

турбина с отборами для ступенчатого подогрева сетевой воды. Авт. свид. № 250161. — "Бюлл. изобрет.", 1969, № 26. 4.  
Леонков А.М., Яковлев Б.В. Возможности повышения эффективности использования и совершенствования теплофикационных турбоустановок с отопительными отборами пара. — "Изв. ВУЗов СССР. Энергетика", 1970, № 12.

В.А. Золотарева, Л.Н. Коршаков, Н.С. Зорин  
В.Ф. Хромченков, Б.М. Дутлов

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГЕНЕРАЦИИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ БЛОКОВ 300 МВт

Снижение температурного напора в подогревателях — основное направление повышения эффективности регенеративного подогрева питательной воды. Применительно к блокам мощностью 300 МВт это имеет особое значение для подогревателей низкого давления, которые по ряду причин работают с температурным напором в 2—3 раза выше расчетного. Большое значение имеет также повышение экономичности и надежности блоков за счет снижения выноса меди из регенеративных подогревателей.

В данной статье приводятся некоторые результаты работ, проведенных авторами на Лукомльской ГРЭС для достижения указанных целей.

Одним из недостатков работы ПНД-1 турбины К-300-240 является большое падение давления пара на направляющих перегородках. Замер перепада давления по высоте корпуса подогревателя показал, что сопротивление его составляет 42—45 мм рт. ст., а это приводит к снижению на 8—10<sup>0</sup>С температуры насыщения греющего пара в межтрубном пространстве, что является основной причиной недогрева конденсата в подогревателе. Кроме того, наличие больших кольцевых зазоров между корпусом и направляющими перегородками приводит к значительному перетoku пара в зону кольцевого отсоса воздуха и перегружает его.

Для уменьшения сопротивления трубного пучка в ПНД-1 на Лукомльской ГРЭС демонтирован паротбойный щиток и срезаны (за исключением нижней) направляющие перегородки, свободные от навивки трубок. Выполнен дополнительный кольцевой подвод пара в зону первого и четвертого ходов конденсата, т.е.

с противоположной стороны основного пропускa. Кроме того, корпус подогревателя по высоте разделен на два отсека уплотнительным поясом, который приваривается к внутренней части корпуса для того, чтобы нижняя направляющая перегородка плотно садилась на это кольцо.

Верхний отсек, составляющий около 80% площади нагрева, работает почти без перепада давления с движением пара от периферии к центру. В нижнем отсеке греющий пар за счет установки направляющего короба движется перпендикулярно оси трубок в месте их сгиба. Таким образом, разделение корпуса на два отсека, работающих с разными давлениями, позволяет сохранить высокую линейную скорость пара на трубном пучке и достаточно большое значение коэффициента теплопередачи. Последующие испытания показали, что внедрение указанных мероприятий позволяет уменьшить температурный напор в ПНД-1 до 2,5—3°С, что при нагреве конденсата на 20°С практически в два раза ниже расчетного.

Вместе с тем следует отметить, что с повышением величины нагрева конденсата в подогревателе до 22°С также увеличивается и температурный напор до 5—6°С.

На Лукомльской ГРЭС проведены мероприятия по снижению остаточного содержания кислорода в тракте конденсатор—деаэратор и уменьшению выноса меди.

Общеизвестно, что на остаточное содержание  $O_2$  в значительной мере влияет правильная эксплуатация оборудования. Как показала практика, конденсатор типа 300-КЦС-3 ЛМЗ обладает высокой деаэрирующей способностью и обеспечивает остаточное содержание  $O_2$ , близкое к равновесному состоянию.

На основании рекомендаций ОРГРЭС [1] нами был выполнен ряд мероприятий, способствующих уменьшению выноса окислов меди из подогревателей низкого давления и снижению содержания  $O_2$  в конденсате. К ним относятся следующие:

весь организованный отсос воздуха из регенерации низкого давления, величина которого составляет 50—70% от всего количества воздуха, поступающего в вакуумную систему, заведен в боковую часть конденсатора (в зону выделенного пучка воздухоохладителя, что уменьшает время контакта воздуха с конденсатом и его растворимость в конденсате);

установлен кольцевой отсос воздуха из нижней части корпуса ПНД-1 и ПНД-2;

сливные и конденсатные насосы оборудованы байпасами для опресовки и оперативного устранения неплотностей (тепло дренажей РБ используется для дополнительной деаэрации конденсата в специальной приставке).

В результате внедрения этих мероприятий остаточное содержание  $O_2$  поддерживается на уровне 5—7 мкг/кг, что ниже норм ПТЭ в 3—4 раза. Кислород регистрируется прибором "Кембридж".

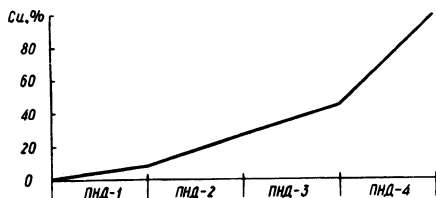


Рис. 1. Зависимость выноса меди из подогревателей низкого давления.

Вынос меди с трубной системы ПНД проверялся следующим образом. На каждом ПНД с периферийной трубки отрезался цилиндр высотой 100 мм, маркировался и взвешивался на аналитических весах. На основании сравнения с эталоном (трубкой, не бывшей в употреблении) построена кривая зависимости выноса меди из каждого подогревателя (рис. 1). Как видно из рис. 1, основным поставщиком медистых отложений является ПНД-4, на долю которого приходится 56% выноса меди. Трубный пучок имеет явно выраженный красноватый цвет из-за вымывания частичек меди. Наружный промер диаметра трубок показывает на их значительное утончение, особенно в зоне пароохладителя.

Для уменьшения выноса меди требуется улучшение работы ПНД-4, в особенности его пароохладителя, так как опыт показывает разное колебание расхода и температуры конденсата в пароохладителе ПНД-4 на переменных нагрузках блока, что способствует выносу меди. ПНД-4 имеет встроенный охладитель пара, проток конденсата, через который осуществляется за счет подпорной шайбы, установленной на выходе из подогревателя. Шайба рассчитывается на номинальный расход конденсата  $D_k = 700$  т/ч. В ночные провалы при 50%-ной нагрузке блоков из-за снижения расхода конденсата до 360 т/ч перепад на подпорной шайбе резко снижается, что практически ведет к сокращению или полному уменьшению протока. Трубный пучок подвергается разному переменному перепаду температур, что способствует выносу из него меди.

С целью повышения эффективности работы пароохладителя при частичных нагрузках на одном из блоков Лукомольской ГРЭС выход конденсата из него перенесен за выходную задвижку подогревателя, которая может выполнять роль регулируемой дроссельной шайбы. Для обеспечения вывода в ремонт подогревателя на выходном патрубке установлена задвижка Ду100. Таким образом, прикрытием задвижки на выходе из ПНД-4 независимо от нагрузки всегда можно обеспечить оптимальный расход конденсата через пароохладитель.

#### Л и т е р а т у р а

1. Егоров В.Н., Золотарева В.А., Коновалов Г.М. Наладочные работы по организации бескоррозийного режима на участке конденсатор--деаэратор в турбинных установках. М., 1963.

Ю.М. Шнайдерман

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУБЧАТЫХ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ КОТЛОВ, ПЕРЕВЕДЕННЫХ НА СЖИГАНИЕ МАЗУТА

Котлы ТП-230-2 для сжигания мазута после реконструкции имели двухступенчатый трубчатый воздухоподогреватель. Воздухоподогреватель первой ступени при реконструкции был выполнен двухрядным по высоте. В первом (нижнем) ряду были установлены кубы высотой 1700 мм, во втором -- 2500 мм. Чтобы сравнить их при эксплуатации на одних котлах, воздухоподогреватель первой ступени был выполнен из труб 40x1,6 мм, на других -- 51x1,5 мм.

Для предварительного подогрева воздуха на котлах были установлены энергетические калориферы из секций СО-110 конструкции ЦКБ Главэнергоремонта.

В ходе наладки и эксплуатации котлов был выполнен ряд мероприятий, направленных на повышение эффективности воздухоподогревателей.

Сравнительный анализ работы воздухоподогревателей первой ступени, выполненных из труб 51 x 1,5 мм и 40 x 1,6 мм, показал их большую эффективность. На котлах с кубами из труб 40 x 1,6 мм температура уходящих газов на 5<sup>0</sup>С ниже, чем с кубами 51 x 1,5 мм. Это является следствием более высоких