

УДК 536.24

## КОНСТРУКЦИЯ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА С ОЧИСТКОЙ БИОГАЗА ОТ ПРИМЕСЕЙ

Андреев А.Е., студент гр. 43 Эл, IV курс  
Научный руководитель: Вендин С.В., д.т.н., профессор  
Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина,  
г. Белгород

При переработке органического сырья в биогаз применяют различные технологии и конструкции биогазовых реакторов. Но общими требованиями для всех являются: обеспечение оптимальных температурных режимов внутри биогазовой смеси и перемешивание сырья [1-7]. В тоже время получаемая при сбраживании газовая смесь, кроме метана может содержать и другие газы, например, сероводород. Следовательно в саму конструкцию биогазового реактора необходимо включать устройства для очистки биогаза от нежелательных газовых примесей.

Для получения биогаза предлагается разработанная в Белгородском ГАУ конструкция реактора [8], схема которого приведена на рисунке 1. Конструкция биогазового реактора обеспечивает непрерывность процесса и повышает эффективность производства биогаза и органических удобрений за счет лопастей-мешалок, датчиков температуры которые обеспечивают равномерное распределение твердой фазы субстрата по всему объему реактора, контроль температуры субстрата при сбраживании. Кроме того, биогазовая установка оснащена устройством очистки биогаза для удаления сероводорода.

Технологический результат достигается тем, что биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья содержит емкость, разделенную на камеры с устройствами перемешивания, теплоизоляционную защиту, нагревательные элементы и датчики температуры. Емкость биогазового реактора разделена на четыре горизонтальные камеры. Датчики температуры установлены в средней части каждой камеры. В верхней камере по бокам устанавливается два нагревательных элемента, а в остальных камерах в верхней части посередине установлено по одному нагревательному элементу. Объем верхней камеры реактора равен сумме объемов нижних камер, что обеспечивает непрерывность процесса и повышает эффективность отделения газа от биомассы.

Биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья содержит емкость 1, которая разделена на четыре горизонтальные камеры, где нижние I, II и III камеры могут иметь равные объемы, а объем верхней IV камеры равен сумме объемов нижних камер.

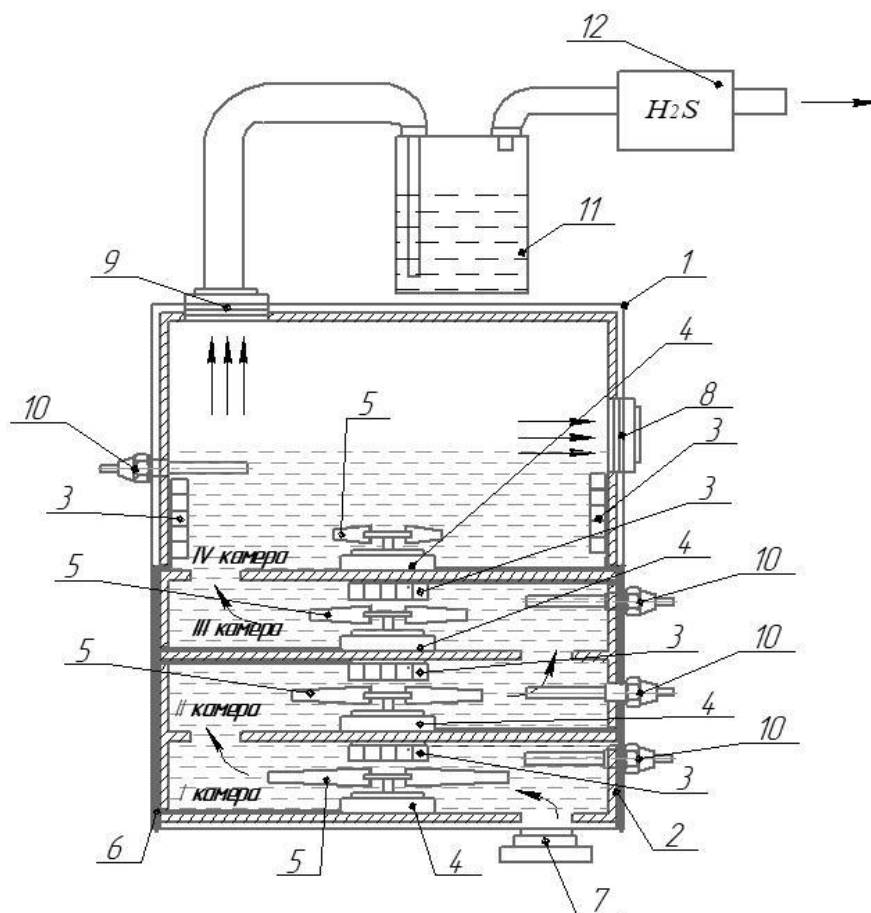


Рис. 1 – Схема биогазового реактора непрерывной загрузки сырья

Каждая камера оборудована теплоизоляционной защитой 2, нагревательными элементами 3: в I-III камере в верхней части посередине установлены по одному нагревательному элементу 3, в IV камере - два нагревательных элемента 3, установлены по бокам камеры. На дне каждой камеры по центру установлен электропривод 4, на котором закреплены устройства перемешивания, в качестве которых установлены лопасти - мешалки 5. Информационные и силовые кабели, которые проложены в кабельных каналах 6, подключены к нагревательным элементам 3 и электроприводам 4. В емкости 1 выполнены отверстия под компрессоры для обеспечения движения биомассы: в нижней части I камеры отверстие с компрессором 7 для закачивания массы из расходной емкости в реактор; в боковой части IV камеры отверстие с компрессором для откачивания отработанного сырья в емкость удобрений 8; в верхней части IV камеры отверстие с компрессором для откачивания биогаза через гидрозатвор 11 и фильтр  $H_2S$ , который заполнен металлическими стружками 12, в газгольдер 9. Также в камерах установлены датчики температуры 10.

Технологический процесс производства биогаза в данной конструкции реактора состоит в следующем. Компрессором из нижнего отверстия 7 биомассу подают в емкость 1 после чего она продвигается вверх в другие камеры. В каждой камере обеспечивается перемешивание биомассы лопастями-мешалками 5, приводимыми в движение электроприводом 4. Электропитание привода обеспечивается через силовые кабели, которые установлены в ка-

бельных каналах 6. Нагревательные элементы 3, теплоизоляционная защита 2 и датчики температуры 10 обеспечивают поддержание и контроль температуры в объеме биомассы. В результате происходит сбраживание. По истечению цикла сбраживания, отработанный субстрат откачивают в отверстие для слива отработанного сырья в емкость удобрений 8. Вывод выделенного биогаза осуществляют компрессором через отверстия в верхней части реактора. Далее биогаз под высоким давлением пропускают через гидрозатвор 11 и фильтр  $H_2S$  12 в газгольдер 9. В гидрозатворе вода поглощает углекислый газ из биогаза, затем в фильтре сероводород поглощается металлическими стружками. Уменьшение размеров лопастей-мешалок на поздних стадиях сбраживания способствует интенсивному перемешиванию и разрушению связей между бактериями. Перемешивание субстрата проводят периодически с определенной цикличностью, частотой и интенсивностью. Применение фильтра очистки позволяет удалить из биогаза углекислый газ и сероводород, благодаря чему доля метана в биогазе составляет 94–97%.

### **Выводы**

Предлагается конструкция биогазового реактора обеспечивающая непрерывность процесса и повышение эффективности производства биогаза и органических удобрений. Технологический результат достигается за счет лопастей-мешалок, датчиков температуры которые обеспечивают равномерное распределение твердой фазы субстрата по всему объему реактора, контроль температуры субстрата при сбраживании. Кроме того, биогазовая установка оснащена устройством очистки биогаза для удаления сероводорода. Поддержание температурного режима при сбраживании и перемешивание субстрата обеспечивают интенсивность газообразования. Применение фильтра очистки позволяет удалить из биогаза углекислый газ и сероводород, благодаря чему доля метана в биогазе составляет 94–97%.

### **Список литературы:**

1. Вендин, С.В. Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина.- №4 (74), 2016.- С.55-60.
2. Вендин, С.В. Обоснование параметров терморегуляции и перемешивания при анаэробном сбраживании / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Сельский механизатор. – №7, 2016. – С. 20-22.
3. Вендин, С.В. Электрооборудование биогазового реактора / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Сельский механизатор. – №5, 2017. - С. 26-27.
4. Вендин, С.В. Расчет мощности дополнительных источников теплоты для подогрева биомассы в биогазовом реакторе / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им.В.Г. Шухова.- №7, 2017.- С.97-99.

5. Вендин, С.В. Оценка величины мощности дополнительных источников теплоты для биогазового реактора / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. –№1(25), 2020. - С. 76-84.

6. Вендин, С.В. К выбору теплоизоляции для корпуса биогазового реактора с учетом дополнительного подогрева сырья / С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов, Ю.Н. Ульянов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. –№2(26), 2020. - С. 16-26.

7. Vendin S.V., Mamontov, A.Y. Calculation of the power value of additional heat sources for a cylindrical biogas reactor. 2020 IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 422 (1), 2020, pp. 012119.

8. Патент РФ 195 674. Биогазовый реактор непрерывной загрузки сырья: патент РФ № 195 674: МПК C02F11/04 / Вендин С.В, Мамонтов А.Ю., Андреев А.Е. (RU) - №2019137688, 21.11.2019. Опубл. 03.02.2020.