

УДК 662.997

Недбайло А.Н., Ляшенко Н.Е.

Институт технической теплофизики НАН Украины

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯ

Представлено схематичні рішення і оціночні розрахунки основних параметрів системи тепlopостачання адміністративного приміщення з використанням сонячного і ґрунтового колекторів.

Представлены схематические решения и оценочные расчеты основных параметров системы теплоснабжения административного помещения с использованием солнечного и грунтового коллекторов.

Technical decisions and estimated calculations of key parameters system of a heat supply an administrative premise with use solar and soil collectors are presented.

Как известно, потенциальные возможности альтернативной энергетики, основанной на солнечной инсоляции, чрезвычайно велики. Международным энергетическим агентством в 2007 году установлено, что использование только 1,5 % количества излучаемой энергии Солнца могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики, а реализация 5,0 % – полностью покрыть потребности на перспективу [1]. Один из эффективных и широко распространенных в мире способов производства энергии – это преобразование падающего на Землю солнечного излучения в теплоту.

Перспективность использования теплоты солнечной радиации определяется ее доступностью и малым сроком окупаемости внедряе-

мых проектов по сравнению с традиционными способами получения энергии. Результаты обработки статистических метеорологических данных представлены на рис. 1 в виде распределения потенциала солнечной энергии по территории Украины [2]. Эти данные свидетельствуют о её повсеместной доступности и достаточном количестве для решения энергетических проблем.

В системах солнечного теплоснабжения, как правило, применяются солнечные коллекторы, которые предназначены для нагревания теплоносителя при инсоляции. При этом температурный потенциал солнечных коллекторов колеблется в пределах (50...60) °С. Теплоноситель с такими параметрами рационально

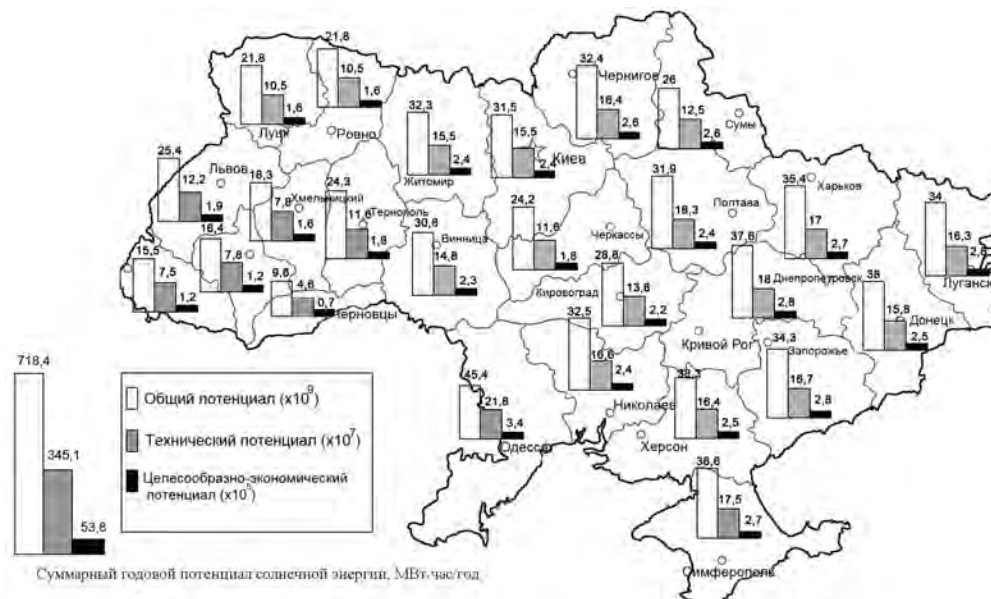


Рис. 1. Потенциал солнечной энергии по территории Украины.

использовать для нужд коммунальной теплоэнергетики – низкотемпературных систем отопления (теплый водяной пол, стены) и горячего водоснабжения.

В Институте технической теплофизики НАН Украины создан Центр теплонасосных технологий, в котором проводятся исследования энергетической и экономической эффективности использования теплонасосных систем теплоснабжения, в т.ч. с применением солнечных коллекторов. Специалистами Центра разработаны принципиальные гидравлические схемы и проведен подбор оборудования для системы теплоснабжения лабораторного помещения площадью 18 м² с использованием плоского солнечного коллектора Roth Heliostar 252 апертурной площадью 2,3 м². Его КПД составляет, соответственно, оптический 95 %, а тепловой 65 %, что достигается за счет использования в конструкции высокоизбирательного покрытия и селективного одинарного остекления. При этом расчетный годовой вклад коллектора по данным производителя может быть не менее 525 кВт·ч/м² при рекомендуемом угле установки 50°.

На рис. 2 представлена комбинированная гидравлическая схема экспериментальной системы отопления. Особенностью схемы является отсутствие в ней бака-аккумулятора.

Возможны следующие технологические варианты работы системы:

1. Циркуляция теплоносителя через СК и ГТО. При этом открыты краны: 1, 3, 4, 15, 17, 22, 23, 18, 14; закрыты краны: 5, 6, 7, 16, 19, 20, 21. При работе центрального насоса осуществляется прямое поступление теплоты от солнечного коллектора в вертикальный грунтовый коллектор. Данный режим может быть использован для исследования процессов распространения теплоты в грунтовом массиве, а также для компенсации теплового состояния последнего в теплый период года.

2. Циркуляция теплоносителя через СК и ТН. В таком режиме открыты краны: 1, 3, 4, 5, 8, 20, 18, 14, 24, 11, 19, 10, 12; закрыты краны: 6, 7, 13, 21, 22, 23, 17, 16, 15, 19, 13. ЦН

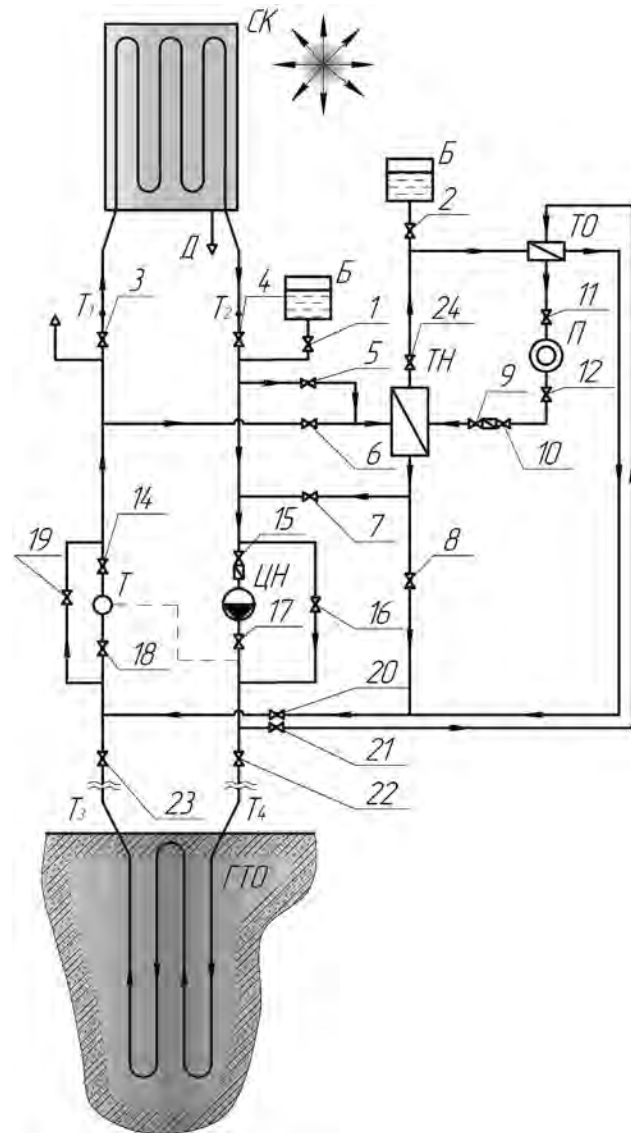


Рис. 2. Комбинированная гидравлическая схема экспериментальной системы теплоснабжения без использования бака-аккумулятора:

СК – солнечный коллектор, Д – дренаж, Б – бакоч расширительный мембранный, П – потребитель, ТН – тепловой насос, ЦН – циркуляционный насос, ГТО – грунтовый теплообменник, ТО – пластинчатый теплообменник, Т – тепломер, $T_1 \geq T_2$ – насос выключен.

– выключен. При этом происходит повышение температурного потенциала теплоносителя в системе теплоснабжения. Режим предназначен для теплоснабжения помещения в холодный

период года.

3. Циркуляция теплоносителя через ГТО и ТН. При этом открыты краны: 22, 23, 18, 14, 6, 7, 16, 1, 24, 12, 11, 10, 9; закрыты краны: 19, 20, 21, 15, 17, 8, 5, 3, 4, 13. ЦН должен быть выключен. Происходит извлечение как естественной, так и возобновляемой теплоты грунтового массива с последующим повышением ее температурного потенциала в тепловом насосе. Использование такого режима целесообразно при недостатке солнечного излучения для развития необходимой тепловой мощности.

4. Циркуляция теплоносителя через СК и П. Открытыми должны быть краны: 1, 2, 3, 4, 15, 17, 21, 11, 12, 13, 20, 18, 14; закрытыми краны: 22, 23, 16, 19, 9, 10, 7, 8, 24, 5, 6. При этом работает ЦН. Осуществляется теплоснабжение потребителя (отопление) непосредственно. Возможно использование такого режима работы системы в переходные периоды отопительного сезона с небольшой тепловой нагрузкой.

Циркуляция теплоносителя (воды) в отопительном контуре осуществляется в вариантах 2, 3, 4. Теплоносителем во всех, кроме отопительного, контурах является 28%-ый водный раствор этиленгликоля. Для измерения количества теплоты в каждом из режимов применен тепломер Арастор LQM-III-K с возможностью компьютерной обработки и анализа данных. В качестве пластинчатого теплообменника был выбран SWEP E12T.

Недостатком такой схемы является сложность согласования расходов теплоносителя в теплообменных устройствах для достижения эффективного теплообмена, а также необходимость усложнения автоматической системы контроля и управления измерительной техникой и запорно-регулирующей арматурой.

В связи с этим был разработан вариант системы отопления с использованием теплоизолированного трехконтурного бака-аккумулятора Roth BW 300 емкостью 300 л. Площадь его теплообменников змеевикового типа, соответственно контуров, системы отопления 1,0 м² и

солнечного коллектора 1,5 м². Гидравлическая схема этого решения показана на рис. 3.

Схема состоит из трех контуров (отопления, солнечного коллектора и теплового насоса), проходящих через бак-аккумулятор, который позволяет гидравлически развязать их с осуществлением теплообмена, а также контура вертикального грунтового коллектора. В холодный период года происходит накопление

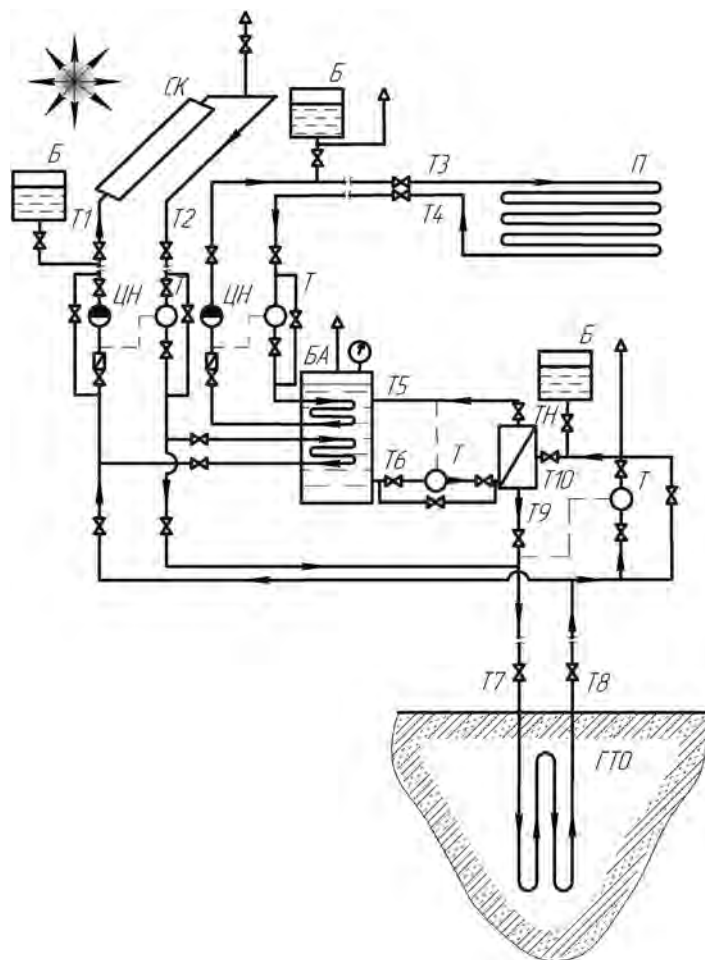


Рис. 3. Гидравлическая схема системы теплоснабжения помещения с баком-аккумулятором: СК – солнечный коллектор, БА – бак-аккумулятор, Б – бачок расширительный мембранный, П – потребитель, ТН – тепловой насос, ЦН – циркуляционный насос, ГТО – грунтовой теплообменник, Т – тепломер, Т1...Т10 – датчики температуры, Т1 ≥ Т2 – насос выключен.

теплоты в баке-аккумуляторе за счет использования теплоты инсоляции и возобновляемой теплоты грунтового массива при помощи теплового насоса.

Посредством регулирования расхода теплоносителей в контурах и коммутацией последних поддерживается необходимая температура в баке-аккумуляторе и отопительном контуре. В зависимости от тепловой нагрузки отопления возможны варианты совместного или одиночного использования источников теплоты. При этом схема позволяет, как и в первом случае, исследовать динамику распространения теплоты в грунтовом массиве, а также компенсировать его тепловое состояние в теплый период года. Измерение количества теплоты обеспечивается установкой во всех контурах тепломеров, реализующих автоматическую регистрацию показаний с различной периодичностью на компьютере.

В обоих вариантах системы, при достижении теплоносителем возвратной в солнечный коллектор температуры равной температуре, выходящей из коллектора, циркуляционный насос автоматически должен выключаться. Теплового насоса мощностью 2 кВт вполне достаточно для эффективной работы системы. Все датчики температуры предлагается использовать с вторичными приборами, позволяющими в режиме реального времени вести запись показаний и их последующий анализ. Для компенсации объема при температурном расширении жидкости в каждом контуре предусмотрены мембранные бачки. Вертикальный грунтовой сдвоенный U-образный теплообменник, изготовленный из полипропиленовых труб 32x3 мм, располагается в скважине глубиной 28 м на территории института.

Результаты предварительных оценочных расчетов основных тепловых показателей, проведенных по методике [3, 4], представлены ниже. Тепловые потери лабораторного помещения по расчетам [5] составили 1328 Вт. При этом принимались среднемесячные температуры для города Киева [6]: январь = -4,3 °С, февраль = -3,3 °С, март = 1,3 °С, апрель = 8,9 °С,

май = 15,1 °С, июнь = 18,3 °С, июль = 19,5 °С, август = 18,9 °С, сентябрь = 13,8 °С, октябрь = 7,9 °С, ноябрь = 1,8 °С, декабрь = -2,0 °С. Полученные значения среднемесячного поступления теплоты от солнечного коллектора в систему отопления сравнивались с данными из [7]. Гистограммы сравнения приведены на рис. 4. Сравнение показало, что различие в холодный период года составляет в среднем 21 %, в то время как в теплый период – около 15 %. Такую разность можно объяснить тем, что в методике [7] тепловой КПД и угол наклона к горизонту рассчитывается для каждого месяца по отдельности, а в методике [3, 4] принимаются, соответственно, постоянными. Следует отметить, что среднее значение угла в холодный период года равно 49,9°, в теплый период 21,6°, а среднегодовой 35,0° [7].

На рис. 5 показаны графики тепловых потерь помещения в холодный период года и остаточных тепловых потерь с учетом компенсации их солнечной энергией. Площадь под кривой 1 интегрально равна тепловым потерям помещения, а площадь под кривой 2 показывает остаточные потери при отоплении солнечным коллектором. Видно, что в октябре и апреле возможно полное покрытие тепловой нагрузки за счет использования инсоляции.

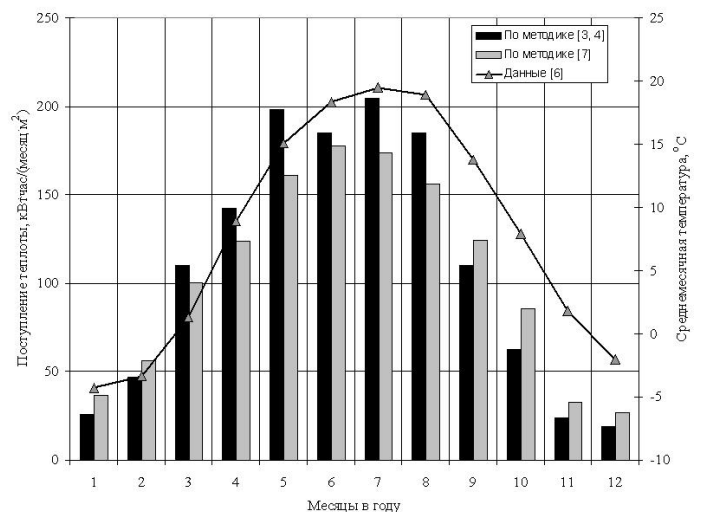


Рис. 4. Среднемесячное поступление теплоты от солнечного коллектора в систему отопления.

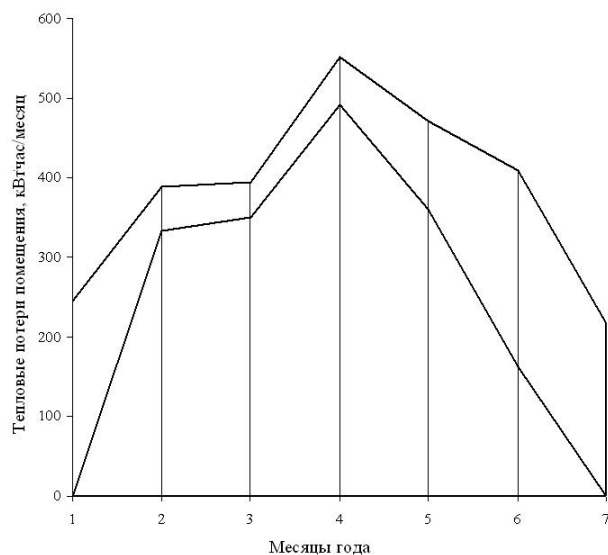


Рис. 5. Тепловые потери помещения.

По результатам расчетов приходим к выводу, что с помощью одного солнечного коллектора апертурой 2,30 м² можно покрыть тепловые потери лабораторного помещения площадью 18 м² на 35 % в холодный период года, а также получить тепловую энергию 2142,7 кВт·ч/месяц в теплый период года, которая может быть направлена в грунтовый теплообменник для компенсации теплового состояния грунта или для исследований динамики теплообмена.

Авторы выражают глубокую благодарность д.т.н., проф. Накорчевскому А.И. за кон-

сультативную помощь в работе над материалами статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Key Word Energy Statistics* from the IEA, 2008 edition / OECD (IEA), 2008. – P. 17 – 18.
2. *Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії України* / Державний комітет України з енергозбереження. – К.: «Юг», 2006. – 41 с.
3. *Пуховой И.И.* Разработка и тепловые расчеты систем солнечного отопления. К.: Политехника, 1992. – 24 с.
4. *Chateauminois M.* Calcul d'installations solaires a eau. – Marseille, EDISUD, 1998/ Rus. edition. – 205 p.
5. *Боженко М.Ф., Сало В.П.* Джерела теплопостачання та споживачі теплоти. К.: Політехніка, 2004. – 94 с.
6. *Центральна геофізична обсерваторія, м. Київ.* <http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=fac&f=facilities&p=1> – Кліматичний кадастр України. Стандартні кліматичні норми за період 1961 – 1990 рр.
7. *Накорчевский А.И.* Расчет тепловоспринимающей способности солнечных коллекторов / Пром. телотехника, 2009. – Т. 31, № 2. – С. 70-75.

Получено 20.09.2010 г.