

УДК 621.31

Методические подходы к оценке экономической целесообразности энергетического использования белорусских бурых углей

Куксов А.С.

Научный руководитель Нагорнов В.Н., к.э.н., доцент

На сегодняшний день высшим приоритетом государственной энергетической политики Республики Беларусь является создание условий для функционирования и успешного развития экономики при максимально эффективном использовании местных топливно-энергетических ресурсов.

Поэтому в 2004 году, была разработана утверждённая Постановлением Совета Министров Республики Беларусь целевая программа обеспечения в Республике не менее 25 процентов объёма производства электрической и тепловой энергии за счёт использования местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года. Данная программа является импульсом к развитию приёмлемых для условий Республики Беларусь технологий использования альтернативных ТЭР в энергетике.

Одно из перспективных направлений программы – энергетическое использование бурых углей. Вовлечение их в ближайшее время в топливно-энергетический баланс республики позволит диверсифицировать структуру баланса и повысить энергетическую безопасность страны. Запасы бурого угля в Беларуси оценивают примерно в 1,5 млрд.тонн. При этом их средняя теплота сгорания составляет от 1700 ккал/кг (влажность – 55-56%) до 5700 ккал/кг (влажность – 12-15%).

Учитывая успешный международный опыт прямого сжигания бурых углей с последующей фильтрацией дымовых газов и улавливанием двуокси углерода, рассмотрим экономическую целесообразность такого метода их использования в котлоагрегатах ТЭЦ Белорусской энергосистемы. Современная ТЭЦ, сжигающая бурые угли должна иметь котлы, оборудованные специальными топками, ими могут быть: вихревые точки, топки с кипящим слоем и т.д. Кроме того уходящие газы котлов должны тщательно очищаться системой золоулавливания и отделения CO₂. Все вместе взятое ведет к значительному удорожанию оборудования, а, следовательно, вызывает рост капиталовложений. Если сравнивать буроугольную ТЭЦ, с теплоэлектроцентралью, сжигающую газ, то увеличение удельных капиталовложений может составить 30-40%. Использование бурых углей на ТЭЦ приведет к снижению КПД котлоагрегатов и увеличению расхода энергии на собственные нужды. Эти обстоятельства также необходимо учитывать при сооружении буроугольной ТЭЦ.

Выберем произвольную ТЭЦ, расположенную в районе добычи бурых углей, электрической мощностью N , тепловой - $Q_{\text{час}}$, годовым числом часов использования электрической мощности h и тепловой h_g .

Годовое производство электроэнергии и теплоты на ТЭЦ составит:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = N \cdot h \quad (1)$$

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{час}} \cdot h_g \quad (2)$$

Электроэнергия и теплота, генерируемые ТЭЦ могут использоваться как непосредственно на месте добычи и переработки бурых углей, так и передаваться в энергосистему и ближайшие населенные пункты.

В качестве критерия оптимальности используем минимум приведенных затрат [2,3]

$$Z_{\text{пр}} = E_n \cdot K + I \quad (3)$$

где K – капиталовложения в ТЭЦ, I – годовые издержки, E_H – нормативный коэффициент эффективности (процентная ставка рефинансирования).

Капиталовложения определим через удельные капиталовложения:

$$K = N \cdot k \quad (4)$$

где k – удельные капиталовложения.

Годовые эксплуатационные издержки будут складываться из следующих издержек:

1. Издержки на амортизацию

$$I_a = K \cdot \frac{N_a}{100} \quad (5)$$

где N_a – годовая норма амортизации. На бурогольной ТЭЦ она должна быть выше чем на газовой.

2. Издержки на ремонт

$$I_p = (1,2...1,3)I_a \quad (6)$$

3. Издержки на зарплату

$$I_{зп} = N \cdot k_{шт} \cdot Z_{ст} \quad (7)$$

где $k_{шт}$ – штатный коэффициент, на бурогольной ТЭЦ он выше, чем на газовой, $Z_{ст}$ – среднегодовая зарплата по отрасли с начислениями.

4. Общестанционные издержки определяются как

$$I_{ос} = (0,1...0,2)(I_a + I_p + I_{зп}) \quad (8)$$

5. Издержки на топливо

$$I_a = v_{э} \cdot \mathcal{E} + v_{т} \cdot Q \quad (9)$$

где $v_{э}; v_{т}$ – удельные расходы топлива на производство электроэнергии и теплоты. На бурогольной ТЭЦ удельные расходы топлива возрастут из-за снижения КПД котлоагрегата.

Годовой полезный отпуск энергии с шин станции и от ее коллекторов:

$$\mathcal{E}_{от} = \mathcal{E}_{год} \left(1 - \frac{\Delta \mathcal{E}_{сн}^{э}}{100}\right) \quad (10)$$

$$Q_{от} = Q_{год} \left(1 - \frac{\Delta \mathcal{E}_{сн}^{т}}{100}\right) \quad (11)$$

где $\Delta \mathcal{E}_{сн}^{э}, \Delta \mathcal{E}_{сн}^{т}$ – расход энергии на собственные нужды, на бурогольной ТЭЦ он выше относительно газовой.

Если рассматривать эксплуатационные издержки укрупнено в виде двух составляющих: переменных и постоянных, то на основе изложенного можно сделать вывод о том, что для бурогольной ТЭЦ постоянные издержки будут выше, чем для газовой, а переменные наоборот – будут выше у газовой ТЭЦ.

Запишем уравнение приведенных затрат для бурогольной ТЭЦ как:

$$Z_{пр1} = E_H K_1 + I_{пост1} + I_{пер1} \quad (12)$$

где $I_{пост1}, I_{пер1}$ – постоянные и переменные издержки ТЭЦ.

Для ТЭЦ, сжигающей газообразное топливо уравнение приведенных затрат запишется:

$$Z_{\text{пр}2} = E_{\text{н}} K_2 + I_{\text{пост}2} + I_{\text{пер}2} \quad (13)$$

Очевидно, что строительство бурогоугольной ТЭЦ будет экономически целесообразно, если выполняется условие:

$$Z_{\text{пр}2} - Z_{\text{пр}1} \geq 0$$

Подставляя значения $Z_{\text{пр}2}, Z_{\text{пр}1}$ получим:

$$(E_{\text{н}} K_2 + I_{\text{пост}2} + I_{\text{пер}2}) - (E_{\text{н}} K_1 + I_{\text{пост}1} + I_{\text{пер}1}) \geq 0$$

После группировки этого выражения запишется

$$E_{\text{н}} (K_2 - K_1) + (I_{\text{пост}2} - I_{\text{пост}1}) \geq I_{\text{пер}1} - I_{\text{пер}2}$$

Принимая во внимание, что $K_1 > K_2; I_{\text{пост}1} > I_{\text{пост}2}$, а $I_{\text{пер}2} > I_{\text{пер}1}$ и умножая обе части уравнения на (-1) получим:

$$E_{\text{н}} (K_1 - K_2) + (I_{\text{пост}1} - I_{\text{пост}2}) \leq I_{\text{пер}2} - I_{\text{пер}1}$$

или
$$E_{\text{н}} \Delta K + \Delta I_{\text{пост}} \leq \Delta I_{\text{пер}}$$

Выполнение последнего неравенства и будет условием оптимальности сооружения ТЭЦ на буром угле.

Годовой экономический эффект от сжигания бурого угля на ТЭЦ составит:

$$\Delta \Phi = \Delta I_{\text{пер}} - (\Delta I_{\text{пост}} + E_{\text{н}} \Delta K) \quad (14)$$

Выполним сравнение двух ТЭЦ (2* ПТ-120), сжигающих газ и бурый уголь. Исходную информацию представим в таблице 1.

Таблица 1. Исходная информация для сравнения ТЭЦ, сжигающих газ или бурый уголь

Наименование параметра	Размерность	Величина	
		Буроугольная ТЭЦ	ТЭЦ на газе
Установленная электрическая мощность	МВт	240	240
Годовое число часов использования электрической мощности	Час/год	5500	5500
Годовое производство электрической энергии	МВт.ч	1,32 *10 ⁶	1,32 *10 ⁶
Часовая тепловая нагрузка	Гкал/ч	200	200
Число часов использования тепловой нагрузки	Час/год	5000	5000
Годовой отпуск тепла	Гкал/год	1*10 ⁶	1*10 ⁶
Годовое производство электрической энергии на тепловом потреблении	МВт.ч	400*10 ³	400*10 ³
Расход электрической энергии на собственные нужды	%	10	8
Численность персонала	чел	300	250
Среднегодовая зарплата с начислениями	\$/чел	7560	7560
Норма амортизации	%/год	4,5	4
Удельные капиталовложения	\$/кВт	1350	1000
КПД по производству электрической энергии в конденсационном цикле	%	35	37
КПД по производству эл. энергии на тепловом потреблении	%	58	60
КПД по производству тепла	%	85	87
Цена тонны условного топлива	\$/т.у.т.	70	150

На основе изложенной методики и приведенной информации о ТЭЦ произведен расчет для сравнения вариантов. Результаты расчетов сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Расчетные данные для выбора оптимального варианта строительства ТЭЦ.

Наименование параметра	Размерность	Значение	
		Буроугольная ТЭЦ	ТЭЦ на газе
Общие капиталовложения	Млн. долл.	324	240
Годовой расход условного топлива на производство электроэнергии по конденсационному циклу	Тыс. т.у.т.	323	305
Суммарный расход топлива на производство эл. энергии	Тыс. т.у.т.	408	387
Расход топлива на производство теплоты	Тыс. т.у.т.	168	164
Суммарный расход топлива на ТЭЦ	Тыс. т.у.т.	576	551
Годовые отчисления на амортизацию	Млн. долл.	14,58	9,6
Годовые расходы на ремонт	Млн. долл.	18,95	12,5
Годовые расходы на зарплату	Млн. долл.	2,27	1,89
Прочие годовые издержки	Млн. долл.	7,16	4,8
Постоянные годовые издержки	Млн. долл.	42,96	28,79
Переменные издержки	Млн. долл.	40,32	82,650
Приведенные затраты	Млн.долл./год	122,16	140,24
Себестоимость произведенной эл. энергии	Цент/кВт.ч	4,47	5,92
Себестоимость отпущенной эл. энергии (физический метод)	Цент/кВт.ч	4,92	6,4
Себестоимость произведенного тепла (физический метод)	Долл/Гкал	24,29	33,17
Простой срок окупаемости	лет	2,98	-
Годовой экономический эффект от сжигания бурого угля на ТЭЦ	Млн.долл./год	18,05	-

Выполненные расчеты показывают, что непосредственное сжигание бурого угля в котлах ТЭЦ эффективно уже при действующей цене на газ (150 \$/т.у.т). Принимая во внимание то, что Россия намерена повышать цену на поставляемый в республику газ, то вовлечение бурых углей в топливный баланс дает республике возможность диверсифицировать свой топливно-энергетический баланс, повысить энергетическую безопасность и стабилизировать цены на энергоресурсы.

Если сравнить эффективность сжигания бурого угля на конденсационных электростанциях (КЭС), то можно заметить, что экономический эффект там будет еще выше относительно ТЭЦ, потому что удорожание оборудования на КЭС в связи с переходом с газообразного на твердое топливо будет меньшим чем на ТЭЦ, одновременно перерасход топлива будет также меньшим, т.к. снижение КПД генерации электроэнергии на КЭС при сжигании твердого топлива всегда меньше, чем на ТЭЦ, следовательно прирост $\Delta I_{\text{пост}}$, ΔK будет меньше, чем увеличение $\Delta v \cdot C_{\text{тут}}$, а как видно из выражения (14), это приведет к увеличению годового экономического эффекта.

Литература

1. ОТЧЕТ О НИР: «Провести исследования вариантов переработки бурых углей Житковичского месторождения в Гомельской области». –ОАО «Белгорхимпром». – Минск. – 2007.
2. Антонова Н.Б. Государственное регулирование экономики: Учебник /Антонова Н.Б. – Мн.: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2002. – 775 с.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. М., 2000.
4. Томашевич А.В. Экономическая оценка минеральных ресурсов Белоруссии.- Мн.: «Наука и техника», 1978.-232с.
5. «Новая газета-Энергия» М., 10/2008