***Бахтияр Балжан Торепашкызы к.т.н., ст.преподователь***

***АУЭС, г.Алматы***

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТБОРОВ ПАРА ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ РАБОТ АЛМАТИНСКОЙ ТЭЦ-2**

В городе Алматы данное время использования отборов пара теплофикационных турбин (отопительных, регенеративных) для нужд теплового потребления в значительной мере определяет экономичность работы теплоэлектроцентралей. Восемь подогревателей сетевой воды, которые совсем скоро будут установлены в схеме теплоснабжения, уже изготовлены для Алматинской ТЭЦ-2. Установка нового оборудования позволит обеспечить центральную и восточную части города тепловой энергией. Централизованное теплоснабжение на базе комбинированной выработки электрической и тепловой энергии. Также в советское время всегда уделялось значительное внимание развитию внутренней теплофикации - использованию отборов пара турбин для подогрева питательной воды и других технологических внутристанционных потоков теплоносителей. Эффективность регенеративного подогрева зависит от правильного выбора параметров пара регенеративных отборов, числа регенеративных подогревателей, их схемы включения и типа. По месту включения в тепловую схему турбоустановки разделяются на регенеративные подогреватели высокого и низкого давлений.

Система технического водоснабжения Алматинской ТЭЦ-2 - оборотная, в качестве охлаждения используются вентиляторные градирни. Подача оборотной воды на градирни производится с помощью насосов, установленных в главном корпусе, подача охлаждающей воды на конденсаторы турбин происходит под действием естественного напора. Алматинская ТЭЦ-2 была спроектирована в две очереди институтом «КазНИПИ Энергопром». Установленная электрическая мощность станции - 510МВт, тепловая - 1176 Гкал. Доля ТЭЦ-2 за 2009 год в общей продукции составила по отпуску электроэнергии 46%, по отпуску тепловой энергии - 54%, по подпитке тепловых сетей - 83%. Подогреватели высокого давления (ПВД) располагаются между котлом и питательным насосом, используют теплоту пара, отбираемого из области высокого и среднего давления турбины. Давление питательной воды в них определяется напором, развиваемым питательным насосом. В связи с высоким давлением воды в ПВД предъявляются серьезные требования к их конструкции и прочностным свойствам применяемых материалов.

Для более полного использования теплоты подводимого пара предусматриваются специальные поверхности нагрева для охлаждения пара до параметров, близких к состоянию насыщения (охладители перегрева), и для охлаждения конденсата пара (охладители конденсата).

# Подогреватели низкого давления располагаются между конденсатором турбины и питательным насосом. Движение воды в них происходит под напором конденсатного насоса. К регенеративным подогревателям электростанций предъявляются высокие требования по надежности и обеспечению заданных параметров подогрева воды - они должны быть герметичны и должна быть обеспечена возможность доступа к отдельным их узлам для ремонта и очистки поверхностей нагрева от отложений. Для предотвращения вскипания нагреваемой среды и гидравлических ударов в поверхностях нагрева давление греющего пара должно быть ниже давления воды. Конструкция подогревателей должна компенсировать температурные изменения всех элементов и создавать максимальную скорость их прогрева. Должны быть обеспечены также возможность дренирования всех полостей подогревателя и условия максимального использования теплоты греющего пара.

**Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:**

* разработаны математические модели работы автономного регенеративного подогревателя с насыпной насадкой, стабилизатора температуры нагретого газа, комплекса парогенератор -  автономный регенеративный подогреватель;
* исследованы количественные зависимости влияния конструктивных и режимных параметров работы регенераторов с шариковой насадкой на температуру нагрева теплоносителя, амплитуду ее изменения за цикл, максимальную температуру дымовых газов;
* решена задача оптимизации режимных и конструктивных параметров регенераторов с шариковой насадкой и разработана методика расчета автономных регенеративных подогревателей;
* разработан и исследован технологические схемы отопления энергетических и технологических агрегатов доменным газом с применением автономных регенеративных подогревателей.

# По принципу организации использования теплоты регенеративные подогреватели делятся на поверхностные и смешивающие (контактные). Последние используются на электростанциях только в качестве подогревателей низкого давления.

Термодинамическую сущность регенеративного цикла можно уяснить при рассмотрении изменения состояния пара в идеальной паросиловой установке. При этом предполагается, что подогреватели не имеют сопротивления перехода тепла через стенку.

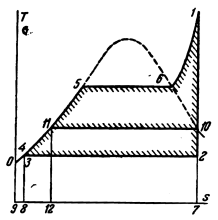


Рис.1 Тs-диаграмма цикла Ренкина и регенеративного цикла

Количество тепла, превращенного в механическую энергию, измеряется площадью замкнутой кривой цикла 3-5-6-1-2-3. Идеальный регенеративный цикл можно представить себе следующим образом. Допустим, что весь пар, поступивший в турбину, многократно отводиться из нее подогреватели питательной воды и возвращается в турбину. При прохождении через турбину пар расширяется адиабатически. При прохождении через подогреватели пар частично конденсируется, нагревая воду в подогревателе до температуры насыщения греющего пара. Такой цикл изображен в координатах Т-s на рис.2.

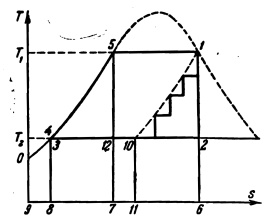


Рис.2 Тs-диаграмма предельного регенеративного цикла

При бесконечно большом числе отводов пара процесс попеременного расширения пара в турбине и частичной конденсации в подогревателях изобразиться линией 1-10. Такой цикл называется предельным регенеративным циклом. Количество тепла, передаваемое питательной воде, изображается площадью 1-2-6-11-10-1, причем предполагается, что вода нагревается до температуры кипения в котле. Тепло, превращенное в работу, изображается площадью 3-5-1-10-3 и будет меньше, чем в цикле Ренкина. Количество тепла, подведенное в цикле к рабочему веществу, изображается площадью 8-3-5-1-10-11-8. Эта площадь значительно меньше, чем цикл Ренкина, за счет тепла питательной воды. Коэффициент полезного действия предельного регенеративного цикла составляет: И равняется термодинамическому КПД цикла Карно. В действительном регенеративном цикле отводиться из промежуточной ступени турбины только некоторая часть пара, которая полностью конденсируется в подогревателях питательной воды. Изменение состояния этой части пара показано в координатах Тs на рис.1 и совпадает с процессом цикла Ренкина для чисто конденсационной установки, за исключением процесса конденсации, который протекает при более высоком давлении и соответственно более высокой температуре. Процесс конденсации отбираемого пара изображается прямой 10-11. Площадь замкнутой кривой 10-11-5-6-1-10 соответствует количеству тепла, превращенного в механическую энергию. Тепло отбираемого пара используется сперва в турбине, где он совершает работу, а затем передается воде, с которой возвращается в парогенератор. Таким образом, тепло отработавшего пара регенеративных отборов турбины не теряется в конденсаторе турбины с охлаждающей водой, а сохраняется на электростанции; передаваясь конденсату или питательной воде, это как бы восстанавливается, регенерируется. Тепловая экономичность и энергетическая эффективность регенеративного подогрева воды определяется, следовательно, уменьшением потери тепла в конденсаторе турбины (по сравнению с простейшей конденсационной электростанцией без регенеративного подогрева воды) вследствие отбора части пара для указанного подогрева. Следовательно, КПД паротурбинной электростанции благодаря регенерации возрастает. Существенным при этом является производство электрической энергии в результате работы пара регенеративных отборов в турбине. Повышение эффективности систем утилизации тепла в регенеративных теплообменниках с циркулирующей гранулированной насадкой в высокотемпературных процессах химической, строительной и других отраслей промышленности.

**Заключение**

Системы регенерации играют большую роль в процессе производства энергии, за счет снижения потерь теплоты с отработавшим паром в конденсаторе турбины. На современных ТЭС в основном применяются поверхностные подогреватели (ПНД, ПВД, СП). Конкретные решения по количеству аппаратов в системе регенеративного подогрева питательной воды и месту их в тепловой схеме ПТУ принимаются на основе технико-экономических расчетов. В ходе проведенной работы установлено, что схема с большим количеством подогревателей эффективнее в связи с увеличением КПД турбоустановки.

**Список литературы**

1.  Тепловые электрические станции. В.Н. Юренев. Москва. 1956 г

2.  Тепловые электрические станции. В.Я. Рыжкин. Москва. 1987 г