

хункового дослідження показали, що для двократного запасу міцності, при проектуванні потрібно обирати максимальне значення висоти вільного кінця пластини у діапазоні 30-50% від її висоти. Менші значення брати недоцільно, бо це збільшує габаритні розміри насосу.

4. Висновки

1. Запропоновано чисельну модель для дослідження навантаження та характеристик міцності пластини пластинчастого насосу.

2. Перевірена адекватність запропонованої моделі для розрахунку характеристик процесу навантаження пластини насоса за результатами співставлення чисельного експерименту та аналітичного розрахунку за традиційною методикою.

3. Аналіз результатів досліджень показав, що для дотримання умов міцності при проектуванні розмір

вільного кінця пластини доцільно обирати у діапазоні 0,3-0,5l.

4. Використання розробленої моделі дозволяє автоматизувати проектно-конструкторські роботи при створенні або модифікації пластинчастих насосів.

5. Для збільшення універсальності запропонованої моделі необхідно модифікувати модель для врахування впливу кута нахилу та перевірити її адекватність.

Литература

1. Алямовский А.А. SolidWorks2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
2. Павлов С., К вопросу о классификации МСАЕ-систем. Часть III. [Текст] / Береза Ю. // CAD/CAM/CAE Observer. – 2009. – № 4 (48) – С.64-75.
3. Зайченко И.З, Пластинчатые насосы и гидромоторы [Текст] / Мышлевский П.М.– М.: Машиностроение, 1970. – 229 с.

УДК 621.1

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРО- КОМПРЕССИОННЫХ И АБСОРБЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Н.А. Максимова

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра «Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция»

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ул. Державина, 2, г. Макеевка, Донецкая обл., Украина, 86123

Контактный тел.: 095-131-60-20

Розглянуті основні види теплових насосів, що використовуються для цілей опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування повітря. Проведено порівняння енергетичної та екологічної ефективності використання парокompресійних та абсорбційних теплових насосів

Ключові слова: тепловий насос, коефіцієнт перетворення енергії, енергетична ефективність

Рассмотрены основные виды тепловых насосов, используемые для целей отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования воздуха. Проведено сравнение энергетической и экологической эффективности применения парокompрессионных и абсорбционных тепловых насосов

Ключевые слова: тепловой насос, коэффициент преобразования энергии, энергетическая эффективность

The basic types of heat-pumps used for heating, hot water supply and air conditioning are considered. Comparison of power and ecological efficiency of application of vapor compression and absorbing thermal pumps is conducted

Key words: heat-pump, coefficient of transformation of energy, power efficiency

1. Введение

Тепловые насосы парокompрессионного и абсорбционного типов в промышленных и экономически

развитых странах используются достаточно широко и доказали свою энергетическую и экологическую эффективность. В последнее время в нашей стране наблюдается значительный интерес к тепловым на-

сосам. Это связано, в первую очередь, с ростом цен на энергоносители и проблемами экологии. Возникает необходимость в методике анализа энергетической и экологической эффективности различных типов тепловых насосов.

2. Анализ последних исследований и публикаций

За последние годы значительно возрос интерес к тепловым насосам в связи с настоятельной необходимостью более полного использования теплоты, создания безотходной технологии производства, экономии топливно-энергетических ресурсов. В связи с этим увеличился объем исследований процессов и схем абсорбционных термотрансформаторов. Так, учеными В.Г. Горшковым, А.Г. Корольковым, А.В. Бараненко рассматривались различные виды тепловых насосов и их принципиальные схемы.

3. Цель исследования

Целью данного исследования является оценка энергетической и экологической эффективности использования парокомпрессионных и абсорбционных тепловых насосов.

4. Основной материал

Использование тепловых насосов для отопления, горячего водоснабжения представляет собой способ, альтернативный другим способам, таким как традиционное сжигание органического топлива, широко распространенное центральное паровое или водяное отопление, электрообогрев и др. Необходимым условием для применения тепловых насосов является наличие низкотемпературного источника теплоты, по температурным параметрам не пригодного для использования в качестве греющей среды.

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

- парокомпрессионные тепловые насосы;
- абсорбционные тепловые насосы.

Парокомпрессионные тепловые насосы

Существуют различные типы ПТН. По низкотемпературному источнику теплоты и нагреваемой среде ПТН подразделяются на типы: «вода-вода», «воздух-вода», «воздух-воздух», «вода-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 [2].

В качестве рабочего тела в данных машинах используются хладоны – преимущественно фторхлорсодержащие углеводороды, Т.Н. фреоны.

Абсорбционные тепловые насосы

АТН подразделяются на два основных вида - водоаммиачные и солевые. В водоаммиачных машинах абсорбентом является вода, а хладагентом аммиак. В солевых машинах абсорбентом является водный рас-

твор соли, а хладагентом вода. В мировой практике в настоящее время применяют преимущественно солевые ТН, в которых абсорбентом является водный раствор соли бромистого лития ($H_2O/LiBr$) – АБТН.

В АБТН процессы переноса теплоты совершаются с помощью совмещенных прямого и обратного термодинамического циклов, в отличие от парокомпрессионных ТН, в которых рабочее тело (хладон) совершает только обратный термодинамический цикл [2].

По отечественной классификации абсорбционные бромистолитиевые машины подразделяются на повышающие и понижающие термотрансформаторы. В настоящей работе рассматривается понижающий термотрансформатор, как наиболее распространенный тип.

По виду потребляемой высокотемпературной теплоты АБТН подразделяются на машины:

- с паровым (водяным) обогревом;
- с огневым обогревом на газообразном или жидком топливе.

По термодинамическому циклу АБТН бывают с одноступенчатой или двухступенчатой схемами регенерации раствора, а также двухступенчатой абсорбцией.

Парокомпрессионные и абсорбционные ТН для осуществления термодинамических циклов потребляют различные виды энергии: ПТН- механическую (электрическую), АТН- тепловую.

Для сравнения эффективности различных типов ТН необходим общий показатель. Таким показателем может быть удельный расход топлива на выработку теплоты или коэффициент его использования. Энергетическая эффективность ПТН характеризуется коэффициентом преобразования энергии

$$\varphi = Q_{\text{п}} / Q_{\text{з}},$$

где $Q_{\text{п}}$ – теплота, полученная потребителем от теплового насоса;

$Q_{\text{з}}$ – мощность в тепловом эквиваленте, затраченная на привод компрессора в парокомпрессионном тепловом насосе или теплота высокого потенциала, израсходованная в абсорбционном тепловом насосе.

Величина коэффициента преобразования ПТН (φ) зависит, в основном, от температур низкотемпературного источника теплоты и температуры нагреваемой среды на выходе из ТН. Чем больше перепад температур между нагреваемой и охлаждаемой средами, тем ниже эффективность ПТН [4].

Коэффициент трансформации абсорбционного теплового насоса, (в основном, применяются абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы АБТН, в которых в качестве рабочей пары веществ используется раствор бромистого лития-абсорбент, вода-хладогент) обозначается в литературе как

$$\xi = Q_{\text{п}} / Q_{\text{г}},$$

где: $Q_{\text{п}}$ – количество произведенной теплоты,

$Q_{\text{г}}$ – количество высокопотенциальной теплоты, затраченной в генераторе АБТН.

Коэффициент трансформации тепла АБТН с одноступенчатой регенерацией раствора составляет 1,65-1,75, т.е. в получаемой потребителем теплоте среднего потенциала на каждую единицу теплоты высокого потенциала вовлекается в полезный оборот 0,65-0,75 единиц теплоты низкого потенциала.

В АБТН с двухступенчатой регенерацией раствора коэффициент трансформации равен 2,05-2,1 и утили-

зируемая теплота составляет более половины получаемой потребителем теплоты.

Экономия топлива при сопоставлении теплоснабжения с помощью тепловых насосов и котельных определяется уравнением

$$G = G_k (1 - K_k / K_{тн}),$$

где G_k – расход топлива в котельной в тоннах условного топлива,

$K_k, K_{тн}$ – коэффициенты использования первичной энергии в котельной и тепловом насосе. Для котельной $K_k = \eta_k$, где η_k – коэффициент полезного действия котла.

Для парокompрессионных тепловых насосов

$$K_{птн} = \varphi \times \eta_{ээ}(\eta_{тд}),$$

где φ – коэффициент трансформации,

$\eta_{ээ}$ – коэффициент полезного действия производства электроэнергии в случае использования ПТН с электроприводом;

При замещении традиционного теплоисточника двухступенчатым АБТН экономия топлива выше:

$$\Delta G = G_k (1 - 0,8 / 2,05 \times 0,85) = 0,54 G_k, \text{ т.е } 54\%.$$

При К.П.Д замещаемого традиционного теплоисточника $K_k = \eta_k = 0,55$, экономия топлива в одноступенчатых АБТН составит

$$\Delta G = G_k (1 - 0,55 / 1,7 \times 0,85) = 0,62 G_k, \text{ т.е } 62\%,$$

в двухступенчатых:

$$\Delta G = G_k (1 - 0,55 / 2,05 \times 0,85) = 0,685 G_k, \text{ т.е } 68,5\%.$$

Соответственно, при использовании АБТН на 45-68,5 % сокращаются выбросы «парникового углекислого газа» и других вредных продуктов сжигания органического топлива.

Ниже приведена сравнительная таблица (табл. 1) экологической эффективности ПТН и различных традиционных теплоисточников с одинаковой производимой тепловой мощностью при сжигании органического топлива в течение отопительного сезона.

Таблица 1

Сравнение экологической эффективности тепловых насосов с традиционными котельными, работающими на органическом топливе

Расход топлива в год: тонн, тыс.м ³ МВтчч	Котельные на топливе			ТЭЦ + электрокотельная			ТЭЦ + тепловой насос					
	Уголь	Мазут	Пр. газ	Уголь	Мазут	Пр. газ	Т _{нпт} = +8 ⁰ С; φ = 3,0			Т _{нпт} = +40 ⁰ С; φ = 6,0		
	Теплотворная способность, Мдж / кг, Мдж / м ³ , к.п.д.						Уголь	Мазут	Пр. газ	Уголь	Мазут	Пр. газ
	19,5 0,65	39,0 0,80	33,24 0,86	1374,0	687,0	804,7	458,0	229,0	268,2	229,0	114,5	134,1
	865,5	351,6	383,1									
Суммарные выбросы окислов азота, серы, углерода, т/год	16,31	9,98	2,48									
Выбросы CO ₂ («парниковый газ»), т/год	1743,0	1029,8	667,4	2768,0	2012,0	1401,9	922,4	639,7	467,2	461,2	319,8	233,6

$\eta_{тд}$ – коэффициент полезного действия в случае использования теплового двигателя (дизель, двигатель внутреннего сгорания, паровая или газовая турбина).

При среднем коэффициенте трансформации парокompрессионного теплового насоса $\varphi = 3,5$, К.П.Д выработки электроэнергии за счет сжигания органического топлива $\eta_{ээ} = 0,33$ (производство электроэнергии на КЭС - конденсационной электростанции), экономия топлива составит

$$\Delta G = G_k (1 - 0,8 / 3,5 \times 0,33) = 0,307 G_k,$$

т.е. около 31% по сравнению с традиционным теплоисточником с $K_k = \eta_k = 0,8$. В небольших муниципальных угольных котельных $K_k = \eta_k = 0,55$, и при их замещении парокompрессионными тепловыми насосами экономия может составить 52%.

Для абсорбционных бромистолитиевых тепловых насосов (АБТН)

$$K_{абтн} = \xi \times \eta,$$

где η - К.П.Д собственной котельной или топки АБТН (реальный $\eta = 0,8-0,9$). При среднем коэффициенте трансформации одноступенчатого АБТН с $\xi = 1,7$ и К.П.Д собственного теплоисточника АБТН $\eta = 0,85$ экономия топлива составит

$$G = G_k (1 - 0,8 / 1,7 \times 0,85) = 0,45 G_k, \text{ т.е } 45\%.$$

С точки зрения воздействия на окружающую среду и безопасность абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы имеют явное преимущество перед парокompрессионными тепловыми насосами, т.к. не используют хладоны – фторхлорсодержащие углеводороды.

Выводы

При выборе теплового насоса кроме энергетической и экологической эффективности следует учитывать также особенности различных типов машин (срок службы, воздействие на окружающую среду, ремонтпригодность, требуемая квалификация обслуживающего персонала, возможность регулирования мощности в широком диапазоне и т. д.).

Абсорбционные бромистолитиевые тепловые насосы имеют явное преимущество перед парокompрессионными тепловыми насосами с точки зрения экологической эффективности, значительного большого срока службы, малозумность в работе и высокую энергетическую эффективность.

К преимуществам парокompрессионных тепловых насосов с электроприводом стоит отнести простоту их энергосбережения, что в некоторых случаях является

определяющим фактором при выборе вида теплового насоса.

Литература

1. В. Г. Горшков Тепловые насосы. Аналитический обзор [Текст] // Справочник промышленного оборудования - 2004. - № 2.
2. Корольков А. Г. Абсорбционные бромистолитиевые водоохлаждающие и водонагревательные трансформаторы теплоты [Текст] / А.В. Попов // Проблемы энергосбережения. – 2003. - № 1 (14).

3. Попов А. В. Опыт разработки и создания абсорбционных бромистолитиевых тепловых насосов [Текст] / Богданов А. И. Паздников А. Г.// Промышленная энергетика. – 1999. - № 8. – С. 38-43.
4. Бараненко А. В. Абсорбционные бромистолитиевые преобразователи теплоты нового поколения [Текст] / Попов А. В., Тимофеевский Л. С., Волкова О. В. // Холодильная техника. - 2001. - № 4. – С. 18-20.
5. Попов А. В. Система охлаждения и утилизации тепла дымовых газов мусоросжигающих заводов [Текст] // Очистка и обезвреживание дымовых газов на установках, сжигающих отходы и мусор. – Новосибирск: - 1999. – С. 121-132.

Досліджені спектральні характеристики розрядних кварцових ламп на підвищених частотах живлення. Частотні залежності світловіддачі свідчать, що максимум бактерицидної віддачі відповідає частоті 50 кГц і майже удвічі перевищує рівень на частоті 50 Гц

Ключові слова: спектральна характеристика, розрядна лампа, підвищена частота, бактерицидна віддача

Исследуются спектральные характеристики разрядных кварцевых ламп на повышенных частотах питания. Частотные зависимости светотдачи свидетельствуют, что максимум бактерицидной светотдачи соответствует частоте 50 кГц и почти вдвое превосходит уровень на частоте 50 Гц

Ключевые слова: спектральная характеристика, разрядная лампа, повышенная частота, бактерицидное действие излучения

Study spectral characteristics of digit quartz lamps on the raised frequencies of a food. Frequency dependences luminous efficiency testify that the maximum bactericidal luminous efficiency corresponds to frequency 50 кГц and almost twice surpasses level on frequency of 50 Hz

Keywords: spectrum the characteristic, the digit lamp, the raised frequency, bactericidal action of radiation

УДК 628.936

СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РТУТНО-КВАРЦЕВОЇ ЛАМПИ НА ПІДВИЩЕНІЙ ЧАСТОТІ

С.С. Овчинників

Доктор технічних наук, професор
Кафедра «Світлотехніка і джерела світла»*

В.Ф. Рой

Доктор технічних наук, професор
Кафедра «Електропостачання міст»*
Харківська національна академія міського господарства
вул. Революції, 12, м. Харків, 61002
Контактний тел.: 701-02-32

1. Вступ

Як відомо, жорстке короткохвильове УФ випромінювання в діапазоні хвиль 200-320нм (діапазон

УФ-С) має сильну бактерицидну дію, що дає змогу використовувати його для створення багатоцільових універсальних опромінювальних установок, які мають широке застосування в медицині, промисловості,