

ПРИМЕНЕНИЕ ТРИГЕНЕРАЦИОННОЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ОТХОДАХ МЯСОПЕРЕРАБОТКИ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «КАЛИНКОВИЧСКИЙ МЯСОКОМБИНАТ»)

А. В. Засименко, В. А. Мороз

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научные руководители: Т. В. Алферова, О. А. Полозова

По мере роста цен на нефть и природный газ все более популярным в мире становится применение вторичных энергоносителей. Одним из эффективных способов получения энергии в будущем может стать использование в качестве топлива биогаза.

Биогаз – это смесь метана и углекислого газа, образующихся в процессе анаэробного (бескислородного) сбраживания биомассы в специальных реакторах – ферментерах.

При сжигании 1 м³ биогаза выделяется около 9 кВт · ч тепловой энергии или вырабатывается 1,5–2 кВт · ч электроэнергии, причем электричество без перепадов напряжения, как в общественной сети.

В качестве примера рассмотрим целесообразность применения биогазовой установки, работающей на отходах мясоперерабатывающего производства ОАО «Калинковичский мясокомбинат», для покрытия собственных нужд предприятия в электрической и тепловой энергии.

В настоящее время энергоснабжение предприятия осуществляется по стандартной схеме: электроснабжение и собственная котельная. КПД такой схемы составляет 56 %. Затраты предприятия на холодоснабжение составляют более 50 % потребляемой электроэнергии, поэтому основное внимание нужно обратить на работу холодильных установок. Модернизация энергоснабжения предприятия на базе тригенерационной установки позволяет организовать максимально эффективную схему энергоснабжения предприятия, при этом увеличив КПД установки до 90 %. На рис. 1 представлена сравнительная характеристика производства тепла, электроэнергии и когенерации.



Рис. 1. Сравнительная характеристика раздельного производства электроэнергии, тепла и когенерации

Тригенерационная установка на базе газопоршневого двигателя представляет собой комплекс инженерных сооружений для одновременной выработки электрической, тепловой энергии и холода, состоящий из устройств:

- подготовки сырья;
- производства биогаза;
- производства электроэнергии, тепла и холода;
- автоматизированной системы управления установкой.

В качестве электрогенерирующего оборудования на производстве ОАО «Калинковичский мясокомбинат» предлагается использование когенерационного модуля 420 GS-N/B.LC производства GE Jenbacher (Австрия) совместно с одноступенчатой абсорбционной машиной на горячей воде BROAD BDH-65 хладопроизводительностью 663 кВт. Основные технико-экономические показатели когенерационного модуля приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Основные технико-экономические показатели
когенерационного модуля 420 GS-N/B.LC**

Основные параметры	Единицы измерения	Значение
<i>Двигатель</i>		
Расход топлива	нм ³ /ч	351
Электрическая мощность	кВт	1403
Тепловая мощность при охлаждении до 120	кВт	1461
Электрический КПД	%	42,1
Тепловой КПД	%	43,8
Общий КПД	%	85,9
Срок службы	лет	28
<i>Выработка за год</i>	кВт · ч	11785290
Потребление электроэнергии на нужды предприятия	кВт · ч	9097440
Отпуск на сторону	кВт · ч	2687760
Выработка тепловой энергии для производства холода	Гкал	6789,07
Суммарная выработка энергии	Гкал	10769,64

Источниками сырья для выработки биогаза и последующей генерации энергии на предприятии ОАО «Калинковичский мясокомбинат» могут служить: жир чистый, жир из жироловок и отходы бойни. В табл. 2 представлен выход газа на 1 т сырья.

Таблица 2

Выход газа на 1 т сырья

Тип сырья	Выход газа, м ³ /т сырья
Жир чистый	1300
Жир из жироловок (жировая пульпа)	250
Отходы бойни (кровь, кныга, мягкие ткани)	250–500

Количество биогаза, которое можно получить из собственного сырья составляет в среднем $V_6 = 3700 \text{ м}^3$ в сутки.

Для увеличения выхода биотоплива используется добавка ZorgEnzym – смесь из энзимов, пробиотиков и микроэлементов (производство Германия). Применение добавки позволяет:

- увеличить выход биогаза до 40 % без изменения конструкции установки;
- снизить трудоемкость работы оператора за счет стабилизации процесса сбраживания;
- повысить содержание метана в биогазе.

График увеличения выхода биогаза при использовании энзимов показан на рис. 2.

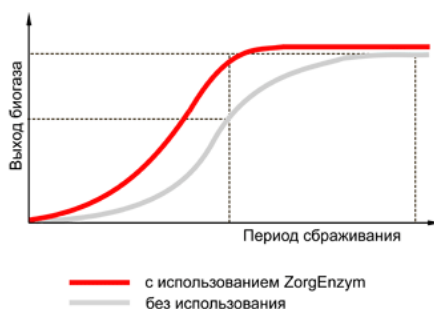


Рис. 2. Увеличение выхода биогаза при использовании энзимов

Расход добавки составляет 1–2 г на 1 кВт установленной мощности биогазовой установки, или 50–100 г на 1 т органического сухого вещества.

Стоимость добавки ZorgEnzym – 42 евро/кг.

С учетом действия добавки предприятие производит в сутки биогаза, м^3 :

$$V = V_6 \cdot 1,4 = 3700 \cdot 1,4 = 5180 \text{ м}^3.$$

При этом себестоимость биогаза $C_6 = 14,57$ евро/тыс. м^3 . Для сравнения: стоимость природного газа составляет $C_{\text{пр.г}} = 198,15$ евро/тыс. м^3 .

Количество выработанного биогаза позволяет покрыть 62 % потребности тригенерационной установки в топливе.

Для расчета работы тригенерационной биогазовой установки принимаем число часов использования тепловой и электрической мощности $T = 8500$ ч/год, т. е. работу энергомодуля в течение всего года за вычетом времени остановки оборудования на техническое обслуживание.

Оценка экономической эффективности и срока окупаемости тригенерационной биогазовой установки с учетом инвестиций представлена в табл. 3.

Таблица 3

Расчет срока окупаемости инвестиций в тригенерационную биогазовую установку на ОАО «Калинковичский мяскокомбинат»

Показатели	Единицы измерения	Значение
Стоимость оборудования с учетом транспортных расходов	евро	1168000
НДС, 20 %	евро	210240
Стоимость оборудования с НДС	евро	1378240
Стоимость строительно-монтажных работ с НДС, 40 %	евро	551296

Окончание табл. 3

Показатели	Единицы измерения	Значение
Пуско-наладочные работы, 10 %	евро	137182,4
Проектные работы, 15 %	евро	206736
<i>Итого инвестиций с учетом НДС</i>	евро	2150054,4
Доходы проекта (за период эксплуатации)	евро	
Доход от продажи излишек электроэнергии потребителю	евро	23617835,27
Доход от продажи излишек электроэнергии в энергосистему	евро	4805138
Доход от производства тепловой энергии	евро	2002181594
<i>Итого доходы проекта от собственного производства энергоносителей</i>	евро	48444789,2
Срок окупаемости с начала эксплуатации	лет	2,61
Себестоимость производства электроэнергии	евро/кВт · ч	0,0272
Себестоимость отпуска электроэнергии	евро/кВт · ч	0,0278

Себестоимость производства электроэнергии с использованием тригенерационной биогазовой установки в 3,6 раза дешевле энергии, получаемой из объединенной системы «Белэнерго».

Согласно полученному сроку окупаемости $T_{ок} = 2,61$ лет, данный проект является экономически эффективным и рентабельным, так как вместо использования первичных энергоресурсов предполагает использование вторичных – биотоплива, что позволяет снизить энергетическую составляющую выпускаемой продукции, а излишки электроэнергии продавать в объединенную систему «Белэнерго» по повышенному на 30 % тарифу (в первые 10 лет после ввода биогазовой установки в эксплуатацию).

Литература

1. Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь : утв. Указом Президента Респ. Беларусь от 17 сент. 2007 г. № 433.