

# ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

**А. А. Нижников**

*Учреждение образования « Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель А. В. Овсянник

Для устойчивого экономического развития страны должна быть обеспечена энергетическая поддержка, которая включает в себя также экологический аспект. В ближайшее время в промышленности Республики Беларусь необходимы существенные структурные перестройки, требующие значительных инвестиций, которые должны быть направлены, в первую очередь, на более рациональное и эффективное использование тепловой энергии. Этот вопрос актуален в первую очередь по той простой причине, что климат в нашей стране относительно холодный, а это значит, 25–30 % энергии тратится на обогрев помещений. Чтобы использовать ее рационально, необходимо детально проанализировать современные технологии, направленные на снижение энергозатрат, отдав предпочтение наиболее эффективным.

Развитие и применение той или иной энергетической технологии могут стимулировать и последние международные договоренности, направленные на стабилиза-

цию и уменьшение выбросов «парниковых» газов, в первую очередь, Монреальский и Киотский протоколы. Ограничения, наложенные на эмиссию фреонов, являются реальной мотивацией отказа от использования фреонов в системах охлаждения и нагрева. С одной стороны, это стимулирует развитие компрессионных тепловых машин, где используются естественные рабочие тела. С другой, открывает «нишу» для химических и сорбционных тепловых машин, которые могут сыграть большую роль в уменьшении выбросов «парниковых газов», а также привести к значительной экономии органического топлива за счет использования тепловых отходов энергетики, различных промышленных производств, жилищно-коммунального хозяйства и природных источников низкотемпературного тепла». Так же стимулированием применения ТНУ является рост стоимости топлива.

Одним из наиболее эффективных решений вышеуказанных проблем является использование тепловых насосов. «Тепловой насос – это термодинамическая система, позволяющая трансформировать теплоту с низкого температурного уровня на более высокий. Данные машины предназначены для получения горячей воды и воздуха, используемых для отопления и горячего водоснабжения. Необходимым условием для их применения является наличие низкотемпературного источника теплоты, непригодного по своим температурным параметрам для обогрева окружающей среды. В настоящее время в мире определилось два основных принципиальных направления в развитии тепловых насосов: парокомпрессионные тепловые насосы (далее – ПТН) и сорбционные (аб/адсорбционные) тепловые насосы (далее – АТН)».

По низкотемпературному источнику теплоты и нагреваемой среде ПТН делятся на типы: «вода–вода», «воздух– вода», «воздух–воздух», «вода–воздух», «грунт–вода», «грунт–воздух». По типу используемого компрессорного оборудования – на спиральные, поршневые, винтовые и турбокомпрессорные. По виду привода компрессора — на электроприводные, с приводом от двигателя внутреннего сгорания, газовой или паровой турбины.

В качестве рабочего тела в данных машинах используются хладоны – преимущественно фторсодержащие углеводороды (фреоны). Низкопотенциальным источником тепловой энергии для испарителей тепловых насосов является тепло грунта, а также тепло удаляемого вентиляционного воздуха. В мире по прогнозам Мирового Энергетического Комитета к 2020 г. доля грунтовых тепловых насосов в теплоснабжении составит 75 %. Общий объем продаж выпускаемых за рубежом грунтовых тепловых насосов составляет 125 млрд долл. США, что превышает мировой объем продаж вооружений в 3 раза. Основным теплообменным элементом системы сбора низкопотенциального тепла грунта грунтовых тепловых насосов, используемых для обогрева и кондиционирования зданий, являются вертикальные теплообменники коаксиального типа, расположенные снаружи по периметру здания. Эти теплообменники представляют собой скважины глубиной от 30 до 50 м каждая, устроенные вблизи дома.

Поскольку режим работы тепловых насосов, использующих тепло земли и тепло удаляемого воздуха, постоянный, а потребление горячей воды – переменное, система горячего водоснабжения оборудована баками-аккумуляторами. Например, в Швеции 350 тыс. домов обогреваются тепловыми насосами. Население этой страны составляет в настоящее время 9 млн человек. Количество индивидуальных домов (на семью) – около 1,6 млн, включая летние домики. Среди этой группы населения 550 тыс. человек используют в качестве источника энергии для обогрева электричество, 224 тыс. – электричество в сочетании с дровами, 104 тыс. – централизованное теплоснабжение (для новых домов). Около 350 тыс. домов обогревается тепловыми насосами различных типов.

Помимо широко используемых парокомпрессионных электрических тепловых насосов применяются также неэлектрические сорбционные тепловые насосы АТН (абсорбционные и адсорбционные). АТН делятся на два основных вида – водоаммиачные и солевые. В водоаммиачных АТН абсорбентом является вода, а хладагентом – аммиак. В солевых машинах абсорбентом является водный раствор соли, а хладагентом – вода. В мировой практике используют преимущественно солевые АТН.

Циклы переноса теплоты совершаются с помощью совмещенных прямого и обратного термодинамического циклов, в отличие от парокомпрессионных тепловых насосов, в которых рабочее тело (хладон) совершает только обратный термодинамический цикл. По отечественной классификации абсорбционные бромисто-литиевые машины классифицируются на повышающие и понижающие (более распространенные) термотрансформаторы. По виду потребляемой высокотемпературной теплоты они подразделяются на машины с паровым (водяным) и с огневым обогревом на газообразном или жидком топливе. По термодинамическому циклу АТН бывают с одноступенчатой или двухступенчатой схемой регенерации раствора и двухступенчатой абсорбцией. В адсорбционных тепловых насосах вместо жидких сорбентов применяются твердые (силикагели, цеолиты, активированный уголь и т. д.). При использовании тепловых отходов (или солнечной энергии) сорбционные холодильники всегда являются экологически более чистыми и экономически более выгодными, чем компрессионные.

При регенерации путем сжигания природного газа сорбционные устройства охлаждения могут быть экологически более чистыми только в исключительных случаях, поэтому для уменьшения выбросов вредных веществ целесообразно развивать компрессионные устройства с высоким холодильным коэффициентом (ХК 4). Сорбционные тепловые насосы с коэффициентом усиления КУ(COP) > 1 являются и экологически более чистыми и экономически более выгодными, чем газовые нагреватели. При  $KU_{\text{сорб}} = 1,7$  потребление природного газа уменьшается на 41 %, а при  $KU_{\text{сорб}} = 1,5$  – на 33 %, что представляет большой практический интерес.

Сорбционные реверсивные тепловые насосы (теплота + холод) позволяют получить от 20 до 30 кВт/м<sup>3</sup> тепловой энергии и до 5 кВт холода на кубический метр сорбента. Такие тепловые насосы экономят до 15–20 % первичной энергии (топлива) для производства электричества, теплоты и холода.

Как отметил Л. Л. Васильев, для эффективной реализации преимуществ использования АТН необходимо осуществить программу модернизации пара котельных установок и промышленных печей, добавив к ним неэлектрические сорбционные тепловые насосы, что позволит на 20–30 % уменьшить потребление первичного топлива (газ, мазут, дрова, торф и т. д.) при сохранении той же производительности энергетического оборудования. Данная модернизация обойдется значительно дешевле, чем дополнительное строительство котельных установок и печей, поскольку нет необходимости в осуществлении капитального строительства. Размещение тепловых насосов происходит на уже существующих площадях, занимаемых печным и котельным оборудованием.

В качестве низкотемпературного источника энергии подобных тепловых насосов используются водные бассейны, грунтовые воды, отработанная вода и пар промышленных производств, а также вторичные и альтернативные источники энергии.

На данный момент в Беларуси установлены и успешно эксплуатируются более 80 систем ТНУ.

Вот лишь некоторые объекты, на которых используются ТНУ:

- В минском метрополитене установлены 22 ТНУ общей тепловой мощностью 403 кВт.

- На ОАО «ГродноАзот» установлены ТНУ общей тепловой мощностью более 2000 кВт.
- На ПРУП «Завод Транзистор» установлена ТНУ тепловой мощностью 1395 кВт.
- На ОАО «ГродноХимволокно» установлена ТНУ тепловой мощностью около 1400 кВт.
- На КПУПП «Брестводоканал» уситановлены три ТНУ по 180 кВт каждая.
- На УП «Минскводоканал» установлена ТНУ 80 кВт и еще 25 ТНУ единичной мощностью от 20 до 122 кВт.
  - В РУП «Гомельэнерго» эксплуатируется 3 ТНУ мощностью 50/65,4/80,6 кВт.