

УДК 621.577.2

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ

Т.Ю. Каплина

Проведен анализ важнейших проблем использования альтернативных экологически чистых источников энергии. Представлен ряд идей и предложений по внедрению низкопотенциальной энергии Земли с использованием как существующих современных способов, так несложных и незатратных методов, предложенных автором. Отмечен ряд преимуществ развития технологий использования низкопотенциальной энергии для Кыргызстана, России и других стран: экономия топлива, снижение выбросов в атмосферу, сокращение издержек на тепло-снабжение и хладоснабжения, утилизация тепловых отходов и стоков.

Ключевые слова: низкопотенциальная энергия Земли; тепловой насос; экология.

ТӨМӨНКУ ПОТЕНЦИАЛДУУ ЭНЕРГИЯНЫ КОЛДОНУУНУН КЕЛЕЧЕКТҮҮ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Т.Ю. Каплина

Макалада альтернативдүү экологиялык таза энергия булактарын пайдалануунун маанилүү маселелери талдоого алынган. Учурдагы заманбап ыкмаларды жана автор сунуш кылган жөнөкөй жана арзан ыкмаларды колдонуп, Жердин төмөнкү потенциалдагы энергиясын ишке киргизүү боюнча бир катар идеялар жана сунуштар келтирилген. Кыргызстан, Россия жана башка өлкөлөр үчүн төмөнкү потенциалдагы энергияны пайдалануунун технологияларын иштеп чыгуунун бир катар артыкчылыктары белгиленген: отунду үнөмдөө, атмосферага калдыктардын чыгышын азайтуу, жылуулук менен камсыз кылууга кеткен чыгымдарды азайтуу жана муздак суу менен камсыз кылуу, жылуулук калдыктарын жана саркынды сууларды пайдалануу.

Түйүндүү сөздөр: Жердин төмөнкү потенциалдуу энергиясы; жылуулук насосу; экология.

ADVANCED TECHNOLOGIES FOR USING LOW-POTENTIAL ENERGY

T.Yu. Kaplina

The article raises and analyzes the most important problems of using an alternative environmentally friendly source of energy. A number of ideas and proposals for the introduction of low-potential energy of the earth using both existing modern methods and simple and inexpensive methods proposed by the author are presented. The development of technologies for the use of low-grade energy for Kyrgyzstan, Russia and other countries has a number of advantages: fuel economy, reduction of emissions into the atmosphere, reduction of costs for heat supply and cold supply, utilization of heat waste and wastewater.

Keywords: low-potential energy of the earth; heat pump; ecology.

В настоящее время во многих странах мира назревает энергетический кризис, который нужно и можно предотвратить, используя альтернативные экологически чистые источники энергии. Нефть, газ, уголь, традиционные источники энергии, являясь ископаемыми, истощаются и необходимо переходить к использованию альтернативных источников энергии – ветра, солнца, энергии геотермальных вод и т. п.

Одним из таких альтернативных источников является низкопотенциальная энергия Земли. Эта энергия накапливается в водоемах, в грунте, геотермальных источниках, технологических выбросах в воздух, в воду и др. При использовании тепла Земли можно выделить два вида тепловой энергии – высокопотенциальную и низкопотенциальную. Источником высокопотенциальной тепловой энергии являются гидротермальные ресурсы – термальные воды, нагретые в результате геологических процессов до высокой температуры.

В Кыргызстане есть примеры использования высокопотенциальной тепловой энергии – это термальные воды, в частности, в поселке Тамчи Иссык-Кульской области (рисунок 1). Там гидротермальная радоновая вода используется для лечения и профилактики различных заболеваний, а в зимнее время – и для обогрева жилых помещений жителей поселка. В Кыргызстане таких источников достаточно много, но, к сожалению, практическое применение низкопотенциальной энергии земли невелико [1].

Использование низкопотенциального тепла Земли посредством тепловых насосов – это одно из наиболее динамично развивающихся направлений применения возобновляемых источников энергии. Большинство тепловых насосов, предназначенных для использования низкопотенциального тепла Земли или окружающего воздуха, оборудовано компрессорами с электрическим приводом. Однако температура этих источников довольно низкая (0–25 °С) и для эффективного их использования необходимо осуществить перенос этой энергии на более высокий температурный уровень (50–100 °С). Реализуется такое преобразование тепловыми насосами (ТН), которые, по сути, являются парокомпрессионными холодильными машинами [2].

Потребление 1 кВт*ч электроэнергии позволяет получить за счет энергии окружающей среды для тепловых насосов: «воздух–воздух» – 3 кВт*ч; «вода–вода» – 5 кВт ч; «вода–солнечный коллектор–вода» – 10 кВт ч; «вода–солнечный фотоэлектрический модуль–вода» – 16 кВт ч. С увеличением глубины температура грунта возрастает в соответствии с геотермическим градиентом (примерно 3 °С на каждые 100 м). Величина потока тепла, поступающего из земных недр, для разных местностей различается, так, например, для Центральной Европы она составляет 0,05–0,12 Вт/м².

Выделяют два вида систем использования низкопотенциальной тепловой энергии Земли:

- открытые системы: используются грунтовые воды, подводимые непосредственно к тепловым насосам;
- замкнутые системы: теплообменники расположены в грунтовом массиве, по ним циркулирует теплоноситель; или с пониженной относительно грунта температурой происходит «отбор» тепловой энергии от грунта и перенос ее к испарителю теплового насоса, при использовании теплоносителя с повышенной относительно грунта температурой – его охлаждение.

Основная часть открытых систем – скважины, позволяющие извлекать грунтовые воды из водоносных слоев грунта и возвращать воду обратно в те же слои. Обычно для этого устраиваются парные скважины.

Достоинством открытых систем является возможность получения большого количества тепловой энергии при относительно низких затратах. К системам, использующим тепло Земли, относятся и системы использования низкопотенциального тепла открытых водоемов.

Замкнутые системы в свою очередь делятся на горизонтальные и вертикальные.

Горизонтальный грунтовой теплообменник устраивается, как правило, рядом с домом на небольшой глубине, но ниже уровня промерзания грунта. Такие теплообменники представляют собой отдельные трубы, проложенные относительно плотно и соединенные между собой последовательно или параллельно (рисунок 2).

Вертикальные грунтовые теплообменники позволяют использовать низкопотенциальную тепловую энергию грунтового массива, лежащего ниже 10–20 м от уровня земли (рисунок 3, а). Они не требуют большой площади и не зависят от интенсивности солнечной радиации, падающей на поверхность. На рисунке 3, б представлена установка кластерного геотермального поля. Под геотермальным



Рисунок 1 – Карта оз. Иссык-Куль

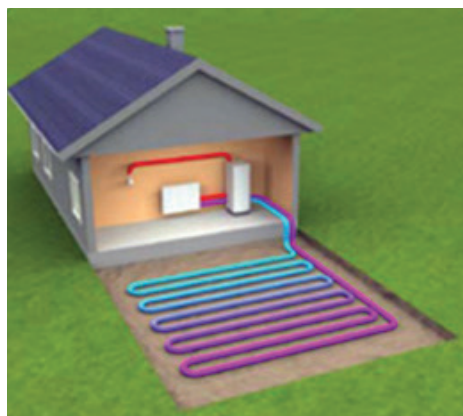


Рисунок 2 – Горизонтальная замкнутая система использования низкопотенциальной тепловой энергии Земли



а



б

Рисунок 3 – Замкнутая система использования низкопотенциальной тепловой энергии Земли: а – вертикальная; б – установка кластерного геотермального поля

полям подразумевают необходимую площадь для бурения скважин и закладки зондов, с помощью которых и добывается необходимое тепло.

При установке кластерного геотермального поля компания Geoterm разработала новую методику реализации геотермальных источников тепла, для которой нет необходимости выполнять традиционные буровые работы для тепловых насосов (рисунок 4).

Фактически для устройства геотермального поля для теплового насоса, способного «обогреть», «охладить» и обеспечить горячей водой дома с отапливаемой площадью до 600 м², достаточно площади 4 м² на территории, непосредственно прилегающей к дому. Четыре квадратных метра – это не ошибка. Именно такая площадь необходима для того, чтобы безупречно работал тепловой насос в доме [3].

Если установка теплового насоса осуществляется уже в жилом доме с небольшим участком и плодородным садом, то возникает вопрос как это осуществить? Несомненно, без земляных работ не обойтись. Но в этом случае достаточно выкопать яму 2×2×1,3 м и траншею, чтобы подвести трубы к тому месту, где будет установлен тепловой насос.

Теплоноситель циркулирует по трубам (чаще всего полиэтиленовым или полипропиленовым), уложенным в вертикальных скважинах глубиной от 50 до 200 м. Для увеличения эффективности теплообменников пространство между стенками скважины и трубами заполняется специальными теплопроводящими материалами.

Системы с вертикальными грунтовыми теплообменниками могут использоваться для тепло- и холодоснабжения зданий.

Системы тепло- и холодоснабжения зданий, использующие низкопотенциальное тепло Земли, представляют собой надежный источник энергии, который может быть использован повсеместно. Например, в США 4800,0 МВт, произведенная энергия составляет 12 000,0 ТДж/год; в Канаде – 360,0 и 891,0, а в России – 1,2 МВт и 11,5 ТДж/год соответственно. Для Кыргызстана таких статистических данных не найдено.

Тепловой насос работает по принципу цикла Карно, впервые описанном еще в 1824 г. и нашедшим практическое описание применения в 1852 г. лордом Кельвином.

Принцип работы теплового насоса подобен бытовому холодильнику. Только в холодильнике тепло переносится из внутренней камеры на заднюю стенку, а в тепловом насосе – из окружающей среды в систему отопления [3].

Принцип работы теплового насоса для отопления дома можно описать следующим образом:

1. Температура теплоносителя немного повышается, когда он проходит внешний трубопровод.
2. Дойдя до теплообменника (испарителя), теплоноситель сообщает накопленное снаружи тепло хладагенту, который находится во внутреннем контуре теплового насоса. Хладагент – это незамерзающая смесь, например, на основе спирта или гликоля. В настоящее время используется только экологически безопасные хладагенты, такие как углекислота или углеводороды. Раньше использовался фреон.
3. Температура кипения хладагента составляет около –5 °С. В сочетании с низким давлением, это создаёт условия для превращения агента из жидкости в газ.
4. Хладагент в виде газа поступает в компрессор. Там происходит его сжатие до высокого давления и сильный нагрев.
5. После этого нагретый газ переходит в конденсатор. Это второй теплообменник. Здесь горячий газ обменивается теплом с теплоносителем из системы отопления помещения и, охлаждаясь, снова становится жидким.
6. Горячий теплоноситель нагревает отопительные приборы.
7. Охлаждённый хладагент проходит в редукционный клапан, понижающий его давление.
8. Хладагент снова поступает в испаритель и цикл начинается сначала (рисунок 4).

Схематично тепловой насос можно представить в виде системы из трех замкнутых контуров: в первом, внешнем, циркулирует теплоотдатчик (тепловой носитель, собирающий теплоту окружающей среды), во втором – хладагент (вещество, которое испаряется, забирая теплоту теплоотдатчика,



Рисунок 4 – Монтаж установки кластерного геопольа

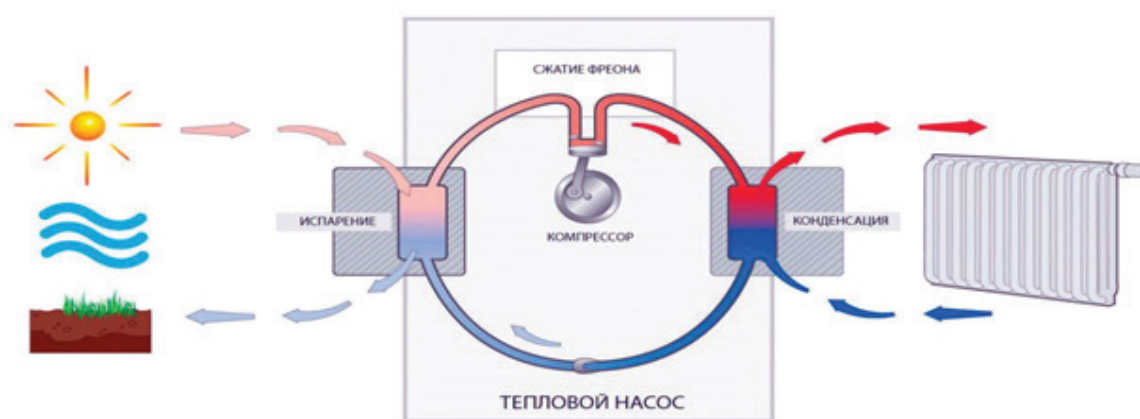


Рисунок 5 – Принцип работы теплового насоса

и конденсируется, отдавая теплоту теплоприемнику), в третьем – теплоприемник (вода в системах отопления и горячего водоснабжения здания).

Внешний контур (коллектор) – это уложенный в землю или в воду трубопровод, в котором циркулирует незамерзающая жидкость – антифриз.

Во второй контур, где циркулирует хладагент, встроены теплообменники – испаритель и конденсатор, а также устройства, которые меняют давление хладагента – дроссель и компрессор.

Третий контур – это внутренний контур, то есть сама система отопления здания или система горячего водоснабжения.

Достоинства такой технологии заключается в том, что при подводе 1 кВт электрической энергии на совершение работы компрессора, в результате получаем 4~5 кВт, а в некоторых случаях и больше тепловой энергии. Следует обратить внимание на то, что это не КПД, а коэффициент трансформации, который характеризует эффективность работы холодильной машины. Кроме этого, тепловой насос в летний период, включив систему «в обратном направлении», работает как кондиционер. То есть тепло будет отбираться внутренним контуром здания и сбрасывать его в грунт, воду или воздух.

По сравнению с другими типами отопления, тепловой насос работает от электросети, пользуясь затраченной энергией значительно эффективнее любых котлов, сжигающих топливо (рисунок 6). Значение КПД у него в несколько раз больше единицы, получая 2–3 кВт тепла бесплатно из окружающей среды.

Приведем пример эффективности использования низкопотенциальной энергии.



Рисунок 6 – Средние затраты на отопление дома общей площадью 100 м² различными видами топлива за месяц в сомдах

Для дома с отапливаемой площадью 300 м и хорошим утеплением (теплопотери 70 Вт/м²), учитывая потребность в горячей воде на 4 человека, в год нужно около 50000 кВт*ч тепловой энергии.

Если рассматривать вариант добычи этой энергии из газа, то подсчет будет следующим: с одного кубического метра природного газа получают около 6 кВт тепловой энергии. При КПД газового котла в 90 %, мы получим $6 \cdot 0.9 = 5.4$ кВт тепловой энергии из одного кубического метра. Итого за год будет затрачено $50000 / 5.4 = 9260$ кубических метров природного газа.

Для этого же дома среднегодовой коэффициент эффективности теплового насоса (КПД) будет около 3,5. Итого за год будет затрачено $50000 / 3,5 = 14200$ кВт*ч электроэнергии.

Учитывая имеющуюся дифференциацию цен на газ и электричество в Кыргызстане, для нашего примера стоимость 1 кВт тепла, полученного от теплового насоса, будет более чем в 15 раз дешевле.

Выводы. Развитие технологий использования низкопотенциальной энергии для Кыргызстана, России и других стран уже сегодня имеет ряд преимуществ самого разного плана: экономия топлива и выбросов в атмосферу, сокращение издержек на теплоснабжение и хладоснабжение, утилизацию тепловых отходов и стоков.

Индивидуальный подход к проектированию требует специальных расчётов при конструировании теплообменных аппаратов, которые должны обеспечить высокие показатели эффективности работы при малых значениях перепадов температуры, малые габариты и приемлемую стоимость изготовления [5].

Поэтому необходимы прямые финансовые вложения в проекты использования низкопотенциальной энергии. Нет сомнения, что у тепловых насосов есть большой потенциал и перспективы солидного роста в самое ближайшее время.

Литература

1. Трансгрессии и регрессии на Иссык-Куле. Рубрика: О Кыргызстане / Природа / Водные ресурсы / Озера / Тайны озера Иссык-Куль. URL: <https://www.open.kg/about-kyrgyzstan/nature/water-resources/lake/secrets-of-issyk-kul-lake/35606-transgressii-i-regressii-na-issyk-kule.html> (дата обращения: 21.06.2020).
2. Васьков Е.Т. Термодинамические основы тепловых насосов: учеб. пособ. для студ. спец. 270109, 270105, 190601 / Е.Т. Васьков. СПб.: СПб. гос. архит.-строит. ун-т, 2007. 127 с.
3. Geoterm. Добро пожаловать в систему геотермального поля Cluster Loops. URL: <http://www.geoterm.com.ua/about/closedloop/claster-loop.html>.
4. Установка и продажа тепловых насосов в Бишкеке. ТЕХНОТЕРМ. URL: <https://tehnotherm.info/teplovie-nasosi/>.
5. Кириллов В.В. Малопотенциальные источники тепла и их использование / В.В. Кириллов, З.Д. Сейдакматова, К.В. Заиченко // Вестник КPCY. 2018. Т. 18. № 4.