

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Т.В. ЩУРОВСКАЯ¹, Е.Н. ЗАБОЛОЦКАЯ², А.А. КЛИМКО³

¹ – старший преподаватель кафедры «Экономика, организация строительства и управление недвижимостью»

² – студент специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства»

³ – студент специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства»

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Перед лицом перспективы стопроцентной оплаты коммунальных услуг населением для домовладельца становится важным устройство наиболее выгодной системы отопления. В работе мы: 1) исследовали использование тепловых насосов в системе отопления и сравнили их с водяной и воздушной системами отопления; 2) на примере конкретного жилого дома рассчитали совокупные затраты для каждой из систем; 3) на основании полученных результатов сделали выводы об эффективности применения различных систем отопления.

Ключевые слова: тепловые насосы, система отопления, совокупные затраты, отопительные приборы, воздуховод, воздухонагреватель, газовая печь, фильтр, термостат, рециркуляция, эффективность.

THE USE OF HEAT PUMPS IN THE HEATING SYSTEM OF INDIVIDUAL RESIDENTIAL HOUSES

T.V. SCHUROVSKAYA¹, L.N. ZABALOTSKAYA², A.A. KLIMKO³

¹ Senior lecturer of the Department «Economics, Construction Organization and Real Estate Management»

² student of the specialty 1-27 01 01 "Economics and organization of production"

³ student of the specialty 1-27 01 01 "Economics and organization of production"

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

In the face of the prospect of hundred-percent payment of utility bills by the population, for the homeowner it becomes important to design the most profitable heating system. In our work, we: 1) investigated the use of heat pumps in a heating system and compared it with water and air heating systems; 2) using the example of a concrete residential building, the total costs for each of the systems were calculated; 3) based on the results obtained, conclusions were drawn on the effectiveness of the use of various heating systems.

Keywords: heat pumps, heating system, total costs, heating devices, duct, air heater, gas stove, filter, thermostat, recirculation, efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

Недра Земли дают нам бесплатное тепло. Благодаря своей конструкции тепловой насос помогает использовать тепло земли и увеличивать его в несколько раз. Принцип работы геотермального отопления аналогичен принципу работы холодильника или кондиционера. Основным элементом, с помощью которого отапливается дом, является тепловой насос. Он представляет собой устройство, выкачивающее тепло из земли. Данная система состоит из двух контуров – внутреннего и внешнего, которые соединены между собой тепловым насосом. Внутренний контур представлен в виде традиционной системы отопления жилых помещений: тёплые полы, радиаторы и т.д. Внешний – теплообменник, который монтируется под землей. В нем циркулирует незамерзающая жидкость. Эта жидкость принимает на себя температуру грунта и уже прогретая поступает в геотермальный (тепловой) насос, который передает тепловую энергию внутреннему контуру, обеспечивающему дом теплотой [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С 1 января 2019 года вступили в действие новые тарифы на энергоносители для населения.

Теперь, при наличии отдельного прибора индивидуального учета расхода электрической энергии и отсутствии централизованного тепло- и газоснабжения дома, электроэнергия, потребляемая электрическим котлом или тепловым насосом, может оплачиваться по самому низкому тарифу – 0,0335 руб./кВт*ч.

Рассчитаем совокупные затраты на отопление жилого дома с помощью теплового насоса за один отопительный сезон и сравним полученные результаты с затратами при использовании систем водяного и воздушного отоплений, рассчитанными в предыдущей работе [2].

Рассмотрим систему отопления с использованием теплового насоса на примере частного двухэтажного жилого дома в а/г Раков по ул. Янки Купалы, 29, площадью 150 м². Допустим расчётная тепловая нагрузка на отопление составляет 12 кВт (поддержание в доме температуры +20°C при минимальной температуре наружного воздуха -24°C). За один отопительный сезон продолжительностью 202 дня дому с такой тепловой нагрузкой потребуется в сумме 21 тыс кВт теплоты для работы системы отопления.

При среднем коэффициенте преобразования теплового насоса COP = 4, на производство все тех же 21 тыс. кВт теплоты на обогрев дома тепловому насосу потребуется затратить всего 5,25 тыс. кВт*ч электрической энергии. С использованием нового тарифа 0,0335 руб./кВт*ч за отопительный сезон придется заплатить 176 руб., то есть 27 руб. в среднем в месяц.

Приведенные годовые эксплуатационные затраты рассчитываем по формуле $C' = C * \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n}$, где

- C' – приведенные годовые эксплуатационные затраты, руб.;
- C – годовые эксплуатационные затраты, руб.;
- i – ставка рефинансирования Национального банка Республики Беларусь, %; (9,5% на 15.11.2019)
- n – срок службы системы, лет (определяется нормативными сроками использования оборудования и обычно ограничивается 10-ю годами)

$$C' = 176 * \frac{(1+0,095)^{10} - 1}{0,095 * (1+0,095)^{10}} = 1108,8 \text{ руб.}$$

Затраты на монтаж системы отопления с тепловым геотермальным насосом NIBE F1245 PC «под ключ» для дома площадью 150 м² приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Затраты на проектирование, покупку и установку системы отопления с тепловым геотермальным насосом NIBE F1245 PC «под ключ» для дома площадью 150 м²

Наименование	Стоимость, €
Геотермальный тепловой насос 6кВт	5200
Бурение скважины под тепловой насос, 1 скважина 120 метров	1911
Буферная емкость 100л	260
Трубопровод ПЭ, наконечники зонда	440
Комплект обвязки системы (трубопроводы, запорная арматура, крепеж)	693
Теплоноситель (антифриз)	358
Монтаж топочной с тепловым насосом	701
Земляные работы (экскаватор, ручн.)	527
Итого	10090

Источник: ЧТУП «Битерм Трейдинг»

10 090 € = 27303,54 бел. руб (11030,9 \$) – по курсу на 11.04.2020 г.

10 090 € = 23623,7 бел. руб (11249,38 \$) – по курсу на 20.12.2019 г.

Таблица 2 – Результаты сравнения различных систем отопления по методу совокупных затрат

Наименование затрат	Система отопления с помощью теплового насоса	Система воздушного отопления	Система водяного отопления
Единовременные капитальные вложения, К, бел руб.	23623,70	23769,00	25400,00
Годовые эксплуатационные затраты, С, бел руб.	176,00	156,25	168,27
Приведенные годовые эксплуатационные затраты, С', бел руб.	1108,80	964,044	1038,20

Совокупные затраты, 3, руб.	24908,50	24733,04	26438,20
-----------------------------	----------	----------	----------

Источник: собственная разработка авторов [2]

ВЫВОДЫ

Таким образом, единовременные капитальные вложения на монтаж системы отопления с помощью теплового насоса ниже на 0,6% по сравнению с системой воздушного отопления и на 7% по сравнению с системой водяного отопления, что связано с относительно невысокой стоимостью всего комплекса работ по установке теплового геотермального насоса. Годовые эксплуатационные затраты выше на 12,64% в отличие от системы воздушного отопления и 4,59% – водяного отопления. Данное превышение обусловлено использованием электроэнергии при системе с тепловым насосом и газа при нагревании газового котла в воздушном и водяном отоплении. Несмотря на то, что тарифы на электроэнергию ниже, чем на газ, расход электроэнергии больше. Отопление с использованием тепловых насосов является перспективным источником потребления электроэнергии в связи с запуском БелАЭС [4].

В свою очередь приведенные эксплуатационные затраты системы отопления с тепловым насосом будут выше на 15% в сравнении с системой воздушного отопления и на 6,8% в сравнении с системой водяного отопления. Совокупные затраты в свою очередь будут превышать систему воздушного отопления на 0,71% и ниже системы водяного отопления на 5,79% [3]. В качестве достоинства системы отопления с помощью теплового насоса можно отметить, что она является более экологически чистым методом отопления и кондиционирования. Во время работы отсутствуют вредные выбросы в окружающую среду CO, CO₂, NO_x, SO₂, PbO₂, оказывающие вредное воздействие на организм человека и природу. В сравнении с газовым котлом при установке теплового насоса отсутствует согласование проектной документации и монтажных работ с контролирующими органами, а также в дальнейшем не требуется обязательное регламентированное сервисное обслуживание [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник статей МНПК «Экономика строительного комплекса и городского хозяйства», Минск 3-6 декабря, БНТУ, Минск, 2019. – 351 с.
2. Расчет совокупных затрат для различных вариантов теплоснабжения. - [Электронный ресурс] – Электронный доступ. – Режим доступа: effbuild.by/publications/download/0/286/ - Дата доступа: 08.04.2020.
3. Ковалев М.М. Будущее белорусской энергетики на фоне глобальных трендов / Ковалев М.М., Кузнецов А.С. – Минск: БГУ, 2018. – 224 с.
4. Выбор системы отопления. Затраты на различные его виды. - [Электронный ресурс] - Доступ: <https://bivalent.ru/vybor-sistemy-otopleniya/> - Дата доступа: 13.04.2020
5. Голубова О.С. Оценка экономических показателей для инженерных систем и рекомендации относительно тарифной политики. / Отчет ПРООН/ГЭФ Проект № 00077154 "Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь". Минск, 2017.
6. Щуровская Т.В., Розова Ю.Е., Шкурко Д.О Материалы 73-й студенческой научно-технической конференции «Актуальные проблемы экономики строительства». / «Выбор варианта теплоснабжения на основании совокупных затрат». Минск 2017 – Стр. 124-127.
7. Григорьева Н.А. Анализ влияния тарифов на экономическую эффективность систем, обеспечивающих повышение энергоэффективности жилых зданий. Проект № 00077154 "Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь". Минск, 2017. Материалы 73-й студенческой научно-технической конференции «Актуальные проблемы экономики строительства», Минск 2017
8. Щуровская Т.В. Материалы международной научно-технической конференции «Инновации в бетоноведении, строительном производстве и подготовке инженерных кадров». «Формирование совокупных затрат для различных вариантов теплоснабжения жилого фонда», 9-10 июня 2016 г –с. 145-150.

9. Тепловой насос - отопление теплом воздуха и земли - [Электронный ресурс]- Доступ: <https://www.viessmann.by/be/zilye-zdania/teplovye-nasosy.html> - Дата доступа: 10.04.2020.
10. Тепловой насос становится самым экологичным вариантом отопления вашего дома – [Электронный ресурс] - Доступ: <http://energeo.by/news/teplovoj-nasos-stanovitsya-samym-ekonomichnym-variantom-otopleniya-vashego-doma/> Дата доступа: 11.04.2020.

REFERENCES

1. Collection of articles of MNPК “Economics of the building complex and urban economy”, Minsk December 3-6, BNTU, Minsk, 2019. - 351 p.
2. Calculation of total costs for various heat supply options. - [Electronic resource] - Electronic access. - Access mode: effbuild.by/publications/download/0/286/ - Access date: 08.04.2020.
3. Kovalev M.M. The future of Belarusian energy against the backdrop of global trends / Kovalev M.M., Kuznetsov A.S. - Minsk: BSU, 2018 .– 224 p.
4. The choice of heating system. The costs of its various types. - [Electronic resource] - Access: <https://bivalent.ru/vybor-sistemy-otopleniya/> - Access date: 13.04.2020
5. Golubova O.S. Evaluation of economic indicators for engineering systems and recommendations regarding tariff policy. / UNDP / GEF Report Project No. 00077154 "Improving the Energy Efficiency of Residential Buildings in the Republic of Belarus". Minsk, 2017.
6. Schurovskaya TV, Rozova Yu.E., Shkurko D.O. Materials of the 73rd student scientific and technical conference "Actual problems of the construction economy." / "Choosing a heat supply option based on total costs." Minsk 2017 -. P. 124-127.
7. Grigoryeva N.A. Analysis of the impact of tariffs on the economic efficiency of systems providing increased energy efficiency of residential buildings. Project No. 00077154 "Improving the energy efficiency of residential buildings in the Republic of Belarus". Minsk, 2017. Materials of the 73rd student scientific-technical conference "Actual problems of the construction economy", Minsk, 2017

8. Schurovskaya T.V. Materials of the international scientific and technical conference "Innovations in concrete science, construction production and training of engineering personnel". "Formation of total costs for various options for heat supply of housing stock", June 9-10, 2016, p. 145-150.
9. Heat pump - heating by air and ground heat - [Electronic resource] - Access: <https://www.viessmann.by/be/zilye-zdania/teplovyenasosy.html> - Date of access: 10.04.2020.
10. The heat pump becomes the most environmentally friendly option for heating your home - [Electronic resource] - Access: <http://energeo.by/news/teplovoj-nasos-stanovitsya-samym-ekonomichnym-variantom-otopleniya-vashego-doma/> Date of access Pa: 11.04.2020.