

УДК 620.9

## ПРИНЦИП РАБОТЫ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Матус Е.В.

Научный руководитель – к.э.н., доцент Самосюк Н.А.

Биогазовые установки (БГУ) применяются для получения органического топлива – биогаза и высококачественных удобрений. При этом обеспечивается необходимая утилизация биологических отходов. Дальнейшее использование биогаза обеспечивает выработку тепло-, электроэнергию, а также топлива для транспортных средств.

Биогаз является результатом распада органического сырья и образовывается в процессе брожения без доступа кислорода, другими словами, в анаэробных условиях. На таком принципе и основана работа биогазовых установок (рисунке 1).

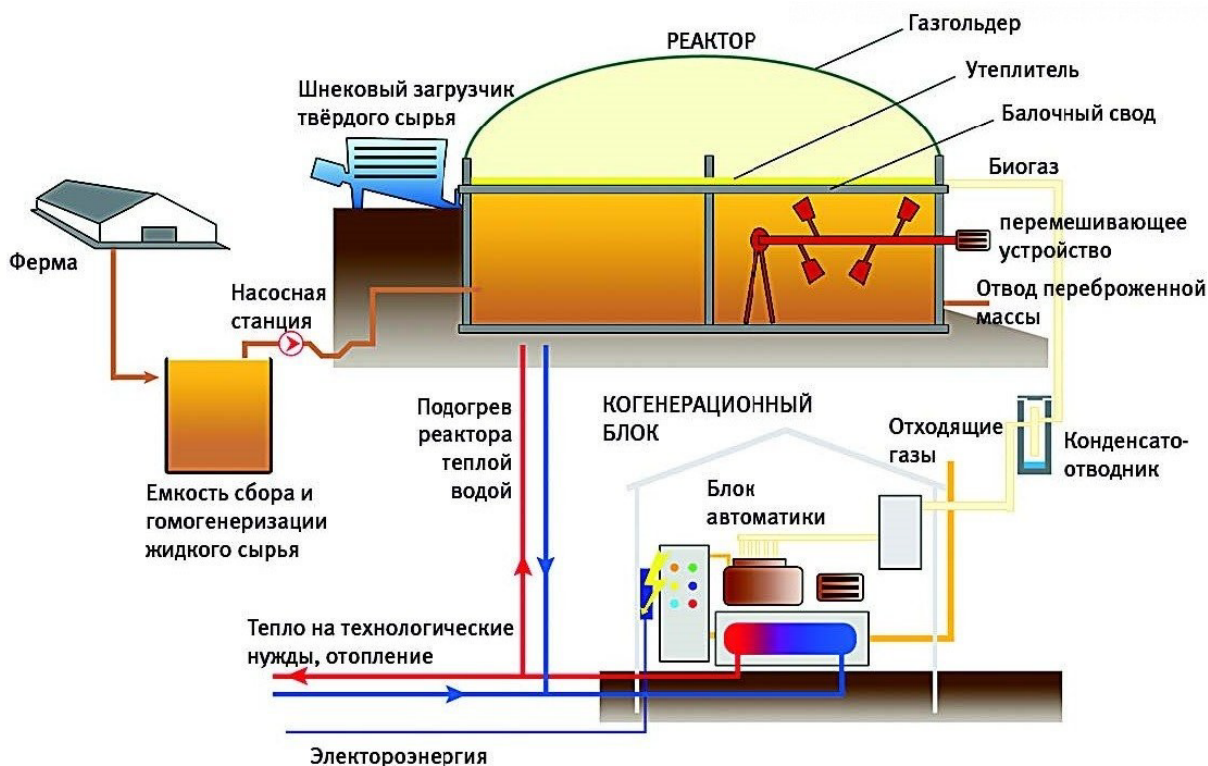


Рисунок 1 – Схема работы биогазовой установки

В качестве сырья используются продукты жизнедеятельности домашнего скота и птицы, пищевые отходы, отходы лесопереработки, энергетически потенциальные растения. При подаче сырья в накопительную емкость твердые отходы предварительно измельчаются, жидкие продукты перекачиваются насосами, а затем масса разводится водой до влажности выше 97%. Подготовленная биомасса попадает в основную часть биореактора – метантенк.

Основными требованиями, предъявляемыми к биореактору, являются: абсолютная герметичность, кислотостойкость и надежность. Резервуар может изготавливаться из стали, бетона или из нескольких материалов [1]. Внутреннюю поверхность метантенка покрывают сплошным слоем обмазочной

битумной гидроизоляции, а на вершине газгольдера монтируют герметичный люк. Биогаз в метантенке образовывается благодаря жизнедеятельности разнообразных бактерий, присутствующих в органических отходах.

Для эффективной работы биогазовой установки необходимо создать оптимальные условия для микроорганизмов. В зависимости от температурного режима реактора биогаз может получаться различными методами представленными на рисунке 2 [2].



Рисунок 2 – Методы получения биогаза

Исходя из этих данных, оптимальной считается температура в биогазовом реакторе 37-40°C. Для обеспечения такого температурного режима биореактор оснащается теплоизоляционной конструкцией, а также устройствами подогрева и перемешивания биомассы.

Подогрев сооружений биогазовой установки осуществляется с помощью теплообменников, а также газовых котлов, которые работают на биогазе, на природном газе и на смеси, электрических котлов. Для снижения затрат на прогрев массы реактор вкапывают в землю. Для утепления на дно засыпается песок, затем укладывается слой теплоизоляции, например: глина, керамзит, солома или смесь. Существует несколько вариантов материалов для утепления стенок биореактора (рисунок 3).



Рисунок 3 – Варианты утепления стенок биореактора

Перемешивающие устройства биогазового реактора изготавливаются для работы во взрывоопасной и одновременно агрессивной среде. Система перемешивания состоит из вертикального вала и установленных на нем лопастей. При вращении лопасти создают направленное движение содержимого, благодаря чему и происходит перемешивание слоев. Работа устройства обеспечивается за счет электрического привода, при этом все токоведущие части защищены изоляционной мембраной. Кроме этого встречаются устройства с гидравлическим перемешиванием, в которых готовый субстрат подается через днище под большим давлением, благодаря чему возникают вихревые возмущения, перемешивающие содержимое. Такая система может быть применена только там, где отношение суточной порции субстрата ко всему содержимому метантенка не превышает 1:10. Процесс образования биогаза в метантенке проходит в 4 этапа (рисунок 4) [3].



Рисунок 4 – Фазы образования биогаза

Для поддержания выработки биогаза на высоком уровне, нужно вовремя удалять отходы этого процесса (техническую воду и сапрпель). Система сброса технической воды должна содержать необходимую емкость и периодически открываемый сливной клапан. Отработанная вода может быть использована для полива и разведения подкормок. На дне метантенка скапливается сапрпель, который необходимо удалять в специально подготовленное хранилище. Сапрпель содержит ряд органических и неорганических веществ, поэтому его можно использовать в качестве удобрения почвы.

Выделенный биогаз скапливается в верхней части биореактора, откуда через реагирующий на определенное давление клапан поступает в основной газгольдер. Газгольдер изготавливается из листового металла, стали, кирпича, оббитого стальной сеткой и штукатуркой, герметичного полиэтиленового мешка. Из-под купола газгольдера газ отводят по трубопроводу в емкость с водяным затвором. Толщина водного слоя над выходом трубки определяет рабочее давление в реакторе и обычно составляет 250–400 мм. После

гидрозатвора газ может использоваться в отопительном оборудовании и для приготовления пищи.

Ценный продукт – биогаз на 50–60 % состоит из метана, примерно 35 % занимает углекислый газ, оставшиеся 5 % приходятся на водород, азот, сероводород и другие газы [1]. В неочищенном состоянии биогаз обладает малой теплотворной способностью, поэтому в биогазовых установках применяются очистные устройства, удаляющие углекислый газ и сероводород. Благодаря этому доля метана достигает 94–97 %, что делает биогаз сопоставимым с природным и сжиженным газом. Снижение концентрации углекислоты в газе обеспечивается специальным оборудованием, основанном на химической абсорбции или полупроницаемых мембранах. Такое очищение также достигается путем пропускания газа через толщу воды. Газ распыляется на мелкие пузырьки через трубчатые аэраторы, а насыщенная углекислотой вода периодически отводится и может использоваться в системах гидропоники. Углекислый газ также можно устранить, если засыпать в гидрозатвор гашеную известь, однако ее необходимо периодически менять. Сероводород удаляют с помощью емкостей-фильтров, заполненных металлической стружкой.

Для обогащения биогаза применяются устройства снижения влажности газа. Для этого устанавливаются дополнительные гидрозатворы, устраняющие конденсат. Однако такое мероприятие влечет необходимость использования системы слива воды. Другим вариантом является использование Z-образной трубки, заполненной силикагелем. В этом случае требуется периодическое осушение силикагеля, например, путем его прогрева.

Очищенный и обогащенный биогаз эффективно можно использовать для работы двигателей внутреннего сгорания.

В случае не использования определенного запаса биогаза в газгольдере на крупном производстве могут предусматриваться установки сжижения. Сжиженный газ при одинаковом объеме хранилища занимает меньше места, чем биогаз. Процесс сжижения происходит за счет охлаждения газа и перехода из газообразного состояния в жидкое. Сжиженный газ поступает в специальный газгольдер, который изготавливают из высокопрочной стали, а также тщательно утепляют, так как давление внутри газгольдера зависит не только от количества сжиженного метана, но и от его температуры. Такой газгольдер позволяет в летние месяцы делать запас сжиженного метана, который можно использовать зимой, компенсируя им недостаточную выработку биогаза. Кроме того, сжиженный газ подходит для заправки автомобилей и иной техники.

Из газгольдера биогаз поступает в когенерационную установку (КГУ) для получения тепловой и электрической энергии. Электроэнергия вырабатывается генераторами, привод которых осуществляют газопоршневые двигатели, работающие на биогазе. Генерируемая электроэнергия обеспечивает питание электрооборудования самой БГУ, а все сверх этого отпускается потребителю. Энергия жидкости, идущей на охлаждение когенераторов, может быть частично использована для обогрева биогазового реактора. Для обеспечения потребителя тепловой энергией на БГУ устанавливается котел, который также может быть использован для подогрева биомассы в метантенке.

Качественный и надежный процесс образования биогаза и выработки электро- и теплоэнергии обеспечивается с помощью автоматизированной системы управления. Система включает в себя датчики, отслеживающие состояние и работоспособность всех устройств, входящих в систему, и позволяет своевременно выполнить необходимые действия.

#### Литература

1. Биогазовая установка. Устройство и принцип работы. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://yazemledelec.ru/zhivotnovodstvo/108-biogazovaya-ustanovka-> – Дата доступа: 19.10.2020
2. Копытин, В. Ю. Недостатки и преимущества существующих биогазовых установок / В. Ю. Копытин, Д. А. Пивнов // Молодой ученый. [Электронный ресурс] 2020 – № 5 (295). – С. 84-85. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/295/66991/> – Дата доступа: 24.10.2020
3. Устройство, преимущества и недостатки, проектирование биогазовых установок. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dom-i-remont.info/posts/gazosnabzhenie/ustrojstvo-preimushhestva-i-nedostatki-proektirovanie-biogazovyh-ustanovok/> – Дата доступа: 20.10.2020