

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

6.1. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ЦИКЛА ТРАДИЦИОННЫХ ПАРОТУРБИННЫХ ТЭС

6.1.2. Влияние промперегрева пара на тепловую экономичность паротурбинной установки

Ильин Е.Т., ЗАО «Комплексные энергетические системы»; Гишин С.Г. МЭИ(ТУ)

Значительная экономия топлива может быть достигнута путем применения промежуточного перегрева пара. Для конденсационной установки внутренний абсолютный КПД определяется зависимостью:

$$\eta_i = H_i/q_0 \quad (6.2)$$

где H_i — работа, совершаемая 1 кг пара в проточной части турбины, кДж/кг; q_0 — количество тепла, подведенного к рабочему телу, кДж/кг.

Для установки без промежуточного перегрева:

$$H_i = h_0 - h_k; \quad (6.3)$$

$$q_0 = h_0 - h_{п.в}. \quad (6.4)$$

Для установки с промежуточным перегревом пара:

$$H_i = h_0 - h_{мп1} + h_{мп2} - h_k; \quad (6.5)$$

$$q_0 = h_0 - h_{п.в} + h_{мп1} - h_{мп2}. \quad (6.6)$$

В формулах (6.3)—(6.6): h_0 — энтальпия пара на входе в турбину, кДж/кг; h_k — энтальпия пара на выхлопе турбины (на входе в конденсатор), кДж/кг; $h_{п.в}$ — энтальпия питательной воды котла; $h_{мп1}$ и $h_{мп2}$ — энтальпия пара на входе в промежуточный пароперегреватель и на выходе из него соответственно, кДж/кг.

Промежуточный перегрев пара может быть осуществлен при любом значении давления $p_{мп}$ в диапазоне от давления в конденсаторе турбоустановки p_k до давления пара на входе в турбину p_0 . Задаваясь рядом значений давлений промежуточного перегрева пара, используя зависимости (6.2)—(6.6), строим кривую

$$\eta_i^{мп}/\eta_i = f(p_{мп}).$$

Как видно из рис. 6.2, имеются две зоны давлений промежуточного перегрева I и II. В зоне I промежуточный перегрев приводит к повышению тепловой экономичности. При этом имеется оптимальное значение давления промежуточного перегрева пара, при котором наблюдается максимум прироста КПД установки.

Отечественные установки имеют однократный промежуточный перегрев пара до температуры примерно равной начальной температуре пара перед турбиной.

При этом $p_{мп}^{опт} = (0,15...0,25)p_0$.

Применение одного промежуточного перегрева (при $p_{мп}^{опт}$) может дать увеличение КПД на 4...5 %. При наличии на установке двух промежуточных перегревов пара $p_{мп1}^{опт} = (0,25...0,3)p_0$ и $p_{мп2}^{опт} = (0,06...0,09)p_0$ введение второго промежуточного перегрева пара может дать уве-

личение тепловой экономичности еще примерно на 1,5 %.

На ТЭС только энергоблоки с ТУ Т-250 и Т-180 имеют промежуточный перегрев пара. Это объясняется тем, что они создавались на базе конденсационных энергоблоков с турбинами соответственно К-300 и К-200, на которых имеется промежуточный перегрев пара.

При этом ЦВД турбин были оставлены без изменений, а, следовательно, на этих установках параметры пара при промежуточном перегреве совпадают с теми, которые были приняты для конденсационных энергоблоков. Такой подход позволил помимо ЦВД турбины оставить без изменений систему регенерации высокого давления и использовать те же типы котельных агрегатов, что и на конденсационных энергоблоках. Необходимо заметить, что при этом унификация оборудования была

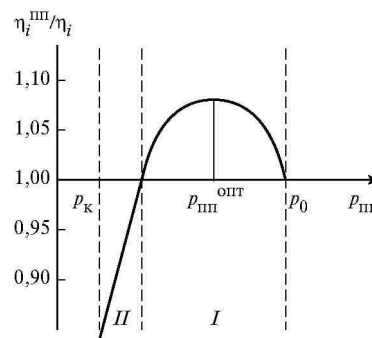


Рис. 6.2. Относительное изменение внутреннего абсолютного КПД установки в зависимости от давления промежуточного перегрева

достигнута в ущерб тепловой экономичности установок. Действительно, при работе установок в теплофикационном режиме пар, поступающий в турбину, можно разделить условно на два потока: с конечными давлениями в конденсаторе p_k и теплофикационном отборе p_t . Для второго потока $p_{мп}^{опт}$ всегда окажется выше, чем для конденсационного потока пара. Таким образом, очевидно, что $p_{мп}^{опт}$ для теплофикационной установки всегда имеет более высокие значения, чем для конденсационной при прочих равных условиях. При этом максимум кривой $\eta_i^{мп}/\eta_i = f(p_{мп})$ сместится вправо и будет меньше по значению, чем для конденсационной установки.