

Раздел шестой

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

6.1. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО ЦИКЛА ТРАДИЦИОННЫХ ПАРОТУРБИННЫХ ТЭС

6.1.1. Влияние начальных параметров пара на тепловую экономичность электростанций

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

Методы повышения тепловой экономичности ТЭС хорошо известны. Рассмотрим возможности повышения КПД электростанции за счет применения традиционных методов. Тепловые и атомные электростанции работают по циклу Ренкина. Термический КПД η_t цикла Ренкина существенно зависит от ряда факторов и в первую очередь от значения начальных параметров пара перед турбиной: давления p_0 и температуры t_0 .

Тепловая экономичность электростанции в значительной степени зависит от термического КПД, который определяется по формуле:

$$\eta_t = \frac{H_a}{q_0} = \frac{H_a}{H_a + q_{к.а.}}, \quad (6.1.)$$

где H_a — адиабатическая работа, совершаемая 1 кг пара в идеальной турбине, кДж/кг; q_0 — количество тепла, подведенного к 1 кг рабочего тела в «горячем источнике» (котле или ядерной паропроизводящей установке), кДж/кг; $q_{к.а.}$ — количество тепла, отведенное от одного килограмма рабочего тела в «холодном источнике» (конденсаторе турбины), кДж/кг.

На рис. 6.1 представлены рассчитанные по формуле (6.1) зависимости η_t от начальной температуры пара перед турбиной t_0 для ряда постоянных значений начальных давлений p_0 .

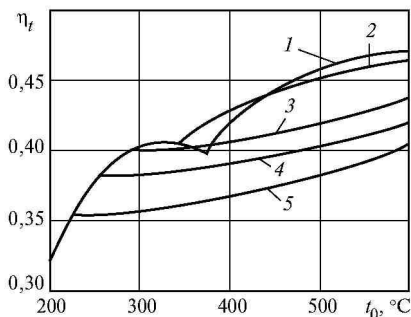


Рис. 6.1. Зависимость термического КПД цикла Ренкина η_t от начальных параметров пара перед турбиной p_0 и t_0 :
1 — для сухого насыщенного пара с $p_0 = 22$ МПа; 2—5 — для перегретого пара с $p_0 = 16; 8,8; 5,4; 2,85$ МПа соответственно

Кривая 1 построена в предположении, что на турбину подается сухой насыщенный пар. Эта кривая имеет максимум η_t при температуре приблизительно 350 °С. Для перегретого пара с увеличением начальной температуры η_t монотонно возрастает при любых значениях начального давления p_0 , МПа.

Конкретные значения начальной температуры однозначно зависят от марки стали, применяемой для изготовления наиболее энергонапряженных элементов котла и турбины.

Для сталей перлитного класса по условиям длительной прочности начальная температура пара перед турбиной не должна превышать 540...560 °С, а для аустенитных сталей 600...650 °С.

Таким образом, для каждой конкретной марки стали выбор начальных параметров сводится к задаче отыскания оптимального значения p_0 при условии $t_0 = \text{const}$.

Необходимо отметить, что с увеличением давления p_0 (при $t_0 = \text{const}$) возрастает конечная влажность пара на выходе из проточной части турбины ω_k . Рост конечной влажности приводит к повышенному эрозионному износу лопаточного аппарата последних ступеней турбины.

При заданном значении начальной температуры значение начального давления p_0 выбирают таким, чтобы конечная влажность пара ω_k не превышала предельного значения примерно 13 %. Значение предельной влажности выбрано из соображений срока службы лопаточного аппарата последних ступеней турбины не менее 10 лет.

Необходимо заметить, что повышение начальных параметров пара приводит к увеличению металлоемкости оборудования и, как следствие, к снижению его маневренных характеристик.

Таким образом, переход на новую технологию — более высокую ступень начальных параметров, с одной стороны, приводит к экономии топлива, а с другой — к увеличению капиталовложений в оборудование. Поэтому решение о переходе на наиболее высокие начальные параметры требует обязательного технико-экономического обоснования, которое должно производиться в первую очередь для установок, предназначенных работать в базовой части графика электрических нагрузок.