

УДК 637.023

**Зикрин Рамиль Надирович,**  
магистрант кафедры электрических  
машин и электрооборудования,  
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ  
Zikrin Ramil Nadirovich,  
undergraduate of the Electric Machines and Equipment Chair,  
FSBEI HE Bashkir State Agrarian University

Научный руководитель:  
**Валишин Денис Евгеньевич,**  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
электрических машин и электрооборудования,  
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ  
Valishin Denis Evgenevich,  
candidate of technical sciences, Assistant Professor  
of the Electric Machines and Equipment Chair,  
FSBEI HE Bashkir State Agrarian University

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА ИЗ ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДСТВА  
AUTOMATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS  
OF BIOGAS PRODUCTION FROM POULTRY WASTE**

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются аспекты автоматизации технологического процесса получения биогаза из куриного помета. Описана структурная схема биогазовой установки, а также предложена функциональная схема автоматизированной системы управления на базе программируемого логического контроллера (ПЛК) ОВЕН. Особое внимание уделено алгоритму регулирования температурного режима процесса брожения для обеспечения высокой производительности биореактора.

**Abstract.** This article examines the aspects of automating the technological process of biogas production from poultry manure. The structural diagram of the biogas plant is described, and a functional diagram of an automated control system based on the OVEN programmable logic controller (PLC) is proposed. Special attention is paid to the algorithm for regulating the temperature regime of the fermentation process to ensure high bioreactor performance.

**Ключевые слова:** Биогаз, автоматизация, куриный помет, ПЛК ОВЕН, биореактор, температурный режим, агропромышленный комплекс.

**Keywords:** Biogas, automation, poultry manure, PLC OVEN, bioreactor, temperature regime, agro-industrial complex.

**Введение.** Современные птицефабрики сталкиваются с серьезной экологической и экономической проблемой утилизации куриного помета. Размеры устаревших отстойников и лагун огромны, а вода в отходах связана коллоидными соединениями, что усложняет естественное испарение. Эффективным решением данной проблемы является внедрение биоэнергетических комплексов для анаэробного (метанового) сбраживания органических отходов. В процессе переработки вырабатывается биогаз (состоящий на 50...70 % из метана  $\text{CH}_4$  и на 30...50 % из углекислого газа  $\text{CO}_2$ ), а перебродившая масса (дигестат) становится высококачественным биоудобрением [1].



Однако процесс получения биогаза требует строжайшего соблюдения технологических параметров, в первую очередь – температурного режима (мезофильного 30...40 °С или термофильного 50...60 °С). В связи с этим возникает необходимость применения надежных систем диспетчеризации и автоматизированного управления [2].

**Цель данного исследования** заключается в разработке и описании структурно-функциональной схемы автоматизированного управления процессом производства биогаза из отходов птицеводства для повышения энергетической эффективности комплекса и снижения влияния человеческого фактора.

#### Основной материал статьи

Биогаз из куриного помёта получают путем разложения органических веществ под действием бактерий в герметичном реакторе (метантенке). Процесс занимает от 15 до 30 дней. Технологическая цепочка включает сбор сырья, гомогенизацию, ферментацию, а также последующий сбор газа и выгрузку биоудобрений [3].

Структурная схема типовой биогазовой установки для переработки куриного помета представлена на рисунке 1.

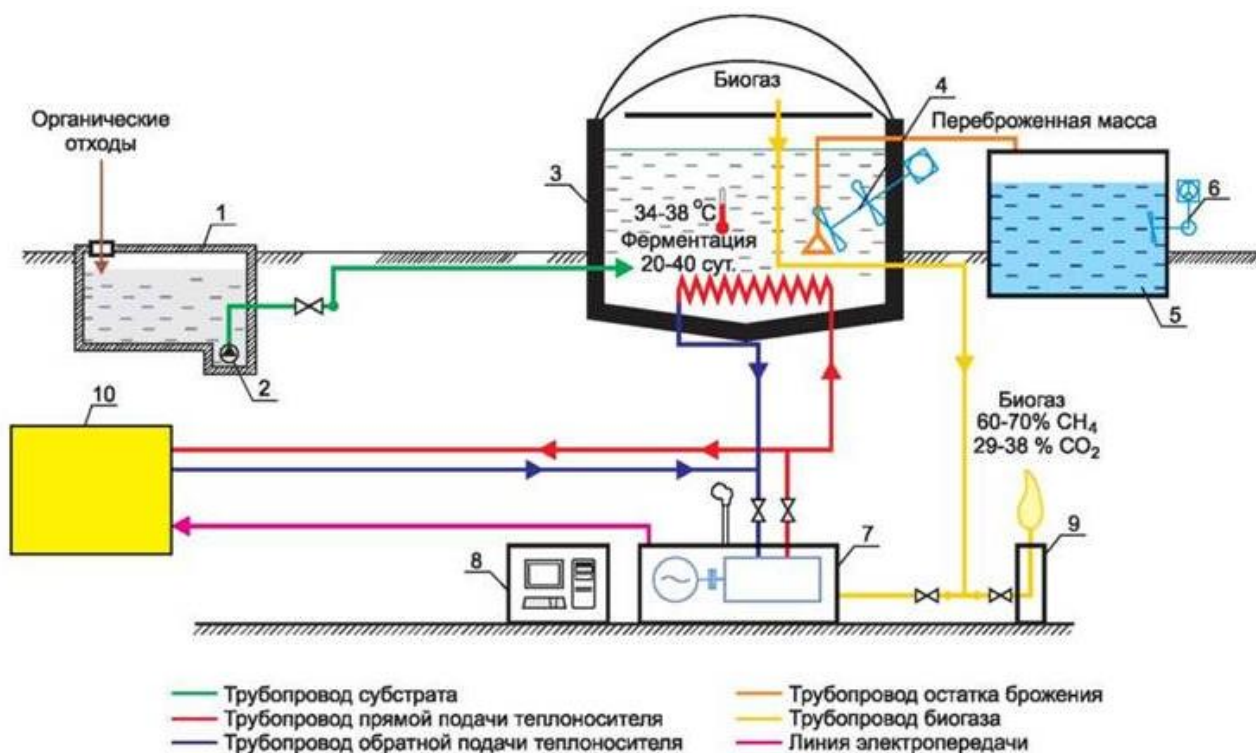


Рисунок 1. Структурная схема биогазовой установки получения биогаза из куриного помета: 1 – пункт приема; 2 – насос; 3 – метантенк (ферментер); 4,6 – мешалка; 5 – резервуар для хранения органического удобрения; 7 – когенерационная установка; 8 – пульт системы контроля и управления; 9 – факел безопасности; 10 – потребитель

Для автоматизации системы управления биоэнергетическим комплексом целесообразно использовать отечественные решения, например, на базе оборудования компании ОВЕН. Функциональная схема такой системы приведена на рисунке 2.



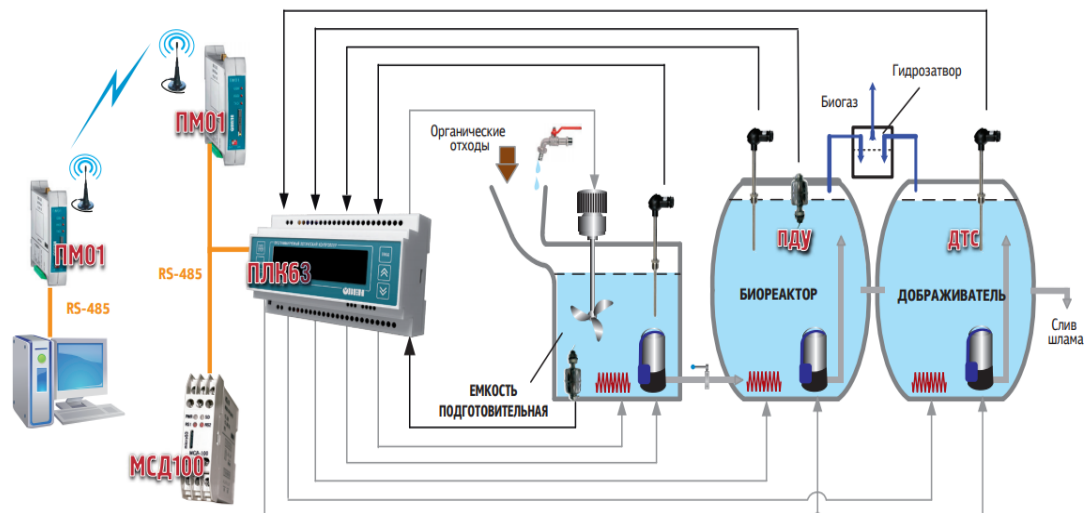


Рисунок 2. Функциональная схема автоматизированной системы управления биоэнергетическим комплексом на базе оборудования ОВЕН

Основу блока управления составляет контроллер ОВЕН ПЛК63, обладающий широкими возможностями программирования и интегрированным дисплеем. На основе поступающих сигналов ПЛК63 формирует управляющие команды на исполнительные механизмы (насосы, электроприводы мешалок, ТЭНы или газовые котлы подогрева). Контроль температуры осуществляется с помощью термосопротивлений ДТС055, а контроль уровня субстрата – поплавковыми датчиками ПДУ-2.1, исключающими переполнение реактора [4].

Кроме ПЛК63 в системе задействован модуль сбора данных MSD100, осуществляющий архивацию параметров для последующего анализа процесса брожения, а также GSM-модем ПМ01. Использование GSM-модема обеспечивает дистанционный контроль работы биокомплекса: система оперативно оповещает обслуживающий персонал (например, отправляя SMS) в случае аварийных ситуаций [5].

Наиболее ответственным контуром регулирования является поддержание температуры биомассы. Структурная схема управления температурным режимом представлена на рисунке 3.

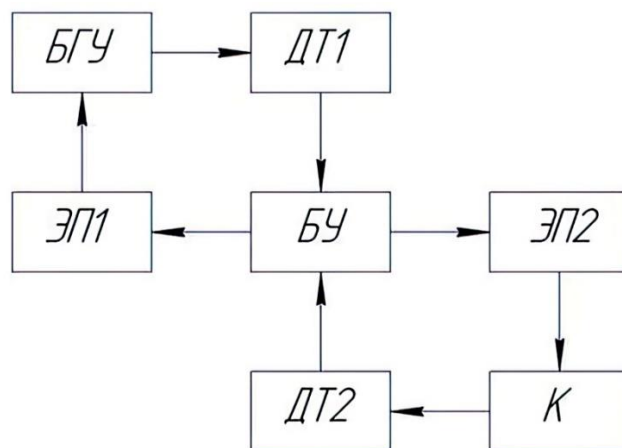


Рисунок 3. Структурная схема автоматизированного управления температурным режимом процесса брожения



Алгоритм работы системы (БУ) строится на показаниях датчика температуры внутри биореактора (ДТ1) и в топке котла (ДТ2). Если текущая температура субстрата  $t_{ib}$  падает ниже заданного минимума ( $t_{min}$ ), блок управления подает команду на включение газового водогрейного котла (К) и запуск электропривода механического перемешивания (ЭП1). Как только температура биомассы превышает максимально допустимую отметку ( $t_{max}$ ), подача газа уменьшается, и перемешивание останавливается во избежание термической гибели метанобразующих бактерий. Дополнительные датчики предохраняют систему от перегрева при авариях в контуре теплоносителя [2, 4].

**Выводы.** Применение систем автоматизированного управления на базе ПЛК для переработки отходов птицеводства является высокоэффективным решением. Интеграция контроллеров, датчиков температуры и уровня, а также GSM-модемов позволяет осуществлять непрерывный мониторинг и поддерживать оптимальный мезофильный или термофильный режим без постоянного присутствия человека. Внедрение рассмотренной автоматизированной системы повышает выход биогаза, снижает вероятность возникновения нештатных ситуаций и обеспечивает экологическую безопасность агропромышленного комплекса за счет эффективной переработки куриного помета в энергоресурсы и ценные удобрения.

*Список литературы:*

1. Баадер, В. Биогаз: теория и практика / В. Баадер, Е. Доне, М. Бренндерфер. – Москва: Колос, 1982. – 148 с.
2. Вельб, В. А. Автоматизация биогазовых установок в агропромышленном комплексе / В. А. Вельб // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2018. – № 4. – С. 22-26.
3. Ковалев, А.А. Биогазовые установки для сельскохозяйственных предприятий / А.А. Ковалев. – Москва: Россельхозакадемия, 2006. – 186 с.
4. Программируемые логические контроллеры ОВЕН ПЛК63: Руководство по эксплуатации. – Москва: ПО «ОВЕН», 2020. – 85 с.
5. Шишмарев, В. Ю. Теория автоматического управления: учебник для студ. вузов / В. Ю. Шишмарев. – Москва: Издательский центр «Академия», 2012. – 352 с.

