

УДК 621.311

Г. А. БУРЧАЧАЦ, Г. Н. МЕЛНИКЯН, Б. С. АЛЕКСАНИ

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ВНУТРИСТАНЦИОННЫХ РЕЖИМОВ РАЗДАНСКОЙ ГРЭС

Приводится методика расчета оптимальных внутриванционных режимов работы Разданской ГРЭС с учетом регулируемого электропривода собственных нужд, которая позволяет получить экономии условного топлива в пределах (0,6-1,0)% от общего годового расхода.

Ил. 1, Табл. 2. Библиогр. - 2 назв.

*Քերտում է շրջադարձի ԳԵԿ-ի աշխատանքի ներհանրանալիս լավարկման ուժեղների հարգանքների մեթոդիկան, որում հարզի է ստեղծված սեփական կորրեկցիայի էլեկտրաշարժարկերի կարգավորումը, Առաջարկված թույլ է առաջի ստանալ պայմանական գնահիշքի տեսետոմ տարիկան ծախսի 0,6... 1,0 % չափով:*

Для выбора оптимальных внутриванционных режимов необходимо иметь реальные энергетические характеристики. С этой целью предварительно были учтены некоторые факторы, влияющие на энергетические характеристики, а именно: старение оборудования, изменения доли раздельно сожженного газа, температуры холодного воздуха и воздуха на входе в воздухоподогреватель [1]. Расходные характеристики для отдельных блоков с учетом этих поправок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Р, мвт	I блок		II блок		III блок		IV блок	
	В <sub>т.у.т.</sub>	В* <sub>т.у.т.</sub>						
80	32,0	31,3	32,1	31,3	32,1	31,3	32,0	31,3
100	37,9	37,2	38,1	37,4	38,0	37,3	37,8	37,1
120	44,8	44,2	45,1	44,5	44,9	44,3	44,7	44,1
140	51,7	51,2	52,0	51,5	51,8	51,3	51,5	51,0
160	58,6	58,2	58,9	58,5	58,7	58,3	58,4	58,0
180	65,6	65,3	66,0	65,7	65,8	65,5	65,4	65,1
200	74,3	74,1	73,8	73,6	73,6	73,4	73,2	73,0

В настоящее время на отдельных блоках Разданской ГРЭС проводится работа по установке регулируемых электроприводов. Рассмотрены три вида наиболее типичных и мощных механизмов собственных нужд, обеспечивающих работу оборудования тепловых электрических станций: питательные насосы (ПЭН), дутьевые вентиляторы (ДВ) и дымососы (Д). Изменение суммарной мощности приводов ПЭН, ДВ и Д при штатном и частотном способах регулирования приведено на рисунке. Как видно, при частотном регулировании суммарная мощность на собственные нужды (Р) ниже по сравнению со штатным регулированием (существующим). В связи с этим возникает необходимость внесения поправок в расходные характеристики отдельных блоков, учитывающих переход от штатного регулирования к частотному.

Для каждого блока величина расхода условного топлива при частотном регулировании в диапазоне изменения мощностей  $P_{\min} \leq P \leq P_{\max}$  определяется согласно зависимости

$$V^*(P) = V(P) - \Delta V(P), \quad (1)$$

где

$$\Delta V(P) = b \Delta P, \quad P = \Delta P_{\text{шт}} - \Delta P_{\text{ч}}. \quad (2)$$

Здесь  $V(P)$  — величина расхода условного топлива при штатном регулировании в зависимости от  $P$ ,  $\Delta V(P)$  — изменение расхода топлива на собственные нужды при переходе от штатного регулирования

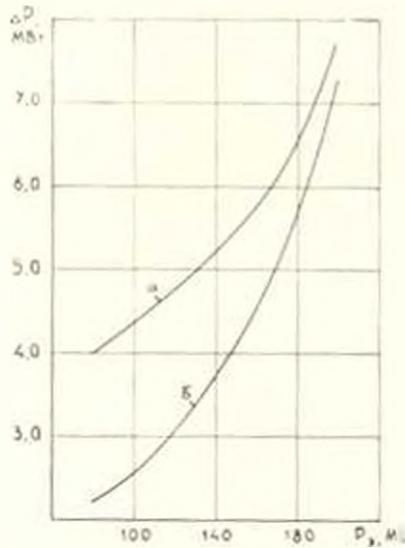


Рис. а) штатное регулирование, б) частотное регулирование.

ния к частотному,  $b$  — величина удельного расхода топлива при данной нагрузке  $P$ ,  $\Delta P_{\text{шт}}$  и  $\Delta P_{\text{ч}}$  — потери мощности при штатном и частотном регулировании. На основании полученных данных  $V^*(P)$  строятся расходные характеристики блоков Разданской ГРЭС с учетом регулируемого электропривода (табл. 1). Ниже рассматривается постановка и алгоритм решения задачи оптимизации внутростанционных режимов ТЭС при заданном числе однотипных агрегатов, но с различными индивидуальными энергетическими характеристиками.

**Постановка задачи.** Имеется некоторая тепловая станция с  $n$  агрегатами и заданными расходными характеристиками ( $V^*(P_i)$ ). Требуется в каждый момент времени (час) найти такое распределение нагрузки между агрегатами с учетом ограничений по балансу мощностей и отдельным агрегатам, чтобы суммарный расход условного топлива был бы минимальным [2], т. е. необходимо минимизировать функцию

$$R(P_1, P_2, \dots, P_n) = \sum_{i=1}^n V_i^*(P_i) \quad (3)$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^n P_i = X, \quad P_i^{\min} \leq P_i \leq P_i^{\max}, \quad (4)$$

где  $B_i^*(P_i)$ ,  $P_i$  — часовой расход условного топлива и мощности  $i$ -го агрегата ( $i=1, n$ ),  $X$  — нагрузка системы в  $t$ -й час.

При рассмотрении решения задачи как многостадийного процесса минимальное значение функции  $R$  зависит от  $n$ , т. е. от переменных  $P_i$  и величины  $X$ . Используя принцип оптимальности динамического программирования, можно получить следующие рекуррентные соотношения:

$$F_i(X) = B_i^*(P_i), \quad (5)$$

$$F_i(X) = \min_{\substack{P_i^{\min} \leq P_i \leq P_i^{\max} \\ P_i = X}} [B_i^*(P_i) + F_{i-1}(X - P_i)], \quad (6)$$

где

$$\sum_{i=1}^n P_i = X, \quad B_i^*(P_i) = \begin{cases} B_{i0}^*, & \text{при } P_i = 0, \\ A, & \text{при } 0 < P_i < P_i^{\min}, \\ B_i^*(P_i), & \text{при } P_i^{\min} \leq P_i \leq P_i^{\max}. \end{cases}$$

Здесь  $B_{i0}^*$  — величина расхода топлива при холостом ходе,  $A$  — заведомо большое число.

Минимизация (6) на каждой стадии выполняется путем непосредственного перебора различных дискретных значений  $P_i$  с определенным шагом квантования. В процессе решения задачи определяются значения  $F_1(X)$ ,  $F_2(X)$ ,  $F_3(X)$ , ...,  $F_n(X)$ . Для каждого значения суммарной нагрузки станции определяется минимальный расход топлива и «ходом назад» — нагрузки отдельных агрегатов  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$ , ...,  $P_n$ . Результаты расчета для Разданской ГРЭС приведены в табл. 2. Как видно, при оптимальном распределении суточной нагрузки между агрегатами станции расход условного топлива при частотном регулировании ниже, чем при штатном. При этом суточная экономия топлива составляет 34,3 т. у. т. или 0,60% от общего расхода топлива.

Часто для однотипных агрегатов энергетические характеристики принимаются одинаковыми. В этом случае оптимальному режиму работы агрегатов соответствует равномерное распределение нагрузки. Сравнение результатов расчетов при равномерном и оптимальном распределении (с учетом поправки на частотное регулирование) нагрузки между агрегатами показывает, что в последнем случае экономия топлива составляет 63,6 т. у. т. или 1,1%.

Таким образом, результаты исследования показывают, что:

— внедрение на Разданской ГРЭС частотного регулирования агрегатов собственных нужд позволяет получить экономию топлива по станции в количестве 7000 ... 12500 т. у. т. в год;

— чем больше неравномерность графика нагрузки, тем больше величина экономии топлива по станции при оптимальном распределении нагрузки с учетом частотного регулирования.

Таблица 2

Часов	Р. МВт	В. т. у. т.	Штатное регулирование					Частотное регулирование				
			P <sub>1</sub> МВт	P <sub>2</sub> МВт	P <sub>3</sub> МВт	P <sub>4</sub> МВт	В. т. у. т.	P <sub>1</sub> МВт	P <sub>2</sub> МВт	P <sub>3</sub> МВт	P <sub>4</sub> МВт	В. т. у. т.
1	610	225,3	160	130	160	160	224,3	160	110	160	180	222,6
2	580	214,9	160	100	160	160	213,3	160	100	160	160	211,9
3—5	3×560	3×208	160	100	160	140	3×206,3	150	100	160	150	3×204,9
6	570	211,5	160	100	160	150	210,4	150	100	160	160	208,4
7	610	225,3	160	130	160	160	224,3	160	110	160	180	222,6
8	670	246,6	170	160	160	180	245,1	170	160	160	180	243,7
9	710	260,6	180	180	170	180	259,3	180	180	170	180	258
10—12	3×720	3×264	180	180	180	180	3×262,8	180	180	180	180	3×261,6
13—18	6×710	6×261	180	180	170	180	6×259,3	180	180	170	180	6×258
19	720	264,0	180	180	180	180	262,8	180	180	180	180	261,6
20—23	4×730	4×268	180	190	180	180	4×266	180	190	180	180	4×265,6
24	710	260,6	180	180	170	180	259,3	180	180	170	180	258
Итого		5060					5931					5896,7

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бурлачин Г. А., Медикян Г. П. Уточнение расходных характеристик Рааданской ГРЭС // Стратегия создания самобеспечивающегося регионального энергохозяйства в экстремальных ситуациях и при ограниченных внешних связях: Межвуз. сб. науч. тр. ГИУА.—Ереван, 1992.—С. 22—28.
2. Методы оптимизации режимов энергосистем / В. М. Горинштейн, В. П. Мирошникенко, А. В. Пономарев и др.—М.: Энергоиздат, 1981.—336 с.

ГПУА

10. X. 1992

Изв. НАН Армении (сер. ТН), т. XLVII, № 3, 1995, с. 73—76.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 621.313.333

Н. Г. НИКИЯН

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТОЧНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СЕРИЙНО ВЫПУСКАЕМОЙ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ

Особенностью разработанных ММТ является возможность учета отклонений электрической и магнитной симметрии. Уравнения погрешностей даны в матричной форме. Матрицы составлены из коэффициентов влияния отклонений входных параметров на отклонение выходных характеристик.

Библиогр.: 5 назв.

*Մշակված էլեկտրոմիջան նախնականական մադելի արտեմանախոսությունն այն է, որ նա Բուլլ է տալիս հարկ առնել նաև էլեկտրական և մագնիսական համաչափության չլրումների ազդեցությունը արևելյան մեքենայի որակի վրա: Միասին բախարումները արված են մասրիցային ձևով: Մասրիցները կազմված են ազդեցության գործակիցներից, որոնք բնութաւորում են մատրային պարամետրների չլրումների ազդեցությունը էլեքտրական և մագնիսական վրա:*

В крупносерийном производстве асинхронных двигателей возникает множество технологических факторов, приводящих к отклонениям размеров деталей от их номинальных значений, а также к изменению физических свойств примененных материалов. В итоге изменяется качество машины, которое оценивается энергомеханическими и шумоакустическими характеристиками или так называемыми показателями качества (ПК). Наибольшее внимание обычно уделяют энергомеханическим характеристикам. Связь технологических отклонений с отклонениями ПК устанавливается математической моделью точности (ММТ). Существующая ММТ [1, 2] базируется на известной математической модели многофазной идеализированной асинхронной машины (АМ), то есть машины, обладающей электрической и магнитной симметрией. Такая ММТ позволяет учитывать отклонения, не приводящие к нарушению электрической и магнитной симметрии машины. Однако в производстве возникают также отклонения, которые вызывают нарушение симметрии машины, а именно: неравномерность воздушного зазора из-за эксцентриситета ротора, несимметрию короткозамкнутой клетки ротора в связи с дефектами литья, либы пайки и т. д. Учет этих отклонений не может быть произведен с помощью существующей ММТ.

В данной статье описана ММТ, базирующаяся на математической модели [3] многофазной АМ с учетом электромагнитной несимметрии, вызванной технологическими факторами. Такая ММТ обладает большой степенью адекватности серийной машине. В качестве входных параметров приняты размеры деталей, узлов, а также характеристики