

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ НА ТОМСКОЙ ТЭЦ – 3

М.О. Чубаров, А.Г. Коротких
Томский политехнический университет
ЭНИН, АТЭС

Введение

Регенеративный подогрев основного конденсата и питательной воды является одним из важнейших методов повышения экономичности современных ТЭС. При этом под основным конденсатом понимается поток конденсата рабочего пара от конденсатора до деаэратора, а под питательной водой – поток от деаэратора до котла (парогенератора).

Регенеративный подогрев осуществляется отбором пара из турбины за счет его охлаждения и конденсации. Выделенная теплота фазового перехода возвращается в паровой котел за счет нагрева основного конденсата и питательной воды. В зависимости от начальных параметров и количества отбора пара на регенерацию относительное повышение КПД турбоустановки за счет регенерации составляет от 7 до 15%, что сопоставимо с эффектом, получаемым от повышения начальных параметров пара перед турбиной.

Регенерацию можно рассматривать как процесс комбинированной выработки энергии с внутренним потреблением теплоты водяного пара, отбираемого из турбины. Регенеративный подогрев воды снижает потери теплоты с отработавшим паром в конденсаторе турбины за счет уменьшения его расхода.

При эксплуатации подогревателей высокого давления (ПВД) энергоблока мощностью 140 МВт Томской ТЭЦ-3 наблюдается эрозионный износ и повреждения внутрикорпусных деталей, а именно спиральных трубок поверхностей нагрева. Основной проблемой при ремонте ПВД на станции является проведение сложных технологических мероприятий, связанных с невозможностью доступа без вскрытия корпуса подогревателя, что в свою очередь, приводит к существенным материальным затратам и увеличивает сроки проведения ремонта.

В качестве объекта исследования был выбран подогреватель марки ПВ-800-230-21, технические характеристики которого представлены в табл. 1.

Табл. 1. Технические характеристики ПВ-800-230-21.

Наименование	Тип	Диспетчер. наименов.	Технические характеристики	Завод-изготовитель
Подогреватель высокого давления № 6	ПВ-800-230-21	ПВД-6	$S=800\text{м}^2$, $Q=850\text{т/ч}$, $p_{\text{п}}=23,2\text{ кгс/см}^2$, $p_{\text{в}}=230\text{кгс/см}^2$, $V_{\text{п}}=22,0\text{м}^3$, $t_{\text{п}}=325^{\circ}\text{C}$, $V_{\text{в}}=5,3\text{м}^3$, $t_{\text{в}}=214,8^{\circ}\text{C}$.	"Красный котельщик" г. Таганрог.

Здесь S – площадь поверхности теплообмена; Q – номинальный массовый расход питательной воды; $p_{\text{п}}$ – рабочее давление пара в корпусе; $p_{\text{в}}$ – рабочее

давление воды в трубной системе; $V_{\text{п}}$ – номинальный объем пара в корпусе подогревателя; $t_{\text{п}}$ – номинальная температура греющего пара; $V_{\text{в}}$ – номинальный объем питательной воды в трубной системе; $t_{\text{в}}$ – номинальная температура питательной воды на выходе из подогревателя.

Целью данной работы являлось проведение анализа проблем эксплуатации ПВД на ТЭЦ-3 и выявление возможных путей их решения с увеличением эффективности теплообмена.

Анализ ремонтных работ и технической документации лаборатории металлов Томской ТЭЦ-3 показал, что наибольшему эрозионному износу подвергаются спиральные трубы в зоне охладителя конденсата (ОК) и собственно подогревателя (СП) на участке 200–300 мм от места приварки к подводным и отводящим коллекторам питательной воды. Во время проведения капитального ремонта подогревателя в 2016 году были заменены 160 змеевиков (35,1%), из 456 установленных заводом-изготовителем (табл. 2). Также, после завершения капитального ремонта и ввода в эксплуатацию ПВД, произошло образование свищей в мембранном соединении подогревателя. Что, в свою очередь, еще раз подтверждает трудоемкость и повышенную ответственность при проведении ремонтных и пусконаладочных работ.

Табл. 2. Результаты планового ремонта.

Наименование работ	2016 год	
Количество змеевиков, шт.	Всего	456
	ОП	48
	СП	372
	ОК	36
Количество замененных змеевиков, шт.	160	
Количество рабочих змеевиков, шт.	456	
Причина отключения	Плановый ремонт	

Анализ патентов на изобретения показал, что существуют разработки, позволяющие внести изменения в конструкцию ПВД коллекторно-спирального типа. В работе [1] представлено изобретение, которое может быть использовано в системах регенерации тепла турбоустановок тепловых и атомных электростанций при разработке компоновки трубных систем коллекторных ПВД, содержащих спиральные змеевики. Система содержит равномерно размещенные в приближении к периферии внутреннего пространства корпуса подогревателя одноплоскостные спиральные змеевики, присоединение которых к коллекторам ориентировано в направлении к центральной его части. Данная компоновка трубной системы позволяет организовать доступ к соединениям коллектора со змеевиками без демонтажа верхней части корпуса подогревателя и разборки мембранного фланцевого соединения (рис.1).

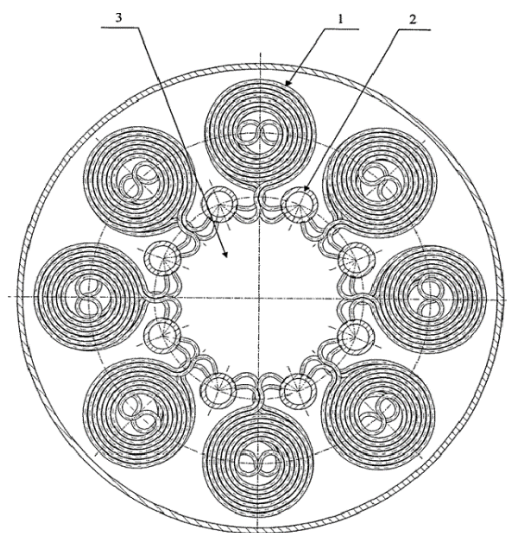


Рис. 1. Трубная система коллекторного подогревателя высокого давления:
1 – одноплоскостные спиральные змеевики; 2 – входные и выходные коллектора; 3 – свободное пространство корпуса $d=750$ мм.

Также известна трубная система коллекторного подогревателя высокого давления [1], содержащая коллекторы и двуспиральные змеевики в виде «капли», равномерно расположенные во внутреннем пространстве корпуса подогревателя. Круглые спирали «капли» соединены между собой с образованием концов труб, присоединенным к входному и выходному коллекторам. Круглые спирали большего диаметра, а также размещенные между ними входные и выходные коллекторы расположены в приближении к периферии внутреннего пространства корпуса подогревателя, спирали меньшего диаметра ориентированы в направлении к центральной его части (рис.2).

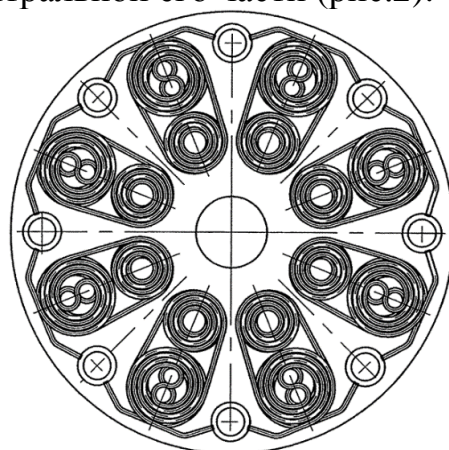


Рис. 2. Система ПВД, содержащая коллекторы и двуспиральные змеевики в виде «капли».

Существует трубная система коллекторного ПВД, содержащая чередующиеся между собой двуспиральные и односпиральные змеевики, концы которых присоединены к входному и выходному коллекторам, размещенным между спиралями [1]. Односпиральные змеевики, одна из спиралей двуспиральных змеевиков, а также размещенные в промежутках между ними входные и выходные коллекторы расположены в приближении к периферии внутреннего пространства корпуса подогревателя, другая спираль двуспиральных змеевиков ориентирована в направлении к центральной его части (рис.3).

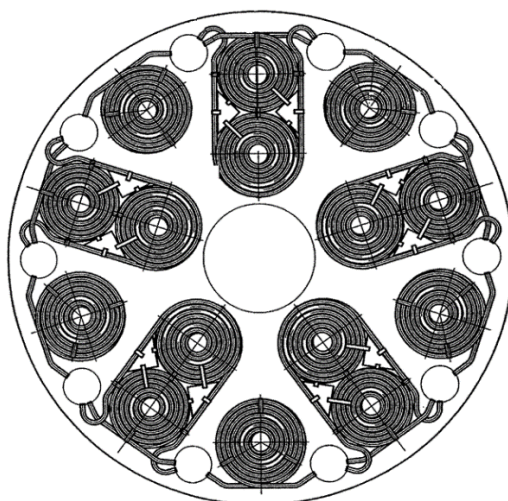


Рис. 3. Система коллекторного ПВД, содержащая чередующиеся между собой двуспиральные и односпиральные змеевики.

Заключение

Проведенный анализ проблем эксплуатации ПВД на ТЭЦ-3 определил основные неисправности подогревателей, которые возникают при их эксплуатации. На основе опыта проводимых ремонтных работ на станции и анализа разработок предложены пути их решения с возможным увеличением срока эксплуатации и эффективности теплообмена.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Описание изобретения к патенту №2500966 С1, Нагорнов Николай Александрович (RU), Марушкин Виктор Михайлович (RU), патенто-обладатель Закрытое акционерное общество "СУЗМК ЭНЕРГО" (RU).
2. Анализ и выбор конструкции ПВД для АЭС нового поколения с реакторной установкой БН – 1200 / А.Ю. Юрченко, Ю.Г. Сухоруков, Н. Н. Трифонов // Теплоэнергетика. 2016. № 9. с. 36 – 43.
3. Марушкин В.М., Иващенко С.С., Вакуленко Б.Ф. Подогреватели высокого давления ТЭС и АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Отраслевой каталог «Теплообменное оборудование паротурбинных установок», Москва, 1989 г., часть 2, 20 – 89 – 09. стр.8 – 29.
5. Турбина паровая ПТ–140/165–130/15–3 Инструкция по эксплуатации «ИЭ 02 – 06», - 82 с.
6. Методические указания по эксплуатации поверхностных подогревателей турбоустановок ТЭС и АС РД 34.40.508-85. стр.21п.2.2.6.
7. Проспект группа компаний «КРАСНЫЙ КОТЕЛЬЩИК», 2005г.

Научный руководитель: А.Г. Коротких, д.ф.-м.н., профессор каф. АТЭС ЭНИН ТПУ.