

Сахметова Гульмира Едиловна

магистр техн. наук, докторант PhD,

старший преподаватель

Шинибекова Райхан Алтынбековна

докторант PhD, старший преподаватель

Южно-Казахстанский государственный

университет им. М.О. Ауэзова

г. Шымкент, Республика Казахстан

МАСШТАБИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕАКТОРА- МОДУЛЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК БЛОЧНО- МОДУЛЬНОГО ТИПА

***Аннотация:** в статье рассмотрены вопросы масштабирования биогазовых установок. Рассмотрены недостатки традиционных систем анаэробной обработки навоза. Произведено сравнение затрат энергии на собственные нужды биогазовой установки при мезофильном и термофильном режимах обработки. Показаны достоинства блочно-модульного принципа построения биогазовых установок.*

***Ключевые слова:** биогаз, биогазовая установка, масштабирование, реактор-модуль, анаэробное брожение, мезофильный режим, термофильный режим.*

Развитие технологии получения электроэнергии из биогаза непосредственно связано с обеспечением экологического благополучия населения. Поэтому биогазовые проекты должны пользоваться особыми мерами господдержки. В частности, увеличению объемов электроэнергии, получаемой из биогаза, способствует реализация комплекса мероприятий, связанных с ужесточением контроля над выбросами и утилизацией отходов, собираемостью экологических платежей. При существенном росте тарифов на электроэнергию и увеличивающихся экологических платежах биогазовые проекты демонстрируют высокую рентабельность и быструю окупаемость.

Проанализировав все конструкции биогазовых установок, которые применяются в мире, можно разработать основные принципы, по которым можно создавать биогазовые установки для небольших хозяйств [1]. Благодаря возможности простого масштабирования, можно собирать средние установки, причем наращивать объемы и мощности постепенно, по мере расширения животноводческого хозяйства.

Учитывая среднюю длительность цикла брожения в 20 суток и объем газового буфера в 20%, можно сказать, то один куб.м объема реактора имеет пропускную способность 40 литров субстрата с влажностью 86–92% в сутки. Поэтому применение нескольких емкостей, пропорционально увеличит общую пропускную способность установки.

Также возможна ситуация, когда необходимо увеличить пропускную способность уже имеющейся и работающей малой биогазовой установки. В этом случае простейшим решением также будет установка дополнительного реактора.

Несколько реакторов можно соединять последовательно или параллельно.

Биологические процессы, происходящие при анаэробном брожении делятся на 4 фазы, причем 1 и 2 фазы протекают очень быстро. Это накладывает ограничения на количество последовательно соединенных реакторов. Нет никакого смысла ставить последовательно больше 3 реакторов. Обычно в такой цепочке первый реактор работает в психрофильном тепловом режиме и обеспечивает первые две фазы брожения, то есть, является реактором гидролиза. Второй реактор включают в мезофильном режиме. Третий включают в мезофильном или термофильном режиме.

Реактор гидролиза нужен только для некоторых типов сырья, поэтому оптимальной является схема с двумя последовательными реакторами. Оба они могут работать в мезофильном режиме, но последний реактор можно включить и в термофильном режиме, что увеличит общую пропускную способность установки в 1,5 раза.

Если двух последовательных реакторов все равно будет мало, то можно подсоединять еще такие цепочки реакторов параллельно.

При таком добавлении реакторов пропускная способность увеличивается пропорционально увеличению суммарного объема реакторов, а стоимость увеличивается меньше, поскольку некоторые узлы остаются при этом неизменными. На рисунке 1 представлена традиционная технологическая схема установки [2].

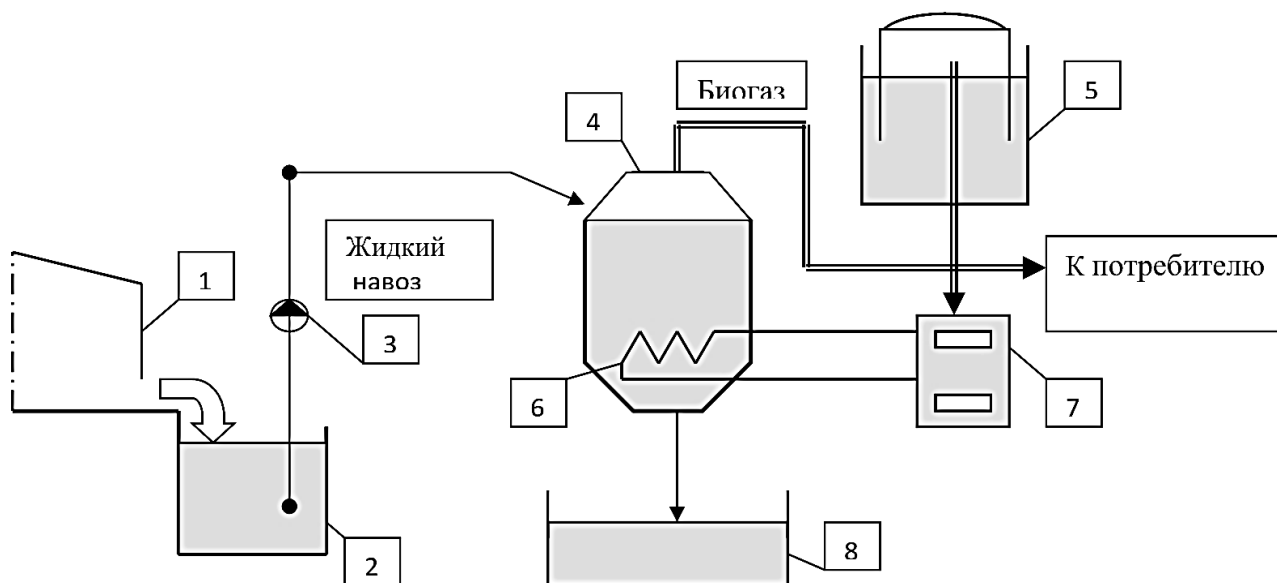


Рис. 1. Технологическая схема биогазовой установки для переработки жидкого навоза: 1 – животноводческое помещение; 2 – навозопреемник; 3 – насос; 4 – метантенк; 5 – газгольдер; 6 – теплообменник; 7 – котел; 8 – навозохранилище

У традиционных биогазовых установок есть ряд существенных недостатков.

Недостатки традиционных систем анаэробной обработки навоза:

- значительный объем реактора, вследствие чего необходимо проведение большого объема НИР и ОКР, а также значительных затрат на изготовление и монтаж оборудования;
- длительный период запуска, связанный с необходимостью накопления требуемого количества биомассы;
- высокая чувствительность системы к внешним воздействиям, поскольку обработка происходит в одном объеме;

– низкая производительность, связанная с неэффективным тепло и массообменом;

– низкая ремонтпригодность, т.е. при ремонте требуется остановка всей системы.

Таблица 1

Сравнение затрат энергии на собственные нужды биогазовой установки при мезофильном и термофильном температурных режимах обработки [3]

Параметр		Ед. изм.	Среднее за отопительный период	среднее за неотопительный период	Средне-годовое
Температура наружного воздуха	tв	°C	–3,1	11,3	4,1
Температура исходного субстрата	t1	°C	4	16	10
Теплота на нагрев всех суточных доз	Qн1	кВт*ч	7971,81	5072,97	6522,39
	Qн2	кВт*ч	5866,7	4486,3	5176,5
Теплота на компенсацию теплопотерь за время удержания	Qк1	кВт*ч	1311,117363	840,2921755	1075,704769
	Qк2	кВт*ч	827,2459272	622,2142344	577,9743864
Теплота с уходящим биогазом	Qг1	кВт*ч	73,024105	46,800985	59,912545
	Qг2	кВт*ч	79,28390556	59,63350556	69,45870556
Теплота на собственные нужды	Qсн1	кВт*ч	9355,951468	5960,063161	7658,007314
	Qсн2	кВт*ч	6773,229833	5168,14774	5823,933092
Электроэнергия на собственные нужды	Есн1	кВт*ч	462	462	462

Предложена технологическая схема биореактора-модуля новой конструкции для аэробной обработки стоков.

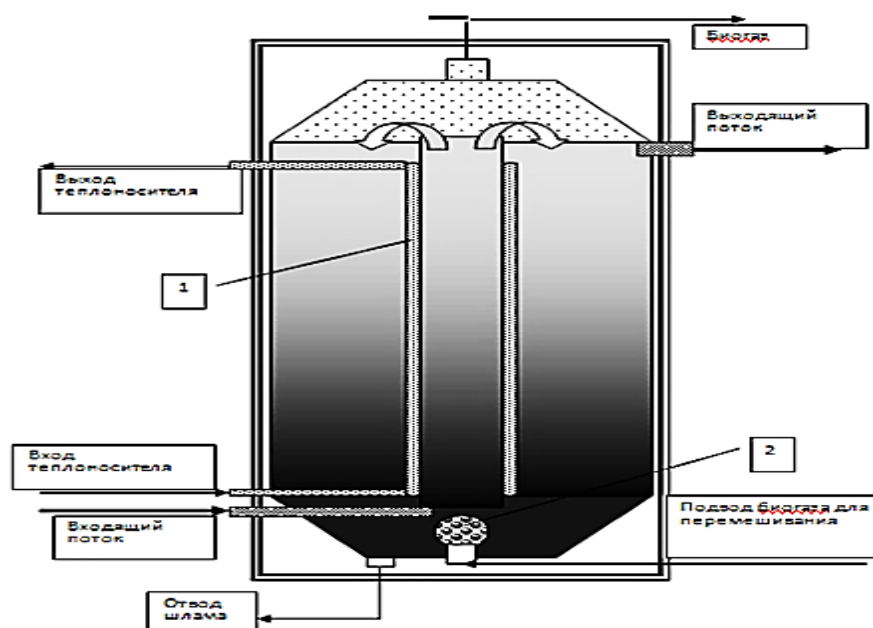


Рис. 2. Технологическая схема биореактора-модуля новой конструкции для аэробной обработки стоков: 1 – зона аэрации; 2 – зона отстаивания и осветления; 3 – перегородка; 4 – пневматический аэратор.

ИАИ – избыточный активный ил

Достоинства блочно-модульного принципа
построения биогазовых установок:

1. Изготовление таких реакторов может быть налажено на многих машиностроительных заводах без проведения дополнительных НИР и ОКР, в виду того, что их геометрия совпадает со стандартным емкостным оборудованием. Это также обеспечивает удобство их транспортировки и относительную простоту монтажа в хозяйственных условиях.

2. Система из нескольких реакторов – модулей обладает значительной устойчивостью к внешним воздействиям и высокой ремонтпригодностью, поскольку при аварии или ремонте одного реактора остальные продолжают нормально функционировать.

3. Система позволяет осуществлять быстрый и плавный запуск реакторов и вывод всей установки на заданную производительность, т.к. обработанный навоз в первом реакторе является инокулянтом для запуска других реакторов – модулей [4].

Выводы

1. Термофильный режим сбраживания отвечает требованиям по обеззараживанию навоза и энергетической эффективности процесса, среднегодовые затраты тепловой энергии на собственные нужды установки при термофильном режиме меньше в 1,3 раза чем при мезофильном.

2. Объем реактора 60 м³ вписывается в разрешенные транспортные габариты и рекомендуется для изготовления реакторов модулей на базе контейнеров морского типа (40 футов), что обеспечит удобство транспортировки и монтажа оборудования.

3. Конструктивные особенности предложенного реактора модуля позволяют осуществлять в нем эффективное перемешивание посредством рециркуляции биогаза и повысить его производительность за счет повышения давления в реакторном пространстве до 0,15 МПа, не выходя за ограничения Ростехнадзора по сосудам, работающим под давлением.

4. Масштабирование малых биогазовых установок позволит увеличить пропускную способность биогазовых установок.

Список литературы

1. Калюжный С.В. Итоги науки и техники / С.В. Калюжный, Д.А. Данилович, А.Н. Ножевникова // Биотехнология. – М.: ВИНТИ, 1991. – Т. 29.

2. Ковалев А.А. Применение компрессионного теплового насоса в системе очистки навозных стоков с использованием предварительной аэробной обработки / А.А. Ковалев, Д.А. Ковалев // Инновации в сельском хозяйстве. – 2014. – №3 (8). – С. 184–189.

3. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – 1984.

4. Ковалев Д.А. Усовершенствованный анаэробный реактор в системе блочно-модульной биогазовой установки / Д.А. Ковалев, А.А. Ковалев // Научно-технический прогресс в животноводстве – ресурсосбережение на основе создания и применения инновационных технологий и техники. – Т. 18. – Ч. 4: Сб. научных трудов ГНУ ВНИИМЖ. – Подольск, 2008.