

УДК 624.9

Н. Н. Ваганова, О. Ю. Нагорная

Ивановский государственный энергетический университет

имени В.И. Ленина, г. Иваново

tevp@tvp.ispu.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ПРИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ЖИЛЫХ ДОМОВ

В работе рассмотрен выбор оптимальной системы теплоснабжения жилых домов на основе теплового насоса. Осуществлен анализ низкопотенциальных источников тепла. Произведен выбор рабочего агента для работы теплового насоса.

Ключевые слова: *тепловой насос; теплоснабжение; рабочий агент.*

N. N. Vaganova, O. Yu. Nagornaya

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo

ESTIMATION OF HEAT PUMPS EFFICIENCY AT HEAT SUPPLY OF RESIDENTIAL HOUSES

The paper considers the selection of the optimal heat supply system for residential buildings based on a heat pump. The analysis of low-grade heat sources is carried out. The choice of working agent for the operation of the heat pump.

Keywords: *heat pump; heat supply; working agent.*

В настоящее время автономное отопление зданий осуществляется, в основном, за счет использования природного газа, твердого топлива (угля и др.) или электроэнергии. Децентрализация теплоснабжения позволяет осуществить гибкое регулирование температурного режима и применить энергосберегающие технологии путем использования для отопления и горячего водоснабжения тепловых насосов.

Тепловой насос и система отопления типа «водяной тёплый пол» как будто специально созданы друг для друга. Технические особенности теплового насоса таковы, что температура, подаваемая в систему отопления, обычно не больше 55 °С, а температура «обратной» воды должна быть не больше 50 °С. При установке теплового насоса в системе отопления «водяной тёплый пол» энергия будет не только экономно производиться, но и экономно распределяться. Тепловой насос позволяет сэкономить до 80 % энергоресурсов, по сравнению с использованием традиционных источников тепла, а тёплый пол экономит 10–15 % энергии по сравнению с радиаторными системами отопления [1].

Повышение потенциала (температуры) низкопотенциального тепла позволяет привлечь «новые» источники, такие как: окружающий воздух, грунтовые воды, водоемы, а также сбросное тепло, которое нельзя было использовать из-за его низкой температуры. Тепловой насос существенно расширяет возможности применения низкопотенциальной энергии за счет потребления некоторой доли энергии, полностью превращаемой в работу.

Целью данной работы является выбор оптимальной системы теплоснабжения на основе теплового насоса.

Для решения поставленной задачи необходимо сначала осуществить выбор рабочего агента. При этом необходимо учитывать различные факторы, такие как: экологическая безопасность, теплофизические свойства рабочего агента (теплопроводность и теплоемкость, вязкость, критические параметры), физико-химические свойства (химическая стабильность, химическая инертность, по отношению к конструкционным материалам и смазочным маслам), стоимость рабочего агента и его практическая доступность (табл. 1).

Как видно из табл. 1 фреон R134a имеет отличные термодинамические свойства, химически неактивен и безопасен, характеризуется нулевым озоноразрушающим потенциалом ODP и невысоким потенциалом парникового эффекта GWP, нетоксичный и взрывобезопасный газ, имеет достаточно низкую стоимость (согласно проведенному анализу). Хладагент R134a – подходящий хладагент

для областей применения, где особое значение придается безопасности и постоянству эксплуатационных характеристик.

Таблица 1

Характеристики некоторых фреонов, применение которых возможно в тепловых насосах

Группа	Характеристика	Фреоны	Значения потенциалов обеднения озонового слоя ODP	Значения потенциалов глобального потепления GWP
Хлорфтор-углероды	Высокая озоноразрушающая активность	R11	1,0	4000
		R12	0,9...1,0	8500
		R114	0,6...0,8	9300
Гидрохлорфторуглероды	Низкая озоноразрушающая активность	R22	0,04...0,06	1700
		R124	0,023	480
Гидрофтор-углероды	Озонабезопасные	R134a	0	1300
		R152a	0	120
		R23	0	12000

Эффективность теплового насоса также во многом зависит от выбора источника низкопотенциальной теплоты, т. к. повышение эффективности происходит при снижении разности температуры конденсации и температуры кипения рабочего агента (табл. 2), а важнейшим фактором теплового комфорта, наряду с температурой воздуха в помещении, служит ее распределение по площади и высоте.

На основании анализа результатов выполненных расчетов, представленных в табл. 2, видно, что грунтовые воды являются наиболее продуктивным источником тепла. Сравнительно постоянная в течение всего года температура грунтовых вод $+8...+10$ °С позволяет достичь самую высокую теплоотдачу в системе отопления «теплый пол», а высокое значение коэффициента преобразования теплоты μ обеспечит теплоснабжение с минимальными затратами первичной энергии. Кроме этого, равномерный прогрев поверхности пола исключает образование прохладных и перегретых зон по всей площади помещения.

Сравнение источников низкопотенциальной теплоты при разных отопительных системах

Источник низкопотенциальной теплоты	Хладагент R134a, теплопроизводительность – 48 кВт					
	Мощность компрессора N_c , кВт		Коэффициент трансформации μ		Эксергетический КПД η_e	
	Отопление радиаторное	Отопление напольное	Отопление радиаторное	Отопление напольное	Отопление радиаторное	Отопление напольное
Грунтовые воды ($t_{cp} = +10 \text{ }^\circ\text{C}$)	29,13	14,09	1,65	3,4	0,28	0,27
Водоемы (речная вода) ($t_{cp} = +5 \text{ }^\circ\text{C}$)	30,71	15,47	1,56	3,1	0,27	0,24
Окружающий воздух ($t_{cp} = -12 \text{ }^\circ\text{C}$)	34,88	18,76	1,38	2,56	0,23	0,20
Грунт ($t_{cp} = +6 \text{ }^\circ\text{C}$)	30,33	14,92	1,58	3,21	0,27	0,25

Таким образом, наиболее перспективной и имеющей оптимальные характеристики является система теплоснабжения для автономного отопления зданий типа «водяной тёплый пол» на основе теплового насоса с хладагентом R134a и использованием в качестве источника низкопотенциальной теплоты грунтовых вод.

Список использованных источников

1. Трубаев, П. А. Тепловые насосы : учеб. пособие / П. А. Трубаев, Б. М. Гришко. Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. 142 с.
2. Забавина, Н. М. Оценка эффективности рабочих агентов (фреонов) тепловых насосов / Н. М. Забавина, А. В. Панкратова ; науч. рук. О. Ю. Нагорная // Тепловые и ядерные энерготехнологии. «Энергия – 2017». Двенадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых : материалы конференции, г. Иваново, 4-6 апреля 2017 г. / ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина». Иваново : ИГЭУ, 2017. Т. 2. С. 70–71.