

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОНАСОСНОЙ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ДОМА

Недбайло А.Н.¹ (докладчик), Божко И.К.¹,
Буляндра А.Ф.², Ляшенко Н.Є.¹

¹ – *Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев;
ул. Булаховского, 2, к. 101; тел. +38044242527;*

e-mail: nan_sashulya@ukr.net; bozhkoik@gmail.com

² – *Национальный университет пищевых технологий, г. Киев;
ул. Владимирская, 68, к. А-415, тел. +380442877644.*

Цель работы.

Приведено расчетное обоснование целесообразности внедрения энергоэффективной теплонасосной системы теплоснабжения на объектах нового строительства и при термомодернизации уже построенных зданий различных типов и назначения.

Объектом экспериментальных исследований является теплонасосная система теплоснабжения энергоэффективного дома [1], упрощенно состоящая из грунтового и отопительного контуров, а также промежуточного контура, связывающего тепловой насос и бак-аккумулятор теплоты.

Результаты.

Энергоэффективный дом представляет собой трехэтажное сооружение с цокольным этажом, расположенное на территории Института технической теплофизики НАН Украины в г. Киеве с отапливаемой площадью 306 м² и расчетным удельным энергопотреблением на отопление и горячее водоснабжение приблизительно 14,8 кВт·час/(м²·год). Тепловой насос (ТН) при этом имеет номинальную мощность 6,1 кВт [2].

Грунтовый контур состоит из горизонтального грунтового коллектора - группы подключенных параллельно многоходовых и змеевиковых теплообменников, выполненных из полиэтиленовых труб 40х3,2 мм и 32х2 мм, которые располагаются рядом с домом на глубине 2,2 м. Площадка их месторасположения имеет площадь около 180 м². Теплоносителем в грунтовом контуре является 30%-й водный раствор пропиленгликоля.

Промежуточный контур выполнен из полипропиленовой трубы 40х6,7 мм с заполнением его подготовленной водой. Бак-аккумулятор предназначен для гидравлической развязки контуров источников и потребителей теплоты. Он представляет собой теплоизолированную цилиндрическую емкость объемом 300 л со змеевиковыми теплообменниками внутри.

Отопительный контур состоит из совокупности, подключенных параллельно, отопительных систем, которая включает в себя водяные теплые полы различной конфигурации (включая, т.н. капиллярный), змеевики в простенках дома, а также водо-воздушные отопительные

приборы (фанкойлы). Теплоносителем в них является подготовленная вода.

Циркуляция теплоносителей в каждом из вышеописанных контуров осуществляется насосами с возможностью регулирования их напорно-расходных характеристик. Почасовые измерения на протяжении суток в каждом из контуров количества теплоты, объема теплоносителя, а также значений его температуры в подающем и обратном трубопроводах проводились тепловыми счетчиками Sharky 773 (опционально каждые 10 мин). Для дальнейшего анализа проводился пересчет тепловой мощности и объемного расхода с учетом зависимости теплофизических свойств теплоносителя от изменения его температуры.

Проведенный расчет коэффициента трансформации теплоты для теплового насоса (COP – Coefficient of performance) в режиме его постоянной полной нагрузки исходя из баланса количества переданной теплоты

$$\text{COP} = Q_1 / (Q_1 - Q_2) = 5,90 / (5,90 - 4,42) = 3,98;$$

где Q_1 – среднесуточное значение тепловой мощности контура ТН-бак, кВт;

Q_2 – среднесуточное значение тепловой мощности контура ГТО, кВт.

Выводы.

Проведенный краткий анализ эксплуатации теплового насоса в номинальном режиме показал его высокую энергетическую эффективность благодаря использованию в качестве источника низкопотенциальной теплоты грунтового массива, а в качестве потребителей – низкотемпературные отопительные системы.

Перечень ссылок

1. Басок Б.И. Технические аспекты системы энергообеспечения пассивного дома / Б.И. Басок, А.Н. Недбайло, И.К. Божко, М.В. Ткаченко // Энергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2016. – Випуск 8. – С. 3 – 9.
2. Божко И.К. Экспериментальные исследования теплонасосной системы теплоснабжения с использованием грунтового коллектора / И.К. Божко, А.Н. Недбайло, М.В. Ткаченко // Энергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2016. – Випуск 8. – С. 29 – 34.

ENERGY INDICATORS OF OPERATION THE HEAT PUMPING SYSTEM HEATING OF THE ENERGY EFFICIENT HOUSE

Nedbailo A.¹ (Rapporteur), Bozhko I.¹, Bulyandra A.², Lyashenko N.¹

1 – Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Bulakhovskogo str., 2, bldg. 2, of. 101, Kyiv, 03164, Ukraine, tel.

+38044242527; e-mail: nan_sashulya@ukr.net; bozhkoik@gmail.com

2 – National University of Food Technologies, Volodymyrska str., 68, of. A-415, Kyiv, 01601, Ukraine, tel. +380442877644.

Objective.

The calculation justification of the feasibility of introducing an energy efficient heat pump system for heat supply at new construction sites and thermomodernization of buildings of various types and purposes that have already been built is given.

The object of experimental research is the heat pump system of heat supply to an energy efficient house [1], simplified consisting of a ground and heating circuit, as well as an intermediate circuit that connects the heat pump and the storage battery of heat.

Results.

The energy efficient house is a three-storey building with a basement floor located on the territory of the Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine in Kiev with a heated area of 306 m² and estimated specific energy consumption for heating and hot water supply of approximately 14.8 kW/(m²·year). The heat pump (HP) has a nominal power of 6.1 kW [2].

The ground contour consists of a horizontal ground collector - a group of parallel multi-pass and coiled heat exchangers (GTE), made of polyethylene pipes 40x3,2 mm and 32x2 mm, which are located next to the house at a depth of 2.2 m. The site of their location has an area of about 180 m². The coolant in the ground loop is a 30% aqueous solution of propylene glycol.

The intermediate loop is made of polypropylene pipe 40x6,7 mm with filling it with prepared water. Battery-accumulator is designed for hydraulic isolation of source circuits and heat consumers. It is a thermally insulated cylindrical tank of 300 liters capacity with coil heat exchangers inside.

The heating circuit consists of a set connected in parallel, heating systems, which includes water-heated floors of various configurations (including, so-called capillary), coils in the piers of the house, and also water-air heating devices (fan coils). The coolant in them is prepared water.

Circulation of heat carriers in each of the above circuits is carried out by pumps with the possibility of regulating their flow-rate characteristics. Hourly measurements over the course of a day in each of the circuits of the amount of heat, the volume of the heat carrier, as well as the values of its temperature in the supply and return pipelines were carried out by heat meters Sharky 773 (optionally every 10 minutes). For further analysis, the thermal power and

volumetric flow were recalculated taking into account the dependence of the thermophysical properties of the coolant on its temperature change.

The calculation of the heat transfer coefficient for the heat pump (COP – Coefficient Of Performance) in the constant full load mode based on the balance of the amount of heat transferred

$$\text{COP} = Q_1 / (Q_1 - Q_2) = 5,90 / (5,90 - 4,42) = 3,98;$$

where Q_1 – the daily average value of the thermal power of the circuit, HP-tank, kW;

Q_2 – the daily average value of the heat output of the GTE circuit, kW.

Conclusions.

The brief analysis of the operation of the heat pump in the nominal mode showed its high energy efficiency due to the use of a low-grade heat of the ground mass as a source of low-potential heat, and low-temperature heating systems as consumers.

List of references

1. Басок Б.И. Технические аспекты системы энергообеспечения пассивного дома / Б.И. Басок, А.Н. Недбайло, И.К. Божко, М.В. Ткаченко // Энергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2016. – Випуск 8. – С. 3 – 9.
2. Божко И.К. Экспериментальные исследования теплонасосной системы теплоснабжения с использованием грунтового коллектора / И.К. Божко, А.Н. Недбайло, М.В. Ткаченко // Энергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2016. – Випуск 8. – С. 29 – 34.