

Скляр О.Г. кандидат технических наук,

Скляр Р.В. кандидат технических наук.

(Таврический ГАУ, г. Мелитополь)

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Аннотация – работа посвящена определению эксплуатационных параметров биогазовых установок.

Ключевые слова - биогаз, метан, органические вещества, объемная нагрузка, реактор, субстрат, степень разложения.

При сооружении биогазовых установок на первом плане преимущественно находятся аргументы из области экологии. Так, при выборе размера реактора не обязательно стремятся к максимальному объему получаемого газа и к полному разложению содержащейся в субстрате органической массы. Реализация полного разложения органических веществ связана с продолжительным временем пребывания субстрата в реакторе, что также требует соответствующего большого объема резервуаров, так как некоторые вещества разлагаются лишь в течение очень продолжительного времени или не разлагаются вообще. То есть, нужно стремиться к приемлемым затратам и оптимальной производительности разложения.

В этом отношении объемная нагрузка $O_{\text{н}}$, кг·оСВ/(м³·стк), является важным эксплуатационным параметром. Она показывает, сколько

килограммов органического сухого вещества (оСВ) можно подать в реактор на 1 м^3 рабочего объема за единицу времени. [1]

$$O_H = \frac{\dot{m}c}{V_R 100},$$

где \dot{m} - поданный объем субстрата за единицу времени, кг/стк;

c – концентрация органического вещества, ‰оСВ;

V_R – объем реактора, м^3 .

Объемная нагрузка может определяться для каждой ступени (газонепроницаемый, изолированный и обогреваемый резервуар), для всей системы (сумма рабочих объемов всех ступеней), а также с учетом или без учета возврата материала (рециркулята). Вследствие изменения контрольных величин для объемной нагрузки установки получаются разные результаты. Для информативного сравнения объемной нагрузки разных биогазовых установок рекомендуется рассчитывать этот параметр для всей системы без учета возврата материала, то есть исключительно для сырого субстрата.

Еще одним параметром для расчета размера резервуаров является гидравлическое время пребывания (HRT). Это время, в течение которого поданный в реактор субстрат в среднем остается в реакторе до его удаления оттуда. Для расчета берем отношение объема реактора к подаваемому в реактор за сутки объему субстрата. [2]

Гидравлическое время пребывания HRT , в сутках

$$HRT = \frac{V_R}{\dot{V}},$$

где \dot{V} - подаваемый в реактор за сутки объем субстрата, м³/сутк.

Реальное время пребывания отличается от гидравлического, так как в зависимости от перемешивания, отдельные компоненты выводятся из реактора с разной быстротой. Между объемной нагрузкой и гидравлическим временем пребывания существует тесная взаимосвязь (рис. 1)

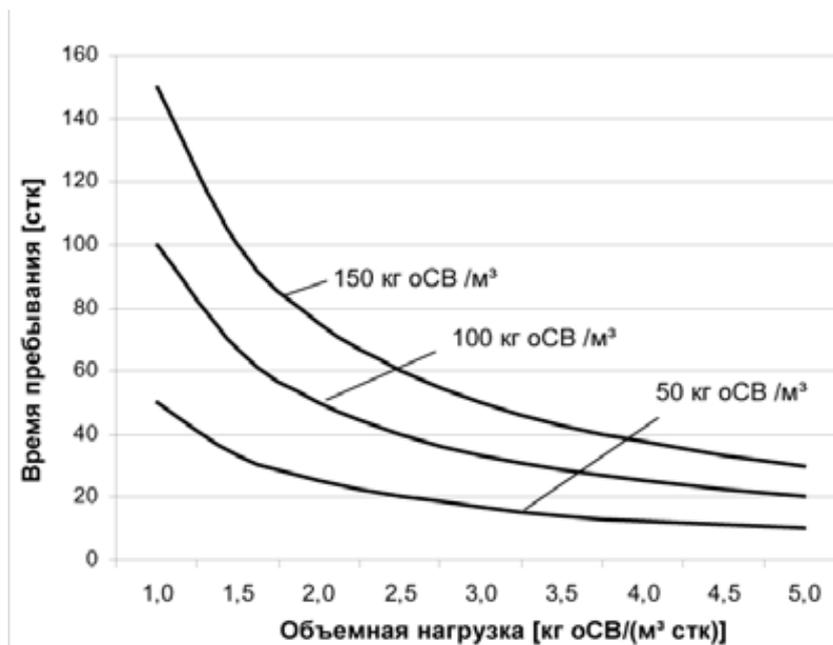


Рис. 1. Взаимосвязь между объемной нагрузкой и гидравлическим временем пребывания при различных концентрациях субстрата

При условии неизменного состава субстрата с увеличением объемной нагрузки в реактор подается больше сырья и соответственно сокращается время пребывания. Чтобы иметь возможность поддерживать процесс брожения, гидравлическое время пребывания следует выбирать таким образом, чтобы при постоянной замене содержимого реактора вымывалось

не больше микроорганизмов, чем может дорасти за это время (период удвоения метанообразующих организмов составляет 10 дней и больше). Кроме того, следует учитывать, что при незначительном времени пребывания у микроорганизмов остается мало времени для разложения субстрата, что приводит к недостаточному объему получения газа. Также в равной мере важно адаптировать время пребывания к удельной скорости разложения используемых субстратов. При известных суточном объеме подачи вместе с разлагаемостью субстрата и желаемым временем пребывания можно рассчитать необходимый объем реактора.

Для описания уровня производительности биогазовой установки хорошо подходят производительность, P_{CH_4} , объем получаемого газа O_{CH_4} и степень разложения $\eta_{оСВ}$. Производительность определяется как отношение суточного объема получаемого газа и объема реактора и, следовательно, характеризует эффективность. Производительность может относиться как к биогазу $P_{биогаз}$, так и к получению метана P_{CH_4} , $Нм^3/(м^3 \text{ стк})$

$$P_{(CH_4)} = \frac{\dot{V}_{CH_4}}{V_R},$$

где \dot{V}_{CH_4} - объем получения метана, $Нм^3/\text{стк}$;

V_R - объем реактора, $м^3$.

Объем получаемого газа может также относиться как к биогазу $O_{биогаз}$, так и к получению метана O_{CH_4} . Последний определяется как отношение полученного объема газа и поданной в реактор органической субстанции

$$O_{CH_4} = \frac{\dot{V}_{CH_4}}{\dot{m}_{oCB}},$$

где \dot{m}_{oCB} - поданное в реактор органическое сухое вещество, т/стк.

Объемы получаемого газа характеризуют эффективность получения биогаза из используемых субстратов. Но в качестве отдельных параметров они являются мало результативными, так как не учитывают эффективную нагрузку реактора. По этой причине объем получаемого газа всегда следует рассматривать в соответствии с объемной нагрузкой.

Степень разложения η дает информацию об эффективности используемых субстратов. Степень разложения можно определить исходя из органического сухого вещества или химической потребности в кислороде ХПК. На основании выполненных на практике аналитических исследований рекомендуется проводить определение степени разложения оСВ

$$\eta_{oCB} = \frac{oCB_{cyb} \cdot m_{nod} - oCB_{cx} \cdot m_{cx}}{oCB_{cyb} \cdot m_{nod}} \cdot 100\% ,$$

где η_{oCB} – степень разложения биомассы, проц.;

oCB_{cyb} - содержание органического сухого вещества в сырой массе, кг/тСМ;

m_{nod} - масса сырой массы, т;

oCB_{cx} – содержание органического сухого вещества в остаточной массе реактора, кг/тСМ;

m_{cx} - масса сброженной массы, т.

Для достижения большего объема получения биогаза необходим интенсивный контакт бактерий и субстрата, который, в общем, достигается перемешиванием в резервуаре для брожения. В реакторе с не перемешанным содержимым через некоторое время начинает наблюдаться разделение содержимого с одновременным образованием слоев, что происходит из-за различия в плотности отдельных компонентов, а также подъема вследствие образования газа. При этом большая часть бактерий находится в нижней части, что обусловлено большей плотностью, а разлагаемый субстрат зачастую собирается в верхнем слое. В таком случае контактная зона ограничена граничными зонами этих обоих слоев, и разложение происходит лишь в незначительной степени. Кроме того, из всплывающих твердых веществ образуется плавающая корка, которая затрудняет выход газа.

Так как важно способствовать контакту микроорганизмов и субстрата путем перемешивания содержимого резервуара для брожения. Но слишком сильного перемешивания следует избегать. То есть нужно найти компромисс, который бы в достаточной мере учитывал оба этих условия. На практике это в большинстве случаев достигается медленно вращающимися мешалками, которые генерируют лишь незначительные касательные силы, а также тем, что содержимое реактора перемешивается интервально.

Выводы. Рассмотренные эксплуатационные параметры биогазовой установки служат в первую очередь для описания ситуации с нагрузкой, например для сравнения различных биогазовых установок. Объемы

получаемого газа характеризуют эффективность получения биогаза из используемых субстратов. Но в качестве отдельных параметров они являются мало результативными, так как не учитывают эффективную нагрузку реактора.

Література

1. *Kaltschmitt M. Energie aus Biomasse/ M. Kaltschmitt, H. Hartmann// Grundlagen, Techniken und Verfahren. - Springer Verlag Berlin, Heidelberg: New York, 2001.*
2. *Сеитбеков Л.С. Микробиологическая анаэробная конверсия биомассы/ Л.С. Сеитбеков, Е.Б. Нестеров, В.Г. Некрасов. – Алматы: Издательство «Эверо», 2005. – 276 с.*
3. *Скляр О.Г. Обґрунтування параметрів процесу метаногенерації гною з рослинною сировиною/ О.Г. Скляр, Р.В. Скляр// Праці ТДАТУ*

OPERATING PARAMETERS OF BIOGAS SETTINGS

A. Sklyar, R. Sklyar

Summary

Work is devoted determination of operating parameters of the biogas settings.