

УДК 621.482.577

М. Г. Гарипов, В. М. Гарипов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Ключевые слова: тепло, Земля, насос.

Рассмотрены различные варианты теплонасосных установок, с помощью которых используют тепло относительно холодных геотермальных источников. Проанализированы достоинства и недостатки теплонасосных установок. Показана экономическая целесообразность внедрения тепловых насосов в системы отопления жилых помещений.

Keywords: heat, the earth, the pump.

Different variants of the heat pump installations, with which use heat relatively cold geothermal sources. The advantages and disadvantages of heat pump installations. Shows the economic feasibility of heat pumps in residential heating systems.

Одна из актуальных проблем человечества – постоянно растущий спрос на энергию [1-5]. Среднее потребление энергии на душу населения в мире составляет примерно 2 МВт*ч в год. Например, в США потребление энергии 9, в Европе 4, а в Центральной Африке до 0,1 МВт*ч на одного человека в год.

В земной коре (до глубины 7-10 км), по оценке специалистов, аккумулировано тепло, общее количество которого в 5 тыс. раз превышает теплотворную способность всех видов ископаемого топлива на Земле. Теоретически всего лишь 1% тепла, содержащегося в земной коре до глубины 5 км, хватило бы для того, чтобы решить энергетические проблемы человечества, по крайней мере, на ближайшие 4 тыс. лет.

Наиболее заманчивы перспективы использования земного тепла в районах современного вулканизма. Здесь не требуется сверхглубокого бурения. Уже на глубине в несколько сот метров температура часто достигает 200°C, ниже 2 км – 400-600 °C, а в зонах разломов и очагов лавы – даже 1000°C. Все известные геотермальные электростанции мира находятся именно в таких районах.

Однако низкопотенциальное тепло верхних слоёв грунта тоже нельзя сбрасывать со счетов. Казалось бы, много ли тепла можно получить от воды с температурой 10-20°C? Однако тепловой насос позволяет использовать это тепло. Изобретатель теплового насоса лорд Кельвин (английский физик Уильям Томпсон) называл его умножителем тепла.

Тепловой насос – компактная, экономичная и экологически чистая система отопления, позволяющая получать тепло для горячего водоснабжения и отопления от частных коттеджей до многоквартирных домов за счёт использования тепла низкопотенциального источника грунтовых и артезианских вод, озёр, морей, рек, грунта, земных

недр) путём переноса его к теплоносителю с более высокой температурой.

Тепловой насос состоит из четырёх основных элементов: испарителя, компрессора, конденсатора и дросселя (регулятора расхода), связанных между собой замкнутым трубопроводом. В тепловом насосе циркулирует хладагент, например, фреон. В испарителе происходит испарение хладагента за счёт низкопотенциального тепла теплоносителя из внешнего контура. Затем пары хладагента сжимаются в компрессоре и вследствие резкого повышения давления сильно разогреваются (до 55-70° C). Далее в конденсаторе пары хладагента конденсируются, отдавая своё тепло теплоносителю (воде) из другого внешнего контура, т.е. контура отопительной системы. Затем жидкий хладагент проходит через дроссельный вентиль, при этом его давление резко падает, и он охлаждается, чтобы вновь испариться в испарителе. Таким образом, внутренний контур теплоносной системы функционирует по обратному циклу Карно.

Компрессор питается энергией от электросети. Отношение вырабатываемой тепловой энергии к потребляемой электрической энергии – коэффициент трансформации теплового насоса, характеризующий его эффективность. Тепловые насосы при потреблении 1 кВт электрической мощности способны выдать в систему отопления 3-7 кВт тепловой мощности. Коэффициент трансформации теплового насоса обратно пропорционален разности температур хладагента в испарителе и конденсаторе. Поэтому через испаритель теплового насоса должно проходить как можно большее количество низкопотенциального теплоносителя. При этом эффективность теплового насоса будет достаточно высокая, так как не будет увеличиваться разность температур хладагента в испарителе и конденсаторе.

По виду теплоносителя во входном и выходном контурах тепловые насосы делятся на 6

типов: «грунт-вода», «вода-вода», «воздух-вода», «грунт-воздух», «вода-воздух», «воздух-воздух».

Тепловые насосы могут использовать тепло грунта земельного участка. Трубопровод с циркулирующим теплоносителем (например, этанол или этиленгликоль) закапывают в землю на глубину 0,8-1м (ниже уровня промерзания почвы). Минимальное расстояние между трубами коллектора 0.8-1м. Желательно использовать участок с влажным грунтом. В случае сухого грунта контур должен быть длиннее. Ориентировочное значение тепловой мощности 20-30Вт/м. Например, для теплового насоса мощностью 10кВт длина грунтового контура должна быть 350-450м (участок земли площадью 400м²). Можно использовать и тепло скалистых пород. В скале бурится тепловая скважина глубиной 60-200м и диаметром 100-150мм. В буровой скважине устанавливают «U»-образную трубу. Ориентировочно на 1м скважины приходится 50-60Вт тепловой энергии. Например, для теплового насоса мощностью 10кВт потребуется скважина глубиной 170м. Контур можно уложить и на дно водоёма. Достоинства такого способа – короткий внешний контур, температура воды даже зимой редко опускается ниже 4°C, высокий коэффициент трансформации. Ориентировочное значение тепловой мощности-30 Вт/м. Например, при тепловой мощности насоса 10кВт потребуется контур в озере длиной 300м. Эффективна отопительная система с тепловым насосом, использующим подземный медный испаритель. Последний устанавливают в грунт горизонтально ниже уровня промерзания грунта или в скважины диаметром 40-60мм глубиной 15-30м, пробуренные вертикально или под наклоном. Теплообменный контур занимает лишь несколько м², не требуются циркуляционный насос и промежуточный теплообменник. В сильные морозы тепловой насос дополняется генератором тепла, например, электронагревателем.

За рубежом теплонасосная техника широко применяется для теплоснабжения офисных и жилых зданий более 30 лет. В 2009 году в мире количество тепловых насосов, использующих тепло грунта, превысило 2,8 млн. шт., их суммарная тепловая мощность составила 35ГВт. Лидерами по установке тепловых насосов данного типа стали США и Швеция, большое их количество эксплуатируется в Японии, Германии, Швейцарии. В России тепловые насосы пока применяются недостаточно.

Тепловые насосы имеют ряд достоинств: небольшие эксплуатационные расходы (высокий коэффициент трансформации); отсутствие вредных выбросов в атмосферу; безопасность; возможность переключения с режима отопления зимой на режим кондиционирования летом; надёжность (автоматическое управление); нет необходимости в специальном обслуживании; компактность; низкий уровень шума. Для широкого внедрения тепловых насосов имеются ограничения: высокие удельные капитальные вложения (достаточно дороги как сами тепловые насосы, так и бурение скважин) ограничение по температуре на выходе из теплового насоса (55-70°C); необходима повышенная площадь поверхности отопительных приборов; неоднородность теплового потенциала грунта в региональном разрезе; фактор охлаждения грунта(понижение температуры грунта в конце отопительного сезона не успевает компенсироваться к началу следующего отопительного сезона).

Высокую энергетическую эффективность обеспечивает сочетание теплового насоса с системой отопления «Тёплый пол». Однако, начиная с определённых температур наружного воздуха, в ней требуется дополнительная генерация тепла.

Перспективно комбинирование теплового насоса с системой централизованного теплоснабжения. В этом случае к потребителю поступает относительно холодная вода, потенциал которой повышается тепловым насосом.

Стоимость насоса и монтажа системы составляет 300-1200 долларов на 1 кВт мощности отопления. Однако капиталовложения окупаются за 4-9 лет, а срок службы тепловых насосов 15-20 лет до капремонта. Таким образом, внедрение тепловых насосов для отопления экономически целесообразно.

Литература

1. Гарипов М.Г. Ветроэнергетика. Вестник Казан. Технол. Ун-та. Т.16, №2, 64-65(2013).
2. Саликеева С.Н., Галеева Ф.Т. Обзор методов получения альтернативной энергии. Вестник Казан. Технол. Ун-та. Т.15, №8, 57-59(2012).
3. Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. -М.: Физматлит, 2008.-376с.
4. Череменин Г.А. Прикладная геотермия.-Л.: Недра, 1977.-244с.
5. Дворов И.М. Геотермальная энергетика.-М.: Наука, 1976.-192с.

© М. Г. Гарипов – кандидат технических наук, доцент кафедры ПАХТ НХТИ КНИТУ, eldargaleev@inbox.ru; В. М. Гарипов – преподаватель ГОУ СПО «Нижнекамский нефтехимический колледж».

© M. G. Garipov – Candidate of Technical Sciences, the associate professor NCHTI "KNRTU", eldargaleev@inbox.ru; V. M. Garipov – the teacher of Public Educational Institution of Secondary Vocational Education Nizhnekamsk Petrochemical College.