

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

126-1

12-14 ноября 2020 года

УДК 628.473.2

Г.Б. РОЗАНОВ, студент гр. 3134 (КНИТУ-КАИ)
Научный руководитель С.В. СМИРНОВА, к.т.н., доцент (КНИТУ-КАИ)
г. Казань

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ БИОРЕАКТОРА С
РАСШИРЕНИЕМ ДИАПАЗОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО
ТЕМПЕРАТУРЕ**

Энергетика — это та отрасль производства, которая сейчас очень быстро развивается. Проблема сжигания грязных видов топлива, таких как мазут, уголь и другие стоит сейчас очень остро, не только из-за их иссякаемости и сложности добычи, но и из-за большого количества вредных веществ, которые остаются после сгорания. Так, например, после сгорания угля остается большое количество сернистых соединений.

Метан применяется во многих сферах жизни человека. Это сырье для создания полимеров, синтетических каучуков, хлоропроизводных соединений, но, в первую очередь, метан это топливо. [1][2]

Один из способов получения метана - ферментация или сбраживание органических отходов. В результате сбраживания получается биогаз, в состав которого входит метан (40-75%), CO₂ (50-25%) и другие газы, такие как H₂S, H, SO₂(<1%).[1][2]

Биогазовое брожение можно разделить на четыре этапа:

1)Гидролиз – бактерии разлагают сложные вещества с большой молекулярной массой на сахара, аминокислоты и жирные кислоты.

2)Окисление – происходит окисление выше описанных веществ до карбоновых и жирных кислот (валерьяновой, масляной итд).

3)Образование уксусной и муравьиной кислоты.

4)Архебактерии (Methanobacterium, Methanosaeta, Methanococcus, Methanosarcina в процессе жизнедеятельности образуют метан и углекислый газ. [1][2]

Температурный диапазон жизнедеятельности бактерий 5-55°C. В промышленности выделено 3 режима брожения: психрофильный (5-20°C), мезофильный(25-37°C), термофильный (40-55). На практике чаще всего используется мезофильный режим из-за достаточного выхода продукта и небольших затрат на подогрев. Как и все бактерии археи при высыхании образуют споры которые можно выделить из атмосферы. [1][2]

Оптимальный pH для метнового брожения – нейтральный , на разных стадиях происходит подкисление и щелочение среды. При pH 4.3 брожение гасится из-за отравления среды летучими жирными кислотами.[1][2]

III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

126-2

12-14 ноября 2020 года

В работе поставлена задача - создать установку для переработки органической материи в биогаз, которая будет лишена недостатков предыдущих разработок.

В результате патентного поиска найдены прототипы [3, 4], имеющие следующие недостатки, в той или иной мере присущие большинству моделей биореакторов: отсутствие электропривода механизма перемешивания (для патента № 2098481); отсутствует устройство поддерживания необходимой температуры, которая должна быть 37° С - при мезофильном сбраживании и 55°С при термофильном сбраживании; низкокачественное измельчение исходных отходов, т.к. в перфорированном цилиндре происходит только перемешивание, а значительная часть отходов закупоривает перфорационные отверстия и протекание процесса брожения ухудшается; перемещение субстрата по секциям кислого, нейтрального, щелочного и метанового брожения происходит без принудительного механического воздействия, и если соотношение расходов приходящего субстрата и отводимого субстрата будет меняться, то характер процесса брожения будет меняться и качество полученного биогаза будет ухудшаться.

Технический результат, на достижение которого направлено разрабатываемое устройство – повышение эффективности работы биореактора с расширением диапазона регулирования по температуре. Прототип был доработан в пользу уменьшения количества камер и улучшения работы нагревателя.

Биореактор работает следующим образом (см. рис.). Аппарат загружается биомассой через загрузочный бункер 7 при открытой задвижке 8. При вращении вала 2 шнек уплотнителя 9 подает смесь на подвижные 10 и неподвижные 11 ножи, крупные фракции измельчаются и поступают в пространство корпуса 1, где шнеком 3 начинают перемещаться последовательно по зонам кислого, нейтрального, щелочного и метанового брожения. При этом процессе включаются нагревательные секции 13 и поддерживается необходимый температурный режим (37° С - при мезофильном сбраживании и 55°С - при термофильном сбраживании). По мере расходования биоматериала через бункер 7 добавляются новые порции биомассы и при открытой задвижке 8 уплотняются поршнем 6. Выделяющийся при реакции биогаз поднимается в корпусе 1 наверх по осевому каналу 12, поступает в газосборник 14 и, пройдя через гидрозатвор 15 и патрубок 16, отводится потребителю. Твердые фракции, остающиеся после процесса шнеком 3, перемещаются в канал сбора твердых отходов 18 и удаляются через патрубок 17. [5]

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
12-14 ноября 2020 года**

126-3

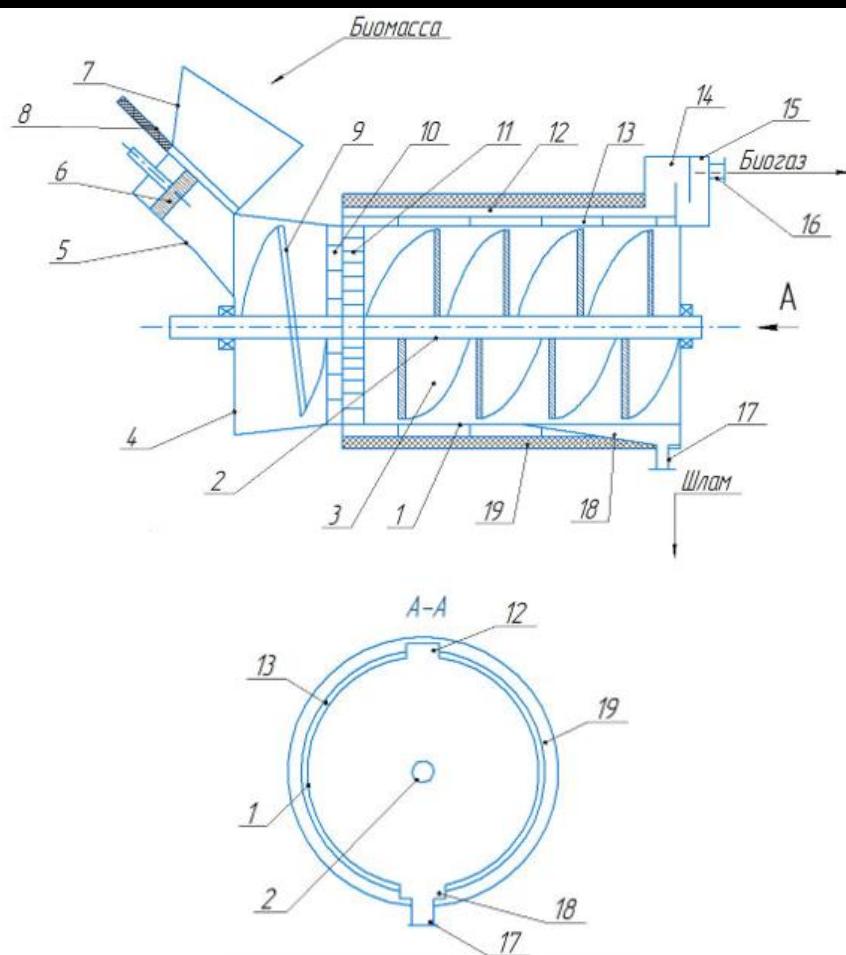


Рис. 1. Схема биореактора с расширением диапазона регулирования по температуре

Для интенсификации процесса анаэробного брожения и увеличения производительности биогаза можно увеличить зону нагрева секционного нагревателя 13 и интенсифицировать температурный режим.[5]

Наличие теплоизолирующего кожуха 19 позволяет существенно уменьшить теплопотери от секций нагревателя 13 во внешнюю среду и существенно повышает общий к.п.д. биореактора. [5]

Для поддержания необходимых температурных режимов внутри биореактора устанавливаются несколько температурных датчики (на рисунке не показаны), по длине корпуса, в зонах секций нагревателя 13.[5]

Данная установка представляет из себя экологический, дешевый и почти неиссякаемый источник метана и углекислого газа со следующими достоинствами:

- снижение содержания органических отходов;
- отходы имеют запах, отпугивающий вредителей;
- метан является чистым и удобным топливом;

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»
12-14 ноября 2020 года**

126-4

-шлам, остающийся после брожения, может быть использован в качестве удобрения.

В отличии от прототипа[3][4] установка имеет теплоизоляционный кожух, уменьшающий потери, возможность регулировки режима брожения, а также нет необходимости предварительного измельчения отходов, процесс брожения происходит равномерно во всей камере.

Данная установка из-за возможности сделать ее разных размеров может с успехом применяться как на малых фермерских хозяйствах, так и на больших производствах (станции очистки сточных вод и т.д.).

Список литературы:

1. Да Роза А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы : учебное пособие. Пер. с англ. под редакцией С.П. Малышенко, О.С. Понеля.
2. Патент РФ №2098481. Тумченок В.И. Бытовой метатенк. Опуб. 10.12. 1997 г.
3. Патент РФ №105624. Мингазетдинов И.Х., Газеев Н.Х., Найман С.М., Сагдиева Н.З. Опуб. [20.06.2011](#) Бюл. № 17.
4. Патент РФ №188085 Мингазетдинов И.Х., Бурова И.Д., Розанов Г.Б. Андреева А.В., Смирнова С.В., Дмитрук И.Ю.

Информация об авторах:

Георгий Борисович Розанов, студент гр.3134, КНИТУ-КАИ, 420015, г. Казань, ул. Толстого, д. 15, der-rozanov@yandex.ru

Светлана Васильевна Смирнова, к.т.н., доцент КНИТУ-КАИ, 420015, г. Казань, ул. Толстого, д. 15, svs.smirnova@gmail.com