



Биогазовые технологии в КР-2

28-30 января 2013



Служба сотрудничества в сфере окружающей среды
Confédération suisse
Confederaziun Svizra
Confederaziun Svizra

Swiss Secretariat Office in the Kyrgyz Republic
Киргиз Республикасындагы Климаттын жана Биология Шайкештиги Бюросу
Швейцариялык Бюросу коопродиркеструу о Кыргызской Республикасы



European Bank
for Reconstruction and Development



Empowered lives.
Resilient nations.

Программа 2 дня тренинга

Время	29 января	Лектор
9:00 – 10:20	<ul style="list-style-type: none">• Проектирование и строительство установки• Типы и конструкции установок, рекомендуемых для внедрения в Кыргызстане	Веденев А.Г.
10:30 – 11:50	<ul style="list-style-type: none">• Презентация БАС• Эксплуатация биогазовых установок• Приглашенный спикер	Гаибулин Азим, БАС Веденев А.Г. Владелец установки
12:00 – 12:45	<ul style="list-style-type: none">• Использование продуктов биогазовых технологий: биоудобрения• Приглашенные спикеры (КНАУ)	Веденев А.Г. Загурский А.В., Ахматбеков, КНАУ
12:30 – 13:30	Обед	
14:00 – 15:50	<ul style="list-style-type: none">• Использование продуктов биогазовых технологий: биогаз• Приглашенный спикер	Веденев А.Г. Некрасов В.Г. Владелец установки
16:00 – 17:20	<ul style="list-style-type: none">• Экономическая оценка биогазовых технологий• Решение задач• Разработка нескольких типовых проектов, домашнее задание	Веденева Т.А.

Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- Крестьянское хозяйство «Сулайманов».
- Кыргызская Республика, Жалал-Абадская область, город Жалал-Абад
- Завершен в 2012
- 1. Объем реактора, м³ – 50
- 2. Пропускная способность по навозу, т/сутки – 3
- 3. Пропускная способность по навозу, т/год – 1000
- 4. Производительность по биогазу, м³/сутки – 120
- 5. Производительность по биогазу, м³/год – 43200
- 6. Газгольдер, м³ – 10



Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- **КХ «Фаворит»**
Кыргызская Республика,
Иссык-кульская область, с
Григорьевка
Завершен в 2010
- 1. Объем реактора, м³ – 25
2. Пропускная способность по
навозу, т/сутки – 1,5
3. Пропускная способность по
навозу, т/год – 500
4. Производительность по
биогазу, м³/сутки – 45
5. Производительность по
биогазу, м³/год – 15000
6. Газгольдер, м³ – 5



Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- **КХ «Дары Природы»**
Кыргызская Республика,
Чуйская область, г
Токмак
Завершен в 2008

1. Объем реакторов, м³ – 50
2. Пропускная способность по навозу, т/сутки – 3
3. Пропускная способность по навозу, т/год – 1000
4. Производительность по биогазу, м³/сутки – 90
5. Производительность по биогазу, м³/год – 30000
6. Газгольдер, м³ – 10



Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- **Молочный кооператив «Айкомдан»**
с. Алмалуу, Иссыккатынский район, Чуйская область, Кыргызстан
Завершен в 2008
1. Объем реактора, м³ – 25
 2. Пропускная способность по навозу, т/сутки – 1,5
 3. Пропускная способность по навозу, т/год – 500
 4. Производительность по биогазу, м³/сутки – 45
 5. Производительность по биогазу, м³/год – 15000
 6. Газгольдер, м³ – 10



Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- **ОАО “Ак-Куу”**
с. Сокулук Сокулукского района Чуйской области КР
Завершен летом 2006
1. Объем реактора, м³ – 200
 2. Пропускная способность по навозу, кг/сутки – 13500
 3. Пропускная способность по навозу, т/год – 4500
 4. Производительность по биогазу, м³/сутки – 900
 5. Производительность по биогазу, м³/год – 300000
 6. Установленная мощность, кВт – 25



Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- **КХ «Байтерек»**
Кыргызская Республика,
Нарынская область,
Кочкорский район, с Дон-
Алыш, ул. Зайнидин 28
Завершен в 2011
 1. Объем реакторов, м³ – 5
 2. Пропускная способность по навозу, т/сутки – 0,3
 3. Пропускная способность по навозу, т/год – 100
 4. Производительность по биогазу, м³/сутки – 9
 5. Производительность по биогазу, м³/год – 3000
 6. Газгольдер, м³ – 1



Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- **ТОО “Луговской конный завод”**
БЭМ-360, с. Когершин, Турар-Рыскуловский район, Жамбылская область Республики Казахстан
Завершен летом 2008
1. Объем реактора, м³ – 360
 2. Пропускная способность по навозу, т/сутки – 24
 3. Пропускная способность по навозу, т/год – 7200
 4. Производительность по биогазу, м³/сутки – 800
 5. Производительность по биогазу, м³/год – 240000
 6. Установленная мощность, кВт – 20

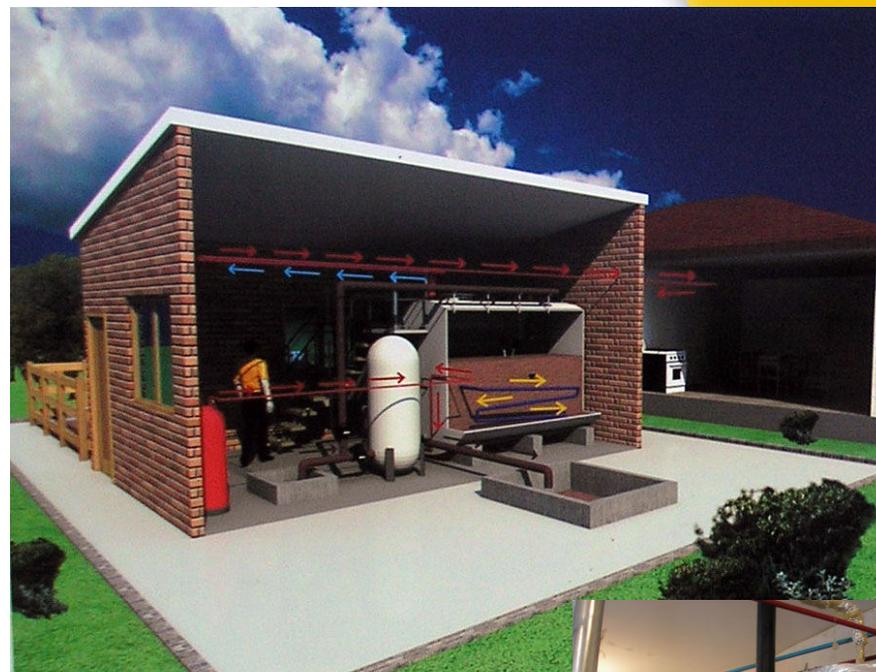


Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- **Профессиональный лицей
№43**

Кыргызская Республика,
Чуйская область,
Сокулукский район, с
Жаныжер
Завершен в 2011

1. Объем реакторов, м³ – 10
2. Пропускная способность по навозу, т/сутки – 0,6
3. Пропускная способность по навозу, т/год – 200
4. Производительность по биогазу, м³/сутки – 18
5. Производительность по биогазу, м³/год – 6000
6. Газгольдер, м³ – 10



Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- **КХ «Мадина»**
Кыргызская Республика, Чуйская область, Сокулукский район, с Нижнечуйское
Завершен в 2010

1. Объем реактора, м³ – 170
2. Пропускная способность по навозу, т/сутки – 10
3. Пропускная способность по навозу, т/год – 3300
4. Производительность по биогазу, м³/сутки – 300
5. Производительность по биогазу, м³/год – 100000
6. Газгольдер, м³ – 20

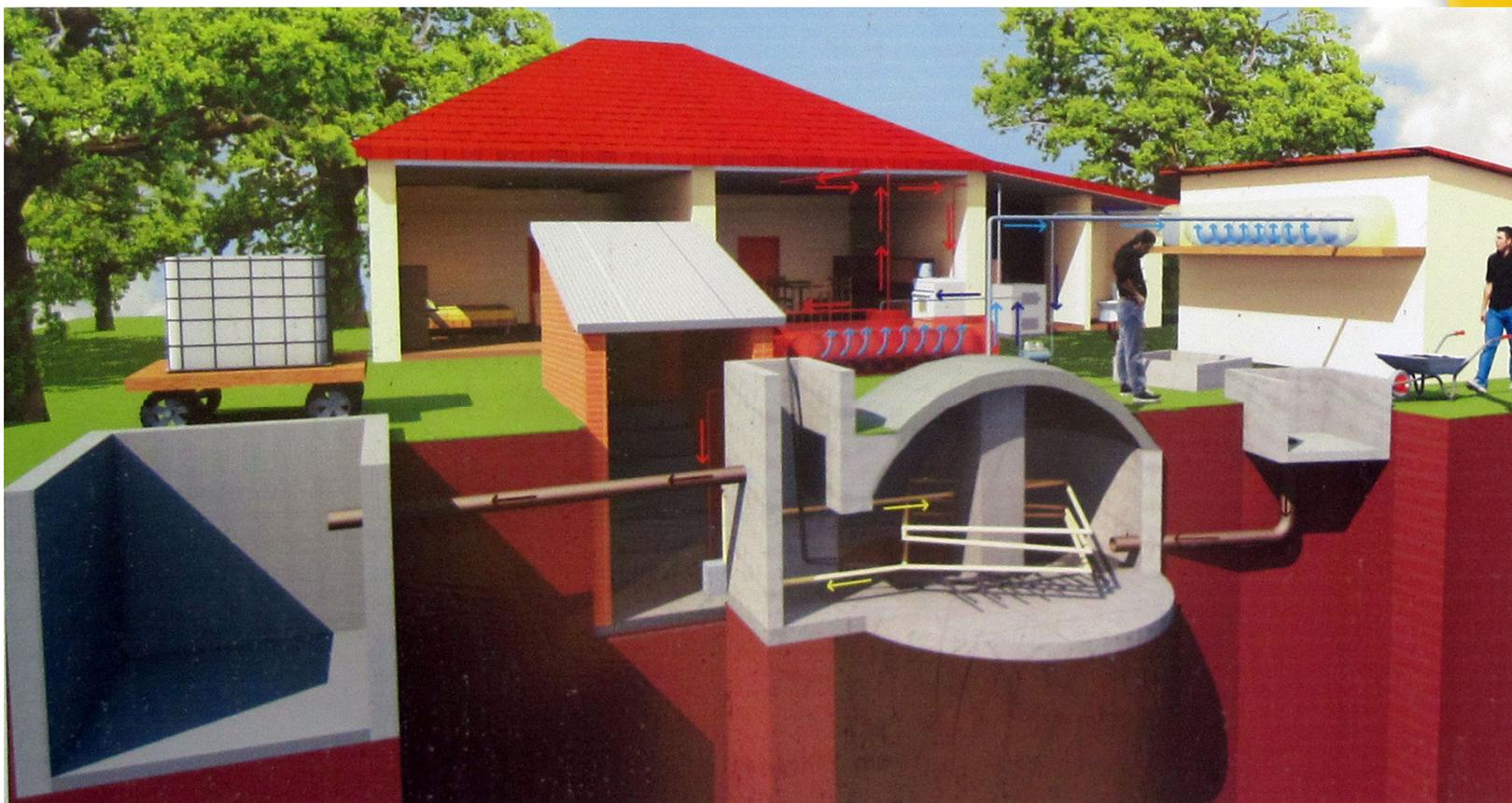


Биогазовые установки в КР (установки ОФ Флюид)

- **КФХ «Ак-Сарай»**
Кыргызская Республика, Чуйская область, Сокулукский район, с. Первое мая
Завершен в 2010
 1. Объем реакторов, м³ – 200
 2. Пропускная способность по навозу, т/сутки – 12
 3. Пропускная способность по навозу, т/год – 4000
 4. Производительность по биогазу, м³/сутки – 360
 5. Производительность по биогазу, м³/год – 120000
 6. Газгольдер, м³ – 20



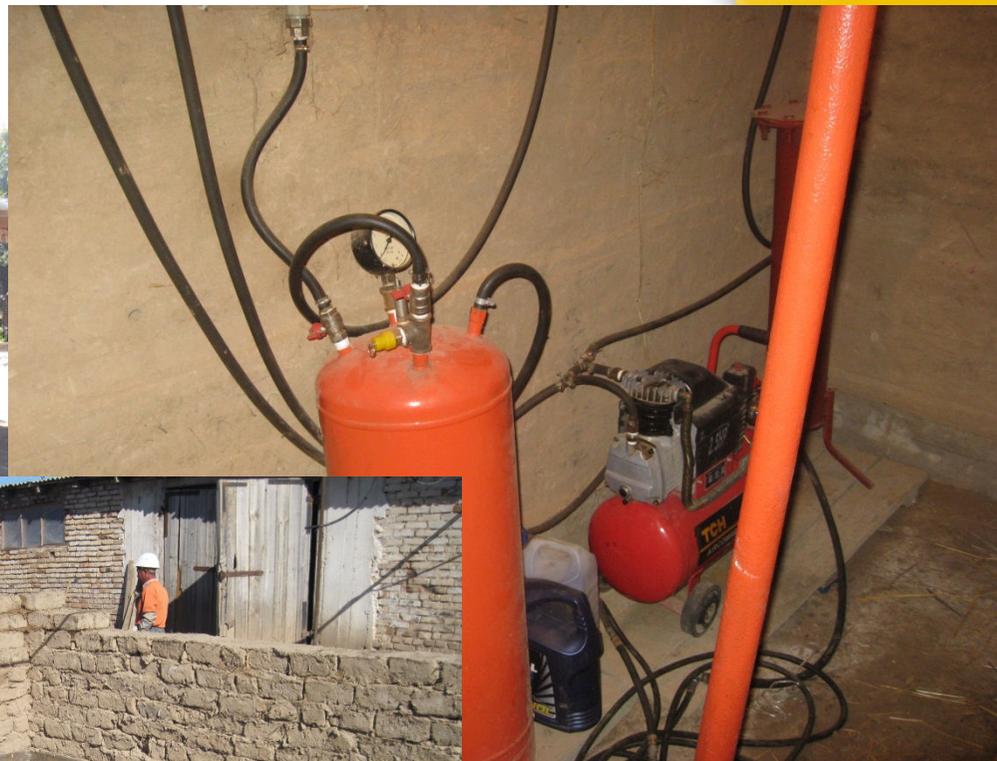
Биогазовые установки в КР



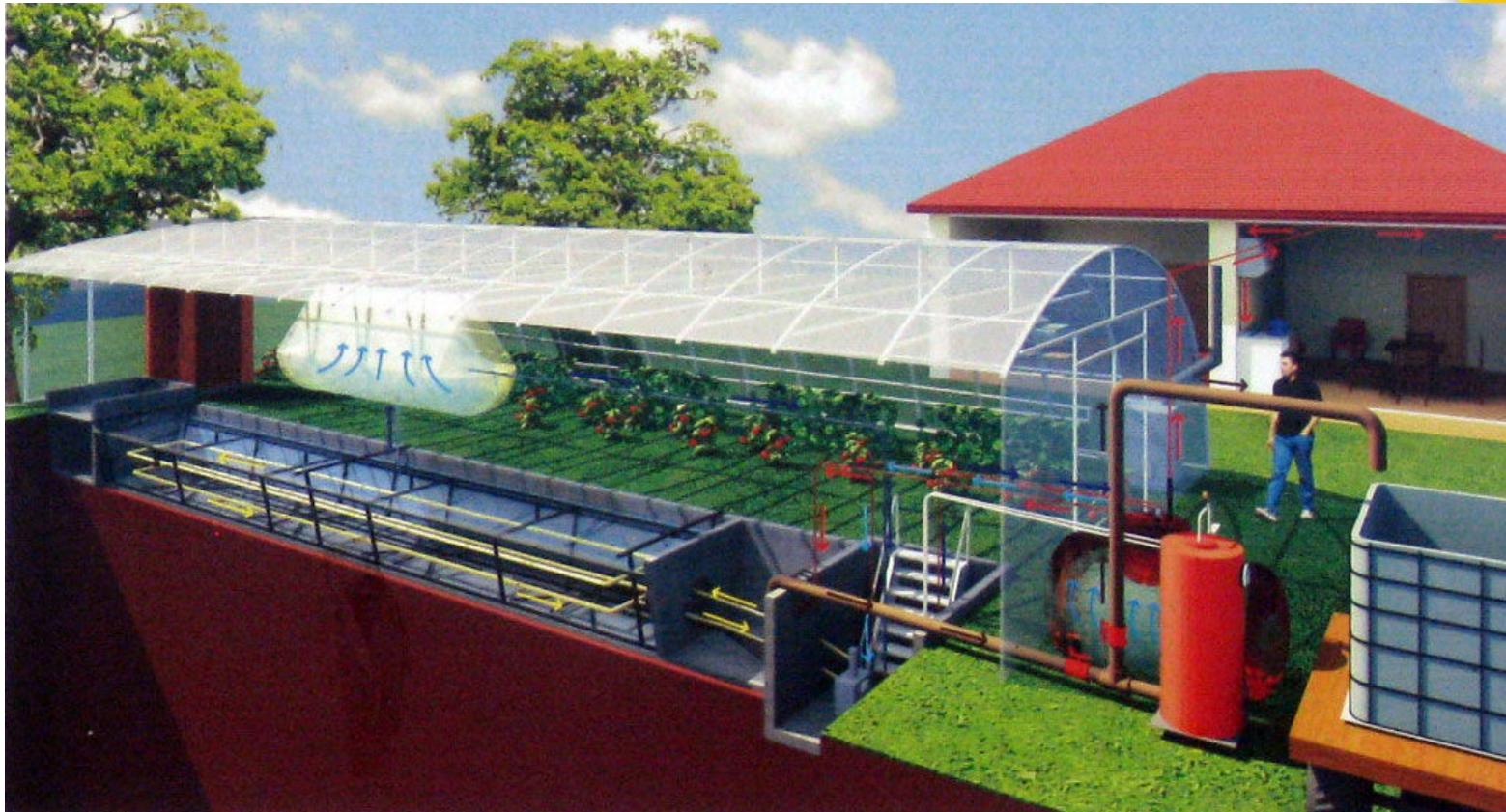
Биогазовые установки в КР



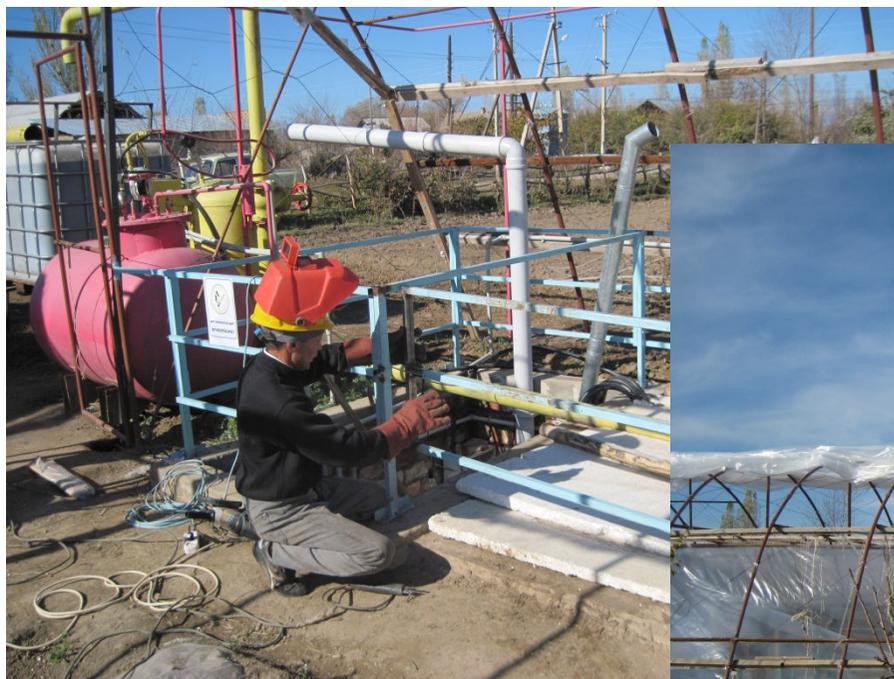
Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР



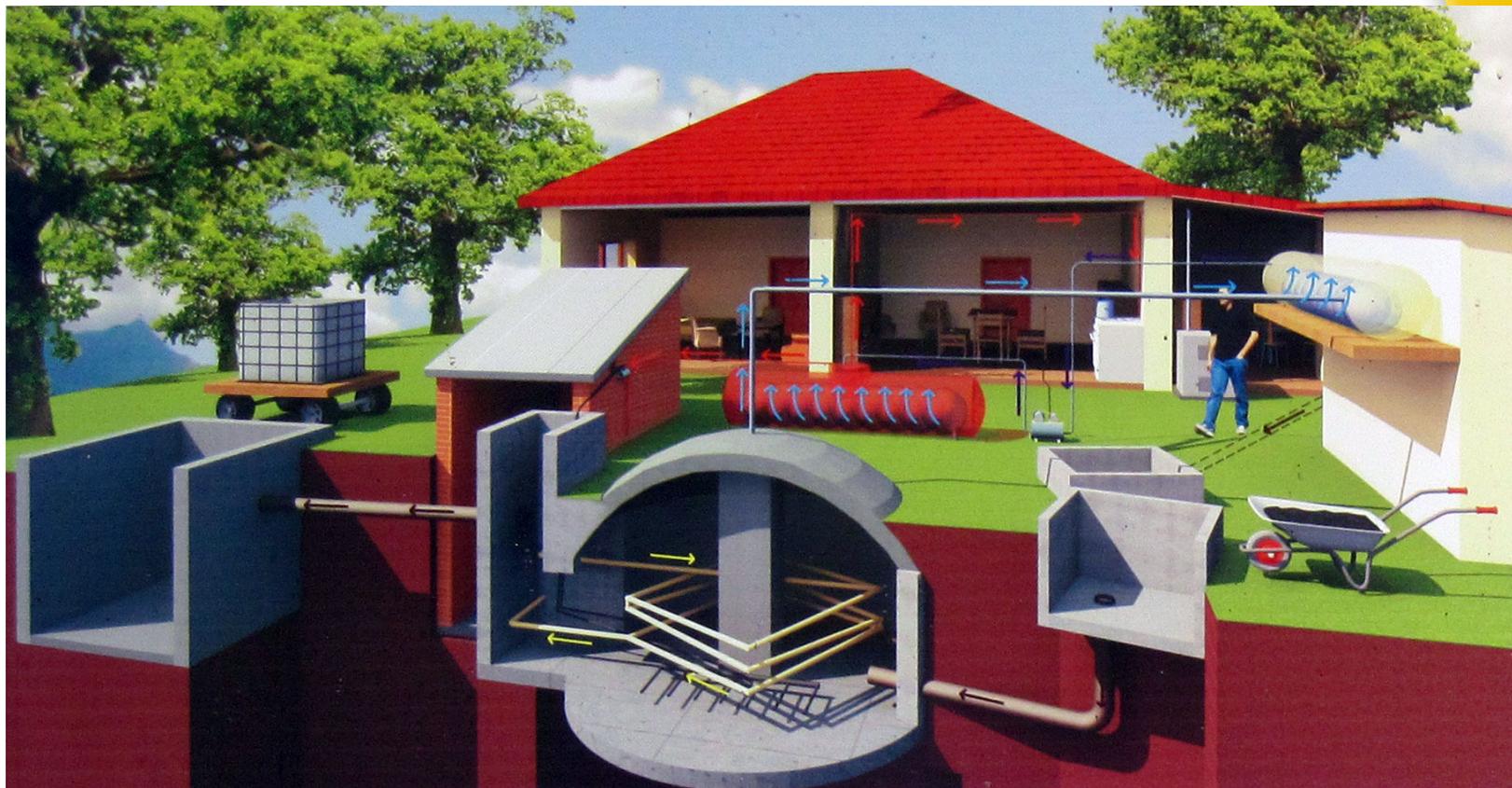
Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР

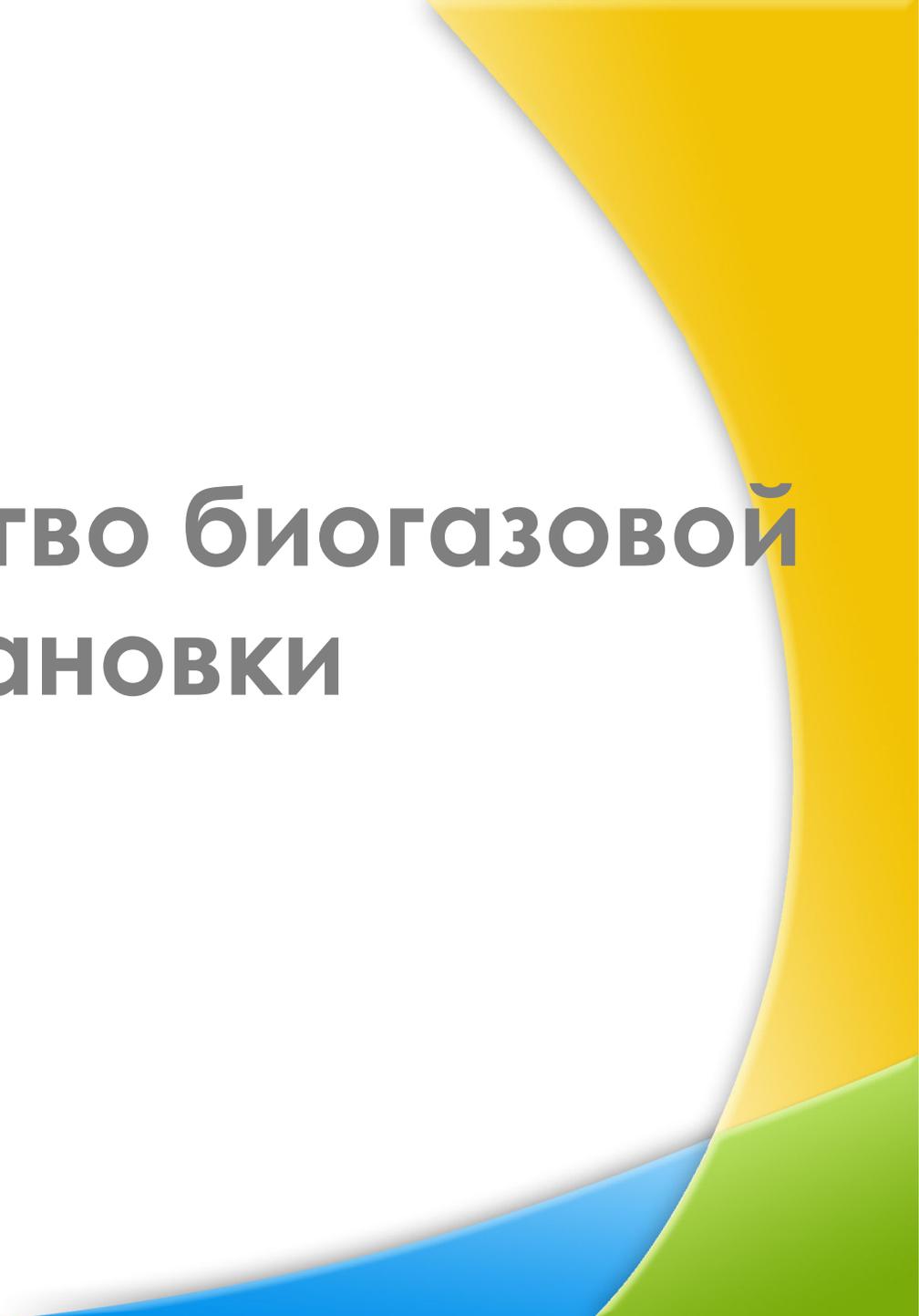


Биогазовые установки в КР



Биогазовые установки в КР





Строительство биогазовой установки

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

- 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.
-

По количеству сырья

- Сначала, исходя из количества животных, опытным путем определяется суточное количество навоза (**ДН**) для переработки в биогазовой установке.
- Затем, сырье разбавляется водой (**ДВ**) для достижения 86% - 92% влажности. В большинстве сельских установок, соотношение навоза и воды, смешиваемых для получения сырья колеблется от 1:3 до 2:1.
- Для переработки сырья при мезофильном режиме рекомендуется использовать дозу суточной загрузки **Д**, равную 10% от объема общего загруженного в установку сырья (**ОС**).

По количеству сырья

- **Общий объем сырья в установке не должен превышать 2/3 объема реактора.**
- Таким образом, объем реактора (ОР) рассчитывается по следующей формуле:
- **$ОС = 2/3 ОР$, а $ОР = 1,5 ОС$**
- Где
- $ОС = 10 \times Д$
- $Д = ДН + ДВ$.

По потребности в энергии

- **Необходимость в энергии** =сумма всех настоящих и будущих потребительских ситуаций . 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.

По потребности в энергии

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	19,5	0,69 литра	1,44 м ³
Бензин, литры	8,5	30	25	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	1,8	0,9 кг	1,1 м ³
Природный газ, м ³	9,3 кВт/м ³	33,5	3,1	0,75 м ³	1,34 м ³
Пропан в баллонах, м ³	12,8 кВт/м ³	46	13	0,54 м ³	1,84 м ³
Электроэнергия, кВт	1	3,6	1	6,9 кВт	0,14 м ³
Биогаз, м ³	7	25	2,8	1 м ³	1 м ³

По потребности в энергии

- 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.

Размер 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.



Месторасположение УСТАНОВКИ

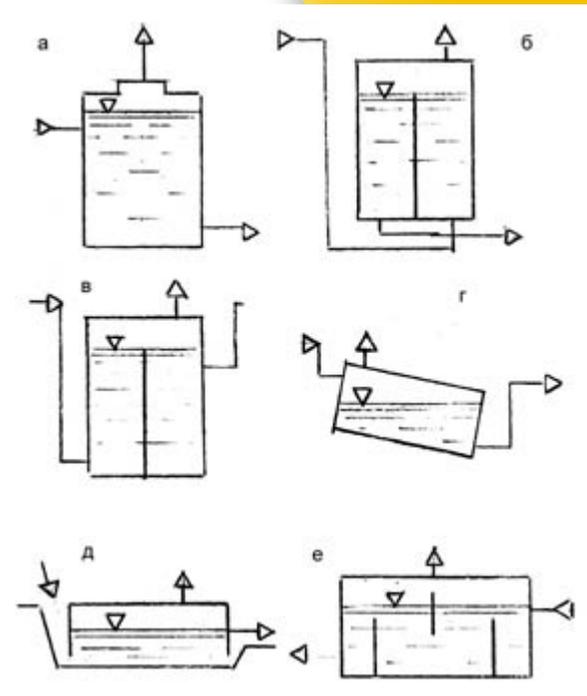
- **Золотое правило** расположения биогазовой установки =установка принадлежит ферме, а не кухне.
- Лучше, если емкость для смешивания сырья напрямую соединяется с полом фермы. Даже если придется проложить несколько метров труб, это дешевле, чем транспортировка сырья.
- **Уровень пола фермы должен располагаться 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

- *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.
- **Качество сырья** определяет не только размер и форму емкости для смешивания сырья, но и объем реактора, подогревающие и перемешивающие устройства.

Реактор

- Главный критерий при выборе конструкции реактора - это возможность реализовать ее на практике и удобство с точки зрения обслуживания и эксплуатации.
- **Водо- /газонепроницаемость** = для предотвращения утечек газа и ухудшения качества грунтовых вод.
- **Теплоизоляция** – необходимое условие для эффективной работы биогазовой установки в климатических условиях Кыргызской Республики.



Форма реактора

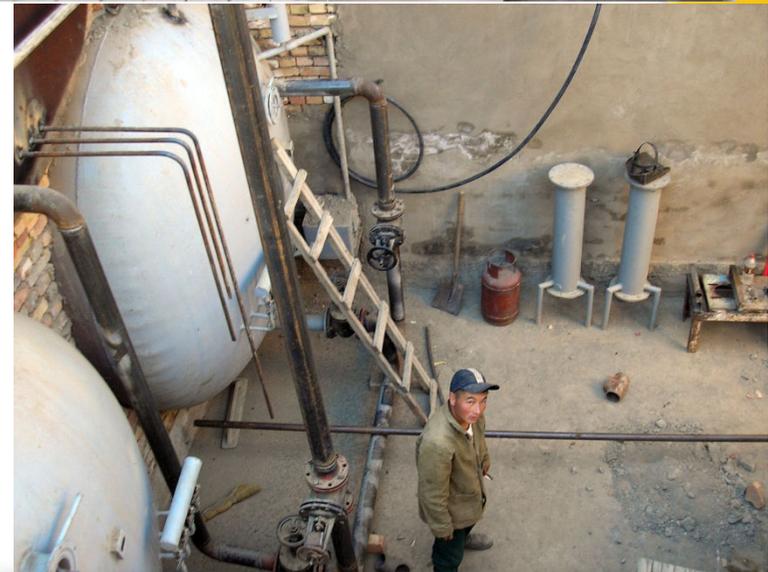
- С точки зрения динамики жидкостей, оптимальна **яйцеобразная форма реактора**, но ее сооружение требует больших затрат.
- Второй наилучшей **формой** является **цилиндр с коническим или полукруглым дном и верхом**.
- Квадратные реакторы из бетона или кирпича не рекомендуются к использованию, так как 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.

Материал реактора

- **Стальные емкости** обладают преимуществом герметичности, могут выдерживать большое давление и сравнительно легки в изготовлении. **Пластиковые емкости**, используемые в качестве реакторов бывают мягкие и твердые.
- **Бетонные емкости** приобрели большую популярность в развивающихся странах в последние годы. Необходимая газонепроницаемость требует осторожного строительства и специальных покрытий.
- **Кладка** - наиболее часто используемый метод конструкции для маленьких реакторов в Индии и Китае.

Расположение реактора

- 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 =**
- уменьшение капиталовложений,
- исключает использование дополнительного оборудования для загрузки сырья,
- улучшает качество терморегулирования,
- дает возможность использовать дешевые теплоизоляционные материалы – глину и солому.



Термоизоляционные материалы

- **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**.



Изоляционные материалы



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 до 0 с до 70 с, а давление - манометрами.



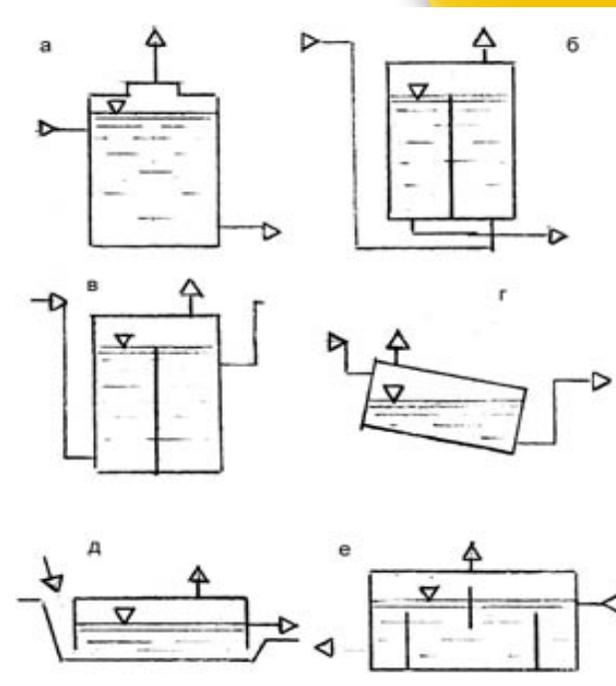
Системы загрузки и выгрузки сырья

- *Емкость для подачи сырья*
- В зависимости от типа установки, **размер емкости** = суточному или двойному суточному объему сырья. Емкость используется и для **достижения нужной однородности и влажности сырья**, иногда с применением механических перемешивающих устройств.
- *Месторасположение емкости*
- 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.



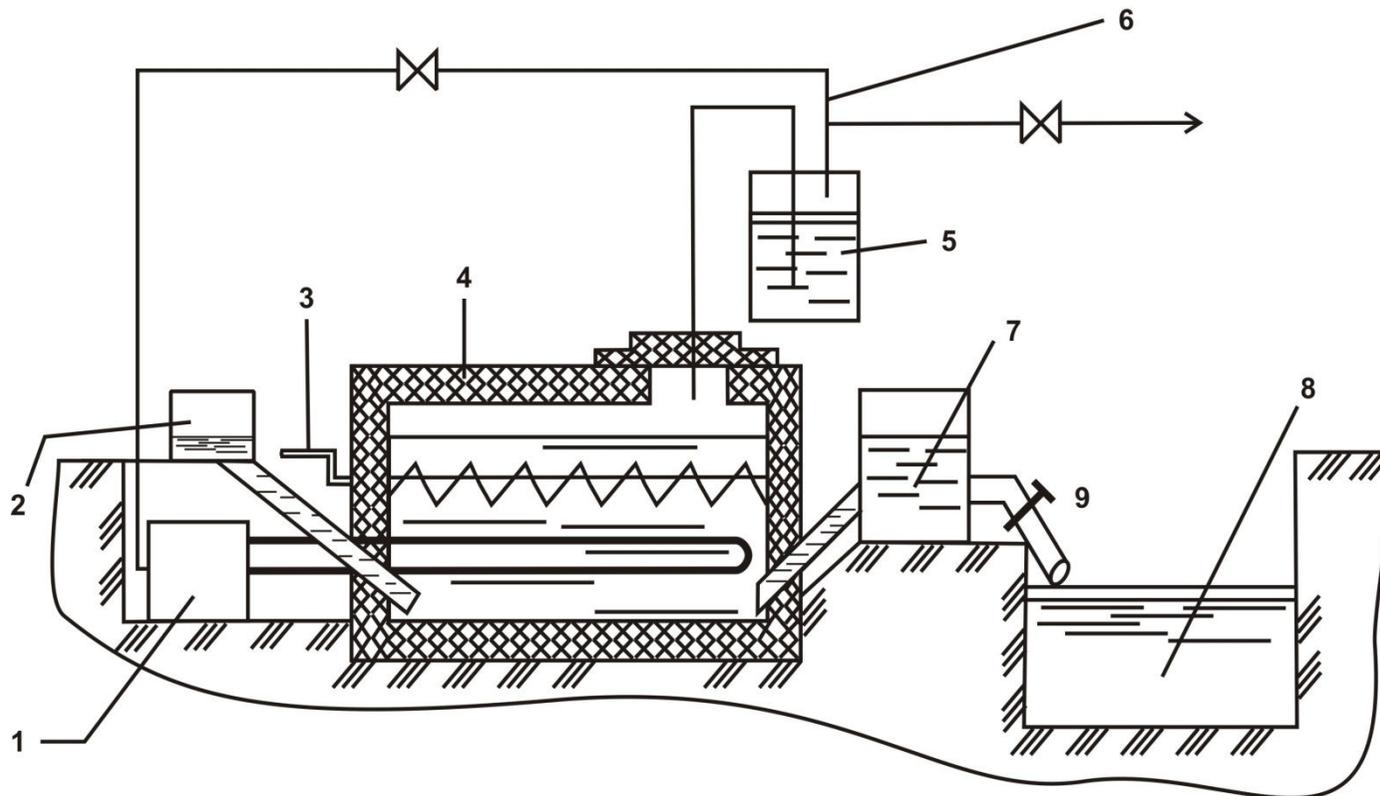
Загрузочные и выгрузочные отверстия

- **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.



Загрузка сырья

- *Ручная загрузка и выгрузка сырья*
- Наиболее простым способом загрузки и выгрузки является способ перелива



Загрузка сырья

- *Загрузка и выгрузка с помощью насосов*
- Используются, когда количество сырья требует **быстрой загрузки** и земное притяжение не может быть использовано по причине топографии или характеристик сырья.
- Электродвигатели насосов подвержены износу, дорогие, потребляют энергию и могут сломаться. Поэтому **рекомендуется использовать другие методы загрузки сырья.**



Загрузка сырья

- *Пневматическая загрузка и выгрузка сырья*
- Оптимальным способом подачи и перемешивания сырья является пневматический.
- Сырье загружается в бункер и из бункера в реактор с помощью компрессора.



Система 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.

Отбор биогаза

- 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.



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.
- 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 $0,5 \text{ кгс/с м}^2$. Более предпочтительно сжигание избытка биогаза в факельных горелках.

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.

	Гальванизированные стальные трубы			PVC трубы		
	20	60	100	20	60	100
Длина [м]:						
Расход [м ³ /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

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.

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.

Краны и арматура



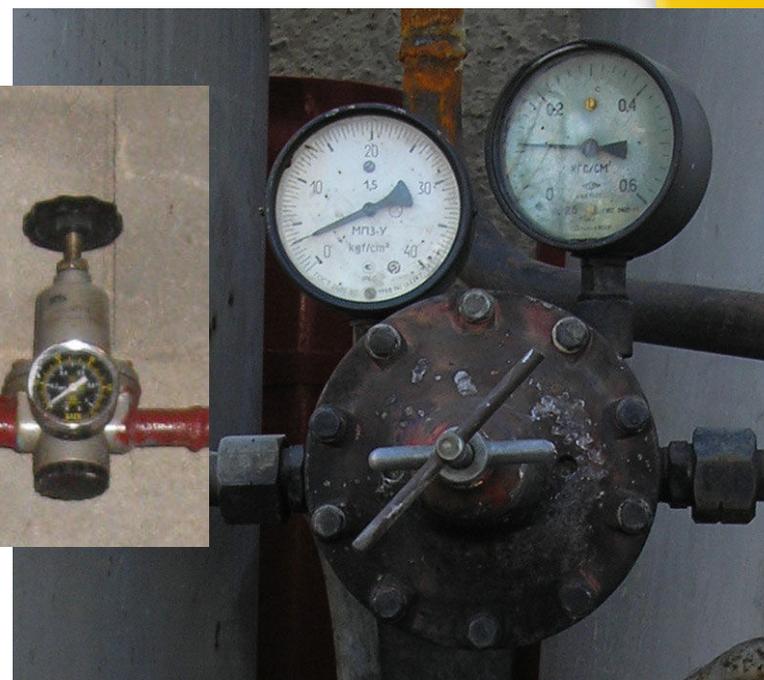
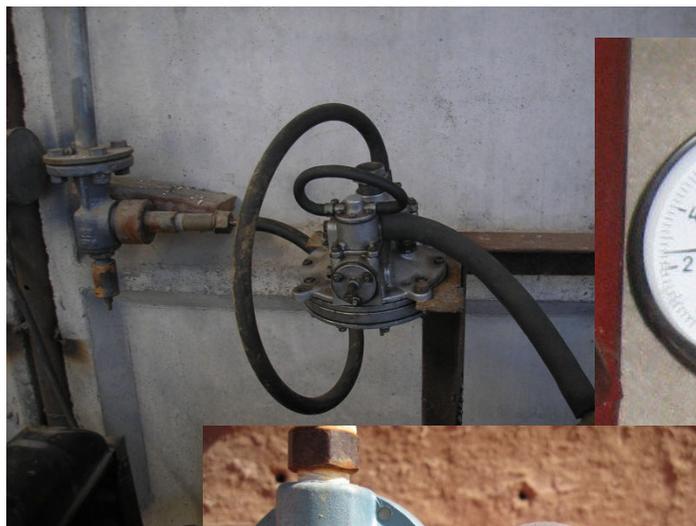
Газгольдеры

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



Контрольно-измерительные приборы

- Контрольно-измерительные приборы, устанавливаемые на газгольдеры, включают: водяной затвор, предохранительный клапан, манометр и 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.

Способы перемешивания

- 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.



Частота перемешивания

- 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**.

Системы подогрева сырья

- Многие мелкие биогазовые установки 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 и непрямой 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.
- **Непрямой подогрев** осуществляется теплообменниками, расположенными внутри или снаружи реактора, в зависимости от формы реактора, типа сырья и способа эксплуатации установки.

Непрямой подогрев

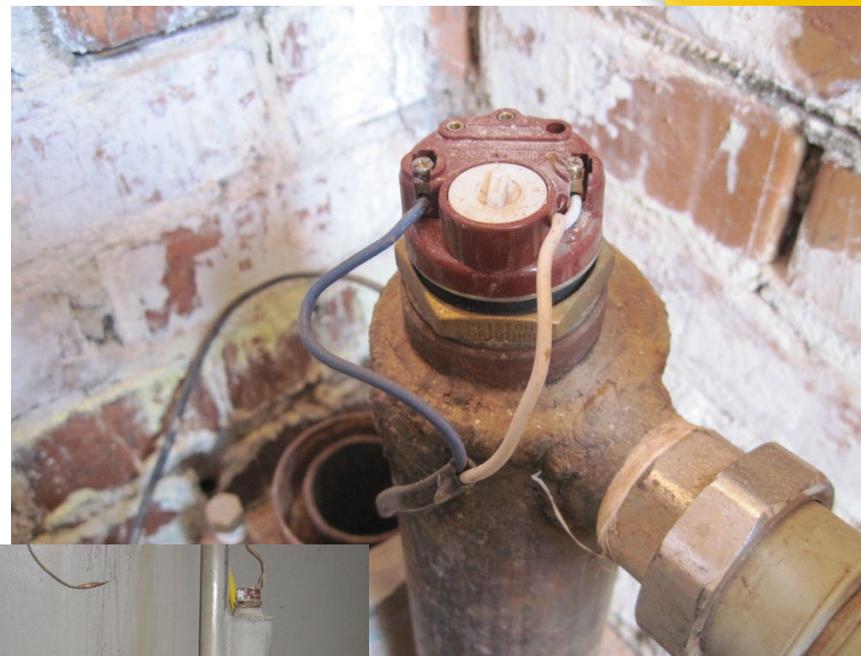
- **Подогрев пола** не показал хороших результатов, так как скапливающийся на дне реактора осадок затрудняет подогрев сырья.
- **Внутренний подогрев** является хорошим решением, если теплообменник достаточно прочен, чтобы не сломаться при движении сырья в реакторе. Чем больше площадь теплообменника, тем более однородно подогревается сырье и лучше протекает процесс ферментации
- **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.



Внутренняя и внешняя системы подогрева

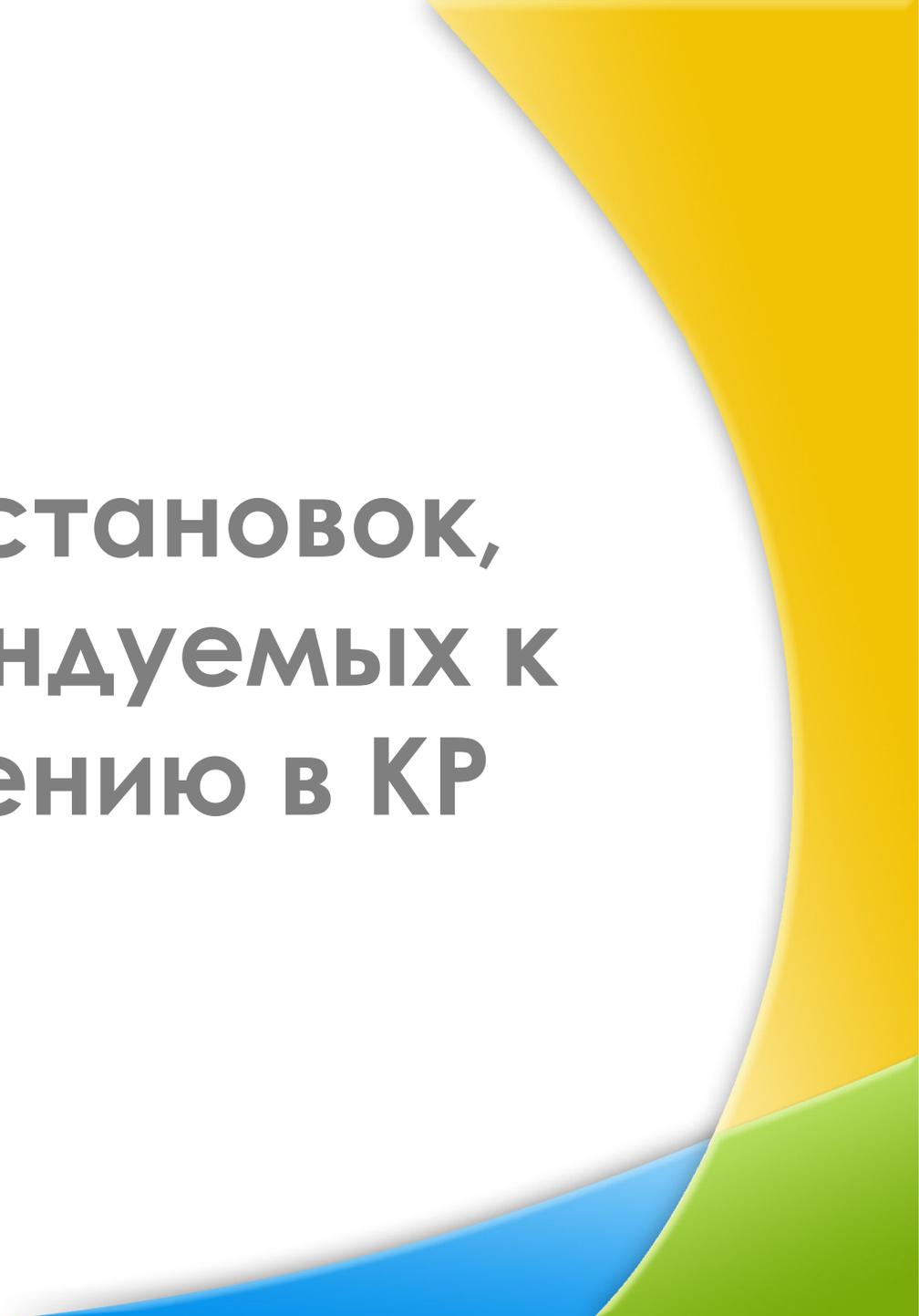
- Для подогрева реактора до мезофильной температуры с помощью электричества в среднем необходимо 330 Вт на 1 м³ объема реактора.
- Наиболее распространенной системой подогрева сырья является **внешняя система** подогрева с водонагревательным котлом, работающим на биогазе, электричестве или твердом топливе, солнечных водонагревателях, где
- **теплоносителем служит горячая вода** с температурой около 60°C. Более высокая температура повышает риск налипания взвешенных частиц на поверхности теплообменника.

Система подогрева



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 бачком для изменения объема воды.
- Для контроля температуры внутри реактора биогазовой установки должен быть установлен термометр.



Типы установок, рекомендуемых к внедрению в КР

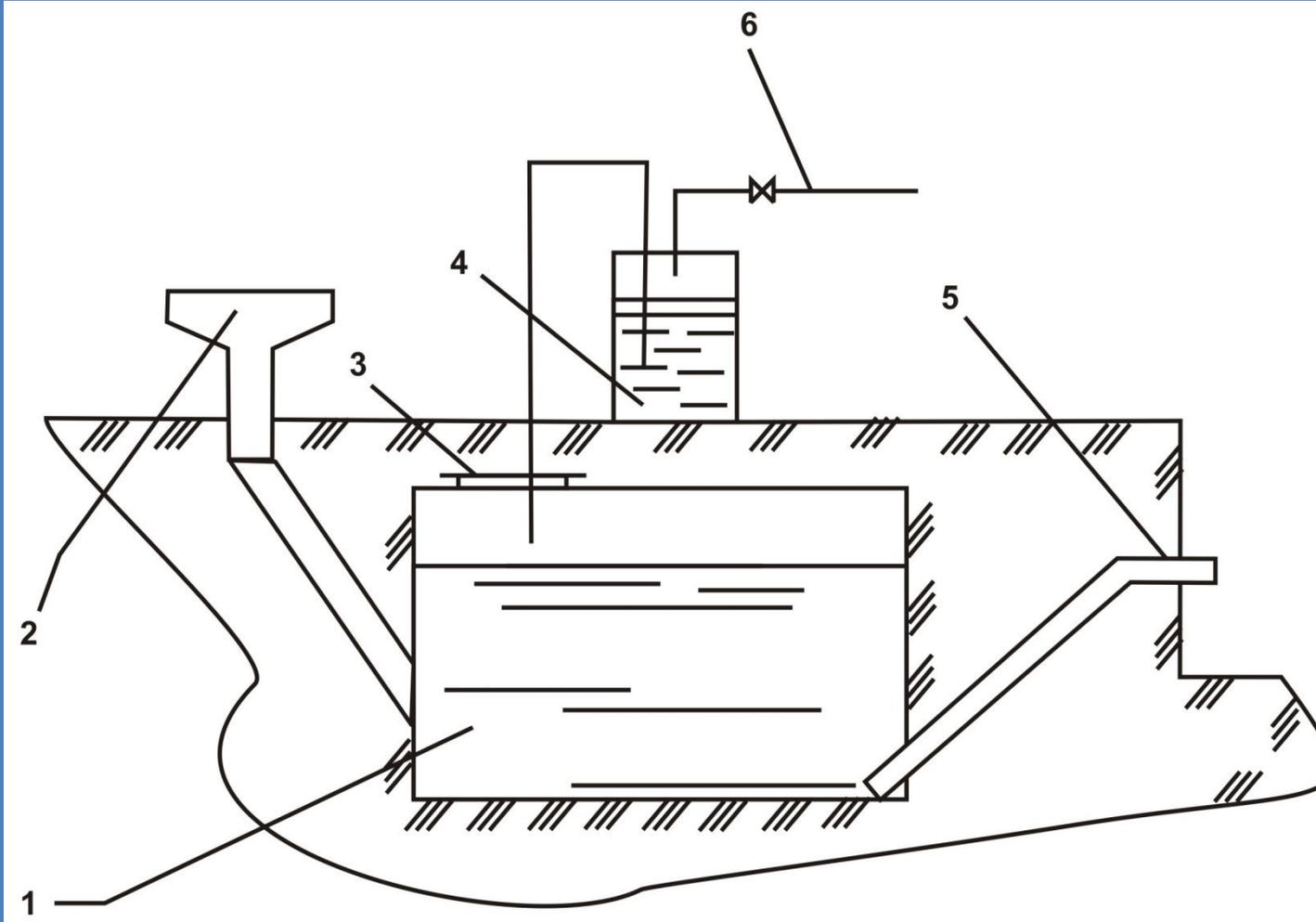


Рис.29. Схема простейшей биогазовой установки с ручной загрузкой без перемешивания и без подогрева сырья в реакторе

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

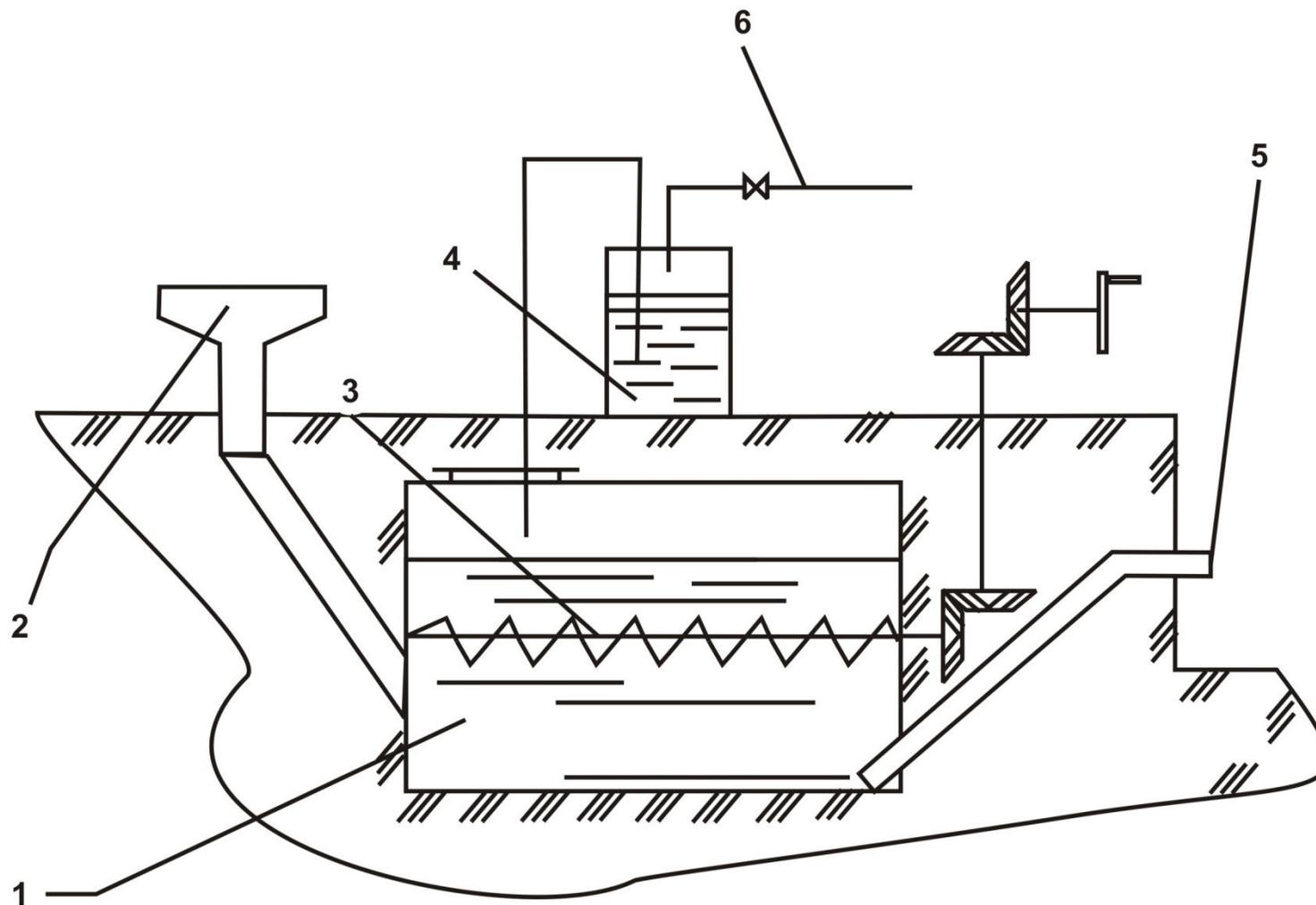


Рис.30. Схема биогазовой установки с ручной загрузкой и перемешиванием сырья

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

Строительство простейших установок

- 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!

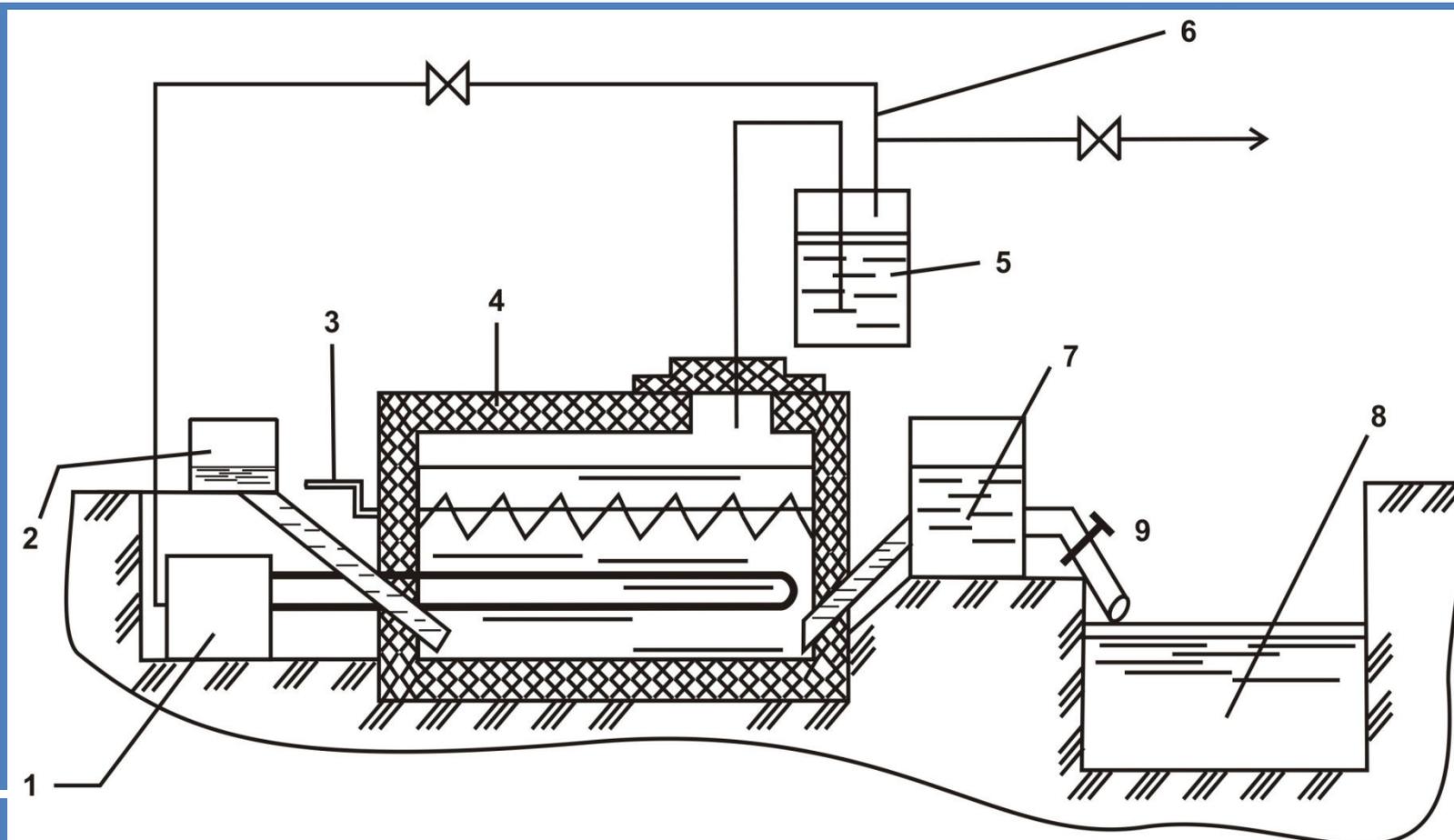


Рис.31. Схема биогазовой установки с ручной загрузкой, перемешиванием и подогревом сырья в реакторе

- 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.

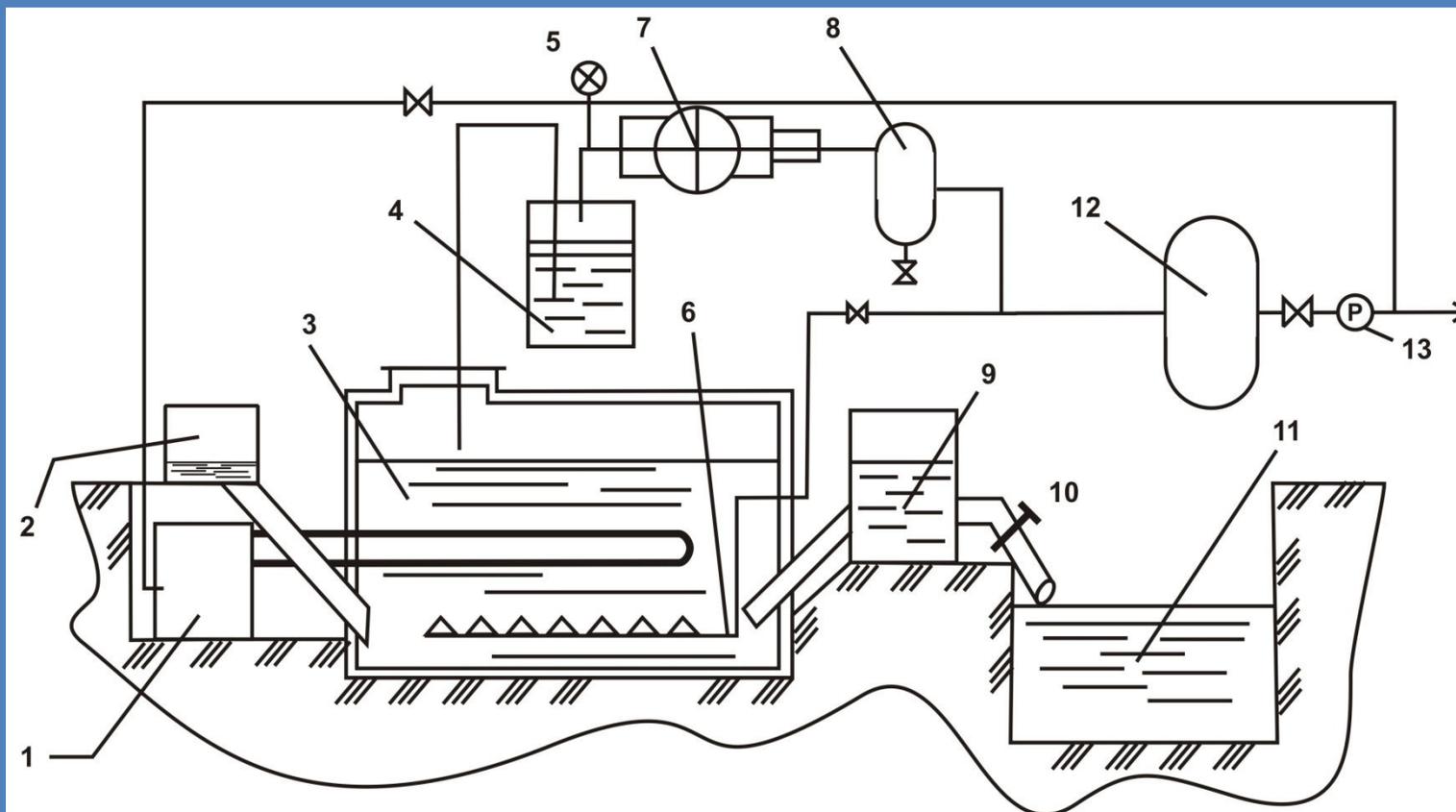


Рис.32. Схема биогазовой установки с ручной загрузкой, газгольдером, пневматическим перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе

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.

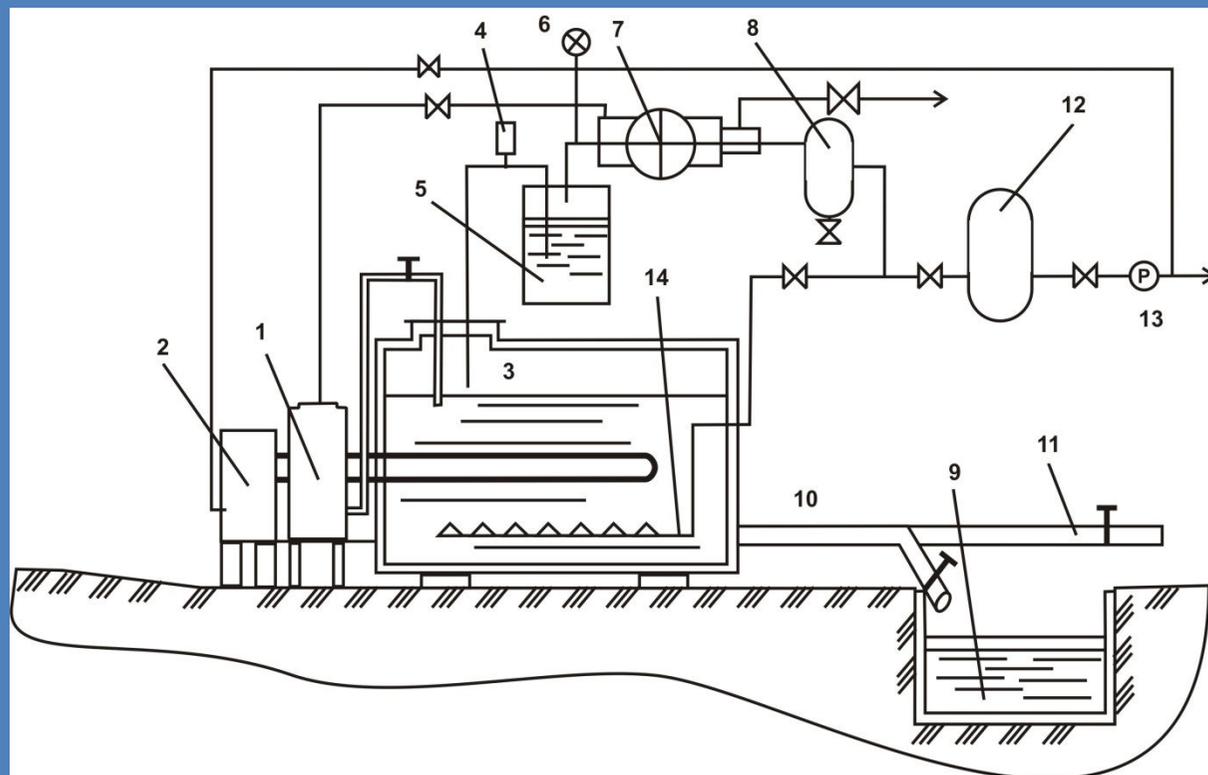


Рис.33. Схема фермерской биогазовой установки с газгольдером, ручной подготовкой и пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе

- 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

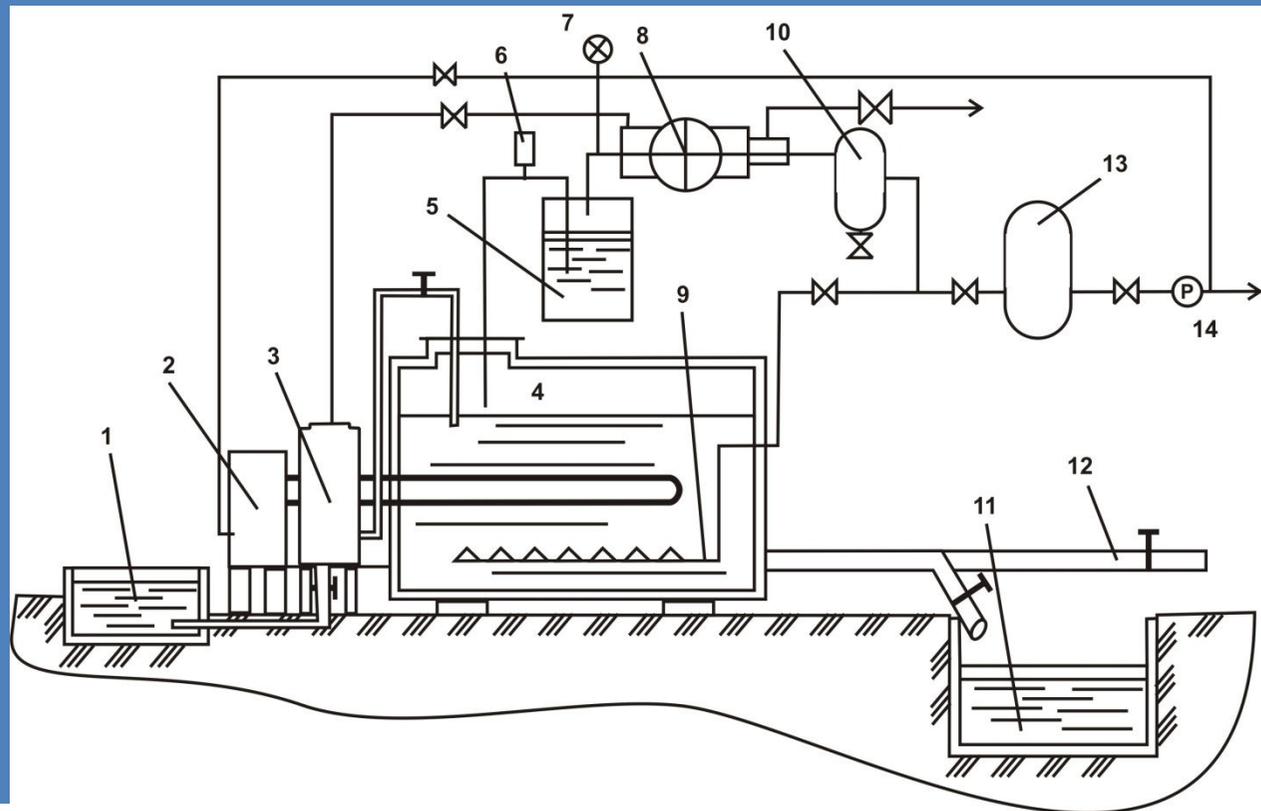


Рис34. Схема фермерской биогазовой установки с газгольдером, механической подготовкой, пневматической загрузкой и перемешиванием сырья, с подогревом сырья в реакторе

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.