

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Беликов К.В.,

Шиховцов А.А., кандидат физико-математических наук, доцент,

Шипилова Н.А., кандидат экономических наук, доцент,

Мохаммади Ахмад Шоайб,

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация: энергосбережение России, несмотря на активизацию работы, в этом направлении в последнее десятилетие, фактически, находится еще в зачаточном состоянии. Масса причин способствуют этому промедлению экологической развитости, главные из них: отсутствие государственной поддержки экологических проектов и неосведомленность населения о понятии «зеленое строительство». Россияне не будут использовать технологии, которые в десятки раз дороже привычных, кроме как в качестве эксперимента. Вот и получается, что многим легче отдать мало денег за знакомую технологию, чем выложить огромную сумму за «зеленое» новшество, которое пусть даже и экономит денежные и природные ресурсы за время эксплуатации.

Около 30-ти процентов добываемых ресурсов используются для энергетического обеспечения зданий. Начиная непосредственно со строительства и заканчивая демонтажем. Львиная доля расходуется на обогрев и охлаждение здания. На данный момент существует множество технологий, позволяющих строить дома не только нулевой энергии, но и плюсовой энергии, которые помимо полной автономности, могут вырабатывать электроэнергию для города.

Геотермальная установка позволяет сделать дом более автономным. В статье рассматривается геотермальная энергия, и технология ее применения в системе отопления.

Ключевые слова: зеленое строительство, геотермальная энергетика, геотермальное отопление, ресурсоэффективность, смарт-сити, экологичные технологии, окупаемость технологии, расчет стоимости эксплуатации

Геотермальная энергетика – направление энергетики, основанное на использовании тепловой энергии недр Земли для производства электрической энергии на геотермальных электростанциях, или непосредственно, для отопления или горячего водоснабжения. Обычно относится к альтернативным источникам энергии, использующим возобновляемые энергетические ресурсы.

Такое явление, как геотермальное отопление, принцип работы которого напоминает обычный холодильник, только наоборот, – становится все популярнее. Земля сохраняет тепло постоянно, это связано с тем, что изнутри землю нагревает горячая магма, а сверху, благодаря грунту, она не промерзает.

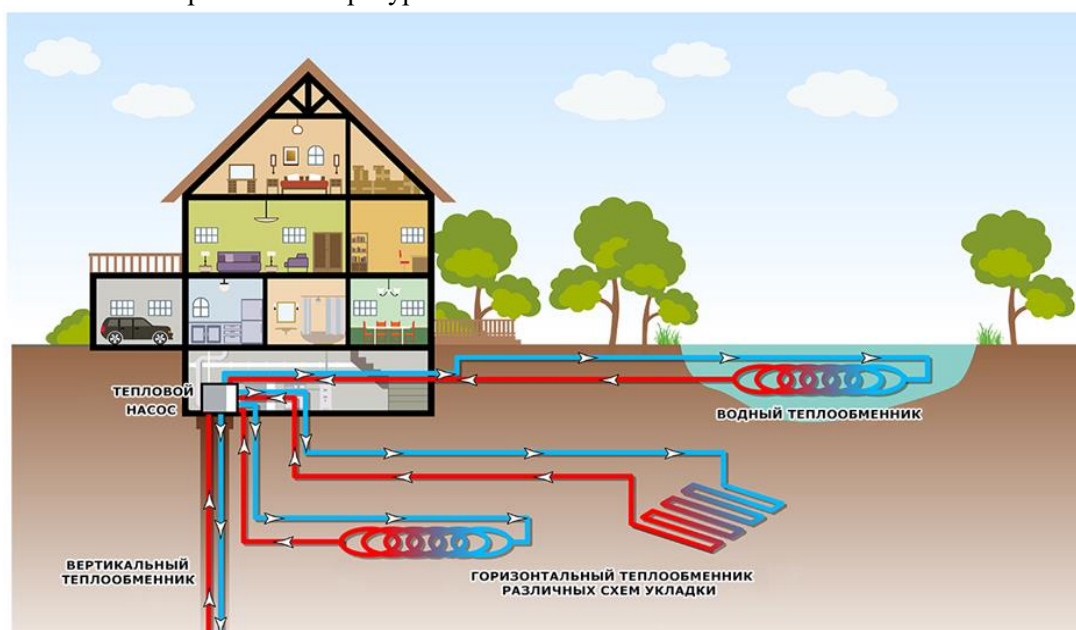


Рис. 1. Виды геотермального отопления

Принцип работы геотермального отопления подразумевает использование тепловых насосов. Они действуют по классическому циклу Карно, беря глубоко внизу холодный теплоноситель и получая взамен нагретый до 50 градусов поток жидкости внутри отопительной системы.

Горизонтальный коллектор

Горизонтальный коллектор – это система труб, уложенных параллельно земле в специальных траншеях. Ширина траншей составляет 50-70 см, глубина 1,5-2 м, дистанция между ними – не менее 1,5 м. Прокладка труб на расстоянии ближе 1,5 м от деревьев не допускается. Такие нормы необходимо выдерживать для предотвращения переохлаждения грунта. В противном случае система не получит достаточное количество тепла.

Длина труб и траншей зависит от теплоотдачи грунта и мощности теплового насоса. Чем выше значение последнего показателя, тем крупнее должен быть участок. При таком способе укладки труб значение теплоотдачи обычно составляет 15-35 Вт/м².

Вертикальный контур

Для его создания необходимо пробурить скважину глубиной от 10 до 100 м и выше. В нее опускают U-образную трубу. За счет того, что на большой глубине температура всегда выше, чем у поверхности, такой способ укладки обладает повышенной эффективностью. Она в 4-5 раз выше, чем при использовании горизонтального коллектора [1].

Чтобы увеличить тепловую мощность, одновременно применяют несколько таких скважин. Расстояние между ними не меньше 5-6 м. Их соединение осуществляется с помощью специальных коллекторных узлов. Для получения 7-9 кВт тепловой энергии потребуется 150-200 м скважины. Долговечность системы такого вида составляет около сотни лет.

Теплообменник, размещенный в воде

Водоразмещенный теплообменник считается единственным реальным способом обеспечения геотермального отопления собственными силами. Для его применения необходимо наличие водоема размерами не менее 200 кв. м. Расстояние от него до дома должно не превышать 100 м. Обязательным условием является также то, что глубина водоема обязана превышать 2 м. Это наиболее экономичный способ обустройства геотермального отопления [2].

Расчет периода окупаемости геотермального оборудования в сравнении с газовым и электрическим:

В качестве расчетной модели возьмем дом площадью 110 м² с общей теплопотерей 5кВт при -

10 С°. За месяц теряем примерно 5кВт*24ч*30дней = 3600кВт. Рассчитаем три варианта обогрева жилой площади.

1) Отопление газом

- оформление заявки на газификацию дома – бесплатно;

- средняя стоимость проекта 15 тысяч рублей, но его стоимость может достигать и 100 тысяч, и выше;

- строительство трубы от центральной магистрали до дома и распределение труб по нему, а также врезка, стоит в среднем 70 тысяч рублей, если вы проведете надземный газопровод, и в среднем 120 тысяч – если подземный. Но и здесь в зависимости от длины внутреннего газопровода стоимость его строительства и монтажа может достигать и 800 тысяч, и выше;

- работа инспекции для проверки готовности к эксплуатации стоит не выше 5 тысяч рублей.

На стоимость работ влияют рельеф местности, свойства грунта, метод прокладки газовой трубы и даже форма дома.

Так же котел ценовой категории Viessmann, Buderos запорная и регулирующая арматура, фильтр очистки, циркуляционный насос, расширительный бак, работы по монтажу и обвязки котельной. Стоимость примерно 200 тысяч рублей.

При стоимости 1 м³ газа а=6,44р и получаем ежемесячные траты на отопление по формуле:

$$C = V_{\text{газ}} * a,$$

где

$V_{\text{газ}}$ – расход газа для получения нужного количества тепла. Находится по формуле:

$$V_{\text{газ}} = Q / \text{Hi} * \eta_i,$$

где

Q – необходимая тепловая мощность, кВт;

Hi – удельная теплота сгорания газа, табличная величина, измеряется в МДж/м³, для корректности расчета переведем в кВт/м³;

η_i – КПД котла.

$$C = (3600 / 8,2 * 1,084) * 6,44 = 3064 \text{ рублей}$$

Итого на установку газового оборудования мы потратим примерно 350 тыс.руб. За 10 лет использования газа в качестве обогрева дома площадью 110 м² мы потратим примерно 165 тыс. руб. без учета инфляции. Итого получаем 515 тыс. руб.

2) Отопление электричеством.

Отопление дома электричеством гораздо проще установить, чем газовое. Нам не нужны никакие разрешения и проверки инспекций. А также электрические котлы стоят намного меньше, чем их газовые собратья. Но оно намного дороже в использовании.

Электрический котел Protherm Скат 9 KE/14, установка коллекторов, котла, монтаж узлов смешивания, монтаж бойлеров – 40 тыс. руб.

Средний расчет затрат электроэнергии ведется по формуле 1кВт на 10 м^2 . Получаем $11\text{кВт}\cdot\text{ч}$. Полученное значение будет максимальным, рассчитанным на самые неблагоприятные условия. Что бы выявить средний показатель берем 40% от максимального, получаем $4,4\text{кВт}\cdot\text{ч}$. Получаем $4,4\cdot 24\cdot 30=3168\text{кВт}\cdot\text{ч}$ в месяц. Стоимость $1\text{кВт}\cdot\text{ч}$ = 4,46 рублей. Итого почти 15 тыс. рублей в месяц.

За 10 лет использования электричества в качестве обогревателя дома мы потратим примерно 800 тыс. руб. С учетом стоимости оборудования и его установки получаем 840 тыс. руб.

3) Геотермальное отопление

Этот вариант будет самым дорогим в установке, так как укладки горизонтальных труб требуется бурить скважины глубиной до 100м.

Состав работ:

- внутренняя система отопления – 150 тыс. рублей;
- тепловой насос Stiebel Eltron WPW 07 Set и внешний контур, комплект основного оборудования с компрессором, теплообменниками, автоматикой – 500 тыс. рублей;
- бурение скважин и рытье котлована – 300 тыс. рублей;
- теплоноситель для наружных труб – пропиленгликоль – 20 тыс. рублей;
- бойлер для горячего водоснабжения – 30 тыс. рублей;
- пусконаладочные работы – 100 тыс. рублей.

Выбранный тепловой насос в идеале обладает тепловым коэффициентом равном 6,08. В реальной жизни коэффициент не будет превышать и 5. То есть на 1кВт потребляемой электроэнергии он будет давать нам 5 кВт тепловой [3].

Для того, чтобы посчитать ежемесячные затраты на электричество надо теплотери поделить на производительность теплового насоса и умножить полученное на стоимость 1кВт . Получаем:

$$3600\text{кВт}/5\text{кВт} * 4,69 = 3376 \text{ рублей.}$$

Итого установка с эксплуатацией в течение 10 лет обойдется в 1 млн 100 тыс. рублей.

Использование геотермального отопления в доме по итогу оказывается самым дорогостоящим вариантом обогрева. Геотермальное по сравнению с отоплением электричеством окупится только через 11-12 лет. Ежемесячные платежи за отопление газом и системой «земля-вода» примерно одинаковые, но из-за дороговизны оборудования и пусконаладки геотермального оборудования, газ, безусловно, выигрывает.

Однако, с газом не всегда все так гладко. Во-первых, газификация дома дело не быстрое. Только проект проводки газа может рассматриваться до 45 дней. А с момента подачи заявки до момента подачи газа в дом может пройти от 6 до 18 месяцев. Во-вторых, не всегда рядом с частным участком проходит газовая труба, в которую можно врезаться. Чем дальше дом от существующего газопровода, тем дороже выйдет газификация. В-третьих, иногда, в связи с перегруженностью газовой сети, подключиться к ней легально не представляется возможным. Эти и многие другие факторы влияют на стоимость газификации дома, которая может достигать и 800 тыс. рублей [4].

Как итог имеем, что геотермальное отопление, как и многие другие энерго- и ресурсосберегающие технологии имеют высокий ценник, отпугивающий потенциальных покупателей. Наравне с большими тратами в начале, нас ждет и большая экономия в процессе эксплуатации. Безусловно, 11 лет окупаемости слишком долгий срок, но если оценить экологический вклад при использовании технологии, то геотермальное отопление вполне можно сопоставить по эффективности и целесообразности с газовым или электрическим.

Рассуждая о дальнейшем развитии геотермальных систем отопления, можно учесть тот факт, что в случае высокой популяризации технологии, стоимость и установка оборудования будет снижаться, тем самым увеличивая преимущества альтернативного отопления перед другими видами в денежном отношении. Сейчас в европейских странах около 15% домов отапливаются геотермальной системой. Не исключено, что этот процент резко вырастет, и вырастет не только в странах Европы, но и в России, когда цены на привычные нам газ и электричество превысят психологические отметки.

Литература

1. Чубаров М.А., Шиховцов А.А. Аккумуляция термической энергии в подземных водоносных пластах // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2019. № 2. С. 229 – 235
2. Стружанов М.А., Лопуховский А.Г., Дроговоз П.А. Сравнительная оценка экономической эффективности геотермальной системы отопления // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2016. № 14-2. С. 35 – 43.

3. Копп О.А., Семенов Н.М. Геотермальное отопление. Тепловые насосы // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2017. Том 1. С. 84 – 88.

4. Горбанева Е.П., Крум А. Тепловые насосы как экономически выгодное решение для автономного проживания // Проектирование и строительство: Сб. научн. трудов 3-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров (21 марта 2019). Юго-Зап. гос. ун-т., Курск, 2019. С. 146 – 152.

References

1. Chubarov M.A., Shihovcov A.A. *Akkumulirovanie termicheskoj jenerгии v podzemnyh vodonosnyh plastah. Jelektronnyj setevoj politematicheskij zhurnal "Nauchnye trudy KubGTU"*. 2019. № 2. S. 229 – 235

2. Struzhanov M.A., Lopuhovskij A.G., Drogovoz P.A. *Sravnitel'naja ocenka jekonomicheskoj jeffektivnosti geotermal'noj sistemy otoplenija. Fundamental'nye i prikladnye issledovanija v sovremennom mire*. 2016. № 14-2. S. 35 – 43.

3. Kopp O.A., Semenenko N.M. *Geotermal'noe otoplenie. Teplovyje nasosy. Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept»*. 2017. Tom 1. S. 84 – 88.

4. Gorbaneva E.P., Krum A. *Teplovyje nasosy kak jekonomicheskij vygodnoe reshenie dlja avtonomnogo prozhivaniya. Proektirovanie i stroitel'stvo: Sb. nauchn. trudov 3-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molodyh uchenyh, aspirantov, magistrrov i bakalavrov (21 marta 2019)*. Jugo-Zap. gos. un-t., Kursk, 2019. S. 146 – 152.

ECONOMIC EFFICIENCY OF USING GEOTHERMAL ENERGY IN MODERN BUILDING

Belikov K.V.,

Shikhovtsov A.A., Candidate of Physical and Mathematical Sciences (Ph.D.), Associate Professor,

Shipilova N.A., Candidate of Economic Sciences (Ph.D.), Associate Professor,

Mohammadi Ahmad Shoayb,

Kuban State Technological University

Abstract: energy saving in Russia, despite the intensification of work in this direction in the last decade, is actually still in its infancy. A lot of reasons contribute to this delay in environmental development, the main of them: the lack of state support for environmental projects and the lack of awareness of the population about the concept of "green construction". Russians will not use technologies that are ten times more expensive than the usual ones, except as an experiment. So it turns out that many people find it easier to pay little money for a familiar technology than to pay a huge amount for a "green" innovation, which even saves money and natural resources during operation.

About 30 percent of the extracted resources are used for energy supply of buildings. The lion's share is spent on heating and cooling the building. At the moment, there are many technologies that allow to build houses not only with zero energy, but also plus energy, which in addition to full autonomy, can generate electricity for the city.

Geothermal installation allows making the house more autonomous. The article deals with geothermal energy and the technology of its application in the heating system.

Keywords: green construction, geothermal energy, geothermal heating, resource efficiency, smart city, eco-friendly technologies, technology payback, cost of operation calculation