

Бийбосунов Б.И., Тажиева Р.Н., Доумчариева Ж.Е., Айтбаева З.К.

**БИОГАЗДЫК ТҮЗҮЛҮШТӨГҮ СУБСТРАТТЫ ҮЧ БАСКЫЧТУУ
АЧЫТУУ ПРОЦЕССИН БАШКАРУУ ЖАНА КӨЗӨМӨЛДӨӨ СИСТЕМАСЫН
АВТОМАТТАШТЫРУУ**

Бийбосунов Б.И., Тажиева Р.Н., Доумчариева Ж.Е., Айтбаева З.К.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ
ТРЕХСТУПЕНЧАТЫМ ПРОЦЕССОМ СБРАЖИВАНИЯ СУБСТРАТА
В БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКЕ**

B.I. Biibosunov, R.N. Tazhieva, Zh.E. Doumcharieva, Z.K. Aitbaeva

**AUTOMATION SYSTEMS AND CONTROL SUBSTRATE FERMENTATION
TWO-STEP PROCESS IN BIOGAS PLANTS**

УДК: 004.064.631.6

Макала биогаз менен ачытуу субстратын эки баскычтуу башкаруу жана текшерүү системасын автоматташтырууга арналган. Субстраттын анаэробдук ачытуусунун үч баскычтуу ишин башкаруу жана көзөмөлдөөгө мүмкүндүк берүүчү технологиялык процессин автоматташтыруу системасы сунушталган. Система технологиялык өтүүлөрдүн маалыматтык агымын калыптандырат, ошондой эле автоматтык башкаруу системасын түзөт.

Негизги сөздөр: биогаздык түзүлүш, танк, программалоочу логикалык көзөмөлдөөчү, автоматтык, температуранын көрсөткүчү, жылышма деңгээлин көрсөтүүчү түзүлүш.

Статья посвящена автоматизации системы управления и контроля трехступенчатым процессом сбраживания субстрата в биогазовой установке. Предложена система автоматизации технологического процесса, позволяющая управлять и контролировать работой трехступенчатого процесса анаэробного сбраживания субстрата. Система формирует информационные потоки технологических переходов трехступенчатого процесса сбраживания, а также создает системы автоматического управления.

Ключевые слова: биогазовая установка, емкости, программируемый логический контроллер, автоматика, датчик температуры, поплавковый датчик уровня.

The article is devoted to automating the management and control system of a two-stage process of fermentation substrate in the biogas plant. The system of process automation, allowing to manage and control the work of a three-stage process of anaerobic digestion of the substrate. The system generates a flow of information technological transitions three-stage fermentation process and also creates a system of automatic control.

Key words: biogas plant, tanks, programmable logic controller, automation, temperature sensor, float level sensor.

Информационные потоки о приёме сырья, анализируются программируемым логическим контроллером системы управления, который вырабатывает управляющие сигналы. При работе установки от человека требуется только загрузка компонентов

субстрата в подготовительную емкость и слив шлама один раз в сутки. Для того чтобы вывести систему на рабочий режим, необходимо наполнить реакторы готовым субстратом. Основа субстрата при первой загрузке представляет собой коровий навоз. Далее следует нагреть субстрат до 35 °С и, перемешивая, выдержать в течение 7 дней.

При протекании реакции выделяется двуокись углерода, который удаляется из системы, далее начинается анаэробный процесс сбраживания органических отходов. Критерием готовности служит достижение требуемой температуры. Транспортировка продукта в биореактор с помощью насоса, выделение биогаза и биошлама идет в непрерывном режиме.

Продолжительность рабочего цикла установки составляет 24 часа. Система обеспечивает включение насосов каждые 8 часов на 30 минут, нагрев субстрата и поддержание температуры 33-35 °С.

Функциональная схема управления биогазовой установкой приведена на рисунке 1. После сбора сырья через насос загрузки - 3, заливают его в камеру сбраживания - 6, где навоз, доведенный до влажности в 85%, перемешивается сутки. Далее через подающий насос готовый субстрат переводится в абсолютно герметичную камеру сбраживания - 11, где проходит вторая стадия. По истечению суток через перекачивающий насос - субстрат переливается в третью камеру сбраживания, где проходит третью стадию. Там перемешивается и подвергается тепловой обработке без поступления воздуха. Нагрев биомассы осуществляется газовым нагревателем с помощью газа полученного в биогазовой установке. В метантенке происходит окисление, в результате чего образуются жирные кислоты. Эти жирные кислоты перерабатываются метанообразующими бактериями и выделяется биогаз. Выделенный биогаз поднимается вверх и снова перекачивается с помощью системы откачки в газгольдер - 22. Оставшийся субстрат убирается с помощью насоса выгрузки сырья - 18 [1].

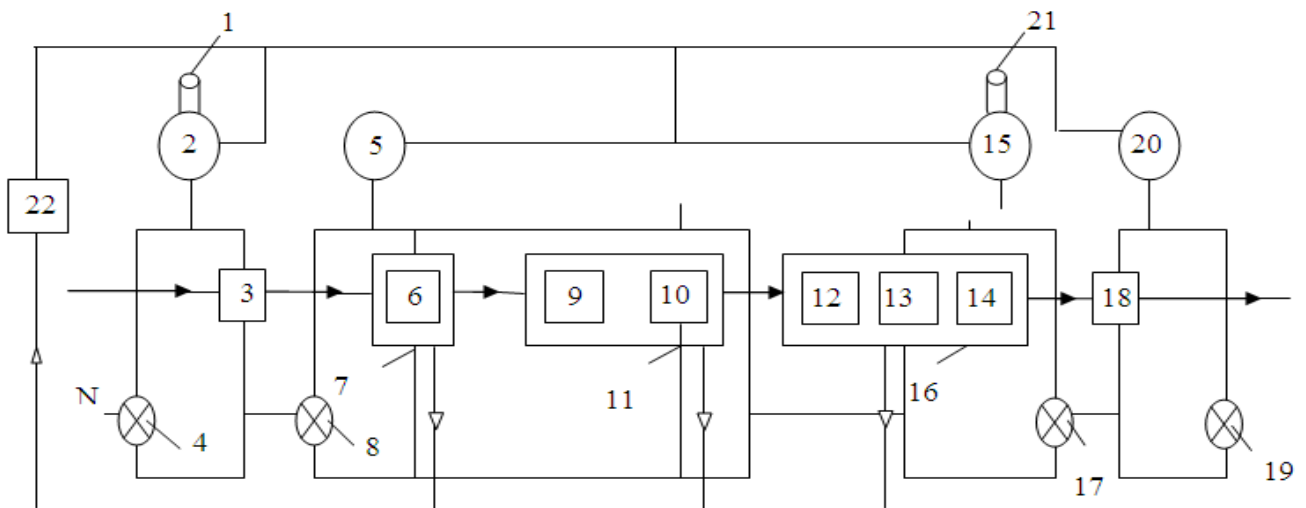


Рисунок 1. Функциональная схема управления биогазовой установкой:

1 – датчик для измерения давления; 2, 15 – реле; 3 – насос загружающий сырье; 4 – индикатор загрузки; 5, 20 – реле времени; 6, 9, 10, 12, 14 – мешалки; 7, 11, 16 – камера сбраживания биогазовой установки; 8 – индикатор перемешивания, 13 – газовый нагреватель, 17 – индикатор нагрева сырье в метантенке; 18 – насос выгрузки биомассы; 19 – индикатор выгрузки; 21 – датчик температуры; 22 – газогенератор.

Система автоматизации

После проведенного анализа рынка компонентов систем автоматики для создания биогазовой установки были выбраны средства автоматизации ОВЕН. Основу блока управления составляет контроллер ОВЕН ПЛК100, обладающий широкими возможностями программирования и привлекательной ценой. Наличие дисплея, интегрированного в корпус ПЛК, также сыграло немалую роль при выборе данного контроллера [2].

Применение ПЛК100 позволяет увеличивать производительность установки и при необходимости интегрировать блок управления АСУ верхнего уровня. Кроме ПЛК100 в системе управления используются следующие компоненты ОВЕН:

- ПМ01 - GSM-модем для удаленного контроля;
- МВ 110 - Модуль ввода аналоговых сигналов;
- ДТС055 - Датчики температуры;
- ПДУ-2.1 - Поплавковые датчики уровня.

Система автоматического управления процессом анаэробного сбраживания приведена на рисунке 2.

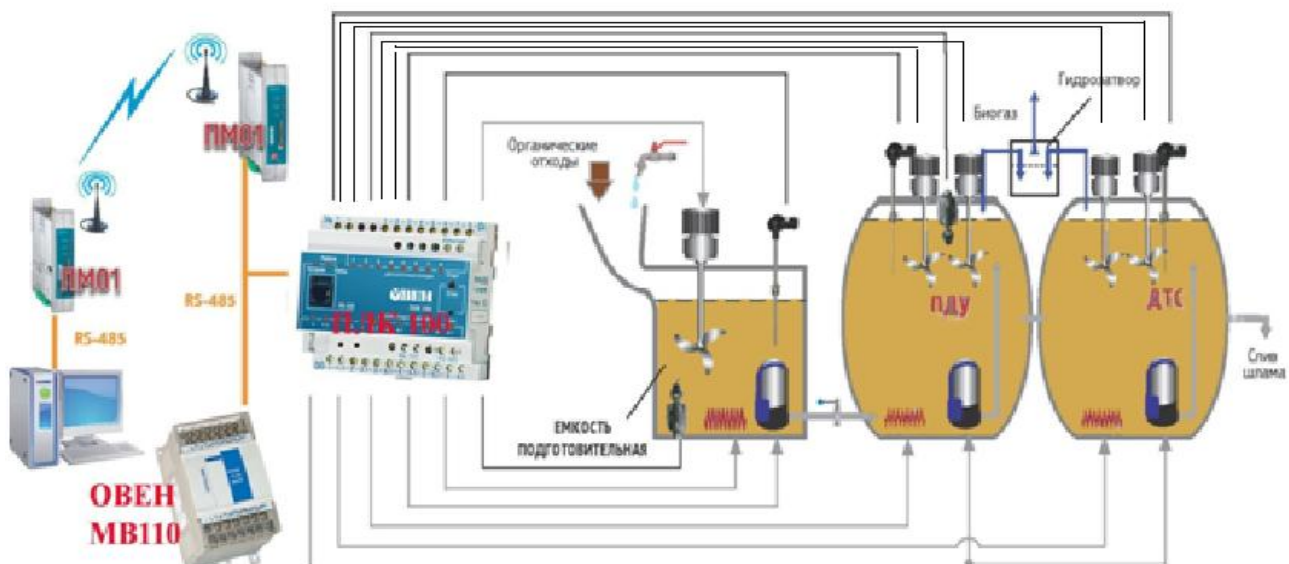


Рисунок 2. Функциональная схема биогазовой установки.

На основе поступивших сигналов от датчиков ПЛК100 формирует управляющие сигналы на исполнительные механизмы (насосы, газовый нагреватель). Температура измеряется с помощью датчика температуры ДТС055. Датчики уровня представляют собой поплавковые дискретные датчики, срабатывающие при достижении необходимого уровня.

С помощью газовых нагревателей осуществляется нагрев загруженного субстрата до требуемой температуры. Насосы обеспечивают транспортировку субстрата из подготовительной емкости в реактор, а также постоянное перемешивание субстрата.

С целью исключения переполнения реактора установлен датчик, контролирующий максимальный уровень, при срабатывании которого выдается сигнал аварии.

GSM-модем производит удаленный контроль работы биогазовой установки и оповещает обслуживающий персонал в случае аварийных и нестандартных ситуаций. Все приборы связаны между собой по интерфейсу RS-485.

На кафедре Информатики Тарасского государственного университета ведется работа по созданию и усовершенствованию трехступенчатой биогазовой установки для изучения процесса анаэробного сбраживания с целью выработки наиболее оптимальных и надежных алгоритмов управления процессом. Совместными усилиями сотрудников кафедры и специалистов компании ОВЕН создан блок автоматизации для лабораторной биогазовой установки (рис. 3).



Рисунок 3. Блок автоматизации.

В процессе получения метана в биогазовой установке участвуют несколько видов бактерий, которые выполняют различные функции, при этом каждый вид бактерий оптимально работает при определенных биохимических показателях питательной среды, таких как pH, температура и т.д.

Так как каждая ступень биогазовой установки снабжен мешалкой и газовым нагревателем, то конструкция биореактора позволяет в каждой ступени создать оптимальные биохимические условия для каждого вида бактерий, например для бактерий мезофильного типа брожения в первом и втором реакторе можно создать температуру от 35 до 40°C, а для бактерий термофильного типа брожения в третьем реакторе температуру от 40 до 50°C, тем самым можно оптимизировать работу биореактора поддерживая в каждой ступени необходимые физико-химические параметры. Вновь загруженная и перебродившая биомасса, в трехступенчатом биореакторе не

смешиваются между собой. В трехступенчатом биореакторе, можно управлять процессом ферментации на разных стадиях брожения, корректируя pH среды сбраживания [4].

Трехступенчатая установка для получения биогаза состоит из приемной емкости биореактора, и еще из двух секции II-III ступени, емкости накопителя жидких удобрений и аккумулятора биогаза, газгольдера.

Описание работы биореактора

Емкость накопитель снабжена следящим датчиком уровня, перемешивающим насосом-дробилкой и запорно-регулирующей арматурой. После загрузки биомассы добавляется вода из расчета 1/2, открывается вентиль и включается перемешивающий насос и биомасса перемешивается до однородной смеси. Не выключая насоса, открывается вентиль, при этом происходит загрузка биомассы в биореактор. После

опорожнения емкости накопителя насос должен выключиться автоматически.

В верхней части загрузочной секции смонтирован технологический люк для загрузки биомассы, В первой и второй ступени рабочей секции в верхней части так же смонтированы герметично закрывающиеся технологические люки. В верхней части рабочей секции установки смонтированы два штуцера один для отбора биогаза, второй для подключения тягонапоромера с релейным выходом. Тягонапоромер показывает давление газа в биореакторе и при достижении предельных значений включает или отключает компрессор. Компрессор откачивает газ из биореактора в газгольдер. В первой и третьей емкости рабочей секции смонтированы газовые нагреватели, для поддержания заданной температуры биомассы, в первом модуле рабочей секции биореактора идет психрофильный процесс брожения, а втором модуле мезофильный процесс, а в третьем термофильный.

Это позволяет более эффективно сбраживать биомассу и получать большой выход биогаза. Циркуляционными насосами управляет терморегулятор. Температура в биореакторе контролируется термометрами сопротивления. В верхней части каждого биореактора для предотвращения образования плавящей корки, смонтированы мешалки. Перебродившая биомасса поступает в третий выгрузочный емкость биореактора, на люке которого смонтированы две мешалки-миксеры. Внизу третьего сектора смонтирован фланец для выгрузки перебродившей биомассы. В средней части первого, второго и

третьего сектора смонтирован штуцер с вентилем, для отбора проб на рН.

В нижней части емкости накопителя смонтирован насос, предназначенный как для перемешивания биомассы, так и для её откачки. На крышке емкости накопителя смонтирован датчик аварийного уровня. При срабатывании датчика блокируется работа насоса. Биогаз из биореактора с помощью компрессора закачивается в газгольдер до давления 0,025 мПа, а оттуда поступает к потребителю через редуцирующий клапан [3].

В итоге спроектирована схема автоматизации трехступенчатым процессом сбраживания в биогазовой установке, который осуществляет управление и контроль технологических параметров установки.

Литература:

1. Орлова Ю.А. Автоматизация и управление биоконверсией с целью повышения качества технологического процесса. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2012 г.
2. Вохмин Вячеслав Сергеевич Разработка энерго-сберегающей электротехнологии сбраживания навоза с использованием индукционного нагрева. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Ижевск, 2012
3. Моделирование химико-технологических объектов управления. Учебное пособие В.Ф. Беккер. 2014.-142с.
4. Уральский Федеральный Университет имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина, "Авангард", "Анаэробная биогазовая установка для работы в зимних условиях".

Рецензент: д.т.н., профессор Батырканов Ж.И.