

УДК 620.91

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ НА СВИНАРНИКЕ-ОТКОРМОЧНИКЕ

Андреев В.А., Горбунов И.Н., студенты гр. ЭПб-132
Научный руководитель: Захаренко С.Г., к.т.н., доцент,
Малахова Т.Ф., к.т.н., доцент, Скребнева Е.В., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Возобновляемые источники электроэнергии (ВИЭ) набирают популярность среди жителей городов и сел, в основном благодаря своей доступности. Для того, чтобы пользоваться ВИЭ, необходимо приобрести специальное оборудование, которое может не оправдать ожиданий, и потребитель «выбросит деньги на ветер». Чтобы избежать пустых трат денег и времени, необходимо провести технико-экономические расчеты, а именно: узнать стоимость электроэнергии, выработанной установкой, рассчитать срок окупаемости установки и т.д.

В качестве примера приводится расчет биогазовой установки типа БИОЭН-1 (табл. 1, табл. 2), применяемой на свиноматнике-откормочнике на 1000 голов, который планируется построить в п. Мирный (Ленинск-Кузнецкий район, Кемеровская область). Следует отметить, что возможный доход получается не только от производства энергии, но и от снижения затрат на утилизацию отходов жизнедеятельности поросят и продажи удобрений, которые образуются в результате брожения биомассы

Таблица 1 – Технические характеристики биоустановки БИОЭН-1 (для одного комплекта) [2]

Характеристика	Значение
Количество перерабатываемого сырья	$k = 1000$ кг/сут.
Тип производимого топлива	Биогаз
Состав топлива	Метан 60 %, CO ₂ 40%.
Количество вырабатываемого топлива (энергии) в сутки: биогаз электрическая энергия тепловая энергия	$v = 40$ м ³ $w_{э\text{э}} = 80$ кВтч $w_{т\text{э}} = 230$ кВтч
Затраты топлива (энергии) на собственные нужды установки	$v_{сн} = 30\%$
Температура процесса	$t^o = 52 \div 55$ °C
Размер отапливаемой площади	$S_{пл} = 120 \div 140$ м ²
Дополнительно производимые продукты: жидкие органические удобрения	$V_{уд} = 500$ л
Срок службы	10 лет
Обслуживающий персонал	2 человека

Фирма-разработчик: АО Центр «ЭкоРос», Москва [2].

Фирма-изготовитель: АО Центр «ЭкоРос», АО «Стройтехника – Тульский завод», АО «Юргинский машиностроительный завод», АО «Заволжский авторемонтный завод» [2].

Таблица 2 – Данные для расчета

Выход навоза в сутки ⁽¹⁾	$M = 4,5 \text{ т}$
Стоимость биоустановки	$\Pi = 2250000 \text{ руб.}$
Расстояние Юрга – п. Мирный	$L = 216 \text{ км}$
Стоимость доставки	$\partial = 30 \text{ руб./км}$
Стоимость утилизации отходов III класса опасности ⁽²⁾ [4]	$\Pi_y = 1327 \text{ руб./т}$
Тариф на электроэнергию[5]	$T_{\text{э}} = 3,81 \text{ руб./кВт} \cdot \text{ч}$
Тариф на тепловую энергию ⁽³⁾	$T_{\text{т}} = 1495,53 \text{ руб./Гкал}$
Стоимость биоудобрений	$\Pi_{\text{Б}} = 32,5 \text{ руб./л}$
Количество комплектов в батарее	$n = 4$

Примечания:

1. На свинарниках на одну голову в сутки в среднем образуется 4,5 кг навоза [3].
2. Свежий навоз свиней относится к III классу опасности[6].
3. Тариф установлен администрацией Чкаловского сельского поселения.

Затраты на приобретение биоустановки определяются по формуле:

$$S_y = \Pi + D + M, \text{ руб.},$$

где: $D = L \cdot \partial$ – затраты на доставку, руб.; $M = 0,15 \cdot \Pi$ – затраты на монтаж (наладку), руб.

$$S_y = 2250000 + 216 \cdot 30 + 0,15 \cdot 2250000 = 25940000 \text{ руб.}$$

Выработка электроэнергии за год:

$$W_{\text{э}} = w_{\text{э}} \cdot n \cdot 0,7 \cdot 365, \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где: n – количество батарей, шт.; 0,7 – коэффициент, учитывающий собственные нужды; 365 – количество дней в году.

$$W_{\text{э}} = 80 \cdot 4 \cdot 0,7 \cdot 365 = 81760 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

Выработка тепловой энергии за год:

$$W_{\text{т}} = w_{\text{т}} \cdot n \cdot 0,7 \cdot 365, \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

$$W_{\text{т}} = 230 \cdot 4 \cdot 0,7 \cdot 365 = 235100 \text{ кВт} \cdot \text{ч или } 202,15 \text{ Гкал/ч.}$$

Издержки:

$$I = A + 3 / \Pi + \text{отч}3 / \Pi + TO, \text{ руб.},$$

где: A – амортизационные отчисления за год ($A = 0,1 \cdot S_y$); $3 / \Pi$ – заработная плата обслуживающего персонала с начислениями (20000 руб./мес.); $\text{отч}3 / \Pi$ – социальные выплаты ($\text{отч}3 / \Pi = 0,28 \cdot 3 / \Pi$); TO – стоимость текущего обслуживания (составляют не более 4% от начальной стоимости установки в год [1]).

$$3 = 12 \cdot 2 \cdot 20000 + 2594400 + 12 \cdot 0,28 \cdot 40000 + 0,04 \cdot 2250000 = 963800 \text{ руб.}$$

Тариф на электроэнергию рассчитывается по формуле:

$$T'_{\text{э}} = \frac{0,25 \cdot I}{W_{\text{э}}}, \text{ руб./кВт} \cdot \text{ч},$$

где: 0,25 – доля выработки установкой электрической энергии.

$$T'_{ЭЭ} = \frac{0,25 \cdot 963800}{81760} = 2,95 \text{ руб./кВт} \cdot \text{ч.}$$

Тариф на тепловую энергию рассчитывается по формуле:

$$T'_{ТЭ} = \frac{0,75 \cdot I}{W_{ТЭ}}, \text{ руб./Гкал,}$$

где: 0,75 – доля выработки установкой тепловой энергии.

$$T'_{ТЭ} = \frac{0,75 \cdot 963800}{202,15} = 3576 \text{ руб./Гкал.}$$

Разница в стоимости электроэнергии, приобретаемой у энергосбытовой компании и вырабатываемой в биогазовой установке:

$$\Delta S_{ЭЭ} = W_{ЭЭ} \cdot T_{ЭЭ} - W_{ЭЭ} \cdot T'_{ЭЭ}, \text{ руб.,}$$
$$\Delta S_{ЭЭ} = 81760 \cdot 3,81 - 81760 \cdot 2,95 = 70310 \text{ руб.}$$

Разница в стоимости тепловой энергии, приобретаемой у теплоснабжающей организации и вырабатываемой в биогазовой установке

$$\Delta S_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot T_{ТЭ} - W_{ТЭ} \cdot T'_{ТЭ}, \text{ руб.,}$$
$$\Delta S_{ТЭ} = 202,15 \cdot 1495,53 - 202,15 \cdot 3576 = -420600 \text{ руб.}$$

Доход от реализации удобрений:

$$S_{УД} = V_{УД} \cdot ЦБ \cdot 365, \text{ руб.,}$$

где: $V_{УД}$ – объем получаемых удобрений, л; $ЦБ$ – стоимость 1 литра удобрений, руб.

$$S_{УД} = 500 \cdot 32,5 \cdot 365 = 5931000 \text{ руб.}$$

Стоимость утилизации отходов:

$$S_{УТИЛ} = M \cdot ЦУ \cdot 365, \text{ руб.,}$$

где: M – выход навоза за сутки, т; $ЦУ$ – стоимость утилизации 1 тонны отходов, руб.

$$S_{УТИЛ} = 4,5 \cdot 1327 \cdot 365 = 3285000 \text{ руб.}$$

Доход:

$$S = \Delta S_{ЭЭ} + \Delta S_{ТЭ} + S_{УД} + S_{УТИЛ}, \text{ руб.,}$$
$$S = 70310 - 420600 + 5931000 + 3285000 = 7761000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости:

$$C = \frac{S_y}{S}, \text{ год,}$$
$$C = \frac{2594000}{7761000} = 0,334 \text{ года (4 мес.).}$$

Биогазовая установка в основном окупается за счет самостоятельной безопасной утилизации отходов и получения органических удобрений, которые хозяйству не нужно будет где-то покупать. Несмотря на относительно небольшую стоимость электроэнергии, производимой в биоустановке, производство подобным образом энергоносителей не выгодно, из-за затрат на вы-

работку тепла. В биоустановке, электроэнергия и тепло – скорее побочный продукт, чем основной.

Хотя в целом, работу установки можно считать эффективной. Срок окупаемости всего 4 месяца, по истечении этого срока установка будет приносить годовой доход в размере 7761000 рублей. К тому же наличие автономного источника электроэнергии, который, кстати, не зависит от поставок топлива, значительно повышает надежность электроснабжения потребителя.

В заключение хотелось бы сказать, что применение биоустановки позволяет комплексно решать задачи, поставленные перед сельским хозяйством.

Список литературы

1. Веденев, А.Г. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике / А.Г. Веденев, Т.А. Веденева. – Б.: Типография «Евро», 2006. — 90с.

2. Земсков, В. И. Возобновляемые источники энергии в АПК: Учебное пособие / В.И. Земсков. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 368 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

3. Ковалев, Н.Г. Уборка и утилизация навоза на свиноводческих фермах / Н. Г. Ковалев, И. К. Глазков, И. Н. Матяш. – М. : Россельхозиздат, 1981. – 63 с. : ил.; 20 см.

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.09.2016 N 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – Москва: Официальный интернет-портал правовой информации, 2016. – режим доступа:

<http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102409476&intelsearch=%CE+%F1%F2%E0%E2%EA%E0%F5+%EF%EB%E0%F2%FB+%E7%E0+%ED%E5%E3%E0%F2%E8%E2%ED%EE%E5+%E2%EE%E7%E4%E5%E9%F1%F2%E2%E8%E5+%ED%E0+%EE%EA%F0%F3%E6%E0%FE%F9%F3%FE+%F1%F0%E5%E4%F3+%E8+%E4%EE%EF%EE%EB%ED%E8%F2%E5%EB%FC%ED%FB%F5+%EA%EE%FD%F4%F4%E8%F6%E8%E5%ED%F2%E0%F5>.

5. Предельные уровни нерегулируемых цен на электрическую энергию (мощность) дифференцированные по ценовым категориям и составляющие их расчёта [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – Кемерово: Официальный сайт ОАО «Кузбассэнергосбыт», 2017. – режим доступа: <http://www.kuzesc.ru/?pur=14>.

6. Приказ Федеральной служба по надзору в сфере природопользования от 18.07.2014 N 445 (с изм. от 16.08.2016) «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – СПб: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации, 2014. – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420209965>.