

Проект ПРООН / Правительства Узбекистана

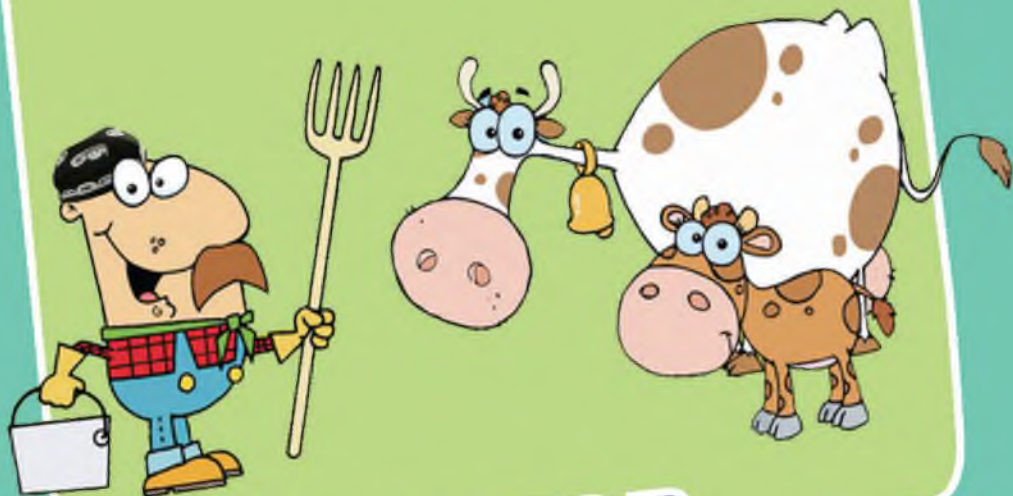
Поддержка Узбекистана в переходе  
на путь низко-углеродного развития национальной экономики



Uzbekistan

# БИОГАЗ

электроэнергия  
биоудобрение  
тепло



11 шагов

к цели

Copyright©UNDP [2011]  
Все права защищены

Выпущено в Узбекистане

Мнения, высказанные в данной публикации, принадлежат авторам и не обязательно представляют мнение Организации Объединенных Наций, включая ПРООН, или стран, в нее входящих.

Проект ПРООН / Правительства Узбекистана

Поддержка Узбекистана в переходе  
на путь низко-углеродного развития национальной экономики

# БИОГАЗ

электроэнергия  
биоудобрение  
тепло

11 шагов

к цели

Биогаз - электроэнергия, тепло, биоудобрение. 11 шагов к цели.  
Практическое руководство

Подготовлено в рамках реализации проекта "Поддержка Узбекистана в переходе на путь низко-углеродного развития национальной экономики", финансируемого Программой Развития ООН. Проект выполняется под руководством Министерства экономики Республики Узбекистан.

Публикацию подготовили:

И.В. Дергачева, национальный консультант по оценке рыночного потенциала производства и комплектации биогазовых установок.

П.Т. Салихов, специалист по возобновляемой энергетике.

Рецензент:

Ш.Я. Исмаилов, руководитель Секретариата при  
Межведомственном совете по МЧР

Узбекистан,

Ташкент, 100003

Пр. Узбекистанский, 45а

Офис проекта ПРООН

Тел.: 99871 232 6382

Компьютерный дизайн: Л.Ю. Шардакова

Биогазовая установка позволит Вам решить массу проблем. Но, чтобы установка хорошо работала, приносила пользу, доход и удовольствие, а не головную боль, необходимо все правильно распланировать, смонтировать, запустить и эксплуатировать.

Рассмотрим поэтапно все необходимые шаги.

	<i>стр.</i>
Список сокращений	4
Коротко о биогазе	5
Документация и согласование	7
Консультации	7
Техника безопасности	7
<b>1 шаг</b> Выбор размера реактора	8
<b>2 шаг</b> Оборудование и расположение БГУ	10
<b>3 шаг</b> Выбор конструкции БГУ	12
<b>4 шаг</b> Реактор	13
<b>5 шаг</b> Система загрузки и выгрузки сырья	17
<b>6 шаг</b> Система сбора биогаза	19
<b>7 шаг</b> Газгольдеры	20
<b>8 шаг</b> Системы перемешивания	21
<b>9 шаг</b> Системы подогрева сырья	22
<b>10 шаг</b> Ввод БГУ в эксплуатацию	23
<b>11 шаг</b> Обслуживание БГУ	25
Меры предосторожности	27

## Список сокращений

БГУ	Биогазовая установка
КРС	Крупнорогатый скот
CH <sub>4</sub>	Метан
CO <sub>2</sub>	Углекислый газ

Биогаз - это достаточно дешевое экологическое топливо, получаемое из твердых и жидких отходов животноводства, птицеводства, бытовых отходов, растительных остатков, сточных вод и т.д. **По своим характеристикам биогаз близок к природному газу.**

Как и природный газ, биогаз может быть использован

- для приготовления пищи
- выработки электрической и тепловой энергии (горячая вода и отопление)
- как автомобильное топливо.

Отходы, образующиеся при производстве биогаза, являются высококачественными удобрениями.

Производство биогаза может быть организовано не только на крупных фермах с большим поголовьем скота или птиц, но и на базе индивидуальных хозяйств. Если несколько мелких ферм или индивидуальных хозяйств расположены вблизи друг друга, экономически выгоднее проводить централизованную переработку отходов и получаемый биогаз по трубопроводам подавать на фермы или в хозяйства.

При производстве биогаза используются как промышленные, так и бытовые биогазовые установки (БГУ). Промышленные установки отличаются от бытовых наличием механизации и автоматизации процессов, специальными системами подогрева.

В мире широко применяются оба подхода. Например, в Индии, Вьетнаме, Непале и других странах чаще строят малые ( на одну семью) БГУ. Получаемый в них газ, в основном, используется для приготовления пищи. Больше всего БГУ установлено в Китае - около 40 миллионов, Индии - 3,8 миллиона, Непале - 20 тысяч малых БГУ. По абсолютным показателям по количеству средних и крупных БГУ ведущее место занимает Германия (8 тыс. шт.). В Западной Европе около половины всех птицеферм отапливаются биогазом.

Строительство БГУ, как и любое другое строительство, требует вложения денег, сил и энергии. Не стоит думать, что получение прибыли начинается с выработки первых кубических метров биогаза. Для этого необходима стабильная работа установки с грамотным обслуживанием и постоянным вниманием хозяина.

Рекомендуется, чтобы фермер или владелец небольшого частного хозяйства, решивший построить БГУ, внимал во все детали при ее планировании и монтаже. Если установка собирается самостоятельно, чрезвычайно важно на всех этапах консультироваться со специалистами: строителями, монтажниками,

газовщиками, электриками и т.д. Только при таком подходе и личной заинтересованности можно обезопасить себя от многих неприятных, а иногда и опасных неожиданностей.

Стабильная, долговечная и надежная работа БГУ возможна лишь тогда, когда пользователь разбирается во всех тонкостях ее эксплуатации. Только при этом условии гарантируется:

- экономия денег за счет уменьшения расходов на покупку:
  - топлива
  - электроэнергии
  - удобрений.
- возможность получения дополнительных доходов:
  - от продажи биогаза и удобрений
  - повышения урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур.

## **Что нужно учесть, принимая решение строить БГУ**

- С помощью биогазовой установки нельзя поднять хозяйство, переживающее кризис. Биогазовая установка, может помочь поддерживать эффективность хозяйства и значительно улучшить, в первую очередь, жилищные условия в сельской местности.
- Инвестиция в биогазовую установку связана с долгосрочным капиталовложением. Поэтому строительство установки должно быть хорошо рассчитано с учетом перспективы!
- Большая часть самостоятельно выполненных работ при строительстве помогает снизить потери и повысить рентабельность, дает знания, необходимые в будущем для устранения неполадок.
- В результате работы БГУ на территории фермы значительно снижается уровень неприятных запахов, что особенно важно, если хозяйство расположено вблизи жилых домов.
- Метановые бактерии требуют к себе такого же внимания как животные в хлевах. Это означает, что успешная эксплуатация биогазовой установки требует специальных знаний. Именно поэтому стоит уделять внимание образованию и повышению квалификации обслуживающего персонала, созданию у него соответствующей заинтересованности.
- Эксплуатация невозможна без надзора и проведения профилактических работ. Кто не готов уделять минимум 1 час ежедневно на обслуживание установки, тому лучше не браться за это дело.



## Документация и согласование

Эскизную документацию на строительство реактора специалисты хозяйства (инженер-механик, строитель, энергетик, электрик) могут подготовить за несколько дней.

В документацию должны входить:

- технологическая схема
- план размещения реактора и теплогенератора
- трубопроводы
- схема подключения насоса и осветительной арматуры
- калькуляция - смета расходов

На генплане хозяйства нужно показать основные трубопроводы, подъездные пути, молниеотвод.

Документацию необходимо согласовать с газовой и пожарной инспекциями.

## Консультации

Дополнительную информацию и консультацию по составлению технической документации, строительству, пуску и эксплуатации биогазовой установки, а также по другим вопросам БГУ можно получить у следующих специалистов:

1. Дергачева Ирина, БГУ в Сырдарьинской области. Тел: +99890 358 37 39
2. Имамов Шавкат, БГУ в Бухарской области. Тел: +99893 578 11 40
3. Садиков Абиджан, БГУ в Кашкадарьинской области. Тел: +99897 111 58 61

## Техника безопасности

При эксплуатации реактора необходимо соблюдать все действующие нормативы для работы с установками для сжигания природного газа.



**Биогаз имеет более узкий предел взрываемости, чем природный газ, - от 6 до 12 % (вместо 5-15 %).**

В документации следует предусмотреть вентиляцию, способную обеспечивать в помещении объемом до 300 м<sup>3</sup>, восьмикратный обмен воздуха в час.

Размеры реактора определяются индивидуально для каждого хозяйства по количеству домашних животных. В приведенной ниже таблице представлены данные для расчета размера реактора.

### Количество суточных экскрементов от домашних животных



Коровы  
30 кг



Свиньи  
4 кг



Овцы  
1,5 кг



Лошади  
35 кг



Куры  
0,17 кг

Рассчитать объем реактора достаточно просто.

**ПРИМЕР 1:** У вас в хозяйстве 20 голов коров и 10 свиней ,  
значит количество сырья для реактора будет равно:  
 $20(\text{коров}) * 35\text{кг} + 10 (\text{свиней}) * 4\text{кг} = 740 \text{ кг}$ .



Общий объем сырья в установке **не должен превышать 2/3 объема** реактора.

Поэтому, к 740 кг добавим еще 246 кг (2/3 от 740 кг).

Получим:  $740 \text{ кг} + 246 \text{ кг} = 986 \text{ кг}$ .

Теперь умножаем 986 кг на  $10^3$  и получаем объем реактора 9 860 кг, примерно 10 тонн.

Ориентировочная производительность 10-тонного биореактора -  $20 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

### Нормы расхода биогаза

приготовление 1-ой порции пищи для 1-ого человека	0,15 - 0,3 м <sup>3</sup>
кипячение 1 л воды	0,03 - 0,05 м <sup>3</sup>
отопление 1 м <sup>2</sup> жилой площади	0,2 м <sup>3</sup> /сут.
бытовые горелки потребляют	0,20 - 0,45 м <sup>3</sup> /час

\*) Для переработки сырья рекомендуется использовать дозу суточной загрузки, равную 10% от объема общего загруженного в установку сырья.  
В данном случае 986 кг являются 10%.

**ПРИМЕР 2:** Семья из четырех человек живет в доме площадью 100 м<sup>2</sup>, содержит 20 коров на площади 100 м<sup>2</sup> и перерабатывает навоз в биогазовой установке с объемом реактора 15 м<sup>3</sup>.



На обогрев реактора (например, в сентябре) необходимо 15% вырабатываемого биогаза.

Хозяйственные нужды	Расход биогаза
Трехразовое приготовление пищи для семьи из 4-х человек	1,8 – 3,6 м <sup>3</sup> /сут
Отопление жилого помещения площадью 100 м <sup>2</sup>	20 м <sup>3</sup> /сут
Для подогрева реактора объемом 15 м <sup>3</sup>	6 м <sup>3</sup> /сут
Для содержания одной коровы требуется около 3 литров кипяченой воды в день, следовательно, для 20 коров - необходимо вскипятить 60 литров воды	1,8 - 3 м <sup>3</sup> /сут
На отопление помещений для животных площадью 100 м <sup>2</sup>	20 м <sup>3</sup> /сут

Таким образом, на содержание животных потребуется 21,8 - 23 м<sup>3</sup>/сут.

На все хозяйство - 49,6 - 52,6 м<sup>3</sup> биогаза в сутки, хотя реактор с объемом 15 м<sup>3</sup> может производить только 30 м<sup>3</sup> биогаза.

Именно поэтому необходимо знать, что биогазовая установка не всегда удовлетворяет всем потребностям хозяйства, но все же существенно облегчает жизнедеятельность фермера.

Реактор, с точно рассчитанным объемом, можно изготовить используя кирпич, бетон или металл. Дешевле использовать бывшие в употреблении металлические цистерны и ёмкости отвечающие требованиям “Санатгеоконтехназорат”.

# 2 шаг Оборудование и расположение БГУ

## Оборудование

Основное оборудование биогазовой установки - герметически закрытая емкость с подогревом и устройствами для ввода и удаления навоза, и отвода газа. Такую емкость называют **реактором**.

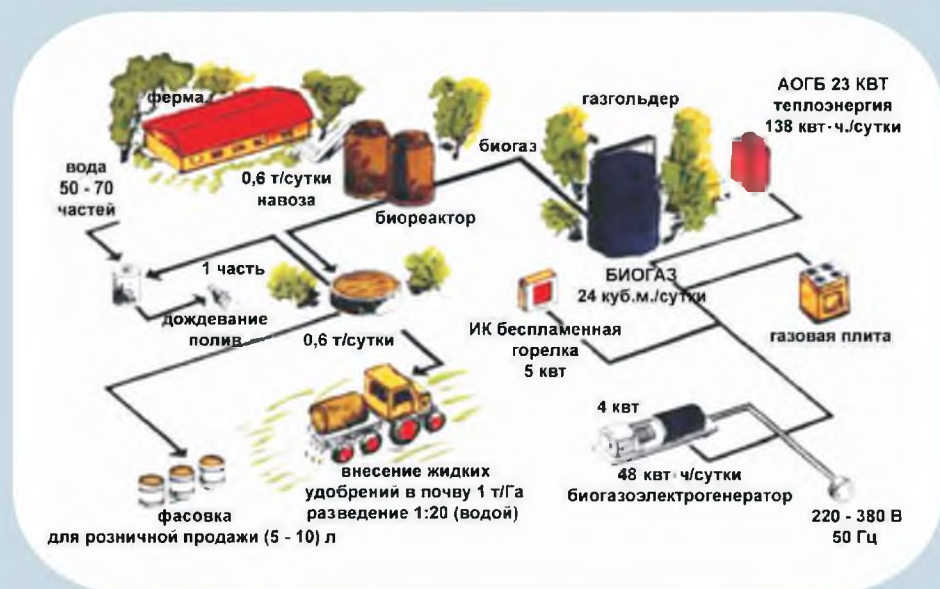
Конструкция реактора во многом определяется местными условиями и наличием материалов.



Наиболее простым решением для небольшого реактора является использование цистерны. На рисунке представлена схема реактора на базе стандартной топливной цистерны.

Внутренние перегородки могут быть изготовлены из металла или кирпича. Перегородки делают для того, чтобы направлять поток навоза и удлинять его путь внутри реактора.

## Принципиальная схема работы БГУ



## Переработка навоза позволяет получить в сутки

от 10 голов крупного рогатого скота	около 15 м <sup>3</sup> биогаза
от 10 свиней	1-3 м <sup>3</sup>
от 10 овец	1-1,2 м <sup>3</sup>

Подогревать субстрат до 40°C можно различными способами. Удобнее всего использовать для этого газовые водонагревательные аппараты АГВ-80 или АГВ-120, снабженные автоматикой для поддержания температуры воды.

Для уменьшения потерь тепла реактор требует тщательной теплоизоляции. В практике используют разные подходы, например, вокруг реактора строят легкий каркас, заполненный стекловатой и пр.



**При запуске реактора его объем заполняется субстратом на 90 % и оставляется на 12 или более суток.**

Затем из реактора удаляется отработанный субстрат, и в реактор загружаются новые порции субстрата.

## Контрольно-измерительные приборы

Для контроля уровня сырья, температуры и давления внутри реактора необходимо использовать контрольно-измерительные приборы.



Контроль уровня сырья в реакторе



Манометры

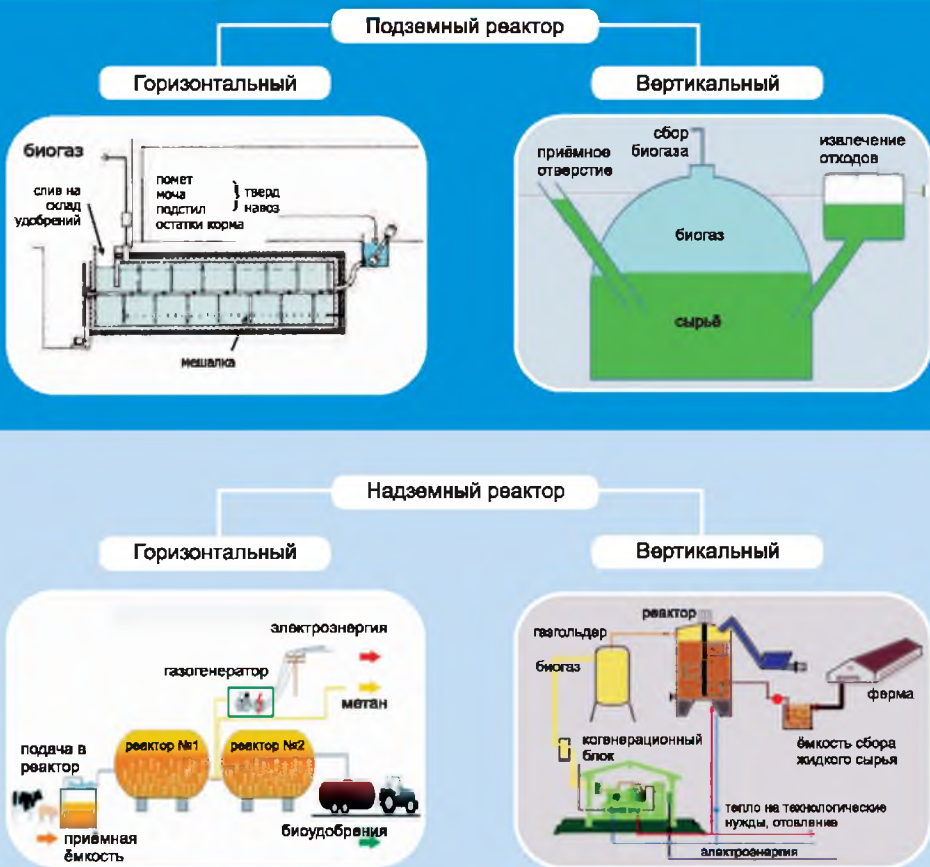
Аварийный клапан



Термометры



Выбор конструкции биогазовой установки - важнейший этап процесса планирования. В настоящее время разработано множество конструкций биогазовых установок, подходящих для работы в различных климатических условиях. Изоляция и подогрев реактора важны для круглогодичной работы установки в местностях со сравнительно холодным климатом. Выбор конструкции установки также зависит от наличия строительных материалов.



Для хранения биоудобрений могут быть использованы существующие сооружения, например, пустующие ямы или металлические емкости. Для уменьшения затрат при планировании необходимо учитывать наличие уже готовых частей установки.



**Биореактор** - основа любой биогазовой установки, и к его конструкции предъявляются достаточно жесткие требования. Так, корпус биореактора должен быть достаточно прочен при абсолютной герметичности его стенок. Обязательны хорошая теплоизоляция стенок и их способность надежно противостоять коррозии.



*Главный критерий* при выборе конструкции реактора - это возможность реализовать ее на практике и удобство с точки зрения обслуживания и эксплуатации.

### 4.1 Материалы для сооружения реакторов

#### Бетонные ёмкости

Необходимая газонепроницаемость требует аккуратного строительства и специальных покрытий.

«**Плюсы**» - недорогое строительство и практически неограниченный срок эксплуатации.

«**Минусы**» - в бетонных ёмкостях часты трещины в углах реактора.



#### Металлические ёмкости

Желательно использовать толстостенную ёмкость, с антикоррозийным покрытием внутренних стенок.

«**Плюсы**» - возможность использования имеющихся металлических ёмкостей, удобный монтаж и эксплуатация, разные варианты исполнения.

«**Минусы**» - подверженность коррозии, частое восстановление внутреннего покрытия.

## 4.2 Обеспечение герметичности реактора

При строительстве биогазовой установки с бетонным, кирпичным или каменным реактором требуется обеспечить газо- и водонепроницаемость реактора.

Необходимо покрыть реактор изнутри слоем вещества, способного выдерживать температуры до 60°C и устойчивого к воздействию органических кислот и сероводорода.

### Цементное покрытие с добавками

Цемент + водонепроницаемые материалы

1-й слой: цементно-водная замазка;

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

3-й слой: цементно-водная замазка;

4-й слой: цемент-известь-песок (1 : 0,25 : 2,5);

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

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

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



**Все семь слоев должны быть нанесены в течение одних суток.**





### 4.3 Расположение реактора

Месторасположение установки зависит от нескольких факторов - наличия свободных площадей, отдаленности от жилых помещений, места складирования отходов, расположения 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.

По возможности рекомендуется подземное размещение, так как оно позволяет уменьшить капиталовложения и исключает использование дополнительного оборудования для загрузки сырья, значительно улучшает качество терморегулирования, а также дает возможность использовать дешевые теплоизоляционные материалы - глину и солому.





Подземное расположение реактора, в основном, используется при постройке реакторов из бетона и кирпича, но при возможности необходимо заглублять и металлические реакторы.



#### 4.4 Теплоизоляционные материалы

Большинство биогазовых установок были построены без обеспечения теплоизоляции реактора. Отсутствие теплоизоляции позволяет установке работать только на протяжении теплого времени года.

Дешевые и доступные *теплоизоляционные материалы*



*Солома*



*Глина*



*Шлак*



*Сухой навоз*



# 5 шаг Система загрузки и выгрузки сырья

Работа БГУ в режиме непрерывной загрузки оптимальная с точки зрения получения наибольшего количества биогаза и биоудобрений, а также стабильности работы. Данный подход предполагает ежедневную загрузку сырья и выгрузку сброженной массы.

## 5.1 Ёмкости для подачи и выгрузки сырья и их местоположение



Перед загрузкой свежий навоз обычно собирается в ёмкость для подачи сырья, перед тем как загружается в реактор. В ней навоз смешивается с водой и подогревается. Размер ёмкости должен равняться суточному или двойному суточному объёму сырья. Следует предусмотреть и ёмкость для выгрузки отработанного субстрата.

В качестве ёмкостей можно использовать уже имеющиеся ямы, которые необходимо забетонировать, а в случае небольших установок - готовые бетонные или металлические лотки или бочки. *Важно, чтобы ёмкости располагались как можно ближе к реактору.*



Для самого простого способа загрузки сырья - самотёком - загрузочная ёмкость располагается выше реактора

Выгрузка сырья идёт самотёком, если перед началом слива оставить в реакторе небольшое давление



На трубопроводы подачи и слива сырья из реактора устанавливаются задвижки - винтовые или полуоборотные

## 5.2 Загрузочные и выгрузочные отверстия

Отверстия для загрузки и выгрузки сырья ведут прямо в реактор и располагаются, как правило, на противоположных концах реактора в его нижней части. Такое расположение способствует равномерному распределению свежего сырья по всему объему реактора и эффективному удалению переработанного шлама.



## 5.3 Загрузка и выгрузка сырья с помощью насосов

Насосы нужны для перекрытия разницы в высоте между уровнем закачки сырья и биогазовой установкой. Если нельзя избежать использования насосов, они устанавливаются двумя способами:



### 2. Сухая установка

Насос устанавливается вместе с трубой. Сырье свободно течет до насоса и ускоряется им

### 1. Влажная установка

Насос устанавливается вместе с мотором внутри сырья. Мотор заключен в непроницаемый контейнер



## 5.4 Пневматическая загрузка и выгрузка сырья

Пневматическое устройство для загрузки и выгрузки сырья имеет бункер, для которого используются

- стальные емкости от 0,5 до 1 м<sup>3</sup>, выдерживающие давление до 5 кг/см<sup>2</sup>,
- трубопроводы диаметром не менее 100 мм с задвижкой.





Отверстие для отбора биогаза из реактора должно располагаться в его верхней части.

Система монтируется только после установки биогазового реактора в рабочее положение.

**Необходимо регулярно опустошать водяные затворы,** так как они обеспечивают пропускание газа только в одном направлении.



**Пластиковые газовые трубы,** могут быть использованы для подземных систем или систем, защищенных от солнца и механических ударов. Во всех других случаях используются гальванизированные стальные трубы диаметром 2,4 см.



### Краны и арматура

Наиболее надежные краны — хромированные шаровые клапаны, предназначенные специально для газа, обычно желтые.

Шаровые краны как предохранительные приборы должны быть установлены на всех газовых приборах.

**Газопровод должен быть безопасный,** экономичный и предоставлять необходимое количество газа для каждого прибора.



Оптимальный способ накопления биогаза зависит от того, для каких целей будет использован биогаз.

Объем газгольдера зависит от уровня производства и потребления биогаза. В идеале газгольдер должен быть рассчитан для того, чтобы вмещать суточный объем вырабатываемого биогаза.

### Стальные газгольдеры



Газгольдеры среднего ( $8-10 \text{ кг/см}^2$ ) и высокого ( $200 \text{ кг/см}^2$ ) давления. Газ в такие газгольдеры закачивается с помощью компрессора.



**Ознакомьтесь с правилами безопасности!**

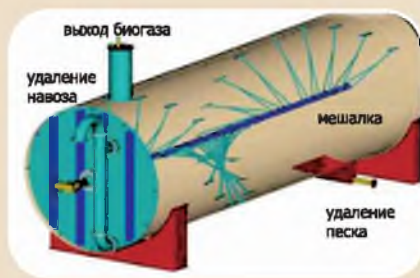
### Плавающие куполообразные газгольдеры



Для эффективной работы биогазовой установки и поддержания стабильности процесса сбраживания сырья внутри реактора необходимо периодическое перемешивание.

*Слишком частое, продолжительное и интенсивное перемешивание вредно. Рекомендуется медленно перемешивать сырье через каждые 4 - 6 часов.*

### Механическое перемешивание

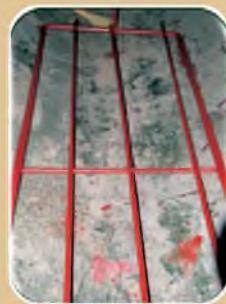


Механические мешалки с ручным приводом наиболее просты в изготовлении и эксплуатации. Они используются в реакторах небольших установок с незначительным выходом биогаза.



### Пневматическое перемешивание

Пневматическое перемешивание путем закачивания выделяющегося биогаза обратно в реактор. Осуществляется с помощью монтажа на дне реактора системы трубопроводов и обеспечивает мягкое перемешивание сырья.



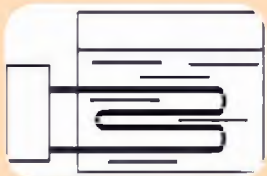
### Гидравлическое перемешивание

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

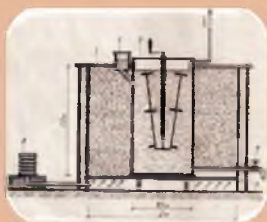


Для обеспечения более эффективного производства биогаза и биоудобрений, а также лучшего обеззараживания сырья используются два метода подогрева:

- **прямой** подогрев - в сырье подается пар или горячая вода;
- **непрямой** - горячая вода подогревает сырье с помощью теплообменника.



Наиболее распространенной системой подогрева сырья является **внешняя система подогрева с водонагревательным котлом, работающим на биогазе, электричестве или твердом топливе.**



Редко используемая, оригинальная система обогрева - **преющим навозом.** Вокруг реактора строится ёмкость с поддоном, через который поступает воздух, ёмкость заполняется навозом, при прении навоза выделяется тепло, прогревая весь реактор.

### Монтаж системы обогрева

При монтаже системы обогрева нужно обеспечить подачу горячей воды в верхнюю точку системы и возврат охлажденной воды в нижнюю точку.

Для контроля температуры внутри реактора биогазовой установки должен быть установлен термометр.





Чтобы Ваша биогазовая установка работала стабильно и производила газ и удобрения, необходимо соблюдать определённые правила эксплуатации. О них и поговорим далее.



Часто многие проблемы могут быть сведены к минимуму путем:

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

### 10.1 Подготовка к запуску

Работы по пуску биогазовой установки можно начинать только тогда, когда установка, в целом, и ее элементы, в частности, будут признаны пригодными к эксплуатации, и соответствовать требованиям безопасности

Этап подготовки включает в себя проверку герметичности реактора и газовой системы.

- 1) К газовой системе подключаются водяной манометр, перекрываются все краны с тем, чтобы избыточное давление воздуха в реакторе можно было измерить манометром.

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.

- 2) Очень важна подготовка газгольдера для заполнения газом в составе модуля, её можно производить только после приемки испытания в соответствии с техническими условиями и после освидетельствования инспекцией "Саноатконттехназорат".



Во избежание образования взрывоопасной смеси до заполнения газгольдера газом необходимо, чтобы изо 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.

## 10.2 Оптимизация ввода в эксплуатацию

Для выхода биогазовой установки на стабильный уровень работы в зависимости от типа используемого сырья может потребоваться от нескольких дней до нескольких недель.

После разбавления сырья до получения однородной массы нужной влажности его загружают в реактор, который заполняется не более чем на  $\frac{2}{3}$  внутреннего объема. Оставшийся объем реактора используется для накопления биогаза.

Для обеспечения устойчивого роста микроорганизмов в пусковой период нагрев загруженного сырья должен постепенно увеличиваться не более чем на 2°С в сутки с доведением до 35-37°С.



Для оптимизации процесса сбраживания, могут быть предприняты следующие шаги:

- 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.

## 11.1 Ежедневные операции

Для оптимальной эксплуатации биогазовых установок большое значение имеют 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.



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.

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 образование 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.



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.

## 11.2 Еже недельные операции

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



## 11.3 Ежегодные операции

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

## Несколько советов



Определившись с формой и объемом реактора, можно начинать составлять свою смету на строительство.

Подведя черту "итога", не хватайтесь сразу за голову от высоких сумм. Стоимость установки можно значительно снизить, используя в некоторых случаях бросовый или "проверенный временем" строительный материал.

Мы можем проконсультировать Вас по вопросам приобретения недорогих строительных материалов,

бывших в употреблении металлических емкостей и др.

Наши контакты имеются в разделе "Консультации".



## Меры предосторожности

При выполнении операций обслуживания установки, особенно в период пуска и вывода на рабочий режим, необходимо соблюдать определенные меры предосторожности, к которым необходимо отнести следующее:



1. Подбор и подготовка исходного сырья должна выполняться более тщательно. **Запрещается загружать отходы, содержащие ядовитые вещества**, так как это не только убивает микроорганизмы, вырабатывающие метан, но может оказывать вредное воздействие на обслуживающий персонал. Кроме того, необходимо учитывать, что отходы могут быть использованы в качестве удобрений.



2. Необходимо тщательно следить за изменением давления биогаза особенно в период загрузки и перемешивания.

3. При давлении в реакторе нельзя открывать его люк, задвижки на подводящих и отводящих трубах. Под давлением может произойти сильный выброс содержимого реактора.



4. Перед проведением выгрузки сырья необходимо уменьшить давление биогаза внутри реактора, откачивая биогаз компрессором, что бы не произошло слишком интенсивного излития субстрата. Перед загрузкой субстрата необходимо спустить весь биогаз, что позволит исключить вытекания отработанного субстрата из загрузочной трубы, а напротив, позволит самотеком загрузить реактор.

5. Во время полной выгрузки реактора, ремонта или осмотра его внутренней поверхности должны быть приняты соответствующие меры предосторожности.

Во время выгрузки необходимо открыть люк и вручную или с помощью насоса осуществлять выгрузку содержимого метантанка

Оставить метантанк на 1-2 суток открытым для естественной вентиляции, а если есть возможность с помощью воздуходувки интенсифицировать процесс вентиляции.

После этого в метантанк впускают мелкую живность (стрекоз, лягушку, кур, уток и т.д.) и наблюдают в течение 15-20 мин. Если живность ведет себя нормально, значит внутри метантанка могут работать люди, соблюдая меры предосторожности.

6. При разгерметизации метантанка нельзя зажигать спички, курить вблизи установки. Запрещается использовать открытое пламя для освещения внутри метантанка.



7. При работе установки запрещается, делать пробные зажигания биогаза над газопроводной трубой. Это должно осуществляться только на запальном устройстве потребителя биогаза.
8. Обслуживание приборов потребляющих биогаз должно осуществляться в соответствии с действующими инструкциями.
9. Во избежание взрывоопасной ситуации в связи с возникновением электрических разрядов и поражения электрическим током обслуживающего персонала все узлы биогазовой установки должна быть надежно заземлены.
10. На место заглубления реактора не допускаются заезд автотранспорта и прогон скота.

## Правила безопасной эксплуатации БГУ

1. Реакторы, газгольдеры и помещения, в которых они расположены, относятся к категории пожаро- и взрывоопасных зданий.



Метан взрывается при концентрации его в воздухе от 5 до 15 %.

2. Основными источниками опасности при обслуживании установок метанового сбраживания является взрывоопасность, пожароопасность и токсичность биогаза, недостаток кислорода в замкнутых пространствах, наличие движущихся деталей оборудования с использованием электроприводов, компрессоров и т.д.



3. Каждый реактор должен быть оснащен задвижками, гидрозатворами, которые в случае надобности, могли бы отключить его от магистрального газопровода биогаза.
4. Выделяющийся в процессе брожения биогаз должен иметь свободный выход из реактора в газопровод. Для случая, если давление биогаза в системе возрастет выше нормы, необходимо обеспечить автоматический сброс давления.
5. Утечка газа в коммуникациях обнаруживается мыльным раствором (1л жидкости 25-30 г мыла), который наносится на места соединения, где возможна утечка газа. Появление пузырьков мыльной пены указывает на утечку газа.



6. Биогазовая установка должна быть оснащена противопожарным щитом.



### Требования санитарной безопасности

В жидком навозе и навозных стоках всегда присутствуют, в большей или меньшей мере, от 60 до 100 яиц гельминтов в 1 л, бактерии группы кишечной палочки. Присутствие патогенной микрофлоры зависит от санитарного благополучия в хозяйстве, возникновения там единичных заболеваний животных или эпизоотии всего поголовья.

Поэтому необходимо соблюдать следующие правила и рекомендации:



работать в спецодежде, специальной обуви, в рукавицах или резиновых перчатках;



не принимать пищу в помещениях фермы и в местах установки метанового сбраживания;



после окончания работы необходимо мыть руки мылом и теплой водой;



ежедневно убирать помещение влажным способом с использованием дезинфицирующих средств.

UNDP is the UN's global development network, advocating for change and connecting countries to knowledge, experience and resources to help people build a better life.

ПРООН является глобальной сетью ООН в области развития, выступающей за изменения и предоставляющая странам знания, опыт и ресурсы для того, чтобы помочь людям в построении лучшей жизни.



## Читайте, думайте, действуйте...

Вы живете в небольшом населенном пункте. У Вас несколько голов крупного рогатого скота, с десятков овец, пара десятков кур, в общем, небольшое сельское подворье.

- В Вашем поселке бывают перебои в системе газо- и электроснабжения.
- Вы пытаетесь отапливаться электроприборами, но энергии не хватает, да и стоит такое отопление очень дорого.
- У Вас небольшой огородик или несколько гектар возделываемых Вами земель, но они засолены, истощены, урожай совсем не тот, что Вы ожидаете.
- Вы вкладываете в своё хозяйство массу сил, средств, энергии... Но прибыль могла бы быть больше.

Если это все относится к Вам и Вас интересуют вопросы – как сделать свою жизнь комфортнее, жилище теплее, землю плодороднее? Как извлечь прибыль из навоза КРС, помета кур и другой живности? То это руководство для Вас.