

УДК 621.31.031;621.383

## **АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ВОЗДУХ-ВОДА**

*В.А. Гусаров<sup>1</sup>, В.В.Харченко<sup>1\*</sup>, А.О. Сычев<sup>1</sup>, С.А. Ракитов<sup>2</sup>, И.В. Юдаев<sup>2</sup>  
1-Всероссийский Институт Электрификации Сельского Хозяйства  
2-Волгоградский Государственный Аграрный Университет*

*Проведены испытания системы теплоснабжения жилого дома на основе теплового насоса (ТН) воздух-вода. Отработаны кинематическая схема и схема движения воздушных потоков в тепловом насосе, и в системе в целом. Разработаны и реализованы меры по оптимизации системы теплоснабжения здания и конструкции теплового насоса.*

***Система теплоснабжения, тепловой насос воздух-вода, низкопотенциальная теплота природной среды.***

В современной России активно развивается малоэтажное строительство. Для энергоснабжения зданий в этом случае перспективно использовать микросети на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). При этом теплоснабжение может быть организовано с помощью теплонасосных установок, использующих низкопотенциальную теплоту природной среды. Особенно перспективны такие системы для южных регионов страны. Наиболее доступными для основной части населения являются тепло-насосные системы «воздух-вода» и «воздух-воздух», поскольку кроме подключения самого аппарата к электросети и к системе отопления никакие другие монтажные работы не требуются.

**Цель исследований** – провести изучение режимов работы теплонасосной системы теплоснабжения жилого дома на базе теплового насоса воздух-вода.

**Результаты исследований.** Проведены испытания теплонасосной системы «воздух-вода», предназначенной для теплоснабжения жилого дома, в котором однорежимные тепловые насосы были подключены к стандартной радиаторной системе отопления, устанавливались параллельно другим источникам тепла (электрическому котлу, твёрдотопливному котлу и т.д.) или вместо этих источников. Использовался тепловой насос THDTR600/R, производства компании Air Source Heat Pump (КНР).

Испытания проводились в период с ноября 2011г. по июль 2012 г. По результатам испытаний отработана кинематическая схема и схема движения воздушных потоков, как в самом тепловом насосе, так и вне его.

Однорежимные тепловые насосы типа «воздух – вода» подключались по вышеописанной схеме, а двухрежимные подключались непосредственно к при подключении двухрежимных ТН вместо радиаторов отопления применялись фэн-койлы.

Из присутствующих на российском рынке приборов по стоимости, простоте монтажа, неприхотливости и способности адаптироваться к российским сетям, можно выделить тепловые насосы, производимые компаниями КНР, которые по качеству исполнения и дизайну практически не уступают европейским, являясь, по сути, их копиями. Внешний вид теплового насоса воздух-вода типа THDTR600/R, производства компании Air Source Heat Pump (КНР) представлен на рисунке 1.

Установлено, что технические параметры, заявленные изготовителем, не соответствуют параметрам, полученным при испытаниях.



**Рис. 1. Тепловой насос «воздух – вода» типа THDTR600/R**

Экспериментальные параметры теплового насоса THDTR600/R приведены ниже: мощность нагрева-10200Вт; мощность охлаждения 7400Вт; электрическая мощность нагрева 2850Вт; электрическая мощность охлаждения 2150Вт.

По результатам исследования работы аппарата была определена более эффективная схема движения воздушных потоков через тепловой насос.

Схема теплоснабжения исследуемого объекта была выполнена без использования бойлера – аккумулятора, в связи с этим циклы нагрева и охлаждения системы отопления были непродолжительными по времени. Например 16 апреля 2012года, при температуре окружающей среды + 8°C, они составляли: 22 минуты нагрев и 28 минут охлаждение. На приёмные жалюзи и отводящие решётки устанавливались ртутные термометры, изображённые на рисунке 2. В начале нагрева показания термометров составляли: на приёмной решётке + 8°C, на отводящей решётке + 2°C. Через 4 минуты после начала нагрева температура изменилась до параметров: на приёмной решётке +6,5°C, на отводящей решётке +0,5°C. Далее эти показания не изменялись до конца цикла нагрева.

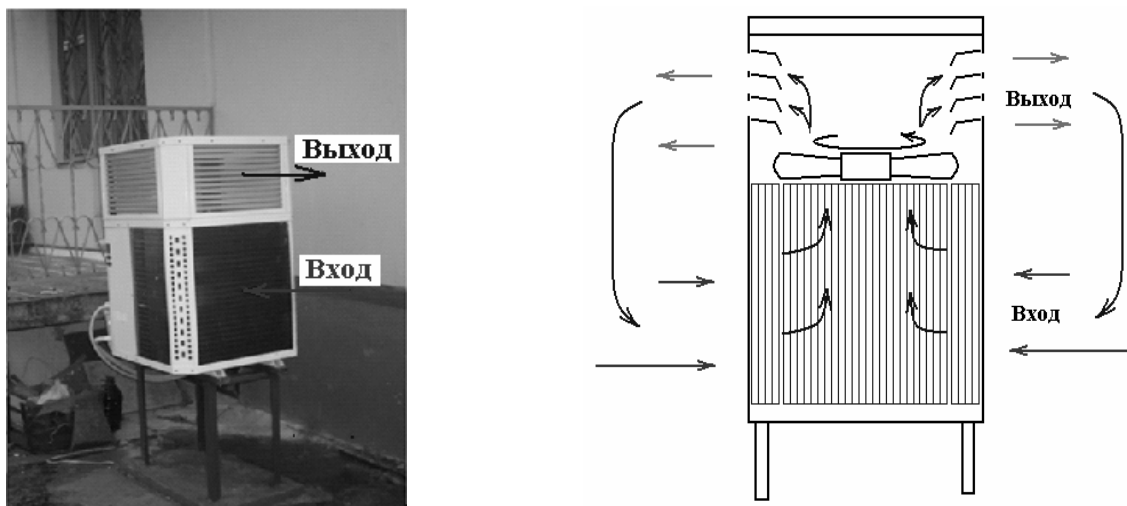


**Рис. 2. Измерение температуры входящего и выходящего воздушных потоков теплового насоса THDTR600/R**

По результатам исследования направления движения входящего и выходящего воздушных потоков определена схема их движения.

Было определено, что изменение температуры входного и выходного воздушных потоков связано с тем, что выходной поток, имеющий температуру на  $6^{\circ}\text{C}$  ниже входного, по конструкции теплонасоса выходит из решётки, расположенной выше входного потока, и попадая в свободное пространство, как более тяжёлый, опускается вниз и смешивается с входным потоком (рис. 3).

Эта конструктивная особенность приводит к снижению температуры используемой воздушной массы на 1,5 ниже температуры окружающей среды и, соответственно, увеличению продолжительности цикла нагрева, т.е. к потере КПД.



**Рис.3. Схема движения воздушных потоков теплового насоса THDTR600/R**

Для определения реальных параметров машины, были внесены конструктивные изменения, т.е. снаружи теплонасоса были установлены

экраны, которыми воздушные потоки были разведены по направлению. После изменений конструкции испытания были проведены повторно.

При разводе входящего и выходящего воздушных потоков и постоянной температуре входящего потока  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$  цикл нагрева составил 20 минут, цикл охлаждения не изменился. За сутки количество циклов «нагрев – охлаждение» изменилось с 28,8 до 30. Суточное время нагрева уменьшилось с 633 до 600 минут. Реальная суточная экономия времени работы составила 33 минуты ( $1,57\text{кВт}\cdot\text{ч}$  в сутки).

После установки нового вентилятора, создающего обратное движение воздушной массы, в августе 2013 года исследования по определению производительности и реального КПД установки продолжились. Новая схема движения воздушной массы через ТН приведена на рисунке 4.

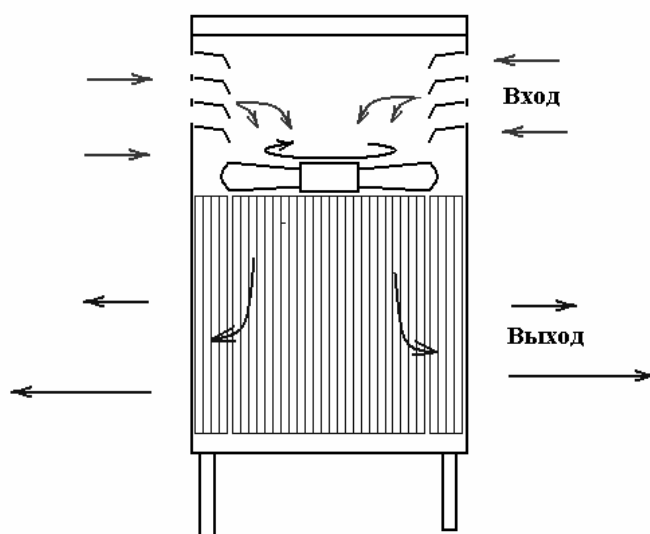


Рис. 4. Схема движения воздушного потока после внесения изменений в конструкцию теплонасоса

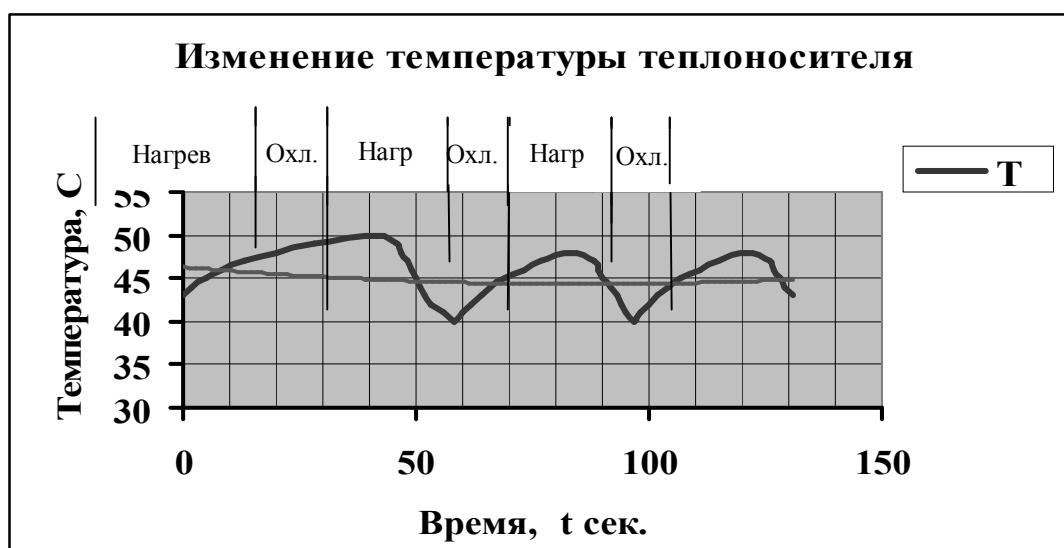


Рис. 5. График изменения температуры теплоносителя

Исследование по оценке изменения температуры теплоносителя во времени были начаты 31 августа 2013 года в 23 ч. 00 мин. и продолжались до 1 ч. 11 мин. 1 сентября 2013 г. Во время первого цикла нагрева, после достижения температуры теплоносителя на входе в ТН 43°C, температура в исследуемом сельском доме составляла 17,5°C, температура на улице 17°C. За время проведения эксперимента (2 ч. 11 мин.) температура на улице понизилась до 15°C. Был установлен следующий режим работы ТН: первый цикл – включение нагрева при  $t = 43^\circ\text{C}$ , отключение при  $t = 50^\circ\text{C}$ , последующие два цикла – включение нагрева при  $t = 43^\circ\text{C}$ , отключение при  $t = 48^\circ\text{C}$ . Подключенная тепловая нагрузка состояла из 8 конвекторов установленной мощности 1 кВт и 2 конвекторов установленной мощностью 0,5 кВт. В соответствии с графиком предприятия-изготовителя конвекторов, мощность тепловой нагрузки при средней температуре 45°C (линия тренда на рис. 5) составила 4,2 кВт·ч. По последнему замеру показаний прибора учёта электроэнергии проведённому с 7 ч 00 мин до 8 ч 00 мин. 1 сентября 2013 г., было установлено, что её расход составил 1,8 кВт·ч. Цикличность нагрева и охлаждения: продолжительность нагрева – 22 мин., продолжительность охлаждения – 11 мин. Внутренняя температура воздуха в сельском доме составила 23,6°C. На основании полученных данных величина коэффициента преобразования ТН была определена равной 377%.

При сравнении результатов исследований проведённых в ноябре 2011 – июле 2012 годов с результатами последнего исследования, установлено, что время нагрева теплоносителя в обоих случаях составлял 22 минуты, тогда как время охлаждения 16 апреля 2012 года составило 28 минут, а 1 сентября, при более высокой наружной температуре, составило 11 минут. Объясняется это тем, что в апреле 2012 года температура воздуха в доме составляла 24°C, поэтому теплоноситель в системе отопления остывал медленнее.

### **Выводы**

Применение теплонасосных установок, «воздух – вода» в сочетании с организацией надлежащей теплозащиты дома может обеспечить надежное теплоснабжение жилых и социальных объектов в южных регионах страны, а в сочетании с дополнительным источником тепловой энергии пригоден для использования и в Центральной зоне России.