

**ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА**  
**Мачкарин Александр Викторович, к.т.н., доцент,**  
**Рыжков Андрей Владимирович, к.т.н., доцент**  
**ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, Белгород**  
Machkarin Alexandr, Ph.D., associate professor,  
Ryzhkov Andrey, Ph.D., associate professor  
FGBOU VO Belgorod State Agrarian University, [machkarin@mail.ru](mailto:machkarin@mail.ru)

*Количество органических отходов разных отраслей народного хозяйства РФ составляет более 400 млн. т в год, из которых отходы сельскохозяйственного производства составляют 260 млн. т. В большинстве стран мира биогазовые технологии стали стандартом переработки биоотходов с целью получения дополнительных сырьевых и энергетических ресурсов. В статье представлены классификация технологий производства биогаза и методы повышения эффективности процесса метанового брожения.*

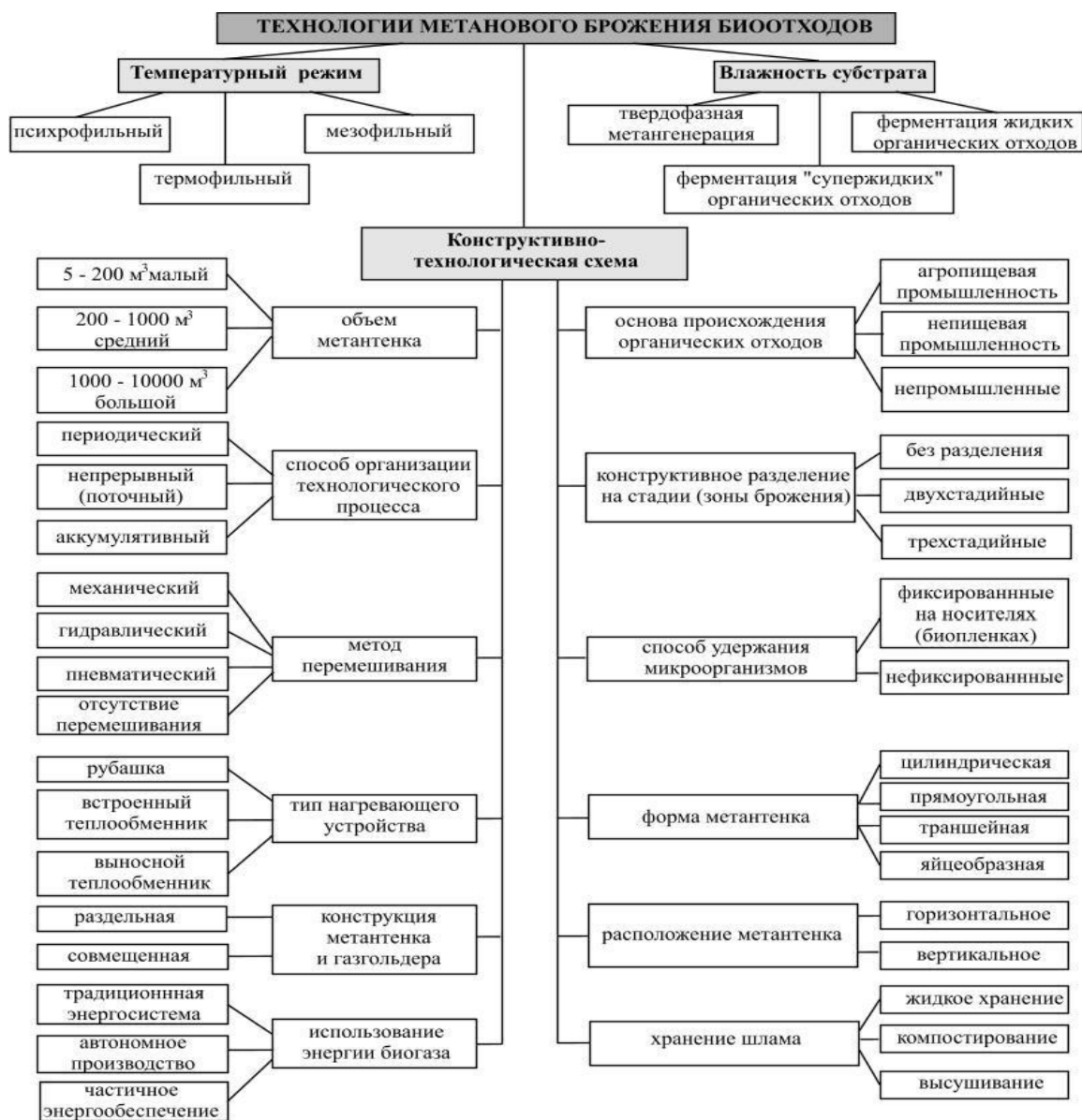
**Ключевые слова:** биогаз, метановое брожение, метантенк, анаэробный процесс.

Главной причиной ограниченного применения биогазовых технологий в России являются большие энергозатраты на технологические нужды оборудования, при этом следует отметить, что основные энергетические потери возникают в метантенке. Интенсификация процесса метанового брожения может осуществляться микробиологическими или конструктивно-технологическими методами. Перемешивание является ключевым способом повышения эффективности работы биогазовой установки. Согласно ГОСТ Р 53790-2010, оптимальное перемешивание субстрата в метантенке увеличивает выход биогаза на 50%. Результаты экспериментальных исследований промышленных аппаратов метанового брожения показали, что недостаточное перемешивание снижает эффективный объем метантенка на 70% и является основной причиной отказа оборудования [1].

По способу перемешивания в метантенке биогазовые установки (БГУ) подразделяются на установки, в которых перемешивание может осуществляться с помощью механических приспособлений, гидравлическими средствами (рециркуляция под действием насоса), под напором пневматической системы (частичная рециркуляция биогаза).

Механические мешалки эффективны при переработке тяжелых субстратов с содержанием сухого вещества (СВ) до 20% [2]. При применении механического способа используют рамные, винтовые, лопастные и другие мешалки. Большая часть перемешивающих устройств представляет собой горизонтально или вертикально установленный вал, на котором закреплены лопасти или другие элементы с винтовой поверхностью, обеспечивающие перемещение массы.

Классификация существующих технологий производства биогаза представлена на рисунке.



**Рисунок – Классификация биогазовых технологий**

Гидравлические перемешивающие системы. Гидравлическое перемешивание – перемешивание, при котором осуществляется перекачивание сырья из одной зоны аппарата в другую [3]. Использование гидравлических систем перемешивания ограничивается легко текучими субстратами.

Пневматическое перемешивание. Существуют способы пневматического перемешивания, когда часть выработанного биогаза откачивается из реактора, сжимается компрессором и нагнетается в аппарат. Газ может нагнетаться через дно, боковую стенку или купол. Известен провели ряд работ над тем, чтобы повысить качество перемешивания, нагнетая в жидкий субстрат биогаз, с использованием для перемешивания извлеченный из биогаза диоксид углерода [4].

При выборе конструктивно-технологического способа совершенствования оборудования БГУ, способствующего повышению выхода биогаза и экономической выгоды, необходимо учесть следующие факторы:

- влияние температуры на процесс является наиболее изученным методом интенсификации сбраживания. Установлено, что для стран с холодными климатическими условиями наиболее предпочтительным является мезофильный режим;
- разделение процесса анаэробного сбраживания на стадии очень сложно реализовать с кон-

структивной точки зрения, так как для этого требуется значительное усложнение конструкции самого метантенка, либо применение дополнительных аппаратов, что ведет к увеличению и без того высоких капитальных затрат;

- подготовка сырья является дополнительным способом улучшения метаногенеза, однако в большинстве технологий присутствует механическое измельчение субстрата, которое по эффективности незначительно уступает ультразвуковому и кавитационному;

- наиболее простым и эффективным методом интенсификации процесса получения биогаза является перемешивание.

Применение системы гидравлического перемешивания позволяет поддерживать наиболее благоприятные гидродинамические и температурные условия для жизнедеятельности метаногенного сообщества бактерий на протяжении всего технологического процесса.

В настоящее время в мире функционирует несколько тысяч крупных промышленных установок для переработки органических отходов в биогаз. В России технологии метанового брожения не получили широкого распространения, за исключением нескольких опытно-промышленных установок, разработанных в соответствии с государственными программами. Реализация биогазовых технологий находится на уровне научно-технических разработок, малых опытных серий и демонстрационных производственных центров. Общее число биогазовых установок в странах СНГ не превышает в настоящее время нескольких сотен.

В России применение технологий метанового брожения биоотходов ограничено вследствие больших энергетических затрат на технологические нужды оборудования, следует отметить, что основные энергетические затраты возникают в метантенке, который является основным аппаратом в технологической схеме [5].

По нашему мнению, применение системы гидравлического перемешивания позволяет поддерживать наиболее благоприятные гидродинамические и температурные условия для жизнедеятельности метаногенного сообщества бактерий на протяжении всего технологического процесса. Гидравлическое перемешивание обеспечивает больший выход биогаза с большим содержанием метана.

#### **Список использованных источников**

1. Булавин С.А., Любин В.Н., Рыжков А.В. и др. Сельскохозяйственная техника Белогорья [Текст] // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – №1. – С. 39–42.

2. Булавин С.А. Обоснование формы лагуны для получения однородной массы жидких стоков [Текст]// С.А. Булавин, А.В. Мачкарин / Вестник мичуринского государственного аграрного университета научно-производственный журнал 2014, № 2 С. 72-76.

3. Технологии и средства механизации уборки, переработки и утилизации навоза: монография [Текст]/ Булавин С.А. [и др.]. - Белгород, ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина, 2013. - 334 с.

4. Алейник С.Н., Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Теоретические исследования процессов переработки и внутривнесения жидкого навоза [Текст]// Инновации в АПК: проблемы и перспективы 2020, №1(25) С.9-28.

5. Машины и технологии для уборки, переработки и утилизации навоза (монография) [Текст]/ Мачкарин А.В., Рыжков А.В., Чехунов О.А. [и др.]. – Белгород: «ПОЛИТЕРРА», 2021. – 401 с.: ил.