

- наиболее эффективный способ применения АТН в составе турбоустановки ПТ-80/100-130/13 – при ее работе в теплофикационном режиме в неотапительный период с нагрузкой горячего водоснабжения. В этом случае положительного эффекта удаётся добиться как от снижения давления в конденсаторе, так и от сокращения расхода пара на подогрев подпиточной воды;
- проанализировано влияние внешней тепловой нагрузки  $Q_{\text{подп}}$  на эффективность применения тепловых насосов. Увеличение  $Q_{\text{подп}}$  от 26 МВт до 105 МВт при расходе пара на турбину, равном  $G_0 = 80$  кг/с, даёт снижение удельного расхода условного топлива с 2,1 % до 10,9 %;
- Таким образом, внедрение абсорбционных тепловых насосов в состав теплофикационной турбоустановки оказывается действенным средством повышения эффективности работы ТЭЦ, однако для получения максимальной выгоды от него необходимо учитывать режимы работы турбоустановки, определяющие эффективность работы теплонасосной установки.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Бойко Е. А. Тепловые электрические станции (паротурбинные энергетические установки ТЭС): Справочное пособие / Е. А. Бойко, К. В. Баженов, П. А. Грачёв. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. 152 с.
2. Цанев С. В., Тамбиева И. Н. Тепловые схемы и показатели теплофикационных установок ТЭС и АЭС: Учебное пособие. Под ред. В.Ф. Жидких. М.: МЭИ. 1987. 76 с.
3. Официальный сайт компании ООО «ОКБ Теплосибмаш» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.teplosibmash.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. Дата обращения: 08.08.2016 г.

Научный руководитель: О.Ю. Ромашова, к.т.н., доцент каф. АТЭС ЭНИН ТПУ.

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ Р-12-90/18**

А.Г. Рабский

Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТЭС, группа 3-6101

Модернизация паровой турбины по истечению её срока службы важный выбор для руководства станции. В связи со строительством объектов и расширением жилой зоны города, для ТЭЦ просто необходимо увеличивать мощность и объёмы для турбин с отработавшим сроком службы. При выборе установки более мощной турбины другой комплектации, очень резко встает финансовый вопрос. Для установки новой турбины нужно будет проводить демонтаж как и в случае модернизации, но самое главное под новый агрегат потребуется

удаление старого фундамента и заливка нового, а это очень дорогостоящие операции.

Я предлагаю модернизацию проточной части паровой турбины. По проекту предполагается что при увеличении объёмов подачи, мы увеличим объем поставляемого тепла потребителю. Так же увеличится мощность выдаваемую турбоагрегатом. Затраты будут меньше потому, что модернизация будет проводиться с оставлением габаритных размеров части высокого давления. Это позволит после демонтажа пропустить работы с фундаментом. На тот же фундамент будет установлен новый цилиндр высокого давления. Трубопроводы подачи пара в цилиндр высокого давления, а так же трубопровод для подачи на потребителя останутся прежние.

Естественно увеличить мощность турбоагрегата простым увеличением объёмов невозможно, тогда турбины были бы универсальным источником питания. Турбины данного типа были спроектированы давно и не соответствуют времени, работа на данном оборудовании выгодна только из – за того что они уже окупались. Увеличиваться мощность будет за счет более современного подхода.

Модернизация будет заключаться в совершенствовании проточной части. В работе будет пересчитан лопаточный аппарат с увеличением ступеней и изменением движения потока пара в лопастях. Рассчитываться будет каждая ступень отдельно и сама необходимость такого количества ступеней. Изменение лопаточного аппарата нужно как для увеличения мощности, так и для увеличения КПД турбоустановки в целом.

Еще незначительными но немаловажными улучшениями данной установки будет замена устаревших диафрагменных и концевых уплотнений цилиндра высокого давления на более современные уплотнения «Соты». При установке сотовых уплотнений, за счет уменьшения радиальных зазоров в проточной части до минимально возможных значений, достигается повышение относительного внутреннего КПД цилиндра без ухудшения вибрационного состояния валопровода турбины [1]. Уплотнения старого образца после капитального ремонта по сравнению с начальным периодом могут уменьшать внутренний КПД цилиндра до 3-4%.

Еще один важный аспект модернизации замена регулирующих клапанов. Установка регулирующих клапанов четвертого поколения, это решение которое повысит не только безопасность работы цилиндра высокого давления. Но и продолжительность их эксплуатации, повышение виброустойчивости, исключение отсосов протечек пара от штоков клапанов и улучшение ремонтпригодности. Так же увеличение мощности турбины на 0.02-0.11 МВт при повышении КПД цилиндра высокого давления на 0,12%.

Повсеместно кончается срок эксплуатации турбин и изготовление новых, демонтаж и монтаж это безусловно дорогой и самое главное очень долгий процесс, на который уйдут десятки лет чтобы обновить парк паровых турбин. Что в конечном итоге приведет к тому что турбины вновь устарели и так по кругу. Наиболее коротким и сравнительно недорогим путем восстановления работо-

способности паровых турбин является их модернизация, включающая в себя повышение мощности и экономичности каждого турбоагрегата[2].

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://www.armstech.ru>
2. <http://www.combienergy.ru>

Научный руководитель: С.В. Лавриненко, старший преподаватель каф. АТЭС ЭНИН ТПУ.

### **ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ АЭС ЗА СЧЕТ МОДЕРНИЗАЦИИ КОНДЕНСАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ**

И.С. Дергачёв  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, АТЭС, группа 5012

Цель работы: рассмотреть способы модернизации конденсационной установки на существующей атомной станции.

В данной работе мною будет рассмотрена уже существующая модернизация конденсационной установки, а в частности, замена медно-никелевых труб и трубных досок конденсатора, на титановый сплав ВТ1-0

В настоящее время на атомных станциях концерна ведутся большие работы по замене трубок теплообменного оборудования второго контура из медесодержащих сплавов на нержавеющую сталь или на титановые сплавы. Связано это с тем, что при ведении технологического процесса медь, содержащаяся в теплообменных поверхностях, вымывается, а также разъедается рабочей средой второго контура, в которую дозируется гидразин.

Дозировка гидразина в рабочую среду ведется для защиты внутренних поверхностей оборудования и трубопроводов, так как гидразин, реагируя с железом образует стойкую окисную пленку, называемую магнетит ( $Fe_3O_4$ ) и нейтрализует кислород, попавший в контур.

Но при этом гидразин под воздействием высокой температуры (более 100 °С) разлагается на аммиак, который растворяет медь, содержащуюся в медно-никелевых сплавах (МНЖ-5).

В результате растворенная медь попадает в воду второго контура и вызывает коррозию трубок теплообменного оборудования.

Эти обстоятельства вынуждают проектные организации искать новые материалы для поверхностей теплообмена оборудования и, на строящихся блоках, все теплообменное оборудование (ПВД, ПНД, теплообменники эжекторов и т.д.) выполнено из нержавеющей стали, а трубки конденсаторов из титановых сплавов.

После успешной модернизации конденсатора на четвертом блоке Балаковской АЭС, а в частности замены медесодержащих трубок на титановый