

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО НАГАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И СЕТЕЙ "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА
ПОПРАВОК К МОЩНОСТИ,
РАСХОДУ СВЕЖЕГО ПАРА
И УДЕЛЬНОМУ РАСХОДУ ТЕПЛОТЫ
НА ОТКЛОНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ
И УСЛОВИЙ ОТ НОМИНАЛЬНЫХ
ДЛЯ ТУРБОАГРЕГАТОВ
С РЕГУЛИРУЕМЫМИ
ОТБОРАМИ ПАРА**

МТ 34-70-027-86



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО КАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

МЕТОДИКА РАСЧЕТА
ПОПРАВОК К МОНТИОСТИ,
РАСХОДУ СВЕЖЕГО ПАРА
И УДЕЛЬНОМУ РАСХОДУ ТЕПЛОТЫ
НА ОТКЛОНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ
И УСЛОВИЙ ОТ ПОМИНАЛЬНЫХ
ДЛЯ ТУРБОАГРЕГАТОВ
С РЕГУЛИРУЕМЫМИ
ОТБОРАМИ ПАРА

МТ 34-70-027-86

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"
Москва

1987

Р А З Р А Б О Т А Н О Производственным объединением по наладке,
совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций
и сетей "Союзтехэнерго"

И С П О Л Н И Т Е Л И М.А.УХОБОТИН (МП Союзтехэнерго), Э.В.БЕ-
ЛОСОВА (Сибтехэнерго), С.Н.СОКОЛОВ (Уралтехэнерго)

У Т В Е Р Ж Д Е Н О по "Союзтехэнерго" 22.09.86 г.

Главный инженер К.В.ШАХСУВАРОВ

© СПО Союзтехэнерго, 1987.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОПРАВОК К МОЩНОСТИ,
РАСХОДУ СВЕЖЕГО ПАРА И УДЕЛЬНОМУ РАС-
ХОДУ ТЕПЛОТЫ НА ОТКЛОНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ
И УСЛОВИЙ ОТ НОМИНАЛЬНЫХ ДЛЯ ТУРБОАГР-
ГАТОВ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ ОТБОРАМИ ПАРА

МТ 34-70-027-86

Срок действия установлен
с 01.01.87 г.
до 01.01.92 г.

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

I.1. При нормировании и планировании основных технико-экономических показателей применяются типовые энергетические характеристики (ТЭХ), справедливые для определенных номинальных условий. Для оценки работы турбоагрегата в условиях эксплуатации при отклонении тех или иных условий от принятых за номинальные необходимо вводить соответствующие поправки.

I.2. В настоящей Методике приводится порядок расчета поправок к мощности, расходу свежего пара и удельному расходу теплоты для турбин с регулируемыми отборами пара и ступенчатым подогревом сетевой воды на отклонение следующих параметров и условий работы от номинальных:

- начальных параметров пара;
- давления пара в камерах регулируемых отборов для турбин типа ПТ;
- давления отработавшего пара;
- температуры конечного подогрева питательной воды;
- температуры обратной сетевой воды;
- отключение группы подогревателей высокого давления;
- отличие расхода питательной воды от расхода свежего пара.

I.3. Поправочные кривые представляются отдельно для режимов:

- конденсационного с отключенными регуляторами давления в регулируемых отборах;

- с включенными регуляторами давления и отборами пара на производство (для турбин типа ПТ) и сетевые подогреватели (для турбин типа ПТ и Т);

- по тепловому графику (для турбин типа Т) с максимальной тепловой нагрузкой.

I.4. Для турбин типа Т расчет поправок выполняется во всем диапазоне изменения тепловых и электрических нагрузок и давления пара в камере регулируемого отбора. При незначительном влиянии расхода или давления пара в регулируемом отборе на значения поправок последние усредняются.

I.5. Для турбин типа ПТ поправочные кривые применяются для всех режимов с производственным отбором, теплофикационный отбор практически не влияет на значения поправок.

I.6. Для одно- и двухступенчатого подогрева сетевой воды поправки получаются практически равными.

I.7. При конденсационном режиме поправки, как правило, вносятся к расходу пара на турбину и расходу теплоты (полному и удельному) в долях от значений, взятых соответственно заданной нагрузке из нормативных графиков ТЭХ.

I.8. При работе с регулируемыми отборами по электрическому графику для турбин типа Т поправки рассчитываются к удельному расходу теплоты и расходу свежего пара при условии сохранения неизменным исходного значения электрической мощности (N_T) и тепловой нагрузки (Q_T); также приводятся отклонения мощности при условии сохранения неизменным исходного значения расхода пара на турбину (G_p).

I.9. Для турбин типа ПТ поправки даются к удельному расходу теплоты и к мощности, с помощью последней определяется расход пара на турбину по диаграмме режимов при заданных условиях и измененном параметре.

I.10. При работе по тепловому графику (для турбин типа Т) поправки рассчитываются к удельному расходу теплоты, расходу пара на турбину и электрической мощности при условии сохранения неизменным исходного значения тепловой нагрузки.

I.11. Расчет поправок производится в следующем порядке:

- соответственно отклоненному параметру определяется изменение мощности с помощью заводских поправочных кривых или IS -диаграммы. При подсчете суммарного отклонения мощности учитывается

влияние изменения массового расхода пара в отбор вследствие изменения энталпии пара в отборе для соблюдения условия неизменности тепловой нагрузки;

- после определения суммарного изменения мощности ($\Sigma \Delta N_T$) определяется соответствующая поправка к расходу пара на турбину для сохранения неизменным исходного значения мощности:

$$\Delta G_0 = -\Sigma \Delta N_T \left(\frac{\Delta G_0}{\Delta N_T} \right),$$

где $\frac{\Delta G_0}{\Delta N_T}$ - относительный прирост расхода пара на турбину при заданном режиме;

- изменение расхода теплоты на выработку электроэнергии при постоянных значениях электрической и тепловой (Q_η и Q_T - для турбин типа ПТ и Q_T - для турбин типа Т) нагрузок численно равно изменению общего расхода теплоты на турбоагрегат, которое определяется по выражению

$$\Delta Q_3 = \Delta Q_0 = \Delta G_0 (i_o^H - i_{n,\beta}^H) + \Delta G_0 (\Delta i_o - \Delta i_{n,\beta}) + \\ + G_o^H (\Delta i_o - \Delta i_{n,\beta}),$$

где $i_o^H, i_{n,\beta}^H$ - энталпии свежего пара и питательной воды при номинальных условиях, ккал/кг;

$\Delta i_o, \Delta i_{n,\beta}$ - отклонения энталпии свежего пара и питательной воды от номинальных значений при изменении параметра и расхода свежего пара, ккал/кг;

- определяется поправка к удельному расходу теплоты:

$$\Delta q = \frac{\Delta Q_3}{N_T}.$$

I.12. Для турбины ПТ-135/165-130/15 расчет поправок к удельному расходу теплоты производился на микроЭВМ "Искра-226" следующим образом: первоначально с применением методов регрессионного анализа определялись виды и коэффициенты аналитических выражений $G_0 = f(N_T)$ при $Q_\eta = const$. Далее на основе рассчитанных поправок к мощности определялись (также методом регрессионного анализа) коэффициенты аналитических выражений $G_0 = f(N_T)$ при $Q_\eta = const$ для

случая изменения какого-либо параметра. С помощью полученных уравнений при одинаковом значении мощности находилось отклонение G_0 и на его основе поправка к удельному расходу теплоты.

I.13. При работе по тепловому графику (для турбин типа Т) постоянство тепловой нагрузки (Q_T) обеспечивается при сохранении неизменным расхода пара через 21-ю ступень (G_{21CT}) для турбин Т-50-130 и Т-100/120-130 и через 20-ю ступень (G_{20CT}) для турбины Т-175/210-130 с учетом изменения энталпии пара в регулируемом отборе. В свою очередь, постоянство G_{21CT} и G_{20CT} обеспечивается соответствующим изменением расхода пара на турбину, которое учитывается при расчете суммарной поправки к мощности.

I.14. При расчете поправок к удельному расходу теплоты рассматриваются режимы работы турбоустановки с использованием тепла отработавшего пара (трехступенчатый подогрев сетевой воды, нагрев во встроенным пучке подпиточной воды) и без него.

I.15. В случае, когда тепло отработавшего пара используется, изменение удельного расхода теплоты составит

$$\Delta q = q_T^H - q_T^N,$$

где

q_T^H , q_T^N - удельный расход теплоты, соответственно при номинальных и заданных условиях, ккал/(кВт·ч);
 $q_T^H = f(N_T^H)$, $q_T^N = f(N_T^H + \Sigma \Delta N_T)$ - определяются по графикам (при трехступенчатом подогреве сетевой воды) из ТЭХ для соответствующего типа турбины.

I.16. Поправки к удельному расходу теплоты при использовании теплоты отработавшего пара не превышают 3 ккал/(кВт·ч), поэтому вполне допустимо их не учитывать.

I.17. При работе по тепловому графику без использования тепла отработавшего пара поправка к удельному расходу теплоты определяется из выражения

$$\Delta q = (q_T^H - 860) \left(\frac{N_T^H}{N_T^H + \Sigma \Delta N_T} - 1 \right).$$

По данной Методике подсчитаны поправки для турбин Т-50-130, Т-100/120-130, Т-175/210-130, ПТ-135/165-130-15 ТМЗ, ПТ-80/100-130-13, ПТ-60-130 ЛМЗ.

В следующем разделе рассматриваются способы расчета поправок.

2. РАСЧЕТ ПОПРАВОК

2.1. Конденсационный режим

2.1.1. Поправки на отклонение давления свежего пара от номинального

Для турбин типа ПТ расчет производится следующим образом:

- по данным испытаний известна зависимость внутреннего КПД ЧВД (от состояния перед статорным клапаном до давления в производственном отборе при отключенном регуляторе давления производственного отбора) от расхода свежего пара. Изменение определенного с помощью этой зависимости использованного теплоперепада ЧВД при заданных расходах и начальных давлениях 13,5; 13,0; 12,5 МПа (135, 130, 125 кгс/см²) и температуре 555°C будет отражать изменение внутренней мощности ЧВД, а аналитически рассчитанная поправочная кривая к мощности ЧСНД – изменение внутренней мощности ЧСНД за счет смещения энталпии за ЧВД вследствие изменения P_o , $\eta_{oi}^{ЧВД}$, $h_{oЧВД}$;

- при заданном массовом расходе G_o , $\eta_{oi}^{ЧВД}$ при давлении 12,5 МПа (125 кгс/см²) берется по опытной кривой соответствен-но $G'_o = G_o \cdot \frac{13,0}{12,5}$, а при давлении 13,5 МПа (135 кгс/см²)

$G'_o = G_o \cdot \frac{13,0}{13,5}$; располагаемый теплоперепад $h_{oЧВД}$ ЧВД наход-дится по *IS* - диаграмме;

- подсчитывается изменение мощности турбины для заданного расхода G_o и соответствующих ему внутренних относительных КПД при номинальных параметрах пара и отличающихся от номинальных, а также найденных из *IS* - диаграммы располагаемых теплоперепадов:

$$\Delta N_T = N_{i\text{ЧВД}} \frac{h_{i\text{ЧВД}}^{\text{отл}} - h_{i\text{ЧВД}}^{\text{ном}}}{h_{i\text{ЧВД}}^{\text{ном}}} + N_{i\text{ЧСНД}} \frac{h_{i\text{ЧСНД}}^{\text{отл}} - h_{i\text{ЧСНД}}^{\text{ном}}}{h_{i\text{ЧСНД}}^{\text{ном}}},$$

где $h_{i\text{ЧВД}}^{\text{ном}}$ и $h_{i\text{ЧВД}}^{\text{отл}}$ - использованные теплоперепады ЧВД при номинальном давлении пара перед турбиной и отличающиеся от номинального, ккал/кг;

$h_{i\text{ЧСНД}}^{\text{ном}}$ и $h_{i\text{ЧСНД}}^{\text{отл}}$ - использованные теплоперепады ЧСНД при номинальном давлении пара перед турбиной и отличающиеся от номинального и принятом КПД ЧСНД, рассчитанные с учетом средней влажности, ккал/кг;

- полученное таким образом изменение мощности турбины пересчитывается в поправку к G_o :

$$\alpha_{G_o} = \frac{\Delta G_o}{G_o} = - \frac{\Delta N_T \left(\frac{\Delta G_o}{\Delta N_T} \right)}{G_o} \cdot 100 \%,$$

где $\frac{\Delta G_o}{\Delta N_T}$ - относительный прирост по конденсационной линии $G_o = f(N_T)$ на соответствующем участке;

- поправка к $q_T(G_o)$ считается как сумма изменений $G_o (\alpha_G)$ и $(\frac{\Delta i_o}{i_o - i_{nur}}) \cdot 100\%$ при изменении давления свежего пара. При отклонении P_o от номинального энталпия i_{nur} полагается неизменной.

Для турбины типа T расчет проводится следующим образом:

- поправка к мощности состоит из двух частей: ΔN_1 - на изменение теплоперепада регулирующей ступени; ΔN_2 - на изменение теплоперепада всех ступеней, начиная со второй ступени. Изменение мощности определяется по соотношению соответствующих использованных теплоперепадов;

- располагаемые теплоперепады для соответствующих расходов пара для заданного режима определяются по IS - диаграмме. Коэффициент полезного действия регулирующей ступени ($h_{o1}^{p,ct}$)

определяется по данным расчета завода-изготовителя. Для заданного массового расхода $h_{oi}^{p,ct}$ при давлении пара перед турбиной 12 МПа (120 кгс/см²) определяется соответственно $G'_D = G_D \frac{13,0}{12,0}$,

а при давлении 14,0 МПа (140 кгс/см²) - $G'_D = G_D \frac{13,0}{14,0}$;

- для заданного расхода G_D и соответствующих ему внутренних относительных КПД при номинальных параметрах пара и отличающихся от номинальных, определенных из IS - диаграммы теплоперепадах, полученных по данным расчета завода-изготовителя значениях внутренней мощности регулирующей ступени и мощности остальных ступеней определяется изменение мощности турбины:

$$\Delta N_T = N_{i,p,st} \frac{h_{i,p,st}^{\text{отл}} - h_{i,p,st}^{\text{ном}}}{h_{i,p,st}^{\text{ном}}} + N_{i,st.2-25} \frac{h_{i,st.2-25}^{\text{отл}} - h_{i,st.2-25}^{\text{ном}}}{h_{i,st.2-25}^{\text{ном}}},$$

где $h_{i,p,st}^{\text{ном}}$ и $h_{i,p,st}^{\text{отл}}$ - использованные теплоперепады регулирующей ступени при номинальном давлении пара перед турбиной и отличающиеся от номинального, ккал/кг;

$h_{i,st.2-25}^{\text{ном}}$ и $h_{i,st.2-25}^{\text{отл}}$ - использованные теплоперепады ступеней 2-й - 25-й при номинальном давлении пара перед турбиной и отличающиеся от номинального, принятом КПД и рассчитанные с учетом средней влажности, ккал/кг;

- полученное таким образом изменение мощности турбины пересчитывается в поправку к G_0 :

$$\alpha_{G_0} = \frac{\Delta G_0}{G_0} = - \frac{\Delta N_T \left(\frac{\Delta G_0}{\Delta N_T} \right)}{G_0} \cdot 100 \%,$$

где $\frac{\Delta G_0}{\Delta N_T}$ - относительный прирост по конденсационной линии $G_0 = f(N_T)$ на соответствующем участке;

- поправка к полному и удельному расходам теплоты считается с учетом изменений расхода пара на турбину и энталпии пара при изменении давления пара перед турбиной.

2.1.2. Поправки на отклонение температуры пара перед турбиной от номинальной

Поправка к мощности на отклонение температуры пара перед турбиной от номинальной принимается по данным завода-изготовителя. Способ расчета поправок к расходу свежего пара и теплоты (α_{G_0} , α_{Q_0}) аналогичен изложенному в п.2.1.1.

2.1.3. Поправки на отключение группы ПВД

Поправка на отключение группы ПВД определяется на основании сопоставления расходов пара на турбину и полного расхода теплоты при одинаковой мощности при номинальной схеме и схеме с отключенной группой ПВД.

Полный расход теплоты в режиме с отключенными группой ПВД подсчитывается по уравнению

$$Q_0^{\text{б/ПВД}} = G_0^{\text{б/ПВД}} (i_0 - 166,3),$$

где $G_0^{\text{б/ПВД}}$ - расход пара на турбину при заданной мощности по характеристике $G_0 = f(N_T)$ при отключенных ПВД, т/ч; 166,3 - энтальпия питательной воды после питательного насоса.

Поправка к удельному расходу теплоты α_{q_T} равна:

$$\alpha_{q_T} = \frac{Q_0^{\text{б/ПВД}} - Q_0}{Q_0} \cdot 100\%,$$

где Q_0 - полный расход теплоты при включенных ПВД, определенный по зависимости $Q_0 = f(N_T)$ для схемы с включенными ПВД.

2.1.4. Поправка на отличие расхода питательной воды от расхода свежего пара на $\pm 10\%$

Поправка принимается в размере 0,1 от поправки к расходу свежего пара и удельному расходу теплоты на отключение группы ПВД.

2.1.5. Поправка на отличие температуры питательной воды от номинальной на 10°C

Поправка к расходу свежего пара составит

$$\alpha_{G_0}^{-10^\circ} = \frac{(G_0^{\delta/\text{ПВД}} - G_0) \cdot 10}{\Delta t_{\text{пит}}^{\text{ПВД}} G_0} \cdot 100\%,$$

где $G_0^{\delta/\text{ПВД}}$ и G_0 - соответственно расход свежего пара при отключенной и включенной группе ПВД и неизменной мощности;
 $\Delta t_{\text{пит}}^{\text{ПВД}}$ - повышение температуры воды в ПВД при заданной мощности и нормальной схеме.

Поправка к удельному расходу теплоты равна

$$\alpha_{q_T}^{-10^\circ} = \frac{(Q_0^{\delta/\text{ПВД}} - Q_0) \cdot 10}{\Delta t_{\text{пит}}^{\text{ПВД}} Q_0} \cdot 100\%.$$

2.1.6. Поправка на давление отработавшего пара

Для ряда постоянных значений N_T определяется расход пара в ЧНД и по сетке поправок на p_2 изменение мощности при отклонении давления в конденсаторе от принятого за номинальное. По найденным значениям ΔN_T и относительному приросту теплоты определяется изменение полного и удельного расходов теплоты:

$$\alpha_{q_T} = - \frac{\Delta N_T \left(\frac{\Delta q_0}{\Delta N_T} \right)}{Q_0} \cdot 100\%,$$

где ΔN_T - найденное по сетке поправок изменение мощности в заданном диапазоне изменения P_2 при $G_{ЧНД}^{\delta x}$, соответствующем N_T ;
 $\frac{\Delta Q_0}{\Delta N_T}$ - относительный прирост расхода теплоты на выработку электроэнергии при режиме, отвечающем N_T , и принятый из уравнения на соответствующем графике ТЭХ $[G_0; Q_0; q_T = f(N_T)]$.

Изменение расхода свежего пара оценивается аналогично по изменению мощности ΔN_T и относительному приросту расхода пара.

2.2. Режимы с регулируемыми отборами

2.2.1. Поправка на отклонение давления свежего пара от номинального

Для турбин типа ПТ расчет изменения мощности и удельного расхода теплоты проводится как и для конденсационного режима, но с использованием кривой КПД ЧВД при включенном регуляторе производственного отбора и зависимостей $N_{ЧВД} = f(G_0)$ при $P_n = const$ и $N_{ЧСНД} = f(G_{ЧСНД})$ при двухступенчатом подогреве сетевой воды, $P_{ВТО} = 0,12 \text{ МПа (1,2 кгс/см}^2\text{)}$ и $Q_T = 0$.

Учитывается также изменение массового расхода пара из производственного отбора при неизменном отпуске теплоты Q_n вследствие изменения энталпии в отборе при изменении давления свежего пара.

Расчет расхода теплоты Q_0 при заданной мощности и отклоненном давлении свежего пара проводится с учетом изменения энталпии свежего пара и питательной воды.

Для турбин типа Т расчет изменения мощности и удельного расхода теплоты при отклонении давления свежего пара проводится как и для конденсационного режима с той разницей, что поправка ΔN_2 состоит из двух частей:

$\Delta N_2'$ - поправки на изменение теплоперепада ступеней, начиная со второй и до регулируемого отбора;

$\Delta N_2''$ - поправки на изменение теплоперепада ступеней от регулируемого отбора до конденсатора.

Учитывается также изменение массового расхода пара в регулируемый отбор при неизменном отпуске теплоты Q_T вследствие

изменения энталпии в отборе при изменении давления пара перед турбиной.

Расчет удельного расхода теплоты при заданной мощности и расходе теплоты в регулируемый отбор проводится с учетом изменения энталпии пара перед турбиной и питательной воды.

2.2.2. Поправка на отклонение температуры свежего пара от номинальной

Для турбин типа ПТ изменение мощности принимается, как и в п.2.1.2, по данным завода-изготовителя с учетом изменения массового расхода пара производственного отбора (см.п.2.2.1). Влияние отклонения параметров свежего пара от номинальных на удельный расход теплоты при постоянной мощности зависит от расхода теплоты производственного и теплофикационного отборов.

Влияние производственного отбора для турбины ПТ-80/100-130-13 показано в приведенной ниже таблице.

Из таблицы следует, что при пользовании усредненными поправками на давление и температуру свежего пара для большинства режимов по производственному отбору ошибка не превысит 2-4 ккал/(кВт·ч) при отклонении давления на $\pm 0,5$ МПа (5 кгс/ $см^2$) и температуры на $\pm 5^\circ\text{C}$.

Возможная ошибка определения удельного расхода теплоты по графикам для режимов с отборами составляет 5-10 ккал/(кВт·ч).

Придочный расчет показывает, что включение теплофикационного отбора при прочих неизменных условиях несущественно влияет на поправку к мощности и удельному расходу теплоты, поэтому поправки на отклонение параметров свежего пара на соответствующих графиках даются усредненными.

Для турбин типа Т изменение мощности принимается, как и в п.2.1.2, по данным завода-изготовителя с учетом изменения массового расхода пара в регулируемый отбор (см.п.2.2.1).

Влияние изменения параметров свежего пара перед турбиной от номинальных на удельный расход теплоты при постоянных мощности и расходах теплоты в регулируемый отбор зависит от расхода теплоты в отбор и давления пара в регулируемом отборе.

Подробные расчеты показали, что влияние это невелико, и при пользовании усредненными поправками (по давлению пара в регули-

руемом отборе и расходу теплоты в регулируемый отбор) ошибка не превысит 2-4 ккал/(кВт·ч) при отклонении давления пара перед турбиной на $\pm 10 \text{ кгс}/\text{см}^2$ и температуры на $\pm 10^\circ\text{C}$, поэтому поправки на отклонение давления и температуры пара перед турбиной на соответствующих графиках даны усредненными.

Расход свежего пара, $\text{т}/\text{ч}$	Теплота производственного отбора, ккал/ч	Давление свежего пара, МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$)	Температура свежего пара, $^\circ\text{C}$	Изменение удельного расхода теплоты, ккал/(кВт·ч)		
				Среднее	Минимальное	Максимальное
300	0-90	I2,5(I25)	-	+3,0	+1,6(0)	+4,6(90)
		I3,5(I35)	-	-0,1	+1,0(0)	-1,3(90)
		-	550	+1,6	+0,9(90)	+3,7(0)
		-	560	-2,6	-0,9(90)	-5,3(0)
365	30-I20	I2,5(I25)	-	+5,6	+4,6(30)	+7,4(I20)
		I3,5(I35)	-	-4,6	-3,5(30)	-6,4(I20)
		-	550	+1,8	+0,1(I20)	+4,2(30)
		-	560	-3,5	-1,6(I20)	-6,6(30)
405	30-I20	I2,5(I25)	-	+7,8	+5,9(30)	+10,2(I20)
		I3,5(I35)	-	-5,8	-4,0(30)	-8,4(I20)
		-	550	+3,4	+0,5(I20)	+5,6(30)
		-	560	-4,6	-2,5(I20)	-7,9(30)
450	60-I50	I2,5(I25)	-	+14,6	+12,5(60)	+18,4(I50)
		I3,5(I35)	-	-26,5	-22,5(60)	-32,4(I50)
		-	550	+3,4	+1,2(I20)	+5,5(60)
		-	560	-7,4	-5,0(I50)	-12,1(60)
470	60-I50	I2,5(I25)	-	+11,9	+9,9(60)	+15,0(I50)
		I3,5(I35)	-	-11,6	-9,5(60)	-14,7(I50)
		-	550	+3,4	+1,6(I20)	+6,5(60)
		-	560	-5,7	-3,8(I20)	-9,5(60)

П р и м е ч а н и е . В скобках указаны значения теплоты производственного отбора (ккал/ч), к которым относятся изменения удельного расхода теплоты.

2.2.3. Поправки на отключение группы ПВД

Поправки на отключение группы ПВД получаются в результате расчета и построения диаграммы режимов при отключенной группе ПВД; сопоставления значений расхода свежего пара и удельного расхода теплоты в режимах с включенными и отключенными ПВД при ряде произвольных значений мощности (для турбин типа ПТ и Т), а также расхода теплоты в регулируемый отбор для всего диапазона изменения давления пара в регулируемом отборе (для турбин типа Т).

Данные для диаграммы режимов с отключенными ПВД получаются на основе имеющегося расчета диаграммы режимов при полностью включенной системе регенерации путем внесения следующих поправок к расходу свежего пара на турбину и мощности на зажимах генератора.

Расход свежего пара на турбину (с включенными ПВД) уменьшается на значение суммарного расхода пара на ПВД, а мощность – на суммарную мощность отборов на ПВД. В связи с уменьшением расхода свежего пара на турбину оставшаяся мощность турбины должна корректироваться на изменение внутреннего КПД ЧВД для турбины типа ПТ (отсека до регулируемого отбора для турбины типа Т) и изменения энталпии пара в производственном для турбины ПТ, регулируемом отборе для турбины Т. Кроме того, к мощности вносится поправка на изменение расхода пара из отбора на деаэратор в связи с необходимостью компенсации тепла конденсата грееющего пара ПВД.

Полный расход тепла при отключенных ПВД подсчитывается по формуле

$$Q_0^{\delta/\text{ПВД}} = G_0^{\delta/\text{ПВД}} (i_0 - 166,3).$$

Таким образом, энталпия питательной воды принимается по состоянию ее за питательным насосом и не зависит от расхода пара на турбину, как и при подсчете для конденсационного режима.

Для турбины типа Т влияние отключения ПВД на удельный расход теплоты при сохранении неизменными мощности и расхода тепла в регулируемый отбор зависит от расхода тепла в регулируемый отбор и от давления пара в регулируемом отборе.

Как показали подробные расчеты, влияние расхода теплоты из регулируемого отбора на поправку к удельному расходу теплоты не-

велико, поэтому поправка представляется усредненной. Влияние давления пара в камере регулируемого отбора на поправку к удельному расходу теплоты более заметно, поэтому поправки представляются для всего диапазона изменения давления пара в камере регулируемого отбора.

2.2.4. Поправки на отличие расхода питательной воды от расхода свежего пара и температуры питательной воды от номинальной

Эти поправки рассчитываются как и для конденсационного режима (см.пп.2.1.4 и 2.1.5).

2.2.5. Поправки на давление отработавшего пара

Для турбин типа ПТ поправка дается лишь к мощности (сетка поправок на давление отработавшего пара) по данным завода-изготовителя. Удельный расход теплоты при отклонении давления в конденсаторе от номинального должен определяться для каждого отдельного случая. Измененный полный и удельный расходы теплоты определяются с помощью графиков $q_T = f(N_T, Q_{\eta})$ соответственно "фиктивной" мощности.

Для турбин типа Т поправка к мощности представляется в виде сетки поправок по данным из ТЭХ. Дается поправка к полному расходу теплоты ΔQ_0 , с помощью которой определяется поправка к удельному расходу теплоты из выражения

$$\Delta q^{P_2} = \frac{\Delta Q_0}{N_T} .$$

Изменение расхода пара турбины оценивается по изменению мощности и относительному приросту расхода пара.

2.2.6. Поправки на изменение температуры обратной воды

Для турбин типа ПТ поправка к полному и удельному расходам теплоты рассчитывается на основании заводских поправок к мощности с помощью графика $q_f = f(N_T, Q_{\eta})$ соответственно "фиктивной" мощности и приводится для неизменной мощности.

Для турбин типа Т поправка к мощности принимается по данным завода-изготовителя для соответствующего типа турбины. При расчете поправки к удельному расходу теплоты учитывается изменение расхода пара на турбину для сохранения неизменной мощности и изменение энталпии питательной воды.

Влияние изменения температуры обратной сетевой воды на удельный расход теплоты при заданных условиях зависит от расхода теплоты в регулируемый отбор и от давления пара в регулируемом отборе.

Как показали расчеты, на поправку к удельному расходу теплоты заметно влияет лишь расход теплоты из регулируемого отбора, поэтому поправка дается для всего диапазона изменения тепловой нагрузки и усредняется по давлению пара в регулируемом отборе.

2.2.7. Поправки на давление в камере производственного отбора (для турбин типа ПТ)

Поправки к мощности на давление в камере производственного отбора принимаются по графику поправок к мощности турбины завода-изготовителя, приложенному к диаграмме режимов. Поскольку диаграмма режимов ТЭХ рассчитывается при постоянных значениях отпускаемой теплоты, заводская поправка к мощности, даваемая при постоянном массовом расходе в отбор, соответственно корректируется.

Для конкретного режима поправка к удельному расходу теплоты рассчитывается следующим образом:

- по скорректированному изменению мощности турбины и относительному приросту $(\frac{\Delta G_0}{\Delta N_t})$ находится изменение расхода свежего пара при условии поддержания прежней мощности;
- соответственно найденному расходу свежего пара определяется новая энталпия питательной воды и подсчитывается полный расход теплоты в новых условиях;

- поправка к удельному расходу теплоты составит

$$\Delta q_T = \frac{q'_0 - q_0}{N_t},$$

где

q'_0 - полный расход теплоты при изменяющемся давлении в камере отбора;

$$Q'_0 = (G_0 + \Delta G_0)(i_0^H - i_{npt});$$

$Q_0 = G_0(i_0^H - i_{npt})$ - полный расход теплоты при заданных условиях, номинальном давлении в камере производственного отбора и номинальных прочих условиях.

2.2.8. Давление в камерах нижнего и верхнего теллофикационных отборов
(для турбин типа ПТ)

Влияние изменения давления в камерах отборов на мощность принимается по данным завода-изготовителя.

Поправки к удельному расходу теплоты подсчитываются с помощью графика $q_T = f(N_T, Q_n)$ соответственно "фиктивной" мощности.

2.2.9. Поправка на перевод возврата конденсата производственного отбора перед ПНД № 3
(для турбин типа ПТ)

При неизменном расходе свежего пара методом последовательных приближений определяется изменение расходов на деаэратор, ПНД № 4 и ПНД № 3. На основе имеющихся расчетных и экспериментальных характеристик турбины и ПНД определяется изменение мощности ЧСНД за счет изменения расхода на входе в ЧСНД и в отборы на ПНД № 4 и ПНД № 3.

Ответственный редактор Н.К. Демурова
Литературный редактор М.Г. Полоновская
Технический редактор Б.И. Полякова
Корректор В.Д. Алексеева

Подписано к печати 07.01.87 Формат 60x84 I/16
Печать офсетная Усл.печ.л.1,16 Уч.-изд.л. 1,0 Тираж 1100 экз.
Заказ № 19/87 Издат. № 86769 Цена 15 коп.

Производственная служба передового опыта эксплуатации
энергопредприятий Сибэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

Участок оперативной полиграфии СИО Союзтеплэнерго
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6