МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ 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

СПО
СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1987

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ 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

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 (МТП Союзтехэнерго), Э.В.БЕЛОУСОВА (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 РАСХОДУ ТЕПЛОТЫ НА ОТКЛОНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И УСЛОВИЙ ОТ НОМИНАЛЬНЫХ ДЛЯ ТУРБОАГРЕГАТОВ 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.I. 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 неизменными 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_0).

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.I0. 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.II. 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 энтальпии 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 ($Q_П$ 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

$$\Delta Q_Э = \Delta Q_0 = \Delta G_0 (i_0^H - i_{п.в}^H) + \Delta G_0 (\Delta i_0 - \Delta i_{п.в}) + G_0^H (\Delta i_0 - \Delta i_{п.в}),$$

где $i_0^H, i_{п.в}^H$ - энтальпии свежего пара и питательной воды при номинальных условиях, ккал/кг;

$\Delta i_0, \Delta i_{п.в}$ - отклонения энтальпии свежего пара и питательной воды от номинальных значений при изменении параметра и расхода свежего пара, ккал/кг;

- определяется поправка к удельному расходу теплоты:

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

I.I2. Для турбины ПТ-I35/I65-I30/I5 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 $Q_П = const$. Далее на основе рассчитанных поправок к мощности определялись (также методом регрессионного анализа) коэффициенты аналитических выражений $G_0 = f(N_T)$ при $Q_П = const$ 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.I3. При работе по тепловому графику (для турбин типа Т) постоянство тепловой нагрузки (Q_T) обеспечивается при сохранении неизменным расхода пара через 2I-ю ступень (G_{21CT}) для турбин Т-50-I30 и Т-I00/I20-I30 и через 20-ю ступень (G_{20CT}) для турбины Т-I75/2I0-I30 с учетом изменения энтальпии 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.I4. При расчете поправок к удельному расходу теплоты рассматриваются режимы работы турбоустановки с использованием тепла отработавшего пара (трехступенчатый подогрев сетевой воды, нагрев во встроенном пучке подпиточной воды) и без него.

I.I5. В случае, когда тепло отработавшего пара используется, изменение удельного расхода теплоты составит

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

где q_T^H, q_T - удельный расход теплоты, соответственно при номинальных и заданных условиях, ккал/(кВт.ч);

$q_T^H = f(N_T^H)$, $q_T = f(N_T^H + \Sigma \Delta N_T)$ - определяются по графикам (при трехступенчатом подогреве сетевой воды) из ТЭХ для соответствующего типа турбины.

I.I6. Поправки к удельному расходу теплоты при использовании теплоты отработавшего пара не превышают 3 ккал/(кВт.ч), поэтому вполне допустимо их не учитывать.

I.I7. 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 стопорным 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/см^2) и температуре 555^{0}С будет отражать изменение внутренней мощности ЧВД, а аналитически рассчитанная поправочная кривая к мощности ЧСНД - изменение внутренней мощности ЧСНД за счет смещения энтальпии за ЧВД вследствие изменения p_0, $\eta_{oi}^{чвд}$, $h_{0\,чвд}$;

- при заданном массовом расходе G_0, $\eta_{oi}^{чвд}$ при давлении 12,5 МПа (125 кгс/см^2) берется по опытной кривой соответственно $G_0' = G_0 \cdot \frac{13,0}{12,5}$, а при давлении 13,5 МПа (135 кгс/см^2) $G_0' = G_0 \cdot \frac{13,0}{13,5}$; располагаемый теплоперепад $h_{0чвд}$ ЧВД находится по IS - диаграмме;

- подсчитывается изменение мощности турбины для заданного расхода G_0 и соответствующих ему внутренних относительных КПД при номинальных параметрах пара и отличающихся от номинальных, а также найденных из IS - диаграммы располагаемых теплоперепадов:

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

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

$h^{ном}_{i\,ЧСНД}$ и $h^{отл}_{i\,ЧСНД}$ - использованные теплоперепады ЧСНД при номинальном давлении пара перед турбиной и отличающемся от номинального и принятом КПД ЧСНД, 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 $q_T(Q_0)$ считается как сумма изменений $G_0(\alpha_G)$ и $\left(\frac{\Delta i_0}{i_0 - i_{пит}}\right)\cdot 100\%$ при изменении давления свежего пара. При отклонении p_0 от номинального энтальпия $i_{пит}$ 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 ($\eta^{р.ст}_{oi}$)

определяется по данным расчета завода-изготовителя. Для заданного массового расхода $h_{oi}^{p.ст}$ при давлении пара перед турбиной 12 МПа (120 кгс/см^2) определяется соответственно $G_0' = G_0 \frac{13,0}{12,0}$, а при давлении 14,0 МПа (140 кгс/см^2) - $G_0' = G_0 \frac{13,0}{14,0}$;

- для заданного расхода G_0 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:

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

где $h_{i\,р.ст}^{ном}$ и $h_{i\,р.ст}^{отл}$ - использованные теплоперепады регулирующей ступени при номинальном давлении пара перед турбиной и отличающемся от номинального, ккал/кг;

$h_{i\,ст.2-25}^{ном}$ и $h_{i\,ст.2-25}^{отл}$ - использованные теплоперепады ступеней 2-й - 25-й при номинальном давлении пара перед турбиной и отличающемся 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 энтальпии пара при изменении давления пара перед турбиной.

2.I.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 $(\alpha_{G_0}, \alpha_{Q_0})$ аналогичен изложенному в п.2.I.I.

2.I.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 отключенной группой ПВД подсчитывается по уравнению

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

где $G_0^{б/пвд}$ - расход пара на турбину при заданной мощности по характеристике $G_0 = f(N_T)$ при отключенных ПВД, т/ч;

I66,3 - энтальпия питательной воды после питательного насоса.

Поправка к удельному расходу теплоты α_{q_T} равна:

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

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

2.I.4. Поправка на отличие расхода питательной воды от расхода свежего пара на ±I0%

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

2.I.5. Поправка на отличие температуры питательной воды от номинальной на I0°С

Поправка к расходу свежего пара составит

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

где $G_0^{б/ПВД}$ и G_0 - соответственно расход свежего пара при отключенной и включенной группе ПВД и неизменной мощности;

$\Delta t_{пит}^{ПВД}$ - повышение температуры воды в ПВД при заданной мощности и нормальной схеме.

Поправка к удельному расходу теплоты равна

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

2.I.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 $G^{вх}_{ЧНД}$, 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.I. 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 $N_{iЧВД} = f(G_0)$ при $p_п = const$ и $N_{iЧСНД} = f(G^{вх}_{ЧСД})$ при двухступенчатом подогреве сетевой воды, $p_{ВТО}$ = 0,I2 МПа (I,2 кгс/см^2) и Q_T = 0.

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

Расчет расхода теплоты Q_0 при заданной мощности и отклоненном давлении свежего пара проводится с учетом изменения энтальпии 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 $Q_т$ вследствие

изменения энтальпии 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 энтальпии 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.I.2, по данным завода-изготовителя с учетом изменения массового расхода пара производственного отбора (см.п.2.2.I). 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/I00-I30-I3 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°С.

Возможная ошибка определения удельного расхода теплоты по графикам для режимов с отборами составляет 5-I0 ккал/(кВт·ч).

Прикидочный 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.I.2, по данным завода-изготовителя с учетом изменения массового расхода пара в регулируемый отбор (см.п.2.2.I).

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 ±I0 кгс/см^2 и температуры на ±I0°С, поэтому поправки на отклонение давления и температуры пара перед турбиной на соответствующих графиках даны усредненными.

Расход свежего пара, т/ч	Теплота производственного отбора, Гкал/ч	Давление свежего пара, МПа (кгс/см^2)	Температура свежего пара, °С	Изменение удельного расхода теплоты, ккал/(кВт·ч)		
				Среднее	Минимальное	Максимальное
300	0-90	I2,5(I25)	-	+3,0	+I,6(0)	+4,6(90)
		I3,5(I35)	-	-0,I	+I,0(0)	-I,3(90)
		-	550	+I,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	+I,8	+0,I(I20)	+4,2(30)
		-	560	-3,5	-I,6(I20)	-6,6(30)
405	30-I20	I2,5(I25)	-	+7,8	+5,9(30)	+I0,2(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)	-	+I4,6	+I2,5(60)	+I8,4(I50)
		I3,5(I35)	-	-26,5	-22,5(60)	-32,4(I50)
		-	550	+3,4	+I,2(I20)	+5,5(60)
		-	560	-7,4	-5,0(I50)	-I2,I(60)
470	60-I50	I2,5(I25)	-	+II,9	+9,9(60)	+I5,0(I50)
		I3,5(I35)	-	-II,6	-9,5(60)	-I4,7(I50)
		-	550	+3,4	+I,6(I20)	+6,5(60)
		-	560	-5,7	-3,8(I20)	-9,5(60)

Примечание. В скобках указаны значения теплоты производственного отбора (Гкал/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 энтальпии 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 греющего пара ПВД.

Полный расход тепла при отключенных ПВД подсчитывается по формуле

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

Таким образом, энтальпия 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.I.4 и 2.I.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 $q_{\gamma T}=f(N_T, Q_П)$ 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 $q_{\gamma T}=f(N_T, Q_П)$ 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 энтальпии 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 ТЭЦ 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 $\left(\frac{\Delta G_0}{\Delta N_T}\right)$ находится изменение расхода свежего пара при условии поддержания прежней мощности;
- соответственно найденному расходу свежего пара определяется новая энтальпия 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 изменившемся давлении в камере отбора;

$$Q_0' = (G_0 + \Delta G_0)(i_0^н - i_{пит});$$

$Q_0 = G_0(i_0^н - i_{пит})$ - 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 теплофикационных 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 $q_т = f(N_т, Q_п)$ 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.М. Полякова
Корректор В.Д. Алексеева

Подписано к печати 07.01.87 Формат 60х84 1/16
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 Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

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

gost.e-ecolog.ru