

Применение установки получения геотермальной энергии для отопления частных домов с целью развития зелёной энергетики

М.А. Сафин, Г.Ф. Идрисова

Казанский государственный энергетический университет, Казань

Аннотация: Статья посвящена использованию возобновляемых источников энергии, а именно геотермальной энергии для отопления домов. Исследованы способы установки, преимущества и недостатки геотермального отопления. Проведен сравнительный анализ стоимости 1 МДж тепла, полученного от различных источников энергии, и доказана экономичность использования тепловых насосов для отопления зданий. Отмечено, что в связи с глобальной проблемой выбросов парниковых газов, данное решение является актуальным и первостепенным для достижения углеродной нейтральности. Внедрение геотермальных способов отопления может стать огромным шагом в зелёную энергетику.

Ключевые слова: система, температура, геотермальное отопление, тепловой насос, компрессор, испаритель, конденсатор, углеродный след, экология, зелёная энергетика.

Глобальное потепление на сегодняшний день - огромная проблема человечества, требующая немедленного и эффективного решения. Согласно Парижскому соглашению по климату, направленному на существенное сокращение глобальных выбросов парниковых газов, Россия по интенсивному сценарию сократит выбросы на 36% к 2030 г., а к 2050 г. сократит выбросы на 48%, до 1,6 млрд тонн CO₂-эквивалента [1]. Углеродная нейтральность (нулевые нетто-выбросы парниковых газов) будет достигнута к 2100 году. Таким образом, Россия внесет свой важнейший вклад в ограничение роста температуры поверхности Земли до 1,5 градуса Цельсия при совокупном сокращении 90 миллиардов тонн эквивалента углекислого газа к 2050 году. Это трудоёмкая и всеобъемлющая цель, но достижимая. Глобальный подход к снижению углеродного следа энергетического сектора – это полный переход на возобновляемые источники энергии [2]. В данной статье в качестве альтернативного источника предлагается использование геотермальной энергии.

Геотермальное отопление - перспективный вариант отопления, в основе которого лежит использование такого природного ресурса, как тепло земли, которое является неисчерпаемым [3]. Принцип работы геотермального отопления заключается в сборе тепла из воды или почвы и дальнейшей его передачи в систему отопления здания. Поверхность земли при этом выполняет в летнее время функцию кондиционера, а в зимнее – источника отопления [4].

Способы установки могут быть различными. Контур может представлять собой горизонтальный коллектор или вертикальный зонд. Для прокладки труб горизонтального теплообменника необходимо копать специальные траншеи ниже уровня промерзания грунта во избежание кристаллизации циркулирующей жидкости. Также горизонтальный теплообменник занимает значительную часть ландшафта дома. Например, для обогрева дома площадью около 250 кв.м. необходима территория для установки контура примерно в 600 кв.м. Этот вид размещения достаточно трудоёмок и предполагает большой объём земельных работ, из-за чего применяется реже. Также следует отметить, что в городских условиях размещение такой громоздкой установки исключено. Существует метод, где геотермальный контур и фреоновый распределительный коллектор смонтированы на дне водоёма, а система труб проведена в дом [5]. Для этого способа размещения должны быть соблюдены определенные требования, в частности, отапливаемое здание должно быть расположено в 100 метрах от водохранилища. Кроме того, дно водоема не должно промерзать при низких температурах наружного воздуха. Несмотря на относительную дешевизну и небольшую площадь размещения, равное примерно 200 кв.м., такой метод практически не встречается. Более эффективным решением будет вертикально пробуренная скважина, так как она компактна, долговечна и подойдет даже для небольших земельных участков [6]. Этот тип

теплообменника требует бурения скважин глубиной от 70 до 200 метров. Для такой глубины требуется специальное оборудование, и тут обнаруживается недостаток данной схемы – её высокая стоимость. В данной статье был использован вертикальный зонд.

Рассматриваемая установка получения геотермальной энергии для отопления частных домов представляет из себя систему, основными элементами которой являются тепловой насос, компрессор, испаритель и конденсатор. Вместо того, чтобы создавать тепло путем сжигания топлива, геотермальные тепловые насосы передают тепло из одного места в другое, используя технологию холодильного цикла. При сжатии и расширении хладагента, энергия в виде тепла может передаваться от теплообменника в тепловом насосе в систему отопления дома. На рис.1 представлена принципиальная схема работы геотермального отопления частного дома.

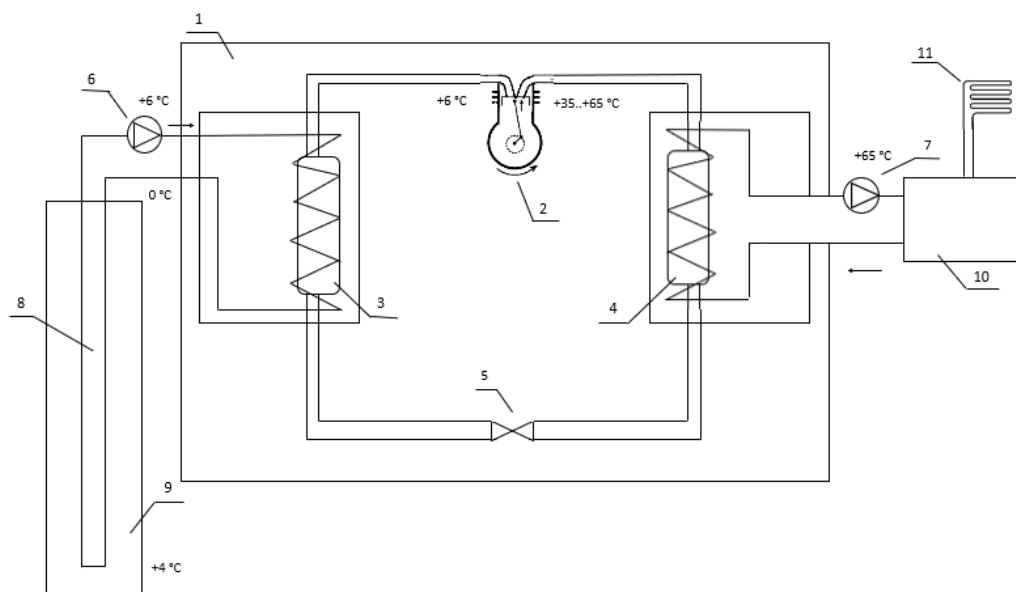


Рисунок 1. – Принципиальная схема работы геотермального отопления, где 1 – тепловой насос; 2 – компрессор; 3 – испаритель; 4 – конденсатор; 5 – сбросной клапан; 6,7 – насосы; 8 – грунтовый зонд; 9 – грунт; 10 – аккумулятор тепла; 11 – отопительный контур дома.

Основным показателем регулирования является температура в доме. Она зависит от температуры теплоносителя отопительного контура дома, которая, в свою очередь, зависит от температуры теплоносителя в контуре аккумулятора тепла. Тепло движется по контуру аккумулятора через насос, работающий в постоянном режиме. Аккумулятор тепла получает энергию от конденсатора. Конденсатор получает тепло от испарителя через компрессор. Испаритель берет тепло из скважины с помощью грунтового зонда. Для комфортных условий проживания в доме необходимо поддерживать определенную температуру в контуре аккумулятора тепла. Данная температура контура будет зависеть от желаемой температуры в доме и температуры внешней окружающей среды. Регулирование необходимой температуры в доме осуществляется с помощью изменения скорости вращения компрессора. Контур регулирования будет инерционным, но это можно частично компенсировать с помощью разработки адаптивной системы регулирования.

Чтобы сравнить эффективность использования различных систем частного отопления, проведём сравнительный анализ стоимости 1 МДж тепла, полученного от различных источников энергии [7]:

- электрическое отопление. Для генерации 3,6 МДж требуется 1кВт/ч электроэнергии, стоимость которой зависит от региона, в котором расположено здание. В Республике Татарстан 1 кВт/ч стоит 4,30 руб. Получается, что стоимость 1 МДж будет равна 1,19 рубля;

- газовое отопление. При сгорании 1 кг сжиженного газа выделяется 41 МДж тепла. Стоимость 1 кг газа - 10 руб, следовательно, стоимость 1 МДж произведенного тепла составит 24 копейки;

- отопление дизельным топливом. Удельная теплота сгорания дизельного топлива составляет 43,4 МДж/кг. Стоимость 1 кг дизельного

топлива составляет 45,9 рубля. Получается, что стоимость 1 МДж тепла, полученного от сжигания дизельного топлива – 1,06 руб.;

- геотермальное отопление. При потреблении 1 кВт электроэнергии на нагрев насоса, вырабатывается 6 кВт/ч тепла, что составляет 21,6 МДж, учитывая, что 1 кВт электрической энергии равен 3,6 МДж тепла. Из расчета стоимости электроэнергии для Татарстана 4,30 рубля за 1 кВт/ч, стоимость 1 МДж тепла, полученного от использования геотермальной установки, не превысит 19 копеек [8].

Из проведенных расчётов видно, что использование тепловых насосов является наиболее экономичным способом отопления частных домов. Основным преимуществом геотермальной системы отопления является высокий коэффициент полезного действия, так как тепловой насос производит около 6 кВт тепловой энергии, при потреблении 1 кВт электричества. Для сравнения, при электрическом отоплении систем, 1 кВт электрической энергии преобразуется всего на $0,7 \div 1$ кВт тепла [9]. Стоит отметить безопасность использования геотермальной системы отопления за счёт того, что конструкция теплового перекачивания не работает с взрывоопасными и легковоспламеняющимися видами топлива. Кроме безопасности, геотермальное отопление отличается своей экологичностью. Использование системы не сопровождается утечками газа, выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, а в помещении нет дыма и запаха. Эта система проста в эксплуатации и обслуживании, благодаря высокой степени автоматизации, а насосы требуют минимального технического обслуживания и работают достаточно тихо, без создания посторонних шумов. Также потребители не будут должны доплачивать за тепло, которое они получают от земли, а срок службы теплового насоса составляет более 25 лет, что определяет долговечность системы.

Несмотря на ощутимые достоинства геотермального отопления, его внедрение в наше время очень редкое явление. Это обуславливается высокой стоимостью оборудования и долгим сроком окупаемости [10]. Так, оборудование для геотермального отопления стоит, как минимум, в 10 раз дороже, чем газовое оборудование аналогичной мощности, и срок окупаемости может превышать 10-15 лет, в 2-3 раза дольше, чем срок окупаемости бытового газового котла. Кроме того, необходимо учитывать затраты на создание и устройство подземных коммуникаций. Исходя из этого, геотермальная система отопления уступает по своим финансовым показателям традиционным способам отопления.

В рамках исследования приходим к выводу, что геотермальное отопление дорого для населения, но данные системы постепенно будут внедряться в энергосистему, так как есть приоритет для нашей страны - это огромный шаг в сторону зелёной энергетики.

Литература

1. Отрасли и рынки // ИКСИ URL: icss.ru/otrasli-i-ryinki/energeticheskij-sektor/uglerodnyy-sled-rossiyskoy-energetiki (дата обращения: 01.12.2022).
 2. Идрисова Г.Ф., Гайнуллина Л.Р. Внедрение на Нижнекамской ГЭС солнечной установки МСК-200 на плавучем модуле // Тинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация». Том 3. Казань: 2022. С. 582.
 3. Алхасов, А. Б. Возобновляемая энергетика. А.Б. Алхасов. - Москва, 2012. - 992 с.
 4. Копп О. А., Семененко Н. М. Геотермальное отопление. Тепловые насосы // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 1. – С. 84–88.
 5. Берман Э. Геотермальная энергия. М.: Мир, 2015. 416 с.
-

6. Способы организации геотермального отопления. // ГрадусПлюс URL: gradusplus.com/organizaciya-otopleniya/v-chastnom-dome/geotermalnoe/ (дата обращения: 06.12.2022).
7. Отопление // PlusТепло URL: plusteplo.ru. (дата обращения: 06.12.2022).
8. Тепловой насос как основа системы отопления. URL: holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_5_2006_BINOM.htm. (дата обращения: 02.12.2022).
9. Comparison of different heating systems with the heat pump system and their application in the Kemerovo region, Proceedings of the IV International student scientific conference "Student scientific forum". URL: scienceforum.ru/2012/article/2012002428 (дата обращения: 06.12.2022).
10. Geothermal home heating. Best heating of private homes. URL: lucheeotoplenie.ru/tipy-otopleniya/geotermalnoe/geotermalnoe-otoplenie-doma.html#preimushhestva-geotermalnogo-otopleniya (дата обращения: 06.12.2022).

References

1. Otrاسli i rynki [Industries and Markets]. IKSI URL: icss.ru/otrasli-i-ryнки/energeticheskij-sektor/uglerodnyy-sled-rossiyskoy-energetiki (date assessed: 01.12.2022).
 2. Idrisova G.F., Gajnullina L.R. Vnedrenie na Nizhnekamskoj GJeS solnechnoj ustanovki MSK-200 na plavuchem module. Tinchurinskie chteniya. 2022 «Jenergetika i cifrovaja transformacija». Tom 3. Kazan: 2022. 582 p.
 3. Alhasov, A. B. Vozobnovljaemaja jenergetika [Renewable Energy]. A.B. Alhasov. Moskva, 2012. 992 p.
 4. Kopp O. A., Semenenko N. M. Geotermal'noe otoplenie. Teplovyje nasosy. Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal. 2017. T. 1. pp. 84–88.
-



5. Berman Je. Geotermal'naja jenergija [Geothermal energy]. M.: Mir, 2015. 416 p.
6. Sposoby organizacii geotermal'nogo otopenija [Methods for organizing geothermal heating]. GradusPljus URL: gradusplus.com/organizaciya-otopeniya/v-chastnom-dome/geotermalnoe/ (date assessed: 06.12.2022).
7. Otoplenie [Heating]. PlusTeplo URL: plusteplo.ru. (date assessed: 06.12.2022).
8. Teplovoj nasos kak osnova sistemy otopenija [Heat pump as the basis of the heating system]. URL: holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_5_2006_BINOM.htm. (date assessed: 02.12.2022).
9. Comparison of different heating systems with the heat pump system and their application in the Kemerovo region, Proceedings of the IV International student scientific conference "Student scientific forum". URL: scienceforum.ru/2012/article/2012002428 (date assessed: 06.12.2022).
10. Geothermal home heating. Best heating of private homes. URL: lucheeotopenie.ru/tipy-otopeniya/geotermalnoe/geotermalnoe-otopenie-doma.html#preimushhestva-geotermalnogo-otopeniya (date assessed: 06.12.2022).