины, замените заржавевшие части;
Заблокированы краны	Коррозия	Закройте и откройте краны несколько раз, смажьте или замените их
Газовая труба негерметична	Коррозия или пористость; недостаточная герметизация соединений;	Найдите негерметичные части и замените их, герметизируйте соединения
Внезапная потеря газа	1. Трещина в газовой трубе 2. Водяной затвор пуст 3. Открыт газовый кран	1. Отремонтируйте или замените трубу. 2. Долейте воды, найдите причину для излишнего давления, проверьте размеры водяного затвора 3. Закройте кран.
Прыгающее газовое давление	1. Вода в газовой трубе 2. Заблокирована газовая труба	1. Проверьте работу водяного затвора, установите водяные затворы в пониженных частях газовой системы или выровняйте положение труб. 2. Найдите заблокированный участок (начните с биогазовой установки, проверьте соединения и подходы к газовым приборам) и почистите их.

Ремонтные работы выполняются как в случае поломок, так и во время обычной работы установок. Ремонт, выходящий за рамки выше обозначенного, должен проводиться специалистами, так как владелец установки обычно не имеет технического образования. В любом случае, ежегодная проверка установки должна проводиться обученными техническими специалистами.

Документация

Для обеспечения нормальной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта на объекте должна быть следующая документация:

1. Принципиальные схемы установки газовой и электрической системы, схема планировки;
2. Паспорта заводов-изготовителей на сосуды, работающие под давлением;
3. планы и графики проведения технического обслуживания и ремонтов составных частей и приборов;
4. журналы учета работы установок и инструктажа по технике безопасности и проверки знаний обслуживающего персонала «Правил безопасности в газовом хозяйстве».

ЧАСТЬ 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В процессе переработки органических отходов в биогазовых установках получают два основных продукта – биогаз и сброженную биомассу, которые можно использовать в сельском хозяйстве, в промышленности и в быту.

Использование биогаза

Основным способом применения биогаза является превращение его в источник тепловой, механической и электрической энергии. Однако крупные биогазовые установки можно использовать для создания производств по получению ценных химических продуктов для народного хозяйства.

На биогазе могут работать газосжигающие устройства, вырабатывающие энергию, которая используется для отопления, освещения, снабжения кормоприготовительных цехов, для работы водонагревателей, газовых плит, инфракрасных излучателей и двигателей внутреннего сгорания.

Наиболее простым способом является сжигание биогаза в газовых горелках, так как газ можно подводить к ним из газгольдеров под низким давлением, но более предпочтительно использование биогаза для получения механической и электрической энергии. Это приведет к созданию собственной энергетической базы, обеспечивающей эксплуатационные нужды хозяйств.

Таблица 17

КОМПОНЕНТЫ БИОГАЗА²¹

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	+65 +750	-	+585	-	-	+650 +750
Нормальная плотность, г/л	0,72	1,98	0,9	1,54	-	1,2

Газовые горелки

Основой большинства бытовых приборов, в которых можно использовать биогаз, является горелка. В большинстве случаев, предпочтительны горелки атмосферного типа, работающие на предварительно смешанном с воздухом биогазе. Потребление газа горелками сложно подсчитать заранее, поэтому конструкция и настройка горелок должны определяться для каждого индивидуального случая экспериментально.

По сравнению с другими газами, биогазу нужно меньше воздуха для возгорания. Следовательно, обычные газовые приборы нуждаются в более широких жиклерах для прохождения биогаза. Для полного сгорания 1 литра биогаза необходимо около 5,7 литров воздуха, в то время, как для бутана – 30,9 литров и для пропана – 23,8 литров⁸.

Модификация и адаптация стандартных горелок является делом эксперимента. По отношению к наиболее распространенным бытовым приборам, приспособленным для использования бутана и пропана можно отметить, что бутан и пропан обладают теплотворной способностью почти в 3 раза выше, чем биогаз и дают в 2 раза большее пламя.

Перевод горелок на работу на биогазе всегда приводит к более низким уровням работы приборов. Практические меры для модификации горелок включают:



Рис.35. Газовая плита, работающая на биогазе в с. Петровка
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

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

Газовые плиты

Перед использованием газовой плиты, горелки должны быть тщательно отрегулированы для достижения:

- компактного, голубоватого пламени;
- пламя должно самопроизвольно стабилизироваться, т.е. не горящие участки горелки должны самостоятельно загораться в течение 2-3 секунд.

Излучающие нагреватели

Излучающие нагреватели используются в сельском хозяйстве для получения нужных температур для выращивания молодняка, например поросят и цыплят в ограниченном пространстве. Необходимая поросятам температура начинается от 30-35°C в первую неделю и затем медленно падает до температуры 18-23°C в 4 и 5 недели.

Как правило, регулировка температуры состоит в поднятии или опускании обогревателя. Хорошая вентиляция является необходимостью для предотвращения концентрации CO или CO₂. Следовательно, животные должны находиться под постоянным присмотром, и температура проверяется через регулярные интервалы. Обогреватели для поросят или цыплят потребляют около 0,2 – 0,3 м³ биогаза в час.

Тепловое излучение обогревателей

Излучающие нагреватели реализуют инфракрасное тепловое излучение через керамическое тело, которое нагревается до ярко-красного состояния при температурах 900-1000°C пламенем. Обогревающая возможность излучающего обогревателя определяется умножением объема газа на чистую теплотворную способность, так как 95 % энергии биогаза превращается в тепло. Выход тепловой энергии от маленьких нагревателей составляет от 1.5 до 10 кВт тепловой энергии⁸.

Предохранитель и воздушный фильтр

Использующие биогаз излучающие нагреватели должны всегда быть оборудованы предохранителем, который прекращает подачу газа в случае снижения температуры, то есть в случае, когда газ не сжигается.

Потребление биогаза

Бытовые газовые горелки потребляют 0,2 – 0,45 м³ биогаза в час, а промышленные – от 1 до 3 м³ биогаза в час. Необходимый объем биогаза для приготовления пищи может быть определен на основании времени, ежедневно затрачиваемого на приготовление пищи.



Рис.36. Водонагревательный котел для отопления дома с излучающими керамическими нагревателями в с. Петровка

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»



Рис.37. Регулятор давления газа

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Таблица 18

РАСХОД БИОГАЗА ДЛЯ БЫТОВЫХ НУЖД

Горелка	Использование	Использование биогаза, м ³
Бытовая	Приготовление порции пищи для одного человека	0,15 – 0,3
Бытовая	Кипячение воды	0,03 – 0,05
Бытовая	Отопление помещения (на 1 кв. м)	0,2 в сутки

Двигатели, работающие на биогазе

Биогаз можно применять в качестве топлива для автомобильных двигателей, причем эффективность его в этом случае зависит от содержания метана и наличия примесей. На метане могут работать как карбюраторные, так и дизельные двигатели. Однако, так как биогаз является высокооктановым топливом, более эффективно его использование в дизельных двигателях.

Для работы двигателей необходимо большое количество биогаза и установка на двигатели внутреннего сгорания дополнительных устройств, которые позволяют им работать как на бензине, так и на метане.

Газоэлектрогенераторы

Опыт показывает, что биогаз экономически целесообразно использовать в газоэлектродвигателях, при этом сжигание 1 м³ биогаза позволяет вырабатывать от 1,6 до 2,3 кВт электроэнергии. Эффективность такого использования биогаза повышается за счет использования тепловой энергии, образующейся при охлаждении мотора электрогенератора, для обогрева реактора биогазовой установки.

Очистка биогаза

Для использования биогаза в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания необходимо предварительная очистка биогаза от **воды, сероводорода и углекислоты**.

Уменьшение содержания влаги

Биогаз насыщен влагой. Очистка биогаза от влаги состоит в его охлаждении. Это достигается при пропускании биогаза по подземной трубе для конденсации влаги при более низких температурах. Когда газ вновь подогревается, содержание влаги в нем существенно уменьшается. Такое высушивание биогаза особенно полезно для используемых счетчиков сухого газа, так как они со временем обязательно заполняются влагой.

Уменьшение содержания сероводорода

Сероводород, смешивающийся в биогазе с водой, образует кислоту, вызывающую коррозию металла. Это является серьезным ограничением использования биогаза в водных обогревателях и двигателях.

Наиболее простым и экономичным способом очистки биогаза от сероводорода является сухая очистка в специальном фильтре. В качестве абсорбера применяется металлическая «губка», состоящая из смеси окиси железа и деревянной стружки. С помощью 0,035 м³ металлической губки из биогаза можно извлечь 3,7 кг серы. Если содержание сероводорода в биогазе составляет 0,2%, то этим объемом металлической губки можно очистить от сероводорода около 2500 м³ газа. Для регенерации губки ее необходимо поддерживать некоторое время на воздухе.

Минимальная стоимость материалов, простота эксплуатации фильтра и регенерация абсорбера делают этот метод надежным средством защиты газгольдера, компрессоров и двигателей внутреннего сгорания от коррозии, вызванной продолжительным воздействием сероводорода, содержащегося в биогазе. Окись цинка также является эффективным абсорбентом сероводорода, причем это вещество имеет дополнительные преимущества: оно абсорбирует также органические соединения серы (карбонил, меркаптан и т.д.)¹⁸



Рис.37. Газоэлектродвигатель в с. Петровка

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»



Рис.39. Сероводородный фильтр и абсорбер для отделения углекислоты в с. Петровка

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Уменьшение содержания углекислоты

Уменьшение содержания углекислоты – сложный и дорогой процесс. В принципе, углекислота может быть отделена путем выпитывания в известковое молоко, но такая практика приводит к образованию больших объемов извести, и не подходит для использования в системах большого объема. Углекислота сама по себе является ценным продуктом, который можно использовать в различных производствах.

Использование метана

Современные исследования химиков открывают большие возможности использования газа – метана, для производства сажи (красящее вещество и сырье для резиновой промышленности), ацетилена, формальдегида, метилового и этилового спирта, метилена, хлороформа, бензола и других ценных химических продуктов на базе больших биогазовых установок¹⁸.

Потребление биогаза двигателями

В с. Петровка Чуйской области КР биогазовая установка Ассоциации «Фермер» объемом 150 м³ обеспечивает биогазом для бытовых нужд 7 крестьянских хозяйств, работу газозлектрогенератора и 2-х автомашин – УАЗа и ЗИЛа. Для работы на биогазе двигатели были дооборудованы специальными устройствами, а автомашины – стальными баллонами для закачки газа.

Средние значения потребления биогаза для производства 1 кВт электроэнергии двигателями Ассоциации «Фермер», - около 0,6 м³ в час.



Рис.40. УАЗ, работающий на биогазе в с. Петровка

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Таблица 19

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА В С. ПЕТРОВКА

Двигатель	Использование	Количество баллонов	Использование биогаза, м ³
УАЗ-469	Автомашина	3 баллона	42 на 100 км
ЗИЛ ММЗ-130	Автомашина	9 баллонов	72 на 100 км
ГАЗ-53	Электрoгенератор	-	20 в час – 37кВт

Эффективность использования биогаза

Эффективность использования биогаза составляет **55%** для **газовых плит**, **24%** для **двигателей внутреннего сгорания**. Наиболее эффективный путь использования биогаза – в качестве **комбинации тепла и энергии**, при котором можно достичь **88% эффективности**⁸. Использование биогаза для работы газовых горелок в газовых плитах, отопительных котлах, кормозапарниках и теплицах – лучший вид использования биогаза для фермерских хозяйств Кыргызстана.

Излишки биогаза

В случае излишка вырабатываемого установкой биогаза, рекомендуется не выбрасывать его в атмосферу – это приведет к неблагоприятному влиянию на климат, а сжигать. Для этого в газораспределительную систему устанавливается факельное устройство, которое должно находиться на безопасном расстоянии от строений.



Рис.41. Факельная горелка для сжигания излишков биогаза в с. Петровка

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Использование биоудобрений

Переработанные в биогазовых установках органические отходы превращаются в биомассу, которая содержит значительное количество питательных веществ и может быть использована в качестве биоудобрения и кормовых добавок.

Образующиеся при сбраживании гумусные материалы улучшают физические свойства почвы, а минеральные вещества служат источником энергии и питанием для деятельности почвенных микроорганизмов, что способствует повышению усвоения питательных веществ растениями.

Основное преимущество биоудобрений заключается в сохранении в легко усваиваемой форме практически всего азота и других питательных веществ, содержащихся в исходном сырье. Значительным преимуществом биоудобрений перед навозом, перепревшим в естественных условиях, является то, что при сбраживании навоза в биогазовых установках погибает значительная часть яиц гельминтов, патогенных микроорганизмов и семян сорняков, содержащихся в навозе.

Органические вещества в удобрениях

В то время как азот, калий и фосфор могут содержаться в минеральных удобрениях, для других составляющих биоудобрения, получающегося при анаэробном сбраживании навоза в биогазовых установках, таких как протеин, целлюлоза, лигнин и т.д., нет химических заменителей.

Органические вещества являются базой для развития микроорганизмов, отвечающих за переведение питательных веществ в форму, которая легко может быть усвоена растениями. Благодаря декомпозиции и распаду органической части сырья, сброженный биошлам в доступной форме предоставляет быстро действующие питательные вещества, которые легко входят в почву, и сразу готовы для поглощения растениями и почвенными микроорганизмами.

Гуминовые кислоты¹⁵

Важными органическими веществами, присутствующими в биоудобрениях, являются гуминовые кислоты. Они повышают сопротивляемость растений неблагоприятным условиям внешней среды: засухе, высоким и низким температурам, токсичным веществам (пестицидов, гербицидов, тяжелых металлов), повышенной радиации. Гуминовые кислоты способствуют ускорению роста и развития растений, сокращению вегетационного периода, более раннему (на 8-10 дней) созреванию и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Содержание гуминовых кислот в биоудобрениях составляет от 13% до 28% на сухое вещество, а их концентрация зависит от температуры процесса сбраживания сырья.

Улучшение качества почв

Содержание гуминовых кислот в биоудобрении особо важно для низкогуминовых почв Кыргызстана. Применение биоудобрений приводит к быстрой гумификации растительных остатков в почвах, помогает уменьшить уровень эрозии за счет формирования стабильного гумуса и увеличивают содержание питательных веществ, улучшает гигроскопичность, увеличивает амортизирующие и регенерирующие качества почв. Также замечено, что активность дождевых червей при применении биоудобрений, по сравнению с применением простого навоза, увеличивается⁸.

Применение биоудобрений на щелочных почвах приводит к нейтрализации почвы и повышению ее влажности, что особенно важно для засушливых областей Кыргызстана¹⁷.

Эффективность воздействия биоудобрений на растения

Эффективность биоудобрения изучалась как стимулятор энергии прорастания, всхожести семян и развития корневой системы и стеблей при различных концентрациях и сроках внесения учеными и практиками.

Пшеница

Лабораторные испытания¹⁵

Добавка гуминовых кислот, выделенных из биоудобрения, в среду для прорастания семян пшеницы показала, что они стимулируют удлинение корней и стеблей зерен пшеницы сортов «Лада», «Интенсивная» и «Безостая», наибольший положительный эффект был получен при использовании 1% и 0,01% растворов.

При проведении опытов по исследованию воздействия биоудобрения на энергию прорастания, всхожесть семян и развитие стеблей и корней пшеницы при различных концентрациях внесения двух видов биоудобрения в Научно-исследовательском институте земледелия (НИИЗ), были получены следующие результаты:

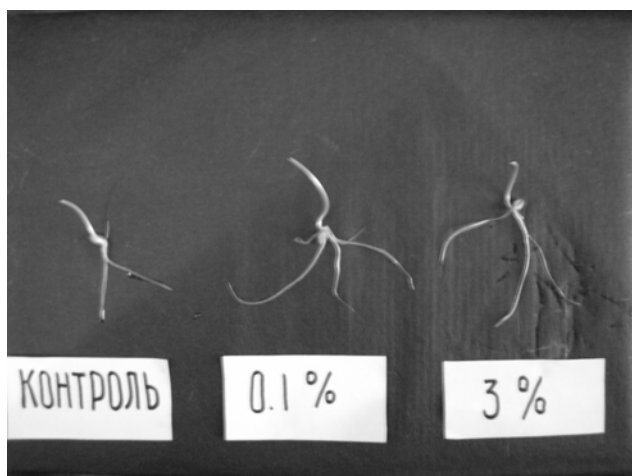


Рис. 42. Воздействие биоудобрения на зерна пшеницы сорта «Интенсивная»

Опыт: Абасов В.С. КНИИЗ, Фото: Веденева Т., ОФ «Флюид»

- Обработка семян пшеницы при всех концентрациях биоудобрений оказывается эффективной. Всхожесть семян увеличивается при концентрациях 0,01, 1, 3 и 6% раствора до 99%. Прирост корней увеличивается на величину до двух раз превышающую контрольные семена.
- Прорастание семян произошло уже на вторые сутки проведения опыта, на 5 сутки опыта семена пшеницы развили мощную корневую систему (см. Рис. 42).
- Биоудобрение, полученное в результате сбраживания с регулярным добавлением свежего сырья лучше влияет на всхожесть, развитие стеблей и корней пшеницы. Таким образом, рекомендуется переработка сырья в непрерывном режиме.

Полевые испытания и практические результаты

Полевые опыты для определения влияния биоудобрений на урожайность пшеницы были проведены на территории тепличного хозяйства Кыргызского НИИЗ с сортом пшеницы «Джамин» на участке площадью 12 м². Удобрения вносились под предпосевную обработку почвы и в подкормку.

Обработка почвы, посев и уход за растениями проводились согласно агротехническим рекомендациям, полива не производилось. При внесении биоудобрений в количестве 400 литров на га было получено на 5,3 центнера с гектара больше, а при внесении 800 литров на га – на 2,2 центнера с гектара больше урожая, чем без применения биоудобрения (21,6 ц/га)¹⁵.

Фермерское хозяйство «Бакыт» Сокулукского района Чуйской области получило в 2004 году 60 центнеров пшеницы сорта «Кыял» с гектара на участке 12 га, используя биоудобрения, разбавленные в пропорции 1:50 – в количестве 2 тонн на га.

В 2004 году Ассоциация «Фермер» приняла решение взять в аренду неблагополучный участок земли с целью продемонстрировать эффективность биошлама в качестве удобрения. На участке бедной и каменистой почвы размером 14 га, заброшенном по причине низкой урожайности (7-10 центнеров с га), в этом году были получены хорошие результаты – 35 центнеров пшеницы сорта «Половчанка» с гектара.

Аналогичные результаты были получены и на другом участке размером 6 га – собрано 32,5 центнера пшеницы сорта «Интенсивная» с каждого гектара неурожайной почвы. Удобрения вносились в предпахотный период в количестве 3 тонны на гектар и при поливе в количестве 1 тонны на гектар.

Кукуруза

Использование биоудобрения при выращивании овощных культур и **кукурузы** на силос показали, что при подкормковом внесении необходимо разбавлять биоудобрение водой в отношении 1 : 20, 1 : 40, 1 : 50, в зависимости от содержания в удобрении гуминовых кислот. Опыты, проведенные Латвийской сельскохозяйственной академией показали увеличение урожайности кукурузы на 49%.



Рис. 43. Воздействие биоудобрения на зерна пшеницы сорта «Половчанка»

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»



Контрольный участок



Опытный участок

Рис. 44. Воздействие биоудобрения на кукурузу

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

При единовременном предпахотном внесении биоудобрений в количестве 4 тонны на га, Ассоциацией «Фермер» было зарегистрировано увеличение урожайности кукурузы на силос в 1,8 раз.

Ячмень

Исследования влияния биоудобрений на энергию прорастания, всхожесть семян, развития стеблей и корней ячменя при различных концентрациях биоудобрений изучалось в лабораторных опытах в Кыргызском Научно-исследовательском институте земледелия.

Применение растворов 0,01%, 0,1%, 1%, 3%, 6% концентрации незначительно влияют на всхожесть семян ячменя, но прирост корней почти при всех концентрациях биоудобрения увеличивается, особенно при 3 – 6% концентрациях раствора, а концентрация раствора 0,1% – дает значительный прирост стеблей (см. Рис. 45)¹⁵.

Помидоры, картофель и другие клубневые овощи

При применении биоудобрения урожайность помидор и картофеля повысилась на 15 – 27% по сравнению с контрольным вариантом. По свидетельству фермеров, пользующихся биоудобрениями, вегетационный период картофеля, обработанного перед посадкой жидким удобрением, сокращается примерно на 2 недели. При этом урожайность увеличивается в 1,5 - 2 раза.

Латвийской сельскохозяйственной академией проводились опыты на картофеле, показавшие увеличение урожайности на 11-35% при применении биоудобрения.

Измельченная и сброженная в биореакторе помидорная ботва образует детритогумин – запатентованный вид биоудобрений, позволяющий выращивать в Чуйской долине помидоры, достигающие весом 0,7-1,5 килограмма ¹⁵.

Опыты, проведенные исследователями на разных видах овощных культур показывают, что наиболее заметный эффект от применения биоудобрений проявляется на клубневых овощах (редис, морковь, картофель и т.д.) и на фруктовых деревьях. ¹³

Недавние эксперименты по применению биоудобрения, проведенные Кыргызским Аграрным Университетом при поддержке Японского агентства международного сотрудничества (JICA) дали следующие результаты:

Эксперимент: Для проведения эксперимента была рассчитана доза биоудобрения, сопоставимая со стандартом N100P120K90, в соответствии с нормой N и составила 16 т/га в трехкратной повторности.

Анализ урожая картофеля показал, что по отношению к урожайности с применением минеральных удобрений - 27.9 т/га, урожайность при внесении биоудобрения достигла 26.1 т/га, что на 6.5% ниже по сравнению с внесением минеральных удобрений. Между тем, урожайность контрольного участка без удобрений составила 22.5 т/га. Однако, содержание крахмала при внесении биоудобрения составило 14.7%, что выше на 12% по сравнению с внесением минеральных удобрений (13.1%). Примечание: в Японии урожай достигает 30т/га, содержание крахмала составляет 15-16%.

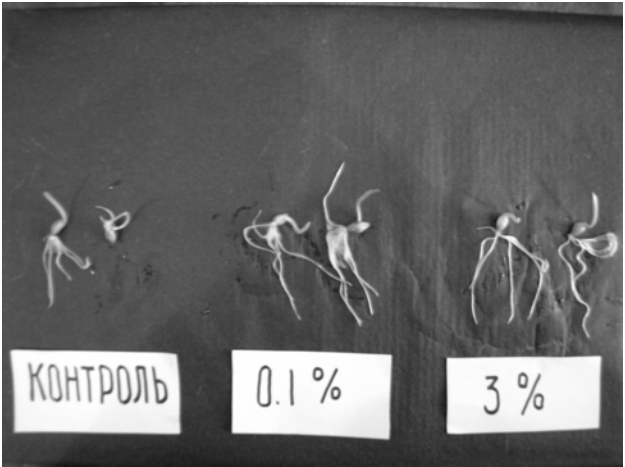


Рис. 45. Воздействие биоудобрения на зерна ячменя сорта «Нарын-27»
Опыт: Абасов В.С. КНИИЗ, Фото: Веденева Т., ОФ «Флюид»

Таблица 20

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРТОФЕЛЯ, %

№	Варианты	Опытный участок						Среднее	
		I		II		III			
		Сухое вещ-во	Крах- мал	Сухое вещ-во	Крах- мал	Сухое вещ-во	Крах- мал	Сухое вещ-во	Крах- мал
1	Контроль (без удобрений)	21,01	13,88	20,58	13,40	21,27	14,13	20,90	13,80
2	Стандарт №100P120K90	19,76	12,67	20,26	13,15	20,52	13,40	20,18	13,10
3	Биоудобрение	22,28	15,11	21,77	14,61	21,53	14,38	21,86	14,70

Сахарная свекла

Полевые опыты для определения влияния биоудобрений на урожайность сахарной свеклы были проведены на территории тепличного хозяйства Кыргызского НИИЗ с сортом свеклы «К 70» на участке площадью 30 м². Удобрения вносились под предпосевную обработку почвы и в подкормку.

Обработка почвы, посев и уход за растениями проводились согласно агротехническим рекомендациям, было проведено 8 поливов. Уборка урожая проводилась вручную, корни взвешивались со всей учетной площади участка.

Прибавка от внесения удобрений колеблется в широких пределах - от 21% (при внесении 800 литров на га) до 33% (при внесении 400 литров биоудобрений на га) и зависит от почвенно-климатических условий, норм, сроков и способов внесения удобрений¹⁵.

Такой же эксперимент был проведен КАУ совместно с JICA по сахарной свекле.

Эксперимент: Биоудобрение, получаемое в результате переработки навоза в биогазовой установке вносилось из расчета №120Р140К45 и в соответствии нормам азота трехкратно (20 т/га).

Таблица 21

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

№	Опытные деланки	Урожай корнеплодов т/га				
		I	II	III	IV	среднее
1	Контроль (без удобрений)	16.3	27.3	22.9	30.3	24.2
2	Минеральные удобрения	38.0	42.2	31.2	49.9	40.3
3	Биоудобрения	38.7	43.1	36.6	42.3	40.2

Таблица 22

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ САХАРОЗЫ В КОРНЕПЛОДАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

№	Опытные деланки	Сахаристость корнеплодов, %					Сбор сахара, т/га
		I	II	III	IV	среднее	
1	Контроль (без удобрений)	16,1	17,2	16,4	17,5	16,8	4.06
2	Минеральные удобрения	15,4	-	15,3	15,4	15,4	6.21
3	Биоудобрения	-	16,9	16,4	17,4	16,9	6.79

При применении биоудобрений сбор корнеплодов с гектара достигает 40.2 т/га, в то время как минеральные удобрения позволяют поднять урожай корнеплодов до 40.3 т/га. Таким образом, биоудобрения практически не уступают по своей эффективности минеральным удобрениям. Между тем, урожай корнеплодов сахарной свеклы на данной почве без внесения удобрений составил 24.2 т/г. Содержание сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы наиболее максимальное при применении биоудобрения - 16.9%, а минеральные удобрения снижают данный показатель до 15.4%. В Японии урожай корнеплодов сахарной свеклы составляет 50-55 т/га, сахаристость-17%.

Таким образом, исследования по изучению эффективности биоудобрения показали положительное влияние его на рост и развитие картофеля и сахарной свеклы, способствуя значительному увеличению урожайности этих культур. Следовательно, можно ожидать, что на основе результатов продолжительных изучений, в дальнейшем биоудобрения станут альтернативой минеральным источникам.

Соя

При проведении опытов на эффективность применения биоудобрения для сои в Кыргызском НИИЗ была замечена хорошая реакция сои на 3% раствор биоудобрений, прорастание произошло на 2 сутки проведения эксперимента, на 5 сутки наблюдалось формирование побега.

Хлопок

Полевые исследования влияния биоудобрения на урожайность хлопка в частном хозяйстве Базар-Коргонского района Джалал-Абадской области показали, что использование 10% раствора биоудобрений во время посева и при первой культивации из расчета 300 л/га позволяет получать урожай хлопка 30 ц/га. Контрольный участок с использованием навоза показал урожайность в 20-25 ц/га, то есть урожайность хлопка при применении биоудобрений повышается на 20% - 50%¹⁷.

Деревья, кустарниковые растения и травостой¹⁶

Проведенные в институте биосферы южного отделения НАН КР полевые исследования показали, что применение биоудобрений для образования корневой системы черенков различных **плодовых, декоративных и других древесно-кустарниковых растений** более эффективно, чем применение традиционного дорогостоящего химического вещества гетероауксин.

Практика показала, что использование биоудобрения для выращивания естественного травостоя на горно-луговых почвах при двух укосах дает увеличение зеленой массы на 21%. В Латвийском совхозе «Огре» применение биоудобрения на травах за 3 укоса показало увеличение урожая в 5 раз, а на культивированных травах за 4 укоса в 1,5 раза.

Внесение биоудобрений

Сроки и нормы внесения биоудобрений

Переработанное сырье наиболее эффективно при внесении его на поля незадолго до вегетационного периода. Возможно дополнительное внесение биоудобрений во время роста растений. Необходимые количества и время внесения зависят от конкретного растения. Для соблюдения гигиены, листья растений, употребляемые в пищу, не должны удобряться методом внекорневой подкормки.

Ниже приводятся рекомендации по эффективному использованию биоудобрений¹⁵:

Предпосевное замачивание семян: Раствор для замачивания – 1:50; семена замачивают до появления ростков.

Зерновые увлажняют перед высевом раствором 1:50.

Фруктовые деревья и полив почв: Используется раствор 1:50 из расчета 4-5 л на 1 м² (от 1 до 1,5 тонны удобрения на 1 га). Предпахотная обработка почвы и в зимнее время по снегу из расчета 1-1,5 т на 1 га раствором 1:10.

Овощные и цветочные рассадные растения: Полив почвы после посева семян и после появления всходов 1:70, для полива почвы и растений после высадки рассады в грунт с интервалом 10-15 дней из расчета 1:70, 4-5 л на 1 м².

Земляника и ягодные кустарники: Первая обработка – полив и опрыскивание – весной по первым листьям, вторая и третья с интервалом 10-15 дней во время полива из расчета раствором 1:50, 4-5 л на 1 м².

Комнатные растения: Полив производится в период активного роста 3-4 раза с интервалом 10-15 дней раствором 1:60.

Кормовая добавка

Биоудобрения используются в мировой практике в качестве активных добавок для повышения эффективности кормов для животных. В процессе анаэробной переработки сырья происходит обеззараживание биоудобрений от всех видов патогенной микрофлоры, особенно при использовании термофильного режима. Более того, переработанная биомасса приобретает новые, положительные с точки зрения кормопроизводства, свойства - в ней повышается концентрация белка, она обогащается витамином В12 и другими полезными веществами.

Промышленное производство белково-витаминных добавок на основе сброженных в биогазовых установках сельскохозяйственных отходов развито в Израиле, на Филиппинах, в Канаде, в США, где средняя стоимость таких добавок составляет 12 долларов за 1 тонну¹⁹.

Здоровье животных и состав кормов

Нормальная деятельность организма животных возможна при регулярном поступлении пищи, содержащей питательные вещества: жиры, белки, углеводы, а также минеральные соли, воду и витамины. Питательные вещества являются источником энергии, покрывающим расходы организма и строительным материалом, который используется в процессе роста организма.

Белки занимают особое место среди питательных веществ, необходимых животным, так как не могут быть заменены какими-либо другими пищевыми веществами. При недостаточном количестве белков нормальный рост организма приостанавливается. К полноценным белкам относятся преимущественно белки животного происхождения, однако некоторые растения (картофель, бобовые и др.) содержат полноценные белки.

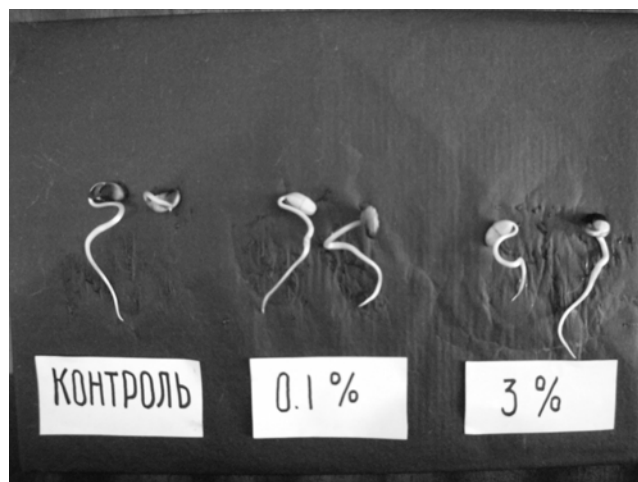


Рис. 46. Воздействие биоудобрения на соевые бобы
Опыт: Абасов В.С. КНИИЗ, Фото: Веденева Т., ОФ «Флюид»

Витамины играют роль регуляторов обмена веществ. В настоящее время выделено и изучено более 20 витаминов, необходимых животному организму. Особую роль для животных играет витамин В12. Витаминная недостаточность В-12 может вызвать нарушение роста, ухудшение усвояемости (в особенности белка), анемию («сухотку» у жвачных животных), жесткость волосяного покрова и воспаление кожи. У птицы недостаточное поступление в организм витамина В-12 приводит к повышенной смертности эмбрионов и вылупившихся цыплят. В случае длительного дефицита этого витамина может также ухудшиться яйценоскость.

Таким образом, с точки зрения животноводства, корма должны содержать необходимые основные элементы в усваиваемой животными форме, набор микроэлементов, иметь определенное количество полноценного белка, а также содержать витамины¹⁹.

Необходимость кормовых добавок

Природные корма часто не отвечают требованиям по содержанию необходимых животным веществ. Растительные корма, как правило, не могут покрыть потребности животных в белке и витаминах. Поэтому, в корма животных добавляют кормовые добавки - рыбную, мясокостную муку, соевый шрот.

Биодоброение как кормовая добавка

Переработанный на биогазовых установках навоз можно использовать как кормовые добавки, так как он содержит все незаменимые аминокислоты и многие витамины, особенно витамины группы В и обеззараживается в процессе переработки и дальнейшей подготовки. Общее количество аминокислот в 1 кг сухого вещества переработанного анаэробным способом навоза КРС составляет при мезофильном и термофильном режиме переработки соответственно 210 и 240 г/кг. Следовательно, продукт анаэробной переработки экскрементов сельскохозяйственных животных является важным источником белковых кормов¹⁸.

Приготовление кормовой добавки

Технология получения кормового концентрата разрабатывалась и рекомендована к применению Российским Институтом биохимии им. А.Н. Баха, а также украинским НИИ спиртовой промышленности.

Она заключается в переработке навоза в биогазовой установке, отделении от переработанной массы грубых остатков (соломы и т.п.) и обезвоживании осадка биоудобрений. Полученный осадок высушивается при температуре 60 - 70°C и измельчается в муку. При хранении в светонепроницаемой упаковке или таре он сохраняет свои качества в течении длительного времени.

В год от 1 КРС по этой технологии можно получать до 0,3 тонны кормового концентрата, содержащего 30 г чистого витамина В-12. Этим количеством концентрата можно обогатить более 1000 тонн кормов¹⁹.

Доза кормовой добавки

По рекомендациям УкрНИИсельхоз, средней нормой обогащения кормов является 10-20 мкг витамина В-12 на 1 кг сухого вещества корма. В целях обеспечения большей надежности рекомендуется добавлять в корм животных по 2,5 грамма сухого витаминного концентрата на килограмм сухого вещества корма¹⁸.

Эффект подкормки животных

Исследования по использованию продукта анаэробной переработки навоза в качестве белково-витаминных кормовых добавок исследовались в научных учреждениях Латвии, Армении, на Украине и в зарубежных странах. В исследованиях в совхозе «Огре», Латвия, в рацион бычков добавляли сухой витаминный концентрат из биоудобрений в качестве добавки (10 грамм на килограмм живого веса). Результатом явилось увеличение прироста массы животных до 20%, на 6 - 14% сократился общий объем потребления животными сухого корма, улучшилось здоровье животных.

Хранение биоудобрений

Для сохранения удобряющих качеств переработанного сырья, то есть содержания азота, оно может храниться непродолжительное время в закрытой емкости и затем должно быть внесено на поля. Лучше, если после внесения биоудобрений земля будет вспахана или перекопана. Хранение биоудобрений обычно выполняется в одной из следующих форм:

- Жидкое хранение
- Высушивание
- Компостирование

Жидкое хранение

Выгрузочное отверстие биогазовой системы ведет прямо в емкость для хранения биоудобрения. Потери жидкости за счет испарения или просачивания должны быть предотвращены. Перед внесением удобрения на

поля содержимое емкости перемешивают и затем вносят с помощью разбрасывателя или через систему полива. Главное преимущество такого метода в малых потерях азота. С другой стороны, емкость требует больших капиталовложений.

Также при хранении жидкого удобрения возникает необходимость приобретения транспорта для его доставки на поля. Объем работ также зависит от расстояния, на которое необходимо перевозить удобрение.

Высушивание

Высушивание биоудобрения возможно в сухую и жаркую погоду. Главным преимуществом высушенного биоудобрения является уменьшение объема и веса удобрения. Высушенное удобрение можно также распределять вручную. Стоимость строительства мелких емкостей для сушки относительно невелика, но удобрение теряет около 90% неорганического азота, это около 50% от общего содержания азота⁸.

В промышленных странах переработанное сырье обычно разделяется с помощью сепаратора и фильтров на жидкую и густую части. Жидкая часть затем возвращается обратно в реактор или используется как удобрение, а густая часть высушивается или компостируется.

В качестве простой технологии для разделения жидкой и густой части биоудобрений может быть рекомендовано использование медленных песочных фильтров. Влажная густая масса может быть распределена в неглубокие ямы или просто разложена на поверхности для сушки. В зависимости от климата, иногда нужны большие площади для такого высушивания. Время высушивания и потери питательных веществ можно уменьшить, если смешивать густую массу с сухими веществами. Недостатком всех методов сушки является потеря питательных веществ. Поэтому высушивание рекомендуется только, когда осуществлять перевозку жидких удобрений трудно.

Компостирование

Потери азота могут быть уменьшены при смешивании переработанного сырья с растительными отходами при компостировании. Биоудобрение содержит азот, фосфор и другие полезные вещества и убыстряет процесс перегнивания в компостах. Более того, высокая температура компостирования убивает патогенную микрофлору, которая выдержала пребывание в реакторе. Готовый компост влажный, мягкий и может быть внесен на поля с помощью простых орудий труда. Его легче доставлять на поля.

Сухой растительный материал складывается слоями и поливается переработанным биосламом. Отношение растительного материала к количеству густого эффлюента зависит от содержания сухих веществ в растительном материале и шламе. Главным преимуществом компостирования является сокращение потерь питательных веществ биоудобрениями, по сравнению с высушиванием. Компост, произведенный с помощью добавления биоудобрений очень эффективен и дает долговременные результаты⁸.

Оборудование для внесения биоудобрений

Технологии внесения биоудобрений варьируются от ручного внесения до больших систем, использующих компьютеры на борту разбрасывателя удобрений. Выбор технологии зависит от количества эффлюента и площади земли, которая нуждается в удобрении, а также от финансовых возможностей и стоимости труда.

На маленьких фермах развивающихся стран для внесения биоудобрений используются ведра, лейки, контейнеры с лямками, деревянные закрытые тележки, простые тележки и т.д. Наиболее экономичный способ внесения биоудобрений – использование сети каналов или добавление биоудобрений в систему полива. Оба варианта предполагают наличие уклона от места хранения удобрений в 1% для ирригационной системы или 2% для системы канавок.

Использование удобрений лучшим и наиболее нетрудоемким способом является важным параметром планирования. В районах, где топография позволяет внесение удобрений с помощью гравитации, особое внимание должно уделяться правильному расположению биогазовой установки. В равнинных местностях можно рассмотреть поднятие установки и фермы на уровень выше.



Рис.47. Внесение биоудобрений с помощью РЖТ

Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»

Внесение с помощью разбрасывателя жидких удобрений

Емкость разбрасывателя заполняется из хранилища и затем транспортируется на поле для распределения удобрений. Удобрение разбрызгивается через отверстия на отражающую пластину, которая благодаря своей специальной форме расширяет охват брызг. Как вариант отражающая пластина может вращаться.

Прямое внесение через систему движущихся шлангов

Биоудобрение закачивается в распределительную систему, которая питает несколько шлангов, которые двигаются близко к земле. Удобрение вносится прямо на землю, уменьшая потери питательных веществ. Расстояния между шлангами можно регулировать для разных культур.

Внесение с помощью дисков

Земля открывается с помощью 2 дисков в v-образные желоба, в которые по шлангам стекает удобрение. Желобки потом закрываются. Это самый прогрессивный метод внесения биоудобрений с точки зрения сохранения питательных веществ⁸.

При поддержке Японского агентства по международному сотрудничеству (JICA) было разработано 2 типа разбрасывателя жидкого биоудобрения (РЖБ): РЖБ на поверхность почвы и РЖБ непосредственно в почву. На опытных полях Учебного хозяйства КНАУ эти разбрасыватели прошли предварительные экспериментальные испытания с использованием биоудобрения, в ходе которого подтверждена их практическая работоспособность. В настоящее время продолжается работа по усовершенствованию конструкции рабочего органа (устранение забивания форсунок, расширение площади охвата разбрасывания и т.д.) разбрасывателей.



Рис. 48. Пластина для разбрызгивания биоудобрений
Фото: Веденев А.Г., ОФ «Флюид»



Рис. 49.



Рис. 50.



Рис. 51

Рис. 49. РЖБ с культиватором (под почву)
Фото: JICA

Рис. 50. РЖБ с помощью форсунок
(на поверхность почвы)
Фото: JICA

Рис. 51. Рабочий орган (культиватор)
РЖБ непосредственно в почву
Фото: JICA

ЦЕЛИ ВНЕДРЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Перед строительством индивидуальной биогазовой установки или внедрением биогазовых технологий на государственном уровне необходимо провести экономическую оценку. При оценке экономической выгоды биогазовой программы и индивидуальных установок важно учитывать цели внедрения биогазовых технологий.

Внедрение биогазовых технологий может преследовать следующие цели:

- дешевое производство энергии (индивидуальный и государственный уровень);
- увеличение урожайности сельскохозяйственных культур с помощью применения биоудобрения (индивидуальный и государственный уровень);
- улучшение качества сельскохозяйственной продукции – производство экологически чистых продуктов;
- улучшение социальных условий сельского населения (индивидуальный и государственный уровень);
- сохранение лесопосадок и снижение эрозии почв (в основном государственный уровень);
- снижение бедности сельского населения (в основном государственный уровень);
- экономия за счет снижения импорта энергоносителей и удобрений (государственный уровень);
- снижение безработицы в сельских районах (государственный уровень);
- снижение внутренней миграции из сельской местности (государственный уровень).

Экономическая оценка биогазовой установки

После определения целей внедрения биогазовой установки можно приступить к экономической оценке ее выгоды. Для этого рассмотрим:

- Выгоды для индивидуальных хозяйств;
- Стоимость индивидуальной биогазовой установки;
- Экономические выгоды от индивидуальной биогазовой установки.

Выгоды для индивидуальных хозяйств

Индивидуальные хозяйства могут оценить выгоды от строительства биогазовой установки на основании денежного дохода, который они получают от использования продуктов переработки отходов по сравнению с затратами на установку. Следующие эффекты должны переводиться в денежные эквиваленты, и учитываться как выгоды:

- Затраты, сэкономленные за счет замены других источников энергии на биогаз;
- Затраты, сэкономленные на замене минеральных удобрений биоудобрениями;
- Увеличение урожая за счет использования биоудобрений;
- Доходы с продаж биоудобрений;
- Экономия времени на сбор и подготовку ранее использовавшихся источников энергии.

Денежные эквиваленты индивидуальных выгод

Экономическая оценка индивидуальных выгод от использования биогазовых установок относительно легка, если хозяйство в прошлом покрывало эти нужды за счет покупки удобрений и топлива. Денежные выгоды больших биогазовых установок и больших хозяйств тоже могут быть достаточно точно подсчитаны.

В случае установок малого объема в сельских районах Кыргызстана подсчитать выгоды в денежном эквиваленте сложнее, так как используются в основном традиционные источники энергии и удобрений, такие как дрова, кизяк, навоз и сухие растительные отходы. В таких случаях, денежные выгоды подсчитываются за счет экономии на традиционных источниках энергии, а также выручки от продаж биоудобрений и увеличения урожайности.

Энергия

Главной проблемой экономической оценки является перевод в денежный эквивалент некоммерческих видов энергии, которые не имеют установленной рыночной цены. Но и в этом случае можно установить ценность биогаза и удобрений исходя из сравнительных данных по теплотворной способности разных источников энергии. Для этого нужно подсчитать количество используемых в хозяйстве источников энергии и установить экономию от использования биогаза вместо них.

СРАВНЕНИЕ БИОГАЗА (70% СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА) И ДРУГИХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ¹⁹

Топливо	Теплотворная способность единицы топлива, кВт	Теплотворная способность единицы топлива, МДж	Стоимость единицы топлива, сом	Топлива на 1 м ³ биогаза	Биогаза на единицу топлива
Дизель, Керосин, литры	10	36	37	0,69 литра	1,44 м ³
Бензин, литры	8.5	30	38	0,82 литра	1,28 м ³
Дрова, кг	4.5	16,2	8	1,5 кг	0,65 м ³
Сухой кизяк, кг	5	18	0,15	1,4 кг	0,7 м ³
Сухие растительные остатки, кг	4.5	16,2	-	1,5 кг	0,65 м ³
Твердый уголь, кг	7,7	27,6	3	0,9 кг	1,1 м ³
Природный газ, м ³	9,3 кВт/м ³	33,5	14,8	0,75 м ³	1,34 м ³
Пропан в баллонах, м ³	12,8 кВт/м ³	46	100	0,54 м ³	1,84 м ³
Электроэнергия, кВт	1	3,6	1	6,9 кВт	0,14 м ³
Биогаз, м³	7	25	10	1 м³	1 м³

Пример: Семья из 5-6 человек использует в год 12 баллонов пропана (120 кг или 60 м³ пропана) и 2,5 тонны угля. Тогда для замены их биогазом потребуется $60 \cdot 1,84 = 110 \text{ м}^3$ биогаза и $2500 \cdot 1,1 = 2750 \text{ м}^3$ биогаза, всего 2860 м³ биогаза в год, или около 8 м³ биогаза в сутки.

Как видно из таблицы, при замене пропана на биогаз, в год на покупке баллонов будет сэкономлено 6000 сом. При замене 2,5 тонн угля, стоимостью 3,0 сом за килограмм, на биогаз будет сэкономлено 7500 сом в год. Всего на сжиженном газе и угле будет сэкономлено **13500 сом в год**.

Биодобрения

Подсчитать экономические выгоды от использования биодобрений можно путем сравнения затрат и выгод при использовании хозяйством ранее других удобрений, или по выручке средств за продажу биодобрения.

Урожайность

Нельзя недооценивать эффект увеличения урожайности от применения биодобрений. Данные о повышении урожайности после применения биодобрений, колеблются от 10 до 30%, однако более точный прогноз сложен потому, что на урожайность влияют и многие другие факторы.

Таблица 24

УВЕЛИЧЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БИОУДОБРЕНИЙ

Вид выращиваемых культур	Обычная урожайность, Центнер/га	Стоимость, Сом/центнер	Увеличение урожайности, %	Дополн. урожай, Центнер/га	Доход, сом
Пшеница	23-25	1200	10	2,3-2,5	2760-3000
Ячмень	18-20	700	10	1,8-2	1260-1400
Люцерна	40-100	460	10	4-10	1840-4600
Кукуруза	50-80	1500	10	5-8	7500-12000
Свекла	200-400	250	10	20-40	5000-10000
Хлопок	25-30	4000	10	2,5-3	10000-12000
Картофель	180-200	1400	10	18-20	25200-28000
Фасоль	20-25	3000	10	2 – 2,5	6000-7500
Яблоки	250-300	3500	10	25-30	87500-105000

Сравнительная стоимость удобрений

Биоудобрения не только эффективны, но и дешевы – при применении биоудобрений вместо минеральных удобрений, как видно из таблицы, фермер экономит 1750 сом с гектара удобряемой земли.

Таблица 25

СРАВНЕНИЕ БИОУДОБРЕНИЙ И ДРУГИХ УДОБРЕНИЙ⁴

Удобрение	Норма внесения	Стоимость, сом/кг	Общая стоимость, сом/га
Минеральные удобрения	300 кг/га	16	4800
Овечий навоз	6000 кг/га	0,15	3000
Биоудобрения	3000 кг/га	0,5	1500

Денежный эквивалент выгод применения биоудобрений

Выгоды от применения биоудобрений складываются из экономии средств на минеральных удобрениях, используемых ранее и из увеличения урожайности сельскохозяйственных культур.

Пример: Хозяйство выращивает пшеницу на 100 га, используя минеральные удобрения и затрачивая 480000 сомов в год. При использовании покупных биоудобрений хозяйство затратит 150000 сом, экономя 330 000 сомов в год, а при переработке органических отходов на собственной установке - экономия составит 420 000 сомов в год. Увеличение урожайности на 10% принесет дополнительный доход, равный **270 000-300 000 сомам** в год.

Стоимость биогазовой установки

Точный расчет стоимости сооружения и эксплуатации биогазовой установки необходим для расчета окупаемости установки, сравнения стоимости альтернативных моделей и сбора информации о предстоящих финансовых затратах.

Производственные показатели, стоимость и годовые выгоды от работы биогазовых установок, производимых ОФ «Флюид» Ассоциации «Фермер» приводится в таблице. Расчет выгод производился, предполагая продажу биоудобрений по цене 500 сом за тонну и цене биогаза – 10 сом за м³.

Таблица 26

ПОКАЗАТЕЛИ ФЕРМЕРСКИХ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК С ГАЗГОЛЬДЕРОМ, МЕХАНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКОЙ, ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКОЙ И ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ СЫРЬЯ, С ПОДОГРЕВОМ СЫРЬЯ В РЕАКТОРЕ ПРИ РАБОТЕ МЕЗОФИЛЬНОМ ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМЕ

Показатели		Объем реакторов						
		5 м ³	10 м ³	15 м ³	25 м ³	50 м ³	100 м ³	250 м ³
Удобрения	тонн в год	100	250	360	550	1200	2400	6000
	тонн в сутки	0,3	0,7	1	1,6	3,3	6,6	16,6
Биогаз	м ³ в год	5400	12600	18000	28800	59400	118800	298800
	м ³ в сутки	15	35	50	80	165	330	830
Стоимость БГУ	Тысяч сом	227	268	311	380,2	581	1007	2517,5
Стоимость удобрений, в год	Тысяч сом	50	125	180	275	600	1200	3000
Стоимость газа, в год	Тысяч сом	54	126	180	288	594	1188	2988
Выгоды в год	Тысяч сом	104	251	360	563	1194	2388	5988
Срок окупаемости	месяцы	26	13	10	8	6	5	5

Анализ таблицы показывает, что самые маленькие установки (объем реактора до 5 м³) окупаются чуть более, чем за один год, а установки с объемами реакторов более 10 м³ окупаются за несколько месяцев работы.

Категории затрат

Существуют три главных категории затрат, связанных с внедрением биогазовых установок:

- Стоимость строительства и материалов;
- Стоимость эксплуатации и обслуживания;
- Процентные выплаты, если под строительство биогазовой установки был взят кредит.

Стоимость строительства и материалов

Стоимость строительства включает все затраты, необходимые для возведения установки, например, стоимость земли, фундамента, подготовки и установки реактора, газовой системы, емкостей для хранения и смешивания сырья и удобрений, газгольдеров и оплату труда рабочих.

Стоимость строительства и материалов определяется следующими факторами:

- Стоимостью покупки или аренды земли для биогазовой установки и емкостей для хранения биогаза и биоудобрений;
- Моделью и размером биогазовой установки;
- Количеством и ценой необходимых материалов;
- Количеством трудодней и заработной платой обслуживающего персонала.

Средняя стоимость

Для грубого подсчета типичной стоимости простой биогазовой установки можно использовать следующие цифры: общая стоимость установки без стоимости земли составляет 350 - 500 долларов США на м³ реактора. 35 - 40% общей стоимости составляет металлический реактор.

Стоимость биогазовой установки на единицу объема реактора снижается с увеличением объема реактора. Но при строительстве большой установки для нескольких хозяйств необходимые затраты на газопровод увеличиваются и стоимость установки на единицу объема реактора остается примерно одинаковой. Для условий Кыргызстана больше подходят установки с подогревом и экономически более выгодно строить установки большего размера.

Индивидуальные цены рассчитываются для каждого проекта в отдельности, основываясь на ценах на материалы, наличие материалов и заработную плату.

Текущие затраты

Текущие затраты на эксплуатацию и техническую поддержку установки состоят из стоимости материалов и работ для:

- приобретения (оплата, сбор и транспортировка) сырья;
- стоимости воды для очистки фермы и разбавления сырья;
- заправки и работы биогазовой установки;
- наблюдения, осмотра и ремонта установки;
- хранения и внесения биоудобрений;
- распределения и использования биогаза;

Текущие затраты не менее важны, чем затраты на строительство установки и обычно составляют не более 4% от начальной стоимости установки в год.

Процентные выплаты по кредиту

Стоимость биогазовой установки зависит от процентных и основных выплат заемных финансовых средств на строительство установок. Процентные ставки в Кыргызстане колеблются от 17% до 40% годовых²⁷. Необходимо также учитывать инфляцию.

Эксплуатационный период установки

При подсчете амортизации, нужно брать ожидаемый срок эксплуатации установки около 15 лет, при регулярной технической поддержке и ремонте.

Экономическая выгода биогазовой установки

Для определения экономической выгоды от биогазовой установки и сравнения альтернативных проектов биогазовых установок нужно подсчитать срок окупаемости установки. Для определения срока, за который установка окупится в месяцах, нужно разделить ее стоимость на ежегодные доходы от установки и умножить на 12.

Пример: Стоимость фермерской биогазовой установки с объемом реактора 15 м³ составляет 311 000 сомов (см. таблицу 24), а стоимость ежегодного дохода от ее работы, как мы подсчитали в примере, составляет только от увеличения урожайности и замены угля и сжиженного газа на отопление и приготовление пищи на биогаз 360000 сом.

Получается, что биогазовая установка 15 м³ окупится за **10 месяцев** непрерывной работы.

Кредитное финансирование

Хотя окупаемость биогазовой установки, работающей в мезофильном режиме, с объемом реактора более 15 м³ составляет менее, чем 1 год работы, большой проблемой для сельских жителей Кыргызстана является первоначальная сумма денег, необходимая для ее строительства.

Выходом может стать кредитное финансирование установки. Для подсчета окупаемости установки, финансируемой с помощью кредита на 12 месяцев под 25% годовых, мы подсчитываем общую сумму, которую придется выплатить за кредит в 311 000 сомов, которая включая проценты по кредиту составляет 389 000 сомов. Теперь срок окупаемости установки составит примерно **13 месяцев**.

Теория и практика

Хотя, как видно из предыдущих примеров, окупаемость установок с объемом реактора 15 м³ не превышает 1,5 лет, нужно знать, что практические результаты могут отличаться от теоретических расчетов по многим причинам. Например, строительство и ввод в эксплуатацию установки может занять большее количество времени, установка может начать работу уже позже посевного периода, задерживая увеличение урожайности и связанные с этим доходы. Поэтому, более рационально планирование окупаемости установки на 2 – 3 года, в зависимости от доступных условий кредитования. В таких случаях, а также при работе установки в психофильном режиме, для экономических расчетов можно использовать **метод минимальных ежегодных доходов**.

Метод минимальных ежегодных доходов

Метод ежегодных доходов заключается в определении дохода, который нужно получить от установки за каждый год ее эксплуатации для ее окупаемости за предопределенное количество лет. Для применения метода ежегодных доходов, нужно определить следующие параметры:

- количество лет, за которое вы планируете окупить установку;
- годовые затраты;
- начальная стоимость установки;
- процентная ставка.

Количество лет (T)

Количество лет определяется, исходя из сроков кредита или просто из ваших планов. Вы также можете сделать анализ окупаемости для нескольких вариантов и выбрать наиболее подходящий.

Годовые затраты (З)

Годовые затраты состоят из затрат на:

- Поддержку и ремонт;
- Эксплуатацию установки;
- Замены частей установки;
- Стоимость инспекций и т.д.;
- Присмотр за системой.

Большинство таких затрат можно определить только примерно. Обычно затраты на поддержку и ремонт не превышают 4% общей стоимости установки в год. Стоимость эксплуатации установки зависит от ее типа и состоит из замены разных материалов, таких как чистящие средства, материалы для очищения биогаза, электричество, используемое для перемешивания сырья.

Стоимость инспекций возникает при эксплуатации емкостей под давлением и состоит из стоимости проверок и ежегодных подтверждений. Требуется учитывать стоимость замены частей установки, когда срок эксплуатации этих частей короче, чем срок эксплуатации установки в целом.

Начальная стоимость установки (НС)

Общие инвестиции состоят из затрат на:

- Реактор, включая систему перемешивания и подогрева;
- Хранение газа и соблюдение безопасности;
- Использование газа, включая интеграцию в существующие системы;
- Связь между биогазовой системой и фермой, т.е. газовые трубы, трубы для стока навоза, изменение фермы, распределение и хранение биоудобрений и т.д.;
- Планирование, руководство строительством, лицензии и т.д.

Процентная ставка (ПС)

Подразумеваемая процентная ставка должна определяться для каждого случая. В любом случае эта ставка должна обязательно учитывать инфляцию. При использовании заемных средств, это ставка, которую заемщик платит банку, плюс все остальные дополнительные выплаты. При использовании собственных средств это ставка, которую фермер мог бы получить при вкладывании денег в банк. При смешанном финансировании, это должна быть некая средняя ставка.

В Кыргызстане процентная ставка для заемных средств колеблется от 17 до 40% годовых, а инфляция в 2009 году составила около 10% годовых²⁷.

Пример: расчет минимальных ежегодных доходов для установки, работающей в мезофильном - режиме.

Фермер взял кредит на 3 года для строительства биогазовой установки с объемом реактора 15 м³ с обогревом, автоматизированными системами перемешивания и закачки сырья. Такая установка стоит около 311000 сом. Процентная ставка по кредиту составляет 25% годовых с ежегодными выплатами.

Получаем: Количество лет $T = 3$ года,
Начальная стоимость установки $HC = 311000$ сом
Годовые затраты $Z = 4\%$ от $HC = 12440$ сом
Процентная ставка $ПС = 25\% + 10\%$ инфляция $= 30\% = 0,35$

Рассчитываем минимальный ежегодный доход

$$\begin{aligned} ГД &= HC * ((ПС * (ПС + 1)^T) : ((ПС + 1)^T - 1)) + Z \\ &= 311\,000 * ((0,35 * (0,35 + 1)^3) : ((0,35 + 1)^3 - 1)) + 12440 = \\ &= 311\,000 * 0,59 + 12440 \\ &= 195\,930 \text{ сом.} \end{aligned}$$

Таким образом, фермер должен получать доходов не менее 195930 сом в год для того, чтобы оплатить 3 годовой кредит. Сможет ли он это сделать, определяет сумма годовых выгод.

Годовые доходы (В)

Годовые выгоды состоят из всех выгод в денежной форме, которые приносит биогазовая установка. Доходы получают за счет:

- Производства энергии. Конечно, нужно подсчитывать только чистое полученное количество энергии, то есть количество за вычетом энергии, используемой на поддержание установки. Также подсчитываются сэкономленные средства от использования биогаза вместо ранее используемых источников энергии;
- Замены минеральных удобрений на биоудобрения и экономия от замены;
- Замены соевого шрота, рыбной и костной муки на кормовую добавку из биоудобрения;
- Увеличения урожайности за счет лучших качеств используемого биоудобрения.

Продолжение примера

Выше мы уже подсчитывали годовые выгоды от биогазовой установки с объемом реактора 15 м³, они составляли **360 000 сом**. То есть фермер сможет оплатить кредит, даже если запуск установки задержится на 6 месяцев, или установка будет работать в половину мощности, или только 6 месяцев в год.

Годовая прибыль (ГП)

Если годовая прибыль положительна, то строительство установки может рассматриваться как выгодное в абсолютном смысле. Если она отрицательная, то строительство БГУ невыгодно.

Годовая прибыль рассчитывается, как разница годовых выгод ГВ и минимального необходимого годового дохода ГД: $ГП = ГВ - ГД$. В нашем примере это:

$$360\,000 - 195\,930 = \mathbf{164\,070 \text{ сом}}, \text{ строительство установки выгодно.}$$

Источники финансирования

Стоимость строительства и эксплуатации биогазовой установки часто превышает финансовые возможности хозяйств. Таким образом, сооружение установки требует дополнительного финансирования, которое может происходить из следующих источников:

- Кредиты банков и других кредитных организаций;
- Ресурсы хозяйства или общины, строящей биогазовую установку.
- Гранты и льготные кредиты программ развития;
- Средства из государственного бюджета;

Все эти источники должны быть рассмотрены для каждого конкретного случая строительства установки.

Грантовое финансирование

В Кыргызстане, как и во многих других развивающихся странах, действуют международные организации, выделяющие грантовые средства на достижение поставленных перед ними целей. Около половины биогазовых установок, построенных в Кыргызской Республике, частично финансировались ГЭФ/ПРООН. Список организаций, в которые может обратиться частный фермер или сообщество для получения помощи в строительстве биогазовой установки приводится в Приложении В.

Финансирование с помощью кредита

Финансирование с помощью кредитных средств поднимает вопрос об ответственности и условиях выплаты долга. Заемщик должен быть уверен в том, что сможет покрыть кредит или должен иметь гарантии государства по выплате долга. Выделение кредита должно быть спланировано для совпадения с необходимостью финансирования. Время, на которое предоставляется кредит также обычно намного короче жизни биогазовой установки, например 3 года сравнительно с 15-20 годами работы установки.

Макроэкономическая оценка

Макроэкономический анализ рассматривает программу внедрения биогазовых технологий в масштабах государства. Это значит, что государственная экономическая политика должна принимать во внимание эффект внедрения биогазовых технологий на государственную экономику в целом.

Экономический эффект биогазовых установок⁸

При оценке внедрения биогазовых технологий с точки зрения государства в целом нужно учитывать следующие эффекты:

- Переработка отходов на биогазовых установках улучшает санитарные и гигиенические условия жизни населения и уменьшает расходы на здравоохранение. Рассматривая эффект биогазовых технологий на энергетический сектор, нужно учитывать, что производство биогаза создает внешнюю экономию платежного баланса страны путем замены импорта ископаемых источников энергии в Кыргызскую Республику.
- Использование биоудобрений увеличивает продуктивность сельскохозяйственных земель;
- Использование биогаза и снижает стоимость производства сельскохозяйственной продукции;
- Использование биогаза вместо традиционных источников энергии, таких как керосин и дрова, сохраняет экологический баланс и увеличивает собственную выгоду на величину стоимости сохраненных лесопосадок;
- Цены на энергию, производимую из биогаза, соперничают с ценами на энергию и топливо на рынке и являются стабильными, децентрализованными и независимыми от монополистических цен, существующих на рынке Кыргызстана;
- Выгоды от децентрализованного производства энергии обеспечиваются улучшением безопасности энергетической системы, уменьшением потерь в энергетической системе, уменьшением затрат на сооружение энергопроводящих путей и коммуникаций;
- Децентрализованные биогазовые системы в сельской местности увеличивают занятость населения и снижают разницу между доходами разных слоев населения и разных областей страны;
- Производство биогазовых установок, опирающееся на местные материалы и специалистов увеличивает доходы в государственный бюджет и снижает безработицу;

На макроэкономическом уровне эти эффекты достаточно значительны и проявляют себя при широком распространении биогазовых технологий.

Секторы влияния

Необходимо учитывать эффект внедрения биогазовых технологий в секторах: энергетики и сельского хозяйства, окружающей среды, здравоохранения, занятости.

Энергетика и сельское хозяйство

Энергия

Многие развивающиеся страны базируют свое энергопотребление на традиционных источниках энергии (древесина, растительные остатки, навоз, животная сила и ручной труд). Уровень использования энергии биомассы широко варьируется - от 5 % в Аргентине до более чем 90 % в таких странах, как Эфиопия, Танзания, Руанда, Судан и Непал.

При увеличении использования биогаза спрос на традиционные источники энергии будет падать. Следовательно, эффект от использования биогаза будет выражен ростом выгод для окружающей среды из-за меньшего количества потребления дров, и сокращением незаконной вырубке лесов.

Замена коммерческих источников энергии, таких как нефть, уголь и природный газ на биогаз воздействует на государственный бюджет. С одной стороны, эффект использования биогаза выражается в замене импорта энергоносителей и снижении платежей за их импортное ввоз. С другой стороны, снижается зависимость от импорта нефти, угля и газа, принося относительную стабильность экономике.

Макроэкономические выгоды от биогазовых установок обусловлены их эффективностью и надежностью и уменьшением затрат на инфраструктуру распределения и сети.

Потребность в удобрениях

Для того, чтобы пахотные и сенокосные земли Кыргызстана давали устойчивые урожаи, необходимо более 400 тыс. тонн различных минеральных удобрений в год. Закупить такие объемы удобрений ни государство, ни, тем более, фермеры Кыргызстана не могут из-за отсутствия финансовых ресурсов. Реально для удобрения используется лишь навоз.

В таблице 25. произведен расчет годового накопления навоза в Кыргызской Республике, исходя из минимального количества навоза 85% влажности на одно животное и процентов накопления его в хозяйствах.

Таблица 26

НАКОПЛЕНИЕ НАВОЗА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Животные	Количество по республике ²⁶	Собираемый навоз, %	Навоз на 1 животное в сутки, кг	Навоз, тонн в сутки по республике	Навоз, тонн в год по республике
КРС	1 034 890	40	36	16 139,9	5 891 063,5
Свины	82 659	60	4	244,603	89 280,095
Птица	4 510 941	30	0,16	244,685	78 360,025
Итого:				16 599,2	6 058 703,62

Потребность республике в навозе как органическом удобрении при норме внесения 13,3 тонн на гектар в год, составляет 19 млн. тонн. Как видно из таблицы, собираемость навоза, за счет стойлового содержания скота, составляет только от 30% до 60%, в зависимости от вида животных. Это позволяет ежегодно собирать порядка лишь 6 млн. тонн навоза в год, что составляет 31% от общей потребности в органических удобрениях.

Потенциал биоудобрений в Кыргызстане

Переработка тонны навоза на биогазовой установке дает одну тонну жидких органических удобрений, норма внесения которых: от 1 до 7 тонн на гектар. Переработка отходов животноводства в Кыргызстане позволит получить 6 058 703 тонны жидких удобрений и в значительной мере удовлетворит потребности сельского хозяйства республики в удобрениях.

Одновременно с получением жидких удобрений в результате анаэробной переработки отходов животноводства будет получен биогаз для обеспечения бытовых энергетических нужд сельского населения и потребностей в моторном топливе. Общие выгоды, получаемые при переработке отходов животноводства, позволяют окупить стоимость их внедрения менее чем за год работы установок.

Применение биогазовых и энергосберегающих технологий в Кыргызстане обеспечит эффективный рост производства сельскохозяйственной продукции, улучшение жизненного уровня сельского населения и экологической ситуации в республике. Более того, использование биоудобрений снижает зависимость от внешних поставок минеральных удобрений и создает внешнюю экономию.

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Показатели	Чуйская область	Кыргызская Республика без Чуйской области
Пахотная и сенокосная земля, га	300 000	1 430 700
Необходимое количество навоза для получения биоудобрений, тонн в год	954 000	4 549 626
Необходимый объем реакторов БГУ для переработки навоза в мезофильном режиме, м ³	39 205	186 970
Средняя стоимость монтажа 1 м ³ реактора	\$380	
Общестроительные работы (около 25% стоимости БГУ) на 1 м ³ реактора	\$95	
Стоимость конструирования БГУ	\$18 622 375	\$88 810 750
Количество вырабатываемых биоудобрений	900 000	4 292 100
Стоимость тонны получаемых биоудобрений	\$ 11	
Выгода от производства биоудобрений	\$ 9 900 000	\$ 47 213 100
Количество вырабатываемого биогаза в год, м ³	38 160 000	181 985 040
Стоимость 1 м ³ биогаза	\$ 0,22	
Выгода от производства биогаза	\$ 8 395 200	\$ 40 036 708
Выгода от производства биогаза и удобрений в год	\$ 18 295 200	\$ 87 249 808
Окупаемость строительства биогазовых установок при работе в	12 месяцев	13 месяцев

Окружающая среда

Когда страна стоит перед проблемой уменьшения площади лесопосадок и деградации почв, биогазовые технологии могут предотвратить эти проблемы и полностью заменить потребность в дровах на биогаз в сельской местности. При ежедневной потребности на одного человека около 3 кг дров для их замещения необходимо 2,3 м³ биогаза [8].

Хорошо функционирующие биогазовые установки могут полностью заменить потребление дров и угля биогазом. В макроэкономических оценках эффект применения биогазовых установок оценивается в гектарах сохраненного леса. Денежная выгода может быть подсчитана исходя из затрат на посадку и выращивание такой площади леса. Но такой простой подход не совсем верен, так как сельское население использует сначала только сухие ветки и деревья и только потом зеленые деревья, а эффект обезлесения проявляется медленно, и на определенных стадиях лес может самовосстанавливаться. В то же время искусственные посадки не восстанавливают биоразнообразия, присущего этой территории, и между обезлесением и высадкой деревьев часто проходит много времени, за которое осуществляются необратимые процессы эрозии, сокращаются фауна и флора. Уменьшение обезлесения и деградации земель является одним из главных аргументов для внедрения биогазовых технологий.

Отходы животноводства негативно влияют также на санитарную обстановку, загрязняя водные ресурсы. Навозные стоки являются благоприятной средой для жизнедеятельности различных микроорганизмов, в том числе и патогенных, а также отличаются высоким содержанием яиц гельминтов.

Уникальной особенностью применения биогазовых технологий является одновременное уменьшение необходимости использования дров и улучшение качества земель, существенно уменьшающее угрозу их деградации, а также снижение выбросов парниковых газов в атмосферу, предотвращающее изменение климата.

Здравоохранение

Биогазовые установки обеспечивают утилизацию отходов и сточных вод и прямым образом улучшают санитарную и гигиеническую ситуацию в стране в целом и для индивидуальных фермеров в частности. При переработке сырья также исключается открытое хранение навоза и фекалий. Кроме того, во время переработки активно уничтожается патогенная микрофлора. Таким образом, применение биогазовых технологий увеличивает ожидаемую продолжительность жизни для населения, освобождает население от затрат на лекарственные средства и лечение кишечных заболеваний.

Уменьшение патогенного влияния

Переработка животных и человеческих экскрементов в биогазовых системах явно улучшает санитарные условия для владельцев установок их семей и общества в целом. Патогенные возможности сырья сильно

уменьшаются при анаэробной переработке. Каждая новая установка избавляет от необходимости сооружения мусорных и туалетных ям. Прямое подключение туалетов к реакторам является особо выгодным с точки зрения гигиены и санитарного благополучия, а также избавляет от запаха.

Уменьшение распространения болезней

Так как биоудобрения не привлекают мух и других паразитов, уменьшается распространения заразных болезней среди людей и среди животных. Более того, уменьшаются глазные и респираторные болезни от сжигания сухого кизяка и дров⁸.

Желудочно-кишечные заболевания

Многие желудочно-кишечные заболевания распространяются патогенными микроорганизмами, содержащимися в фекальных массах. Заражение обеспечивается самими фермерами, распределяющими фекальные массы на полях. Анаэробная переработка человеческих, животных экскрементов и органических отходов обеспечивает их обеззараживание путем уничтожения большинства патогенных бактерий. Успешным является пример борьбы с шистосомозом и ленточными червями путем распространения биогазовых установок в Китае, где эти заболевания уменьшились соответственно на 99% и 13% от уровня до внедрения биогазовых установок¹⁴.

Экономический эффект снижения заболеваемости

Для пользователей биогазовых технологий положительное влияние на здоровье особенно ярко выражается за счет снижения задымления на кухнях. Эффект снижения желудочно-кишечных заболеваний становится заметен только при широком внедрении биогазовых установок.

Занятость

При сооружении биогазовых установок создаются дополнительные рабочие места и возможности для создания коммерческих предприятий, так как увеличивается количество производимой энергии, развиваются сельские регионы страны, что способствует сокращению миграции и общему улучшению жизненных условий.

Рост местных производств

Сооружение биогазовой установки предоставляет кратковременную возможность занятости в работах по сооружению котлована, фундамента, строительства и инсталляции труб. Эксплуатация установок требует долговременной занятости операторов и предоставляет возможности для квалифицированных рабочих по ремонту и обслуживанию биогазовых установок, распределению удобрений, сбору сырья. В Китае замечен бурный рост местных производств частей для биогазовых установок и материалов для них⁸.

Миграция

Замечен эффект уменьшения миграции из сельских в городские районы, благодаря созданию рабочих мест и улучшению жизненных условий в хозяйствах и сельских районах развивающихся стран, где были построены биогазовые установки⁸.

Социальная политика

Биогазовые технологии не только поддерживают государственную экономику и экологическую ситуацию в стране, но и предоставляет местному населению возможности для улучшения жизненных условий и благосостояния. Улучшаются санитарные условия и здоровье населения. Занятость, профессиональная квалификация и производство продовольствия для сельских жителей также улучшаются. Для сглаживания возникающих различий в доходах рекомендуется устанавливать биогазовые системы для общин и ассоциаций.

Внедрение биогазовых технологий в Кыргызстане

Успешное широкомасштабное внедрение биогазовых технологий требует учета взаимного влияния существующих климатических, социальных, экономических и экологических условий, повышения общественной и политической осознанности, а также государственной поддержки.

Климатические условия

Биогазовые технологии принципиально применимы в большинстве климатических зон, но стоимость их внедрения увеличивается с понижением температуры окружающей среды, так как в таких случаях необходимо дополнительное обеспечение подогрева и изоляция биогазовой установки. Биогазовые системы без подогрева и изоляции не показывают удовлетворительных результатов при средних температурах воздуха ниже 15°C.

Малое количество сезонных и годовых осадков приводит к расширению отгонного выпаса скота вместо стойлового содержания. Это снижает количество получаемого навоза, готового к переработке в биогазовых установках. С другой стороны, обильные осадки ведут к подъему уровней подземных вод, которые создают проблемы при сооружении и эксплуатации биогазовых установок.

Все природные особенности Кыргызстана – ландшафты, почвы, водные ресурсы, флора и фауна, а также социальные и экономические условия жизни и деятельности населения определяются горами. Особенно-стями климата страны являются понижение атмосферного давления и температуры воздуха (в среднем на 0,6°C на 100 м) и увеличение осадков с увеличением высоты.

Среднегодовая многолетняя температура на всей территории Кыргызстана ниже +15°C воздуха и биогазовые установки без подогрева и изоляции не смогут обеспечить хозяйства Кыргызстана биогазом и биоудобрениями круглый год. Наиболее эффективно внедрение установок, в реакторе которых поддерживается мезофильная или термофильная температура. Установки с изоляцией реактора, но без подогрева, в которых процесс сбраживания происходит при температурах до 20°C, смогут обеспечить только производство малого количества биогаза. Температура в реакторе установок без подогрева и изоляции обычно на 1-2°C выше температуры земельного покрова и они будут работать только в теплое время года.

Экономические условия

В Кыргызстане, где около 65% населения занято в сельском хозяйстве и более 80% сельских жителей находятся за чертой бедности, очевидным препятствием крупномасштабного внедрения биогазовых технологий является отсутствие необходимых финансовых средств. Бедные слои общества не смогут себе позволить капиталовложения, необходимые для внедрения биогазовой установки, даже несмотря на быструю окупаемость и экономические выгоды, получаемые от биогазовой установки.

Попытки уменьшения стоимости сооружения биогазовой установки должны предприниматься параллельно с развитием кредитных и других финансовых систем, облегчающих доступ к средствам для внедрения биогазовых установок. Широкое распространение биогазовых установок обеспечивает выгоды не только владельцам установок, но и обществу в целом.

Макроэкономическая оценка выгоды внедрения биогазовых установок должна учитывать положительные эффекты на энергетический сектор, увеличение сельскохозяйственной продукции, снижение затрат на здравоохранение и экологию, увеличение занятости и замену импортируемых газа и удобрений на собственные.

Социальные условия

Биогазовые технологии не только поддерживают государственную экономику и качество окружающей среды, но и предоставляет местному населению возможности для улучшения жизненных условий и благосостояния. Улучшаются санитарные условия и здоровье населения, а также качество продуктов питания, выращенных без химических препаратов. Благодаря уменьшению затрат на отопление поддерживаются школы, библиотеки, клубы. Занятость и профессиональная квалификация сельских жителей также улучшаются.

Биогазовые установки утилизируют отходы и сточные воды и прямым образом улучшают гигиеническую ситуацию для индивидуальных пользователей и общества в целом. При переработке сырья также исключается открытое хранение навоза и фекалий. Кроме того, во время переработки частично уничтожается патогенная микрофлора. Таким образом, биогазовые технологии увеличивают ожидаемую продолжительность жизни населения и сокращают затраты на лекарственные средства и лечение кишечных заболеваний, увеличивая работоспособность.

Политические условия

Для Кыргызстана, широкомасштабное производство биоудобрений и биогаза позволит снизить количества импортируемых ископаемого топлива и минеральных удобрений. Макроэкономически, переработка органических отходов в биоудобрения для деградированных сельскохозяйственных земель страны и производство биогаза как источника энергии имеют первоочередную важность.

Учитывая существующие в стране экономические условия и выгоды внедрения биогазовых технологий в сельское хозяйство страны, финансовая поддержка правительства может рассматриваться как капиталовложение, направленное на уменьшение в будущем затрат на импорт нефтепродуктов и минеральных удобрений, расходов на здравоохранение и поддержания гигиены, а также расходов, связанных с деградацией природных ресурсов.

Примеры успешного широкомасштабного внедрения биогазовых установок в странах Америки, Европы и Азии путем предоставления субсидий, льготного финансирования для строительства и эксплуатации биогазовых установок, обучения фермеров, открытия сервисных центров позволяют рекомендовать принятие похожих мер в Кыргызской Республике.

Общественная и политическая осознанность

Популяризация биогазовых технологий должна происходить параллельно строительству и внедрению биогазовых установок. Без осознания населением Кыргызстана целесообразности внедрения биогазовых технологий, выгод и ограничений их применения, не может быть и речи о внедрении биогазовых технологий на уровне фермеров. В то же время, необходима осведомленность внутри правительства страны. Так как влияние и аспекты биогазовых технологий имеют отношение к самым разным правительственным структурам (например, сельское хозяйство, экология, энергетика, экономика), необходимо идентифицировать и включить все ответственные правительственные структуры, а также гражданский сектор в процесс распространения информации о биогазовых технологиях и повышения их статуса.

Государственная поддержка

Для обеспечения широкомасштабного распространения биогазовых технологий, позитивно влияющих на государственную экономику, государство может оказать следующую поддержку:

- ✓ Принять государственную программу по внедрению биогазовых технологий.
- ✓ Создать или изменить существующие структурные условия для привлечения фермеров и крестьян к строительству биогазовых установок. Например, принять законодательство о переработке и утилизации отходов, контроль за потреблением дров и вырубкой лесопосадок;
- ✓ Субсидировать сооружение частных или общественных биогазовых установок путем выдачи грантов или дешевых кредитов;
- ✓ Выделить средства на сооружение и эксплуатацию биогазовых установок на базе общественных и государственных и муниципальных предприятий.

Глобальные экологические выгоды биогазовых технологий

При анаэробной переработке животноводческих отходов достигается снижение выбросов парниковых газов, влияющих на климат. Использование биогаза уменьшает выбросы углекислого газа благодаря снижению потребления ископаемых видов топлива, таких как бензин, уголь, дрова. В то же самое время благодаря сбору и использованию эмиссий метана за счет переработки навоза, происходит уменьшение выбросов второго важнейшего парникового газа – метана.

Парниковый эффект

Парниковый эффект вызывается присутствием в атмосфере газов, которые позволяют солнечной коротковолновой радиации достигнуть земли, но, как парниковая пленка, задерживают инфракрасное излучение от нагретой земли. Благодаря природному парниковому эффекту, средняя температура земли составляет 15°C а не минус 18°C.

Увеличение присутствия в атмосфере парниковых газов, которые включают главным образом, углекислый газ, метан и закись азота (веселящий газ), приводит к увеличению температуры земли, изменению климата. По оценке экспертов Всемирного Банка, до 2050 года всемирное потепление увеличит уровень моря на 50 см, что вызовет затопление берегов, засоление грунтовых вод и потерю площади земли¹³.

Снижение эмиссий углекислого газа

Биогазовые установки снижают потребление дров и уменьшают обезлесение, сокращают деградацию земель и следующие за ней природные катастрофы, такие как подтопление или опустынивание.

Использование 1 м³ биогаза вместо 1,3 кг дров снижает выбросы углекислого газа на 2,6 кг. Снижение выбросов углекислого газа за счет замены использования бензина составляет около 1,6 кг на 1 м³.

Биогаз и глобальный углеродный цикл

Естественное образование биогаза является важной частью биохимического углеродного цикла планеты. Каждый год около 590-880 миллионов тонн метана выпускается в земную атмосферу посредством действия микробов. Около 90% эмиссий метана происходят через разложение биомассы, а остальная часть – за счет протекания природных процессов²⁴.

Снижение эмиссий метана

До сегодняшнего дня меры по снижению глобального потепления относились, главным образом, к уменьшению выбросов углекислого газа, благодаря его высокой концентрации в атмосфере, но другие газы обладают намного более сильным парниковым эффектом.

Например, метан составляет только 20% содержания парниковых газов в атмосфере, но потенциал его влияния на климат в 23 раза выше, чем углекислого газа. Следовательно, снижение выбросов метана более эффективно для предотвращения изменения климата, чем снижение выбросов углекислого газа²⁸.

Источники эмиссий метана в сельском хозяйстве⁸

Количество эмиссий метана от сельского хозяйства составляет около 33 % глобальных выбросов метана, связанных с деятельностью человека. Животноводство ответственно за 16 %, выращивание риса - 12 % и животноводческие отходы – за 5 % .

В то время, как 16% глобальных выбросов метана, производимых при переваривании сырья жвачными животными (около 80 миллионов тонн в год) вряд ли могут быть уменьшены, эмиссии метана от животноводческих отходов могут быть собраны и использованы при помощи анаэробной переработки в биогазовых установках.

Точное количество эмиссий метана зависит от типа животных, их корма и систем хранения навоза. Например, в развитых странах, эмиссии от молочных животных составляют 0,32 м³ метана на килограмм сухих навозных веществ, а в развивающихся – только 0,25 м³.

Потенциал снижения выбросов метана с помощью биогазовых технологий

С помощью анаэробной переработки животноводческих отходов и использования метана для производства энергии можно добиться глобального снижения выбросов на 13,24 миллиона тонн метана в год. В целом это составляет около 4 % глобальных антропогенных выбросов метана.

Снижение эмиссий закиси азота в сельском хозяйстве

Относительный потенциал закиси азота (веселящего газа) для изменения климата в 320 раз больше потенциала углекислого газа. Производство веселящего газа – природный микробиологический процесс, происходящий во время нитрификации и денитрификации в почвах, сточных водах и системах утилизации отходов. Удобрение почв и специальные условия хранения могут снизить эмиссии веселящего газа в несколько раз. Исследования показывают, что выбросы веселящего газа могут быть уменьшены на 10 % при помощи анаэробной переработки жидких отходов. Это означает предотвращение выбросов 15,7 миллионов тонн эквивалента углекислого газа в год⁸.

Потенциал снижения выбросов парниковых газов в Кыргызстане

При переработке 6 058 703 тонн навоза в год будет предотвращен выброс 934,86 Гг эквивалента углекислого газа CO₂ в атмосферу, а снижение потребления ископаемых видов топлива при их замене на биогаз приведет к снижению эмиссий углекислого газа.

Широкое внедрение биогазовых технологий в индустриальный и сельскохозяйственный сектора экономики Кыргызстана плюс производство тепла и энергии для бытовых приборов позволит достигнуть эффективного и устойчивого снижения экологических нагрузок на окружающую среду.

ЧАСТЬ 6. ЮРИДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВМЕСТНОГО (КОЛЛЕКТИВНОГО) СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ БГУ

Рассматривая вопрос приобретения биогазовой установки, учитывается несколько важных составляющих, такие как:

1. Затраты на приобретение БГУ;
2. Наличие сырья (навоза), которое будет использовано для работы БГУ;
3. Цели, на которые будет использоваться биогаз, а, следовательно, объемы биогаза, которые необходимы;
4. Куда и какое количество биоудобрений будет использовано.

Проводимые исследования, как и соответствующие статистические данные, показывают, что в республике большинство сельских семей обладают достаточно небольшим количеством скота от 2 до 5 КРС и 1-3 лошади на одну семью плюс 10-20 МРС. Если рассматривать такую семью, как потребителя БГУ, то объема навоза, получаемого от такого количества животных, хватит на работу БГУ объемом реактора 2-5 метр³. При этом такая установка позволит вырабатывать 3-5 куб. метров биогаза за одни сутки. Такого объема газа вполне достаточно для пищевого приготовления и нагрева воды для бытовых нужд на одну семью в количестве 5 человек.

Вместе с тем, если рассматривать стоимость БГУ по таб. 26, то видно, что чем больше объем реактора, тем меньше стоимость БГУ за 1 метр³. Учитывая бесспорную выгоду приобретения одной БГУ объемом 50 куб. метр, по сравнению с 10 установками по 5 куб. метров, возникает необходимость в объединении средств нескольких семей, для приобретения более крупных БГУ.

Однако в случае коллективного приобретения БГУ необходимо учитывать ряд вопросов, которые возникнут, это: право собственности на БГУ, использование БГУ, порядок взаимодействия участников в процессе эксплуатации БГУ, распределение биогаза и биоудобрения, а также предоставление навоза участниками.

Законодательство допускает возможность коллективного объединения средств для приобретения БГУ. Это может быть оформлено путем создания юридического лица, либо без образования юридического лица путем нахождения БГУ в общей долевой собственности. Если сельчане, приобретая БГУ, не преследуют цели продажи биогаза и биоудобрений, то для приобретения БГУ можно образовать некоммерческую организацию (наиболее предпочтителен жамаат) если хотят продавать газ и биоудобрения, то могут образовать коммерческую организацию (далее компанию)¹.

1. Виды объединения граждан для приобретения БГУ

1.1. Образование юридического лица для приобретения БГУ

Плюсы и минусы образования юридического лица:

Плюсы:

- организационная система позволяет четко определять лиц ответственных за управление организацией (ясно с кого спрашивать за работу организации);
- наем работников по управлению БГУ (если это необходимо) осуществляется организацией;
- организационная система позволяет участникам организации участвовать в ее управлении;
- система привлечения средств от участников организации для обеспечения работы БГУ, закреплена в учредительных документах организации, при этом в случае продажи газа и биоудобрений, полученные средства также используются для обеспечения работы БГУ.

Минусы:

- необходимость проведения регистрации организации в государственных органах;
- дополнительные затраты на содержание управленческого аппарата, проведение собраний участников организации;
- БГУ принадлежит организации а не ее учредителям (участникам);
- представление на регулярной основе отчетности в государственные органы;
- средства, полученные от продажи БГУ, не могут быть переданы участникам некоммерческой организации;
- в случае ликвидации некоммерческой организации, БГУ не может быть возвращена участникам некоммерческой организации, а должна быть передана какой либо некоммерческой организации.

¹ Виды коммерческих организаций - акционерное общество, общество с ограниченной ответственностью, общество с дополнительной ответственностью, кооператив, созданный в форме коммерческой организации.

1.2. Нахождение БГУ в общей собственности граждан

Объединение средств сельских жителей в целях приобретения и эксплуатации БГУ, путем нахождения БГУ в общей собственности имеет следующие плюсы и минусы:

Плюсы:

- нет необходимости проведения регистрации в государственных органах;
- нет необходимости представления на регулярной основе отчетности в государственные органы;
- при продаже БГУ, полученные от продажи средства распределяются среди сельских жителей, в чьей общей собственности находится БГУ.

Минусы:

- отсутствует четкая организационная структура, в связи с чем, могут возникать проблемы с управлением;
- необходимо создавать механизм финансирования работы БГУ;
- необходимо создавать механизм взаимоотношений собственников БГУ по порядку потребления биогаза и биоудобрений.

Для приобретения небольшой БГУ до 50 м³ нет необходимости создавать коммерческую организацию, так как затраты связанные с созданием и управлением такой организации, не будут перекрывать выгоды получаемые собственниками от использования БГУ. Для приобретения небольших БГУ можно приобрести установку в общую долевую собственность или образовать жамаат.

2. Образование юридического лица

2.1. Образование и регистрация юридического лица

При образовании юридического лица оно должно зарегистрироваться в органе юстиции (в качестве юридического лица), в органе статистики, налоговом органе и в социальном фонде. Когда регистрируется жамаат то вместо органа юстиции он регистрируется как юридическое лицо в местном органе власти по месту образования жамаата. До обращения за регистрацией в государственные органы, участники должны провести общее собрание учредителей (участников). На собрании должно быть принято решение об образовании организации, утверждение устава, а также избраны органы управления, а в случае с коммерческими организациями дополнительно подписывается учредительный договор.

2.2. Устав юридического лица

Деятельность юридического лица осуществляется в соответствии с его уставом. Устав является своеобразной конституцией для членов организации. Устав описывает порядок формирования органов управления, права и обязанности членов (участников) организации, порядок формирования средств организации и их использование, а также иные вопросы деятельности организации.

2.3. Порядок и условия приема и выхода (исключения) членов (участников) из юридического лица

2.3.1. Порядок и условия приема и выхода (исключения) членов (участников) из некоммерческой организации

При создании жамаата для целей приобретения и эксплуатации БГУ, будет определен персональный состав участников жамаата. Однако в последствии возможны изменения состава участников. Кто-то продал дом и новый хозяин для получения биогаза, вступит в члены жамаата взамен члена продавшего дом или жамаат примет решение приобрести еще одну установку БГУ и привлечет дополнительное количество членов для ее приобретения. В целях в урегулирования в будущем таких ситуаций, необходимо, чтобы устав жамаата содержал положения, регламентирующие порядок принятия или выхода (исключения) члена жамаата.

Механизм выхода члена из состава членов жамаата также должен быть детально отражен в уставе жамаата. Такой механизм должен предусматривать, кому должно быть подано заявление (председателю) и срок, в течение которого должен быть выведен член из состава членов жамаата.

Механизм исключения члена жамаата из состава членов жамаата должен предусматривать основания, по которым может быть исключен член, а также процедуру, по которой проводится такое исключение.

2.3.2. Порядок и условия приема и выхода (исключения) членов (участников) из компании

На момент учреждения компании состав учредителей (участников) организации будет определен в соответствии с учредительным договором. В период работы компании ее учредители (участники) могут продавать, дарить свои доли (ОсОО) или акции (АО). Выход из акционерного общества (далее АО) осуществляется участником путем продажи принадлежащих ему акций. Выход участников из общества с ограниченной ответственностью (далее ОсОО) осуществляется путем продажи своей доли в ОсОО либо другим участникам или самому ОсОО. Механизм выхода членов (участников) из состава компании описан в Законах КР «О товариществах и обществах», «Об акционерных обществах».

2.4. Порядок формирования средств организации и их использование

2.4.1. Порядок формирования средств некоммерческой организации

К источникам формирования средств некоммерческой организации относятся: вступительные и членские взносы, поступления от использования собственности некоммерческой организации, спонсорские взносы, добровольные вклады юридических и физических лиц как Кыргызской Республики, так и иностранных государств, гранты, а также заемные, кредитные и иные финансовые ресурсы.

Механизм внесения взносов определяется уставом общества. Что касается других источников формирования, то порядок их получения регулируется законодательством Кыргызской Республики. Так, использование средств (имущества), получаемых на безвозмездной основе, регулируется гражданским законодательством Кыргызской Республики, где лицо (юридическое или физическое) одаривает имуществом некоммерческую организацию.

Некоммерческая организация как субъект гражданских отношений вправе приобретать заемные средства.

Как собственник имущества организация вправе передавать имущество в аренду, а также совершать с имуществом иные действия, приносящие доход.

Финансовые средства, а также имущество используются организацией для обеспечения целей, которые закрепляются в уставе. В некоммерческой организации не допускается распределение прибыли среди ее членов.

В уставе жамаата должен быть указан минимальный размер вступительного и членского взносов в жамаат, порядок и условия их внесения.

Определение размера и порядка внесения, членских и вступительных взносов, необходимо соотносить с условиями затрат жамаата на приобретение БГУ, обеспечение нормального функционирования БГУ (проведение профилактического ремонта, закупка необходимых инструментов и запасных частей).

По вступительному взносу – механизм должен предусматривать порядок обращения кандидата в члены к жамаату и процедуру внесения вступительного взноса. В случае, если кандидат вносит взнос до принятия решения общим собранием членов жамаата, то необходимо прописать процедуру возврата вступительного взноса, если собрание откажет кандидату. Если взнос вносится после принятия кандидата в члены жамаата, то необходимо установить срок, в течение которого новый член должен внести вступительный взнос.

В целях обеспечения исполнения членами жамаата своих обязанностей по внесению членских взносов можно закрепить в уставе жамаата положения, предусматривающие ответственность члена за несвоевременное внесение взносов путем выплаты им жамаату неустойки в размере, установленном уставом, а также исключения лица из членов жамаата, если имеется задолженность по взносам в размере, установленном уставом.

2.4.2. Порядок формирования средств компании

К источникам формирования средств компании относятся: собственный капитал и заемные средства. Собственный капитал компании формируется за счет средств, вносимых в капитал участниками (членами), а также доходов компании получаемых от ее деятельности.

2.5. Порядок управления юридическим лицом

2.5.1. Порядок управления Жамаатом

Жамаат, как и любое юридическое лицо должен иметь систему управления, включающую в себя органы управления, а также полномочия таких органов.

Высшим органом жамаата является общее собрание членов жамаата. В период между собраниями членов жамаата управление жамаатом осуществляет председатель жамаата.

Основная функция председателя - это руководство текущей деятельностью жамаата, для реализации указанной функции председатель осуществляет следующие полномочия:

- представляет жамаат без доверенности во всех государственных и местных органах и предприятиях, частных, общественных организациях;
- открывает счета в банках и распоряжается средствами жамаата с учетом требований устава;
- организует контроль за выполнением решений общего собрания жамаата;
- разрабатывает и представляет на утверждение общего собрания программы развития и направлений деятельности жамаата;

Другой важной функцией председателя является функция организации и проведения общих собраний членов жамаата, для реализации указанной функции председатель осуществляет следующие полномочия:

- принимает решения о проведении общих собраний членов жамаата;
- уведомляет членов жамаата о предстоящем собрании;
- подписывает протокол общего собрания членов жамаата.

Председатель может иметь иные права, не относящиеся к исключительной компетенции общего собрания членов жамаата и другого органа.

Механизм проведения собрания членов жамаата должен предусматривать срок, в течение которого председатель как лицо, ответственное в соответствии с Законом за созыв собрания, должен принять решение о проведении собрания. Помимо этого, устав должен содержать механизм, обеспечивающий обязательное проведение собрания, даже если имеет место отказ председателя в проведении собрания, при условии, что за проведение собрания инициирует большинство членов жамаата. Помимо этого устав должен содержать положения, регламентирующие:

- порядок формирования повестки дня общего собрания членов жамаата;
- порядок созыва и уведомления членов о проводимом собрании членов жамаата
- порядок проведения собрания членов жамаата;
- порядок закрепления решений принятых на собрании членов жамаата.

Срок, на который избирается председатель жамаата, определяется уставом жамаата. Устав может предусматривать, что председатель избирается на 1 год (2 года, 3 года и т.д.). В целях возможности переизбрания одного и того же лица на должность председателя необходимо в уставе закрепить, что одно и то же лицо может быть избрано председателем неограниченное количество раз, либо ограничить количество сроков переизбрания, например: одно и то же лицо не может быть переизбрано председателем жамаата более 3 раз.

Освобождение председателя может быть осуществлено в связи с окончанием срока полномочий с одновременным избранием председателем другого лица. Также председатель может быть освобожден досрочно, для чего устав может предусматривать основание такого освобождения.

2.5.2. Порядок управления Компанией

Высшим органом управления компании является общее собрание ее участников (членов). Законы КР «О хозяйственных товариществах и обществах» «Об акционерных обществах», устанавливая, что общие собрания участников (членов) проводятся регулярно, но не реже одного раза в год. Также возможны внеочередные собрания, проводимые по инициативе руководителей компаний и/или ее участников (членов). В период между собраниями участников (членов) компании управление компанией осуществляет исполнительный орган. Исполнительный орган может быть коллегиальный (правление или дирекция) или единоличный (директор, президент).

Основная функция исполнительного органа - это руководство текущей деятельностью компании. Исполнительный орган имеет следующие полномочия:

- представляет компанию без доверенности во всех государственных и местных органах и предприятиях, частных, общественных организациях;
- открывает счета в банках и распоряжается средствами компании с учетом требований устава;
- организует контроль за выполнением решений общего собрания участников (членов).

В крупных компаниях может быть образован наблюдательный орган в форме совета директоров. Основной функцией совета директоров, контроль за деятельностью исполнительного органа и принятие решений по особо важным вопросам деятельности компании.

В акционерных обществах, также образуется ревизионная комиссия, которая осуществляет внутренний аудит компании.

2.6. Условия прекращения деятельности (реорганизации и ликвидации) организации

2.6.1. Условия прекращения деятельности (реорганизации и ликвидации) некоммерческой организации

Гражданское законодательство предусматривает несколько вариантов реорганизации:

- ♦ **Разделение.** В результате на базе имущества некоммерческой организации, подвергшегося разделению, возникает две и более некоммерческие организации. Раздел имущества некоммерческой организации, подвергшегося реорганизации, между вновь возникшими организациями осуществляется на основании разделительного баланса. Некоммерческая организации после разделения прекращает свою деятельность;
- ♦ **Выделение.** В результате на базе части имущества остающегося существовать некоммерческой организации создается одна или более организации. Передача имущества вновь возникающим органи-

зациям осуществляется на основании разделительного баланса;

- ♦ **Слияние.** В результате на базе имущества двух или более действующих некоммерческих организаций создается новая некоммерческая организация. Слияние организаций осуществляется на основании договора о слиянии, регулирующего процесс слияния;
- ♦ **Присоединение.** В результате одна или более некоммерческая организация присоединяется к другой некоммерческой организации. Присоединение некоммерческих организаций осуществляется на основании договора о присоединении.
- ♦ **Преобразование.** Предусматривает изменение организационно-правовой формы некоммерческой организации. Так, жамаат может преобразоваться в общественное объединение. Некоммерческая организация не может преобразоваться в коммерческую организацию, так как это будет идти в нарушение целей устава жамаата. Также жамаат не может преобразоваться в ряд некоммерческих организаций, таких как ассоциация, союз. Ликвидация некоммерческой организации предусматривает прекращение деятельности без образования правопреемников. Ликвидация некоммерческой организации проводится по решению уполномоченного на то органа некоммерческой организации или суда. В процессе ликвидации реализуется имущество некоммерческой организации и проводится расчеты с кредиторами.

Имущество, оставшееся после расчетов с кредиторами не может быть распределено между членами общественного объединения или жамаата, по решению общего собрания членов оно может быть передано другим некоммерческим организациям, действующим на территории айыл окмоту, уставные цели, которых совпадают целям некоммерческой организации.

2.6.2. Условия прекращения деятельности (реорганизации и ликвидации) коммерческой организации

Реорганизация коммерческой организации осуществляется в тех же вариантах, что указано в разделе по реорганизации некоммерческой организации (разделение, выделение, слияние, присоединение, преобразование). Коммерческие организации могут реорганизоваться только в коммерческие организации.

Ликвидация коммерческих организаций осуществляется добровольно по решению собрания участников (учредителей) или принудительно по решению суда.

В процессе ликвидации проводятся расчеты с кредиторами. После расчетов с кредиторами, оставшееся имущество распределяется среди участников (учредителей) организации. Имущество распределяется среди участников прямо пропорционально их доли в капитале организации.

2.7. Положения, касающиеся БГУ

Устав и или другой документ, принятый участниками (учредителями) организации должен описывать механизмы взаимоотношений участников по вопросам поставки навоза и потребления биогаза и биоудобрений. Также важно, чтобы был описан порядок поступления средств, необходимых для эффективной работы БГУ.

Для обеспечения решения указанных вопросов, организация может принять локальный нормативный акт, регламентирующий обязанности членов организации. Так положение о порядке представления навоза членами организации и распределении биогаза и биоудобрений должно устанавливать ФИО члена организации количество навоза, которое он должен представить за определенное время, а также порядок предоставления. В качестве примеров закрепления во внутренних нормативных актов соответствующих положений можно взять примеры, описанные для этих целей в разделе «Нахождение БГУ в общей (долевой) собственности нескольких граждан».

Пример: Даиров А.В. ежедневно представляет 100 кг. навоза, путем доставки навоза до биогазовой установке к 9-00. В этом случае каждый член жамаата представляет определенное количество навоза непосредственно к БГУ.

Вместе с тем также можно определить лицо, которое будет на специально оборудованном под сбор навоза транспортном средстве (гужевая повозка с бочкой для навоза) в определенное время объезжать дома членов жамаата и забирать навоз. Вопрос распределения биоудобрения также может решаться различными способами, возможно, каждый член самостоятельно забирает определенное количество биоудобрения в установленное время, а возможно закрепляется лицо, которое развозит удобрение по домам членов жамаата.

Механизм распределения и учета биогаза может предусматривать использование для этих целей приборов учета природного газа. В этом случае устанавливается лимит потребления биогаза с учетом объема биогаза на который имеет права участник организации.

3. Нахождение БГУ в общей (долевой) собственности нескольких граждан

3.1. Виды общей собственности

Нахождение БГУ в общей собственности регулируется Гражданским кодексом КР. БГУ может находиться в общей собственности с определением доли каждого участника (долевая собственность), так без определения долей (совместная собственность).

Гражданский кодекс КР предусматривает, что общая собственность на БГУ возникает при поступлении в собственность двух или нескольких лиц. Если несколько граждан объединят свои средства и купят БГУ, то БГУ будет находиться, в их общей собственности.

При приобретении БГУ в общую собственность необходимо составить договор между участниками, который бы регламентировал все вопросы, связанные с приобретением и эксплуатацией БГУ.

3.2. Содержание договора о приобретении БГУ в общую собственность

Договор должен определять следующие вопросы:

- 1.Какую долю приобретает участник договора в общей собственности на БГУ;
- 2.Размер и порядок внесения средств, каждым из участников договора на приобретение БГУ;
- 3.Порядок распределения биогаза и биоудобрений среди участников;
- 4.Порядок внесения средств участником договора для обеспечения работы БГУ в процессе ее эксплуатации;
- 5.Порядок реализации участником своей доли в БГУ;
- 6.Порядок предоставления навоза участниками для обеспечения работы БГУ;
- 7.Продажа БГУ;
- 8.Система организации и управление общей собственностью на БГУ.

3.2.1. Доля в общей собственности на БГУ, размер и порядок внесения средств, каждым из участников договора на приобретение БГУ

Определение доли участников в общем имуществе. Это очень важный вопрос, так как Гражданский кодекс КР устанавливает, что если нет соглашения, о том кому какая доля принадлежит в общем имуществе, то доли считаются равными. Однако если один человек внес 10000 сомов, а другой 20000 сомов на приобретение БГУ, то возникает вопрос, почему человек, внесший в два раза больше средств, имеет равную долю с человеком, который внес меньше средств. Как правило, доля в общей собственности соотносится с размером вклада внесенного на приобретение общей собственности. Договор о приобретении в общую собственность БГУ должен описывать внесенные каждым участником договора денежные средства, иное имущество, а также работы и услуги, оказанные участником договора.

Договор также должен, описывать в какой форме будут внесены взносы участниками договора, и в какие сроки.

Пример порядка внесения вклада на строительство БГУ: А.Сулайманов внесет на приобретение БГУ 20000 сомов в течение 3 дней со дня подписания договора, предоставит в месячный срок для БГУ трубы стальные диаметром 20 мм. длиной 50 метров (стоимость труб составляет 5000 сомов). Сулайманов на момент установки БГУ будет участвовать в общестроительных работах (стоимость работ оценивается в 5000 сомов). Таким образом, внесенный Сулаймановым вклад в приобретение БГУ составил 30 000 сомов.

Пример определения доли: Общие затраты на строительство и установку БГУ составили 600 тысяч сомов. Стоимость вклада А. Сулайманова составляет 30000 сомов. 600000 сомов стоимость БГУ – 100 процентов, соответственно доля -30000 сомов вклада Сулайманова будет равна 5 процентам или 1/20 .

3.2.2. Порядок распределения биогаза и биоудобрений среди участников

В соответствии с пунктом 5 статьи 269 Гражданского кодекса распределение среди участников договора биогаза и биоудобрений производится между участниками долевой собственности соразмерно их долям, если иное не предусмотрено соглашением между ними. Следовательно, если в договоре на приобретение БГУ в общую долевую собственность не устанавливается порядок потребления биогаза и биоудобрения, то получать биогаз и биоудобрение участники будут соразмерно долям, определенным в договоре.

Пример: Сулайманов имеет 5 процентную долю в БГУ, соответственно он имеет право получать 5 процентов биогаза и биоудобрений от их общего объема, производимого БГУ.

Договор приобретения БГУ в общую собственность может устанавливать иной порядок распределения биоудобрений и биогаза. Так договор может устанавливать, что биогаз и биоудобрения распределяются среди участников договора поровну независимо от доли участника в общей собственности на БГУ. Размер,

получения биогаза и биоудобрений, может зависеть от объема, поставляемого навоза, чем больше предоставляет участник навоза, тем больше получает биогаза и биоудобрений.

Решение, какой порядок выбрать принимают участники договора, закрепив в его в договоре приобретения БГУ в общую собственность.

3.2.3. Порядок внесения средств участником договора для обеспечения работы БГУ в процессе ее эксплуатации

Работа БГУ, как и любого оборудования требует определенных затрат. В эти затраты, входят затраты на электричество, потребляемое БГУ, на ремонт и при необходимости приобретение запасных частей. Также в затраты могут входить зарплата оператору БГУ, если договором не предусмотрено, что кто-то из участников будет осуществлять функции оператора бесплатно. Также возможны затраты на поставку навоза, биогаза и биоудобрений. Возможно исключить эти затраты если по договору каждый из участников берет на себя затраты на поставку навоза, получение биогаза и биоудобрений.

Гражданский кодекс КР устанавливает, что каждый участник долевой собственности обязан соразмерно со своей долей участвовать в издержках по содержанию и сохранению БГУ, если договором не установлено иное.

Пример: если договором установлено, что участник договора, должен оплачивать издержки на обеспечение работы БГУ соразмерно доле в собственности на БГУ: Затраты на обеспечение работы БГУ в месяц составят 3000 сомов. Сулайманову принадлежит доля в общей собственности на БГУ 5 процентов, и он обязан ежемесячно вносить 150 сомов в качестве взноса на обеспечение работы БГУ.

Пример: если договором установлено, что участники договора, оплачивают издержки на обеспечение работы БГУ поровну, не зависимо от доли в собственности на БГУ. Затраты обеспечение работы БГУ в месяц составят 3000 сомов. Всего участников договора 15 человек и каждый из участников будет вносить ежемесячно по 200 сомов.

3.2.4. Порядок реализации участником своей доли в БГУ

Гражданский кодекс КР устанавливает, что доля в общей собственности может быть продана, обменена, подарена, а также перейти по наследству другому лицу. При этом действия по отчуждению доли в общей собственности должны проводиться в соответствии с требованиями, установленными для этих целей Гражданским кодексом.

Так в соответствии со статьей 270 Гражданского кодекса КР если участник договора на приобретение в общую собственность БГУ захочет продать или обменять свою долю в БГУ стороннему лицу, то он обязан предложить другим участникам общей собственности на БГУ купить долю по цене предложенной сторонним лицом. Предложение участникам договора на продажу должно быть оформлено в письменной форме.

Пример: Асанов не являющийся собственником доли в общей собственности на БГУ предложил Сулайманову продать его долю и предложил 50000 сомов за долю. При согласии Сулайманова продать долю за 50000 сомов, Сулайманов, обязан предложить другим участникам в общей собственности на БГУ купить долю за цену предложенную Асановым. Предложение Сулаймановым направляется участникам письменно. Если кто-то из участников захочет купить долю Сулайманова за 50000, то Сулайманов обязан продать долю такому участнику общей собственности на БГУ.

Гражданский кодекс в частности статья 274 допускает иной порядок продажи доли в БГУ, в случае взыскания доли по просроченной задолженности одного из участников общей собственности. В этом случае может быть проведен публичный аукцион по продаже доли.

3.2.5. Порядок предоставления навоза участниками для обеспечения работы БГУ

Обязательство по предоставлению участником навоза для обеспечения деятельности БГУ, также требует раскрытия в договоре о приобретении БГУ в общую собственность. Порядок предоставления навоза, может предусматривать, что каждый из участников предоставляет навоз к БГУ самостоятельно.

Пример: Сулайманов обязуется ежедневно представлять 100 кг. навоза, путем доставки навоза до БГУ к 9-00. В этом случая каждый член жамаата представляет определенное количество навоза непосредственно к БГУ.

Вместе с тем также можно определить лицо, которое будет на специально оборудованном под сбор навоза транспортном средстве (гужевая повозка с бочкой для навоза) в определенное время объезжать дома членов жамаата и забирать навоз. Вопрос распределения биоудобрения также может решаться различными

способами, возможно, каждый член самостоятельно забирает определенное количество биоудобрения в установленное время, а возможно закрепляется лицо, которое развозит удобрение по домам членов жамаата.

3.2.6. Продажа БГУ

В соответствии со статьей 269 Гражданского кодекса КР решение о продаже БГУ, должно быть принято всеми участниками долевой собственности. Такое решение должно быть оформлено документально. Возможно, все участники подпишут договор на продажу БГУ или выдадут доверенность на продажу БГУ кому-то одному из участников.

3.2.7. Система организации и управление общей собственностью на БГУ

Биогазовая установка требует постоянного внимания со стороны собственников. Необходим контроль над технологическими процессами, такими как внесение навоза, получение и использование биогаза и биоудобрений. Важно вовремя собирать средства на приобретение запасных частей или для других нужд. Для оперативного решения таких вопросов необходимо закрепить лицо (лиц), ответственное за их решение. Соответственно договор о приобретении БГУ в общую долевую собственность должен четко описывать, кто будет ответственен за сбор средств, кто будет следить за работой БГУ. Возможно, тот кто будет следить за работой БГУ будет контролировать поставку навоза и использование биогаза и биоудобрений участниками.

Учитывая, что БГУ находится в общей собственности необходимо регулярно проводить собрания собственников (один раз в полгода и при необходимости). На таких собраниях должны рассматриваться особо важные вопросы, связанные с использованием БГУ. Порядок и регулярность проведения собраний собственников, а также перечень вопросов, которые подлежат рассмотрению собранием собственников, должны быть закреплены в договоре о приобретении БГУ в общую долевую собственность.

ЛИТЕРАТУРА

При составлении справочного руководства были использованы опытные данные ОФ «Флюид» Ассоциации «Фермер», проектов технической помощи ПРООН, Европейской комиссии, JICA (японское агентство по международному сотрудничеству), материалы статей из научно-технических, производственных, образовательных журналов, материалы руководств по эксплуатации и строительству биогазовых установок, информационные сайты Интернет и другие информационные источники.

1. H. Werner et. al. "Economical and Environmental analysis of a biogas plant within a context of a real farm", 2004, The Royal Veterinary and Agricultural University Denmark.
2. «Biomass Energy Systems», ACRE, the Australian CRS for Renewable Energy Ltd, <http://www.phys.murdoch.edu.au/acre/>.
3. «How small bio-digesters can improve nutrient recycling in agriculture, reduce emissions of greenhouse gases and improve local energy services», 2000, Prepared for IAC by ETC Energy.
4. «Исследование потребности рынка Кыргызстана в биогазовых установках», JICA, 2004.
5. «Первое Национальное сообщение Кыргызской Республики по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата», 2003, http://www.climatechange.undp.kg/rus/html/3_2.html.
6. Eke Nordberg «Policies in different EU-countries influencing implementation of anaerobic Digestion» JTI – Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering, AD-Nett, 2004.
7. Arthur Wellinger «Trends in Biogas utilization in Austria, Germany and Switzerland», 2004, Nova Energie GmbH, Switzerland.
8. AT Information: Biogas, GTZ project Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), 1996, Eshborn, Deutschland.
9. Carl Nelson, John Lamb «Final Report: Haubenschild Farms Anaerobic Digester», The Minnesota Project, August 2002, www.mnproject.org.
10. Lusk, P. «Methane Recovery from Animal Manures: A Current Opportunities Casebook». 3rd Edition, 1998, NREL/SR-25145. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. Work performed by Resource Development Associates, Washington, DC.
11. Nils Holgerssongymnasiet «Manure – an agronomic and environmental challenge», Book of abstracts NJF – seminar no.372, 2005, Skurup, Sweden.
12. Production and Utilization of Biogas in Rural Areas of Industrialized and Developing Countries, Schriftenreihe der gtz, No. 97.
13. SNV Reference Guide on Climate Change and Rural Energy, Version May 2004, http://www.snvworld.org/cds/rgccre/ClimateChange_RuralEnergy.htm.
14. Uri Marchaim, «Biogas processes for sustainable development», 1992, FAO.
15. Абасов В.С. Годовой отчет на тему: «Изучение влияния метанового эффлюента и сочетания его с другими видами удобрений на урожай и качество сельхоз культур», 2005, Кыргызский научно – исследовательский институт земледелия.

16. Бударин В.А., Кыдыралиев С.К., Цветчих В.И., Бударина Л.В., «Определение воздействия жидких органических удобрений (ЖОУ) на черенкование и развитие некоторых видов растений.» Институт энергетики и электроники ЮО НАН КР, институт биосферы ЮО НАН КР, областной детский центр экологии, краеведения и технического творчества (ОДЦ ЭКиТТ), г. Жалалабат.
17. Бударин В.А., Кыдыралиев С.К., «Особенности получения биогаза и биологически активного органического вещества из растительных отходов». Институт энергетики и электроники южного отделения Национальной академии наук Кыргызской Республики, г. Жалалабат.
18. В. Дубровский, У. Виестур «Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов», 1988, Рига «Зинатне» .
19. В. Некрасов «Микробиологическая анаэробная конверсия биомассы», 2001, рукопись
20. Веденев А.Г. «Биогазовые установки», 2005, ОФ «Флюид» Ассоциации «Фермер»
21. ОФ «Флюид», «Биоэнергетические модули для анаэробного сбраживания навоза типа БЭМС с реакторами объемом 5,0; 25,0; 50,0; 100,0 м³», 2004, Руководство по эксплуатации
22. Ю. Калмыкова, А. Герман, В. Жирков «Проект Биогаз», 2005, Карагандинский экологический музей.
23. BiogasWorks, 2002, www.biogasworks.com
24. E. Martinot "Renewables 2005", 2005, Global Status Report, Worldwatch Institute
25. REN21 Renewable Energy Policy Network, 2005, "Energy for Development: The Potential Role of Renewable Energy in Meeting the Millennium Development Goals." Washington, DC, Worldwatch Institute.
26. «Итоги учета скота и домашней птицы по категориям хозяйств, в разрезе областей, районов и городов Кыргызской Республики», 2005, Национальный статистический комитет КР.
27. «Кредитные ресурсы Кыргызской Республики» Справочник, 2005, СЕНТИ.
28. Родина Е.М. «Отчет в области оценки мер по сокращению парниковых газов из бытовых и сельскохозяйственных отходов», 2003, МЭиЧС КР, ГЭФ ПРООН.

