

ISSN 2091 – 5616

AGRO ILM

3(23) SON, 2012



БИОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА И СПОСОБ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА БРОЖЕНИЯ

Известно, что используемые в последнее время биогазовые реакторы для переработки органических отходов, для получения биогаза и высококачественного органического удобрения, с точки зрения экономии в равном полезном объеме металла и уменьшения контактной площади поверхности теплообмена с окружающей средой, имеют сферическую или шарообразную форму. Скорость теплообмена (охлаждения) объемов в воздухе, как известно, пропорциональна разности между температурой брожения биомассы в биореакторе (биогазовой установки) и температурой окружающей среды, т.е.

$$\frac{dx}{dt} = -r(x-a), \quad (1)$$

где: x — температура биореактора в момент времени t ; a — температура окружающей среды; r — положительный коэффициент пропорциональности.

Решение задачи связано с исследованием соотношения, получающегося в результате интегрирования дифференциального уравнения (1).

При этом следует учитывать, что после того, как подача горячего теплоносителя для подогрева содержимого в биогазовую установку сбраживаемой биомассы остановлена, температура воздуха может оставаться неизменной, а возможно будет меняться с течением времени. В первом случае интегрирование дифференциального уравнения (1) с разделяющимися переменными приводит к равенству:

$$\ln \frac{x-a}{x_0-a} = -rt, \quad (2)$$

где x_0 — температура биореактора в момент времени $t=0$.

Если в момент аварийного отключения системы теплового режима теплообменника температура биогазовой установки x была равна 50°C , а спустя час составила $49,96^\circ\text{C}$, то считая, что в момент аварийного отключения теплообменника в биореакторе его температура $x = 52^\circ\text{C}$, а температура окружающей среды $a = 25^\circ\text{C}$, можно, полагая $t=0$ временем аварийного отключения теплообменника, определить время остановки подачи теплоносителя для подогрева биореактора. Из уравнения (2) можно вычислить

$$r = \ln \frac{x-a}{x_0-a} \quad (3)$$

Подставляя теперь в формулу (2) значение k из равенства (3) и значение $x=52^\circ\text{C}$, находим:

$$t = -\frac{1}{r} \ln \frac{x-a}{x_0-a} \quad (4)$$

Согласно этому уравнению можно находить время аварийной остановки теплоносителя и обнаружения неполадок в подаче тепла в биогазовую установку.

В том случае, когда температура воздуха меняется со временем, закон охлаждения в биореакторе запишется в виде линейного неоднородного дифференциального уравнения

$$\frac{dx}{dt} + rx = ra(t), \quad (5)$$

где: $a(t)$ — температура воздуха в момент времени t .

Для иллюстрации одного из методов определения момента времени, когда произошла аварийная остановка подачи тепла в теплообменные трубы, предположим, что в момент остановки температуры биогазовой установки была 50°C . Пусть известно также, что в момент аварийной остановки температура окружающей среды падала в течение каждого часа на 10°C , в момент обнаружения аварийной остановки была равна 0°C . Предположим далее, что через час после обнаружения аварийной остановки теплообменников температура в биореакторе стала равной $49,96^\circ\text{C}$, а температура воздуха понизилась до -10°C .

Если теперь принять за момент аварийной остановки биореактора $t=0$ и считать, что в этот момент $x_0=52^\circ\text{C}$, то, полагая время обнаружения аварийной остановки биореактора $t=t'$, получим $a(t)=t'-t$.

Интегрируя теперь уравнение (5), приходим к соотношению

$$X = (52-t-1/r)e^{-rt} + t'-t+1/r. \quad (6)$$

Далее, имея в виду, что $x=50$ при $t=t'$ и $x=49,96$ при $t=t'+1$, из последнего равенства получаем соотношение

$$(52-t'-1/r)e^{-rt'} + 1/r = 50, \quad (7)$$

$$(52-t'-1/r)e^{-r(t'+1)} + 1/r = 49,96, \quad (8)$$

которые позволяют вывести уравнение относительно k , а именно уравнение:

$$(52-1/r)e^{-k} - 51,96 + 1/r = 0. \quad (9)$$

К уравнению (9) можно прийти, исходя и из других начальных предпосылок. Действительно, примем за $t=0$ время обнаружения аварийной остановки теплоподдачи, тогда $a(t)=-t$, и мы приходим к дифференциальному уравнению

$$\frac{dx}{dt} + rx = -rt \quad (10)$$

(с начальным условием $x_0 = 52$ при $t=0$), из которого требуется найти x как явную функцию t . Решая уравнение (10), получаем, что

$$x = \left(30 - \frac{1}{r}\right)e^{-rt} - t + \frac{1}{r}. \quad (11)$$

Полагая в последнем соотношении $t=1$ и $x=49,96^\circ\text{C}$ мы и приходим к уравнению (9), позволяющему численно решить поставленную задачу.

Действительно, как известно, уравнение (9) не может быть алгебраически разрешено относительно t . Вместе с тем, оно легко решается численными методами нахождения корней трансцендентных уравнений, в частности, методом последовательных приближений Ньютона.

Ш.ИМОМОВ,

к.т.н.,

Бухарский филиал ТИИМ,

К.УСМОНОВ,

соискатель,