

ЕЛЕКТРОННО УСТРОЙСТВО ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ОСНОВНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ХЕЛИОТЕРМИЧЕН МОДУЛ

СТОИЧО ПСЕДЕРСКИ, МИХАИЛ ИЛИЕВ, ГЕОРГИ КАРАБЕНЧЕВ
ВТУ "АНГЕЛ КЪНЧЕВ" - РУСЕ

В статията се предлага блокова схема на електронно устройство за измерване на основните характеристики на плосък воден слънчев колектор като: полезна енергия, отделяща се от площта на колектора; разход на топлоносителя; входна и изходна температура на топлоносителя и коефициент на полезно действие на колектора.

През последните години в условията на изостряща се енергийна криза нараства интересът към създаването и производството на технически средства за преобразуване на лъчистата енергия на слънцето в топлинна и електрическа. За да бъде оценена ефективността на слънчевите топлинни колектори е необходимо да се разработят технически средства за измерване на техните основни характеристики като: полезна енергия, отделяща се от площта на колектора; разход на топлоносителя; входна и изходна температура на топлоносителя и коефициент на полезно действие на колектора.

Полезната енергия, отделяща се от площта на колектора в даден момент от време, се определя като разлика между количеството слънчева енергия, погълната от пластините на колектора, и количеството енергия, губеща се в околната среда. При конструирането на почти всички видове колектори се използва известното в литературата уравнение:

$$Q_n = F_R \cdot A [I_T (\bar{U} \cdot \alpha) - U_L (T_i - T_a)] \quad (1), \text{ където:}$$

Q_n - полезна енергия, излъчвана от колектора за единица време, W;

A - площ на колектора, m^2 ;

F_R - коефициент на отвежданата от колектора топлина;

I_T - пътност на потока слънчева радиация, W/m^2 ;

- пропусквателна способност на прозрачното покритие по отношение на слънчевото излъчване;

- поглъщателна способност на пластините на колектора по отношение на слънчевото излъчване;

U_L - пълен коефициент на топлинните загуби, $W/m^2 \cdot ^\circ C$;

T_i - температура на тречниста на входа на колектора, $^\circ C$;

T_a - температура на околната среда, $^\circ C$;

Коефициентът на полезно действие се изчислява по известната формула:

$$\eta = F_R \cdot U_L (T_i - T_a) / I_T \quad (2).$$

Измерването на Q_n и η по горните изрази е доста трудно, тъй като се използват нелинейни графични зависимости с много приближения.

За практически изследвания на слънчеви колектори най-често се използва методиката на Националното бюро по стандартизация на САЩ, съгласно която изпитванията се провеждат в стационарни условия като слънчевата радиация, скоростта на въетъра, температурата на въздуха и температурата на топлоносителя на входа слабо се изменят за даден

интервал от време. В този случай полезната енергия Q_p и коефициентът на полезно действие се определят съответно от следните изрази:

$$Q_p = A \cdot G \cdot C_p (T_0 - T_i) \quad (3), \text{ където:}$$

G – разход на топлоносител на 1 m^2 от площта на колектора;

C_p – специфичен топлинен коефициент на топлоносител;

T_0 – температура на изхода на колектора.

Q_p

$$\eta = \frac{A \cdot I_t}{\text{изходно напрежение}} \quad (4)$$

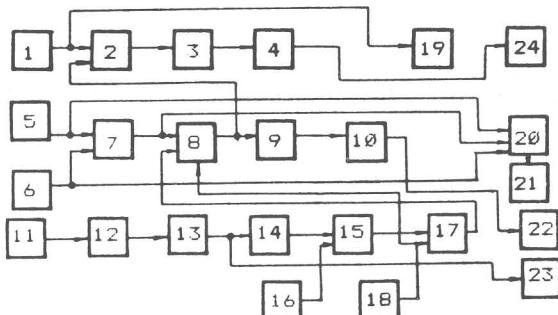
За измерване на интензивността на слънчевото лъчение може да се използва линейната зависимост между изходната мощност на един силициев слънчев елемент и потока слънчева радиация. Информацията за напрежението и тока на слънчевия елемент след усилване от мащабиращи усилватели се подава на входовете на аналогов умножител, чието изходно напрежение ще бъде пропорционално на изходната мощност на слънчевия елемент, а следователно и на интензивността на потока слънчева радиация.

За измерване на температурата на топлоносителя на входа и на изхода на колектора се използват преобразуватели на температура в напрежение например силициеви транзистори в диодно свързване. За измерване на разхода на топлоносителя през колектора може да се използва турбинен разходомер, честотата на изходния сигнал на който е пропорционална на скоростта на движение на топлоносителя.

Измерването на коефициента на полезно действие на колектора става съгласно израз (4). За целта е необходимо да се измери полезната енергия Q_p , отделяща се от площта на колектора. Това става съгласно израз (3), чрез аналогов умножител-делител, на изхода на който се получава напрежение пропорционално на Q_p . За целта на единния му вход се подава напрежение, пропорционално на произведението $A \cdot G \cdot C_p$ на другия му вход – напрежение, пропорционално на температурната разлика ($T_0 - T_i$), а на третия вход – напрежение, пропорционално на площта на колектора.

Измерването на коефициента на полезно действие на колектора става също чрез аналогов умножител-делител, на единия на който се подава напрежение, пропорционално на Q_p , на втория вход – напрежение, пропорционално на произведението $A \cdot I_t$, а на третия вход – постоянно опорно напрежение, съобразено с мащабирането. На изхода на аналоговия умножител – делител ще се получи напрежение, пропорционално на коефициента на полезно действие на колектора.

Блоковата схема на измервателя на основните характеристики на хелиотермичния модул е показана на фигура 1.



Фиг. 1. Блокова схема на измервателя на основните характеристики на хелиотермичен модул

Означенията на фигура 1 са:

1. Измервател на потока слънчева радиация.
2. Измервател накофициента на полезно действие на колектора.
3. Преобразувател напрежение - честота.
4. Честотомер.
5. Измервател на температурата на топлоносителя на входа на колектора.
6. Измервател на температурата на топлоносителя на изхода на колектора.
7. Измервател на температурната разлика.
8. Измервател на полезната енергия, отделяща се от площта на колектора.
9. Преобразувател напрежение - честота.
10. Честотомер.
11. Турбинен преобразувател на разхода.
12. Честотомер.
13. Памет.
14. ЦАП.
15. Аналогов умножител - делител.
16. Измервател на топлинния капацитет на топлоносителя.
17. Аналогов умножител - делител.
18. Измервател на площта.
19. Индикация за потока слънчева радиация.
20. Превключвател за индикация.
21. Индикация за температурата на входа, изхода и на температурната разлика на колектора.
22. Индикация за полезната енергия.
23. Индикация за разхода на топлоносителя.
24. Индикация за коефициента на полезно действие.

Принципът на действие на схемата е следният. Измерването на интензивността на слънчевото лъчение се базира на линейната зависимост между изходната мощност на един силициев елемент и потока слънчева радиация. Като товар в изхода на слънчевия елемент се използва германиев транзистор. Изходната мощност на слънчевия елемент се получава след аналогово умножение и напрежения, пропорционални съответно на напрежението и на тока през слънчевия елемент, получени на изхода на мащабиращи усилватели. Изходното напрежение на аналоговия умножител ще бъде пропорционално на интензивността на слънчевото лъчение в подходящ мащаб и се измерва от цифров волтметър - блок 19.

За измерване на температурата на топлоносителя на входа на колектора T_1 и на изхода му То се използват силициеви транзистори в диодно свързване. Измерването на температурната разлика на топлоносителя на входа и изхода на колектора става с диферециален усилвател 7. Чрез превключвател 20 и цифровия волтметър 21 може по желание да се индикират съответно температурите на топлоносителя на входа и изхода на колектора както и температурната им разлика.

За измерване на разхода на топлоносителя се използва турбинен разходомер 11 и цифров честотомер 12. Чрез постоянна памет 13 кодът на генерираната от индукционния преобразувател на турбинния преобразувател на разход честотата се прекодира в BCD код, съответствуващ на разхода на топлоносителя през колектора в $1/s$. Този разход се индикира от цифров честотомер 23.

Двоичния код на разхода на топлоносителя се преобразува в аналогова величина от ЦАП - блок 14 на фигура 1 и се подава на единия вход на аналогов умножител 15, а на другия му вход - напрежение от опорен източник 16, съответствуващо на специфичния топлинен капацитет на топлоносителя. Изходното му напрежение се подава на единия вход на втори аналогов умножител 17, а на другия му вход - напреже-

ние от опорен източник 18, съответствуващо на площта на колектора. По този начин изходното напрежение на този аналогов умножител ще бъде пропорционално на произведението $A \cdot G \cdot Cr$ и се подава на единия вход на аналоговия умножител – делител 8. На втория му вход се подава напрежение, пропорционално на температурата разлика на топлоносителя на входа и на изхода на колектора, а на третия му вход – напрежение, пропорционално на площта на колектора. Изходното напрежение на аналоговия умножител – делител 8 ще бъде пропорционално на полезната енергия Q_p и се подава на единия вход на аналоговия умножител 2, чието изходно напрежение ще бъде пропорционално на коефициента на полезно действие на колектора.

По-нататък това напрежение се преобразува от преобразувател 3 в честота и се измерва от цифров честотомер 4. Така индикацията 24 ще съответствува на коефициента на полезно действие на колектора.

Изводи:

1. Предложена е блокова схема на електронно устройство за измерване на основните характеристики на слънчеви колектори като: полезна енергия, отделяща се от площта на колектора; разход на топлоносителя; температура на входа, на изхода и температурата разлика на топлоносителя, поток на слънчевата радиация и коефициент на полезно действие на колектора. По измерените параметри може да бъде направена оценка за ефективността на слънчевия колектор.

2. Измерваните параметри на слънчевия колектор могат да се използват за автоматично азимутално ориентиране на колектора за получаване на максимален коефициент на полезно действие, независимо от географската ширина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бринкворт, Б. Дж., "Солнечная энергия для человека", Мир, Москва, 1976.
2. Бекман У., С. Клейн, Дж. Дафф, "Расчет систем солнечного теплоснабжения", Энергоиздат, Москва, 1982.
3. Спасов К. И., М. М. Балабанов, А. Е. Станков, "Проектиране и конструиране на топлинни слънчеви инсталации", Техника, София, 1988.