

Построение 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).

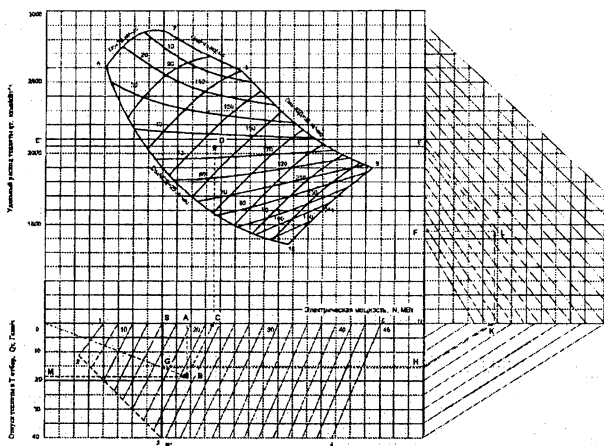


Рис. График зависимости удельного расхода теплоты на выработку электроэнергии от мощности и отпуска теплоты в производственный и теплофикационные отборы (ЭХ турбины ПТ-35-90/10)

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, $Q_n=45$ Гкал/ч, $Q_t=18$ Гкал/ч, $N=19,5$ 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 OB 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 переноса значение Q_t/N переносится на вспомогательное правое верхнее поле. Из т. E параллельно вспомогательным линиям снижения удельного расхода теплоты проводим EL. Ордината т. L (т. F) определяет значение удельного расхода теплоты q_t для заданных Q_n , Q_t , N . Расход теплоты Q_0 можно получить по формуле:

$$Q_0 = Q_n + Q_t + q_t \cdot N.$$

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_n , Q_t , N определить расход теплоты на турбину в свежем паре, если, данный режим является допустимым.

Алгоритм построения аналитической модели НЭХ:

1. Определить пределы изменений нагрузок: $Q_n \in [0; 110]$ Гкал/ч, $Q_t \in [0; 40]$ Гкал/ч, $N \in [8; 46]$ МВт.

2. Определить зависимость $Q_{\tau}^{\max} = f(N)$:
 - если $N \in [5;16]$ МВт - аппроксимация линии 2-3;
 - если $N \in (16;39,5]$ МВт - аппроксимация линии 3-4 (в данном случае $Q_{\tau}^{\max} = 40$ 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 $Q_{\pi}^{\min} = f(N_{\phi})$:
 - 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 $Q_{\pi}^{\min} = 0$ на всем участке);
 - если $N_{\phi} \in (26,8;45]$ МВт - аппроксимация линии 8-9.
5. Определить зависимость $Q_{\pi}^{\max} = f(N_{\phi})$:
 - 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 $D_o = f(N_{\phi}, Q_{\pi})$ для отсечения запрещенных режимов при условии, что $D_o \in [70;251]$ т/ч.
7. Определить зависимость $D_{\text{вх}}^{\text{ЧСД}} = f(N_{\phi}, Q_{\pi})$ для отсечения запрещенных режимов при условии, что $D_{\text{вх}}^{\text{ЧСД}} \in [25;95]$ т/ч.
8. Определить зависимость $q_{\phi} = f(N_{\phi}, Q_{\pi})$, 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_o как для заданных значений электрической мощности, производственной и теплофикационной нагрузок, так и для их интервалов.