

Суммарный расход сетевой воды от теплоисточника определяется с учетом утечек через неплотности:

$$W_{\text{сеть}} = W_{\text{сеть}} + W_{\text{ут.}}$$

Имея гидравлический расчет сети, для определения экономичности работы комплекса при той или иной режиме, возможно определить оптимальное количество ступеней и температур количественно-качественного режима центрального отпуска теплоты.

### Литература

1. Разработка технических решений по повышению экономичности и маневренности основного оборудования тепловых электростанций при сниженных нагрузках: отчет о НИР (заключ.) / БНТУ; рук. темы Качан А. Д. – Минск, 2002. – 169 с.
2. Зингер, Н. М. Гидравлические и тепловые режимы теплофикационных систем / Н. М. Зингер. – М.: Энергоиздат, 1986. – 320 с.
3. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети / Е. Я. Соколов. – М.: Энергия, 1975. – 376 с.

УДК 621.165

### Математическая модель энергетической характеристики турбины ПТ-35/90 Витебской ТЭЦ

Попова Ю. Б.

Белорусский национальный технический университет

Энергетическая характеристика (ЭХ) промышленно-теплофикационной турбины (ПТ-турбины) представляет собой зависимость расхода теплоты  $Q_0$  от трех основных параметров: электрической мощности  $N$ , нагрузок производственного  $Q_{\text{п}}$  и теплофикационного  $Q_{\text{т}}$  отборов. Энергетические характеристики могут быть представлены в графическом и аналитическом видах.

Целью данной работы является разработка методики построения аналитической модели энергетической характеристики турбоагрегата ПТ-35-90/10 Витебской ТЭЦ, на основе исходной графической ЭХ (см. рис. ниже).

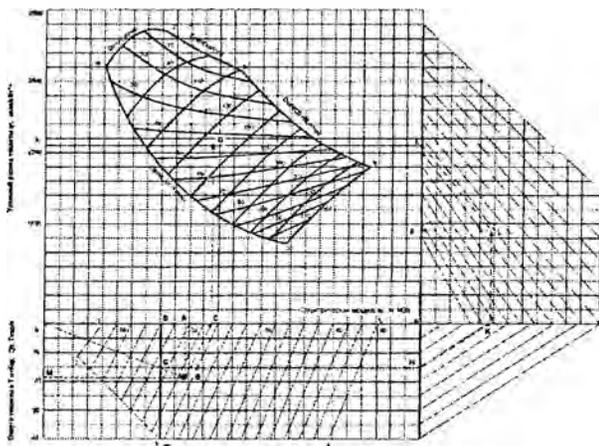


Рис. График зависимости удельного расхода теплоты на выработку электроэнергии от мощности и отпуска теплоты в производственный и теплофикационные отборы (ЭХ турбины ПТ-35-90/10)

Как видно из приведенного выше рисунка, графическая энергетическая характеристика турбины изображена в виде двух квадрантов. Верхний квадрант представляет собой зависимость удельного расхода теплоты от мощности турбины и производственного отбора (при этом теплофикационный отбор выключен). При включении теплофикационного отбора необходимо пользоваться нижним квадрантом и вводить соответствующие поправки. Тогда по заданным значениям, например,  $Q_n = 45 \text{ Гкал/ч}$ ,  $Q_t = 18 \text{ Гкал/ч}$ ,  $N = 19,5 \text{ МВт}$ , удельный расход теплоты определяется в следующей последовательности. Для заданных значений  $N$  и  $Q_t$  (по прямым АВ и МВ) определяем фиктивное значение электрической мощности с поправкой на включение Т-отбора (по линии ВС). Затем, принимая во внимание производственный отбор и используя линию DC, определяем фиктивный удельный расход теплоты (по линии DE' или DE). Уточненное значение удельного расхода теплоты можно определить по дополнительным построениям: пересечение отрезков ОВ и SS' позволяет получить т. G (отрезок SG в масштабе определяет значение  $Q_t/N$ ). Из т. G по пути G-H-K-L методом параллельного пере-

носа значение  $Q_{\tau}/N$  переносится на вспомогательное правое верхнее поле. Из т. Е параллельно вспомогательным линиям снижения удельного расхода теплоты проводим EL. Ордината т. L (т. F) определяет значение удельного расхода теплоты  $q_{\tau}$  для заданных  $Q_{\text{п}}$ ,  $Q_{\tau}$ ,  $N$ . Расход теплоты  $Q_0$  можно получить по формуле  $Q_0 = Q_{\text{п}} + Q_{\tau} + q_{\tau} \cdot N$ .

Для построения аналитической модели исходную графическую ЭХ предлагается рассматривать в виде двух поверхностей 1-2-3-4-5 и 6-7-8-9-10. Тогда приведенный ниже алгоритм позволит для любого сочетания нагрузок  $Q_{\text{п}}$ ,  $Q_{\tau}$ ,  $N$  определить расход теплоты на турбину в свежем паре, если, данный режим является допустимым.

*Алгоритм построения аналитической модели НЭХ:*

1. Определить пределы изменений нагрузок:  $Q_{\text{п}} \in [0; 110]$  Гкал/ч,  $Q_{\tau} \in [0; 40]$  Гкал/ч,  $N \in [8; 46]$  МВт.
2. Определить зависимость  $Q_{\tau}^{\text{max}} = f(N)$ :
  - если  $N \in [5; 16]$  МВт - аппроксимация линии 2-3;
  - если  $N \in (16; 39,5]$  МВт - аппроксимация линии 3-4 (в данном случае  $Q_{\tau}^{\text{max}} = 40$  МВт на всем участке);
  - если  $N \in (39,5; 46]$  МВт - аппроксимация линии 4-5.
3. Определить зависимость  $N_{\phi} = f(N, Q_{\tau})$ .
4. Определить зависимость  $Q_{\text{п}}^{\text{min}} = f(N_{\phi})$ :
  - если  $N_{\phi} \in [8,2; 16,8]$  МВт - аппроксимация линии 6-7;
  - если  $N_{\phi} \in (16,8; 26,8]$  МВт - аппроксимация линии 7-8 (в данном случае  $Q_{\text{п}}^{\text{min}} = 0$  на всем участке);
  - если  $N_{\phi} \in (26,8; 45]$  МВт - аппроксимация линии 8-9.
5. Определить зависимость  $Q_{\text{п}}^{\text{max}} = f(N_{\phi})$ :
  - если  $N_{\phi} \in [8,2; 33,6]$  МВт - аппроксимация линии 6-10;
  - если  $N_{\phi} \in (33,6; 45]$  МВт - аппроксимация линии 10-9.
6. Определить зависимость  $D_0 = f(N_{\phi}, Q_{\text{п}})$  для отсечения запрещенных режимов при условии, что  $D_0 \in [70; 251]$  т/ч.
7. Определить зависимость  $D_{\text{вх}}^{\text{ЧСД}} = f(N_{\phi}, Q_{\text{п}})$  для отсечения запрещенных режимов при условии, что  $D_{\text{вх}}^{\text{ЧСД}} \in [25; 95]$  т/ч.
8. Определить зависимость  $q_{\phi} = f(N_{\phi}, Q_{\text{п}})$ , учитывая, что  $q_{\phi} \in [1350; 2850]$  ккал/(кВт·ч).

9. Определить зависимость  $\Delta=f(N, Q_{\tau})$ . Для рассмотренного выше примера данная зависимость позволит получить расстояние SG.

10. Определить зависимость  $q=f(q_{\phi}, \Delta)$ .

Реализация данного алгоритма осуществлялась путем проведения серии аппроксимаций, указанных выше поверхностей и ограничивающих их линий с использованием встроенных функций множественной регрессии автоматизированной системы MathCAD 2000. Также разработано и внедрено программное обеспечение для автоматизации процесса построения энергетической характеристики турбины ПТ-35-90/10 Витебской ТЭЦ в аналитическом виде. Разработанное программное обеспечение позволяет вычислять значение расхода теплоты  $Q_0$  как для заданных значений электрической мощности, производственной и теплофикационной нагрузок, так и для их интервалов.

УДК 621.184.3-034.14:621.182.24

### **Повышение качества регулирования температуры перегретого пара за котлом как фактор увеличения срока службы металла пароперегревателя**

Горелышева М. Л., Кулаков Г. Т.

Белорусский национальный технический университет

Износ основных производственных фондов энергетической системы «Белэнерго» в целом составлял на 1.01.2005г. 60.7%.

[1] В связи с этим актуальной становится проблема снижения износа основных производственных фондов, в том числе, за счет существенного улучшения качества регулирования температуры перегретого пара котлов. Необходимо получение количественных параметров, характеризующих увеличение срока службы металла за счет улучшения качества регулирования.

Автоматическая система регулирования температуры перегретого пара должна гарантировать в регулируемом диапазоне работы котла [2]: - устойчивую работу автоматических регуляторов (отсутствие автоколебаний) и ограниченную частоту их включения; - протекание переходных процессов, вызываемых скачкообразным изменением заданного значения нагрузки на