

Раздел шестой

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

6.1. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ЦИКЛА ТРАДИЦИОННЫХ ПАРОТУРБИННЫХ ТЭС

6.1.5. Определение стоимостных показателей при комбинированном производстве электроэнергии и тепла на ТЭЦ

Ильин Е.Т., ЗАО «Комплексные энергетические системы»; Гишин С.Г. МЭИ(ТУ)

Проблема разделения затрат на ТЭЦ между двумя видами продукции вновь обострилась в последние годы. Это объясняется завышением стоимости тепловой энергии при использовании для разнесения затрат широко применяемого физического метода. Наряду с физическим, многие авторы рекомендуют пользоваться эксергетическим методом (полной противоположностью физическому).

Участившиеся отказы промышленных потребителей тепловой энергии от услуг ТЭЦ способствовали разработке и внедрению метода ОРГРЭС. На кафедре ТЭС МЭИ был разработан и предложен для разделения затрат на ТЭЦ по видам продукции метод раздельной рентабельности.

Основное отличие при использовании любого из перечисленных методов состоит в определении расходов топлива на тепловую и электрическую энергию, произведенные на ТЭЦ.

Расходы топлива на производство тепловой и электрической энергии при использовании физического метода определяются по формулам:

$$B_Q = \frac{3600 Q_{m.n.}}{Q_p'' \eta_{Q_{em}}}$$

$$B_s = B - B_Q,$$

где B , B_Q и B_s — расходы топлива общий по ТЭЦ, на производство тепловой и электрической энергии соответственно; $Q_{m.n.}$ — количество отпущенного тепла потребителю; Q_p'' — теплота сгорания топлива; $\eta_{Q_{em}}$ — КПД ТЭЦ по производству теплоты.

По эксергетическому методу удельный расход условного топлива на единицу эксергии равен:

$$b_e = \frac{B_T}{E_s + E_T}$$

где B_T — годовой расход условного топлива, т у.т./год; E_s и E_T — эксергии электрической и тепловой энергий соответственно.

E_s вычисляется простым пересчетом единиц измерения по формуле:

$$E_s = 3,6 \cdot 10^{-3} \mathcal{E}_T, \text{ ГДж/год,}$$

где \mathcal{E}_T берется в кВт · ч/год.

E_T рассчитывается по формуле:

$$E_T = \sum(\tau_{ei} Q_i),$$

где i — порядковый номер отбора пара определенных параметров; Q_i — количество тепла, отбираемого из i -го отбора, ГДж/год; τ_{ei} — эксергетическая функция i -го отбора, определяемая выражением:

$$\tau_{ei} = 1 - \frac{T_{o.c.}}{T_{cp.i}}$$

где $T_{o.c.}$ — температура окружающей среды, К; $T_{cp.i}$ — средняя температура преобразующегося пара, К, которая

равна:

$$T_{cp.i} = \frac{h_{от.i} - h_{к.i}}{S_{от.i} - S_{к.i}},$$

где $h_{от.i}$ и $S_{от.i}$ — энтальпия и энтропия пара в отборе; $h_{к.i}$ и $S_{к.i}$ — энтальпия и энтропия конденсата этого пара.

По значениям E_s и E_T по известной зависимости $B = E_T b_e$ определяются годовые расходы топлива на выработку электроэнергии $B_{г^э}$ и тепла $B_{г^т}$.

Расход тепла на электроэнергию по методу ОРГРЭС вычисляется по формуле:

$$B_s = BK_s, \quad (6.11)$$

где B — количество топлива в условном исчислении, сожженного энергетическими котлами за определенный период времени (к примеру, за год); K_s — коэффициент, оценивающий часть затрат топлива, сжигаемого в энергетических котлах, отнесенную на производство электроэнергии.

Коэффициент K_s из формулы (6.11) определяется зависимостью:

$$K_s = \frac{Q_s + \Delta Q_s}{Q_s + \Delta Q_s + Q_{от}}, \quad (6.12)$$

где Q_s — расход тепла на производство электроэнергии, ГДж; ΔQ_s — увеличение расхода тепла на производство электроэнергии при отсутствии отпуска тепла внешним потребителям из отборов, ГДж; $Q_{от}$ — отпуск тепла из теплофикационных отборов, ГДж. Расход тепла на производство электроэнергии Q_s из (6.12) рассчитывается по формуле

$$Q_s = D_0 h_0 + D_{шт} (h'_{ЦСД} - h''_{ЦВД}) - G_{п.в} h_{п.в} - Q_{от},$$

где D_0 — расход свежего пара, поступающего на турбоагрегат, тыс. т; h_0 — энтальпия свежего пара перед турбиной, кДж/кг; $D_{шт}$ — расход пара, поступающего во вторичный (промежуточный) перегреватель, тыс. т; $h'_{ЦСД}$ и $h''_{ЦВД}$ энтальпия пара соответственно в ЦСД (после промперегрева) и на выходе из ЦВД (до промперегрева), кДж/кг; $G_{п.в}$ — расход питательной воды, тыс. т; $h_{п.в}$ — энтальпия питательной воды, кДж/кг; $Q_{от}$ — отпуск тепла из теплофикационных отборов, ГДж.

В (6.12) ΔQ_s рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta Q_s = \sum \Delta Q_{от.i} (1 - \xi_i) + Q_{y.в.} (1 - \xi_{y.в.}) + (Q_{конд} - Q_{y.в.}),$$

где $Q_{от.i}$ — количество тепла, отпущенного внешним потребителям из отборов; $Q_{конд}$ и $Q_{y.в.}$ — то же от всех конденсаторов и от конденсаторов с ухудшенным вакуумом; ξ_i и $\xi_{y.в.}$ коэффициент ценности тепла, отпускаемого из каждого отбора и от конденсатора при работе с ухудшенным вакуумом. Сущность метода определения удельных приведенных затрат на электрическую и тепловую энергию в комбинированной схеме производства, названного методом раздельной рентабельности, заключается в следующем. Стоимость 1 кВт · ч электроэнергии, произведенного на ТЭЦ, принимается равной цене,

по которой энергосистема покупает ее у электростанций. В данных расчетах эта цена принималась равной удельным приведенным затратам на производство электроэнергии на замещающей конденсационной электростанции (КЭС) энергосистемы $Z_{КЭС}$. Затем из общих приведенных затрат $Z_{ТЭЦ}$ вычиталась сумма, полученная за год ТЭЦ от продажи электроэнергии в количестве $\mathcal{E}_{ТЭЦ}$ и определялись годовые приведенные затраты по ТЭЦ на

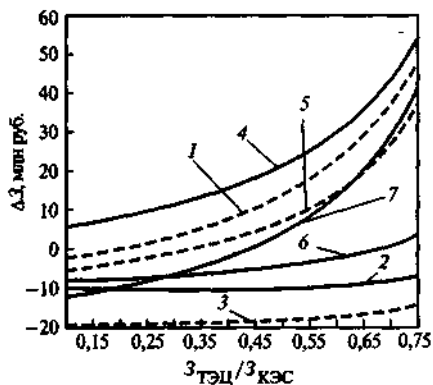


Рис. 6.3. Разница между годовыми приведенными затратами на ТЭЦ с четырьмя турбоустановками Т-250-240 и в «мешающей раздельной схеме»:

1 — на электроэнергию по физическому методу $\Delta Z_{фз}$; 2 — на тепло по физическому методу $\Delta Z_{фт}$; 3 — на электроэнергию по эксергетическому методу $\Delta Z_{ээ}$; 4 — на тепло по эксергетическому методу $\Delta Z_{эт}$; 5 — на электроэнергию по методу ОРГРЭС, $\Delta Z_{э,ОРГРЭС}$; 6 — на тепло по методу ОРГРЭС $\Delta Z_{т,ОРГРЭС}$; 7 — на тепло по методу раздельной рентабельности $\Delta Z_{р-т}$

производство тепла (Z^T) в количестве $Q_{г.ТЭЦ}$. Далее, путем деления (Z^T) на $Q_{г.ТЭЦ}$ определялась стоимость тепла с учетом планируемой прибыли, которая в наших расчетах принималась в размере 12 % капитальных вложений. Когда рассчитанная таким образом стоимость тепла ниже приведенных затрат на производство тепла в отдельной котельной, ТЭЦ экономичнее раздельной установки, когда выше — менее экономична, а когда цены тепла на ТЭЦ и в раздельной установке одинаковы, оба способа равноэкономичны.

Приведенные затраты на производство тепла по методу раздельной рентабельности

$$Z_{р.р.}^T = Z_{ТЭЦ} - Z_{КЭС} \mathcal{E}_{ТЭЦ}$$

Результаты расчетов, проведенных для ТЭЦ с турбоустановками Т-250-240 при различных значениях доли топливной составляющей в удельных приведенных затратах на производство электроэнергии на КЭС Z^T представлены на рис. 6.3.

Для наглядности сопоставления приведенных затрат на ТЭЦ и в раздельной схеме были рассчитаны разницы между годовыми приведенными затратами в замещающей раздельной схеме и в комбинированной установке при одинаковом годовом производстве электрической и тепловой энергии. Результаты расчетов показывают, что предложенный метод раздельной рентабельности позволяет определять границу целесообразности комбинированного производства электрической и тепловой энергии на ТЭЦ и устанавливать обоснованные тарифы (при равной рентабельности) на оба вида продукции.