

УДК 621.165

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УПЛОТНЕНИЯ ПОВОРОТНОЙ ДИАФРАГМЫ ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ ТУРБИНЫ Т-100-130

Пантелей В.Е.

Научный руководитель – Пантелей Н.В., ст. преподаватель

В настоящее время все большее значение приобретает проблема энергосбережения и рационального использования энергоресурсов. Значительный резерв повышения экономичности топливоиспользования имеется в совершенствовании конструкций и режимов работы теплофикационных установок.

В паровых турбинах с регулируемыми отборами пара на промышленные нужды или на теплофикацию вместо регулирующих клапанов применяют поворотные диафрагмы, управляющие перепуском пара в последующие ступени низкого давления. Конструкция поворотных диафрагм совмещает функции разделения внутренней полости цилиндра на отсеки с различными параметрами пара и парораспределения (регулирование пропуска пара). Применение поворотных диафрагм упрощает конструирование цилиндров и позволяет выполнить одноцилиндровыми турбины с одним и двумя регулируемыми отборами пара. В зависимости от конструкции поворотные диафрагмы заменяют один, два и более поочередно открывающихся клапана.

Поворотная диафрагма теплофикационной турбины Т-100-130 выполняет роль одного дроссельного клапана. Турбина имеет двухпоточный ЦНД. В каждом потоке расположены по две ступени. Две поворотные диафрагмы управляют подводом пара к обоим потокам ЦНД. Поворотная диафрагма состоит из литой чугунной диафрагмы, выполненной из двух половин, скрепленных по горизонтальному разьему болтовыми соединениями. Направляющие лопатки со стороны входа имеют плоскую поверхность. Поворотное стальное кольцо, состоящее из двух соединенных по горизонтальному разьему половин, размещено перед диафрагмой со стороны входа пара. Окна в кольце расположены соответственно проходными сечениями направляющих лопаток. Для ограничения осевого перемещения поворотного кольца по периферической окружности размещены четыре планки. Поворот кольца осуществляется усилием через рычажную передачу, соединенную с серьгой. Реализация такой конструкции позволит существенно повысить экономичность работы теплофикационной турбины на режимах теплового графика за счет снижения до предельного минимума потерь теплоты пара, поступающего в конденсатор турбины, с охлаждающей циркуляционной водой.

При уплотнении поворотной диафрагмы за счет снижения D_k^{\min} происходит уменьшение потерь в холодном источнике, однако уменьшение вентиляционного пропуска ведёт к увеличению температуры разогрева пара, что отрицательно влияет на надёжность турбины. Очевидно, что уплотнение регулирующей диафрагмы нужно сочетать с применением схемы охлаждения ЧНД турбины. Способ приготовления охлаждающего пара основан на естественном парообразовании при вскипании перегретой воды за счет ее расширения сбросом давления. Для этого используется расширитель-сепаратор – один из ключевых элементов системы охлаждения. Он предназначен для получения охлаждающего пара заданного качества. Пар должен быть близким к насыщению и не иметь крупнодисперсной влаги. Эффект сепарации влаги определяется уровнем скоростей и давлений пара в расширителе-сепараторе. Дополнительные гарантии по качеству пара, кроме того, обеспечиваются его дросселированием непосредственно у охлаждаемой ступени на щели коллектора.

Экономия энергии, для определенной тепловой нагрузки при уменьшении вентиляционного пропуска:

$$\Delta Q_k(t_n) = Q_k^{d_k^{\min}=20}(t_n) - Q_k^{d_k^{\min}=4}(t_n),$$

При этом прирост экономии энергии за отопительный сезон можно оценить

$$\Delta Q_k = \int_{-3,5}^{-25} \Delta Q_k(t_n) \cdot \tau(t_n) dt_n,$$

Количество топлива сэкономленного за отопительный сезон:

$$B = \frac{\Delta Q_k}{\eta_{ПК} \cdot Q_p^H},$$

где: $\eta_{ПК}$ - КПД парового котла;

Q_p^H - низшая теплота сгорания.

Для оценки экономической эффективности проведен расчёт экономии топлива за отопительный период для режима с двумя задействованными теплофикационными отборами, для температуры наружного воздуха $t_{нв} = -5 \dots -25, ^\circ\text{C}$. Результаты расчета представлены в таблице.

Таблица 1- Результаты расчёта

$t_n, ^\circ\text{C}$	$Q_k^{d_k=20 \frac{\text{Т/ч}}{\text{ата}}}$, кДж	$Q_k^{d_k=4 \frac{\text{Т/ч}}{\text{ата}}}$, кДж	dQ_k , кДж	dB , т. у. т./ч	$N_{по}^{d_k=20}$, КВт	$N_{по}^{d_k=4}$, КВт	$dN_{по}$, КВт
-25	22170,31	4477,49	17692,8	2,355	2177,6	2006,37	171,2
-18	17210,17	3484,1	13726,1	1,827	3167,89	2986,2	181,6
-12	13166,1	2670,6	10495,5	1,397	3978	3803	174,9
-5	8894,1	1806,8	7087,2	0,943	4713	4569,4	143,9

Выводы:

В данной работе была оценена экономическая эффективность уплотнения поворотной диафрагмы турбины Т-110-130. В ходе расчёта было выявлено, что данное конструктивное решение позволяет за отопительный сезон сэкономить порядка 2000 тонн условного топлива. Следует, также отметить что, данный результат может быть немного завышен, так как при расчете модернизированного варианта турбины не учитывался расход тепла на перегрев части конденсата, поступающего в расширитель-сепаратор. Так же для более точной оценки необходимо учесть снижение вырабатываемой мощности ПО отсека на $dN_{по} \approx 160 \text{ КВт}$. С учётом данных допущений погрешность расчёта может составлять 15-20%. Несмотря на это результат расчета, позволяет с уверенностью обосновать целесообразность модернизации путём уплотнения поворотной диафрагмы турбины.

Литература

1. Совершенствование схем и режимов работы теплофикационных паротурбинных установок/В.К. Балабановия; Полибиг. – Минск.-2000.
2. Паротурбинные энергетические установки ТЭС/ Е.А. Бойко, К.В. Баженов, П.А. Грачев; ИПЦ КГТУ. – Красноярск.-2006.