

ЭНЕРГЕТИКА

Д. М. БАБАЯН

О ТОЧНОСТИ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ
ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ТЭС

В настоящее время для решения задачи оптимизации режима тепловой электростанции применяется большой арсенал численных методов прикладной математики и средств вычислительной техники, которые предъявляют особые требования к точности исходной информации. Достоверность исходных данных, закладываемых в ЭЦВМ, оказывает существенное влияние на конечный результат решения задачи. Применены самые рациональные математические методы и наиболее современную вычислительную технику, обладающую практической непогрешимостью, невозможно получить желаемого эффекта, если в основу расчетов положены далекие от действительности исходные данные. И наоборот, повышение качества исходной информации позволяет получить дополнительный выигрыш в смысле экономии расчетных затрат даже в том случае, если реализуемый на ЭЦВМ алгоритм и вычислительная техника остаются неизменными. Поэтому проблема получения достоверной с практической точки зрения информации и ее учет остается вопросом первостепенной важности для всех оптимизационных задач.

Особая сложность расчета оптимальных режимов ТЭС на ЭЦВМ, а также отсутствие универсальных программ, приводят к тому, что для каждой станции, как правило, создаются новые алгоритмы и программы, учитывающие специфику работы ТЭС.

Это требует много времени и средств. Затраты на разработку программ расчета оптимальных режимов станции, включающие в себя расходы на научно-исследовательскую работу, использование средств вычислительной техники, внедрение полученных результатов в практику эксплуатации электрических станций, довольно значительны по размеру, а окупаемость их зависит только от реального экономического эффекта.

Исходя из вышесказанного, понятны те требования к точности расчетных характеристик турбоагрегатов, которые предъявляются им, как исходной информации. Однако этой проблеме уделяется недостаточное внимание. Опыт работ Волгоградской, Ярославской и Дальневосточной энергосистем показывает, что имеющиеся на ТЭС расходные характеристики турбоагрегатов, используемые для определения укруп-

ненных экономических показателей станции, непригодны для целей оптимизации. В таких случаях необходимо провести особые испытания с максимально возможной степенью точности, чтобы на их основе построить более достоверные расчетные характеристики. Использование усредненных данных или заводских диаграмм, снятых на испытательных стендах и существенно отличающихся от истинных характеристик турбины, которые работают в различных по реальности условиях эксплуатации, совершенно недопустимо.

Вопрос точности расчетных характеристик турбоагрегата надо рассматривать в динамике, т. е. непосредственно в момент расчета на ЭЦВМ оптимальных режимов.

Достоверность расчетной характеристики, следовательно, и правомочность ее использования для расчетов по оптимизации режима работы ТЭС зависит как от степени точности статической характеристики, которая закладывается в качестве исходной в память ЭЦВМ, так и от степени точности процесса корректировки ее на изменяющиеся в процессе эксплуатации условия работы оборудования.

Параметры состояния рабочего процесса турбинного цикла постоянно изменяются, что приводит к изменению расчетной характеристики и необходимости ее многократной корректировки. Этот трудоемкий процесс должен производиться достаточно оперативно, так как он является предварительным этапом оптимизации режима работы ТЭС, которая, в свою очередь, относится к регулированию суточного цикла станции. Из сказанного видно, что лишь созданием специальной подпрограммы корректировки основного массива исходной информации расчетных характеристик на ЭЦВМ можно успешно решить вопросы оперативности и точности, выдвигаемые самой задачей.

Однако эффективность этой работы во многом зависит от точности исходной характеристики. Более того, любая корректировка имеет смысл лишь в том случае, если отклонение исходной расчетной характеристики турбоагрегата от истинной—величина, соизмеримая с поправкой. Расходные характеристики турбоагрегатов представляют собой выпуклые функции нагрузок с изломами в точках открытия групп регулирующих клапанов. В то же время в практических целях используется их линеаризованный вид. Возникает вопрос: допустима ли подобная идеализация расходной характеристики, если последняя используется в расчетах по оптимизации режима ТЭС? Ответить на этот вопрос можно только изучив влияние аппроксимации расходной характеристики турбоагрегата на конечный эффект оптимизации режима.

С этой целью произведены сопоставительные расчеты для определенных типов турбины. В качестве примера рассмотрены расходные характеристики турбоагрегатов двух типов: конденсационный ПБК-150 и противодавленческий ВРТ-25 (рис. 1).

Для исследования была произведена формальная постановка за-

дачи оптимального распределения электрической нагрузки между двумя однотипными агрегатами.

Математическим методом оптимизации выбран аппарат динамического программирования [1], применение которого в данных условиях одномерной задачи дает решение в форме глобального экстремума. Необходимо минимизировать функцию

$$f(N_1, N_2) = Q_1(N_1) + Q_2(N_2) \quad (1)$$

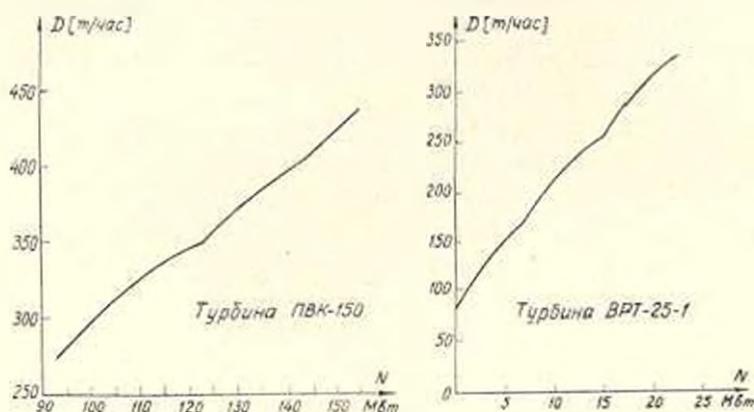


Рис. 1. Расходные характеристики турбоагрегатов (D — расход пара на турбину, т/час; N — электрическая мощность турбины, Мвт)

при ограничениях:

$$N_1 + N_2 = N; \quad 0 < N_1 \leq N_1^*; \quad 0 \leq N_2 \leq N_2^* \quad (2)$$

где N — активная мощность турбины; Q — расход тепла на турбину; индексом * обозначены максимальные значения переменных.

Для минимизации функции (1) с учетом ограничений (2) строятся уравнения динамического программирования:

$$\begin{aligned} f_1(N) &= Q_1(N_1); \quad 0 < N_1 < N_1^* \\ f_2(N) &= \min[Q_2(N_2) + f_1(N - N_2)]; \quad 0 \leq N_2 \leq N_2^* \end{aligned} \quad (3)$$

Используя выражение (3), по заданному N определяются значения переменных N_1 и N_2 .

Решая задачу для случая нелинейных характеристик турбины и их аппроксимированного вида, можно определить перерасход тепла, связанный с точностью представления исходной информации.

Результаты расчета сведены в табл. 1. Анализ данных таблицы показывает, что для конденсационных турбин типа ПК-150 линейная аппроксимация характеристик приводит к незначительному искажению истинного результата, в то время как для противодавленческих турбин ВРТ-25 подобная идеализация недопустима даже в принципе.

հաշվարկային բնութագրերի ճշտության աստիճանի ազդեցությունը օպտիմալացման էֆեկտի վրա հետազոտելու անհրաժեշտությունը չուրաքանչյուր կոնկրետ դեպքում: Կատարված են հաշվարկներ տարբեր ախտերի սուրբու-ազրեզատների ծախսման բնութագրերի դժային մոտարկման հետ կապված ջերմության զերածախսումները սրոշելու համար:

Լ Ի Ե Ր Ա Տ Ր Ա

1. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. Изд. «Наука», 1965.