

Изобретение относится к области биологической обработки органических отходов сельскохозяйственного производства анаэробными способами брожения. Реактор может быть использован в биоустановках животноводческих комплексов, а также на биогазовых установках для малых ферм и фермерских хозяйств.

Биогаз - смесь метана с диоксидом углерода - образуется при анаэробном сбраживании органических веществ сообществом микроорганизмов - метаногенов. Биохимический процесс брожения происходит по одному и тому же принципу для всех видов органического сырья и всех типов реакторов. Обычно применяют два режима метанового брожения - мезофильный и термофильный. При мезофильном режиме сбраживаемый субстрат в реакторе термостатируют в диапазоне температур 33-37°C, а при термофильном - 50-55°C.

Таким образом, очевидно, что для проведения процесса непрерывно подводить тепло в реактор.

Известен метантенк, (микробиологический реактор), содержащий цилиндрический резервуар (корпус) с коническим днищем и конической крышкой. Резервуар (корпус) метантенка (микробиологического реактора) разделен двумя цилиндрическими перегородками на камеры предварительного, основного и остаточного брожения. Метантенк (микробиологический реактор) содержит также теплообменник, установленный в камере основного брожения, патрубок загрузки исходного субстрата, патрубок отбора биогаза и трубопровод выгрузки сброженного субстрата, снабженный двумя сливными патрубками, расположенными на разных уровнях. Метантенк (микробиологический реактор) снабжен загрузочной и промывочной емкостями, установленными соосно с ним.

Загрузочная емкость снабжена съемной крышкой, установленной выше крыши метантенка (микробиологического реактора). Загрузочная и промывочная емкости снабжены по меньшей мере тремя трубопроводами каждая. Внутренняя цилиндрическая перегородка снабжена прикрепленными к ней с наружной стороны вертикальными и горизонтальными ребрами, образующими сливные и загрузочные лотки, чередующиеся по периметру. Площадь загрузочных лотков по меньшей мере не больше площади сливных лотков. Под коническим днищем установлена накопительная емкость, полость которой соединена по меньшей мере тремя сливными коробками с полостью камеры остаточного брожения и трубой с трубопроводом выгрузки сброженного субстрата.

Компенсацию тепловых потерь в таком метантенке (микробиологическом реакторе) и подогрев исходного сырья производят за счет подачи горячего теплоносителя в теплообменник, для чего необходимо иметь нагревательное устройство, например, печь с газовой горелкой, в которой сжигается биогаз. В этой печи нагревают жидкий теплоноситель и по трубопроводам горячий теплоноситель падает в теплообменник, расположенный в реакторе. Из теплообменника охлажденный теплоноситель по трубопроводу возвращают в печь.

Анализ такой системы нагрева показывает, что она имеет, по меньшей мере, два узла возможной потери тепла - нагревательное устройство (печь) и циркуляционный контур.

Передачу тепла от сжигаемого биогаза к субстрату в такой системе осуществляют посредством двух процессов: теплопередачей через стенку от нагревателя к теплоносителю и теплопередачей через стенку теплообменника от теплоносителя к сбраживаемому субстрату. На величину коэффициента теплопередачи последнего процесса большое влияние оказывает термическое сопротивление циркуляционного теплообменного контура. Следовательно, уменьшение термического сопротивления теплообменного циркуляционного контура ведет к увеличению суммарного коэффициента теплопередачи в процессе нагрева субстрата в реакторе. В идеальном случае термическое сопротивление должно быть равно нулю, т.е. теплообменник с жидким теплоносителем должен отсутствовать. Тогда суммарный коэффициент теплопередачи достигает наибольшей величины.

Рациональный путь повышения экономичности биогазовых реакторов - уменьшение расхода продуцируемого биогаза на собственные нужды, т.е. на поддержание требуемой температуры в аппарате. В известном реакторе этого нельзя достичь из-за малого значения суммарного коэффициента теплопередачи.

Особенно остро эта проблема стоит для малогабаритных реакторов, продуцирующих несколько метров кубических биогаза в сутки. Если в таком реакторе половину биогаза будет использовано для поддержания температуры процесса, то выход полезно используемого биогаза будет очень мал и такие биореакторы будут невыгодны, так как не будут окупаться затраты на создание и эксплуатацию реактора.

В этом заключается причина того, что сейчас в стране отсутствуют работающие биореакторы на малых фермах и в индивидуальных фермерских хозяйствах.

В связи с вышеизложенным, в микробиологических реакторах необходимо использовать нагревательные устройства с наименьшими потерями тепла в узлах и линиях нагревательного контура и с максимальными коэффициентами теплопередачи.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования конструкции микробиологического реактора, в котором в результате изменения типа и места размещения нагревательного устройства, а также взаимного расположения известных узлов, обеспечивается интенсификация теплообмена за счет увеличения суммарного коэффициента теплопередачи, что приводит к снижению энергозатрат, а следовательно, к увеличению выхода полезно используемого потребителем биогаза, упрощению конструкции и уменьшению материалозатрат.

Поставленная задача решена тем, что в микробиологическом реакторе, содержащем корпус с размещенными внутри камерами основного и предварительного брожения, сообщающимися между собой, патрубки отбора биогаза и выгрузки сброженного субстрата, а также трубу для загрузки исходного субстрата и нагревательное устройство, согласно изобретению, камера предварительного брожения снабжена установленным с зазором и соединенным с ней переливными патрубками кожухом, внутри которого и нижней его части установлено нагревательное устройство, выполненное в виде газовой тарелки, а в верхней части кожуха выполнено отверстие для выхода дымовых газов, причем труба для загрузки исходного субстрата расположена внутри камеры предварительного брожения.

Дополнительным отличием является то, что корпус реактора выполнен сферической формы.

Введение кожуха позволяет разместить нагревательное устройство внутри реактора в нижней части кожуха. Такое размещение нагревательного устройства дает возможность исключить циркуляционный контур с жидким теплоносителем. Отсутствие циркуляционного контура обеспечивает увеличение суммарного коэффициента теплопередачи в системе нагреватель-реактор, потому что нет отрицательного влияния термического сопротивления этого контура на коэффициент теплопередачи, так как оно в нашем случае равно нулю.

Кроме того, наличие зазора между кожухом и камерой предварительного брожения позволяет горячим дымовым газам подниматься по этому зазору и нагревать одновременно субстрат в камерах основного и предварительного брожения. Затем дымовые газы удаляют через отверстие в верхней части кожуха.

Все это способствует интенсификации теплообмена за счет увеличения коэффициента теплопередачи в реакторе, что приводит к снижению энергозатрат и, следовательно, снижению затрат биогаза на собственные нужды, а значит к увеличению количества полезно используемого биогаза. Далее, введение кожуха и расположение газовой горелки внутри реактора приводят к упрощению конструкции и снижению материалозатрат, так как при этом отпадает необходимость в теплообменном циркуляционном контуре.

Размещение трубы для загрузки исходного субстрата внутри камеры предварительного брожения обуславливает нормальную работу реактора, так как оно обеспечивает переливание в камеру основного брожения только подогретого субстрата, поскольку исходный холодный субстрат вводится через эту трубу в нижнюю часть камеры, а подогретый субстрат одновременно сливается из верхней части камеры через переливные патрубки в камеру основного брожения.

Корпус, выполненный в форме сферы, обеспечивает наименьшую наружную поверхность реактора при заданном объеме, что способствует наименьшим потерям тепла через стенку в окружающую среду, а, следовательно, и меньшим энергозатратам. Кроме того, изготовление корпуса из двух полусфер более технологично и также сокращает материалозатраты.

На чертеже представлен продольный разрез микробиологического реактора.

Микробиологический реактор содержит корпус 1, внутри которого размещена камера предварительного брожения 2, установленная с зазором в кожух 3. Кожухом 3 камеры предварительного брожения и корпусом 1 образована камера основного брожения 4.

В кожухе 3 камеры предварительного брожения в нижней его части размещено нагревательное устройство (газовая горелка) 5. Кожух 3 снабжен патрубком 6 для установки и розжига горелки 5. В верхней части кожуха 3 выполнено отверстие 7 для выхода дымовых газов.

Камера предварительного брожения 2 снабжена трубой 8 для загрузки исходного субстрата, которая размещена внутри камеры 2, и переливными патрубками 9, соединяющими камеру с кожухом.

Камера основного брожения 4 снабжена прикрепленным к корпусу 1 патрубком 10 для выгрузки сброженного субстрата. В верхней части камеры основного брожения 4 установлен патрубок 11 для отбора биогаза. Для отвода биогаза из камеры предварительного брожения 2 установлен патрубок 12 в верхней части камеры 2.

Микробиологический реактор работает следующим образом.

Исходный субстрат через загрузочную трубу 8 подают в камеру предварительного брожения 2, где происходит нагрев субстрата поднимающимися по кожуху 3 дымовыми газами и пламенем газовой горелки 5. В подогретом субстрате происходит гидролитическое расщепление органики с выделением небольшого количества биогаза, который удаляют из камеры 2 через патрубок 12.

При загрузке очередной порции исходного субстрата происходит подъем уровня в камере 2, вследствие чего подогретый и предварительно сброженный субстрат через переливные патрубки 9 сливается в камеру основного брожения 4. По закону сообщающихся сосудов поднимается уровень субстрата в камере основного брожения 4 и через патрубок 10 происходит слив сброженного субстрата из камеры 4.

В камере основного брожения 4 происходит сбраживание органики с выделением биогаза. Выделяющийся биогаз выводят из камеры 4 через патрубок 11.

Нагрев исходного субстрата в камере предварительного брожения и компенсацию теплопотерь в камере основного брожения осуществляют нагревательным устройством в виде газовой горелки 5. Дымовые газы от горелки поднимаются по зазору между кожухом 3 и камерой предварительного брожения 2 и одновременно нагревают субстрат в обеих камерах. Далее дымовые газы удаляют через отверстие 7 в верхней части кожуха 3.

Таким образом, предлагаемая конструкция микробиологического реактора позволяет отказаться в цепи нагрева от теплообменного циркуляционного контура, заполненного теплоносителем, что значительно упрощает конструкцию и уменьшает ее металлоемкость, а главное, снижает затраты биогаза на собственные нужды. Кроме того, размещение нагревательного устройства внутри реактора позволяет свести к минимуму потери тепла в окружающую среду, которые лимитируются в данном случае только температурой отходящих дымовых газов.

Все это в целом дает экономию расхода биогаза на собственные нужды и повышает выход полезно используемого биогаза до 70%.

