

УДК 666.954

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК

Кулаков В.М., Мосевич С.В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Романюк В.Н.

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов является одной из важнейших задач, стоящих перед экономикой каждой страны. Постепенное истощение запасов органического топлива, рост цен на энергоносители, ухудшение экологической ситуации, усиление конкуренции на мировых рынках промышленной и сельскохозяйственной продукции и услуг делают проблему рационального использования энергии все более острой. Необходимо не просто повышение, а кардинальное увеличение эффективности использования энергоресурсов на всех стадиях: производства, передачи и потребления. Одним из таких мероприятий является использование побочных энергопотоков промышленных предприятий. Наибольший для нас интерес представляют низкотемпературные тепловые побочные потоки (до 50 °С), которые составляют значительную долю по объёму выбросов промышленных предприятий и районов. В данном докладе рассматриваются теплонасосные установки (ТНУ), которые являются одним из технических решений по эффективному использованию низкотемпературных побочных энергетических ресурсов (ПЭР) в качестве регенерируемых, так и утилизируемых потоков, сопрягаемых как с котельными, так и с ТЭЦ.

Тепловым насосом является устройство непрерывного действия, получающее энергию в форме теплоты и в форме работы, которая затем передаётся окружению в форме теплоты, при этом температура теплоприёмника выше температуры окружающей среды. В тепловом насосе рабочее тело всегда совершает обратный термодинамический цикл, в котором к рабочему телу подводится меньшее количество теплоты и при меньшей температуре, а отводится большее количество теплоты и при более высокой температуре, разность этих теплот равна затраченной работе. Сам тепловой насос в зависимости от конечного продукта может работать и в качестве холодильной машины, то есть температура теплоотдатчика будет ниже температуры окружающей среды. Для характеристики обратного термодинамического цикла теплового насоса используется отопительный коэффициент μ , под которым понимается отношение теплоты, сообщённой в обратном термодинамическом цикле нагреваемой системе, к работе, затраченной в этом цикле. В свою очередь, характеристикой цикла холодильной машины является холодильный коэффициент ϵ , под которым понимается отношение теплоты, отведённой в обратном термодинамическом цикле от охлаждаемой системы, к работе, затраченной в этом цикле. Тепловые насосы в зависимости от вида потребляемой энергии подразделяются на следующие группы. Если потребляемой является механическая энергия для привода компрессора, то тепловой насос является механическим (компрессионным), если тепловая энергия – теплоиспользующим. В теплоиспользующих ТНУ в качестве рабочих тел применяются в основном бинарные растворы. Наиболее распространён водный раствор бромистого лития LiBr, который является высококипящим компонентом, абсорбирующим (поглощающим) водяные пары (низкокипящий компонент). Данный цикл реализован в абсорбционных тепловых насосах (АБТН). В компрессионных ТНУ в качестве хладагентов в основном используются фреоны, синтезированные на базе углеводородов. Данные хладагенты претерпевают фазовые переходы. Сам цикл реализуется в парокомпрессионном тепловом насосе (ПКТН).

Использование в энергетике тепловых насосов позволяет эффективно утилизировать первичные энергетические ресурсы (ПЭР). Данные технологии на сегодняшнем уровне обеспечивают уже не менее 40% снижения расхода топлива и финансов на получение сетевой и технологической горячей воды. Для потоков тепловой энергии возможна как внутреннее использование (регенерация), так и внешнее (утилизация). Регенерация

(рекуперация) энергии во всех случаях является более эффективной, чем её утилизация, так как она позволяет снизить потребление энергоресурса непосредственно в технологической установке. Внутреннее использование тепловых побочных ресурсов можно осуществить на предприятиях путём установки АБТН, где одновременно будет проходить и охлаждение оборотной воды, и нагрев сетевой воды системы теплоснабжения. В результате такого решения можно снизить расход топлива, а также уменьшить рассеивание испарительными градирнями в окружающую среду. Примером внешнего использования может служить установка АБТН на ТЭЦ для охлаждения оборотной воды, которая потом используется на предприятии. Данное решение позволяет напрямую экономить топлива, что крайне выгодно данному предприятию, при этом внутреннее теплоиспользование не исключает, а только дополняет его. Также одним из примеров использования тепловых насосов может служить применение ПКТН в сушильных установках. Отводимая от насоса теплота используется для предварительного подогрева воздуха, тем самым экономится теплота, подведённая от внешнего источника.

Таблица 1 – Основные характеристики ПКТН и АБТН

Характеристика	ПКТН	АБТН
Единичная мощность	От нескольких кВт до нескольких МВт	От сотен кВт до десятков МВт
Температурный уровень потоков, °С -утилизации -потребителю	от -32 до 45 до 140	от 20 до 45 До 85
Энергия для работы ТНУ	Электрическая	Тепловая
КПД (COP) в условиях РБ	2-4	1,4-2,2
Срок эксплуатации, лет	20	30
Основное оборудование	Компрессор и ТА	ТА

Основными показателями энергетической эффективности для тепловых насосов является отопительный коэффициент μ (COP), а также соотношение затрат на привод АБТН или ПКТН и выручки от полученной тепловой энергии. Соотношение затрат и выручки для АБТН напрямую зависит только от отопительного коэффициента, при этом чем больше COP, тем больше экономия средств на обеспечение в прежних объёмах тепловой энергией. Соотношение затрат и выручки для ПКТН зависит не только от отопительного коэффициента, но и от соотношения тарифов на электроэнергию и тепловую энергию. Экономия средств идёт при $COP > T_{\text{э}}/T_{\text{тэ}}$.

Современные теплонасосные установки позволяют изменить ситуацию с утилизацией и регенерацией низкотемпературных тепловых потоков и принести значительную финансовую выгоду. Эффективность применения технологии трансформации теплоты определяется соотношением классического набора факторов: стоимости оборудования, затрат на его эксплуатацию, стоимости энергетических ресурсов, тарифов на электрическую и тепловую энергию, коэффициента использования установленной мощности. Основным же условием является наличие соответствующего побочного энергоресурса требуемого объёма и качества. АБТН и ПКТН не следует противопоставлять. У каждого типа своя область применения в зависимости от условий и поставленной задачи.

Литература

1. Романюк, В. Н. Основы эффективного энергоиспользования на производственных предприятиях дорожной отрасли: учеб. пособие / В. Н. Романюк, В. Н. Радкевич, Я. Н. Ковалёв; под ред. Я. Н. Ковалева. — Минск: УП «Технопринт», 2001. — 291 с.

2. Рудченко, А.В. Первый проект с применением абсорбционного теплового насоса большой мощности реализован в Беларуси / А. В. Рудченко, И. В. Кочемазов // Энергия и Менеджмент. — 2017. — № 1. — С. 18–21.
3. Седнин, В.А. К вопросу о повышении эффективности отопительных котельных и мини-ТЭЦ / В. А. Седнин, Д. М. Райко, В. М. Левин // Энергия и Менеджмент. — 2014. — 2015. — № 1(82). — С. 12–17.
4. Трубаев, П. А. Тепловые насосы: учеб. пособие / П. А. Трубаев, Б. М. Гришко. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. — 142 с.
5. Хрусталёв, Б. М. К вопросу развития энергообеспечения промышленных теплотехнологий и систем теплоснабжения в Беларуси. Взгляд в ближайшее будущее и обозримую перспективу / Б. М. Хрусталёв, В. Н. Романюк, В. А. Седнин и др. // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. — 2014. — № 6. — С. 31–47.