

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
И ТИПОВ ТУРБОПРИВОДОВ ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ
МОЩНЫХ БЛОКОВ

В перспективных энергосистемах с растущей неравномерностью графиков электрических нагрузок мощные блоки сверхкритического давления будут работать со значительным снижением мощности в ночные часы и в выходные дни. Для повышения экономичности работы блоков на частичных нагрузках регулирование производительности их должно осуществляться методом скользящего начального давления (СНД) пара. Этот метод прошел опытную проверку и уже внедрен на газомазутных блоках с парогенераторами ТГМП-114.

Характеристики существующих типов турбоприводов не отвечают условиям работы блоков со СНД пара. При работе блоков на частичных нагрузках со СНД пара турбопривод должен выполняться без запаса по мощности при номинальной нагрузке блока [1]. Причем и в этом случае мощность приводной турбины при частичных нагрузках блока превышает требуемую мощность на привод питательного насоса. Это требует ограничения пропускной способности турбопривода и приводит к возникновению потерь на дросселирование в органах парораспределения. Очевидно, что наибольшей эффективностью будет обладать тот тип приводной турбины, для которого потери на дросселирование во всем диапазоне нагрузок блока будут минимальными.

В настоящее время на блоках К-300-240 применяется противодавленческая приводная турбина (ППТ), включенная на байпасе части среднего давления (ЧСД), а на блоках К-500-240 и К-800-240 – конденсационные приводные турбины (КПТ).

Для повышения экономичности блоков целесообразно приводную турбину выполнить с регенеративными отборами пара для нагрева питательной воды и подключить ее к холодной нитке промперегрева.

Использование для регенерации более холодного пара из приводной турбины по сравнению с отборами пара из главной турбины увеличивает расход пара, а значит может привести к увеличению регенеративной выработки электроэнергии и к.п.д. цикла. Однако пар, расширяющийся в приводной турбине, работает по циклу без промежуточного перегрева, что наоборот,

снижает экономичность блока. Это говорит о том, что есть некоторое предельное значение давления пара в регенеративных отборах, выше которого выгодным является использование для подогрева питательной воды пара из приводной турбины, ниже - из главной.

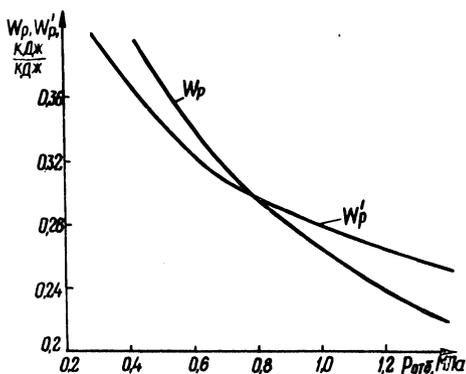
Отбор пара на регенерацию из приводной турбины будет экономически выгодным, если величина удельной выработки электроэнергии на регенерации (внутреннем тепловом потреблении) окажется выше, чем при использовании пара из главной турбины.

Результаты расчетов удельной регенеративной выработки электроэнергии на отборах из главной W_p и приводной турбин W'_p для блоков сверхкритических параметров с давлением в линии холодного промперегрева 4,0 МПа представлены на рис. 1.

Как видно, предельное давление, ниже которого отбор пара на регенерацию из приводной турбины является неоправданным, равно 8,0 МПа. Это позволяет применительно к блокам сверхкритического давления осуществить из приводной турбины отборы пара на нижний подогреватель высокого давления и деаэрагор. При этом мощность, развиваемая турбоприводом на базе регенеративных отборов, составит примерно 30% от потребной для привода питательного насоса при номинальной нагрузке блока.

Поэтому приводную турбину целесообразно выполнить в виде турбины двух давлений. Первая часть турбины с регенеративными отборами является противоавленческой с подключением выхлопа к деаэрагору. Вторая часть турбины выполняется так же, как и турбопривод существующих блоков, под-

Рис. 1. Зависимость удельной регенераторной выработки электроэнергии при отборе пара из главной турбины W_p и из турбопривода W'_p от давления p отбираемого пара.



ключается к отбору главной турбины и может быть как противодавленческой, так и конденсационной (соответственно турбоприводы двух давлений могут иметь обозначения РППТ и РКПТ).

Применение турбоприводов типа РППТ и РКПТ значительно (примерно на 0,6% абсолютных) повышает к.п.д. блоков при номинальной нагрузке и применительно к блоку мощностью 500 МВт обеспечивает экономию расчетных затрат порядка 50000 руб/год.

Исследование эффективности различных типов приводных турбин с учетом работы блока на частичных нагрузках со СНД пара проведено путем сравнения потерь на дросселирование пара в органах парораспределения турбоприводов (при дроссельном парораспределении) при различных нагрузках блоков.

Потери на дросселирование в долях от располагаемой мощности приводной турбины при номинальной мощности блока определялись как

$$\Delta \bar{Q}_{др} = q(1 - \eta_{др}) \bar{N}_O \bar{G} \quad (1)$$

где q - относительный (в долях от максимального при номинальной нагрузке блока) расход пара через приводную турбину; $\eta_{др}$ - к.п.д. дросселирования в турбоприводе.

Относительный расход пара на турбопривод q находится из уравнения мощности турбопривода

$$\bar{N}_{Тп} = q \eta_{др} \bar{G} \bar{N}_O \quad (2)$$

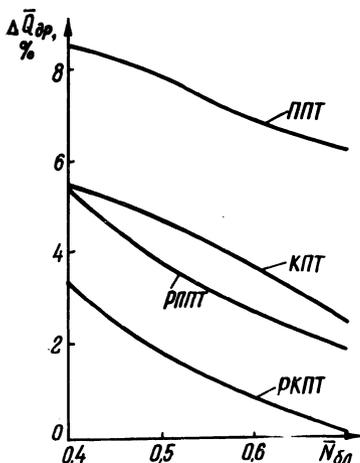


Рис.2. Относительная величина потерь на дросселирование пара в различных типах турбоприводов при работе блока со СНД пара в зависимости от относительной мощности блока.

решаемого методом последовательного приближения. Здесь \bar{G} , \bar{N}_0 – относительная (в долях от значений при номинальной нагрузке блока) величина располагаемого (при полностью открытых клапанах парораспределения) расхода пара и теплоснабжения на приводную турбину; \bar{N}_{TP} – относительная величина потребной мощности приводной турбины, определяемая по опытным данным для блоков К-300-240.

Результаты расчетов приведены на рис. 2. Как видно, наибольшей эффективностью обладает регенеративная приводная турбина двух давлений типа РКПТ. Потери на дросселирование пара в таком турбоприводе наименьшие во всем диапазоне нагрузок и при 50% нагрузке блока составляют всего лишь 1,5% от располагаемой мощности приводной турбины при номинальной нагрузке блока.

Л и т е р а т у р а

1. Леонков А.М., Качан А.Д., Рубахин В.Б. Исследование характеристик турбопривода питательных насосов мощных блоков с учетом работы их со скользящим давлением свежего пара. – "Изв. вузов. Энергетика", 1974, № 2.

В.С. Каханович, Н.П. Кернога

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПАРА НА ЭКОНОМИЧНОСТЬ РАБОТЫ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТУРБИН

Отклонение начальных параметров пара конденсационных турбин от их номинальных значений вызывает изменение удельного расхода тепла на турбину. Наряду с возможным отклонением начальных параметров пара может меняться и давление пара в конденсаторе. Учитывая, что нагрузка турбины не остается постоянной, следует определять влияние каждого параметра для конкретных значений мощности турбины и давления в конденсаторе.

Приведем пример такого расчета для турбины К-160-130. Если принять расход пара постоянным, то отклонение начального параметра вызывает изменение и мощности и расхода тепла, которые определим по формулам