

## ВНЕДРЕНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ НА ЗАВОДЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РЕКТИФИЦИРОВАННОГО СПИРТА

**Юданова К.А.**

**Научный руководитель канд. техн. наук Токочаков В.И.**

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

На заводе по производству ректифицированного спирта основное производство запитано от трансформатора типа ТМ-400-10/0,4 со среднегодовой загрузкой 50 %. Режим работы завода непрерывный с остановкой в июне на профилактические и ремонтные работы. На технологические нужды используется насыщенный пар и горячая вода различных параметров. Среднегодовая тепловая мощность на основное производство составляет около 4 Гкал/ч.

Для экономии топливно-энергетических ресурсов предлагается установить когенерационную установку, которая должна работать не менее 8000 часов в году. Для примера выбираем одну блочно-модульную ТЭС Vitobloc 200 EM-50/81 фирмы Viessmann тепловой мощностью 81 кВт (0,07 Гкал/ч), электрической мощностью 50 кВт, электрический КПД 37 %, тепловой КПД 52,6 %. Стоимость равна 130 тысяч белорусских рублей.

Технико-экономическое обоснование проводится в двух контекстах:

- расчета экономии топливно-энергетических ресурсов для государства при формировании программы энергосбережения предприятия [1];
- расчета экономии топливно-энергетических и денежных ресурсов для предприятия при формировании бизнес-плана реконструкции системы теплоснабжения и получении льготного кредита в банке.

Удельный расход топлива на производство электрической энергии по конденсационному циклу [1]:

$$b_э = \frac{123}{\eta_э} 100 = \frac{123}{37} 100 = 332 \text{ г у.т./кВт}\cdot\text{ч}, \quad (1)$$

где  $\eta_э$  – коэффициент полезного действия когенерационной установки по конденсационному циклу, 37 %.

Определение часового расхода условного топлива на производство электроэнергии по конденсационному циклу [1]:

$$B_э = \frac{b_э \cdot N_{уст}}{1000} = \frac{332 \cdot 50}{1000} = 16,6 \text{ кг у.т./ч}, \quad (2)$$

где  $N_{уст}$  – установленная электрическая мощность когенерационной установки, 50 кВт.

Расход топлива на отпуск тепловой энергии:

$$B_{тэ} = b_{тэ} \cdot Q_{уст} = 165 \cdot 0,07 = 11,6 \text{ кг у.т./ч}, \quad (3)$$

где  $Q_{уст}$  – установленная тепловая мощность принятой за аналог когенерационной установки, 0,07 Гкал/ч;  $b_{тэ}$  – удельный расход топлива действующей котельной завода, 165 кг у.т./Гкал.

Часовой расход условного топлива на выработку электроэнергии на выбранной когенерационной установке по комбинированному циклу:

$$B_{э} = B_{э} - B_{тэ} = 16,6 - 11,6 = 5 \text{ кг у.т./ч}. \quad (4)$$

Удельный расход топлива на производство электрической энергии на когенерационной установке [1]:

$$b_{э} = \frac{B_{э}}{N_{уст}} \cdot 1000 = \frac{5}{50} \cdot 1000 = 100 \text{ г у.т./кВт} \cdot \text{ч}. \quad (5)$$

Годовая выработка электроэнергии на когенерационной установке:

$$\mathcal{E}_{выр} = \frac{N_{уст} \cdot T_{уст}}{1000} = \frac{50 \cdot 8000}{1000} = 400 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}, \quad (6)$$

где  $T_{уст}$  – годовое время работы когенерационной установки.

Количество электроэнергии, отпущенной когенерационной установкой [1]:

$$\mathcal{E}_{отп}^{кгу} = \mathcal{E}_{выр} (1 - \alpha_{сн}^{э}) = 400 \cdot (1 - 0,05) = 380 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}, \quad (7)$$

где  $\alpha_{сн}^{э}$  – коэффициент потребления электроэнергии на собственные нужды когенерационной установки, равен 0,05.

Необходимое количество электроэнергии, отпущенной с шин электростанций концерна “Белэнерго”, с учетом потерь в электрических сетях на ее транспортировку до вводов токоприемников предприятия [1]:

$$\mathcal{E}_{отп}^{эс} = \mathcal{E}_{отп}^{кгу} \cdot (1 + \Delta \mathcal{E}_{пот}) = 380 \cdot (1 + 0,105) = 420 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}, \quad (8)$$

где  $\Delta \mathcal{E}_{пот}$  – коэффициент потерь в электрических сетях на транспортировку электроэнергии, равен 0,105 в среднем по концерну “Белэнерго”.

Экономия топлива от применения выбранной когенерационной установки [1]:

$$\Delta B^{кгу} = \frac{\mathcal{E}_{отп}^{эс} \cdot b_{э}^{сп} - B_{э} \cdot T_{уст}}{1000} = \frac{420 \cdot 285 - 5 \cdot 8000}{1000} = 80 \text{ т у.т.}, \quad (9)$$

где  $b_{э}^{сп}$  – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии, принимается равным фактическому расходу топлива на замыкающей станции в энергосистеме за год, предшествующий составлению расчета, 285 г у.т./кВт·ч.

Капитальные вложения на оборудование, проектные, строительно-монтажные и пуско-наладочные работы [1]:

$$K = C_{\text{обор}} (1 + 0,025 + 0,25 + 0,03) = 130 \cdot 1,305 = 169,7 \text{ тыс. руб.}, \quad (10)$$

где  $C_{\text{обор}}$  – стоимость основного оборудования, 130 тыс. руб.

Стоимость сэкономленного тепла и отпуска электрической энергии равна:

$$C_{\text{эк}} = \frac{\Delta B^{\text{кгу}} \cdot c_{\text{туг}}}{1000} = \frac{80 \cdot 418}{1000} = 33,4 \text{ тыс.руб.}, \quad (11)$$

где  $c_{\text{туг}}$  – удельная стоимость условного топлива для 2017 года равна 418 руб./т у.т.

Простой срок окупаемости мероприятия за счет экономии топливно-энергетических ресурсов со стороны государства и предприятия:

$$C_{\text{рок}} = \frac{K}{C_{\text{эк}}} = \frac{169,7}{33,4} = 5 \text{ лет.} \quad (12)$$

Годовой расход условного топлива на когенерационную установку по комбинированному циклу:

$$B_{\text{т}} = \frac{B_{\text{ээ}} \cdot T_{\text{уст}}}{1000} = \frac{5 \cdot 8000}{1000} = 40 \text{ т у.т.} \quad (13)$$

Стоимость годового расхода природного газа:

$$C_{\text{г}} = \frac{B_{\text{т}} \cdot c_{\text{г}}}{1000 \cdot 1,15} = \frac{40 \cdot 658,7}{1150} = 22,9 \text{ тыс. руб.}, \quad (14)$$

где  $c_{\text{г}}$  – фактическая стоимость природного газа на предприятии, равна 658,7 руб./тыс. м<sup>3</sup> ; 1,15 – коэффициент перевода калорийности природного газа в условное топливо.

Стоимость годовой экономии электрической энергии:

$$C_{\text{э}} = \frac{\Xi_{\text{отп}}^{\text{кгу}} \cdot c_{\text{э}}}{1000} = \frac{380 \cdot 293,4}{1000} = 111,5 \text{ тыс.руб.}, \quad (15)$$

где  $c_{\text{э}}$  – фактическая стоимость электрической энергии на предприятии, равна 293,4 руб./тыс. кВт·ч.

Суммарная стоимость экономии энергоресурсов:

$$C_{\text{эк}} = C_{\text{э}} - C_{\text{г}} = 111,5 - 22,9 = 88,6 \text{ тыс.руб.} \quad (16)$$

Срок окупаемости мероприятия за счет экономии энергоресурсов для предприятия:

$$C_{\text{рок}} = \frac{K}{C_{\text{эк}}} = \frac{169,7}{88,6} = 2 \text{ года.} \quad (17)$$

В предлагаемом варианте когенерационная установка будет содержать следующие тепловые контуры:

– высокотемпературный контур когенерационной установки с температурным графиком 85/65 °С – будет использоваться для работы системы технологического горячего водоснабжения;

– низкотемпературный контур когенерационной установки с температурным графиком 38/35 °С – может использоваться для предварительного нагрева воды в котельной завода.

#### **Список использованных источников**

1. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий. *Энергоэффективность*, 2016, № 8, прил.