МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ЦИРКУЛЯР
№ Т—3/80

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ АНАЛИЗА ТОПЛИВОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭНЕРГООБЪЕДИНЕНИЯХ

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ЭНЕРГООБЪЕДИНЕНИЙ

СПО
СОЮЗТЕХЭНЕРГО
МОСКВА 1980

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

УДК 621.18.662.6/.8:62.8/.9:65.004(044)

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ЦИРКУЛЯР

№ Т-3/80

г.Москва 21 ноября 1979 г.

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ АНАЛИЗА ТОПЛИВОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭНЕРГООБЪЕДИНЕНИЯХ

На современном этапе развития энергетики экономное расходование топливно-энергетических ресурсов имеет важное народнохозяйственное значение. Масштабы развития энергетики требуют постоянного совершенствования методов эксплуатации, улучшения структуры производства электроэнергии, реконструкции, модернизации оборудования, дальнейшего развития и повышения эффективности теплофикации, быстрейшего освоения вводимых энергетических мощностей. Важное значение при этом приобретает объективная оценка каждого фактора и выбор основных направлений в работе по дальнейшему снижению расходов топлива.

В целях совершенствования анализа топливоиспользования Союзтехэнерго разработана "Методика анализа изменения экономичности энергообъединений".

Главтехуправление предлагает главным эксплуатационным и главным производственным управлениям энергетики и электрификации Минэнерго СССР, министерствам энергетики и электрификации Украинской ССР, Казахской ССР, Узбекской ССР, Молдглавэнерго, районным энергетическим управлениям, производственным энергетическим объединениям, тепловым электростанциям, имеющим несколько групп оборудования, использовать Методику при проведении анализа изменения экономичности производства электрической и тепловой энер-

гии по итогам работы за год и выполнения установленных заданий, а также при обосновании годовых планов удельных расходов топлива. Результаты выполненного анализа необходимо отражать в пояснительных записках к годовому отчету о производственной деятельности и к расчетам планов удельных расходов топлива.

Главный инженер
Главтехуправления В.И.ГОРИН

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

МЕТОДИКА АНАЛИЗА ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОНОМИЧНОСТИ ЭНЕРГООБЪЕДИНЕНИЙ

Составлено производственным объединением "Союзтехэнерго"

А в т о р ы инженеры Н.Л.АСТАХОВ и Г.А.КРУГЛОВ

Методика разработана на основе согласованных с ЦДУ ЕЭС СССР и ВТИ им. Ф.Э.Дзержинского общих методических положений и с учетом опыта этих организаций по анализу изменения удельных расходов топлива в энергообъединениях.

© СПО Союзтехэнерго, 1980.

СОГЛАСОВАНО:
Главный инженер
Центрального
диспетчерского управления
Единой энергетической системы
СССР
Г.А.ЧЕРНЫ

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
Главного
технического управления
по эксплуатации энергосистем
В.И.ГОРИН
21 ноября 1979 г.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Изменение экономичности производства электроэнергии в энергообъединениях в анализируемом периоде по сравнению с базовым обусловливается:

- непропорциональным развитием теплофикационной и конденсационной подсистем объединения, т.е. изменением эффективности теплофикации;

- изменением экономичности производства электроэнергии по конденсационному и теплофикационному циклам, т.е. в каждой из подсистем объединения.

Изменение экономичности производства электроэнергии в каждой подсистеме объединения в свою очередь обусловливается:

- непропорциональным развитием различных по тепловой экономичности групп оборудования, т.е. изменением структуры производства электроэнергии;

- изменением тепловой экономичности каждой из групп оборудования вследствие проведения работ по реконструкции и модернизации оборудования, тепловых схем электростанций, изменения уровня эксплуатации оборудования, его средних нагрузок, структуры сжигаемого топлива.

I.2. Определение степени влияния различных факторов на экономичность производства электроэнергии в энергообъединении основано на сопоставлении:

- удельных расходов топлива базового периода теплофикационной и конденсационной подсистем (при оценке изменения эффективности теплофикации);

- удельного расхода топлива базового периода конденсационного или теплофикационного цикла каждой из групп оборудования и

удельного расхода топлива базового периода соответствующей подсистемы (при оценке изменения структуры выработки электроэнергии);

- удельного расхода топлива анализируемого периода конденсационного или теплофикационного цикла каждой из групп оборудования и соответствующего удельного расхода топлива базового периода (при оценке изменения тепловой экономичности оборудования).

В соответствии с этим для каждой из групп оборудования должны быть определены показатели, характеризующие производство электроэнергии по конденсационному и теплофикационному циклам.

I.3. Изменение экономичности производства теплоэнергии в энергообъединениях обусловливается теми же факторами, что и изменение экономичности производства электроэнергии в подсистемах объединения, а также изменением доли отпуска тепла с горячей водой.

I.4. Настоящая Методика предназначена для определения основных составляющих изменения расходов топлива и влияния каждой из групп оборудования на экономичность энергообъединения и электростанции при:

- анализе изменения экономичности производства энергии в истекшем периоде по сравнению с аналогичным предыдущим периодом;

- анализе причин отклонения фактической экономичности производства энергии в истекшем периоде по сравнению с запланированной на этот же период;

- обосновании планов удельных расходов топлива на последующий период.

I.5. Методика ориентирована на использование при расчетах в качестве исходных данных материалов для:

- электростанций, имеющих несколько групп оборудования, - технического отчета по эксплуатации [форма № 3-тех(энерго)];

- районных энергоуправлений и других энергообъединений - приложения к разделу "Технико-экономические показатели" годового отчета о производственной деятельности и расчета плана удельного расхода топлива.

I.6. Группировку оборудования по параметрам свежего пара и типам агрегатов следует принимать в соответствии с приложением I.

I.7. Результаты расчетов по формулам Методики, получаемые со знаком "минус", означают экономию топлива, а со знаком "плюс" - перерасход.

I.8. По приведенным ниже формулам определяется влияние каждой группы оборудования на изменение абсолютного расхода топлива в энергообъединении. Соответствующее изменение удельного расхода топлива вычисляется делением значения его на количество отпущенной энергии объединением за анализируемый период.

I.9. Экономия топлива за счет изменения рассматриваемого фактора определяется при неизменных других факторах, принятых по данным базового периода.

I.IO. Для групп оборудования, введенного в эксплуатацию в анализируемом периоде и выведенного из эксплуатации в базовом периоде, экономия топлива определяется только за счет изменения структуры выработки электроэнергии.

I.II. Во всех приведенных формулах индексом "a" обозначены показатели анализируемого периода, индексом "δ" - базового периода, по отношению к которому определяется экономия топлива.

Индекс "i" указывает на принадлежность данного показателя к отдельной группе оборудования, а отсутствие его - на принадлежность показателя к энергообъединению (или электростанции).

Пример расчета составляющих экономии топлива приведен в приложении 2.

2. ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

2.I. Повышение эффективности теплофикации

Экономия условного топлива (т) в энергообъединении вследствие увеличения доли выработки электроэнергии по теплофикационному циклу (теплофикационной подсистемой) и соответствующего уменьшения доли выработки ее по конденсационному циклу (конденсационной подсистемой) определяется по формуле

$$\Delta B_{тфк}=(b_{\delta}^{тф}-b_{\delta}^{кн})\left(Э_{a}^{тф}-Э_{\delta}^{тф}\frac{Э_{a}}{Э_{\delta}}\right), \qquad (I)$$

где $b^{тф}$ и $b^{кн}$ - удельный расход топлива по теплофикационной и конденсационной подсистемам энергообъединения, г/(кВт·ч);

$Э$ и $Э^{тф}$ - отпуск электроэнергии энергообъединением и его теплофикационной подсистемой, млн.кВт·ч.

Суммарная экономия топлива $\Delta B_{тфк}$ может быть распределена между отдельными группами оборудования пропорционально значениям

$$(Э_{аi}^{тф} - Э_{бi}^{тф}\frac{Э_а}{Э_б}).$$

2.2. Улучшение структуры производства электроэнергии

Улучшение структуры производства электроэнергии в каждой из подсистем энергообъединения обусловливается увеличением доли выработки электроэнергии группами оборудования, удельный расход которых ниже среднего по подсистеме, и уменьшением доли выработки ее группами оборудования, удельный расход которых выше среднего по подсистеме.

Экономия условного топлива (т) вследствие изменения доли участия каждой из групп оборудования в общей выработке электроэнергии энергообъединением определяется по формулам:

$$\Delta B_{стрi}^{кн} = (b_{бi}^{кн} - b_б^{кн})(Э_{аi}^{кн} - Э_{бi}^{кн}\frac{Э_а^{кн}}{Э_б^{кн}}), \qquad (2)$$

$$\Delta B_{стрi}^{тф} = (b_{бi}^{тф} - b_б^{тф})(Э_{аi}^{тф} - Э_{бi}^{тф}\frac{Э_а^{тф}}{Э_б^{тф}}), \qquad (3)$$

где $b_i^{кн}$ и $b_i^{тф}$ - удельный расход топлива конденсационного и теплофикационного циклов каждой из групп оборудования, г/(кВт·ч);

$Э_i^{КН}$ и $Э_i^{ТФ}$ – отпуск электроэнергии, выработанной каждой из групп оборудования по конденсационному и теплофикационному циклам, млн.кВт·ч;

$Э^{КН}$ – отпуск электроэнергии конденсационной подсистемой энергообъединения, млн.кВт·ч.

Для групп оборудования, введенных в эксплуатацию в анализируемом периоде, в формулы (2) и (3) вместо $b_{бi}^{КН}$ и $b_{бi}^{ТР}$ подставляются соответственно $b_{аi}^{КН}$ и $b_{аi}^{ТФ}$.

По каждой группе оборудования абсолютный отпуск электроэнергии, выработанной по конденсационному и теплофикационному циклам, обусловливается изменением:

- средней установленной электрической мощности;
- числа часов использования средней установленной электрической мощности;
- соотношения выработки электроэнергии по конденсационному и теплофикационному циклам;
- расхода электроэнергии на собственные нужды.

Влияние этих факторов на изменение абсолютного значения отпуска электроэнергии группой оборудования ($\Delta Э_i$) определено индексным методом (табл.I), а экономия условного топлива (т) в энергообъединении подсчитывается по формулам:

$$\Delta B_{стрi(N,\tau',\beta,сн)}^{КН} = (b_{бi}^{КН} - b_{б}^{КН}) \Delta Э_{i(N,\tau',\beta,сн)}^{КН}, \qquad (12)$$

$$\Delta B_{стрi(N,\tau',\beta,сн)}^{ТФ} = (b_{бi}^{ТФ} - b_{б}^{ТФ}) \Delta Э_{i(N,\tau',\beta,сн)}^{ТФ}. \qquad (13)$$

2.3. Повышение экономичности групп оборудования

Экономия условного топлива (т), получаемая в результате снижения удельных расходов топлива по отдельным группам оборудования каждой из подсистем энергообъединения, подсчитывается по формулам:

Таблица I

Показатель	Изменение отпуска электроэнергии группой оборудования	
	по конденсационному циклу	по теплофикационному циклу
Средняя за период установленная электрическая мощность	$\Delta Э^{кн}_{i(N)} = Э^{кн}_{ai}\left(1-\frac{N_{бi}}{N_{ai}}\frac{N_a}{N_б}\right)$ (4)	$\Delta Э^{тф}_{i(N)} = Э^{тф}_{ai}\left(1-\frac{N_{бi}}{N_{ai}}\frac{N_a}{N_б}\right)$ (5)
Число часов использования средней за период установленной электрической мощности	$\Delta Э^{кн}_{i(\tau)} = Э^{кн}_{ai}\frac{N_{бi}}{N_{ai}}\frac{N_a}{N_б}\left(1-\frac{\tau_{бi}}{\tau_{ai}}\frac{\tau_a}{\tau_б}\right)$ (6)	$\Delta Э^{тф}_{i(\tau)} = Э^{тф}_{ai}\frac{N_{бi}}{N_{ai}}\frac{N_a}{N_б}\left(1-\frac{\tau_{бi}}{\tau_{ai}}\frac{\tau_a}{\tau_б}\right)$ (7)
Соотношение выработки электроэнергии по конденсационному и теплофикационному циклам	$\Delta Э^{кн}_{i(в)} = Э^{кн}_{ai}\left(\frac{Э^{в}_{бi}}{Э^{в}_{ai}}\frac{Э^{в}_{a}}{Э^{в}_{б}}-\frac{Э^{кн(в)}_{бi}}{Э^{кн(в)}_{ai}}\frac{Э^{кн(в)}_{a}}{Э^{кн(в)}_{б}}\right)$ (8)	$\Delta Э^{тф}_{i(в)} = Э^{тф}_{ai}\left(\frac{Э^{в}_{бi}}{Э^{в}_{ai}}\frac{Э^{в}_{a}}{Э^{в}_{б}}-\frac{Э^{тф(в)}_{бi}}{Э^{тф(в)}_{ai}}\frac{Э^{тф(в)}_{a}}{Э^{тф(в)}_{б}}\right)$ (9)
Расход электроэнергии на собственные нужды	$\Delta Э^{кн}_{i(сн)} = Э^{кн}_{ai}\frac{Э^{кн(в)}_{бi}Э^{кн(в)}_{a}}{Э^{кн(в)}_{ai}Э^{кн(в)}_{б}}-Э^{кн}_{бi}\frac{Э^{кн}_{a}}{Э^{кн}_{б}}$ (10)	$\Delta Э^{тф}_{i(сн)} = Э^{тф}_{ai}\frac{Э^{тф(в)}_{бi}Э^{тф(в)}_{a}}{Э^{тф(в)}_{ai}Э^{тф(в)}_{б}}-Э^{тф}_{бi}\frac{Э^{тф}_{a}}{Э^{тф}_{б}}$ (11)

Примечание:
N, N_i – средняя за период установленная электрическая мощность энергообъединения и группы оборудования, млн.кВт;
τ, τ_i – число часов использования средней за период установленной электрической мощности энергообъединения и группы оборудования;
$Э, Э^{в}_{i}$ – выработка электроэнергии энергообъединением и групповой оборудования, млн.кВт·ч;
$Э^{кн(в)}, Э^{кн(в)}_{i}$ – то же по конденсационному циклу, млн.кВт·ч;
$Э^{тф(в)}, Э^{тф(в)}_{i}$ – то же по теплофикационному циклу, млн.кВт·ч.

$$\Delta B_{экi}^{кн}=(B_{ai}^{кн}-B_{бi}^{кн})\,Э_{ai}^{кн}\ , \qquad (I4)$$

$$\Delta B_{экi}^{тф}=(B_{ai}^{тф}-B_{бi}^{тф})\,Э_{ai}^{тф}\ . \qquad (I5)$$

Экономичность производства электроэнергии группой оборудования изменяется за счет:

- проведения работ по реконструкции и модернизации основного и вспомогательного оборудования, тепловых схем (экономия топлива принимается равной экономическому эффекту от проведенных работ);
- изменения средних нагрузок оборудования и режимов его работы (экономия топлива рассчитывается исходя из изменения экономичности оборудования, определяемого на основе результатов испытаний или по нормативным характеристикам);
- повышения уровня эксплуатации оборудования;
- изменения структуры топливного баланса.

Экономия условного топлива (т) в энергообъединении вследствие повышения уровня эксплуатации каждой из групп оборудования характеризуется снижением отклонений ($\Delta B_i^{откл}$) фактических удельных расходов топлива от расчетных значений и определяется по формуле

$$\Delta B_{уровi}=(\Delta B_{ai}^{откл}-\Delta B_{бi}^{откл})\,Э_{ai}\ . \qquad (I6)$$

Влияние изменения доли раздельно сожженных газа и мазута на удельный расход топлива группы оборудования (г/(кВт·ч) определяется по формуле

$$\Delta B_{тi}\ \left[(\rho_{бi}^{г}-\rho_{ai}^{г})\alpha B^{г}+(\rho_{бi}^{м}-\rho_{ai}^{м})\alpha B^{м}\right]B_{бi}\cdot 10^{-1}, \qquad (I7)$$

где $\rho_i^{г}$ и $\rho_i^{м}$ – доля раздельно сожженных газа и мазута в топливном балансе группы оборудования;

$\alpha B^{г}, \alpha B^{м}$ – абсолютные значения поправки к удельному расходу топлива (%) при изменении доли газа и мазута на 0,I.

По формуле (I7) может быть определено изменение удельного расхода топлива как среднего по теплофикационному оборудованию, так и отдельно для конденсационного и теплофикационного циклов.

Значения $\alpha b^{г}$ и $\alpha b^{м}$ (%) подсчитываются по формуле

$$\alpha b^{г,м} = \frac{\Delta \eta_{к}^{н(г,м)}}{\eta_{кai}^{н}} 10^{2} \%, \qquad (I8)$$

где $\Delta \eta_{к}^{н(г,м)}$ – абсолютное повышение КПД нетто котельной установки при увеличении на 0,I доли раздельно сожженного газа или мазута, %.

При расчете экономии топлива вследствие изменения структуры топливного баланса электростанциями могут использоваться утвержденные поправки к расчетному удельному расходу топлива на изменение доли раздельно сожженных газа и мазута, а энергообъединениями-укрупненные значения αb, приводимые в табл.2.

Таблица 2

Основное топливо	Поправка к удельному расходу топлива (%) при изменении доли раздельно сожженных газа или мазута на 0,I	
	$\alpha b^{г}$	$\alpha b^{м}$
Газ	–	0,22–0,26
Мазут	0,22–0,26	–
Антрацит	0,76–0,82	0,48–0,55
Каменный или бурый уголь	0,53–0,59	0,26–0,32
Торф	I,25–I,40	I,00–I,I0

Влияние на экономичность котлов изменения доли газа или мазута при совместном их сжигании с твердым топливом следует определять на основе результатов специальных испытаний.

Экономия условного топлива (т) в энергообъединении при изменении структуры топливного баланса каждой из групп оборудования определяется по формуле

$$\Delta B_{Ti} = \Delta b_{Ti} \Theta_{ai} \,. \qquad (I9)$$

2.4. Общая экономия топлива

Общая экономия условного топлива (т) может быть определена по соответствующим обобщенным показателям, а также как сумма отдельных ее составляющих:

- в энергообъединении

$$\Delta B = (b_a - b_б)\Theta_a = \Delta B_{тфк} + \Delta B_{стр}^{кн} + \Delta B_{стр}^{тф} + \Delta B_{эк}^{кн} + \Delta B_{эк}^{тф} =$$

$$= \Delta B_{тфк} + \Delta B_{стр} + \Delta B_{эк}; \qquad (20)$$

- в подсистемах энергообъединения

$$\Delta B_{пс}^{кн} = (b_a^{кн} - b_б^{кн})\Theta_a^{кн} = \sum_1^n (\Delta B_{стрi}^{кн} + \Delta B_{экi}^{кн}) = \qquad (2I)$$

$$= \Delta B_{стр}^{кн} + \Delta B_{эк}^{кн};$$

$$\Delta B_{пс}^{тф} = (b_a^{тф} - b_б^{тф})\Theta_a^{тф} = \sum_1^n (\Delta B_{стрi}^{тф} + \Delta B_{экi}^{тф}) = \qquad (22)$$

$$= \Delta B_{стр}^{тф} + \Delta B_{эк}^{тф},$$

где n - количество групп оборудования в энергообъединении.

3. ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕПЛОЭНЕРГИИ

Экономия топлива в энергообъединении при производстве теплоэнергии обусловливается в основном теми же факторами, что и при производстве электроэнергии, и определяется по аналогичным формулам.

Общая экономия условного топлива, т:

$$\Delta B=(b_a-b_б)Q_a \ , \qquad (23)$$

где Q – отпуск теплоэнергии энергообъединением, тыс.Гкал;

b – средний по энергообъединению удельный расход условного топлива на отпущенную теплоэнергию, кг/Гкал.

Экономия условного топлива за счет изменения структуры отпуска теплоэнергии, т:

$$\Delta B_{стр}=\sum_1^n (b_{бi}-b_б)\left(Q_{ai}-Q_{бi}\frac{Q_a}{Q_б}\right), \qquad (24)$$

где Q_i – отпуск теплоэнергии каждой из групп оборудования, тыс.Гкал;

b_i – удельный расход условного топлива на отпущенную теплоэнергию по каждой из групп оборудования, кг/Гкал.

Экономия условного топлива за счет повышения экономичности групп оборудования, т:

$$\Delta B_{эк}=\sum_1^n (b_{ai}-b_{бi})Q_{ai} \ ; \qquad (25)$$

$$\Delta B_{уров}=\sum_1^n (\Delta b_{ai}^{откл}-\Delta b_{бi}^{откл})Q_{ai} \ ; \qquad (26)$$

$$\Delta B_т=\sum_1^n \Delta b_{тi} Q_{ai} \ . \qquad (27)$$

Значения $\Delta b_{тi}$ определяются по формуле (I7).

Экономия условного топлива (т) в энергообъединении вследствие изменения отпуска теплоэнергии с горячей водой определяется по формуле

$$\Delta B_i^{гв} = (\beta_{ai}^{гв} - \beta_{бi}^{гв}) b_{бi}^{э} \, Э_{тепл\,бi} Q_{ai} \cdot 10^{-3}, \qquad (28)$$

где $\beta_i^{гв}$ – доля отпуска теплоэнергии с горячей водой;

$Э_{теплi}$ – удельный расход электроэнергии на насосы теплофикационной установки, кВт·ч/Гкал;

$b_i^{э}$ – средний по теплофикационному оборудованию удельный расход топлива на отпущенную электроэнергию, г/(кВт·ч).

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПО КОНДЕНСАЦИОННОМУ И ТЕПЛОФИКАЦИОННОМУ ЦИКЛАМ

Отпуск электроэнергии (млн.кВт·ч) по конденсационному и теплофикационному циклам для каждой из групп теплофикационного оборудования определяется по формулам:

$$Э_i^{кн} = Э_i^{кн(в)} \left(1 - Э_{снi}^{кн}\right) \frac{Э_i}{Э_i^{в} - Э_{эснi}}; \qquad (29)$$

$$Э_i^{тф} = Э_i^{тф(в)} \left(1 - Э_{снi}^{тф}\right) \frac{Э_i}{Э_i^{в} - Э_{эснi}}, \qquad (30)$$

где $Э_i$ – общий отпуск электроэнергии теплофикационным оборудованием, млн.кВт·ч;

$Э_{эснi}$ – суммарный расход электроэнергии на собственные нужды теплофикационного оборудования на выработку электроэнергии, млн.кВт·ч;

$Э_{снi}^{кн}, Э_{снi}^{тф}$ – доля расхода электроэнергии на собственные нужды на выработку электроэнергии соответственно по конденсационному и теплофикационному циклам:

$$Э_{снi}^{кн}=\frac{Э_{снi}^{кн}}{Э_i^{кн(в)}}; \qquad Э_{снi}^{тф}=\frac{Э_{снi}^{тф}}{Э_i^{тф(в)}}. \tag{3I}$$

Общий расход электроэнергии на собственные нужды, связанный с выработкой электроэнергии, распределяется между конденсационным и теплофикационным циклами пропорционально соответствующим расходам тепла на выработку электроэнергии, при этом расход электроэнергии на циркуляционные насосы полностью относится к конденсационному циклу:

$$Э_{снi}^{кн}=(Э_{эснi}-\beta_i^{кн}Э_{цнi})\frac{Q_{эi}^{кн}}{Q_{эi}\beta_i^{кн}}+Э_{цнi}; \tag{32}$$

$$Э_{снi}^{тф}=\left[Э_{эснi}-(1-\beta_i^{кн})Э_{цнi}\right]\frac{Q_{эi}^{тф}}{Q_{эi}(1-\beta_i^{кн})}, \tag{33}$$

где $Э_{эснi}=\frac{Э_{снi}}{Э_i^{в}}$ – доля расхода электроэнергии на собственные нужды группы оборудования на выработку электроэнергии;

$\beta_i^{кн}=\frac{Э_i^{кн(в)}}{Э_i^{в}}$ – доля выработки электроэнергии теплофикационным оборудованием по конденсационному циклу;

$Э_{цнi}$ – доля расхода электроэнергии на циркуляционные насосы в конденсационной выработке электроэнергии;

$Q_{эi}, Q_{эi}^{кн}, Q_{эi}^{тф}$ – расход тепла на выработку электроэнергии соответственно суммарную, по конденсационному и теплофикационному циклам, Гкал.

Расход тепла (Гкал) на выработку электроэнергии по теплофикационному циклу определяется по формуле

$$Q_{эi}^{тф} = q_{тi}^{тф}\left(1-\beta_i^{кн}\right)\mathcal{Э}_i^{в}\cdot 10^{-3}, \qquad (34)$$

где $q_{тi}^{тф}$ – удельный расход тепла на производство электроэнергии по теплофикационному циклу, ккал/(кВт·ч).

Электростанции могут принимать значение $q_{тi}^{тф}$ по нормативным характеристикам турбин (с учетом снижения их экономичности эксплуатационных условиях), а энергообъединения – равным 895–900 ккал/(кВт·ч) для оборудования на давление свежего пара 90–240 кгс/см^2 и 930–940 ккал/(кВт·ч) для остального оборудования.

Расход тепла на выработку электроэнергии по конденсационному циклу определяется как разность между $Q_{эi}$ и $Q_{эi}^{тф}$.

Удельные расходы топлива на отпущенную электроэнергию (г/(кВт·ч), выработанную по конденсационному и теплофикационному циклам, подсчитываются по формулам:

$$b_i^{кн} = \frac{B_{эi}\,Q_{эi}^{кн}}{\mathcal{Э}_i^{кн}\,Q_{эi}}; \qquad (35)$$

$$b_i^{тф} = \frac{B_{эi}\,Q_{эi}^{тф}}{\mathcal{Э}_i^{тф}\,Q_{эi}}. \qquad (36)$$

Для упрощения расчетов рекомендуется рассчитывать показатели, характеризующие производство электроэнергии только по теплофикационному циклу, а показатели конденсационного цикла определять как остаточные значения общих показателей производства электроэнергии.

5. УПРОЩЕННЫЕ РАСЧЕТЫ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

5.I. Упрощения при определении отдельных показателей

5.I.I. Общий отпуск электроэнергии (млн.кВт·ч) теплофикационным оборудованием распределяется между конденсационным и теплофикационным циклами пропорционально соответствующей выработке электроэнергии:

$$Э_i^{кн} = \beta_i^{кн} Э_i , \quad Э_i^{тф} = (1 - \beta_i^{кн}) Э_i . \qquad (37)$$

5.I.2. Детально рассчитанный для базового периода удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии по теплофикационному циклу принимается неизменным:

- для главных производственных и районных энергетических управлений, а также для электростанций - в течение 3 лет;
- для остальных энергообъединений - в течение 5 лет.

В течение указанных сроков удельный расход топлива г/(кВт·ч) на отпуск электроэнергии по конденсационному циклу определяется по формуле

$$b_i^{кн} = \frac{b_i Э_i - b_i^{тф} Э_i^{тф}}{Э_i^{кн}} , \qquad (38)$$

где b_i - средний по теплофикационному оборудованию удельный расход топлива на отпущенную электроэнергию, г/(кВт·ч).

При таком способе определения удельных расходов топлива не подсчитывается экономия топлива от повышения экономичности производства электроэнергии по теплофикационному циклу.

5.2. Упрощение методики

5.2.I. При определении удельных расходов топлива конденсационного и теплофикационного циклов в соответствии с п.5.I.2 общую экономию условного топлива (т) в энергообъединении можно представить в виде трех составляющих:

- вследствие повышения эффективности теплофикации

$$\Delta B_{тфк} = \sum_{1}^{n} (в_{бi}^{тф} - в_{б}^{кн})(э_{аi}^{тф} - э_{бi}^{тф} \frac{э_а}{э_б}); \qquad (39)$$

- вследствие улучшения структуры выработки электроэнергии по конденсационному циклу

$$\Delta B_{стр}^{кн} = \sum_{1}^{n} (в_{бi}^{кн} - в_{б}^{кн})(э_{аi}^{кн} - э_{бi}^{кн} \frac{э_а}{э_б}); \qquad (40)$$

- вследствие повышения экономичности производства электроэнергии по конденсационному циклу отдельными группами оборудования

$$\Delta B_{эк}^{кн} = \sum_{1}^{n} (в_{аi}^{кн} - в_{бi}^{кн})\, э_{аi}^{кн} \quad . \qquad (41)$$

5.2.2. В тех случаях, когда известно, в какой мере каждая из групп оборудования заместила отпуск электроэнергии другой группы, определяются следующие составляющие экономии условного топлива (т) в энергообъединении:

- вследствие повышения эффективности теплофикации

$$\Delta B_{тфк} = \sum_{1}^{n} (в_{бп}^{тф} - в_{бт}^{кн})\, \Delta\alpha_m\, э_а \; ; \qquad (42)$$

- вследствие улучшения структуры выработки электроэнергии по конденсационному циклу

$$\Delta B_{стр}^{кн} = \sum_{1}^{n} (в_{бп}^{кн} - в_{бт}^{кн})\, \Delta\alpha_m\, э_а \; ; \qquad (43)$$

- вследствие повышения экономичности производства электроэнергии отдельными группами оборудования [по формулам (14), (15)].

В формулах (42) и (43) индекс n присвоен группе оборудования, которая заместила отпуск электроэнергии группы оборудова-

ния m на значение $\Delta\alpha_m$, где α – доля отпуска электроэнергии группой оборудования в общем отпуске ее энергообъединением.

Приложение I

ГРУППИРОВКА ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПАРАМЕТРАМ СВЕЖЕГО ПАРА И ТИПУ ОБОРУДОВАНИЯ

Номер группы	Давление свежего пара перед турбиной, кгс/см^2	Тип оборудования
I	240	Конденсационные энергоблоки I200 МВт
2		Конденсационные энергоблоки 800 МВт
3		Конденсационные энергоблоки 500 МВт
4		Конденсационные энергоблоки 300 МВт
5		Теплофикационные энергоблоки 250 МВт
6	I70–300	Несерийное оборудование
7	I30	Конденсационные энергоблоки 200–2I0 МВт
8		Конденсационные энергоблоки I50–I60 МВт
9		Теплофикационные энергоблоки I75–I80 МВт
I0		Остальное теплофикационное оборудование
II	90	Конденсационное оборудование
I2		Теплофикационное оборудование
I3	45–I20	Конденсационное и теплофикационное оборудование иностранных фирм
I4	Менее 45	Стационарное конденсационное оборудование
I5		Стационарное теплофикационное оборудование
I6	Парогазовые установки	

Окончание приложения I

Номер группы	Давление свежего пара перед турбиной, кгс/см^2	Тип оборудования
I7		Газотурбинные установки
I8		Энергопоезда и дизельные электростанции
I9		Районные котельные

Примечание. В группу 6 включаются турбины СКР-I00 Каширской ГРЭС и СВР-50-3 Челябинской ТЭЦ-I с приключенными к ним турбинами среднего давления, а также энергоблоки I50 МВт Черепетской ГРЭС; в группу I8 - все энергопоезда вне зависимости от типа установленного на них оборудования; в группу I9 - все районные котельные, в том числе и состоящие на балансе электростанций; в группы I0-I3 - также противодавленческие турбины соответствующего давления свежего пара с приключенными в ним турбинами среднего и низкого давления; в группы I0-II - также турбины соответствующего давления свежего пара производства ЧССР.

ПРИМЕР РАСЧЕТА СОСТАВЛЯЮЩИХ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА В ЭНЕРГООБЪЕДИНЕНИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Исходные данные

Группа оборудования	Базовый период						Анализируемый период					
	Отпуск электроэнергии, млн.кВт·ч			Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)			Отпуск электроэнергии, млн.кВт·ч			Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)		
	$Э_{бi}$	$Э_{бi}^{кн}$	$Э_{бi}^{тф}$	$в_{бi}$	$в_{бi}^{кн}$	$в_{бi}^{тф}$	$Э_{аi}$	$Э_{аi}^{кн}$	$Э_{аi}^{тф}$	$в_{аi}$	$в_{аi}^{кн}$	$в_{аi}^{тф}$
Энергоблоки:												
800 МВт	7000	7000	–	365	365	–	9000	9000	–	350	350	–
300 МВт	68000	68000	–	350	350	–	76000	76000	–	345	345	–
200 МВт	45000	45000	–	366	366	–	55000	55000	–	364	364	–
I5C МВт	25000	25000	–	372	372	–	26000	26000	–	375	375	–
КЭС 90 кгс/см^2	I3000	I3000	–	435	435	–	I3500	I3500	–	440	440	–
КЭС 45 кгс/см^2	2500	2500	–	555	555	–	2000	2000	–	560	560	–
ТЭЦ 240 кгс/см^2	2200	I408	792	299	380	I55	5800	3480	2320	285	375	I50
ТЭЦ I30 кгс/см^2	39000	I3650	25350	244	400	I60	44625	I6500	28I25	246	396	I58
ТЭЦ 90 кгс/см^2	I4000	5300	8700	273	447	I67	I4600	5800	8800	279	455	I63
ТЭЦ 45 кгс/см^2	5000	I500	3500	299	600	I70	4450	II00	3350	285	620	I75
Энергообъединение	$Э_б$	$Э_б^{кн}$	$Э_б^{тф}$	$в_б$	$в_б^{кн}$	$в_б^{тф}$	$Э_а$	$Э_а^{кн}$	$Э_а^{тф}$	$в_а$	$в_а^{кн}$	$в_а^{тф}$
	220700	I82358	38342	338,280	375,260	I62,398	250975	208380	42595	335,382	37I,245	I59,934

Продолжение приложения 2

Результаты расчета по основной методике

Группа оборудования	Разность удельных расходов топлива, г/(кВт·ч)				Экономия (-), перерасход (+) условного топлива (т) вследствие изменения			
					структуры отпуска электроэнергии		удельных расходов топлива по группам оборудования	
	$b_{бi}^{кн}-b_{б}^{кн}$	$b_{бi}^{тф}-b_{б}^{тф}$	$b_{аi}^{кн}-b_{бi}^{кн}$	$b_{аi}^{тф}-b_{бi}^{тф}$	Конденсационный цикл [формула (2)] $\Delta B_{стр\,i}^{кн}$	Теплофикационный цикл [формула (3)] $\Delta B_{стр\,i}^{тф}$	Конденсационный цикл [формула (I4)] $\Delta B_{эк\,i}^{кн}$	Теплофикационный цикл [формула (I5)] $\Delta B_{эк\,i}^{тф}$
Энергоблоки:								
800 МВт	-I0,26	-	-I5	-	-I027I	-	-I35000	-
300 МВт	-25,26	-	-5	-	+43028	-	-380000	-
200 МВт	- 9,26	-	-2	-	-33I38	-	-II0000	-
I50 МВт	- 3,26	-	+3	-	+8370	-	+78000	-
КЭС 90 кгс/см^2	59,74	-	+5	-	-80952	-	+67500	-
КЭС 45 кгс/см^2	I79,74	-	+5	-	-I53991	-	-I0000	-
ЭЦ 240 кгс/см^2	4,74	-7,398	-5	-5	+8869	-I0654	-I7400	-II600
ЭЦ I30 кгс/см^2	24,74	-2,398	-4	-2	+22320	+88	-66000	-56250
ЭЦ 90 кгс/см^2	7I,74	+4,602	+8	-4	-I8387	-398I	+46400	-35200
ЭЦ 45 кгс/см^2	224,74	+7,602	+20	+5	-I3800I	-4092	+22000	+I6750
Энергообъединение	-	-	$b_{а}^{кн}-b_{б}^{кн}$	$b_{а}^{тф}-b_{б}^{тф}$	$\Delta B_{стр}^{кн}$	$\Delta B_{стр}^{тф}$	$\Delta B_{эк}^{кн}$	$\Delta B_{эк}^{тф}$
	-	-	-4,0I5	-2,464	-352I53	-I8639	-484500	-86300
					$\Delta B_{стр}$ = -370792 $\Delta b_{стр}$ = -I,477		$\Delta B_{эк}$ = -570800 $\Delta b_{эк}$ = -2,274	

. Перерасход условного топлива вследствие снижения эффективности теплофикации [формула (I)]:

$$B_{тфк} = (I62,398-375,260)\cdot(42595-38342\cdot\frac{250975}{220700}) = +2I4277 \text{ т или } +0,854 \text{ г/(кВт·ч)}.$$

Общая экономия топлива в энергообъединении [формула (20)]:

$\Delta B = (335,382-338,280)\cdot 250975 = -727326$ т или -2,898 г/(кВт·ч);

$\Delta B = \Delta B_{тфк}+\Delta B_{стр}+\Delta B_{эк} = 2I4277-370792-570800 = -727315$ т или -2,898 г/(кВт·ч).

Расхождение между общей экономией топлива и суммой отдельных составляющих является следствием округления цифр.

Экономия условного топлива по конденсационной подсистеме энергообъединения [формула (2I)]:

$$\Delta B_{пс}^{кн}=\Delta B_{стр}^{кн}+\Delta B_{эк}^{кн} = -352I53-484500 = -836653 \text{ т или } -4,0I5 \text{ г/(кВт·ч)}.$$

Экономия условного топлива по теплофикационной подсистеме энергообъединения [формула (22)]:

$$\Delta B_{пс}^{тф}=\Delta B_{стр}^{тф}+\Delta B_{эк}^{тф} = -I8639-86300 = -I04939 \text{ т или } -2,464 \text{ г/(кВт·ч)}.$$

Результаты расчета по упрощенной (см. п.5.I.2 и 5.2.I) методике

Группа оборудования	Удельные расходы топлива анализируемого периода, г/(кВт·ч)			Разность удельных расходов топлива, г/(кВт·ч)			Экономия (–), перерасход (+) условного топлива (т) вследствие изменения		
	b_{ai}	$b_{ai}^{тф}=b_{бi}^{тф}$	$b_{ai}^{кн}$	$b_{бi}^{тф}-b_{б}^{кн}$	$b_{бi}^{кн}-b_{б}^{кн}$	$b_{ai}^{кн}-b_{бi}^{кн}$	эффективности теплофикации [формула (39)] $\Delta B_{тфкi}$	структуры выработки электроэнергии по конденсационному циклу [формула (40)] $\Delta B_{стрi}^{кн}$	удельных расходов топлива по группам оборудования [формула (41)] $\Delta B_{экi}^{кн}$
Энергоблоки:									
800 МВт	350	–	350	–	–I0,26	–I5	–	–I0668	–I35000
300 МВт	345	–	345	–	–25,26	–5	–	+33546	–380000
200 МВт	364	–	364	–	–9,26	–2	–	–35438	–II0000
I50 МВт	375	–	375	–	–3,26	+3	–	+7920	+78000
КЭС 90 кгс/см^2	440	–	440	–	59,74	+5	–	–76665	+67500
КЭС 45 кгс/см^2	560	–	560	–	I79,74	+5	–	–I5I5II	+I0000
ТЭЦ 240 кгс/см^2	285	I55	37I,667	–220,26	4,74	–8,333	–3I2627	+8906	–28909
ТЭЦ I30 кгс/см^2	246	I60	392,59I	–2I5,26	24,74	–7,409	+I5I207	+24I84	–I22249
ТЭЦ 90 кгс/см^2	279	I67	448,93I	–208,26	7I,74	+I,93I	+227720	–I6288	+II200
ТЭЦ 45 кгс/см^2	285	I70	635,227	–205,26	224,74	+35,227	+I29338	–I36I40	+38750
Энергообъединение	b_a	$b_a^{тф}$	$b_a^{кн}$	–	–	$b_a^{кн}-b_б^{кн}$	$\Delta B_{тфк}$	$\Delta B_{стр}^{кн}$	$\Delta B_{эк}^{кн}$
	335,382	I6I,960	370,83I	– –	–	–0,4I4	+I95638	–352I54	–570798
							$\Delta b_{тфк}$= +0,780	$\Delta b_{стр}^{кн}$= –I,403	$\Delta b_{эк}^{кн}$= –2,274

Исходные данные и расчет по упрощенной (п.5.2.2) методике

Группа оборудования		Базовый период			Анализируемый период			Увеличение (+), уменьшение (–) доли отпуска электроэнергии
		Отпуск электроэнергии, млн.кВт·ч	Доля отпуска электроэнергии	Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	Отпуск электроэнергии, млн.кВт·ч	Доля отпуска электроэнергии	Удельный расход топлива, г/(кВт·ч)	
		$Э_{бi}$	$\alpha_{бi}$	$b_{бi}$	$Э_{ai}$	α_{ai}	b_{ai}	$\Delta\alpha_i$
Энергоблоки 200 МВт		4188	0,698	360	4284	0,68	358	–0,018
ТЭЦ 130 кгс/см^2	Конденсационный цикл	888	0,148	400	1008	0,16	404	+0,012
	Теплофикационный цикл	834	0,139	165	882	0,14	162	+0,001
ТЭЦ 90 кгс/см^2	Теплофикационный цикл	90	0,015	170	126	0,02	168	+0,005
Энергообъединение		$Э_б$	$\alpha_б$	$b_б$	$Э_a$	α_a	b_a	$\Delta\alpha$
		6000	1,000	335,965	6300	1,00	334,120	0

1. Экономия условного топлива вследствие увеличения выработки электроэнергии по теплофикационному циклу [формула (42)]:

$$\Delta B_{тфк} = \left[(b_{б\,130}^{тф} - b_{б\,200}^{кн})\,\Delta\alpha_{130}^{тф} + (b_{б\,90}^{тф} - b_{б\,200}^{кн})\,\Delta\alpha_{90}^{тф}\right] Э_a =$$

$$= \left[(165-360)\cdot 0{,}001 + (170-360)\cdot 0{,}005\right]\ 6300 = -7213{,}5 \text{ т или } -1{,}145 \text{ г/(кВт·ч)}.$$

2. Перерасход условного топлива вследствие ухудшения структуры выработки электроэнергии по конденсационному циклу [формула (43)].

$$\Delta B_{стр}^{кн} = (b_{б\,130}^{кн} - b_{б\,200}^{кн})\,\Delta\alpha_{130}^{кн}\,Э_a = (400-360)\cdot 0{,}012\cdot 6300 = +3024{,}0 \text{ т или } +0{,}48 \text{ г/(кВт·ч)}.$$

3. Экономия условного топлива вследствие снижения удельных расходов топлива по отдельным группам оборудования [формулы (14) и (15)]:

$$\Delta B_{эк} = (b_{a\,200}^{кн} - b_{б\,200}^{кн})\,Э_{a\,200}^{кн} + (b_{a\,130}^{кн} - b_{б\,130}^{кн})\,Э_{a\,130}^{кн} + (b_{a\,130}^{тф} - b_{б\,130}^{тф})\,Э_{a\,130}^{тф} + (b_{a\,90}^{тф} - b_{б\,90}^{тф})\,Э_{a\,90}^{тф} =$$

$$= (358-360)\ 4284 + (404-400)\ 1008 + (162-165)\cdot 882 + (168-170)\cdot 126 = -7434{,}0 \text{ т или } -1{,}18 \text{ г/(кВт·ч)}.$$

4. Общая экономия условного топлива [формулы (20) и (40)]:

$$\Delta B = (b_a - b_б)\,Э_a = (334{,}120 - 335{,}965)\cdot 6300 = -11623{,}5 \text{ т или } -1{,}845 \text{ г/(кВт·ч)};$$

$$\Delta B = \Delta B_{тфк} + \Delta B_{стр}^{кн} + \Delta B_{эк} = -7213{,}5 + 3024{,}0 - 7434{,}0 = 11623{,}5 \text{ т или } -1{,}845 \text{ г/(кВт·ч)}.$$

О Г Л А В Л Е Н И Е

I. Общие положения 7

2. Экономия топлива при производстве электроэнергии 9

3. Экономия топлива при производстве теплоэнергии.. I5

4. Определение показателей, характеризующих производство электроэнергии по конденсационному и теплофикационному циклам I7

5. Упрощенные расчеты составляющих экономии топлива при производстве электроэнергии 20

П р и л о ж е н и е I. Группировка оборудования по параметрам свежего пара и типу оборудования.. 22

П р и л о ж е н и е 2. Пример расчета составляющих экономии топлива в энергообъединении при производстве электроэнергии 24

Ответственный редактор Н.К.Демурова

Литературный редактор З.И.Игнаткова

Технический редактор Е.Н.Бевза

Корректор Н.Я.Кревец

Подписано к печати I2/П I980 г. Формат 60х84 I/I6

Печ.л.I,75(усл.печ.л.I,57) Уч.-изд.л. I,4 Тираж 500 экз.

Заказ № 44/80 Издат. № I2/80 Цена 2I коп.

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
I09432,Москва,2-й Кожуховский проезд,д.29,корп.6

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
II7292,Москва,ул.Ивана Бабушкина,д.23,корп.2

gost.e-ecolog.ru