Недбайло А.Н. Использование солнечного коллектора для отопления помещения / А.Н. Недбайло, Н.Е. Ляшенко // Пром. теплотехника. – 2010. – Т. 35, №4. – С. 66 – 70.

УДК 662.997
Недбайло А.Н., Ляшенко Н.Е.

Использование солнечного коллектора для отопления помещения

Використання сонячного колектора для опалення приміщення

Use of a solar collector for premise heating

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

Представлені схемотехнічні рішення і оціночні розрахунки основних параметрів системи теплопостачання адміністративного приміщення з використанням сонячного і ґрунтового колекторів.

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 внедряемых 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 использовать для нужд

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

Рис. 1. Потенциал солнечной энергии по территории Украины

В Институте технической теплофизики НАН Украины образован и развивается центр теплонасосных технологий, в котором проводятся исследования энергетической и экономической эффективности использования теплонасосных систем теплоснабжения, в т.ч. в составе которых применяются солнечные коллекторы. Коллективом центра разработаны принципиальные гидравлические схемы и проведен подбор оборудования для системы теплоснабжения лабораторного помещения площадью 18 м^2 с использованием плоского солнечного коллектора Roth Heliostar 252 апертурной площадью 2,3 м^2. Его КПД составляют, соответственно, оптический 95%, а тепловой 65%, что достигается использованием в конструкции высокоизбирательного покрытия и селективного одинарного остекления. При этом расчетный годовой вклад коллектора по данным производителя может быть не менее 525 кВт·час/м^2 при рекомендуемом угле установки 50°.

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

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. ЦН работает. 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.

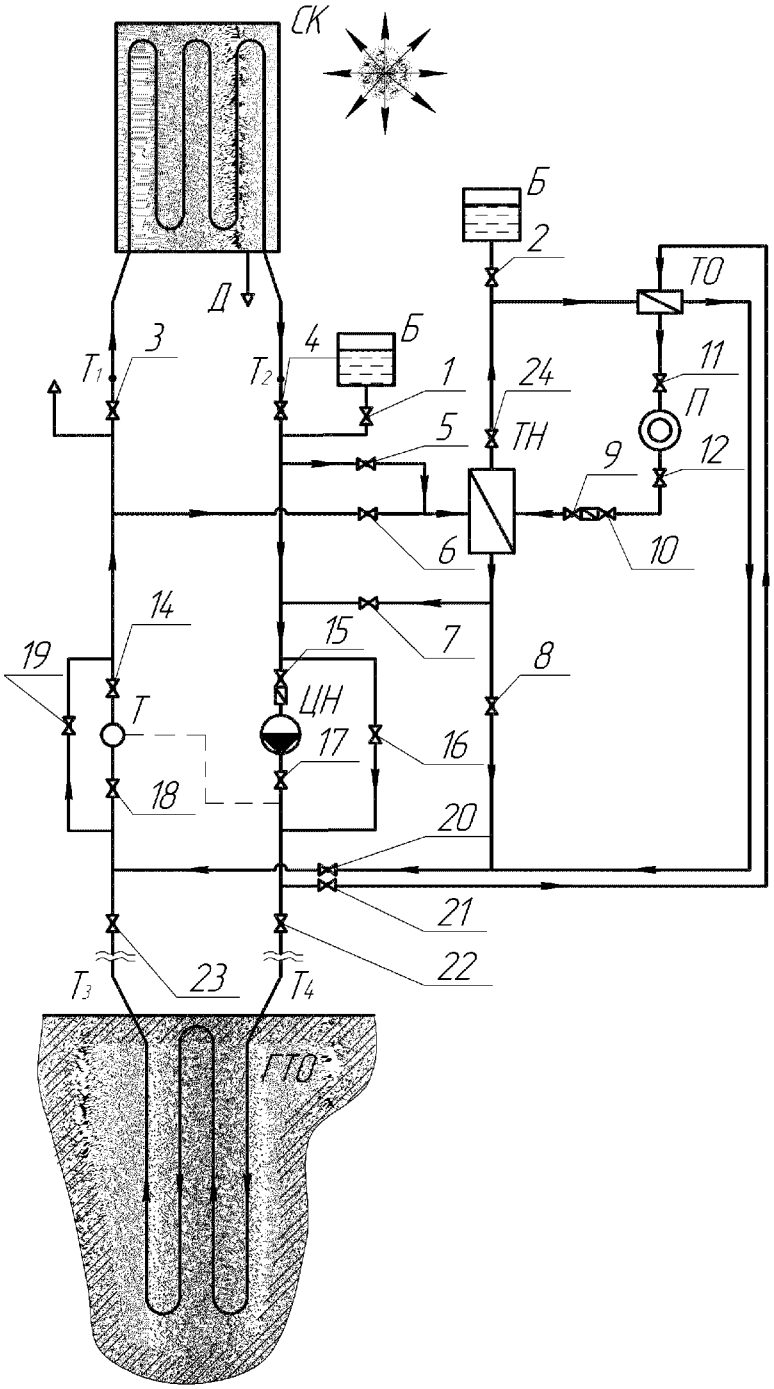

Рис. 2. Комбинированная гидравлическая схема экспериментальной системы теплоснабжения без использования бака-аккумулятора

СК – солнечный коллектор, Д – дренаж, Б – бачок 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.

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 – 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 уместно при невозможности солнечного коллектора развить достаточную тепловую мощность.

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%-й водный раствор этиленгликоля. Для измерения количества теплоты в каждом из режимов предназначен тепломер Apator 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 м^2 и солнечного коллектора 1,5 м^2. 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 теплоты в баке-аккумуляторе за счет использования теплоты инсоляции и возобновляемой теплоты грунтового массива при помощи теплового насоса.

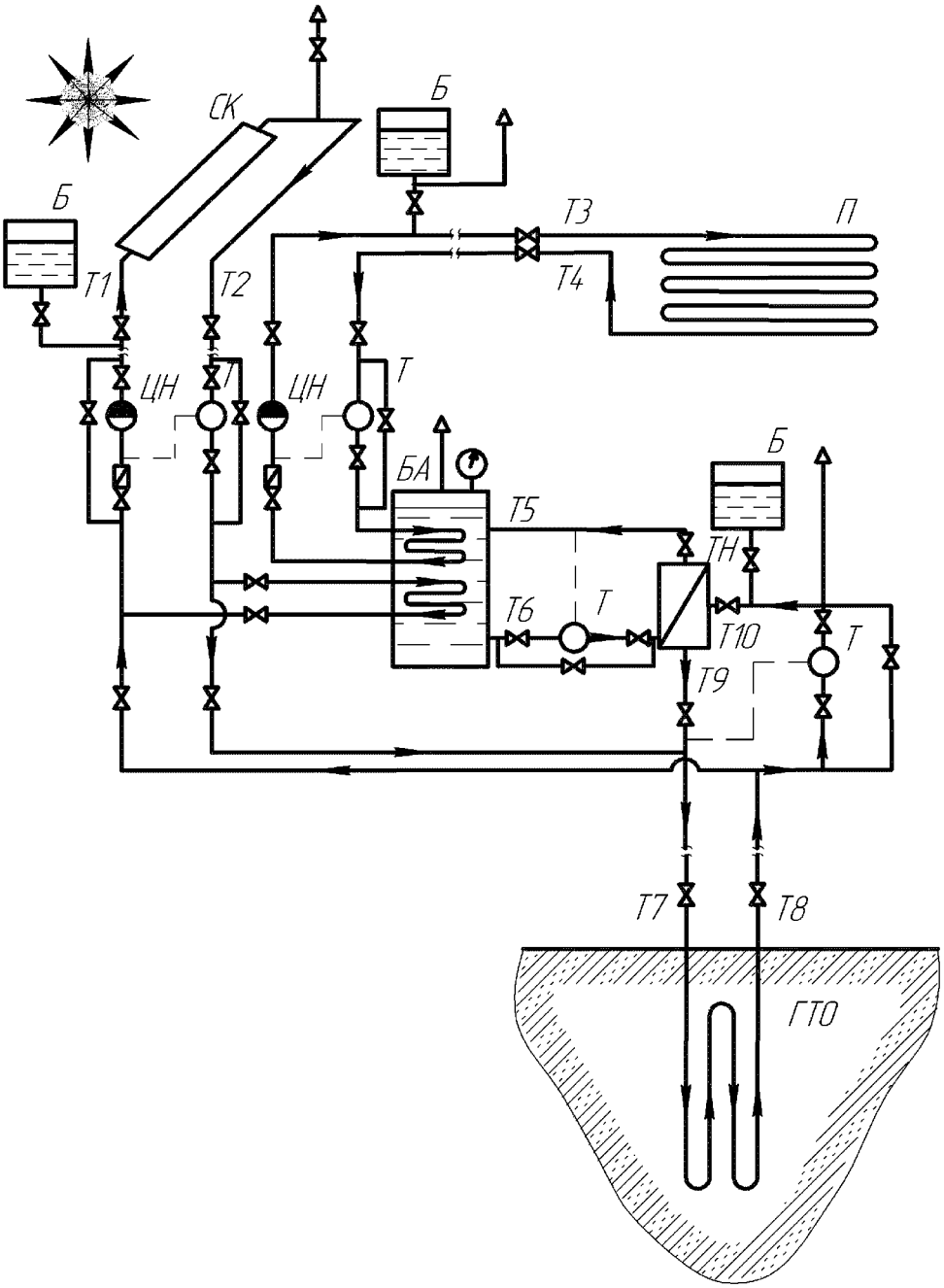

Рис. 3. Гидравлическая схема системы теплоснабжения помещения с баком-аккумулятором

СК – солнечный коллектор, БА – бак-аккумулятор, Б – бачок расширительный мембранный, П – потребитель, ТН – тепловой насос, ЦН – циркуляционный насос, ГТО – грунтовый теплообменник, Т – тепломер, Т1…Т10 – датчики температуры, Т1 ≥ Т2 – насос выключен.

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 значения выходящей из него 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 грунтовый сдвоенный U-образный теплообменник, изготовленный из полипропиленовых труб 32х3 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] такие: 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 поступление 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.

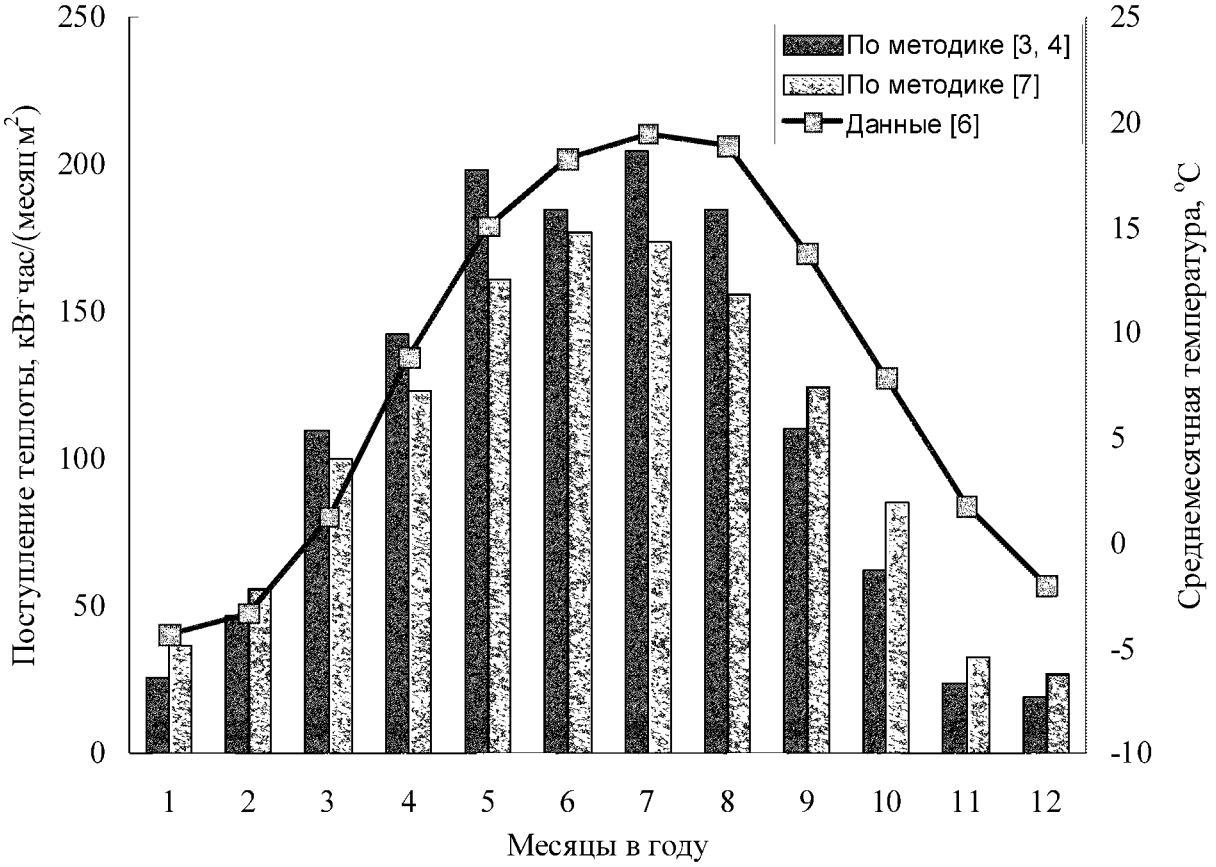

Рис. 4. Среднемесячное поступление теплоты от солнечного коллектора в систему отопления

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

Авторы выражают глубокую благодарность д.т.н., проф. Накорчевскому А.И. за консультативную помощь в работе над материалами статьи.

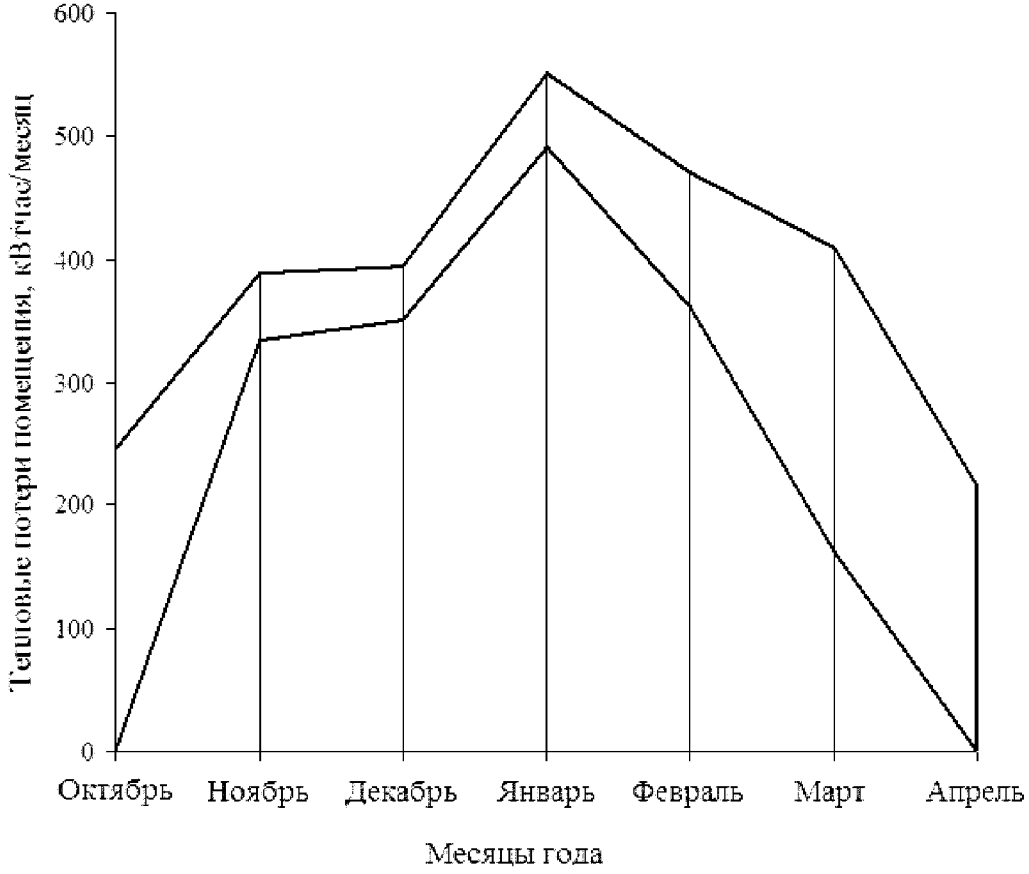

Рис. 5. Тепловые потери помещения

Перечень ссылок

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'installutions 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.