

# **ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМБИНИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПРОИЗВОДСТВА НА БАЗЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ МЯСОМОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ОАО «КАЛИНКОВИЧСКИЙ МЯСОКОМБИНАТ»)**

**А. В. Засименко, В. А. Мороз**

*Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого, Беларусь*

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

Одним из наиболее эффективных и современных направлений снижения энергетической составляющей себестоимости выпускаемой продукции является комбинированное энергопроизводство на базе использования вторичных энергоресурсов предприятия.

Рассмотрим целесообразность применения тригенерационной биогазовой установки, работающей на отходах мясоперерабатывающего производства ОАО «Калинковичский мясокомбинат», для покрытия собственных нужд предприятия в электрической, тепловой энергии и холоде.

В настоящее время энергоснабжение предприятия осуществляется по стандартной схеме: электроснабжение и собственная котельная. Общий коэффициент полезного действия (КПД) такой схемы составляет 58 %.

Затраты предприятия на холодоснабжение составляют более 50 % потребляемой электроэнергии, поэтому основное внимание нужно обратить на работу холодильных установок.

Модернизация предприятия ОАО «Калинковичский мясокомбинат» на базе тригенерационной установки позволяет организовать максимально эффективную схему энергоснабжения предприятия, при этом увеличив коэффициент полезного действия установки до 90 %.

В качестве электрогенерирующего оборудования на производстве ОАО «Калинковичский мясокомбинат» предлагается использование когенерационного модуля JMS412GS-N/B.LC производства GEJenbacher (Австрия).

Агрегат характеризуется высокой удельной мощностью, высоким КПД и может функционировать по двухфазному режиму: природный газ/биогаз. Основные технические показатели установки представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Технические показатели когенерационного модуля JMS412GS-N/B.LC

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение
Теплотворная способность биогаза	кВт*ч/нм <sup>3</sup>	7,5
Нагрузка	%	100
Подведенная мощность	кВт	1977
Расход газа	нм <sup>3</sup> /ч	264
Электрическая выходная мощность	кВт	844
Тепловая мощность	кВт	865
Расход смазочного масла	кг/ч	–
Электрический КПД	%	42,69
Тепловой КПД	%	43,75
Общий КПД	%	86,44
Срок службы	лет	28

Для генерации холодной воды с температурами 7–12 °С предлагается установить одноступенчатую абсорбционную холодильную машину BROADBDH-30 на горячей воде хладопроизводительностью 302 кВт.

Источниками сырья для выработки биогаза и последующей генерации энергии на предприятии ОАО «Калинковичский мясокомбинат» могут служить отходы бойни: жир из жироловок, жир чистый.

Суточный выход биогаза на 1 т сырья из различного сырья в ОАО «Калинковичский мясокомбинат» представлен в табл. 2.

Таблица 2

## Суточный выход биогаза из различного сырья в ОАО «Калинковичский мясокомбинат»

Тип сырья	Выход газа на 1 т сырья, м <sup>3</sup> /т	Количество, т/сут.	Суточный выход газа, м <sup>3</sup> /сут.
Отходы бойни (кровь, каньга, мягкие ткани)	500	7,1	3550
Жир чистый	1300	0,8	1040
Жир из жироловок (жировая пульпа)	250	0,06	15
<i>Итого</i>			4605

Количество биогаза, которое можно получить из собственного сырья, составляет в среднем  $V_6 = 4605 \text{ м}^3/\text{сут.}$

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

Применение добавки позволяет:

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

## Секция VII. Экономика и управление в агропромышленном комплексе 433

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 – 57 у. е./кг.

С учетом действия добавки годовой выход биогаза составит:

$$V_{\text{год}} = 365 \cdot 1,4 V_6 = 365 \cdot 1,4 \cdot 4605 = 2353155 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1)$$

Годовая потребность когенерационного модуля в топливе:

$$G_{\text{год}} = GT_{\text{уст}}^{\text{э}} = 264 \cdot 8500 = 2244000 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2)$$

где  $G$  – расход газа когенерационным модулем, м<sup>3</sup>/ч;  $G = 264$  м<sup>3</sup>/ч;  $T_{\text{уст}}^{\text{э}}$  – число часов использования установившейся электрической мощности, ч/год;  $T_{\text{уст}}^{\text{э}} = 8500$  ч/год;

На основании полученных результатов расчета можно сделать вывод, что количество выработанного биогаза позволяет полностью обеспечить потребности тригенерационной установки в топливе.

При этом себестоимость биогаза  $C_6 = 20$  у. е./тыс. м<sup>3</sup> (по статистическим данным). Для сравнения, стоимость природного газа составляет  $C_{\text{пр.г}} = 205$  у. е./тыс. м<sup>3</sup>.

Капиталовложения, необходимые для реализации данного проекта, приведены в табл. 3.

Оценку экономической эффективности и срока окупаемости тригенерационной биогазовой установки производим по рекомендациям, изложенным в [1]. Результаты расчетов представлены в табл. 4.

На основании полученного значения динамического срока окупаемости  $T_{\text{ок.дин}} = 7,3$  лет данный проект является экономически эффективным и рентабельным. Кроме того, вместо первичных энергоресурсов предполагает использование вторичных – биотоплива.

Таблица 3

### Капиталовложения в тригенерационную биогазовую установку на ОАО «Калинковичский мяскокомбинат»

Показатели	Единица измерения	Значение
Стоимость оборудования с учетом транспортных расходов, $C_{\text{об}}$	у. е.	1130000
НДС, 20 % $C_{\text{об}}$	у. е.	226000
<i>Итого по приобретению оборудования</i>	у. е.	1356000
Стоимость строительно-монтажных работ, включая реконструкцию здания, тепловые сети и прочее, $C_{\text{см.р}} = 25\% C_{\text{об}}$	у. е.	339000
Стоимость пуско-наладочных работ, $C_{\text{пн.р}} = 5\% C_{\text{об}}$	у. е.	67800
Стоимость проектных работ, $C_{\text{проект}} = 5\% C_{\text{см.р}}$	у. е.	16950
<i>Итого капиталовложений</i>	у. е.	1779750

## Оценка экономической эффективности и срока окупаемости мероприятий

Показатели	Единицы измерения	Значение
Годовая выработка электроэнергии при $T_{уст}^э = 8500$ ч	млн кВт · ч/год	7,031
Отпущенная тепловая энергия за год при $T_{уст}^э = 5620$ ч	Гкал/год	4054,353
Годовые эксплуатационные расходы (текущие издержки) для производства энергии, в том числе:	у. е./год	168100,35
– годовые затраты на топливо	у. е./год	44880
– ежегодные амортизационные отчисления	у. е./год	63562,5
– годовые издержки по заработной плате с учетом отчислений на социальные нужды (6 человек)	у. е./год	48456
– прочие материальные затраты	у. е./год	11201,85
Годовой расход условного топлива на отпуск электрической энергии	т у.т./год	664,938
Годовая экономия условного топлива от реализации проекта	т у.т./год	1570,02
Годовая экономия в денежном выражении	у. е./год	357964,56
Себестоимость 1 кВт · ч отпущенной электроэнергии	у. е.	0,239
Простой срок окупаемости	лет	4,97
Динамический срок окупаемости	лет	7,3

Использование биогазовой тригенерационной установки позволит значительно снизить энергетическую составляющую выпускаемой продукции ОАО «Калинковичский мясокомбинат».

Себестоимость производства электроэнергии с использованием тригенерационной биогазовой установки составила  $C_э = 0,239$  у. е., что в 3,6 раза дешевле энергии, получаемой из объединенной системы «Белэнерго» ( $C_э = 0,860$  у. е.).

Кроме того, реализация проекта позволит обеспечить эффективную утилизацию отходов животноводства, уменьшить загрязнение воздушного бассейна в районе предприятия ОАО «Калинковичский мясокомбинат», а также способствует созданию новых рабочих мест.

## Литература

1. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. – Минск, 2003. – 49 с.