

GÜNƏŞ KOLLEKTORLARININ İŞ REJİMİ VƏ ORTA İSTİSMAR XARAKTERİSTİKALARININ OPTİMALLAŞMASI

İ.Q. ƏLİYEV, E.M. RZAZADƏ

Azərbaycan Ekoenergetika Akademiyası, AZ1073, Bakı, M.Arifk.,5

Günəş modullu energetik sistemlərdə optimallaşma məsələləri tədqiq olunmuşdur. Günəş şüalanması kollektorlarından istifadə zamanı iş rejimləri, istismar xarakteristikalarının optimallaşması, fotoçevirici elementin hazırlandığı materialın seçimi araşdırılmışdır.

Kollektorlar, fokuslayıcı konstruksiyaları ilə bağlı olan sırf optik optimizə məsələləri ilə yanaşı fokuslayıcı elementlərlə təchiz olunan günəş kollektorlarından istifadə xarici optimizə məsələlərinin vacibliyini irəli sürür. Ən yüksək səviyyəli optimallaşma bir qayda olaraq layihələnmənin sistemində iqtisadi xarakteristikaları ilə bağlıdır. Bu cür ümumi məsələnin qoyuluşu üçün mövcud məlumat bazası yeni texnikanın dəyərinin qararlaşmayan xarakteristikaları ucubundan kifayət etmir. Lakin, yalnız texniki maraq kəsb edən aşağı səviyyəli məsələlər vardır və optik elementlərin iş rejimi və konstruktiv parametrlərinin sistem şəklində uyğunlaşması ilə bağlıdır.

Rejim optimallaşma məsələsi artıq müstəvi kollektorda yaranır. Bu zaman onun üfüqə doğru meyillilik bucağının optimal qiymətini təyin etmək tələb olunur. Foklin növ konsentratörə fokuslayıcı kollektorlar üçün bu məsələ kollektorun parametrik bucağını ilin istənilən vaxtında onun müstəvisinin üfüqə meyillilik bucağı və onun istiqamətinin dəyişmə tezliyinin sistemli şəkildə uyğunlaşmasını tələb edir. Bu cür xüsusi optimallaşma məsələlərinin funksiyası günəş sistemlərinin tətbiqindən, onların işinin temperatur rejimindən asılıdır və sistemin istilik enerjisində tələbatı yerinə yetirmək üçün və ya günəş enerjisi çeviricilərinə element kimi tətbiqindən asılı olaraq güclü şəkildə dəyişir.

Fokuslayıcı kollektorların iş rejiminin modelləşməsinə baxaq. Modelləşmədə ilk element günəş radiasiyasının qəbulu modelinin seçilməsidir. Bu məsələnin həndəsi hissəsi Günəşin səmada hərəkətini şərh edən məsələdir. O kifayət qədər sadə həll olunur. Əgər yerli coğrafi koordinat sisteminin koordinat oxları cənuba, şərqə və zenitə doğru istiqamətləndirilsə [1], onda l – vahid vektoru günəş diskinin mərkəzinə doğru yönələrək, aşağıdakı komponentlərə malik olacaqdır:

$$l_x = -\cos \beta \sin \delta \sin \beta \cos \delta \cos \omega$$

$$l_y = -\cos \beta \sin \omega$$

$$l_z = \sin \beta \sin \delta + \cos \beta \cos \delta \cos \omega$$

burada β yerin coğrafi eni; δ ilin əvvəlindən hesablanmış günün sayına və $\delta_{max}=23.45^\circ$ maksimal meyilliyə görə aşağıdakı formulaya görə hesablanan Günəş meyilliyidir.

$$\sin \delta = \sin \delta_m \sin \left[2\pi \frac{N-81}{365} \right]$$

ω - günorta saatlarından sayılan t -günəş zamanı ilə bağlı olan saat bucağıdır:

$$\omega = \pi t_g / 12$$

Üfüqə α bucağı altında cənuba tərəf yönəlmiş kollektorun müstəvisinə normal vektoru bu koordinat sistemində aşağıdakı komponentlərə malikdir:

$$n_x = \sin \varphi; \quad n_y = 0; \quad n_z = \cos \varphi.$$

Kollektor müstəvisinə düşən şüaların kosinusunu (\bar{l}, \bar{n}) skalyar hasilini ilə təyin olunur:

$$\cos i = \sin(\beta - \varphi) \sin \delta + \cos \delta \cos(\beta - \varphi) \cos \omega$$

Foklinin buraxma əmsalının hesablanması üçün həmçinin normal ilə \bar{l} - vektorunun foklinin en kəsiyi müstəvisinə proyeksiyası arasındakı ξ bucağını bilmək lazımdır. Əgər foklinin uzuna oxu şimal – cənub xətti üzrə yönəlsə, onda bu bucaq

$$\cos \xi = \cos i / \sqrt{1 - \cos^2 \delta \sin^2 \omega}$$

formulu ilə təyin olunur.

Alınan formulalar foklinin parametrik bucağı və ilin müxtəlif vaxtlarında onun iş gününün müddəti arasındakı münasibət haqqında məsələni həll etməyə kömək edir. Uyğun olaraq coğrafi enlikdən asılı olmayaraq foklin üçün nəticələr belə olar:

Cədvəl 1.

Yay ortası foklinin verilmiş iş gününün müddətini təmin etmək üçün zəruri olan parametrik bucaq

Δt , saat	6	7	8	9	10	11
α , dərəcə	4,0	6,0	8,7	12,5	17,8	25,0
K	14,3	9,6	6,6	4,6	3,3	2,4

Bu cədvəl üzrə parametrik bucağın əlverişli seçimi $\alpha=6-15^\circ$ - intervalıdır. Hətta kiçik parametrik bucaqda foklinin iş günü kifayət qədər uzundur. Əgər nəzərə alsaq ki, müstəvi formalı kollektorlar üçün iş gününün uzunluğu məhduddur, yüksək temperatur rejimində onun işinin effektivliyi aşağıdır, və alınan nəticələr bu baxımdan çox mühümdür.

Foklinin parametrik bucağının azalması onun yönəlməsində tez-tez nizamlanır. $\alpha=18^\circ$ parametrik dərəcəli foklin ildə iki vəziyyət – “qış” və “yay” – olmaqla ikiqat nizamlanma tələb edir. 10° - parametrik dərəcəli foklin hər ay, 6° - parametrik dərəcəli foklin həftəlik nizamlanma tələb edir. Lakin bu məsələdə istilik yüklənməsinin xarakterini nəzərə alaraq konkret növ kollektorların layihələnməsində diqqətlə müzakirə olunmalıdır.

Kollektorların orta istismar xarakteristikalarının modelləşməsi zamanı günəş qurğusunun yerləşəcək konkret rayona günəş radiasiyasının düşmə statistikasını nəzərə almaq lazım-

dır. Sadə metodika kimi Kastrov tərəfindən irəli sürülən mülahizə ola bilər. Bu mülahizəyə görə aydın səmada üfuk üzərində günəşin hündürlüyü və günəş radiasiyasının səviyyəsi arasında güclü korrelyasiya asılılığı vardır.

Birbaşa q_0 , səpilməmiş q_p və toplam günəş radiasiyası arasında münasibət meteoroloji günəş sabiti $q_m=1,25\pm 0,04kVt/m^2$ və χ - udma əmsalına görə təyin olunur:

$$q_0 = \frac{q_m \sinh}{\chi + \sinh}; \quad q_p = 0,38\chi q_0$$

Hər bir ay üçün χ - nin qiyməti meteoroloji çoxillik müşahidənin orta qiymətinə görə əvvəlcədən hesablanmalıdır.

Riyazi modelə həm də ortostatistik buludluluğu da əlavə etmək lazımdır. χ - udulma əmsalı kimi bu kəmiyyəti də kollektorun yönəlməsinin nizamlanması zamanı tez-tez dəyişməsindən asılı olmayaraq aylıq intervala aid etmək lazımdır.

Həm müstəvi, həm də fokuslayıcı kollektorla günəş enerjisinin utilizasiya sistemi günəş enerjisinin daxil olmasında tənzim olunmayan xarakterlə bağlı olan xüsusiyyətə malikdir. Bu xüsusiyyət özünə məxsus doyma effekti ilə təyin olunur. Adı çəkilən effekt günəş qurğusunun köməyi ilə tutulan yüklənmə hissəsinə cavabdeh yerləşmə əmsalının hesabı zamanı müşahidə olunur. Bu effektin əsas səbəbi bir qayda olaraq, yüklənmə və daxil olan günəş radiasiyası qrafiklərinin üst-üstə düşməməsi ilə bağlıdır. O yalnız uzunmüddətli akkumulyasiya sistemlərinin tətbiqi ilə təmamilə aradan qaldırıla bilər. Doyma effekti həmçinin ənənəvi yanacaq sistemləri üçün qeyri adi vəziyyətə gətirib çıxarır ki, bu zaman günəş avadanlıqlarının tətbiqində maksimal effektivlik tutulma əmsalının minimal qiymətinə uyğun gəlir. Yüksək etibarlı təmiz günəş sistemlərinin yaradılmasına meyllilik onun ölçülərinin

və hər şeydən əvvəl iş müddətinin kifayət qədər çox hissəsini yüklənməmiş rejimdə işləyəcək günəş kollektorlarının ölçülərinin əsaslanmayan artımına gətirib çıxara bilər. Bir qayda olaraq günəş sistemlərinin optimal ölçüləri tutulma əmsalının yüksək olmayan 0,4-0,7 səviyyəsinə uyğun gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, yaxşı istilik xarakteristikalarına malik kollektorlara keçid bir qayda olaraq iqtisadi optimallaşma məsələsinin qoyuluşunda bir çox qeyri-müəyyənlikləri aradan çıxarır. Belə ki, verilmiş yüklənmədə tutulma əmsalının sistemin ölçülərindən asılılığı bu cür kollektorlarda aydın nəzərə çarpan sınıma malikdir ki, o ilkin yaxınlaşmada tutulma əmsalı qrafikində işçi nöqtənin vəziyyətini göstərir.

Energetikada günəş enerjisi çeviricisi kimi fotoelektrik metoddan istifadə nəzərdə tutulan layihələrdə böyük güclü günəş elektrik stansiyaların fotoçeviricili energetik sahədən ibarət olduğu göstərilir [2]. Günəş fotoelektrik stansiyaların maya dəyərinin aşağı salınması üçün bu cür layihələrdə monokristal silisium əvəzinə daha ucuz amorf, polikristal və ya üzvi yarımkeçiricidən istifadə olunması təklif olunur.

Fotoelektrik energetikanın inkişafında əsas ənənə monokristallik silisiumun onun polikristallik və amorf modifikasiyası ilə əvəz olunmasından ibarətdir. Yaxın gələcəkdə kaskad, çoxkeçidli və təbəqə şəkilli fotoçeviricilər əsas rol oynayacaqdır. Nazik təbəqə şəklində monokristallik materiallar əsasən kaskad fotoçeviricilərin, konsentrasiya olunmuş şüalanma çeviricilərinə və digər oblastlarda istifadə ediləcəkdir [3].

Mühüm məsələlərdən biri günəş elektrik stansiyaları üçün yarımkeçirici və konstruksiya materiallarının seçimidir [4]. Aşağıdakı cədvəldə günəş elektrik stansiyaların hazırlanmasında istifadə olunan bəzi yarımkeçirici və metalların yer qabığında miqdarı, bütün dünya üzrə istehsalı və maya dəyəri haqqında məlumat verilmişdir:

Cədvəl 2.

Günəş elektrik stansiyaların hazırlanmasında istifadə olunan bəzi yarımkeçirici və metalların yer qabığında miqdarı, istehsalı və maya dəyəri

No	Element	Yer qabığında miqdarı, %	Dünya üzrə istehsal, kq	Maya dəyəri, dollar/kq
1.	Silisium	21,22	$5 \cdot 10^8$	1,0
2.	Alüminium	6,47	$2 \cdot 10^{10}$	1,2
3.	Dəmir	1,92	$2 \cdot 10^{11}$	0,07
4.	Titan	1,84	$3 \cdot 10^8$	2,2
5.	Xrom	0,44	$3 \cdot 10^7$	6,5
6.	Nikel	$1 \cdot 10^{-2}$	$9 \cdot 10^9$	0,06
7.	Mis	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^8$	4,4
8.	Hallium	$5,5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^4$	550
9.	Qurğuşun	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^9$	1,3
10.	Germanium	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^9$	0,7
11.	Qalay	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^8$	2,2
12.	Arsenium	$1,7 \cdot 10^{-4}$	-	-
13.	Kadmium	$2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^7$	6,0

Dünya üzrə energetik resursların illik 5% artımını təmin etmək üçün 12%-lik faydalı iş əmsalına malik fotoçeviricilərdən il ərzində 200km² hazırlamaq zəruridir. Materialın qalınlığını 3mkm, sıxlığını 10ton/m³ və günəş elektrik stansiyaları üçün tətbiq olunan materialların həcmnin ümumi buraxılan həcmnin 10%-ni təşkil etdiyini qəbul edərək illik material istehsalının tələb olunan ümumi həcmnin 10⁸kq/il olduğunu alırıq.

Bu verilənlərdən belə məlum olur ki, irimiqyaslı günəş energetikasında qermaniumdan, kadmiumdan və halliumdan

hətta nazik təbəqə şəklində istifadə etmək olmaz. Kadmium və arseniumdan böyük miqdarda istifadə və emal ilə bağlı ekoloji problemlər vardır. Silisium, alüminium və dəmir materiallar konsentratlarda, dayaq-dönmə konstruksiyalarında, günəş elementlərində və kontaktlarda istifadə üçün daha məqsədəuyğundur. Yüksək faydalı iş əmsalının və parametrlərinin temperatur stabilliyini nəzərə alaraq GaAs-GaAlAs heterostruktur əsaslı fotoçeviricilərin tətbiq oblastının genişlənməsini gözləmək olar.

- [1] *I.A. Duffie, W.A. Beecman.* Solar Energy thermal processes, A wiley – Interscience Publikation. New York –London-Sydney-Toronto, 1974.
- [2] *M.Calais, J. Myrzik, V. Agelidis.* Inverters for single-phase grid connected photovoltaic systems-overview and prospects. 17th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Munich, Germany. 2001 p.322-326.
- [3] *N.S. Lidorenko, S.V. Ryabikov, D.S. Strebkov.* Solnechniye nazemniye fotoelektricheskiye stancii. V.kn. Preobrazovaniye solnechnoy energii. M.: Nauka, 1985. s. 5-12. (in Russian).
- [4] *Yu.S. Bortnikov, N.S. Lidorenko, G.F. Muchnik, S.V. Ryabikov, D.S. Strebkov.* Perspektivi solnechnoy energetiki. Izvestiya AN SSSR. Energetika i transport. 1981, №6, s.3-12. (in Russian).

I.G. Aliev, E.M. Rzazade

SOLAR COLLECTORS MODE OF WORK AND SECONDARY OPTIMIZATION OPERATIONAL CHARACTERISTICS

The optimization problems in power systems with solar module have been investigated. The mode of work, exploitation characteristic optimization and choice of photo-transformer materials have been defined with the use of solar collectors.

И.Г. Алиев, Э.М. Рзазаде

РЕЖИМ РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ И ОПТИМИЗАЦИИ СРЕДНИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

Были исследованы задачи оптимизации в энергетических системах с солнечным модулем. Определены рабочие режимы, оптимизации эксплуатационных характеристик, выбор материала фотопреобразователя при использовании солнечных коллекторов.

Received: 16.12.08