

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЭНЕРГЕТИКЕ

*В.В. Папин, Н.Н. Ефимов*

Проблема теплоснабжения является одной из наиболее острых в энергетике. Несмотря на увеличение доли использования возобновляемых источников энергии, основным видом топлива остается органическое. В такой ситуации при современном росте потребления тепловой энергии экологическая обстановка будет значительно ухудшаться. Одним из альтернативных источников тепла может служить тепло-насосная установка. Тепловые насосы осуществляют обратный термодинамический цикл на низкокипящем рабочем веществе. Черпая низкопотенциальную энергию из окружающей среды, они повышают ее потенциал до пригодного для отопления. Источником низкопотенциального тепла могут служить атмосферный воздух, грунт, грунтовые воды, вода естественных водоемов, сбросное тепло промышленных предприятий и коммунальных служб. Теплонасосные установки универсальны по отношению к виду используемой энергии (механическая, тепловая). В зависимости от нее различают парокомпрессионные и абсорбционные теплонасосные установки.

*Тепловым насосом (ТН)* называется техническое устройство, реализующее процесс переноса низкотемпературной теплоты, не пригодной для прямого использования, на более высокотемпературный уровень. По аналогии с водяными насосами, перекачивающими воду, тепловые насосы «перекачивают» теплоту. Иными словами, ТН являются трансформаторами теплоты, в которых рабочие тела совершают обратный термодинамический цикл, перенося теплоту с низкого температурного уровня на высокий. Таким образом, из низкопотенциальной теплоты различного происхождения (природной возобновляемой теплоты грунтовых и поверхностных вод, теплоты грунта, атмосферного воздуха, а также сбросной техногенной теплоты технологических процессов промышленных производств, сточных

вод биологических и других очистных сооружений) с температурой 0-50°C вырабатывается тепло.

При этом количество получаемой полезной тепловой энергии среднего потенциала, за исключением потерь, равно сумме тепловых энергий низкого и высокого потенциалов, что обуславливает энергетическую и, как следствие, экономическую и экологическую эффективность тепловых насосов. В настоящее время в индустриально развитых зарубежных странах и России определилось два основных принципиальных направления в развитии тепловых насосов: парокомпрессионные тепловые насосы (ПТН) и абсорбционные тепловые насосы (АТН).

*Принцип действия парокомпрессионного* теплового насоса аналогичен принципу действия домашнего холодильника. В нем морозилка (испаритель) забирает тепло из охлаждаемых продуктов. Это тепло и выделяется в помещение из радиатора (конденсатора), который расположен на задней стенке снаружи холодильника. «Перекачиваемое» тепло несколько раз превосходит затраченную энергию. Точно так же и ПТН забирает тепло из природного (вода, грунт, воздух) или постоянного техногенного источника низкопотенциальной теплоты и, затрачивая некоторую энергию на свою работу, преобразует энергию низкого потенциала в тепловую энергию среднего потенциала, пригодную для потребителей.

В последние годы за рубежом и в России производятся тепловые насосы нового поколения, в основе которых лежит использование в качестве рабочего тела пары веществ: раствор абсорбента - хладон. В основе разработок АТН лежат созданные в 50-е годы прошлого столетия абсорбционные водоаммиачные и солевые холодильные машины, в которых рабочими парами веществ соответственно являются: вода-аммиак и водные растворы солей бромистого или хлористого лития. В основном применяют пару веществ: раствор бромистого лития (H<sub>2</sub>O/LiBr) - вода (H<sub>2</sub>O). АТН относятся к более широкому классу абсорбционных преобразователей теплоты (АПТ), включающему в себя еще абсорбционные холодильные

машины (АХМ) и АПТ для одновременного нагрева и охлаждения воды. Все типы АПТ объединяет то, что процессы переноса теплоты в них совершаются с помощью совмещенных прямого и обратного термодинамических циклов, в отличие от парокompрессионных тепловых насосов и холодильных машин, в которых рабочее тело (хладон) совершает только обратный термодинамический цикл.

Тепловые, энергетические и экономические характеристики тепловых насосов существенно зависят от характеристик низкопотенциального источника теплоты (НИТ), откуда ТН «черпают» тепло. Идеальный источник тепла должен поддерживать стабильно высокую температуру в течение отопительного сезона, быть возобновляемым, не быть коррозионноактивным загрязняющим, иметь благоприятные теплофизические характеристики и низкие эксплуатационные расходы. В большинстве случаев НИТ является ключевым фактором, определяющим эксплуатационные характеристики ПТН. В табл. 1 приведены температурные показатели, типичные для наиболее распространенных источников тепла. Наружный и отводимый из помещений воздух, почва (грунт) и подпочвенная вода представляют собой источники тепла, широко используемые в небольших системах на базе тепловых насосов, тогда как морская, озерная и речная вода, геотермальные источники и грунтовые воды, залегающие на глубине ниже 20 м, применяются для систем большой мощности.

Таблица 1

**Температурный уровень, характерный для основных источников тепла, используемых в системах на основе тепловых насосов в режиме отопления**

Источник тепла	Температурный диапазон, °С
Наружный воздух	-10/+15
Отводимый использованный воздух	15/25
Подпочвенная вода	4/10
Озерная вода	0/10
Речная вода	0/10
Морская вода	3/8
Грунт	0/10
Грунтовые воды	>10
Геотермальная вода	20/50

Тепловые насосы на ТЭС могут применяться в двух направлениях:

1. Включение теплового насоса в систему регенерации: они могут перекачивать тепло, теряемое в конденсаторе паровой турбины, в подогреватели низкого давления. При этом мы получаем: а) повышение экономичности за счет снижения потерь в конденсаторе паровой турбины; б) уменьшение расхода топлива, который меняется в течение года из-за изменения температуры циркуляционной воды прямоточной системы охлаждения (меньше зависимость от природных условий).

2. Использование теплового насоса для подогрева сетевой воды. Также как и в первом случае, тепло перекачивается из конденсатора, но уже не на подогрев основного конденсата, а направляется в линию теплофикации.

Был произведен расчет показателей экономичности парогазовой установки с использованием теплового насоса абсорбционного типа. Этот насос осуществляет перенос теплоты из конденсатора паровой турбины в линию теплофикации. Абсорбционный тепловой насос в отличие от парокompрессионного нуждается в паровом обогреве, который был предусмотрен из отбора части низкого давления турбины. Целью расчета

было определить, не будет ли недовыработка отбора превышать выигрыш в использовании теплового насоса. Для разных парогазовых установок с применением тепловых насосов были произведены расчеты, по результатам которых было получено, что КПД парогазовой установки возрастает на 10-20%.

Использование парокомпрессионных тепловых насосов для теплофикации также становится возможным, за счет появления электродвигателей большой мощности, необходимых для их привода.