

Моделювання технологічних процесів

УДК 628. 87

*І. М. Берник, к. т. н., доцент
Вінницький національний аграрний університет*

ОЦІНКА ТА АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОТРИМАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ І КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧОГО ТА ТЕПЛОАКУМУЛЮЮЧОГО УСТАТКУВАННЯ

АННОТАЦІЯ. Здійснено оцінку та аналіз способів отримання теплової енергії і конструктивних рішень теплогенеруючого та теплоакumuлюючого устаткування. Визначено напрямки отримання теплової енергії

АННОТАЦИЯ. Осуществлено оценку и анализ способов получения тепловой энергии и конструкторских решений теплогенерирующего и теплоаккумулирующего оборудования. Определены направления получения тепловой энергии.

ANNOTATION. The estimation and analysis of ways to heat and heat generating design solutions and heat storage equipment was considered. The directions of a heat was determined.

Актуальність проблеми. Пошук та визначення нетрадиційних способів отримання теплової енергії є початковою проблемою в будь-якій галузі народного господарства. Обумовлюється це тим, що існуючі традиційні способи отримання теплової енергії є обмеженими за стрімко зменшуючи ми природними запасами нафти, газу, вугілля. Віддаючи належне розвитку так званих нетрадиційних способів отримання теплової енергії необхідним є змістовний аналіз таких способів та визначення напрямків їх ефективного використання, що і являється предметом даного дослідження. Оцінка способів отримання теплової енергії здійснено на прикладі тепличного господарства.

Огляд конструктивних та технологічних параметрів теплогенеруючого устаткування. Тепло генерує обладнання конструюються у відповідності до нетрадиційні поновлювальні джерела енергії: сонячна та вітрова енергія, геотермальні води, відходи сільськогосподарської продукції, теплові насоси, енергія низько потенціальних теплоносіїв, гідроенергія малих річок.

До теплогенеруючого устаткування відносять [1,3]:

- вітроенергетичні установки;
- генератори теплого повітря;
- сонячні колектори;
- теплові насоси.

Розглянемо переваги та недоліки заданого обладнання.

До генератора теплого повітря відноситься повітрянагрівач марки “Віетмедуе” прямого нагріву повітря (змішуючого типу, продукти згорання змішуються з нагріваючим повітрям) та інші. За допомогою генераторів теплого повітря відбувається аеродинамічний нагрів повітря в приміщенні.

Працюють теплогенератори на природному газі. Перевагою даного генератора тепла є те, що він в процесі роботи спалює шкідливі домішки і випаровування, завдяки чому очищується повітря в приміщенні.

Конструктивні особливості повітрянагрівача марки “Віетмедуе” у приміщенні [13]:

- відсутність димовідвідної труби;
- наявність блоку газової автоматики;
- вбудований автоматичний пальник;

- корпус повітрянагрівача виконаний із високоякісної нержавіючої сталі;
- наявність інфрачервоного сенсора полум'я.

Переваги теплогенераторів [10,11]:

- відсутність теплоносія - води;
- ККД теплогенераторів 90%, що дає можливість ефективного енергоспоживання та мобільність;
- можливість роботи, як з системою повітропроводів так і без них;
- короткий термін прогріву будівлі, споруди, за рахунок малої інерційності системи та оптимальний розподіл температури в приміщенні;
- можливість опалення локальних робочих місць і зон без опалення всього приміщення.

Відомі роторно – вихрові теплогенератори [10,11], наприклад, запропоновані Кладовим [6], які приводяться в дію електричними та іншими двигунами і виробляють теплову енергію з достатньо високим коефіцієнтом корисної дії.

Принцип роботи роторно – вихрового теплогенератора полягає у тому, що "в рідині створюють постійний (p_1) і змінний (p_2) складовий тиск". Кавітаційні бульбашки в рідині утворюються в той момент, коли "сума амплітуди негативної напівхвилі змінного тиску p_2 і тиску насиченої пари p_3 при даній температурі починає перевищувати суму статичного тиску p_1 і питомої міцності рідини на розрив". При цьому бульбашки розширюються. А під час позитивної напівхвилі тиску на кавітаційну бульбашку діє сума двох тисків p_1 і p_2 , який прагне стиснути бульбашку, тобто закрити її. У момент розірвання бульбашки під дією різниці зовнішнього і внутрішнього тиску " стінки бульбашки отримують велику кінетичну енергію", внаслідок чого в центрі розірваної бульбашки досягаються високі температури і, стверджує Кладов, відбуваються реакції «ядерного синтезу».

Енергія цих ядерних реакцій йде на нагрів робочої рідини. При цьому теплової енергії виробляється більше, ніж витрачається механічної енергії на підтримку пристрою в роботі. Як робочу рідину Кладов використовував воду.

Відомі також вихрові теплогенератори Потапова [5]. Теплової енергії вихровий теплогенератор виробляє, як стверджує Потапов, в 1,5 раза більше, ніж споживає електричної енергії електронасос, який нагнітає воду у вихрову трубку.

Перевагою роторно – вихрового теплогенератора є те, що не потрібно обмежувати його потужність

Недоліком вихрового теплогенератора є те, що в нього ефективність зменшується із збільшенням розмірів і потужності вихрової трубки. Тому потужність обмежують до 65 кВт.

Також для підігріву повітря в приміщенні використовують апарат "Volcano" [4]. Принцип роботи апарата "Volcano" оснований на підігріві повітря в приміщенні за допомогою водяного нагрівача, далі це нагріте повітря розподіляється по всьому приміщенні за допомогою вентилятора. Перевагою апарата "Volcano" є те, що він працює на внутрішньому повітрі приміщення, не подаючи зовнішнє повітря.

Теплові насоси – це машини, які сприймають теплоту оточуючого середовища, щоб передати теплоту з більш високою температурою споживачу [3]. (рис.1)

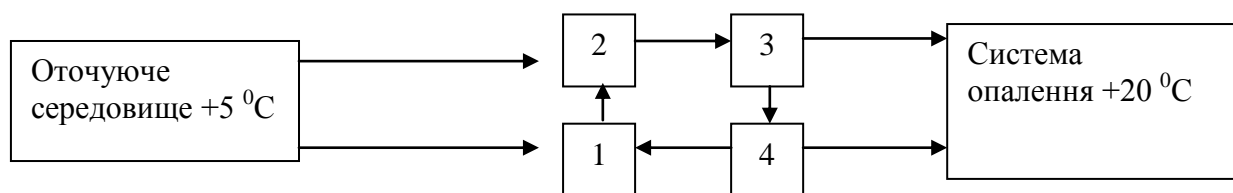


Рисунок 1. Схема перетворення природної теплової енергії в тепловому насосі: 1 – випарник; 2 – компресор; 3 – конденсатор; 4 – терморегуляторний вентиль.

Переваги теплових насосів:

- не потребує додаткових джерел теплоти;
- енергоносієм є навколишнє середовище;
- потребує витрат енергії на додатковий привід.

Вітроенергетичні установки використовують для вироблення електричної та теплової енергії. Вітроенергетичні установки бувають: роторного та пропелерного типу; тихохідні та швидкохідні; горизонтальні та вертикальні [3].

Вітроенергетичні установки роторного типу мають такі переваги: простота конструкції і більш низька її вартість; менша початкова швидкість вітру; більша потужність. Дана вітроенергетична установка роторного типу працює при швидкості вітру 7,5 м/с, що забезпечує номінальну потужність генератора - 7 кВт (рис.2).

При наявності швидкості вітру більше 4 м/с застосовують вітроустановки потужністю біля 500 Вт для базових потреб в електроенергії. В період сильного і протяжного вітру надлишки виробленої електроенергії використовують для опалення приміщень.

Відомі також ще такі вітроенергетичні установках [13]: вітрогенератор «Бриз 5000» призначений для зовнішнього освітлення, нагріву води і опалення в зонах з нормальними характеристиками середньорічної швидкості вітру від 7 м/с;

- комплекс «Бриз-Лидер» призначений для електропостачання в зонах з середньорічною швидкістю вітру від 4 м/с;
- вітродизельний комплекс «Бриз-Дизель+» призначений для електропостачання об'єктів, розташованих в зонах з низькими швидкостями вітру від 3 м/с.

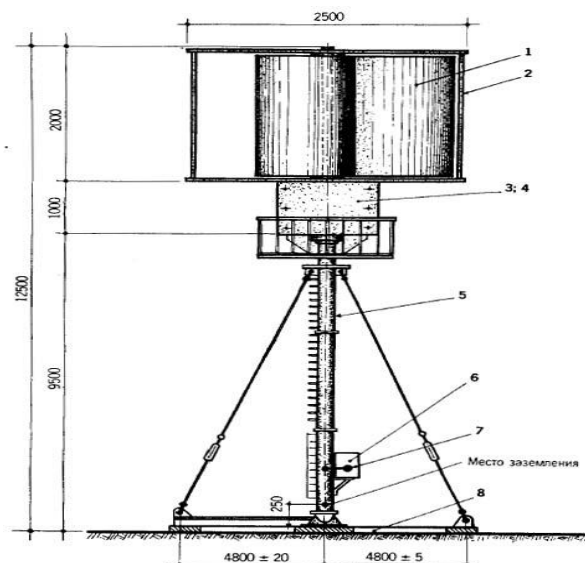


Рисунок 2. Вітроенергетична установка (ВЕС) роторного типу: 1- вітроколесо; 2 – рама; 3 – редуктор; 4 – генератори; 5 – башта з розтяжками; 6 – блок автоматики і підключення до мережі; 7 – кабель; 8 – фундамент.

Дані вітроенергетичні установки служать для автономного електропостачання споживачів, які не мають доступу до мереж централізованого електропостачання.

Сонячні колектори. Використання сонячної енергії економить паливо і зменшує забруднення навколишнього середовища.

Головні складові сонячної опалювальної установки [13]:

- сонячний колектор (водяного або повітряного типу, вакуумний чи плоский);
- теплоакумлююче устаткування та теплоносій для нього (вода, каміння, бетон, хімічні матеріали – антифриз, етилен – гліколь);

- теплоносій для опалення приміщення (вода, повітря), нагрівальні прилади (радіатори, труби).

Існує два способи передачі сонячного тепла приміщенням: 1) накопичення зібраного колектором тепла в акумуляторі; 2) акумулювання конструкціями стін, підлог, стель тепла, тепла, яке безпосередньо надходить з сонячним випромінюванням у приміщення. Перший спосіб відноситься до активної сонячної системи і пов'язаний з необхідністю використання спеціальних засобів, а другий спосіб відноситься до пасивної сонячної системи без застосування спеціальних пристроїв.

Сонячний колектор – це основний компонент сонячної енергетичної системи, що перетворює променеви енергію сонця в корисну теплову енергію і віддає це тепло теплоносію. Теплоносій переносить це тепло в будівлю чи в акумулятор для подальшого використання [13].

Водяні колектори. Водяний сонячний плоский колектор складається з затемненої променепоглинаючої поверхні (з міді, алюмінію, сталі), яка поглинає сонячну радіацію і передає її енергію теплоносію (воді чи іншій рідині, повітря); прозорого покриття, що розташоване над променепоглинаючою поверхнею, яке призначене для зменшення конвективної і радіаційної втрат енергії в навколишнє середовище; теплоізоляції нижньої та бокової поверхні колектора - для зменшення тепловтрат (рис. 3) [13].

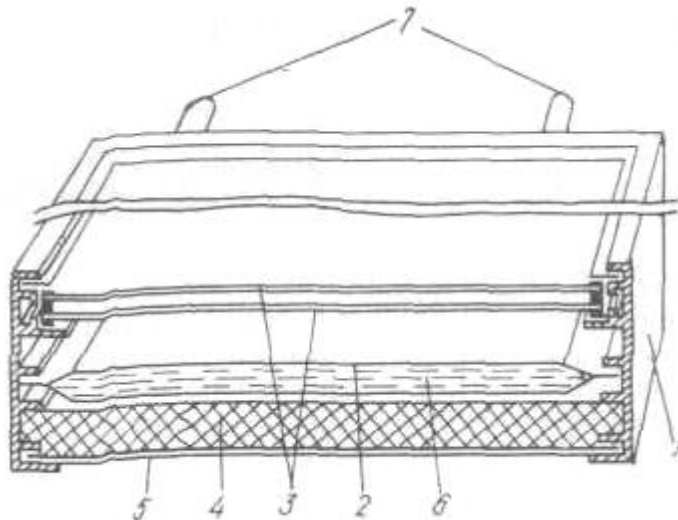


Рисунок 3. Плоский колектор із сталевим геліоприймачем: 1 – корпус; 2 – сталевий геліоприймач; 3 – скло; 4 – теплоізоляція; 5 – основа; 6 – теплоносій; 7 – штучер.

Відоме конструктивне виконання плоского сонячного колектора “Райдуга” [12] вітчизняного виробника, призначений для ефективного перетворення енергії сонця в тепло і передачі його теплоносію, що протікає через колектор. Поглинаюча панель колектора “Райдуга” виготовлена з тонколистової нержавіючої сталі і має чорне селективне покриття, яке зменшує теплові втрати колектора і збільшує його теплопродуктивність на 20-30%.

Технічні характеристики плоского сонячного колектора “Райдуга” наведені в таблиці 1 [12].

Перевагою водяного сонячного колектора є те, що система замкнута і містить в собі колектор та теплообмінник.

До недоліків водяного сонячного колектора відносяться:

- можливість замерзання рідини в колекторі;
- необхідність врахування розширення рідини при її нагріві в системі;
- можливість швидкого переходу рідини в газоподібний стан;
- можливість протікання системи;
- корозія металевих водопровідних труб.

Таблиця 1

Технічні характеристики плоского сонячного колектора “Райдуга”.

Габаритні розміри	мм	1830×630× 104
Площа колекторів габаритна	кв.м	1,15
Площа поглинаючої панелі	кв. м	1,00
Маса колектора	кг	27,0
Об’єм каналів поглинаючої панелі	л	1,3
Коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання селективним покриттям		0,92-0,94
Ступінь чорноти селективного покриття		0,11-0,14
Робочий тиск теплоносія	кПа	600
Термін роботи	років	15

На рисунку 4 показано сонячний колектор за допомогою якого можна замінити будь-який елемент типового даху, покрівлю [13]. Теплоприймач складається з двох зварених один з одним листових металів.

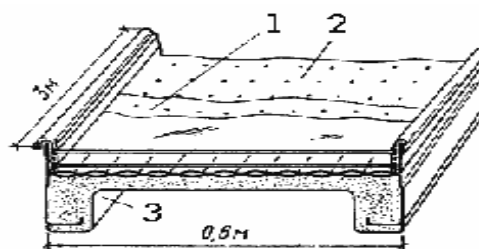


Рисунок 4. Збірний сонячний колектор: 1 - скляне покриття; 2 – теплопоглинаюча поверхня колектора; 3 – ізоляція.

Повітряні колектори. В повітряному колекторі система збору сонячного тепла, з використанням теплоносія-повітря, застосовується для опалення приміщень всіх типів [13]. (рис.4)

Переваги повітряних колекторів:

- теплоприймач не з’єднаний з водопровідною системою, яка є герметичною;
- теплоприймач не обов’язково повинен бути металевий.

Недоліки повітряних колекторів:

- низька питома теплоємність повітря;
- мала щільність;
- важкість контролю над рухом повітря.

Конструктивні рішення теплоакумулюючого устаткування.

Найважливішою причиною застосування акумулятора тепла в сонячній енергетичній системі є непостійне сонячне сяйво і постійна потреба в енергії. Крім того, при наявності сонця, як правило, поступає більше енергії, чим потрібно, тому, накопичивши енергію, її можна використовувати далі, коли сонця не має. Застосування акумуляторів теплоти підвищує надійність системи сонячного теплопостачання (ССТ), забезпечується покриття навантаження в ночі і при підвищеній хмарності, знижується витрата палива [8,13].

Система акумулявання тепла (САТ) працює на основі накопичення явної чи прихованої теплоти. САТ включає в себе теплоакумулюючий матеріал (ТАМ), резервуар та теплову ізоляцію.



В рідинних ССТ для акумулювання теплоти використовуються баки з гарячою водою, що має високу теплоємність, а в ССТ з повітряним колектором сонячної енергії – резервуар з галькою та іншими твердими матеріалами.

За допомогою теплоакумулюючих матеріалів в акумуляторі тепла накопичується теплова енергія, тому ТАМ повинні відповідати наступним вимогам: висока теплоємність; низька ціна; низька корозійна активність; відсутність токсичності; простота в експлуатації.

Акумулятори теплової енергії поділяються на три види [13]:

- 1) звичайні теплоакумулятори;
- 2) акумулятори, що використовують приховану теплоту фазових перетворень;
- 3) акумулятори, засновані на поглинанні теплоти в процесі зворотних хімічних реакцій.

При застосуванні звичайних теплоакумуляторів використовують тепло, яке виділяється чи поглинається фізичним теплом в залежності від зміни його температури.

Найбільш характерною теплоакумулюючою речовиною є вода, яку застосовують в багатьох геліосистемах. Якщо вода використовується як теплоакумулююче середовище, то теплоносієм в сонячному колекторі також є вода. Підведена живильна вода змішується з нагрітою і температура споживаної води знижується. В результаті цього застосовують додаткове теплогерело, що зменшує коефіцієнт використання сонячного тепла. При такій конструкції внутрішні розміри теплоакумулятора і примикаючи до нього труб проектується так, щоб забезпечити зустрічну течію. Отвір для подачі живильної води розташований близько від отворів входу та виходу колекторних труб, і щоб вода не змішувалася монтуються буферні пластини.

Для більш ефективного використання тепла тепло акумуляторний бак повинен мати форму циліндра.

Також як теплоакумулююче середовище застосовують каміння та евтектичні солі (з фазовим перетворенням) в системі опалення повітряного типу.

Теплоакумулююче середовище складається з декількох елементів: каміння, невеликого посуду з водою чи евтектичною сіллю в контейнерах, які дають можливість повітрю проходити між ними, передаючи їм тепло.

Здатність ТАМ накопичувати тепло залежить від його питомої теплоємності, яка виражається кількістю тепла (Дж), необхідного для підвищення температури 1 кг матеріалу на 10.

Енергію (фізичну теплоту), можна отримати знов в залежності від зниження температури речовини – це головний принцип дії сонячних теплових акумуляторів.

Теплоакумулятори можна встановлювати на сонячних колекторах (термосифони) чи окремо всередині приміщення.

Теплоакумулятори встановлені всередині приміщення також мають два баки – внутрішній та зовнішній. Дані теплоакумулятори оснащені електронагрівачами як альтернативним джерелом енергії при відсутності сонця чи для запобігання замерзання системи (при використанні теплоносія – воду). В баку встановлюють один чи два спіральних мідних теплообмінника [9].

Теплоакумулятори для сонячної системи опалення повітряного типу. Теплоакумулюючим середовищем для даної системи опалення є каміння. Перевагою використання каміння є його низька вартість.

На 1 м² колектора потрібно 35...180 кг каміння через їх малу теплоємність [12,13]. Недоліком використання каміння є величезна їх кількість, що ускладнює проблему їх транспортування і перевантаження, а також вимагає відсік, достатнього за розміром, щоб вмщати їх. При 30% пустот об'єм каміння, необхідний для акумуляції тієї ж кількості тепла, що і бак з водою, повинен бути в 2,5 рази більше.

У системах повітряного типу можна також використовувати невеликі контейнери для води, які можна розмістити на стелажах, полицях або яким-небудь іншим способом,

щоб дати повітря можливість безперешкодно обтікати їх. Такими контейнерами можуть бути пластмасові, скляні, алюмінієві місткості, бутлі, банки. Проблема укладання або розміщення контейнерів розв'язується різними шляхами, але, мабуть, найуспішнішим є установка їх на піддони з подальшим продуванням повітря по горизонталі між піддонами (рис.5) [13].

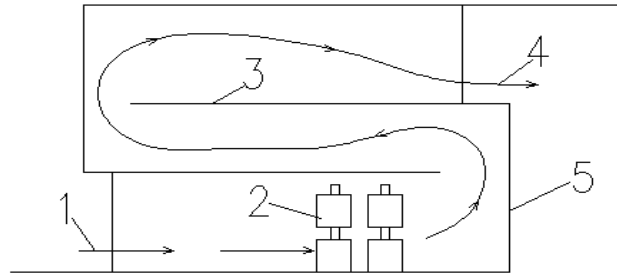


Рисунок 5. Відсік теплоаккумулятора для повітряної системи, в яких застосовують невеликі контейнери з водою: 1 – надходження повітряного потоку; 2 – контейнери з водою; 3 – полицьки; 4 – вихід повітряного потоку; 5 – відсік акумулятора.

Як теплоносій в сонячних системах опалення також застосовують антифриз [13].

Застосування антифризних розчинів має як переваги, так і недоліки.

Переваги застосування антифризу:

- У колекторному контурі двоконтурної системи можна використовувати насоси з малими обертами.
- Звичайно антифризи застосовують разом з антикорозійними добавками; в цьому випадку як матеріали для виготовлення сонячних колекторів і трубопроводів можна використовувати дешеві марки сталі.
- У системах сонячного опалення і гарячого водопостачання існують 2 окремих контури, що розділяються в теплообміннику, тому, вибравши відповідну за тиском частину контуру, можна легко підключитися до водопровідної мережі.
- Не існує небезпеки замерзання, немає особливих обмежень в градієнті температур по довжині труб (для зливу антифризів в нижній частині системи слід встановити дренажний кран).

Недоліки застосування антифризу:

- Необхідно встановити теплообмінник. В порівнянні з безпосереднім обігрівом температура теплоносія повинна бути вищою, при цьому КПД сонячного колектора падає і вироблення тепла протягом року зменшується на 10...20%.
- Для системи гарячого водопостачання використовуються антифризи на основі пропіленгліколя. Розчини одного виробника не можна змішувати з розчинами інших виробників. В міру зменшення їх вмісту в трубопроводах антифризи не можна поповнювати водою.
- При використанні антифризних розчинів необхідно враховувати можливість їх випаровування, розрідження, закипання або просто погіршення якості. В зв'язку з цим потрібна надійна система контролю.
- У антифризі в порівнянні з водою теплоємність і теплопровідність нижчі, а в'язкість вища, тому необхідно при їх використанні встановлювати теплообмінник значно більшого розміру.
- Вартість антифризу висока.

- Якщо місткість розширювального бака недостатня, то при відключенні струму в колекторі можливе закипання розчину і виливання рідини з розширювального бака.

У водяний розчин етилен – гліколю додають антикорозійні токсичні добавки на основі солей азотної кислоти. Такі антифризи можна використовувати лише в системах сонячного опалення.



Водяний розчин пропіленгліколю майже не містить шкідливих речовин і його можна використовувати навіть в системі гарячого водопостачання.

Якщо для отримання антикорозійних добавок використовуються нетоксичні речовини, то антифризи можна застосовувати в системах із звичайними теплообмінниками.

Висновки.

1. Наявність великої кількості різних конструкцій теплогенеруючою та теплоакумулюючою устаткування засвідчує відсутність загальноприйнятого підходу до оцінки їх ефективності.
2. Серед розглянутого устаткування найбільш ефективним і менш енерговитратним є теплогенеруюче устаткування – плоский сонячний колектор водяного типу “Райдуга”, а теплоакумулюючим устаткуванням для досліджуваної споруди є ґрунт.
3. Для підігріву повітря в приміщенні варто використовувати апарат “Volcano”.

Література

1. Андерсон Б. Солнечная энергия (основы строительного проектирования: Пер. с англ. – М. Стройиздат, 1982. – 115 с.
2. Бойлс Д. Биоэнергия: технология, термодинамика, издержки: Пер. с англ. – М. Агропромиздат, 1987. – 152 с.
3. Денисенко Г. И. Возобновляемые источники энергии. Киев.: Вища школа, 1983.
4. Журнал. VOLCANO TOP. EUROHEAT.
5. Патент 52985А України, МПК F24 J3/00, Ю. С. Потапов., С. Ю. Потапов., Л. П. Фоминский. Пристрій для нагрівання рідини. Бюл № 1, 2003.
6. Патент 2054604 РФ, МПК₇ F24 J3/00, Способ получения энергии. / Кладов А.Ф.// Приор. от 02.07.93.
7. Пилюгина В. В. Использование солнечной энергии в сельском хозяйстве // Техника в сел. хоз-ве. – 1980. – № 5. С. 59-60.
8. Уделл С. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии. – М.: Знание, 1980.
9. Шишко Г. Г., Потапов В. А., Злобин Л. Л. Отопление и вентиляция теплиц. – К.: Будівельник, 1984. – 111 с.
10. Фоминский Л.П. Роторные генераторы дармового тепла. Сделай сам.– Черкассы: «ОКО-Плюс», 2003. - 346 с.
11. Фоминский Л.П. Как работает вихревой теплогенератор Потапова. – Черкассы: «ОКО -Плюс», 2001. - 104 с.
12. <http://www.solarenergy.ru/> – Каталог сонячних колекторів.
13. <http://www.cliff-house.mensh.ru> – Проектування сонячного будинку.