

**BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CƠ GIỚI VÀ THỦY LỢI**

**GIÁO TRÌNH
NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO
NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG**

(Ban hành kèm theo quyết định số 546 ngày 11 tháng 8 năm 2020)



NĂM 2020

LỜI NÓI ĐẦU

Năng lượng là nhân tố quyết định đến sự phát triển kinh tế xã hội của một quốc gia và đó cũng là nhân tố quan trọng đảm bảo sự thoả mãn các nhu cầu cho cuộc sống của con người. Nguồn năng lượng chính và quan trọng mà loài người đã và đang sử dụng đó là nhiên liệu hoá thạch, hay còn gọi nguồn năng lượng truyền thống, như than đá, dầu mỏ, khí thiên nhiên và một số loại mới phát hiện đang nghiên cứu khai thác như đá phiến dầu, cát dầu và băng cháy... Các nguồn năng lượng này đang cung cấp hơn 80% nhu cầu năng lượng trên thế giới, bao gồm cung cấp điện năng, nhiệt năng và nhiên liệu cho các loại động cơ nhằm phục vụ mọi hoạt động con người.

Tuy nhiên trữ lượng các nguồn năng lượng hoá thạch là có hạn vì chúng không thể tái tạo và sự cạn kiệt của chúng cũng đang đến gần, theo các chuyên gia an ninh năng lượng của Liên Hiệp Quốc, nguồn nguyên liệu hóa thạch (*dầu mỏ, than đá, khí đốt, dầu đá phiến*) trên trái đất chỉ có thể khai thác khoảng 60 đến 90 năm nữa là cạn kiệt, còn các loại khác mới phát hiện như "băng cháy" mặc dù trữ lượng lớn nhưng công nghệ khai thác chưa được hoàn thiện. Ngoài ra hậu quả việc sử dụng nguồn năng lượng hoá thạch đã và đang là một vấn đề nghiêm trọng của nhân loại, đó là hiện tượng nóng lên toàn cầu làm biến đổi khí hậu do sự phát thải khí nhà kính carbon dioxide CO₂ từ việc sử dụng nhiên liệu hoá thạch.

Một nguồn năng lượng hoá thạch khác mặc dù không phát thải khí nhà kính, có trữ lượng lớn đã và đang sử dụng hiệu quả hơn nữa thế kỷ qua nhưng khi sử dụng nguồn năng lượng này nguy cơ có tác động đến môi trường sống rất nghiêm trọng, nên hiện nay đang dừng lại và không khuyến khích sử dụng đó là năng lượng hạt nhân.

Do vậy, để có nguồn năng lượng bền vững thì nhiều năm nay các nhà khoa học trên thế giới đầu tư nhiều công sức cho việc tìm những dạng năng lượng mới nhằm có thể thay thế dần các nhiên liệu hoá thạch. Sự tìm kiếm này đã và đang đem lại nhiều thành quả quan trọng đầy triển vọng. Các nguồn năng lượng mới trong thiên nhiên đã và đang nghiên cứu chuyển hoá thành các chất mang năng lượng còn gọi là năng lượng tái tạo. Năng lượng tái tạo có khả năng thay thế dần các nguồn năng lượng truyền thống, không chỉ ở dạng tiềm năng mà đã trở thành dạng năng lượng thực sự, đã và đang đóng góp tích cực trong sự cân bằng năng lượng ở nhiều nước trên thế giới. Ngoài ra, khi sử

năng lượng tái tạo để thay thế các dạng năng lượng truyền thống đã góp phần giảm phát thải khí nhà kính một cách đáng kể.

Các nguồn năng lượng tái tạo tồn tại khắp nơi trên nhiều vùng địa lý, ngược lại với các nguồn năng lượng khác chỉ tồn tại ở một số quốc gia. Việc đưa vào sử dụng năng lượng tái tạo nhanh và hiệu quả có ý nghĩa quan trọng trong an ninh năng lượng, giảm thiểu biến đổi khí hậu, và có lợi ích về kinh tế. Theo báo cáo của Tổ chức năng lượng quốc tế (IEA), trong tương lai các nước sẽ chú trọng đến sử dụng nhiên liệu ít carbon hơn. Tỷ lệ nhiên liệu phi hóa thạch chiếm trong tổng số các loại nhiên liệu được dự đoán tăng từ 19% ở thời điểm hiện tại lên mức 25% đến năm 2040.

TaiLieu.vn

MỤC LỤC

BÀI 1: BỨC XẠ MẶT TRỜI.....	5
1.1. Bức xạ mặt trời ngoài khí quyển trái đất.....	5
1.2. Bức xạ mặt trời ở bề mặt trái đất	6
1.3. Số liệu về bức xạ mặt trời	9
1.4. Bức xạ mặt trời trên mặt phẳng nghiêng.....	11
BÀI 2: CÁC BỘ THU NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI HỘI TỤ	14
2.1 Khái niệm chung.....	14
2.2 Bộ thu phẳng có các gương phản xạ.....	18
2.3. Bộ thu máng Parapol	19
Bài 3: PIN MẶT TRỜI	24
3.1. Hiệu ứng quang điện	24
3.2. Pin mặt trời	34
3.3 Công nghệ chế tạo pin mặt trời tinh thể si	48
3.4 Các vật liệu và pin mặt trời vô định hình	60
3.5 Pin mặt trời nhều mức năng lượng	70
3.6 Ứng dụng pin mặt trời.....	76
3.7 Hệ thống điện mặt trời nối lưới	81
BÀI 4: NĂNG LƯỢNG GIÓ VÀ ỨNG DỤNG.....	83
4.1 Khái niệm cơ bản về năng lượng gió	83
4.2 Lý thuyết dòng cơ gió	94
$v^3 f$ 100	
4.3 Ứng dụng năng lượng gió	112
Bài 5: CÁC NGUỒN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO KHÁC	120
5.1 Năng lượng sinh khối.....	120
5.2 Năng lượng địa nhiệt	134

BÀI 1: BỨC XẠ MẶT TRỜI

1.1. Bức xạ mặt trời ngoài khí quyển trái đất

Năng lượng mặt trời là một nguồn năng lượng vô cùng quan trọng đối với sự tồn tại và phát triển của sự sống trên Quả Đất. Tuy nhiên khi truyền tới Quả Đất bức xạ mặt trời phải đi qua lớp khí quyển làm thay đổi tính chất của nó. Vì vậy, trước hết ta hãy xem xét các tính chất của bức xạ mặt trời ngoài khí quyển Quả Đất.

Có thể nói Mặt Trời là một khối khí hình cầu có nhiệt độ rất cao. Năng lượng khổng lồ do Mặt Trời phát ra là kết quả của các phản ứng nhiệt hạt nhân khác nhau xảy ra liên tục và dữ dội trên hành tinh này. Đường kính Mặt Trời vào khoảng $1,39 \cdot 10^6$ km. Như đã biết, đường kính Quả Đất chỉ là $1,27 \cdot 10^4$ km. Khoảng cách trung bình giữa Mặt Trời và Quả Đất là $1,496 \cdot 10^8$ km. Mặc dù Mặt Trời rất lớn, nhưng do khoảng cách Mặt Trời - Quả Đất cũng lớn, nên từ mặt đất chúng ta nhìn Mặt Trời dưới một góc chỉ bằng $32'$. Vì vậy các tia mặt trời khi tới mặt đất có thể xem là các tia song song. Nhiệt độ và do đó độ sáng của Mặt Trời biến đổi từ tâm của nó ra ngoài. Nhưng đối với các tính toán ứng dụng ở mặt đất người ta xem như độ sáng của Mặt Trời là đồng đều.

Các đo đạc cho thấy rằng mật độ dòng năng lượng từ Mặt Trời ở phía ngoài khí quyển Quả Đất là có thể xem như không đổi. Người ta gọi phần năng lượng mill trời tới trên một đơn vị diện tích vuông góc với các tia mặt trời ở phía ngoài khí quyển quả đất là *hằng số Mặt Trời*, ký hiệu H_0 , nó có giá trị gần bằng 1353 w/m^2 .

Quả Đất quay xung quanh Mặt Trời trên một quỹ đạo elíp với độ lệch tâm rất nhỏ và Mặt Trời ở trên một tiêu điểm. Vì vậy khoảng cách giữa Mặt Trời và Quả Đất trong một chu kỳ quay của nó, 365 ngày hay một năm, có thay đổi một ít. Do đó mật độ năng lượng Mặt Trời bên ngoài khí quyển Quả Đất cũng bị thay đổi một lượng nhỏ. Giá trị mật độ năng lượng Mặt Trời ở một ngày bất kỳ nào đó có thể tính theo công thức:

$$4' = I_{sci}^{1+} 0,033 \cos \sim n I \quad (1,1)$$

365)

Ở đây n là số ngày trong năm (lính từ đầu năm, n -1 là ngày 01 tháng 01).

Phân bố' phổ của bức xạ Mặt Trời bên ngoài khí quyển Quả Đất được cho trong bảng 1.1 đối với hằng số mặt trời $I^{\wedge} = 1353 \text{ W/nT}$.

Như thấy trong bảng 1.1, giá trị phổ lúc đầu tăng lên rất nhanh theo bước sóng Å, đạt cực đại ở X - 0,48pm và sau đó giảm dần đến 0. Khoảng 99% của bức xạ Mặt Trời nằm trong giải phổ từ 0,2pm đến 4pm, lình 1.1 biểu diễn sự phân bố' phổ của bức xạ Mặt Trời được cho trong bảng 1.1.

Bảng 1.1: Phân bố' phổ bức xạ mặt trời bên ngoài khí quyển Quả Đất

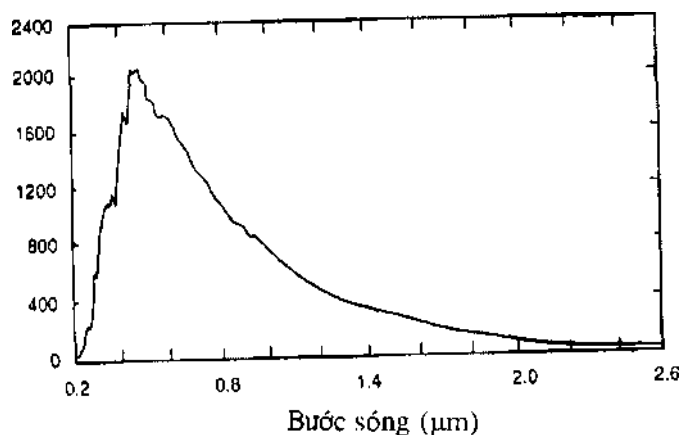
(pm)	(W/1IT. Lim)	DU*)	X (pm)	(W/m ² . (im)	Da*)
0,2	10,7	0,0081	0,9	891	63,37
0,3	514	1.21	1,0	748	69.49
0,38	1120	7,00	2.0	103	93,49
0,4	1429	8,73	3,0	31	97,83
0,48	2074	19,68	4,0	9.5	99,06
0,5	1942	22,06	5.0	3.8	99,51
0,6	1666	35,68	6.0	1.8	99,72
0,6	1369	46,88	7.0	1.00	99,82
0,78	1159	54,35	8.0	0.59	99,88
0.8	1109	56,02	10,0	0.25	99.94
<i>Ghi chú</i>	(*) Đại lượng D; D;, = ■ /	+ được xác định theo biểu thứ co Å JeAdA ■x]00 = -		2 sau: /IfJxlOO	

Ở ngoài khí quyển Quả Đất phổ bức xạ mặt trời gần giống với bức xạ của một vật đen tuyệt đối theo định luật Stefan- Boltzmann ở nhiệt độ 5762K.

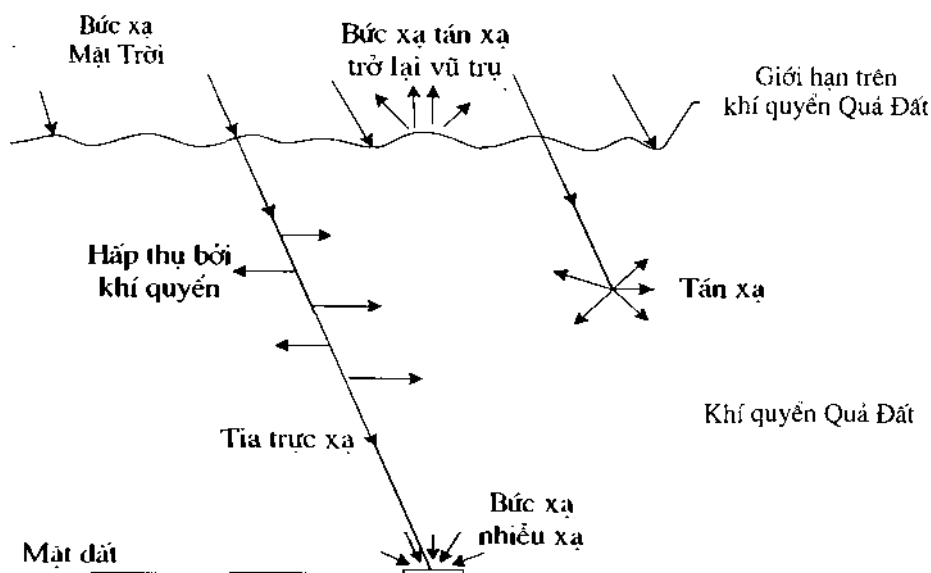
1.2. Bức xạ mặt trời ở bề mặt trái đất

Bức xạ Mặt Trời nhận được ở bề mặt Quả Đất bị suy giảm đáng kể so với bức xạ Mặt Trời ngoài vũ trụ do các hiện tượng hấp thụ, tán xạ khi tia Mặt Trời đi qua lớp khí quyển Quả Đất (hình 1.2). Sự hấp thụ trước hết là do sự có mặt của phân tử ozon Oj và hơi nước H₂ o trong khí quyển. Ngoài ra còn do sự hấp thụ của các phân tử khí khác (như cacbonic CO₂, oxit nitơ NOj, oxit cacbon co, oxy Oj, và metan CH₄, và các hạt bụi. Mặt khác khi tia Mặt Trời gặp các phân tử khí và các hạt bụi nói

trên nó còn bị tán xạ về mọi phía, trong đó có một phần đáng kể năng lượng đi trở lại vĩ trụ mà không đến được mặt đất.



Hình 1.1- Phổ bức xạ Mặt Trời ở ngoài khí quyển Quả Đất.



Hình 1.2- Sự hấp thụ và tán xạ của tia Mặt Trời khi qua lớp khí quyển Quả Đất.

Khí quyển ở một địa phương nào đó trên bề mặt Quả Đất thường được phân thành hai loại: khí quyển có mây mù và khí quyển trong sáng không có mây mù. Cơ chế hấp thụ và tán xạ là như nhau đối với hai loại khí quyển nói trên. Tuy nhiên cường độ hấp thụ hay tán xạ đối với loại bầu khí quyển mây mù mạnh hơn so với khí quyển trong sáng.

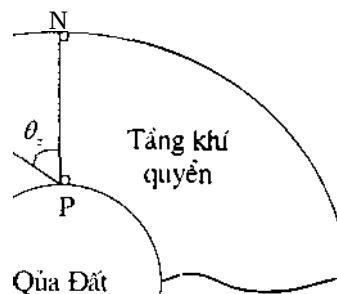
Những ngày trong sáng hoàn toàn không có mây mù cường độ bức xạ Mặt Trời tới bề mặt Quả Đất có giá trị lớn nhất. Thành phần các tia bức xạ Mặt Trời đi thẳng từ Mặt Trời tới mặt đất mà không bị thay đổi hướng khi qua lớp khí quyển được gọi là thành phần *nực xạ*. Còn đối với các tia bức xạ Mặt Trời đến điểm quan sát trên mặt đất từ mọi phía dưới bầu trời được gọi là thành phần *nhiều xạ*. Thành phần nhiều xạ được gây ra do hiện tượng tán xạ của tia Mặt Trời khi gặp các phân tử khí và các loại hạt bụi trong bầu khí quyển cũng như các vật cản khác, Tổng của các thành phần trực xạ và nhiều xạ được gọi là *Tổng xạ*.

Nói chung, cường độ của các tia nhiều xạ đến từ các hướng khác nhau trong bầu trời là không bằng nhau. Tính chất đó được gọi là tính chất *bất đẳng hướng* của bức xạ nhiều xạ. Tuy nhiên khi tính toán về bức xạ Mặt Trời trên mặt đất người ta thường bỏ qua tính bất đẳng hướng này mà xem bức xạ nhiều xạ là đẳng hướng.

Một đại lượng quan trọng đặc trưng cho độ suy giảm của tia Mặt Trời khi qua lớp khí quyển Quả Đất là *airmass* (AM). Nó được đo bằng tỷ số giữa độ dài của tia Mặt Trời đi qua lớp khí quyển Quả Đất và độ dày của lớp khí quyển (hình 1.3), tức là:

(1.2)

Mặt



Trời

Hình 1.3- Xác định airmass AM.

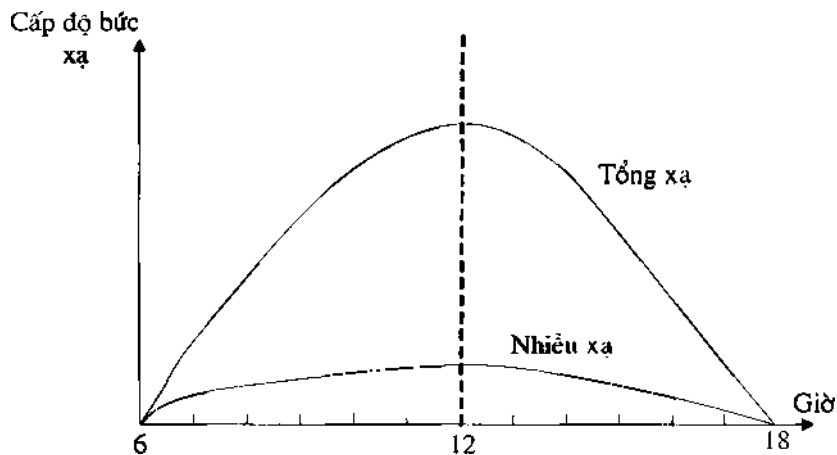
Góc giữa pháp tuyến của mặt đất tại điểm quan sát và tia Mặt Trời được gọi là góc Zenith 0_z . Giá trị AM phụ thuộc vào góc Q_z . Airmass “không” AMO tương ứng với bức xạ Mặt Trời ngoài vũ trụ; AM1 ứng với góc $0_z = 0$, còn AM2 ứng với góc $6_z = 60^\circ$.

Có nhiều nghiên cứu về cơ chế hấp thụ và tán xạ và xác định hệ số suy giảm bức xạ Mặt Trời trên bề mặt Quả Đất liên quan đến các thông số thời tiết khí hậu. Tuy nhiên, nói chung là không thể dự đoán chính xác được sự thay đổi của khí hậu, thời tiết và do đó cũng không thể dự đoán chính xác được bức xạ Mặt Trời trên bề mặt Quả Đất ở một địa phương nào đó và trong khoảng thời gian nào đó. Vì vậy, để thiết kế, lắp đặt các thiết bị năng lượng Mặt Trời người ta thường phải lựa chọn một hay một vài phương pháp sau:

1. Tiến hành đo đạc thực tế trong một khoảng thời gian đủ dài ở địa phương sẽ lắp đặt thiết bị năng lượng Mặt Trời ;
2. Sử dụng các số liệu có thể ở một số địa phương khác mà ở đó thời tiết, khí hậu là gần giống như ở địa phương lắp đặt thiết bị năng lượng Mặt Trời;
3. Sử dụng các công thức dự báo kinh nghiệm liên kết các giá trị bức xạ Mặt Trời với các thông số khí tượng khác mà các giá trị này đã biết ở địa phương quan tâm.

1.3. Số liệu về bức xạ mặt trời

Phần lớn các số liệu về bức xạ Mặt Trời được đo ở trên mặt nằm ngang ở các Trạm Khí Tượng Thủy Văn. Ví dụ hình 1.4 trình bày các đường cong ghi được trong một ngày trong sáng đối với các thành phần tổng xạ và nhiễu xạ.



Hình 1.4' Các đường cong ghi các thành phần tổng xạ và nhiều xạ trong 1 ngày trong sáng.

Qua hình vẽ này ta thấy rằng, sự biến đổi của bức xạ Mặt Trời là khá trơn tru và có một cực đại lân cận giữa trưa. Đối với các ngày mây mù các đường cong trên sẽ biến đổi phức tạp với rất nhiều cực đại và cực tiểu phụ.

Mật độ năng lượng bức xạ Mặt Trời thường được đo bằng cal/cm^2 hay J/cm^2 . Đối với việc thiết kế các hệ thống thiết bị năng lượng Mặt Trời người ta quan tâm trước hết là các giá trị trung bình của bức xạ Mặt Trời ở địa phương lắp đặt thiết bị. Thông thường người ta tính giá trị trung bình ngày của bức xạ Mặt Trời đối với các tháng khác nhau trong một năm.

Để tham khảo các số liệu bức xạ Mặt Trời ở các địa phương khác nhau trong một nước hay trong một vùng địa lý nào đấy người ta thường xây dựng các sổ tay tra cứu hay các bản đồ bức xạ Mặt Trời. Có hai đại lượng chính để đánh giá bức xạ Mặt Trời ở một địa phương nào đó, đó là mật độ năng lượng Mặt Trời trung bình ngày và số giờ nắng trung bình hàng tháng trong năm và cả năm.

Bảng 1.2 cho số liệu năng lượng Mặt Trời trung bình ngày ở các địa phương khác nhau ở Việt Nam.

Bảng 1.2- Lượng lỏng xạ bức xạ mặt trời trung bình ngày của các tháng trong năm ở một số địa phương Việt Nam, (đơn vị: $\text{MJ/m}^2 \cdot \text{ngày}$).

IT	Địa phương	Tổng xạ Bức xạ Mặt Trời của các tháng trong năm (đơn vị: $\text{MJ/m}^2 \cdot \text{ngày}$)
----	------------	--

		1 7	2 8	3 9	4 10	5 11	6 12
1	Cao Bằng	8,21	8,72	10,43	12,70	16,81	17,56
		18,81	19,11	17,60	13,57	11,27	9,37
2	Móng Cái	18,81	19,11	17,60	13,57	11,27	9,37
		17,56	18,23	16,10	15,75	12,91	10,35
3	Sơn La	11,23	12,65	14,45	16,84	17,89	17,47
		11,23	12,65	14,45	16,84	17,89	17,47
4	Phú Hộ	8,04	8,09	8,96	12,15	17,73	18,23
		18,39	17,89	16,22	14,41	11,65	10,01
5	Láng (Hà Nội)	8,76	8,63	9,09	12,44	18,94	19,11
		20,11	18,23	17,22	15,04	12,40	10,66
6	Vườn Đình	9,72	9,55	10,18	13,53	20,66	20,32
		20,87	18,96	18,44	15,71	12,19	11,35
7	Vinh	8,88	8,13	9,34	14,50	20,03	19,78
		21,79	16,39	15,92	13,16	10,22	9,01
8	Đà Nẵng	12,44	14,87	18,02	20,28	22,17	21,04
		22,84	20,78	17,93	14,29	10,43	8,47
9	Cán Thơ	17,51	20,07	20,95	20,88	16,72	15,00
		16,68	15,29	16,38	15,54	15,25	16,38
10	Đà Lạt	16,68	15,29	16,38	15,54	15,25	16,38
		18,94	16,51	15,00	14,87	15,75	10,07

1.4. Bức xạ mặt trời trên mặt phẳng nghiêng

Như đã nói ở phần trên, các số liệu về bức xạ Mặt Trời thông thường là các số liệu đo đạc trên mặt nằm ngang. Nhưng do số các thiết bị thu năng lượng Mặt Trời được đặt nghiêng một góc p nào đó so với mặt nằm ngang. Vì vậy cần thiết phải tính toán dòng năng lượng tới trên mặt nghiêng từ các số liệu thu được trên mặt nằm ngang.

1.4.1 Năng lượng tia bức xạ trực xạ

Tỷ số của dòng năng lượng trực xạ tới trên mặt nghiêng và dòng năng lượng trực xạ tới trên mặt ngang được gọi là “*Hệ số nghiêng*” đối

với tia trực xạ, được ký hiệu bằng r_b .

Đối với trường hợp mặt nghiêng hướng Nam ($\gamma = 0$), ta có:

$$\cos \theta = \sin \delta \sin((p - \gamma) + \cos \delta (1) \cos(\phi - P)$$

Đối với mặt nằm ngang ($p = 0$), hướng Nam, $\theta = \theta_z$ nên:

$$\cos \theta_z = \sin \delta \sin p + \cos \delta \cos \theta \cos p$$

$$\text{Do đó: } r_b = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z \sin p} = \frac{\sin \delta \sin(p - \gamma)}{\cos \theta_z \sin p} \quad (1.15)$$

Bằng cách tính tương tự ta có thể xác định được biểu thức của r_b đối với trường hợp mặt nghiêng không hướng Nam ($\gamma \neq 0$).

1.4.2. Bức xạ tia nhiều xạ

Hệ số nghiêng r_d đối với bức xạ nhiều xạ là tỷ số của dòng năng lượng nhiều xạ tới (trên mặt nghiêng và lới trên mặt ngang. Giá trị r_d này phụ thuộc vào sự phân bố bức xạ nhiều xạ trên bầu trời và trên phần bầu trời mà mặt nghiêng thu bức xạ. Nếu giả thiết bức xạ nhiều xạ là đẳng hướng, ta có thừa số nghiêng r_d xác định bằng công thức:

$$r_d = \frac{1}{2} (1 + \cos p) \quad (1.16)$$

ở đây p là góc nghiêng của mặt nghiêng đối với mặt ngang.

1.4.3 Bức xạ phản xạ

Bức xạ phản xạ là thành phần bức xạ tới mặt quan sát do phản xạ từ mặt nền xung quanh mặt quan sát, Giả thiết bức xạ phản xạ cũng đẳng hướng đối với mọi điểm xung quanh mặt quan sát và hệ số phản xạ bằng p , thì hệ số nghiêng đối với bức xạ phản xạ sẽ là:

$$r_p = \frac{1 - \cos p}{2} \quad (1.17)$$

1.4.4 Năng lượng Mặt Trời tới trên mặt nghiêng

Gọi I_T là tổng các thành phần bức xạ tới trên mặt nghiêng, thì:

$$I_T = I_b \cos \theta_b + I_{\text{diff}} \cos \theta_d + (I_{\text{refl}} + I_d) \sin \theta_r \quad (1.18)$$

Trong đó: I_b , I_d là các mật độ dòng năng lượng Mặt Trời ứng với các thành phần trực xạ và nhiễu xạ đo được trên mặt nằm ngang.

Cần chú ý rằng phương trình (1.15) chỉ đúng đối với mặt hướng Nam ($\gamma = 0$), còn các phương trình (1.16) và (1.17) là đúng đối mặt nghiêng bất kỳ có góc nghiêng p . Gọi I_s là tổng xạ trên mặt ngang, $I_s = I_b + I_d$, thì từ (1.18), ta có:

$$I_T = I_s \cos p + I_{\text{refl}} \sin p \quad (1.19)$$

Khi ứng dụng phương trình (1.18) ta cần phải biết hệ số phản xạ p , mà trong nhiều trường hợp là không đo được. Vì vậy người ta thường thừa nhận giá trị $p = 0,2$ để tính toán. May mắn là thành phần phản xạ chiếm tỷ lệ khá nhỏ trong tổng I_T , nên sai số không đáng kể.

BÀI 2: CÁC BỘ THU NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI HỘI TỤ

2.1 Khái niệm chung

Việc hội tụ các tia bức xạ Mặt Trời có thể thực hiện được nếu dùng các cơ cấu gương hội tụ bằng các gương phản xạ hay các thấu kính. Hệ thống quang học này hội tụ các tia Mặt Trời vào một bộ hấp thụ có diện tích nhỏ thường được bao che xung quanh bằng một lớp kính hay các bản trong suốt. Do vậy một phần năng lượng bị hao phí khi các tia sáng Mặt Trời đi qua lớp bao che bên ngoài. Hao phí đó bao gồm các hao phí do hấp thụ và phản xạ trên các gương hay thấu kính và hao phí do cấu hình hình học trong hệ thống quang. Tổng hợp của các hiệu ứng gây ra tổn hao của hệ thống ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất quang học của bộ thu. Tuy nhiên, nhờ năng lượng được hội tụ vào một diện tích nhỏ nên hiệu suất của bộ thu hội tụ thường cao hơn hiệu suất bộ thu phẳng.

Ta cũng đã thấy rằng, ưu điểm của các bộ thu phẳng là thiết kế đơn giản và bảo dưỡng dễ dàng. Đối với bộ thu hội tụ thì lại khác. Do sự có mặt của hệ thống quang học nên bộ thu hội tụ thường đi kèm thêm bộ dò theo Mặt Trời (Tracker) để hội tụ các tia Mặt Trời đúng diện tích cần thiết, nên việc thiết kế, tính toán và vận hành, bảo dưỡng nói chung phức tạp và khó khăn hơn.

Đối với các bộ thu không yêu cầu độ hội tụ cao thì sự định hướng bộ thu có thể chỉ cần điều chỉnh vài ba lần trong một ngày và có thể thực hiện bằng tay. Nhưng với các bộ thu yêu cầu độ hội tụ cao thì cần phải điều chỉnh sự định hướng bộ thu một cách liên tục nhờ một thiết bị gọi là bộ dò theo Mặt Trời. Sự có mặt của các bộ dò theo Mặt Trời này làm cho việc thiết kế, chế tạo các hệ bộ thu hội tụ phức tạp hơn nhiều. Yêu cầu bảo dưỡng cũng tăng lên. Tất cả những vấn đề này dẫn tới làm tăng chi phí hệ thống bộ thu. Một nhược điểm khác của bộ thu hội tụ là chỉ thu được một phần nhỏ bức xạ nhiễu xạ.

Trong những năm gần đây đã có những cải tiến quan trọng đối với các hệ bộ thu hội tụ, Một số loại bộ thu đã được thương mại hóa. Đa số các bộ hội tụ này các bộ hội tụ

máng parabol. Các tia sáng Mặt Trời được hội tụ lại trên *đường tiêu hội tụ*. Tại đường tiêu này nhiệt độ có thể đạt 4000°C hay cao hơn.

2.1.1 Các định nghĩa

Thường có hai thuật ngữ: *bộ hội tụ và hệ thống bộ thu hay bộ thu*. Bộ hội tụ muốn chỉ hệ thống quang học có chức năng hội tụ các tia bức xạ vào bộ hấp thụ. Còn thuật ngữ hệ thống bộ thu hay bộ thu muốn nói toàn bộ hệ thống bao gồm bộ hội tụ, các tấm phủ bảo vệ và các phụ kiện khác.

Bây giờ chúng ta hãy định nghĩa các khái niệm: *độ mở, tỷ số hội tụ và góc nhận*.

a) *Độ mở* (aperture, ký hiệu W) là bề mặt của bộ hội tụ mà qua đó các tia bức xạ Mặt Trời đi qua để tới mặt hội tụ. Đối với các bộ hội tụ hình trụ hoặc máng parabol thì độ mở được đặc trưng bởi độ rộng, trong khi đối với bề mặt hội tụ tròn xoay thì độ mở được đặc trưng bằng đường kính mở.

b) *Tỷ số hội tụ* (C) là tỷ số giữa diện tích hiệu dụng của độ mở (mặt mở) chia cho diện tích bề mặt của bộ hấp thụ. Giá trị của tỷ số hội tụ biến đổi từ 1 đến vài nghìn đối với đĩa Parabol.

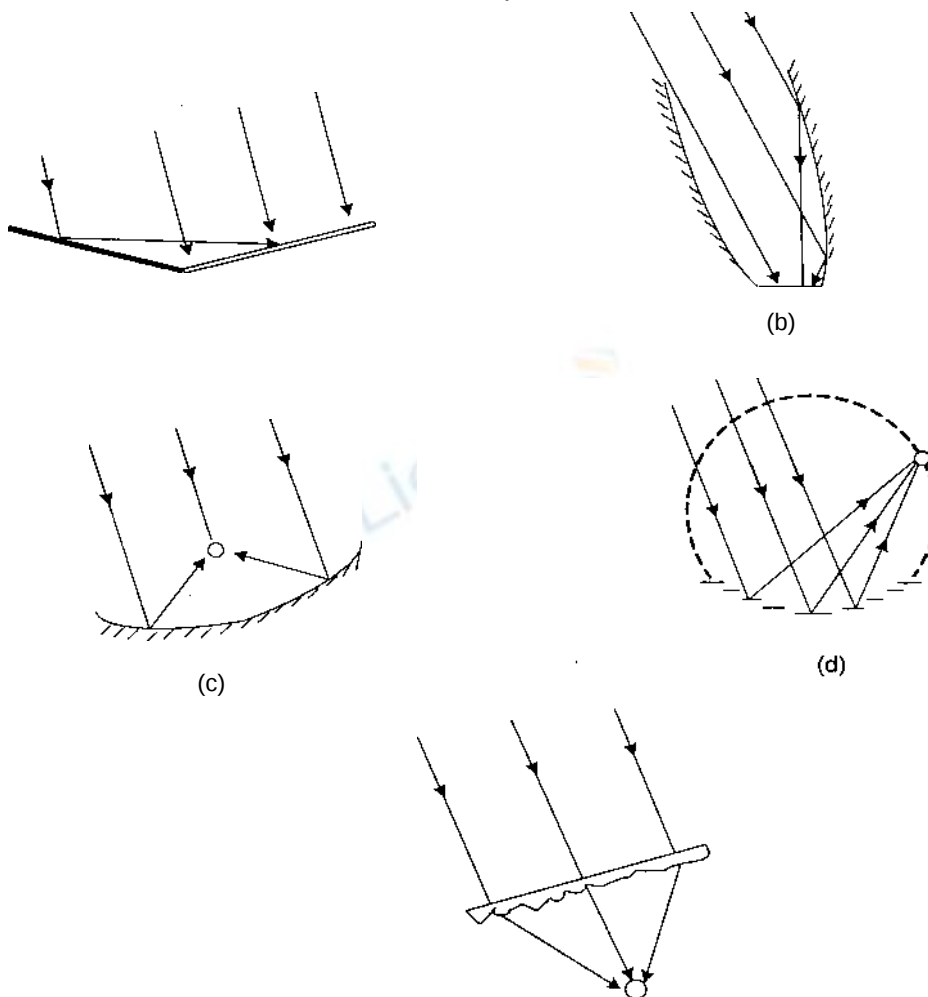
c) *Góc nhận* ($2\theta_a$) là góc giữa tia Mặt Trời và pháp tuyến của mặt mở sao cho tia Mặt Trời vẫn còn đến được bộ hấp thụ. Các bộ thu có góc nhận lớn đòi hỏi chỉ một số ít điều chỉnh định hướng bộ thu, trong lúc các bộ thu có góc nhận nhỏ yêu cầu phải điều chỉnh sự định hướng của Bộ thu liên tục.

Các bộ thu hội tụ thường được phân loại theo một số cách. Có thể phân loại theo loại phản xạ dùng gương hay loại phản xạ dùng thấu kính Fresnel. Các mặt phản xạ được dùng có thể là parabol, mặt cầu hoặc mặt phẳng. Chúng có thể là mặt liên tục hay từng đoạn. Sự phân loại cũng có thể theo quan điểm ảnh hội tụ là một đường (như máng parabol) hay một điểm (ví dụ gương cầu lõm). Tỷ số hội tụ cũng thường được dùng như là một phương pháp phân loại các bộ thu hội tụ. Vì tỷ số này một cách gần đúng xác định nhiệt độ làm việc, nên phương pháp phân loại này là tương đương với cách phân loại bộ thu theo dải nhiệt độ làm việc.

Một kiểu khác là để mô tả bộ thu là dựa theo loại thiết bị định hướng theo Mặt Trời. Phụ thuộc vào góc nhận, sự định hướng theo Mặt Trời có thể là từng đoạn, không liên tục (ví dụ một lần điều chỉnh cho một ngày hay một số ngày) hay liên tục. Hơn nữa

sự định hướng có thể thực hiện trên 1 trục hay 2 trục quay.

Một số loại bộ thu hội tụ được trình bày trên hình 3.1



Hình 3.1- Các loại bộ hội tụ,

Loại đầu tiên (hình 3.1a) là loại bộ thu hội tụ phẳng có các gương phản xạ có thể điều chỉnh được độ hội tụ các tia Mặt Trời vào tấm hấp thụ. Kiểu này dễ thiết kế, có tỷ số hội tụ chỉ cao hơn 1 một ít và chỉ được dùng để tạo ra nhiệt độ từ 20°C đến 30°C.

Loại thứ 2 (hình 3.1b) là bộ thu hội tụ parabol kết hợp (CPC). Bộ thu hội tụ gồm có các phần mặt parabol. Cũng như loại 1 loại bộ thu này không có ảnh hội tụ rõ rệt. Tỷ số hội tụ thường nằm trong khoảng từ 3 đến 10. Ưu điểm chính của loại bộ thu này là góc nhận lớn và do đó không phải điều chỉnh định hướng nhiều. Hơn

nữa chỉ số' hội tụ chỉ có thể đạt được giá trị cực đại ở một góc nhận tương ứng.

Một loại khác của bộ thu hội tụ (hình 3.1e) là bộ thu máng parabol, ảnh của máng là trục hội tụ của máng. Nhiều hệ thống bộ thu kiểu máng parabol này hiện nay đã được thương mại hoá.

Không như loại bộ thu máng parabol có thể' quay theo Mặt Trời để hội tụ các tia sáng, loại bộ thu chỉ ra trên hình 3.1d có bộ hội tụ cố định, còn bộ hấp thụ (receiver) thì có thể chuyển động được.

Một kiểu khác của bộ hội tụ là một dãy các gương phẳng, dài và hẹp xếp một cách trật tự dọc theo một mặt hình trụ. Sự sắp xếp các gương tạo ra một ảnh đường thẳng hẹp, ảnh này chuyển động theo một đường cong như chuyển động của Mặt Trời. Đường cong này cũng giống như đường cong xếp các gương phẳng. Như vậy bộ hấp thụ chuyển động dọc theo đường cong để dõi theo Mặt Trời.

Sự hội tụ cũng có thể thực hiện nhờ dùng các thấu kính. Đa số' các thiết bị đều dùng các thấu kính Fresnel như chỉ ra trên hình 3.1e. Đó là một tấm phẳng, một mặt của tấm dễ phẳng, còn mặt kia người ta tạo ra các rãnh cong. Các góc của các rãnh được làm sao cho các tia sáng Mặt Trời khi qua bản mỏng hội tụ lại trên một đường. Vật liệu làm thấu kính thường dùng plastic. Các bộ thu hội tụ giống như các bộ thu trên các hình 3.1c, d, e thường có tỷ số hội tụ giữa 10 và 80 và đạt được nhiệt độ 150°C đến 400°C.

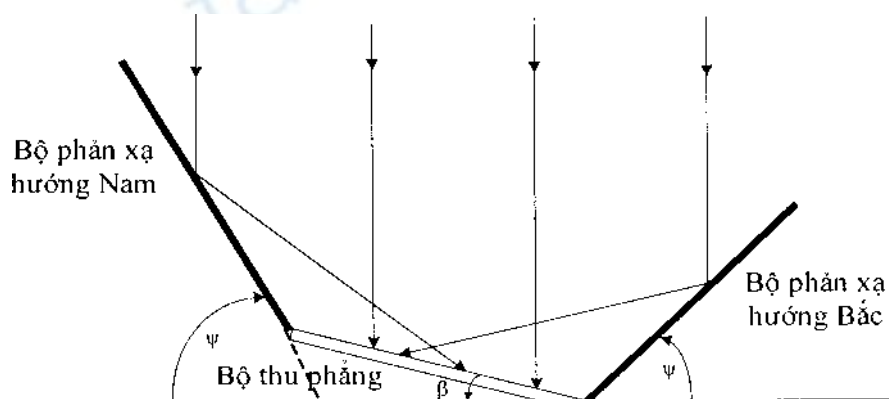
Để có tỷ số' hội tụ và nhiệt độ cao hơn, cần tạo ra các bộ hội tụ điểm. Bộ thu hội tụ điểm đĩa parabol là một trong bộ hội tụ điểm. Tỷ số' hội tụ của nó đạt được trong khoảng từ một vài trăm đến vài nghìn và nhiệt độ có thể đạt được 200°C.

Tuy nhiên theo quan điểm của thiết kế cơ học thì có một giới hạn về kích thước của đĩa hội tụ và do đó lượng năng lượng đĩa nhận được cũng bị giới hạn. Gíc đĩa thương mại có đường kính lên tới 17m. Để thu được lượng năng lượng lớn tại một điểm người ta đưa ra mô hình bộ thu trung tâm. Trong trường hợp này bức xạ trực xạ bị phản xạ từ một số' rất lớn các gương phản xạ được điều chỉnh một cách độc lập để các tia phản xạ hội tụ vào một bộ thu đặt ở trên một tháp cao dựng ở trung

tâm.

2.2 Bộ thu phẳng có các gương phản xạ

Bộ thu phẳng có các gương phản xạ phẳng là một bộ thi hội tụ không có ảnh hội tụ rõ rệt. Với một bộ thu đơn (một cái riêng rẽ) người ta có thể dùng 4 gương ở xung quanh. Nhưng với một dãy các bộ thu phẳng người ta chỉ có thể lắp 2 dãy gương phản xạ, trong đó một dãy hướng Bắc và dãy kia hướng Nam (hình 3.2). Các gương phản xạ có thể phản xạ bức xạ trong một phạm vi góc tới nào đó của tia Mặt Trời cũng như phản xạ một phần bức xạ nhiễu xạ. Tỷ số hội tụ tương đối thấp và thông thường nằm trong khoảng từ 1 đến 4. Nhiệt độ đạt được từ 130°C đến 140°C. Một ưu điểm của loại bộ thu này là có thể hội tụ một phần thành phần nhiễu xạ trong bức xạ Mặt Trời mà không bị lãng phí hoàn toàn.



Hình 3.2' Bộ hội tụ gương phẳng.

Trong thực tế người ta chỉ dùng một dãy gương phản xạ hướng Bắc cho một dãy bộ thu phẳng vì dễ điều chỉnh bằng tay các gương hơn là dãy gương hướng Nam. Góc nghiêng của các gương thường được điều chỉnh một lần trong một số ngày.

Đối với trường hợp dãy gương phản xạ hướng Bắc có kích thước bằng kích thước bộ thu phẳng thì góc nghiêng lự của các gương phản xạ SC là:

$$ip = (ir - p - 2\phi + 25)/3 \quad (3.1)$$

ở đây p - góc nghiêng của bộ thu phẳng. Phương trình (3.1) thu được với giả thiết rằng các gương phản xạ được điều chỉnh sao cho các tia Mặt Trời tới cạnh trên của

các gương lúc 12 giờ (giờ địa phương) bị phản xạ tới cạnh trên của bộ thu.

Nếu ta giả thiết rằng địa phương lắp đặt bộ thu ở Hà Nội ($\phi = 21^\circ$) và góc nghiêng của bộ thu $p = 21^\circ$ thì β biến thiên trong khoảng $23,36^\circ$ (với $\delta = -23,45^\circ$) và $54,63^\circ$ (khi $\delta = 23,45^\circ$).

Tại các thời gian khác buổi trưa (12:00 giờ) chỉ có một phần bức xạ tới các gương phản xạ tới được bộ thu, còn phần khác bị phản xạ ra ngoài.

2.3. Bộ thu máng Parapol

2.3.1. Mô tả

Bộ thu máng trụ parabol cũng còn được gọi là bộ thu hội tụ đường thẳng hay bộ thu máng parabol. Các thành phần chính của bộ thu gồm có: (1) - một ống hấp thụ đặt trên đường hội tụ của máng phản xạ, trong ống có chất lỏng để thu nhiệt; (2) - một ống trong suốt đồng trục với ống chất lỏng bao bọc phía ngoài để bảo vệ ống hấp thụ và (3)- bộ thu hội tụ parabol.

Diện tích thu bức xạ của các bộ thu hội tụ thương mại nằm trong khoảng từ 1 đến 6 m² và chiều dài lớn hơn chiều rộng của tiết diện thu. Tỷ số hội tụ đạt được trong khoảng từ 10 đến 80 và góc mở (góc giữa đường nối đường hội tụ của máng đến mép máng và đường nối đường hội tụ của máng đến đỉnh máng). β từ 70° đến 120° . Ống hấp thụ thường được làm bằng thép hoặc đồng và có đường kính từ 2,5 đến 5cm. Nó thường được phủ một lớp sơn đen hấp thụ nhiệt. Đối với bộ thu chất lượng cao ống hấp thụ được phủ một lớp chất hấp thụ chọn lọc như crom (Cr) đen và khoang không giữa ống hấp thụ và ống thủy tinh che bên ngoài được hút chân không..

Chất lỏng dùng để tải nhiệt trong ống hấp thụ được lựa chọn tùy theo nhiệt độ yêu cầu. Thông thường người ta dùng các chất lỏng hữu cơ. Do độ dẫn nhiệt của chất lỏng này thấp nên hệ số truyền nhiệt của chất lỏng cũng thấp. Vì vậy, các thiết bị tiên tiến có dạng các băng kép hoặc các vòi đồng tâm (nó tạo ra các ống vành khăn cho chất lỏng đi qua) để làm tăng thêm giá trị của hệ số truyền nhiệt.

Bề mặt phản xạ nói chung là thu ý tinh được mạ bạc phía sau và được uốn cong. Các

tấm phim nhôm điện phân và được anot hoá và cũng như các tấm phim acrylic phủ bạc thường cũng dễ dùng làm mặt phản xạ.

Bộ phản xạ được cố định trên một kết cấu nhẹ làm bằng nhôm. Việc thiết kế tốt hệ thống kết cấu này để nó có thể chuyên động được nhẹ nhàng là rất quan trọng. Một số thông số cần phải chú ý khi thiết kế hệ thống kết cấu này là những thông số giữ cho hệ thống không bị biến dạng do trọng lượng của nó và hệ thống có thể chịu được các lực đẩy của gió.

2.3.2. Sự định hướng của các loại điều khiển định hướng

Một bộ thu máng parabol được định hướng sao cho trục hội tụ của nó hoặc theo hướng Đông - Tây hoặc Bắc - Nam. Theo định hướng Đông - Tây, trục hội tụ sẽ nằm ngang, còn theo định hướng Bắc - Nam trục hội tụ có thể nằm ngang hay nghiêng một góc nào đó. Các toạ thiết bị điều khiển định hướng bộ thu theo Mặt Trời gồm có:

Kiểu I: Trục hội tụ theo hướng Đông - Tây và nằm ngang, điều chỉnh một lần

Bộ thu sẽ quay xung quanh một trục Đông - Tây và được điều chỉnh một lần trong một

ngày sao cho tia Mặt Trời vuông góc với mặt mở của bộ thu vào lúc giữa trưa của ngày đó.

Với kiểu này, mặt mở bộ thu là một bề mặt ảo với góc azimuth $Y = 0^\circ$ hoặc $Y = 180^\circ$, Trường hợp
xuất hiện khi $(\delta - \alpha) > 0$ và $Y = 180^\circ$
khi $(\delta - \alpha) < 0$. Để xác định
góc nghiêng của mặt mở ta thay điều kiện lúc giữa trưa, tức là $\alpha = 0, 9$ -
0 và phương trình

tính $\cos \theta$ (θ là góc tới của tia Mặt Trời tới một mặt nào đó) và thu được:

$$p - (\delta - \alpha) \text{ khi } Y = 0^\circ \quad (3.2a)$$

$$p - (\delta - \alpha) \text{ khi } Y = 180^\circ \quad (3.2b)$$

Góc tới của tia Mặt Trời (trục xạ) đối với mặt mở trong một ngày sẽ tính được nếu đặt (3.2a) và (3.2b) vào phương trình (1.5) chương 1 (tính cos). Đối với