

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ПРОХОЖДЕНИЯ МИНИМУМОВ НАГРУЗКИ БЛОКАМИ 150 - 300 МВт

В связи с разуплотнением суточных графиков нагрузок энергосистем все большее значение приобретает исследование способов прохождения минимумов электрической нагрузки в ночные часы и в выходные дни.

Возможными вариантами работы блоков в периоды провала нагрузки являются глубокая разгрузка блоков либо их останов. Оптимальным вариантом будет являться тот, который обеспечивает более высокую экономичность работы ТЭС (по расходу топлива).

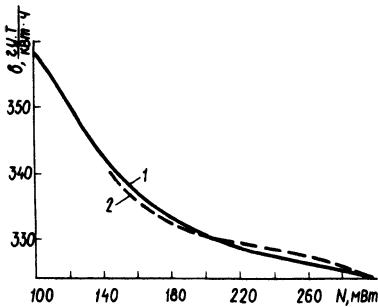


Рис. 1. Удельный расход топлива на отпущенную электроэнергию газомазутного блока 300 МВт: 1 - нормативный; 2 - по уравнению (1); $b_i = b_o \cdot \overline{W}_i^{-0,06}$

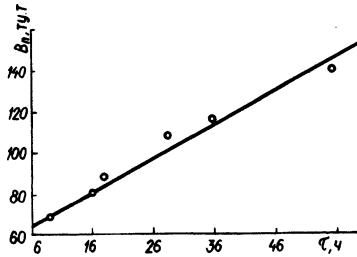


Рис. 2. Потери топлива на пуск газомазутного дубль-блока 300 МВт в зависимости от времени простоя ($B = 55 + 1,6\tau$).

При снижении нагрузки блока величина удельного расхода топлива b_i на отпущенный кВт·ч может быть найдена из выражения (рис. 1).

$$b_i = b_o \left(\frac{W_o}{W_i} \right)^m, \quad (1)$$

где b_o - удельный расход топлива при номинальной нагрузке блока; W_o, W_i - номинальная и текущая нагрузки блока; m - показатель степени.

Расход топлива на пуск энергоблока зависит от продолжительности простоя. Эта зависимость может быть представлена в общем виде уравнением (рис. 2)

$$B_n = a + k\tau, \quad (2)$$

где τ - простой блока в резерве, ч; a, k - опытные коэффициенты.

Значения коэффициентов a, k и m для энергоблоков 150 - 300 МВт в зависимости от вида топлива приведены в табл. 1.

Таблица 1

Мощность блока, МВт	Тип блока	Котел	Топливо	Коэффициенты			
				a	k	m	$b_0, \frac{\text{г} \cdot \text{т}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$
150	моноблок	барабанный	газ, мазут	14	0,5	0,165	365
200	"	"	твердое	24	0,5	0,16	342
300	дубль-блок	прямоточный	мазут	55	1,8	0,06	324
300	"	"	твердое	40	1,8	0,06	324

При снижении нагрузки на станции до N_i на время τ_i оптимальный режим работы станции будет соответствовать работе n_i блоков и выведению в резерв $n - n_i$ блоков (здесь n - число блоков, работавших на электростанции до снижения нагрузки). При этом расход топлива по станции за время τ_i найдется как

$$B_{\tau} = N_i \tau_i b_0 \left(\frac{W_0 n_i}{N_i} \right)^m + (n - n_i)(a + k \tau_i). \quad (3)$$

Нетрудно показать, что целесообразность вывода части блоков в резерв при заданном графике электрической нагрузки станции найдется из условия

$$\frac{a + k \tau_i}{N_i^{1-m} \tau_i b_0 W_0^m} < n^m - (n-1)^m. \quad (4)$$

Условие (4) должно проверяться последовательно при уменьшении числа работающих блоков за счет вывода части их в резерв до $n-1$, $n-2$ и т.д. При этом количество остающихся в работе блоков должно отвечать условию

$$n_{\min} < n_i < n_{\max} \leq n, \quad (5)$$

где n_{\max} , n_{\min} - соответственно максимально и минимально возможное число блоков, которые могут работать при заданной нагрузке станции, причем

$$n_{\min} = \frac{N_i}{W_o}; \quad (6)$$

$$n_{\max} = \frac{N_i}{W_{\min}}. \quad (7)$$

Здесь W_{\min} - минимально возможная из условия надежной работы мощность блока (технический минимум блока), зависящая от типа блока и вида топлива.

По приведенным уравнениям легко определяется оптимальный режим работы блоков ТЭС при заданном графике нагрузок.

Например, для станции мощностью 2400 МВт с восьмью газомазутными дубль-блоками 300 МВт ($a = 55$, $k = 1,8$, $m = 0,06$, $b_o = 324$) при снижении нагрузки до 1200 МВт и $\tau_i = 8$ ч из (4) получим, что вывод блоков в резерв является не оправданным. При этих же условиях (по $\tau_i = 24$ ч) в работе необходимо оставить шесть блоков с нагрузкой 200 МВт каждый. Абсолютная эффективность (экономия топлива), достигаемая за счет оптимизации режимов работы блоков, находится из уравнения (3).

Очевидно, что минимальная длительность провала нагрузки τ_{\min} , при которой нагрузка на двух параллельно работающих с номинальной мощностью блоках должна быть снижена до 50% от номинальной (без останова блоков), определится из условия

$$B_n = \Delta B_{\tau},$$

которое можно привести к виду

$$a + k \tau_{\min} = W_o \tau_{\min} b_o (2^m - 1). \quad (8)$$

Здесь ΔB_{τ} - дополнительный расход топлива на выработку электроэнергии за счет снижения экономичности блоков при снижении их нагрузки.

Отсюда

$$\tau_{\min} = \frac{a}{W_0 b_0 (2^m - 1) - k} \quad (9)$$

Для газомазутных блоков 300 МВт из (9) $\tau_{\min} = 23,6$ ч, т.е. в данном случае останов одного из блоков экономически выгоден в выходные дни, но не оправдывается на период ночного провала нагрузки, что ранее показано в [1].

Расчеты показывают также, что целесообразность останова блоков 150, 200 и 300 МВт с целью обеспечения на остав-

Таблица 2

Мощность блока, МВт	Тип блока	Топливо	Минимальная нагрузка блока, %	Увеличение удельного расхода топлива блоком при снижении нагрузки до минимальной, гу. т / кВтч	Граничная продолжительность провала нагрузки, ч
150	моноблок	АШ, без подсветки	70	15	10
		твердое с подсветкой	50	40	3,5
		газ	40	30	5,0
	дубль-блок	твердое с подсветкой	50	40	3,5
		газ, мазут	40	27	4,5
200	дубль-блок	твердое	50	25	4,0
	моноблок	твердое	50	25	5,5
300	дубль-блок	твердое с подсветкой	50	30	7
		газ, мазут	50	14	21

шихся в работе блоках номинальной нагрузки имеет место при длительности провала графика нагрузки больше приведенных в табл. 2 значений.

При установлении оптимальных способов прохождения минимумов нагрузки необходимо учитывать то обстоятельство, что систематические пуски и остановы блоков в резерв способствуют увеличению дефектов на блоках и снижению долговечности и экономичности блоков [1].

Л и т е р а т у р а

1. Леонков А.М., Кусков И.А., Рубахин В.Б. Исследование способов прохождения минимумов графиков электрической нагрузки при работе блоков 300 МВт с турбиной К-300-240 ЛМЗ и котлом ТГМП-114. - В сб.: Теплоэнергетика, вып. 3. Минск, 1972.

Ю.М. Шнайдерман

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ СХЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ ТЭЦ

В тепловых схемах и оборудовании действующих ТЭЦ со-держатся значительные резервы повышения экономичности, которые могут быть использованы без больших затрат путем выполнения ряда мероприятий. Ниже приведены некоторые из них.

1. Двухступенчатая схема растопки барабанных котлов. Проектные растопочные схемы ТЭЦ, параметры которых 100 кгс/см^2 , 510°C , предусматривают возможность растопки котлов через растопочные РОУ $90/1,2 \text{ кгс/см}^2$.

В условиях, когда по режимным соображениям котлы ТЭЦ растапливаются сравнительно часто (100 и более растопок и остановов в год), целесообразно применить двухступенчатую растопочную схему. При растопке и останове котла, когда давление в барабане 30 кгс/см^2 и ниже, пар от котла должен подаваться на РОУ $90/1,2 \text{ кгс/см}^2$, а когда давление в барабане выше 30 кгс/см^2 - на РОУ $90/13 \text{ кгс/см}^2$. При этом пар подается на одну из существующих на станции или специально монтируемую РОУ $90/13 \text{ кгс/см}^2$ (рис. 1), в зависимости от загруженности установленных на станции РОУ $90/13 \text{ кгс/см}^2$.

Экономический эффект достигается за счет увеличения теплофикационной выработки электроэнергии на ТЭЦ в связи со