



УДК 621.577:621.548.4

ЭКОЛОГИЧНЫЙ ПРИВОД ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ ВОЛНОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

С.Д. Стрекалов¹, Т.Е. Попова², Л.П. Стрекалова², Г.Н. Сенева², С.С. Гришин³

¹Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет
400074 Волгоград, ул. Академическая, д. 1

Тел.: (8442) 97-48-72, факс: (8442) 97-49-33, e-mail: info@vgasu.ru

²Волгоградский государственный аграрный университет
400008 Волгоград, пр. Университетский, д. 26

Тел.: (8442) 41-17-84, факс: (8442) 41-10-85, e-mail: volgau@volgau.com

³Филиал Национального исследовательского университета (МЭИ) в г. Волжском

404110 Волгоградская обл., г. Волжский, пр. Ленина, д. 69

Тел.: (8443) 21-01-60; факс: (8443) 21-01-66, e-mail: vfmei@vfmei.ru

Заключение совета рецензентов: 07.02.15 Заключение совета экспертов: 10.02.15 Принято к публикации: 13.02.15

В статье представлен материал по использованию экологической энергии естественных потоков, преобразованной с помощью гибридного ветродвигателя, для привода компрессора теплового насоса. Рассмотрена возможность повышения экологической эффективности теплового насоса за счет расположения ветродвигателя, позволившая использовать в качестве низкопотенциальной энергии чердачный воздух здания.

Ключевые слова: тепловой насос, ветроэнергетика, гибридный преобразователь, волновой ветродвигатель, экологическая эффективность, поршневой компрессор.

ECOLOGICAL DRIVE HEAT PUMPS BY USING HYBRID WAVE CONVERTER

S.D. Strekalov¹, T.E. Popova², L.P. Strekalova², G.N. Seneva², S.S. Grishin³

¹Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering
1 Akademicheskaya str., Volgograd, 400074, Russia

Тел.: (8442) 97-48-72, fax: (8442) 97-49-33, e-mail: info@vgasu.ru

²Volgograd State Agricultural University
26 Universitetskaya ave., Volgograd, 400008, Russia

Тел.: (8442) 41-17-84, fax: (8442) 41-10-85, e-mail: volgau@volgau.com

³National Research University – Branch of Moscow Power Engineering Institute (MPEI) in Volzhsky

69 Lenin ave., Volzhsky, Volgograd reg., 404110, Russia

Тел.: (8443) 21-01-60; fax: (8443) 21-01-66, e-mail: vfmei@vfmei.ru

Referred: 07.02.15 Expertise: 10.02.15 Accepted: 13.02.15

The article presents data on the use of environmental energy converted by the combined wind turbine to drive the heat pump compressor. The possibility of the location of the wind turbine on the roof of a building with attic wall of low potential energy heat pump.

Keywords: heat pump, wind, wind energy converter, wave windmill, eco-efficiency, reciprocating compressor.



Сергей Дмитриевич
Стрекалов
Sergey D. Strekalov

Сведения об авторе: д-р техн. наук, профессор кафедры ВГАСУ, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники.

Область научных интересов: волновые процессы, возобновляемые и нетрадиционные источники энергии, волновые ветродвигатели, исследование взаимодействия потока с крылом методом одномерных упругих нитей.

Публикации: 123 статьи, 5 монографий, 50 изобретений и патентов.

Author information: D. Sc., Department of "Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering", Laureate of the Russian government in the field of science and technology.

Main research interests: wave processes, renewable and alternative energy sources, wind turbines wave, the study of interaction of the flow with the wing by one-dimensional elastic yarns.

Publications: 123 articles, 5 monographs, 50 inventions and patents.



Татьяна Евгеньевна
Попова
Tatyana E. Popova

Сведения об авторе: ст. преподаватель кафедры «Электротехнологии и электрооборудование в с/х» ВГАУ.

Область научных интересов: теплоэнергетика, электротехнологии, экологически эффективные источники энергии, тепловые насосы.

Публикации: 3 статьи, 1 патент.

Author information: art. teacher of "Electrotechnology and electrical equipment in agriculture" Volgograd State Agricultural University.

Main research interests: power system, electrotechnology, eco-efficient sources of energy, heat pumps.

Publications: 3 articles, 1 patent.



Любовь Петровна
Стрекалова
Lyubov P. Strekalova

Сведения об авторе: канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры «Электротехнологии и электрооборудование в с/х» ВГАУ.

Область научных интересов: возобновляемые источники энергии, тепловые насосы, энергосбережение.

Публикации: 36 статей, 1 монография, 12 патентов.

Author information: Ph.D., art. teacher of "Electrotechnology and electrical equipment in agriculture" Volgograd State Agricultural University.

Main research interests: renewable energy, heat pumps, energy saving.

Publications: 36 articles, 1 monograph, 12 patents.



Галина Николаевна
Сенева
Galina N. Seneva

Сведения об авторе: канд. техн. наук, доцент кафедры «Электротехнологии и электрооборудование в с/х» ВГАУ.

Область научных интересов: электропривод, электротехнологии, экологически эффективные источники энергии, тепловые насосы.

Публикации: 40 статей, 4 патента.

Author information: Ph.D. tehn. Science, Associate Professor of "Electrotechnology and electrical equipment in agriculture" Volgograd State Agricultural University.

Main research interests: electric, electrical technology, eco-efficient sources of energy, heat pumps.

Publications: 40 articles, 4 patents.



Сергей Сергеевич
Гришин
Sergey S. Grishin

Сведения об авторе: доцент кафедры ПТЭ филиала «Национального исследовательского университета (МЭИ)» в г. Волжском.

Область научных интересов: промышленная теплоэнергетика, энергосбережение и экология процессов трансформации тепла, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.

Публикации: 14 статей, 8 учебно-методических пособий.

Author information: Associate Professor of PTE branch of the “National Research University (MEI)” in the Volzhsky.

Main research interests: industrial power, energy saving and environmental transformation processes of heat, alternative and renewable energy sources.

Publications: 14 articles, 8 of teaching aids.



Введение

Основной целью теплоснабжения жилых и общественных зданий является обеспечение уменьшения объема используемых ресурсов при сохранении полезного эффекта их использования. В реализации этих целей ФЗ от 23.11.2009 № 261-ФЗ предусматривается поддержка научных исследований в области создания технических устройств и технологических мероприятий.

Экологические проблемы при проектировании зданий решаются с помощью выбора источников энергии, рационального их использования, сокращения объемов использования невозобновляемых источников и охраны окружающей среды от воздействия вредных веществ, выделяемых в атмосферу при их использовании.

В последнее время большое распространение получили тепловые насосы (ТН), они являются основным оборудованием в отоплении жилого фонда в странах с мягким климатом (в Японии, в европейских странах, США) [1]. Тепловой насос может выдавать тепловую энергию и потреблять избыток тепла, что позволяет использовать его как устройство для отопления и кондиционирования зданий, на что идет, в свою очередь, потребление электроэнергии.

В основном при установке тепловых насосов как основного источника теплоснабжения предусматривается использование их и для кондиционирования воздуха в помещениях. В этом случае в контур теплового насоса встраивается четырехходовой клапан и дополнительный дроссельный клапан.

Тепловой насос – это система, которая передает теплоту низкого потенциала на более высокий по-

тенциал за счет затраты энергии еще более высокого потенциала, т.е. происходит принудительный перенос теплоты от тел, менее нагретых, к телам, более нагретым. Теоретически такая возможность вытекает из обратного цикла Карно.

Работа теплового насоса характеризуется коэффициентом преобразования энергии (КПЭ) – это отношение количества теплоты, отданной потребителю, к количеству потребленной механической энергии. КПЭ увеличивается с увеличением отношения $T_{\text{мин}}/T_{\text{макс}}$, т.е. чем ближе температура низкотемпературного источника к необходимой температуре теплоносителя, тем больше эффективность применения теплового насоса.

Наиболее широкое распространение получили тепловые насосы малой объемной производительности для установок кондиционирования воздуха и теплоснабжения жилых и общественных зданий с поршневыми компрессорами, удовлетворяющие возрастающим требованиям к энергетической эффективности, простоте в эксплуатации. Изменение давления в таких компрессорах происходит при возвратно-поступательном движении поршня в цилиндрической камере сжатия.

Привод компрессора теплового насоса

Тепловой насос состоит из следующих основных элементов: испарителя 1, компрессора 2, конденсатора 3, дросселя 4, вентилятора 5 наружного, вентилятора внутреннего 6 (рис. 1).

Работает ТН следующим образом. Хладагент с температурой наружного воздуха через испаритель поступает в компрессор, где насыщенный пар хладо-



на сжимается по адиабате с повышением его температуры. Из компрессора пар поступает в конденсатор, где сначала охлаждается до температуры насыщения, а затем конденсируется. Выделяющаяся при этом теплота передается потребителю в помещении. Далее, при проходе через расширительный вентиль (дроссель), давление хладагента резко падает, что дает снижение температуры (она становится ниже, чем температура окружающей среды). Для нагнетания воздуха на испаритель и отбора теплоты с конденсатора используются вентиляторы 5, 6.

Двухцелевое использование теплонасосных установок (ТНУ) позволяет повысить их КПД: в осенне-зимне-весенний период ТНУ работает как отопительный прибор, использующий атмосферный воздух в качестве низкотемпературного источника, а летом обеспечивает охлаждение (кондиционирование) воздуха, подаваемого в помещении.

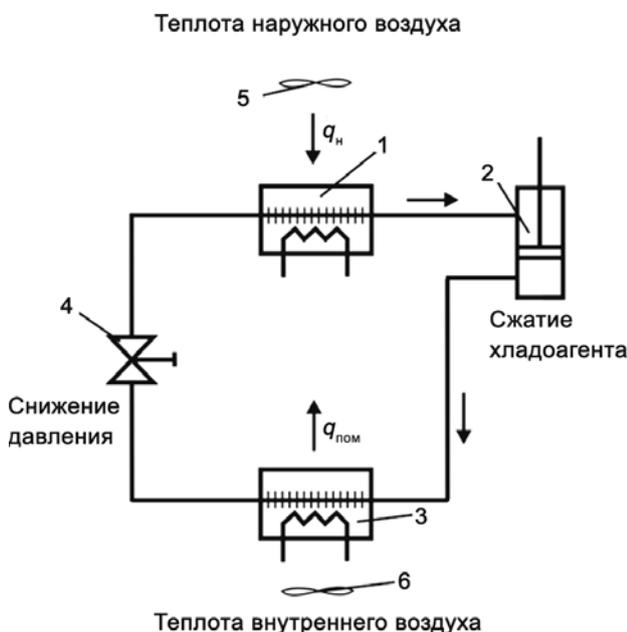


Рис. 1. Схема теплового насоса парокompрессионного типа:

- 1 – испаритель; 2 – компрессор; 3 – конденсатор;
- 4 – дроссель; 5 – наружный вентилятор, 6 – внутренний вентилятор

Fig. 1. Scheme of vapor compression heat pump type:

- 1 – evaporator; 2 – the compressor; 3 – the condenser;
- 4 – throttle; 5 – outdoor fan, 6 – indoor fan

В большинстве установленных в Европе отопительных тепловых насосов используют в качестве низкотемпературного источника наружный воздух, и в конструктивном исполнении схема будет более простая. С целью увеличения КПД ТНУ ведутся поиски по использованию более теплого низкотемпературного источника (вода из водоема, канализационные стоки, теплота грунта, чердачная установка испарителя).

Работа теплового насоса оценивается суммарным коэффициентом эффективности, включая экономическую. Ведутся исследования в области повышения экономической эффективности тепловых насосов, по обеспечению надежности и экологической целесообразности их использования для теплообеспечения зданий.

В период действия низких температур для теплообеспечения зданий тепловые насосы «воздух-воздух» рекомендуется использовать в качестве дублирующей отопительной системы, введенной к основному виду теплоснабжения. Но в таком варианте эффективность использования тепловых насосов снижается и коэффициент преобразования энергии будет на уровне 1,2-1,3. Чтобы поднять энергоотдачу теплового насоса, используют комбинированные теплонасосные установки, в частности, дополнительно используют солнечную энергию, при этом энергозатраты на привод компрессора будут на 20% меньше [1].

Гибридный ветродвигатель волнового типа

С помощью ветродвигателей волнового типа энергия потока ветра преобразуется в механическую энергию, которая может быть использована на привод насосов, вентиляторов или другого силового оборудования или преобразована непосредственно в электрическую [2, 3]. Ветровое крыло волнового ветродвигателя имеет прямоугольную форму, что дает возможность установить на нем фотоэлементы для дополнительного приема и последующего преобразования солнечной энергии [4]. Далее рассмотрим схему экологичной системы отопления и горячего водоснабжения с тепловым насосом с энергообеспечением от гибридного ветропреобразователя волнового типа.

Конструктивные особенности ветропреобразователей волнового типа позволяют осуществить привод поршневого компрессора теплового насоса при использовании низкопотенциального тепла наружного воздуха.

В теплонасосную систему включен комбинированный ветродвигатель волнового типа, установленный на крыше здания (рис. 2). На ветроприемной поверхности ветродвигателя, используемого в схеме с тепловым насосом, устанавливаются солнечные батареи, инвертируемая энергия от которых может дополнительно использоваться на привод компрессора. Устройство состоит из основания 1, к которому крепится труба 2, установленная на поверхность чердачного перекрытия 3 и закрепленная на крыше здания 4 с помощью растяжек 5 к углубленным креплениям 6.

К трубе крепится стойка 7 с шарниром 8. С шарниром соединено соединительное звено 9, выполненное удлиненным, через шарнир 10 опирающееся на пружину сжатия 11. К консольной части соединительного звена через шарнир 12 крепится ветроприемная поверхность 13, на середине которого уста-



новлен груз 14. К соединительному звену присоединена тяга 15, проходящая внутри трубы. К тяге присоединен шток 16 компрессора 17 теплового насоса, установленного на чердачной площадке 18. Компрессор соединен с ветропреобразовательной системой конденсатором 19 и через дроссель 20 с испарителем 21.

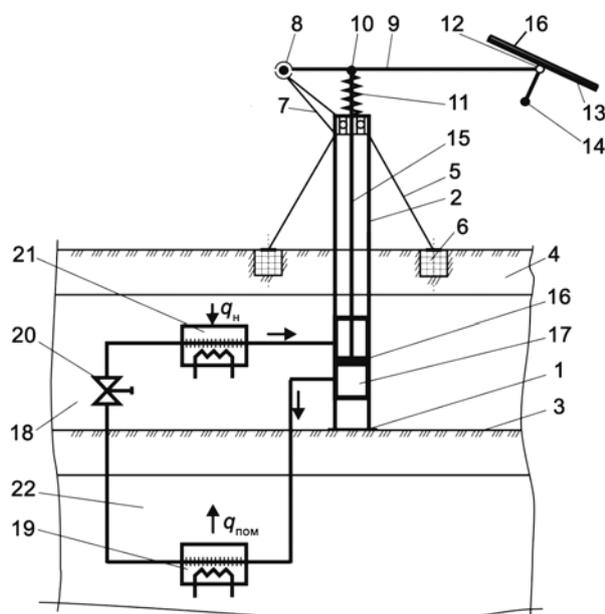


Рис. 2. Гибридный ветродвигатель волнового типа на приводе компрессора теплового насоса:

- 1 – основание; 2 – труба; 3 – чердачное перекрытие;
- 4 – крыша здания; 5 – растяжка; 6 – крепление;
- 7 – стойка; 8, 10, 12 – шарнир; 9 – соединительное звено;
- 11 – пружина; 13 – ветроприемная поверхность;
- 14 – груз; 15 – тяга; 16 – шток; 17 – компрессор;
- 18 – чердачная площадка; 19 – компрессор;
- 20 – дроссель; 21 – испаритель;
- 22 – отапливаемое помещение

Fig. 2. Combined wind turbine wave type on the drive steam compressor heat pump:

- 1 – base; 2 – trumpet; 3 – attic floors; 4 – the roof of the building;
- 5 – stretching; 6 – mounting; 7 – stand; 8, 10, 12 – the hinge;
- 9 – connecting link; 11 – spring; 13 – wind receiving surface;
- 14 – the goods; 15 – connecting rod; 16 – piston driver;
- 17 – the compressor; 18 – attic area; 19 – the compressor;
- 20 – throttle; 21 – evaporator; 22 – heated room

Устройство для получения энергии на привод компрессора теплового насоса работает следующим образом. Под действием ветрового потока крыло 13 выходит из состояния равновесия, происходит подъем крыла вверх. Вместе с ним поднимается соединительное звено 9, ход которого вверх ограничен пружиной сжатия 11. При остановке соединительного

звена 9 лопасть будет поворачиваться вокруг центра сопротивления, крыло 13 – перемещаться вниз под действием силы тяжести груза 14. Совместное действие с силой упругости пружины 11 крыло 13 будет опускаться вниз, цикл повторяется. Тяга 15, связанная с соединительным звеном 9, при этом совершает возвратно-поступательные движения, которые передаются на шток 16 компрессора 17 теплового насоса, т.е. механическое усилие от воздействия ветра на лопасть передается через соединительное звено 11 и тягу 15 на шток поршня компрессора 16.

Ветродвигатель создает равномерное возвратно-поступательное движение поршня компрессора. В компрессоре 16 за счет соединения штока поршня с тягой 15, приводимой в возвратно-поступательное движение ветродвигателем, насыщенный пар хладона сжимается по адиабате, становясь перегретым. Из компрессора 16 пар поступает в конденсатор 19, где сначала охлаждается до температуры насыщения, а затем конденсируется, при этом выделяющаяся теплота передается потребителю в помещение 22. Затем остывший хладон пропускается через дроссель 20 и далее на испаритель 21, при этом забирается более высокотемпературное чердачное тепло в качестве низкопотенциальной энергии теплового насоса.

Заключение

Благодаря применению гибридного ветродвигателя в разработанной отопительной теплонасосной системе создаются условия использования их для теплоэнергообеспечения зданий:

1. Конструктивные особенности ветродвигателя волнового типа, отличающие их от других ветродвигателей, заключающиеся в небольших вертикальных размерах, позволяют установить их на крыше здания.

2. Решение по установке ветродвигателя на привод теплового насоса создает более эффективные условия их эксплуатации за счет использования более равномерного воздушного потока, усиленного высотой здания.

3. Установленные фотоэлементы на ветроприемной поверхности гибридного ветродвигателя волнового типа позволяют получить дополнительно преобразуемую солнечную энергию.

4. Экологические преимущества волновых ветродвигателей на приводе компрессора теплонасосной установки исключают наличие шумов в строении.

5. Использование тепловым насосом в качестве низкопотенциального источника энергии воздуха чердачного помещения способствует повышению общего КПД теплонасосной системы.

Список литературы

1. Васильев Г.П., Хрустачев Л.В., Розин А.Г., Абуев И.М. и др. Руководство по применению тепловых насосов с использованием вторичных энергетических ресурсов и нетрадиционных возобновляемых источников энергии // Правительство Москвы Москомархитектура, ГУП «НИАЦ», 2001.
2. Патент РФ на изобретение № 2293212. Устройство для преобразования возобновляемой энергии / Стрекалов С.Д., Мишарев Г.М., Стрекалова Л.П., Тарасов А.Н. // Приоритет от 04 августа 2005 г.
3. Патент РФ на полезную модель № 115835. Устройство для преобразования возобновляемой энергии / Стрекалов С.Д., Сипливый Б.Н. // Приоритет №2011129743 от 18 июля 2011 г. Зарегистрирован 10.05.2012.
4. Стрекалов С.Д., Стрекалова Л.П., Пустовой Р.Н. Гибридный преобразователь возобновляемой энергии // Сельский механизатор. 2009. № 6. С. 8-9.

References

1. Vasil'ev G.P., Hrustačev L.V., Rozin A.G., Abuev I.M. i dr. Rukovodstvo po primeneniiu teplovyh nasosov s ispol'zovaniem vtoričnyh ènergetičeskikh resursov i netradicionnyh vozobnovlâemyh istočnikov ènergii // Pravitel'stvo Moskvvy Moskomarhitektura, GUP «NIAC», 2001.
2. Patent RF na izobretenie № 2293212. Ustrojstvo dlâ preobrazovaniâ vozobnovlâemoj ènergii / Strekalov S.D., Mišarev G.M., Strekalova L.P., Tarasov A.N. // Prioritet ot 04 avgusta 2005 g.
3. Patent RF na poleznuû model' № 115835. Ustrojstvo dlâ preobrazovaniâ vozobnovlâemoj ènergii / Strekalov S.D., Siplivij B.N. // Prioritet №2011129743 ot 18 iûlâ 2011 g. Zaregistrirovan 10.05.2012.
4. Strekalov S.D., Strekalova L.P., Pustovoj R.N. Gibridnyj preobrazovatel' vozobnovlâemoj ènergii // Sel'skij mehanizator. 2009. № 6. S. 8-9.

Транслитерация по ISO 9:1995

