

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 клапан, 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.