



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 338.001.36

**АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В ЗАГОРОДНОМ ДОМЕ**

**ANALYSIS OF TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF HEAT SUPPLY
SOURCES IN THE COTTAGE**

Титов Никита Денисович, студент Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (190005 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д.1), e67114@voenmeh.ru

Титова Алена Валерьевна, студент Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (190005 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д.1), e67115@voenmeh.ru

Лифарев Даниил Романович, студент Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (190005 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д.1), e67109@voenmeh.ru

Филатов Дмитрий Романович, студент Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова (190005 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. 1-я Красноармейская, д.1), e67118@voenmeh.ru

Nikita D. Titov, student of the Baltic State Technical University «VOENMEH» named after D.F. Ustinov (1, 1-st Krasnoarmeiskaya street, Saint-Petersburg, 190005 Russia), e67114@voenmeh.ru

Alena V. Titova, student of the Baltic State Technical University «VOENMEH» named after D.F. Ustinov (1, 1-st Krasnoarmeiskaya street, Saint-Petersburg, 190005 Russia), e67115@voenmeh.ru

Daniil R. Lifarev, student of the Baltic State Technical University «VOENMEH» named after D.F. Ustinov (1, 1-st Krasnoarmeiskaya street, Saint-Petersburg, 190005 Russia), e67109@voenmeh.ru

Dmitriy R. Filatov, student of the Baltic State Technical University «VOENMEH» named after D.F. Ustinov (1, 1-st Krasnoarmeiskaya street, Saint-Petersburg, 190005 Russia), e67118@voenmeh.ru

Аннотация. В статье проводится анализ стоимости различных источников отопления для загородного дома в Московской области. В результате обосновано применение экологичного, безопасного и экономически эффективного теплового насоса грунтового типа для теплоснабжения для дома в Московской области.

Abstract. The article analyzes the cost of various heating sources for a cottage in the Moscow region. As a result, the use of an eco-friendly, safe and cost-effective ground-type heat pump for heat supply for a house in the Moscow region is justified.

Ключевые слова: источники отопления, источники теплоснабжения, тепловой насос, экономический эффект, технико-экономические показатели, энергоэффективность.

Keywords: heating sources, heat supply sources, heat pump, economic effect, technical and economic indicators, energy efficiency.

Энергосберегающие системы теплоснабжения с использованием теплонасосных установок получают всё большее распространение во всём мире, в том числе и в России.

Тепловой насос – это устройство, которое используется для передачи тепла из одного места в другое. Его можно использовать как для отопления, так и для охлаждения жилых или производственных помещений. [1]

Среди основных преимуществ тепловых насосов в загородном строительстве перед другими энергоисточниками можно выделить следующие:

1. Экономичность. Тепловые насосы являются более экономичными в сравнении с другими источниками электроэнергии. Для работы сжатия хладагента в компрессоре тепловой насос потребляет электрическую энергию, но потребление этой энергии относительно получаемой тепловой невелико. Инновации в сфере тепловых насосов позволили передавать в три или четыре раза больше тепловой энергии в виде тепла, чем они потребляют в электрической энергии для выполнения этой работы. В среднем 60-75% потребностей теплоснабжения тепловой насос обеспечивает бесплатно [2].

2. Повсеместность применения. Источник низкопотенциального тепла, используемый для работы теплового насоса, можно обнаружить практически везде. В особенности это касается таких источников как земля и воздух, которые способны выполнять функции отопления бесперебойно и не зависимо от погодных условий. Даже отсутствие нужных 2-3 кВт электрической мощности не создают проблем для использования теплового насоса.

3. Экологичность. Одним из преимуществ системы отопления с геотермальным тепловым насосом является ее экологичность. Поскольку это возобновляемая энергия, она оказывает меньшее воздействие на окружающую среду. Он не выделяет CO₂ в атмосферу, что подтверждает экологичность их использования [3].

4. Универсальность. Тепловой насос может работать в обратном направлении, что означает, что он может отводить тепло из вашего дома, когда температуру необходимо снизить, так же, как кондиционер.

5. Безопасность. Тепловые насосы безопаснее, чем системы отопления на основе сжигания. Они безопасны в эксплуатации, а поскольку они полагаются на электричество и не нуждаются в сжигании топлива для выработки тепла, они имеют меньше проблем с безопасностью по сравнению со своими аналогами [4].

6. Долгосрочная эксплуатация установки. Современные агрегаты в настоящее время служат около 20-25 лет, прежде чем их потребуется заменить. Их срок

службы может варьироваться в зависимости от модели и производителя, и хотя наличие контракта на техническое обслуживание может помочь продлить их эффективность и продолжительность жизни, они не являются строго необходимыми. По сравнению с другими типами отопления тепловые насосы являются явными победителями с точки зрения их долговечности.

7. Высокая эффективность. Эффективный способ их работы означает, что эксплуатационные расходы тепловых насосов значительно меньше, чем у других традиционных форм отопления. Средний тепловой насос имеет рейтинг эффективности 300%, в то время как газовые котлы имеют средний рейтинг эффективности около 90% [5].

Ниже перечислены некоторые недостатки, которые следует учитывать при выборе теплового насоса:

- высокая первоначальная стоимость;
- трудности с монтажом.

Объектом для внедрения теплового насоса в качестве источника отопления является загородный дом, расположенной в Московской области, поселок «Большое Петровское».

Наиболее подходящим выбором источника низкопотенциального тепла для работы теплового насоса, на наш взгляд, является грунт. Так как влажный грунт Московской области обладает высокими теплоаккумулирующими свойствами, температура в зимний период будет приемлемой для эффективной работы теплового насоса.

Произведем расчет затрат на отопления с использованием теплового насоса с грунтовым теплообменником.

Полные затраты на отопление тепловым насосом рассчитываются по формуле:

$$P_{от} = \frac{Q_{от}^{год}}{\mu} \cdot C_{ээ},$$

где $P_{от}$ – годовые затраты на отопление, руб; $Q_{от}^{год}$ – расход тепловой энергии за год, кВт·ч; $C_{ээ}$ – стоимость электрической энергии, за 2022 год; μ - коэффициент преобразования для грунтового теплообменника.

Стоимость электрической энергии ($C_{ээ}$) в Московской области на 2022 год составляет 4,15 руб./кВт.

Для выбранного теплового насоса средний коэффициент преобразования (μ) за весь отопительный период равен 2,69.

Расход тепловой энергии за год рассчитывается по формуле:

$$Q_{от}^{год} = \frac{Q_{пр} \cdot 24 \cdot ГСОП}{t_{в} - t_{нар}}$$

где $Q_{пр}$ – тепловые потери выбранного здания; ГСОП – градусо-сутки отопительного периода; $t_{в}$ – температура внутреннего воздуха, $t_{нар}$ – температура наружного воздуха.

Тепловые потери выбранного здания ($Q_{пр}$) площадью 204 м² составляют 9510 Вт.

Необходимая температура внутреннего воздуха ($t_{в}$) равна 22 градусам. Температура наружного воздуха ($t_{нар}$) составляет -26 градусов согласно СНиП 23-01-99 Строительная климатология.

Градусо-сутки отопительного периода рассчитываются по формуле:

$$ГСОП = (t_{в} - t_{от}) \cdot z_{от},$$

где $t_{от}$ – средняя температура отопительного периода, °С; $z_{от}$ – продолжительность отопительного периода, сутки.

Получаем:

$$ГСОП = (22 - (-0,5)) \cdot 213 = 4792 \text{ } ^\circ\text{С} \cdot \text{сут.}$$

Получаем расход тепловой энергии:

$$Q_{от}^{год} = \frac{9,51 \cdot 24 \cdot 4792}{22 - (-26)} = 22785 \text{ кВт ч/год}$$

Таким образом получаем полные затраты на отопление тепловым насосом:

$$P_{от} = \frac{22785}{2,69} \cdot 4,15 = 35,151 \text{ тыс. руб/год}$$

Произведем анализ с альтернативными источниками отопления и сравнение этих характеристик отобразим в таблице 1.

Таблица 1 – Годовые затраты на отопление при разном виде топлива для данного дома

Вид топлива	Теплотворная способность	КПД отопительного агрегата	Количество топлива за год	Средняя цена за ед. за 2022г.	Затраты за год, тыс.руб
Газ природный	9,3 кВт/м3	0,8	3062м3	6,78р/м3	20,760
Топливные брикеты (древесные)	4,7 кВт/кг	0,8	6059кг	14р/кг	84,826
Электричество	1 кВт/кВт	0,98	22785	4,15	96,487

На основании таблицы построим диаграмму затрат на отопление разными видами топлива (рисунок 1).

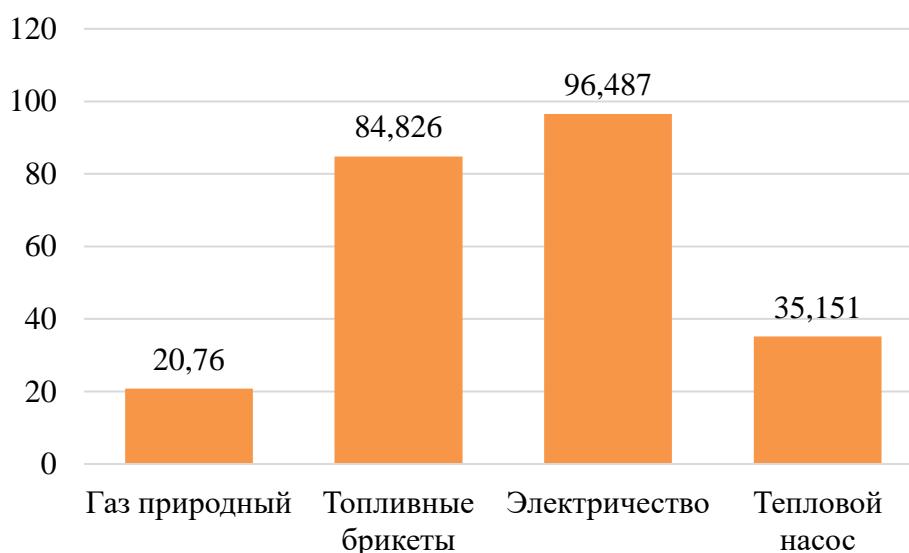


Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма затрат разными видами топлива, тыс.руб.

Как следует из представленной диаграммы наименее затратным видом топлива является природный газ. В условиях же отсутствия газификации населенного пункта самым выгодным видом отопления будет тепловой насос с грунтовым теплообменником. Как альтернативу тепловому насосу можно рассматривать котел на базе тепловых брикетов, однако, при таком виде топлива переплата в год составит 49,675 тыс. рублей по сравнению с затратами на отопление тепловым насосом. В сравнении с электричеством переплата за годовое отопление будет 61,336 тыс. рублей.

Таким образом, тепловые насосы дешевле в эксплуатации, чем системы, основанные на сжигании топлива. Проведенные расчеты и анализ показывают энергетическую и экономическую эффективность использования тепловых насосов в Московской области. Отсюда следует, что тепловые насосы являются перспективным видом для отопления загородного дома в Московской области.

Литература

1. Токменинов К. А., Широченко В. А. Перспективы и эффективность использования тепловых насосов // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2010. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-effektivnost-ispolzovaniya-teplovyyh-nasosov> (дата обращения: 12.07.2022).
2. Никитин А.А., Крылов В.А., Рябова Т.В., Василенок А.В. Экономические и экологические аспекты использования геотермальных технологий в народном хозяйстве // Экономика и экологический менеджмент. – 2015. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-i-ekologicheskie-aspekty-ispolzovaniya-geotermalnyh-tehnologiy-v-narodnom-hozyaystve> (дата обращения: 14.07.2022).
3. Сравнение эффективности теплового насоса и электрического котла для теплоснабжения коттеджа [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018007141> (дата обращения: 14.07.2022).
4. Jürgen Bonin. Heat Pump Planning Handbook / translated from the German by Joanna Scudamore-Trezek. С.326. [Jürgen Bonin. Handbuch Wärmepumpen. Beuth Verlag GmbH. 2012.]
5. Протасевич А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : учебное пособие / А.М. Протасевич. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2021. — 286 с.

References

1. Tokmeninov K.A., Shirochenko V.A. Prospects and efficiency of using heat pumps // Bulletin of the Belarusian-Russian University. – 2010. – No.2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-effektivnost-ispolzovaniya-teplovyyh-nasosov> (date of access: 12.07.2022).

2. Nikitin A.A., Krylov V.A., Riabova T.V., Vasilenok A.V. Economic and environmental aspects of the use of geothermal technologies in the national economy // Economics and Environmental Management. – 2015. – No. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskie-i-ekologicheskie-aspekty-ispolzovaniya-geotermalnyh-tehnologiy-v-narodnom-hozyaystve> (date of access: 14.07.2022).
3. Comparison of the efficiency of a heat pump and an electric boiler for heating a cottage [Electronic resource]. URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018007141> (date of access: 14.07.2022).
4. Jürgen Bonin. Heat Pump Planning Handbook / translated from the German by Joanna Scudamore-Trezek. С.326. [Jürgen Bonin. Handbuch Wärmepumpen. Beuth Verlag GmbH. 2018.]
5. Protaskevich A.M. Energy saving in heat and gas supply, ventilation and air conditioning systems : textbook / A.M. Protasevich. – Minsk : New Knowledge ; Moscow : INFRA-M, 2021. — 286 p.

© Титов Н.Д., Титова А.В., Лифарев Д.Р., Филатов Д.Р. 2022 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник», номер 3/2022.

Для цитирования: Титов Н.Д., Титова А.В., Лифарев Д.Р., Филатов Д.Р. АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В ЗАГОРОДНОМ ДОМЕ Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник», номер 3/2022.