

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ВОЗДУШНО-ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ
ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
И НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**ECONOMIC EFFICIENCY AIR HEAT PUMPS
FOR INDUSTRIAL AND NON-USE**

Р.М. АЛОЯН, В.Н. ФЕДОСЕЕВ, А.Б. ПЕТРУХИН
R.M. ALOYAN, V.N. FEDOSEEV, A.B. PETRUKHIN

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: a.petruhin@mail.ru

Проведены исследования работы воздушного теплового насоса в условиях рекуперации. Показано, что данные тепловые насосы энергоэффективны, это доказывает сравнительный анализ рассматриваемого теплового насоса с электрическим котлом.

Investigations of the air heat pump in a regeneration. It is shown that these heat pumps are very energy efficient, it shows a comparative analysis of the considered heat pump with an electric boiler.

Ключевые слова: тепловые насосы, электрические котлы, система теплоснабжения, автономное теплоснабжение.

Keywords: heat pumps, electric heaters, heating system, independent heating.

Любое текстильное производство является мощным потребителем топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Только на нужды теплоснабжения и горячего водоснабжения расходуется более 40%.

Ожидаемое в ближайшие годы существенное повышение в стране цен на природный газ и электроэнергию может резко обострить существующую проблему высокой стоимости обеспечения теплом объектов производственного и непроизводственного назначения.

Следует отметить, что в данном секторе "теплоснабжения" имеется достаточно много конкурирующих технологий, использующих различные виды топливно-энергетических ресурсов. Сегодня задача выбора наиболее экономичных из них становится все более актуальной [1...3].

Среди технологий обеспечения топливом применение в настоящее время воз-

душных тепловых насосов для теплоснабжения – реальная перспектива.

Известно, что рост антропогенных воздействий на окружающую среду ведет к существенному ухудшению среды обитания человека. В нашем случае работа тепловых насосов экологически чиста, так как не производит вредных выбросов в атмосферу (они не токсичны, безвредны для озонового слоя). Тепловые насосы дают возможность с пользой применять природные источники низкопотенциального тепла (воздух, грунт, водоемы и т.д.), то есть эффективно экономить дорогое органическое топливо и электроэнергию.

С помощью устройства топливного насоса производится отбор тепловой энергии от источника низкопотенциального тепла и передача его (посредством рабочего тепла) с более высокой температурой потребителю.

Процесс нагревания, то есть получение более высокой температуры, есть фазовый переход рабочего тела из жидкого состояния теплоносителя в газообразное и обратно. Организация такого теплового процесса есть взаимодействие таких составляющих теплообмена, как конвекция и тепловое излучение, где в данном случае конвекция – процесс переноса жидкости или

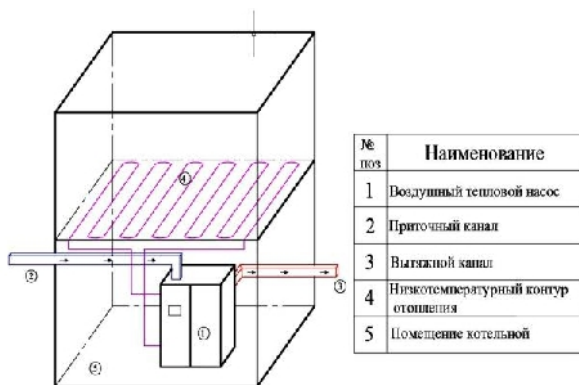


Рис. 1

Основные отличие и преимущество данного воздушного теплового насоса заключаются в том, что рассматриваемым источником низкопотенциального тепла является наружный воздух с рециркуляцией, то есть насос работает на смеси наружного и внутреннего (забираемого из котельной) воздуха, поэтому в данном случае тепловой насос работает в режиме рекуперации (рис. 1 – теплогенерация из окружающего наружного воздуха с рециркуляцией).

Схемное решение (структурно-функциональное), в том числе и в условиях рекуперации (описанное выше), позволяет обеспечить функционально теплый пол, систему отопления через радиаторы и горячее водоснабжение помещения в нашем случае площадью 100...120 м² (рис. 2 – структурно-схемное решение воздушного теплового насоса в условиях рекуперации).

Следует отметить, что значение влияния воздушного потока зависит от конструктивного исполнения системы воздушного теплового насоса, поэтому желательно просчитывать режим воздухообме-

газа из зоны с одной температурой в зону с другой температурой, а тепловое излучение – процесс переноса энергии посредством электромагнитных или механических колебаний, имеющих различную длину волн.

Таким образом, энтропия и энтальпия обеспечивают данное понимание термодинамического цикла.

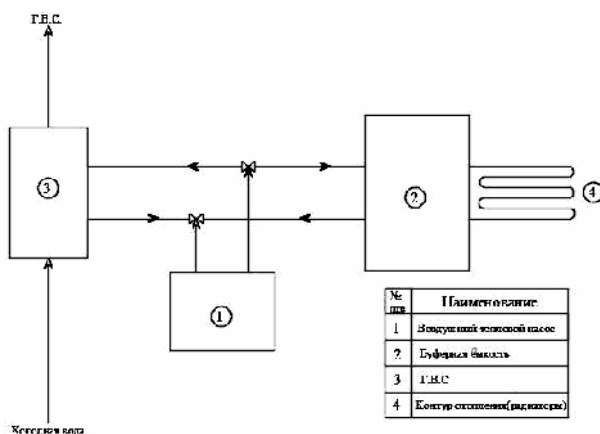


Рис. 2

на: количество и скорость воздуха на входе и количество удаляемого воздуха.

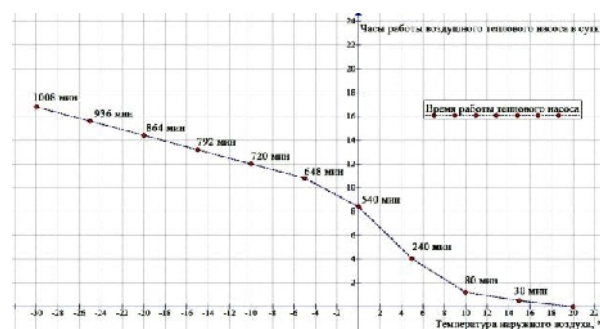


Рис. 3

Исходя из эксперимента, проведенного кафедрой ОПГХ, и используя опытный образец данного воздушного теплового насоса, в условиях Ивановского региона получены числовые данные времени работы ВТН, которые позволили построить обобщенную зависимость объема часов работы теплового насоса, обеспечивающую систему отопления строения площадью 100...120 м², от температуры наружного воздуха с целью расчета стоимости (оплаты) потребляемой электроэнергии тепловым насосом (рис. 3).

На основании полученной экспериментальным путем зависимости времени работы ВТН от температуры наружного воздуха $T_{\text{часов}}=f(t^{\circ}\text{воздуха})$ рассчитаем величину стоимости в рублях. Для расчета возьмем

наиболее холодный месяц 2012 года – февраль.

В табл. 1 представлен расчет стоимости отопления строения площадью в 100...120 м² посредством воздушного теплового насоса (2012 г., февраль).

Т а б л и ц а 1

| $t_{\text{н.возд.}}^{\circ}\text{C}$ | Количество суток, сутки | Часы работы ТН в одни сутки, ч | Объем работы ТН, ч | Стоимость электроэнергии *, руб. за 1кВт | Мощность теплового насоса, кВт/ч | Стоимость отопления, руб. |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------|--|----------------------------------|---------------------------|
| -25 | 5 | 15,6 | 78 | 4 | 3 | 936 |
| -20 | 5 | 14,4 | 72 | 4 | 3 | 864 |
| -15 | 10 | 13,2 | 132 | 4 | 3 | 1584 |
| -10 | 6 | 12 | 72 | 4 | 3 | 864 |
| -5 | 2 | 10,8 | 21,6 | 4 | 3 | 259,2 |
| Всего | 28 | - | 375,6 | 4 | 3 | 4507,2 |

П р и м е ч а н и е. *Стоимость электроэнергии принята в соответствии с тарифами на электроэнергию в Ивановской области.

В табл. 2 для сравнения рассчитана стоимость отопления строения площадью

100...120 м² посредством электрического котла за февраль 2012 г.

Т а б л и ц а 2

| $t_{\text{н. возд.}}^{\circ}\text{C}$ | Количество суток, сутки | Часы работы эл.котла в одни сутки, ч | Объем работы эл.котла, ч | Стоимость электроэнергии, руб. за 1кВт | Мощность эл.котла, кВт/ч | Стоимость отопления, руб. |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--|--------------------------|---------------------------|
| -25 | 5 | 24 | 120 | 4 | 9 | 4320 |
| -20 | 5 | 24 | 120 | 4 | 9 | 4320 |
| -15 | 10 | 24 | 240 | 4 | 9 | 8640 |
| -10 | 6 | 24 | 144 | 4 | 9 | 5184 |
| -5 | 2 | 24 | 48 | 4 | 9 | 1728 |
| Всего | 28 | - | 672 | 4 | 9 | 24192 |

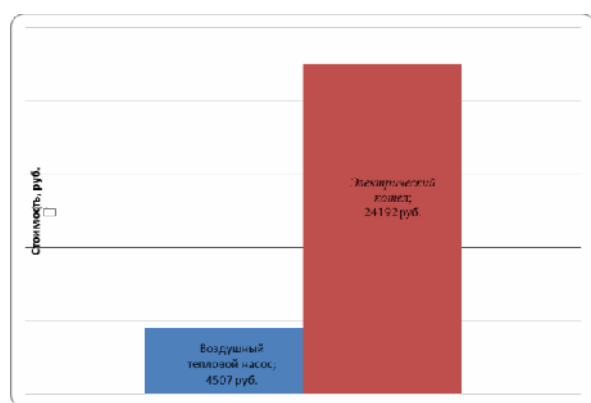


Рис. 4

Сравним затраты на электропотребление ВТН и электрическим котлом при одинаковой площади строения и объема

(рис. 4). Очевидно, что затраты на отопление посредством теплового насоса выгоднее электрического котла в 5 раз.

ВЫВОДЫ

На основании исследований, проведенных кафедрой ОПГХ, и складывающейся ситуации с ростом тарифов, можно заключить, что потенциал энергоэффективных ВТН будет только возрастать.

Тепловые насосы станут наиболее актуальным выбором среди теплогенерирующих установок для автономных текстильных производств (цехов).

1. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Новикова А.П. Реализация потенциала Ивановской области на рынке текстильной и легкой промышленности за счет формирования инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, №4. С. 11...17.

2. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Виноградова Н.В., Федосеев В.Н. Опыт практической реализации укрепления связей науки ИВГПУ с производством в условиях развития инфраструктурной базы текстильно-промышленного кластера региона// Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С. 15...18.

3. Карпов Н.В., Шварц В.М., Елистратов С.Л., Бивалькевич А.И. Техничко-экономическое обоснование применения тепловых насосов для тепло-снабжения водохозяйственных объектов // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009, № 3. С.59...63.

1. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Novikova A.P. Realizacija potenciala Ivanovskoj oblasti na rynke tekstil'noj i legkoj promyshlennosti za schet formirovanija infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2014, №4. S. 11...17.

2. Alojjan R.M., Petruhin A.B., Vinogradova N.V., Fedoseev V.N. Opyt prakticheskoj realizacii ukreplenija svjazej nauki IVGPU s proizvodstvom v uslovijah razvitija infrastrukturnoj bazy tekstil'no-promyshlennogo klastera regiona// Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №1. S. 15...18.

3. Karpov N.V., Shvarc V.M., Elistratov S.L., Bival'kevich A.I. Tehniko-jekonomicheskoe obosnovanie primeneniya teplovyh nasosov dlja teplosnabzhenija vodohozjajstvennyh ob"ektov // Vodосnabzhenie i sanitarnaja tehnika. – 2009, № 3. S.59...63.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства. Поступила 09.11.15.