

Г.О. КАРАМЯН

АВТОНОМНАЯ СОЛНЕЧНО-БИОГАЗОВАЯ УСТАНОВКА

Разработана автономная солнечно-биогазовая установка для средней свиноводческой фермы. Приведены ее структурная схема и результаты расчетов параметров биогазовой установки исходя из статистических данных Армении по наличию потенциала биогаза и солнечной энергии.

Ключевые слова: автономная установка, биогаз, Солнце, метантенк, газгольдер.

За период с 1990 по 2000 гг. мировое потребление энергии ветра возросло на 25%, солнечной энергии - на 20%, энергии биомассы - на 18%, геотермальной энергии - на 4%. Для сравнения, прирост потребления нефти составил 1%, газа - 2%. Ныне энергии, добываемой в мире из альтернативных источников, ветра, Солнца, биомассы и пр., достаточно для того, чтобы обеспечить электроэнергией 300 млн. домов [1].

В настоящее время в Армении развиваются в основном малые ГЭС, началось освоение энергии Солнца, ветра и биоэнергии, т.е. состояние альтернативной энергетики находится в стадии развития. В Армении имеется много животноводческих ферм, ежедневно производящих большое количество навоза, которое может быть использовано для производства биогаза, что позволит как повысить социальные показатели населения, так и внести ощутимый вклад в решение проблемы защиты окружающей среды.

В индивидуальных хозяйствах Армении навоз в основном используется для отопления. Часто без должной обработки он сбрасывается в близлежащие реки, овраги, поля, что негативно влияет на состояние окружающей среды:

- происходит загрязнение фекалиями рек, грунтовых вод, колодцев;
- патогенная флора, являющаяся возбудителем сильнейших заболеваний животных и человека, распространяется в близлежащие районы.

При использовании животноводческих отходов, как показал опыт, из тонны навоза можно в среднем получить от 8 до 15 м³ биогаза в день, его теплотворная способность $\approx 5500...6000$ ккал/м³ (у бытового газа - 6000...7000 ккал/м³). В среднем на отопление дома площадью 40...50 м² и четырехконфорочную плиту необходимо в час 3,0...3,5 м³ биогаза.

При расчете параметров биогазовой установки, исходя из статистических данных Армении, было принято, что в средней ферме имеются от 500 до 1000 свиней, и одна свинья в среднем дает около 5 кг навоза в день, т.е. ферма ежедневно производит от 2,5 до 5 т навоза.

В статье рассматривается автономная биогазовая установка для средней свиноводческой фермы, структурная схема которой приведена на рис. 1.

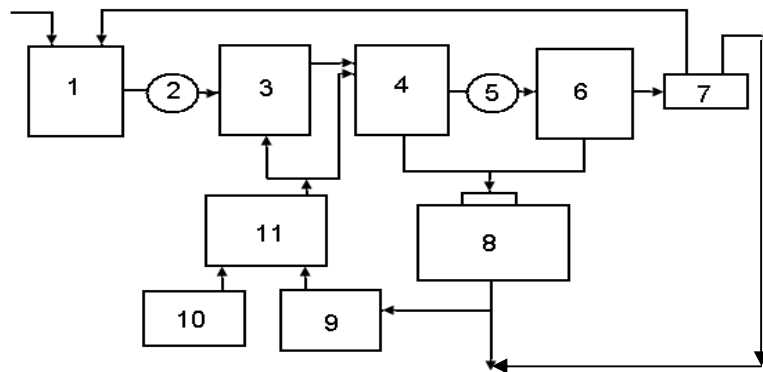


Рис.1. Автономная биогазовая установка для средней свиноводческой фермы: 1 – приемник жидкого помета, 2 – насос, 3 – теплообменник, 4 – метантенк, 5 – хранилище для навоза, 6 – сепаратор, 7 – подземный фильтр, 8 – газгольдер, 9 – биогазовый котел, 10 – солнечный коллектор, 11 – тепловой аккумулятор

В метантенке установлена одна рамная мешалка с параметрами: $d_m = 2,54$ м, скорость вращения мешалки $n = 0,4$ 1/с, число лопастей на валу мешалки $Z_m = 5$, внешний диаметр трубы - 0,2 м. Коэффициент гидравлического сопротивления составляет $\zeta = 8$.

Органические отходы собираются в приемнике 1, куда заливается вода для обеспечения необходимой влажности (95...98)% биомассы, после чего насосом 2 жидкая биомасса перекачивается в метантенк 4. В метантенке биомасса периодически перемешивается при помощи механической мешалки, время вращения и направление которой задаются устройством формирования сигнала управления реверсивного двигателя. Жидкость отработанной биомассы отделяется в сепараторе 6 и накапливается в подземном фильтре 7, а в газгольдере 8 накапливается выработанный биогаз.

Для обеспечения необходимой температуры ферментации в установке предусмотрены два источника тепловой энергии: биогазовый нагреватель 9 и солнечный коллектор 10.

Для разработанной установки объем метантенка выбран 20 м^3 . При этом объем, занимаемый биомассой, составляет 70% от общего объема биореактора, т.е. 14 м^3 . Из этого объема биомассы в среднем вырабатывается 21 м^3 биогаза (средний выход биогаза с 1 м^3 емкости биореактора составляет $1,5 \text{ м}^3$). Диаметр биореактора выбран $D=2,6$ м, высота перемешиваемой массы - $H=2,65$ м. Плотность перемешиваемой среды - $\rho = 1280 \text{ кг/м}^3$, кинематическая вязкость - $V = 0,0000039 \text{ м}^2/\text{с}$. Общий вид биогазовой установки приведен на рис 2 [2].

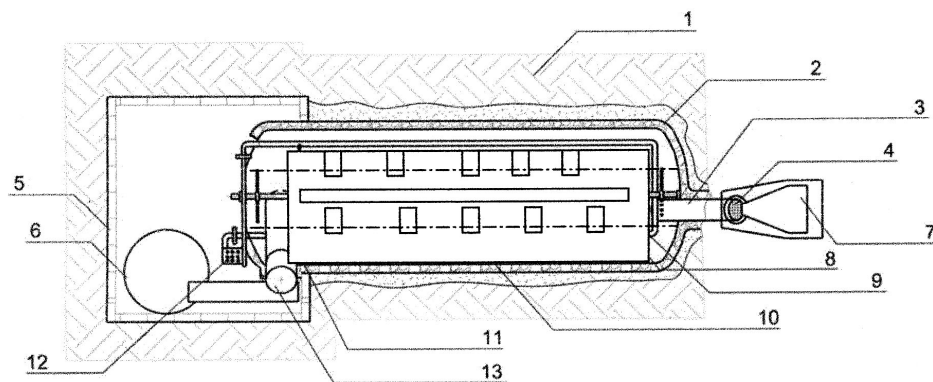


Рис.2. Общий вид биогазовой установки:

1 – грунт, 2 - теплоизоляция реактора, 3 - загрузная труба, 4 - решетка в загрузном отверстии, 5 - стена обслуживающего помещения, 6 - емкость для выгружаемого субстрата, 7 – загрузной «лоток», 8 - вал перемешивающего устройства,
9 - контур отопления 10 – лопасть перемешивающего устройства, 11, 13 - выгрузные трубы, 12 - источник тепла

На рис.3 приведена схема биогазовой установки, в которой в качестве источника тепловой энергии использован солнечный водонагреватель [3].

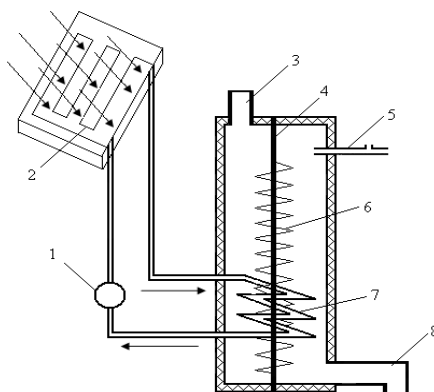


Рис.3. Биогазовая установка с источниками тепла (солнечный коллектор):

1 - насос, 2 - солнечный коллектор, 3 - отвод для загрузки биомассы, 4 - механическая мешалка, 5 - труба для отвода биогаза, 6 - лопасти механической мешалки, 7 - змеевик солнечного коллектора, 8 - отвод для выгрузки отработанной биомассы

Среднее значение интенсивности солнечной радиации в Армении составляет 1,3 кал/см²мин. Для обеспечения теплового режима достаточно

использовать солнечный коллектор типа SOLAR-500, поверхность которого составляет 4,72 м² [4].

Затраты на электроэнергию, необходимую для осуществления перемешивания биомассы, оцениваются по затратам мощности на перемешивание и времени работы перемешивающего устройства.

Результаты расчетов параметров биогазовой установки при заданных выше размерах биогазовой установки выполнены по формулам, приведенным в табл. 1 [5].

Таблица 1

Параметры биореактора	Расчетные формулы	Результаты
Отношение диаметра аппарата к диаметру мешалки	$G_0 = \frac{D}{d_m}$	1,16
Циркуляционный критерий Рейнольдса	$Re_\alpha = \frac{nd_m^2}{V}$ n – частота вращения мешалки, d_m – диаметр мешалки, V – объем метантенка	573440 > 1000
Параметр высоты заполнения аппарата	$y = 8 \frac{H}{D} + 1$ H – высота метантенка, D – диаметр метантенка	9,1
Мощность, затрачиваемая двигателем непосредственно на перемешивание	$N = K_N \rho n^3 d_m^5$ $K_N = 3,87 \cdot Z_M \zeta K_1 = 0,39$ K _N – критерий мощности перемешивания, K ₁ – коэффициент мощности, ζ – коэффициент гидравлического сопротивления, Z _M – число мешалок на валу	1605 Вт

Расчет теплообменников, включенных в установку солнечного теплоснабжения, выполняется по известным зависимостям, в т.ч. по выражениям, определяющим понятие эффективности теплообменника [6,7].

Тепловая энергия, необходимая для нагрева биомассы (навоза), определена с использованием следующего выражения:

$$Q_n = 100 t \frac{G_{ов}}{i\rho} C_n(T_p - T_n), \text{ Дж}, \quad (2)$$

где G_n – масса загруженного навоза, т/дн; t – продолжительность ферментации, дн; i – содержание органического вещества в исходном навозе, %; C_n – удельная теплоемкость жидкого навоза (4,18·10³ кДж/м³ °C); T_p, T_n –

соответственно начальная температура загруженного навоза и температура требуемого режима ферментации.

Для мезофильного режима температура ферментации принята 35 °С, начальная температура загруженного в метантенк навоза летом принималась равной 20 °С, а зимой 10 °С. В качестве примера расчетные соотношения тепловой энергии, необходимой для нагрева биомассы летом, при разном содержании органического вещества приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание биомассы, %	Мезофильный режим, кДж	Термофильный режим, кДж
2	3,14106	7,32106
5	1,25	2,93
10	6,27105	1,46105

Полученные результаты позволяют рассчитать параметры биогазовой установки с учетом местных ресурсов биомассы и при использовании этой энергии экономить горючее топливо и электроэнергию, получить высококачественное удобрение и, тем самым, исключить зависимость от импортируемых энергоносителей и повысить экологические показатели республики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Druk H., Fischer S., Kerskes H.** Workshop Thermische Solaranlagen. Intersolar 2005. Stuttgart.
2. **Карамян Г., Казарян Э.** Система анаэробного брожения органических отходов. Патент РА, N1578 А2, 11.04.2005.
3. **Heinz Ladener.** Solaranlagen. Planung, Bau&Selbstbau von Solarsystem. Okobux, 2003. – 226 p.
4. Der PARADIGMA Sonnenkollektor. Heizsysteme in ökologischer Konsequenz. 2002.
5. **Брагинский Л.Н., Бегачев В.И., Барабаш В.М.** Перемешивание в жидких средах. –М.: Химия, 1984.- 362 с.
6. **So bauen ich eine Solaranlage.** Handbux fur technik, Planung und montage. Wagner&Co, 2003. – 250 p.
7. **Карамян Г., Казарян Э., Судзиловский О.Ю., Надер А.В.** Энергетические и экономические аспекты использования комбинированных солнечных установок горячего водо- и теплоснабжения // Информационные технологии и управление. – 2003. – Т.1-2. – С.80-87.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 17.12.2006.

Հ.Հ. ՔԱՐԱՄՅԱՆ

ԱՎՏՈՆՈՄ ԱՐԵՎԱԿԵՆՍԱԳԱԶԱՅԻՆ ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄ

Մշակված է ավտոնոմ արևակենսագազային համակարգ միջին խոզաբուծական տնտեսության համար: Բերված են նրա կառուցվածքային շղթան, ընդհանուր տեսքը և կենսագանգվածի պարամետրերի հաշվարկն ըստ Հայաստանում բիոգանգվածի և արևային էներգիայի վիճակագրական տվյալների:

Առանցքային բառեր: ավտոնոմ սարքավորում, կենսագազ, արև, մեթանթենկ, գազհոլդեր.

H.H. KARAMYAN

AUTOMATIC SOLAR BIOGAS PLANT

Automatic solar biogas plant for average pig breeding farm is developed. The structural scheme and parameter calculation results of biogas plant proceeding from the statistical data of Armenia on the presence of biogas potential and solar energy are given.

Keywords: autonomic, biogas, sun, plant, methanetank, gasholder.