

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЖИЛОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Легких Б.М., канд. техн. наук, доцент, Езерский Д.С.  
Оренбургский государственный университет

Эффективное использование тепловой энергии является одной из главных задач в области строительства. Научный и технический прогресс создает совершенные технологии, которые являются более производительными, экологически безвредными, безопасными, потребляют меньшее количество экономических и энергетических ресурсов. В результате, всё большую популярность начали набирать нетрадиционные возобновляемые источники энергии.

На сегодняшний день в Оренбургском регионе получили развитие ветровая и солнечная энергетики. Одним из возобновляемых источников является низкопотенциальная тепловая энергия Земли (геотермальная энергия), которая реализуется с помощью тепловых насосов. Такие теплонасосные системы могут использоваться в сооружениях различного назначения, не зависят от места застройки и могут работать для удовлетворения любых потребностей, требующих нагревания жидкого теплоносителя или его охлаждения.

В общем случае, теплонасосная система может работать в режимах теплоснабжения и хладоснабжения. Принцип работы таких систем основывается на свойствах Земли аккумулировать энергию Солнца и излучать радиогенное тепло из земных недр. Из-за этих двух факторов температура грунта, на отметке около 20 м, имеет постоянную температуру 10°C независимо от сезонных колебаний температуры наружного воздуха [1,2]. Задача теплового насоса заключается в поглощении тепловой энергии грунта и её передачи на внутренний контур через теплообменник. Таким образом, нет необходимости полностью нагревать теплоноситель, а все энергозатраты уходят только на работу насосов и при необходимости, догрев воды.

В настоящее время в России прослеживается увеличение количества зданий, переходящих на индивидуальное отопление, самым распространенным из которых является газовое поквартирное отопление. Несмотря на дешевизну газа и простоту монтажа таких систем, они не являются безопасными, а выбросы дымоходных труб вредят экологии.

Для обоснования эффективности и экономичности тепловых насосов, в сравнении с газовыми котлами, предлагается рассмотреть реализацию технологий, монтажные, закупочные, эксплуатационные затраты на отопление жилого здания и рассчитать срок окупаемости такой системы. Как показывает опыт применения тепловых насосов с использованием теплоты грунтов, для отопления многоэтажных, многоквартирных домов необходимо бурение значительного количества скважин, что экономически нецелесообразно [3].

Проведен теплотехнический расчет 9-этажного одноподъездного здания объемом 12400 м<sup>3</sup>, расположенного на берегу р. Урал (г. Оренбург) при отопи-

тельном периоде 215 суток. С целью повышения комфортности пребывания человека в помещении применена система панельно-лучистого отопления теплыми полами. Данная технология позволяет снизить температуру теплоносителя до 30-45°C. На основании теплотехнического расчета теплопотери здания составили 248 кВт [3].

По полученным данным было подобрано следующее оборудование: в качестве геотермального теплового насоса был принят комплект оборудования марки CW-230 мощностью 280,9 кВт. Для получения необходимой величины теплоснабжения с использованием в качестве топлива природного газа выбран котел ROSSEN на 250 кВт.

В целях достижения большей экономии, внешний контур теплового насоса был размещен в р. Урал. Контур смонтирован методом двойного змеевика в горизонтальной плоскости на дне реки, на глубине 5 м. Температура реки в отопительный период на такой глубине почти постоянна (3°C). С учетом этого, в качестве хладагента был подобран фреон R-600a, с температурой кипения при создаваемом давлении в контуре 3°C. Для сокращения времени работы теплового насоса и продления его эксплуатационных возможностей установлен бак-аккумулятор. С его помощью можно сократить время работы теплового насоса в 2 – 3 раза. Газовый котел ROSSEN соединяется с газовой магистралью.

Экономический расчет показал, что расходы на энергоноситель за отопительный период в геотермальных системах уменьшаются почти в 2 раза (данные представлены в таблице 1).

Таблица 1 – Расходы на энергоноситель за отопительный период

Оборудование	Энергоноситель	Тариф на энергоносителя в г. Оренбург	Затраты на отопительный период, руб.	Экономия, руб.
Тепловой насос CW-230	Электроэнергия (ночной тариф)	2,02 руб./кВт . ч	374540,32	374691,7
Газовый котел ROSSEN	Газ (магистральный)	4,098 руб./м3	749232	–

С учетом капитальных затрат, включающих в себя стоимость оборудования, запорно-регулирующей арматуры, дополнительного оборудования, проектных и монтажных работ, получены примерная сметная стоимость реализации каждой из систем и затраты на их эксплуатацию. Данные представлены в таблице 2

Таблица 2 – Капитальные и эксплуатационные затраты на отопительные системы

Оборудование	Стоимость оборудования, руб.	Стоимость монтажных работ, руб.	Эксплуатационные затраты, руб./отоп. сез.	Общая стоимость затрат, руб.
Тепловой насос CW-230	2711094	3642000	63530,94	6416624,94
Газовый котел ROSSEN	230709	70000	52007,09	310716,09

Из таблицы 2 видно, что большим недостатком геотермальных систем являются большие капитальные затраты, как на само оборудование, так и монтажные работы. Но, несмотря на это, такие системы являются крайне эффективными и экономичными, а срок их эксплуатации может быть от 50 лет и более. В системах газового отопления, полная смена оборудования происходит каждые 10-25 лет (в зависимости от марки и производителя), а большая часть эксплуатационных затрат уходит на очистку дымоходных труб.

На основании всех полученных технико-экономических расходов можно определить, какая из систем является наиболее экономически выгодной. На рисунке 1 представлены полные затраченные средства на обе системы, включая установку и смену оборудования в течение 30 лет.

В результате экономического анализа было выявлено, что геотермальная система отопления в сравнении с газовой системой окупится в течение 17 лет. С учётом срока эксплуатации таких систем и самих жилых зданий, можно сделать вывод, что, несмотря на огромные начальные затраты, по истечении 17 лет затраты на теплоснабжение становятся незначительными, по сравнению с газовыми системами, а также не оказывают пагубного влияния на экологию жилого комплекса.

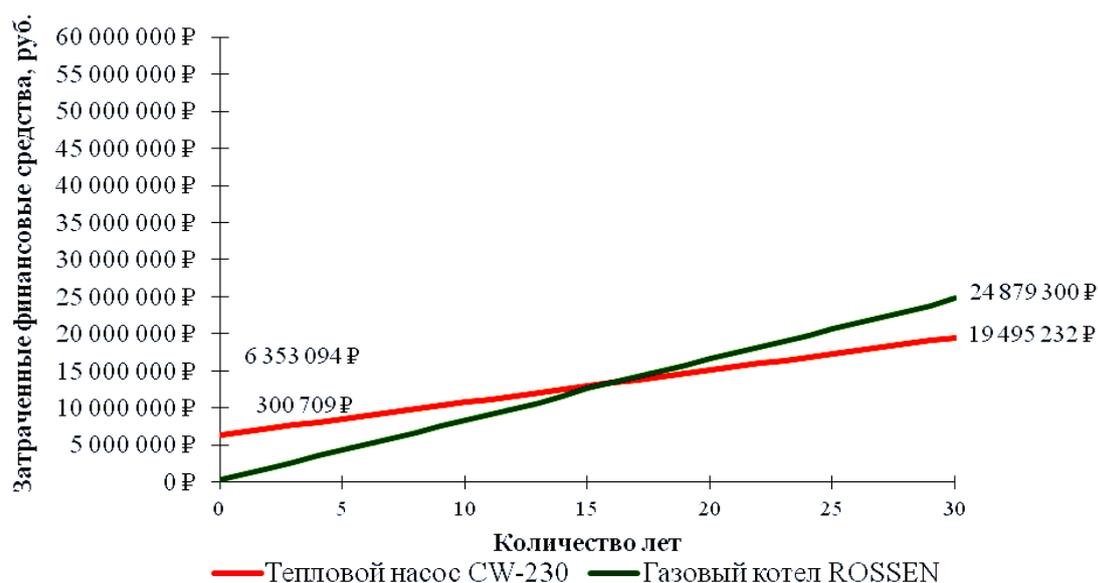


Рисунок 1 – График финансовых затрат

#### Список литературы

1. UPONOR Системы внутреннего климата. Геотермальные системы / разработчик и изготовитель UPONOR. – Москва, 2014. – 12 с.
2. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев земли. – Москва, 2006. – 10 с.
3. Геотермальное теплоснабжение индивидуального домостроения в городе Оренбург // Молодой ученый. — Казань, 2017. — №21.1. — С. 145-147.
4. МДК-4-05.2004. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения; Введ. 12.08.2003. – Москва, 2003 – 53 с.
5. ВСН 56-87. Геотермальное теплохладоснабжение жилых и общественных зданий и сооружений. Нормы проектирования; Введ. 07.01.1988. – Москва, 1987 – 76 с.
6. СП 131.13330.2012. Строительная климатология (актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*). – Взамен СНиП 23-01-99\*; Введ. 01.01.2013. – Москва, 2012 – 108 с.
7. СП 60.13330.2012. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (актуализированная редакция СНиП 41-01-2003). – Взамен СНиП 41-01-2003; Введ. 01.01.2013. – Москва, 2012 – 67 с.
8. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий (актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85\*). – Взамен СНиП 2.04.01-85\*; Введ. 01.01.2013. – Москва, 2012 – 61 с.