

Ткачев В.М. Эффективность теплоносных систем энергоснабжения. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XVIII Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2018. – С. 180-185.

УДК 621.1.016.7:[621.311.22+621.377]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОНОСНЫХ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

В.М. Ткачев

EFFICIENCY OF HEAT-SUPPLY SYSTEMS OF ENERGY SUPPLY

V.M. Tkachev

Аннотация. По существующим на сегодняшний день экономическим оценкам считается, что в странах с холодным климатом, к которым относится Россия, целесообразно рассматривать вопрос о применении тепловых насосов, только использующих окружающий здание воздух как источник низкопотенциальной теплоты. Такая тепловая насосная установка выполняет все функции (ОВ, ГВС, СКВ) теплоснабжения и холодоснабжения, не используя при этом невозобновляемых источников энергии и не нанося вреда окружающей среде.

Ключевые слова: жилое здание, компрессор, испаритель; теплообменник; теплоснабжение, тепловая насосная система энергоснабжения, степень термодинамического совершенства.

Abstract. Existing economic assessments to date, it is considered that in countries with cold climates, to which Russia belongs, it is advisable to consider the use of heat pumps, only using ambient air building as a source of low-potential heat. Such heat pump installation and perform all the functions of a heating and cooling systems, not using non-renewable energy sources and without harming the environment Wednesday.

Keywords: residential building, compressor, evaporator; heat exchanger; heat, heat pump heating system, the degree of thermodynamic perfection.

В последние годы на рынке Европы и Америки тепловые насосы (ТН), использующие теплоту наружного воздуха, начали активно вытеснять более дорогие по первоначальным капитальным затратам насосы с грунтовыми теплообменниками [1]. Стоит отметить, что такие ТН оптимально подходят для низкотемпературных систем отопления и нагрева воды, имеют низкую стоимость установки, так как не имеют дополнительного подземного контура. Еще одним немаловажным преимуществом ТН «воздух - воздух» является их низкая температура стока (воздушной массы, проходящей через теплообменник конденсатора). Такая особенность позволяет обеспечить оборудованию более высокую производительность, а значит, и высокий уровень теплоотдачи [1-2]. Однако, как и любой другой вид ТН, подобное оборудование имеет и свои недостатки; так, ТН «воздух - воздух» характеризуются частыми колебаниями величины производительности, зависящей от перепадов температуры снаружи здания в течение отопительного сезона. Второй минус – габариты, так как каждый ТН рассчитан на определенную теплопроизводительность, и поэтому для больших зданий используется сразу несколько установок и/или более габаритные модели ТН.

За последние годы в десятки раз возрос процент продаж воздушных ТН в Скандинавских странах, которые можно назвать умеренно холодными. В официальном рейтинге холодных стран России принадлежит первое место [2], поэтому актуальным остается вопрос о возможности и эффективности применения таких ТН в климатических условиях большей части РФ. Автоматизированный современный ТН типа воздух - вода эффективен и позволяет заметно сэкономить на отоплении, вентиляции, жизнеобеспечении в системах энергоснабжения здания. Поскольку: воздух можно назвать самым доступным и дешевым возобновляемым ресурсом; стоимость монтажа такого агрегата обойдется дешевле, чем установка других видов ТН (грунт - вода, вода - вода и т.п.), а весь процесс осуществляется проще и быстрее; обогрев можно осуществлять при отрицательной температуре наружного воздуха; устройство ТН работает почти бесшумно; обеспечивается эффективный воздухообмен внутри помещений жилого здания; управление установкой ТН можно осуществлять в автоматическом режиме [2].

С помощью мощного вентилятора снаружи забирается обычный воздух. Этот воздух контактирует с испарителем, внутри которого находится хладагент, циркулирующий по змеевику теплообменника. Основу эксплуатируемого сегодня в мире парка теплонасосного оборудования составляют парокompрессионные ТН, но применяются также и абсорбционные, электрохимические и термоэлектрические. Эффективность ТН принято характеризовать величиной безразмерного коэффициента трансформации энергии K_{mp} , определяемого для идеального цикла Карно по следующей формуле:

$$K_{mp} = \frac{T_{out} - T_{in}}{T_{out}}, \quad (1)$$

где T_{out} , T_{in} – температуры соответственно на выходе и на входе ТН; T_{out} – температурный потенциал тепла, отводимого в систему отопления или энергоснабжения здания, K ; T_{in} – температурный потенциал источника тепла, K .

K_{mp} – коэффициент трансформации ТН или теплонасосной системы теплоснабжения (ТСТ) представляет собой отношение полезного тепла, отводимого в систему энергоснабжения потребителю, к энергии, затрачиваемой на работу ТСТ, и численно равен количеству полезного тепла, получаемого при температурах T_{out} и T_{in} на единицу энергии, затраченной на привод ТН и/или ТСТ. Реальный коэффициент трансформации отличается от идеального, описанного формулой (1), на величину коэффи-

циента h , учитывающего степень термодинамического совершенства ТСТ и необратимые потери энергии при реализации цикла.

Зависимости реального и идеального коэффициентов трансформации (K_{mp}) теплонасосной системы теплоснабжения от температуры источника тепла низкого потенциала T_{in} и температурного потенциала тепла, отводимого в систему отопления T_{out} , приведены в [3-4]. При построении зависимостей степень термодинамического совершенства ТСТ h была принята равной 0,55, а температурный напор (разница температур хладона и теплоносителя) в конденсаторе и в испарителе тепловых насосов был равен 7 °С. Эти значения степени термодинамического совершенства h и температурного напора между хладоном и теплоносителями системы отопления и теплового сбора представляются близкими к действительности с точки зрения учета реальных параметров теплообменной аппаратуры (конденсатор и испаритель) ТН, а также сопутствующих затрат электрической энергии на привод циркуляционных насосов, алгоритма управления систем автоматизации, запорной и управляющей арматуры. В общем случае, степень термодинамического совершенства теплонасосных систем энергоснабжения h зависит от многих параметров, таких как:

- мощность компрессора ТН;
- качество производства комплектующих ТН;
- необратимых энергетических потерь, которые, в свою очередь, включают:
 - потери тепловой энергии в соединительных трубопроводах;
 - потери на преодоление трения в компрессоре ТН;
 - потери, связанные с неидеальностью ТН, протекающих в испарителе и конденсаторе,
 - потери, связанные с неидеальностью теплофизических характеристик хладонов;
 - механические и электрические потери в двигателях ТН, ТСТ и прочее.

Для создания условий автоматизированной системы теплогенерации производственных и непромышленных помещений (автономные текстильные цеха), помещения должны быть обеспечены требованиями эффективного расхода энергии в условиях совместной работы источников и потребителей тепловой энергии.

В нашем случае:

- к источникам тепла относим: электрические установки, котлы, ТН, ТСТ, гелио- ветро- установки;
- к потребителям тепла: радиаторы, теплый пол, системы ГВС, фанкойлы и т.д.

Для этого в современных автоматизированных системах энергоснабжения используют соответствующий набор контроллеров, электронных термостатов, где в качестве штатной функции или за счет использования

дополнительных модулей расширения происходит информационное управление системой энергоснабжения.

В настоящее время существующий ряд современных контроллеров позволяет поддерживать удалённый мониторинг состояния отапливаемого помещения, однако, используя различные источники энергоснабжения, условия их режима требуют специальных технологических и информационных подходов, методов проектирования.

Рассматривая отопление как компенсацию тепловых потерь строения через ограждающие конструкции, фундамент, стены, крышу, окна, двери и т.д., преследуем цель поддержки уровня желаемого теплового комфорта с учетом развития средств автоматизации самого процесса. В алгоритмах управления учитываем необходимость экономии электроэнергии при условии автоматизации данного технологического процесса, который также ведёт к дополнительному комфорту и удобству жизнеобеспечения в помещениях. Основное условие энергоэффективного отопления – это возможность регулирования температуры теплоносителя и режимов управления ТН, ТСТ в зависимости от величины запроса на нагрев или охлаждение помещений.

В условиях автоматизации данного технологического и информационного процесса используем электронный термостат – контроллер с датчиками температуры теплоносителя ТН, ТСТ в подающей и обратной магистралах энергоснабжения. Само управление производится посредством прерывистого управления (включения и отключения) процессов ТН, ТСТ с учетом соотношения заданной и текущей температуры. Исполнительную функцию дискретного управления (включения – отключения) выполняет сам контроллер, совмещённый с термостатом, реализуя программный режим отопления. Основой технологического и информационного управления дискретного процесса автоматизации является эквитермическое регулирование. Это не что иное, как способ регулирования системой энергоснабжения, когда температура окружающего воздуха в помещении (ОВ, ГВС) регулируется в зависимости от наружной температуры. Наружный (внешний) измеритель температуры должен постоянно следить за погодными изменениями, а измерительный прибор (регулятор) на основании предварительно настроенных зависимостей приспособливает и температуру в объекте, обеспечивая комфортный режим.

Для более удобного обслуживания регулятора (контроллер – термостат) в его памяти имеется несколько программ - предварительно настроенных отопительных кривых $t_{\text{теплоносителя}} = f(t_{\text{наружная температура}})$, согласно кото-

рым каждой величине внешней температуры (режима отопления) соответствует конкретная температура теплоносителя. Потребитель может предварительно настроить некоторую из этих кривых с помощью пультов, тем самым обеспечивая тепловые свойства отапливаемого объекта. Настройка отопительных эквитермических зависимостей (семейства кривых) про-

исходит согласно эмпирически построенному семейству необходимых для процессов управления ТН и ТСТ.

где: $t_{\text{наружная}}$ - наружная температура;

$t_{\text{теплоносит.}}$ - температура теплоносителя;

C - кривая отопления конкретного помещения здания;

D - выбор желаемой температуры воздуха в помещении здания.

С одной стороны, такие эквитермические зависимости теплоносителя (кривые тепла) существуют в паспортах и руководствах ТН, ТСТ, применяемых для энергоснабжения. С другой стороны, если потребитель предполагает получить максимальную экономию от теплоотдачи и электроэнергии, то остаётся один путь – получить эти информационные зависимости экспериментально, через неоднократные наблюдения с фиксацией полученных значений, что позволяет анализировать накопленные данные для конкретных климатических условий.

Библиографический список

1. Султангузин И. А., Потапова А. А. Высокотемпературные тепловые насосы большой мощности для теплоснабжения // Новости теплоснабжения. 2010. № 10.

2. Николаев Ю. Е., Бакшеев А. Ю. Определение эффективности тепловых насосов, использующих теплоту обратной сетевой воды ТЭЦ // Промышленная энергетика. 2007. № 9.

3. Алоян Р.М., Федосеев В.Н., Петрухин А. Экономическая эффективность воздушно-тепловых насосов для объектов производственного и непромышленного назначения // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 1 (361). С. 18-21.

4. Федосеев В.Н., Петрухин А.Б., Емелин В.А., Воронов В.А., Зайцева И.А. Энергоэффективность рабочего тела (хладона) воздушного теплового насоса в режиме обогрева автономного текстильного цеха (производства) // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сб. науч.тр. Иваново, 2016. Вып. 2. С.186-194.

Ткачев Валерий Мефодьевич

ООО «АЛТУМ»,

г. Иваново, Россия

E-mail: Tkach-weaver@mail.ru

Tkachev V.M.

ООО «ALTUM PRO»,

Ivanovo, Russia