

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОФИКАЦИИ СССР  
ГЛАВНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОФИКАЦИИ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО НАЛАДКЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ  
И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И СЕТЕЙ "СОЮЗТЕХЭНЕРГО"

---

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

**MT 34-70-027-86**



**СОЮЗТЕХЭНЕРГО  
Москва 1987**

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**

**РАЗРАБОТАНО** Производственным объединением по наладке,  
совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций  
и сетей "Совтехэнерго"

**ИСПОЛНИТЕЛИ** М.А.УХОБОТЫН (МГП Совтехэнерго), Э.В.БЕ-  
ЛЮСОВА (Сибтехэнерго), С.Н.СОКОЛОВ (Уралтехэнерго)

**УТВЕРЖДЕНО** ПО "Совтехэнерго" 22.09.86 г.

Главный инженер К.В.ШАХСУВАРОВ

---

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

---

МТ 34-70-027-86

Срок действия установлен  
с 01.01.87 г.  
до 01.01.92 г.

## 1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. 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.

1.2. В настоящей Методике приводится порядок расчета поправки 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.

1.3. 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.

1.4. 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.

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

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

1.7. 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.

1.8. При работе с регулируемым отбором 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 ( $G_0$ ).

1.9. 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.

1.10. 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.

1.11. 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 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 ( $Q_{el}$  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

$$\Delta Q_3 = \Delta Q_0 = \Delta G_0 (i_0^H - i_{n,\beta}^H) + \Delta G_0 (\Delta i_0 - \Delta i_{n,\beta}) + G_0^H (\Delta i_0 - \Delta i_{n,\beta}),$$

где  $i_0^H, i_{n,\beta}^H$  - энтальпии свежего пара и питательной воды при номинальных условиях, ккал/кг;

$\Delta i_0, \Delta i_{n,\beta}$  - 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:

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

1.12. 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  $Q_{el} = const$ . Далее на основе рассчитанных поправок к мощности определялись (также методом регрессионного анализа) коэффициенты аналитических выражений  $G_0 = f(N_T)$  при  $Q_{el} = const$  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 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.14. 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.15. 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.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 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<sup>2</sup>) 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 энтальпии за ЧВД вследствие изменения  $p_0, \eta_{oi}^{ЧВД}, h_{oЧВД}$ ;

- при заданном массовом расходе  $G_0, \eta_{oi}^{ЧВД}$  при давлении 12,5 МПа (125 кгс/см<sup>2</sup>) берется по опытной кривой соответственно  $G'_0 = G_0 \cdot \frac{13,0}{12,5}$ , а при давлении 13,5 МПа (135 кгс/см<sup>2</sup>)

$G'_0 = G_0 \cdot \frac{13,0}{13,5}$ ; располагаемый теплоперепад  $h_{oЧВД}$  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:



$$\Delta N_T = N_{i4ВД} \frac{h_{i4ВД}^{отл} - h_{i4ВД}^{ном}}{h_{i4ВД}^{ном}} + N_{i4СНД} \frac{h_{i4СНД}^{отл} - h_{i4СНД}^{ном}}{h_{i4СНД}^{ном}},$$

где  $h_{i4ВД}^{ном}$  и  $h_{i4ВД}^{отл}$  - использованные теплоперепады ЧВД при номинальном давлении пара перед турбиной и отличающемся от номинального, ккал/кг;

$h_{i4СНД}^{ном}$  и  $h_{i4СНД}^{отл}$  - 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:  $\Delta N_1$  - на изменение теплоперепада регулирующей ступени;  $\Delta N_2$  - на изменение теплоперепада всех ступеней, начиная со второй ступени. Изменение мощности определяется по соотношению соответствующих использованных теплоперепадов;

- раскладываемые теплоперепады для соответствующих расходов пара для заданного режима определяются по  $IS$  - диаграмме. Коэффициент полезного действия регулирующей ступени ( $\eta_{oi}^{p.ct}$ )

определяется по данным расчета завода-изготовителя. Для заданного массового расхода  $h_{i p.ст}^{р.ст}$  при давлении пара перед турбиной 12 МПа (120 кгс/см<sup>2</sup>) определяется соответственно  $G'_0 = G_0 \frac{13,0}{12,0}$ ,

а при давлении 14,0 МПа (140 кгс/см<sup>2</sup>) -  $G'_0 = G_0 \frac{13,0}{14,0}$ ;

- 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:

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

где  $h_{i p.ст}^{ном}$  и  $h_{i p.ст}^{отл}$  - 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.

### 2.1.2. 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 ( $\alpha_{G_0}$ ,  $\alpha_{Q_0}$ ) 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 отключенной группой ПВД подсчитывается по уравнению

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

где  $G_0^{\delta/ПВД}$  - 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  $\alpha_{q_T}$  равна:

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

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

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

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

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

Поправка к удельному расходу теплоты равна

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

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  $\Delta N_T$  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  $\Delta N_T$  - найденное по сетке поправок изменение мощности в заданном диапазоне изменения  $p_2$  при  $G_{\text{ЧНД}}^{\text{вх}}$ , 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  $\Delta N_T$  и относительному приросту расхода пара.

## 2.2. Режимы с регулируемым отбором

### 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  $N_{\text{ЧВД}} = f(G_0)$  при  $p_n = \text{const}$  и  $N_{\text{ЧСНД}} = f(G_{\text{ЧСД}}^{\text{вх}})$  при двухступенчатом подогреве сетевой воды,  $p_{\text{ВТО}} = 0,12 \text{ МПа}$  ( $1,2 \text{ кгс/см}^2$ ) и  $Q_T = 0$ .

Учитывается также изменение массового расхода пара из производственного отбора при неизменном отпуске теплоты  $Q_n$  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  $\Delta N_2$  состоит из двух частей:

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

$\Delta N_2^{II}$  - 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 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.2.1.2, 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<sup>2</sup>) 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).

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.2.1.2, 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  $\pm 10$  кгс/см<sup>2</sup> 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, т/ч	Теплота производственного отбора, Гкал/ч	Давление свежего пара, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Температура свежего пара, °C	Изменение удельного расхода теплоты, ккал/(кВт.ч)		
				Среднее	Минимальное	Максимальное
300	0-90	12,5(125)	-	+3,0	+1,6(0)	+4,6(90)
		13,5(135)	-	-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	30-120	12,5(125)	-	+5,6	+4,6(30)	+7,4(120)
		13,5(135)	-	-4,6	-3,5(30)	-6,4(120)
		-	550	+1,8	+0,1(120)	+4,2(30)
		-	560	-3,5	-1,6(120)	-6,6(30)
405	30-120	12,5(125)	-	+7,8	+5,9(30)	+10,2(120)
		13,5(135)	-	-5,8	-4,0(30)	-8,4(120)
		-	550	+3,4	+0,5(120)	+5,6(30)
		-	560	-4,6	-2,5(120)	-7,9(30)
450	60-150	12,5(125)	-	+14,6	+12,5(60)	+18,4(150)
		13,5(135)	-	-26,5	-22,5(60)	-32,4(150)
		-	550	+3,4	+1,2(120)	+6,5(60)
		-	560	-7,4	-5,0(150)	-12,1(60)
470	60-150	12,5(125)	-	+11,9	+9,9(60)	+15,0(150)
		13,5(135)	-	-11,6	-9,5(60)	-14,7(150)
		-	550	+3,4	+1,6(120)	+6,5(60)
		-	560	-5,7	-3,8(120)	-9,5(60)

П р и м е ч а н и е . 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 деаэрактор в связи с необходимостью компенсации тепла конденсата греющего 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, 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. 2.1.4 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  $q_T = f(N_T, Q_n)$  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  $\Delta Q_0$ , 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  $q_T = f(N_T, Q_n)$  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 ТЭХ рассчитывается при постоянных значениях отпущенной 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 измененном давлении в камере отбора;

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

$Q_0 = G_0(i_0^H - i_{\text{пит}})$  - 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  $q_T = f(N_T, Q_H)$  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 деаэрактор, 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 60x84 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 Совстехэнерго  
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15  
Участок оперативной полиграфии СПО Совстехэнерго  
109432, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д.29, строение 6