

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕПЛОТЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОТОКА В ТЕПЛОНАСОСНОЙ СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКОГО ДОМА

В.В. Харченко, доктор технических наук

*А.О. Сычёв, аспирант**

*Всероссийский научно-исследовательский институт
электрификации сельского хозяйства, г. Москва*

Рассмотрен способ отбора низкопотенциальной теплоты от водотока на основе специального речного теплообменника. Описано экспериментальную установку. Проанализировано влияние регулирования расхода теплоносителя в низкотемпературном контуре на характеристики установки при использовании теплового насоса с частотно-регулируемым компрессором.

Тепловой насос, низкопотенциальная теплота, речной теплообменник вода-рассол, частотно-регулируемый компрессор.

В настоящее время большинство индивидуальных теплонасосных установок (ТНУ), обеспечивающих отопление и горячее водоснабжение жилых домов, включают в себя тепловой насос (ТН) типа воздух-воздух, воздух-вода или вода-вода (рассол-рассол) и используют в качестве источников низкопотенциальной теплоты (НПТ) окружающий воздух, грунт или грунтовые воды. Доля индивидуальных тепловых насосов, использующих низкопотенциальную теплоту поверхностных вод, в общем числе теплонасосных установок на сегодняшний день невелика. Однако это направление имеет определённые перспективы. Основным преимуществом таких схем перед грунтовыми тепловыми насосами являются более низкие капитальные вложения. Кроме того, помимо природных водных сред существует множество относительно тёплых водоёмов и водотоков, несущих в себе геотермальную или бросовую антропогенную теплоту, при использовании которой в теплонасосных установках можно значительно сократить затраты на теплоснабжение.

Нами была рассмотрена возможность использования низкопотенциальной теплоты поверхностных водотоков в системах теплоснабжения на основе тепловых насосов. Такой подход, то есть использование теплоты именно водотоков, представляется частным случаем более общей проблемы использования теплоты поверхностных вод в теплонасосных системах теплоснабжения. Однако в известных нам работах отдельно эта тема не рассматривается, несмотря на очевидную перспективность применения такого подхода на практике.

* Науковий керівник – доктор технічних наук, професор В.В. Харченко.

© В.В. Харченко, А.О. Сычёв, 2014

Цель исследований – анализ возможности использования низкопотенциальной теплоты поверхностного водотока в теплонасосной системе теплоснабжения сельского дома

Материалы и методика исследований. Для организации отбора теплоты от водоёмов применяют схему, подобную используемой в грунтовых ТНУ, когда теплота отбирается пластиковой трубой большой длины, по которой протекает теплоноситель, только в данном случае трубу укладывают не в грунт, а на дно водоёма [4]. Такая схема, очевидно, оправдана при отборе теплоты из стоячего водоёма. Для случая же водотока можно предложить альтернативные, более эффективные схемы отбора теплоты (рис. 1), в которых движение воды в русле используется для интенсификации теплообменных процессов, что позволяет выполнить систему отбора теплоты более компактной (что может играть решающую роль, особенно в условиях малых водотоков), простой в монтаже и экономически более оправданной.

Нами был выбран теплообменник в виде змеевика из гладких неоребрённых труб, располагающийся в русле водотока в зоне наибольшей скорости течения.

Для того, чтобы проверить на практике работу предлагаемой системы отбора теплоты от водотока, провести необходимые эксперименты, измерения и найти оптимальные конструкционные решения была смонтирована экспериментальная установка.

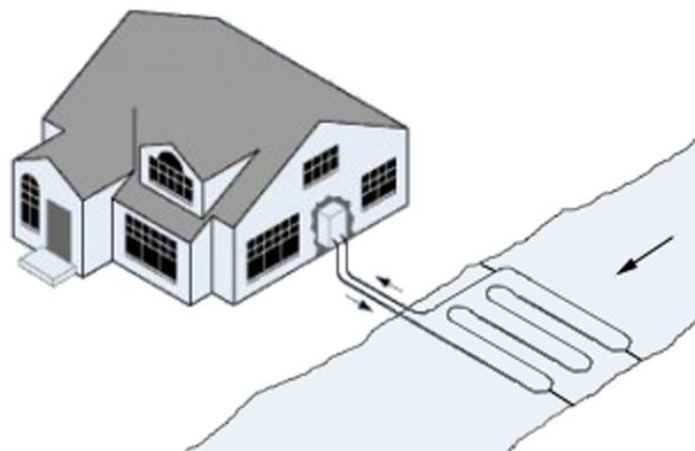


Рис. 1. Отбор низкопотенциальной теплоты от водотока с помощью речного теплообменника

Установка представляет собой теплонасосную систему отопления и кондиционирования жилого дома типа вода-воздух теплопроизводительность 5...7 кВт. Система отбора теплоты смонтирована на специально выбранном незамерзающем водотоке. Расчётный коэффициент производительности (coefficient of performance – COP) в холодное время года – 3,5...4,0. В качестве основы при изготовлении системы были использованы элементы серийно-выпускаемого кондиционера (сплит-система воздух-воздух).

Принципиальная схема установки приведена на рис. 2. Помимо использования специального речного теплообменника эту эксперименталь-

ную установку отличает ещё несколько технических решений, которые обычно не используются в классических теплонасосных системах, но которые дают определённые преимущества и также служат предметами исследования. К таким решениям, например, относятся:

- использование частотно-регулируемого компрессора и циркуляционного насоса низкотемпературного контура;
- непосредственный нагрев внутреннего воздуха в теплообменнике-конденсаторе теплового насоса без применения промежуточных контуров и замкнутая вентиляционная система для распределения тёплого воздуха по дому;
- возможность подключения к системе дополнительных источников низкопотенциальной теплоты.

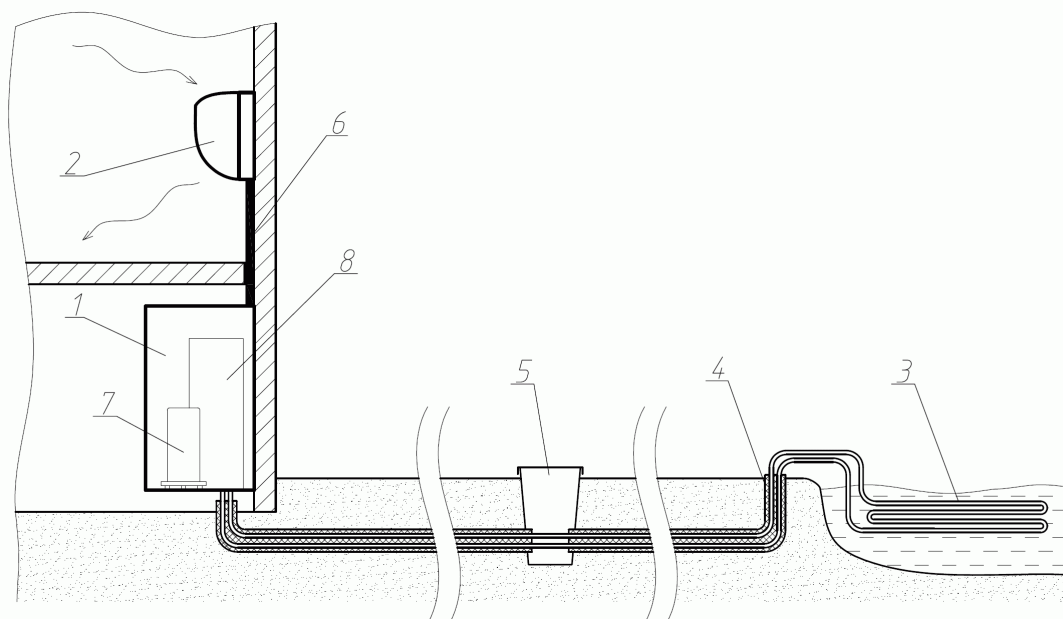


Рис. 2. Принципиальная схема экспериментальной установки:

1 – внешний блок ТН; 2 – внутренний блок ТН; 3 – теплообменник вода-рассол; 4 – утеплённый подземный трубопровод; 5 – инспекционный колодец, точка подключения дополнительных источников НПТ; 6 – фреоновый провод; 7 – компрессор ТН; 8 – теплообменник рассол-фреон

Для рассматриваемой схемы эффективность теплового насоса зависит от таких параметров, как размеры и конфигурация речного теплообменника, тип и удельный расход теплоносителя и других. При этом на суммарный COP всей установки влияет также мощность, затрачиваемая на циркуляцию теплоносителя.

Для оценки параметров ТНУ и определения путей повышения эффективности ТН была разработана расчётная программа в среде MathCAD, которая по введённым исходным данным позволяет делать расчёт одновременно для множества значений длины и диаметра труб змеевика и расхода теплоносителя, и выдавать результаты в виде таблиц и графиков, по которым можно легко определить оптимальную конфигурацию для

каждого конкретного случая. Расчетная схема базируется на основных положениях теории тепломассообмена в теплообменных аппаратах [1, 2].

При проектировании системы расчетная программа была использована для оптимизации речного теплообменника и низкотемпературного контура в целом [3]. Эти расчёты позволили найти оптимальный баланс между размерами теплообменника, затратами на циркуляцию теплоносителя и коэффициентом преобразования установки. Кроме того, по составленной методике можно рассчитать низкотемпературный контур для пока ещё малораспространённого типа тепловых насосов – с частотно-регулируемым компрессором. Основное преимущество данных тепловых насосов – более высокий COP в режиме неполной мощности, а именно в таком режиме – 20...50 % от полной мощности – такие ТН работают основную часть времени. В этих установках желательно использовать также регулируемый циркуляционный насос (ЦН).

При использовании частотно-регулируемых компрессора и циркуляционного насоса низкотемпературного контура значение оптимального расхода теплоносителя будет зависеть от режима работы установки. В режиме малой мощности желательно, чтобы ЦН также уменьшал производительность, иначе он будет потреблять избыточное количество электроэнергии, уменьшая суммарный COP. Результатом вычислений для такого случая является зависимость оптимальной частоты вращения ЦН от режима работы ТН (частоты вращения компрессора).

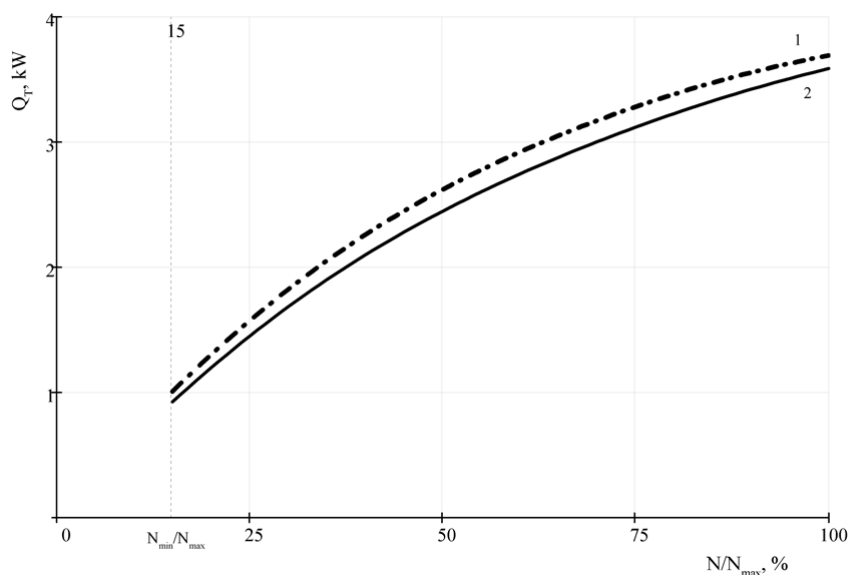


Рис. 3. Теплопроизводительность ТНУ при максимальном (1) и оптимальном (2) расходе теплоносителя в зависимости от режима работы

Результаты исследований. Ниже приведены сравнительные характеристики теплового насоса с частотно-регулируемым компрессором для случаев регулируемого и нерегулируемого ЦН. Как видно из первого графика (рис. 3), при работе ЦН по найденной зависимости несколько снижается теплопроизводительность установки (при необходимости этого можно избежать включением ЦН на полную мощность), но при этом сум-

марное потребление электроэнергии снижается ещё сильнее. В результате, как видно из второго графика (рис. 4), значение коэффициента преобразования возрастает в режимах малой мощности, что позволяет в данном случае экономить на отоплении в год до 8 % электроэнергии по сравнению с использованием нерегулируемого ЦН в сочетании с частотно-регулируемым компрессором. Но в то же время расчёты показали, что можно использовать и нерегулируемый ЦН. При точном подборе его производительности потери получаются в пределах 3 %, хотя при этом несколько снижается максимальная теплопроизводительность ТНУ.

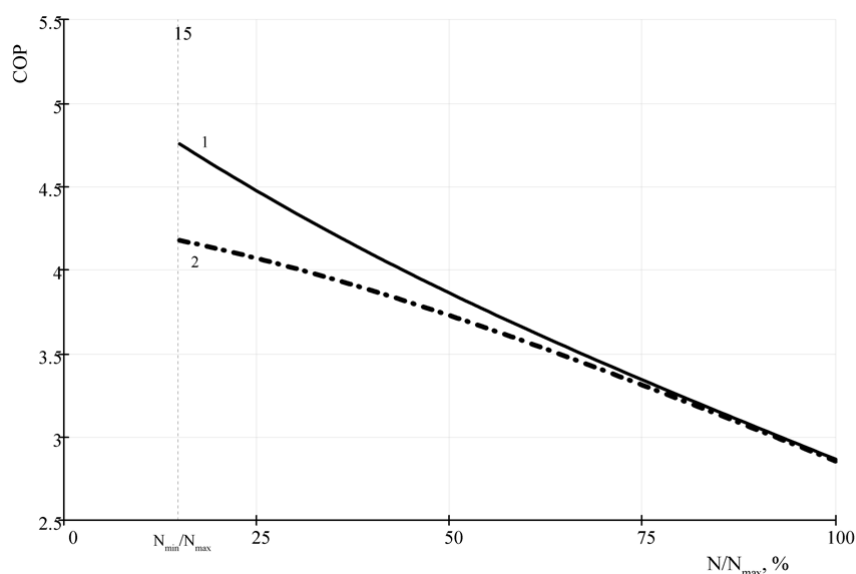


Рис. 4. COP ТНУ при оптимальном (1) и максимальном (2) расходе теплоносителя в зависимости от режима работы

Выводы

Для теплоснабжения сельского дома предлагается использовать теплонасосную систему на основе низкопотенциальной теплоты водотока с компактным открытым речным теплообменником вода-рассол в ее составе.

Разработана расчётная программа, позволяющая оперативно определять оптимальные параметры низкотемпературного контура для заданных условий.

Показана эффективность регулирования расхода теплоносителя в контуре теплового насоса с использованием частотно-регулируемого привода компрессора.

Список литературы

1. Теория тепломассообмена / [Исаев С.И., Кожин И.А., Кофанов В.И. и др.]; под ред. А.И. Леонтьева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1997. – 683 с.
2. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных двигателей и комбинированных установок / В.Л. Иванов, А.И. Леонтьев, Э.А. Манушин, М.И. Осипов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. – 591 с.

3. Харченко В.В. Оптимизация низкотемпературного контура теплонасосной установки на основе теплоты поверхностных вод / В.В. Харченко, А.О. Сычёв. // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – №7. – С. 31–36.

4. Kiran Tota-Maharaj, Piotr Grabowiecki, Akintunde Babatunde, Prasad Devi Tumula. Constructed wetlands incorporating surface water heat pumps (SWHPS) for concentrated urban stormwater runoff treatment and reuse // Proceedings of Sixteenth International Water Technology Conference (IWTC-2012). – Istanbul, Turkey, 2012.

Розглянуто спосіб відбору низкопотенціальної теплоти від водотоку на основі спеціального річкового теплообмінника. Описано експериментальну установку. Проаналізовано вплив регулювання витрати теплоносія в низькотемпературному контурі на характеристики установки при використанні теплового насоса з частотно-регульованим компресором.

Тепловий насос, низькопотенційна теплота, річковий теплообмінник вода-розсіл, частотно-регульований компресор.

The way of extraction of low-grade heat from a surface watercourse on basis of the special river heat exchanger is under consideration. Experimental installation is described. The influence of flow regulation in the low-temperature circuit on the properties of the system using a heat pump with variable-speed capacity controlled compressor is considered.

Water-source heat pump, low-grade heat, river water-brine heat exchanger, variable-speed capacity controlled compressor.

УДК 697.7

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ ДВОХ ВАРІАНТІВ КОМПОЗУВАННЯ ГЕЛІОУСТАНОВОК

В.В. Козирський, доктор технічних наук

Л.В. Мартинюк, аспірантка*

Національний університет біоресурсів

і природокористування України

Йоанна Алєкшеюк, аспірантка**

Варшавський університет наук про життя

Наведено результати техніко-економічного порівняння геліоустановок з двома типами сонячних колекторів плоского та вакуумного з точки зору ефективності їх роботи та терміну окупності.

*Науковий керівник – доктор технічних наук, професор В.В. Козирський

**Науковий керівник – доктор технічних наук, професор Анджей Хоховські

© В.В. Козирський, Л.В. Мартинюк, Й. Алєкшеюк, 2014