

УДК 621.577

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НА ТЭЦ

Иванова О.А., Скицунова И.А.

Научный руководитель – м.т.н. Бобич А.А.

Тепловые насосы являются сегодня признанным энергоэффективным и экологически чистым теплогенерирующим оборудованием, срок службы которого составляет 20 - 25 лет.

Тепловым насосом называется техническое устройство, реализующее процесс переноса низкотемпературной теплоты, не пригодной для прямого использования, на более высокотемпературный уровень.

В настоящее время определились два основных принципиальных направления в развитии тепловых насосов:

1. Парокомпрессионные тепловые насосы (ПКТН).
2. Абсорбционные тепловые насосы (АБТН).

Абсорбционный тепловой насос — устройство непрерывного действия, предназначенное для передачи тепловой энергии от источника с более низкой температурой к источнику с более высокой температурой.

Абсорбционные установки обратного цикла уступают по энергетическим характеристикам парокомпрессионным машинам, но если последним для работы требуется энергетически и экономически более ценная механическая энергия, то первые могут использовать дешёвую тепловую энергию отборов паровых турбин, утилизационных котлов энергии выхлопных газов газовых двигателей внутреннего сгорания, вторичных энергоресурсов.

В простейшем случае АБТН представляет собой сочетание четырёх теплообменников, размещённых в одном интегрированном корпусе, рис.1.

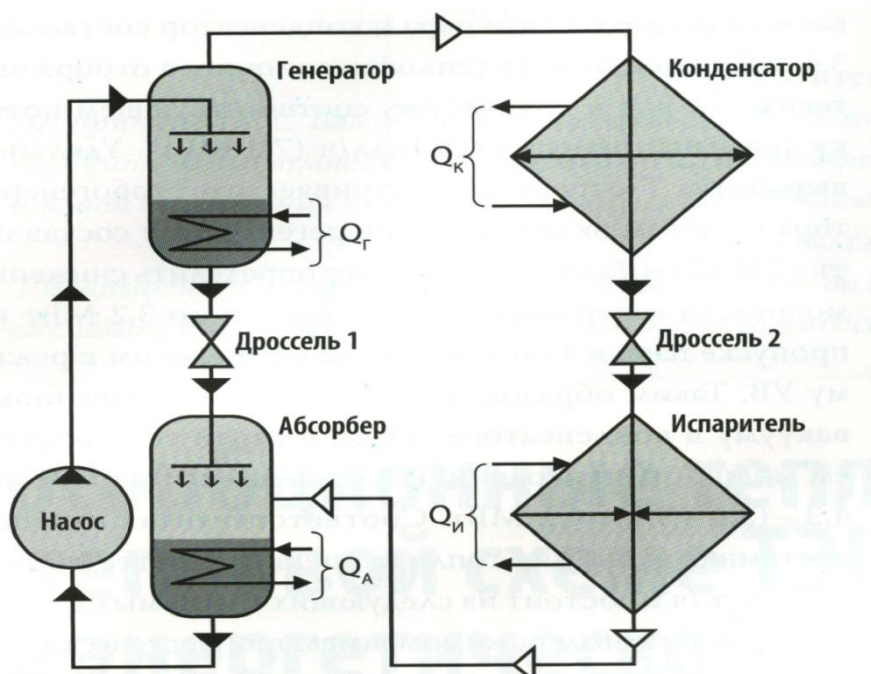


Рисунок 1 - Принципиальная схема простейшей АБХМ обратного цикла (Q_G , $Q_{И}$ -подводимая теплота в генераторе от греющего теплоносителя и в испарителе от охлаждаемого теплоносителя; Q_K , Q_A -подводимая теплота в конденсаторе и абсорбере к нагреваемому теплоносителю)

Схема реального АБТН несколько сложнее, что связано с регенерацией, повышающей энергетическую эффективность установки, из-за чего несколько увеличивается число теплообменников и сложность схемы.

Эффективность АБТН во многом зависит от температурного диапазона, в котором он эксплуатируется: чем уже последний, тем выше энергетические показатели установки.

Рассматривается использование тепловых насосов (ТН), использующих потоки рассеяния тепловой энергии для нагрева сетевой воды на ТЭЦ.

Возникает вопрос, что более рационально: использование ПКТН, требующего внешний источник дорогой электроэнергии для привода, или АБТН, потребляющего на привод тепловую энергию?

Для ответа на поставленный вопрос рассмотрим простейший вариант применения ТН обоих типов на ТЭЦ.

Для привода ПКТН используется электроэнергия, для привода АБТН — пар из регенеративного отбора.

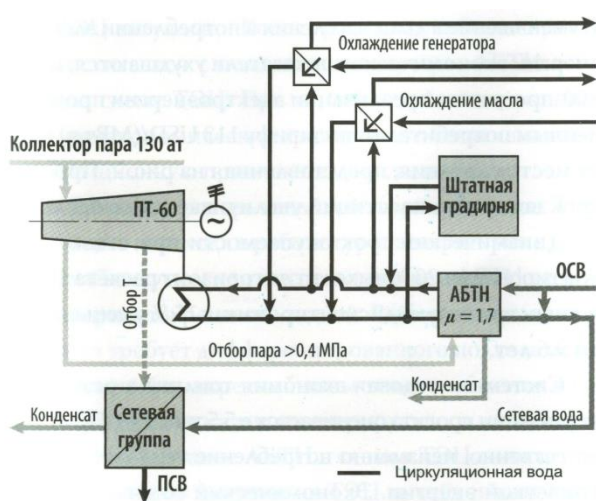


Рисунок 2. Принципиальная схема интеграции АБТН в тепловую схему ТЭЦ

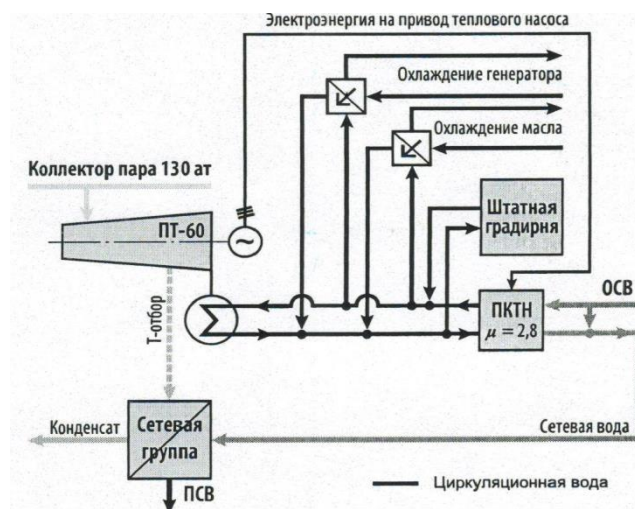


Рисунок 3. Принципиальная схема включения ПКТН в тепловую схему ТЭЦ

Вариант с АБТН

Минимально допустимый расход пара в конденсатор турбины ПТ-60 составляет 12 т/ч, соответственно величина утилизируемого потока составляет 6,2 Гкал/ч. На потоке циркуляционной воды, охлаждающей конденсатор, устанавливается АБТН с коэффициентом преобразования 1,7. Для его привода используется тепловая энергия в виде пара из регенеративного отбора в количестве 8,8 Гкал/ч ($6,2 / (1,7 - 1)$), а отпуск тепловой энергии составляет 15 Гкал/ч ($6,2 + 8,8$), что необходимо потребителю. На потоке пара, требуемого на привод АБТН из регенеративного отбора, и потоке пара в конденсатор в турбогенераторе вырабатывается электроэнергия с удельной выработкой соответственно 362 и 687 кВт·ч/Гкал. На основании приведённых данных определяется мощность генерации электроэнергии указанных потоков пара:

- на потоке пара в регенеративный отбор генерируется поток электроэнергии мощностью $362 \times 8,8 / 1000 = 3,2$ МВт;
- на потоке пара в конденсатор — $687 \times 6,2 / 1000 = 4,2$ МВт.

Суммарная мощность генерации указанных потоков равна 7,4 МВт.

Вариант с ПКТН

ТН устанавливается на том же потоке циркуляционной воды, что и в варианте с АБТН с коэффициентом преобразования 2,8. Для привода ТН используется электроэнергия от турбогенератора, мощность потока потребления которой составляет 4,0 МВт ($(6,2 / (2,8 - 1))$)

х 1,163). Отпуск тепловой энергии от ТН соответствует величине 9,6 Гкал/ч (6,2 + 3,4). Недостающее количество тепловой энергии, необходимой потребителю, в объеме 5,4 Гкал/ч (15 – 9,6) отпускается из Т-отбора, который характеризуется удельной выработкой 516 кВт·ч/Гкал. Определяем мощность потоков электроэнергии, генерируемой в турбогенераторе на соответствующих потоках пара:

- поток в Т-отбор — 2,8 МВт (516 х 5,4 / 1000);
- поток в конденсатор — 4,2 МВт (687 х 6,2 / 1000).

Суммарная мощность генерации за вычетом нужд ТН составляет 3,0 МВт (2,8 + 4,2 – 4,0).

В обоих вариантах мощность турбогенератора снижается, и соответствующее количество электроэнергии вырабатывается другими системными конденсационными источниками, парогазовыми блоками (ПГУ).

Из анализа полученных результатов следует, что на основании критерия системной экономии топлива эффективен только вариант с установкой абсорбционного теплового насоса.

Принципиальные схемы интеграции ТН в тепловую схему ТЭЦ приведены на рис. 2 и 3.

Экологическая эффективность применения тепловых насосов выражается в их возможности сокращать при работе одновременно физическое и химическое загрязнение окружающей среды.

Основным показателем экологической эффективности ТН является сокращение объемов выбросов загрязняющих веществ с дымовыми газами, т.е. тепловые насосы оказывают меньшую нагрузку на окружающую среду. При этом основным для экономической оценки экологической эффективности является учет выбросов оксида углерода как антропогенного парникового газа, которые составляют около 1700 кг при сжигании природного газа объемом 1 т у.т.

Из известных способов экономической оценки сокращения выбросов с дымовыми газами для практического применения можно рассматривать плату по действующим ставкам налога на выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду (экологический налог) и механизм торговли квотами.

Литература

1. Гельперин Н.И. Тепловой насос / Гельперин Н.И. // Госнаучтехиздат, Ленхимсектор — Л.: — 1931.
2. Жидович И.С. Применение тепловых насосов в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения многоквартирного жилого фонда на принципах энергосбережения / Жидович И.С. // Энергосбережение. — Минск— 2014.
3. Попырин Л. С., Дильман М. Д. Эффективность технического перевооружения ТЭЦ на базе парогазовых установок // Теплоэнергетика. — 2006. — № 2. — С. 34–39.
4. Потапова, А. А. Применение тепловых насосов в системе теплоснабжения промышленного предприятия и города / А. А. Потапова, И. А. Султангузин // Металлург. — № 9. — 2010.
5. Романюк, В. Н. Развитие энергосбережения на базе инновационной технологии абсорбционных тепловых насосов / В. Н. Романюк, А. А. Бобич, Д. Б. Муслина, Н. А. Коломыцкая, Т. В. Бубырь, С. В. Мальков // Энергоэффективность. — № 2. — 2013. — С. 28–31.
6. Романюк, В. Н. Абсорбционные тепловые насосы в тепловой схеме ТЭЦ для повышения её энергетической эффективности / В. Н. Романюк, Д. Б. Муслина, А. А. Бобич, Н. А. Коломыцкая, Т. В. Бубырь, С. В. Мальков // Энергия и Менеджмент. — № 1. — 2013. — С. 14–19.
7. Романюк, В. Н. Абсорбционные тепловые насосы в теплоэнергетических системах промышленных предприятий для снижения энергетических и финансовых затрат / В. Н. Романюк, Д. Б. Муслина, А. А. Бобич, Н. А. Коломыцкая, Т. В. Бубырь, С. В. Мальков // Энергия и Менеджмент. — № 2. — 2013. — С. 4–9.
8. Романюк, В. Н. Абсорбционные тепловые насосы на ТЭЦ Белорусской ОЭС на примере Мозырской ТЭЦ / В. Н. Романюк, А. А. Бобич // Энергия и Менеджмент. — № 1. — 2015. — С. 4–11.