

PHÁT ĐIỆN NHỜ PIN MẶT TRỜI VÀ PHÁT ĐIỆN MẶT TRỜI TẬP TRUNG

Nguyễn Xuân Chánh

Như đã đề cập trong bài “Các thể hệ pin mặt trời” đăng trên Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam số tháng 3/2019, pin mặt trời có rất nhiều ứng dụng. Tuy vậy, bên cạnh việc sử dụng pin mặt trời để làm nhà máy phát điện, còn nhiều cách khác cũng dùng ánh sáng mặt trời để phát điện. Bài viết giới thiệu các kỹ thuật tiên tiến này nhằm giúp cho việc thiết kế các nhà máy điện mặt trời một cách hiệu quả và cạnh tranh tốt về mặt giá thành.

Ứng dụng của pin mặt trời

Pin mặt trời là một máy phát điện gọn nhẹ nhất, nguồn năng lượng cung cấp là ánh sáng mặt trời. Pin mặt trời có những ứng dụng quy mô lớn sau:

Làm nhà máy điện mặt trời: nhà máy điện mặt trời công suất lớn phải ghép nhiều tấm pin mặt trời lại, đặc điểm là ban ngày phát điện rất mạnh nhưng ban đêm lại không có. Do đó, nhà máy điện mặt trời phải có cách lưu trữ điện với công suất lớn để điều hòa điện năng. Do đó, lưu trữ điện là một bộ phận rất quan trọng và tốn kém của nhà máy điện chạy bằng pin mặt trời.

mưa, điện lưới sẽ hỗ trợ việc tự động chuyển nguồn điện để đảm bảo luôn có điện sử dụng. Ví dụ, ở Úc có đến 30% hộ gia đình có điện trên mái nhà.

Trạm điện mặt trời độc lập: ở những vùng xa, hải đảo..., điện lưới không đến được phải làm trạm điện mặt trời bằng nhiều tấm pin mặt trời và lưu trữ điện bằng ắc-quy để tích điện khi có nắng và sử dụng lúc cần.

Trạm điện mặt trời lai: các trạm điện mặt trời này có các tấm pin mặt trời để cung cấp điện khi có nắng ban ngày nhưng được nối với nguồn điện gió vào ban đêm hoặc khi trời mưa.



Hình 1. Nhà máy điện mặt trời. Ánh sáng mặt trời chiếu vào các tấm pin mặt trời sinh ra điện một chiều gửi đến bộ biến đổi DC/AC. DC chuyển thành AC nối đến phụ tải. DC cũng có thể lưu trữ ở ắc-quy.

Điện trên mái nhà: nhiều hộ gia đình ở nơi có nhiều nắng đã lắp các tấm pin mặt trời trên mái nhà hoặc lợp nhà bằng ngói pin mặt trời để tự sản xuất ra điện dùng cho gia đình. Để khắc phục trường hợp không có ánh sáng mặt trời hoặc khi trời nhiều mây,

Pin mặt trời được dùng để cấp điện cho vệ tinh, tàu vũ trụ...: trong vũ trụ luôn có ánh sáng mặt trời chiếu đến; hiện đã có máy bay, ô tô, ca nô... chạy bằng điện mặt trời, tuy nhiên ở đây luôn phải có cách lưu trữ điện thường dùng, nhất là ắc-quy.

Phát điện mặt trời tập trung

Ánh sáng mặt trời đến trái đất mang theo năng lượng rất dồi dào nhưng phân tán, do vậy cần phải tập trung ánh sáng mặt trời về một diện tích nhỏ, rồi dùng nhiệt đó chạy máy phát điện, đó gọi là cách phát điện mặt trời tập trung (CSP - Concentrated solar power). Cách phát điện tập trung này có những ưu điểm nhất định, cạnh tranh được về mặt kinh tế so với cách phát điện bằng pin mặt trời. Sau đây xin giới thiệu 4 cách phát điện mặt trời tập trung phổ biến hiện nay: i) Tháp điện mặt trời SPT (solar power tower); ii) Máng thu parabol PTC (parabolic trough collectors); iii) Hệ chảo parabol PDS (parabolic dish systems); iv) Phản xạ Fresnel tính LFR (linear fresnel reflectors).

Tháp điện mặt trời

Lấy ví dụ một nhà máy phát điện mặt trời ở Crescent Dunes nằm sâu trong sa mạc Nevada ở Hoa Kỳ (hình 2). Ở giữa là một tháp cao 195 m nhìn như ngọn đuốc, quanh tháp có hơn 10.000 gương phản xạ. Khi ánh sáng mặt trời chiếu đến thì gương phản xạ ánh sáng mặt trời chiếu vào mặt ngoài của thùng đựng chất lỏng đặt ở trên cao. Chất lỏng ở đây là một dung dịch muối của natri và kali, có thể nóng đến 600°C , để nhận nhiệt từ vỏ thùng chứa để nóng lên do hấp thụ năng lượng mặt trời từ các gương phản xạ chiếu vào. Chất lỏng được bơm từ bể chứa nguội dưới đất qua thùng chứa làm nóng trên cao gần đỉnh tháp và chảy vào bể chứa nóng ở dưới đất. Để phát điện, người ta bơm chất lỏng nóng từ bể chứa nóng qua bộ phận nhận nhiệt sinh hơi để làm chạy tua bin máy phát điện. Chất lỏng nóng sau khi cấp nhiệt cho tua bin phát điện bị nguội đi được bơm về bể nguội rồi từ bể nguội bơm lên thùng chứa làm nóng ở tháp để tiếp tục chu trình.

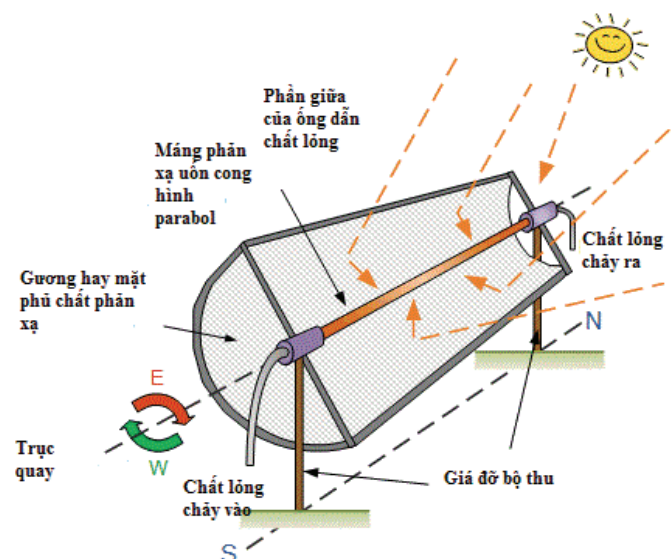


Hình 2. Nhà máy điện kiểu tháp mặt trời.

Nhà máy điện mặt trời ở Crescent Dunes có diện tích khoảng 600 ha, với trên 10.000 gương phản xạ (mỗi gương có diện tích 115 m^2), được điều chỉnh tự động để mỗi tấm gương luôn phản chiếu ánh sáng mặt trời tới thùng chứa chất lỏng trên tháp. Công suất nhà máy điện mặt trời này là 110 MW (110 triệu watt) lúc trời có nắng, tính ra khoảng 10 giờ trong một ngày đêm. Ưu điểm của nhà máy điện mặt trời kiểu này là năng lượng 110 MW trong 10 giờ có thể tích trữ được ở bể nóng để phát điện theo yêu cầu chứ không phải “ngày thừa đêm thiếu”. Nhà máy điện Crescent Dunes đã phục vụ cho 75.000 hộ gia đình dùng điện, là một ví dụ tốt về cách tạo ra điện mặt trời kiểu tập trung năng lượng.

Hệ máng parabol

Hệ gồm nhiều máng parabol, mỗi máng là một mặt phản xạ ánh sáng (hình 3). Vì uốn cong theo hình parabol nên chùm tia sáng song song của mặt trời đến sẽ tập trung theo đường tiêu (đường đi qua các tiêu điểm). Ở đường tiêu này có lắp một ống ngoài bôi đen để hấp thụ ánh sáng mặt trời, trong ống có chất lỏng chạy qua để nóng lên. Chất lỏng này thường là một loại dầu, có thể nóng đến 400°C , để lưu thông trong đường ống dài. Các máng của hệ thống được bố trí nằm song song từng hàng theo hướng đông - tây, từng máng có thể xoay quanh trục máng, nhờ đó có thể điều khiển sao cho ánh sáng mặt trời luôn chiếu song song tới máng để tập trung vào ống chất lỏng đặt theo trục tiêu của máng. Các



Hình 3. Hệ máng parabol.

ống chất lỏng này được nối với nhau sao cho giúp dễ dàng bơm chất lỏng từ bể chứa nguội chạy qua các ống đặt theo đường tiêu của máng đưa đến bể chứa nóng và chảy qua, phát ra điện. Máy phát điện ở đây thường là động cơ Stirling - động cơ dùng nhiệt ngoài từ chất lỏng nóng để tạo hơi đẩy pít-tông làm quay máy phát điện.

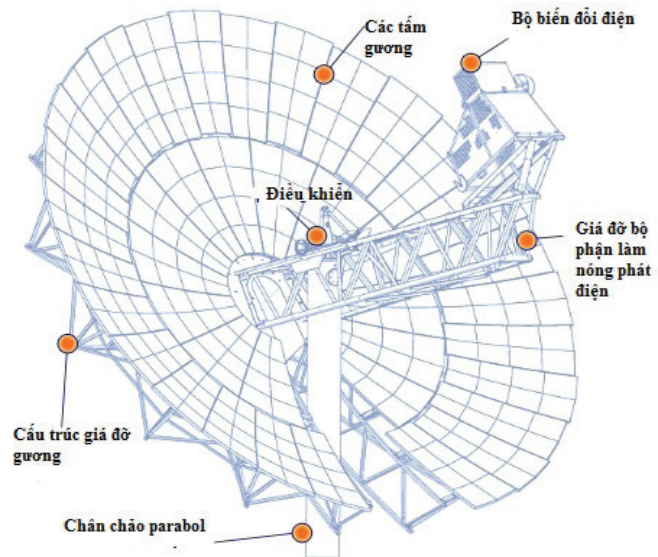
Tương tự như ở tháp điện mặt trời, năng lượng nhiệt do ánh sáng mặt trời tập trung được lưu trữ trong chất lỏng, nhờ đó mà có thể điều tiết được theo nhu cầu về điện. Việc làm mặt phản xạ uốn cong theo hình parabol tốn kém hơn so với việc làm tấm phản xạ phẳng nhưng hiệu suất tập trung ánh sáng cao hơn nhiều. Ở Hoa Kỳ có 9 nhà máy điện mặt trời theo kiểu hệ máng parabol (hình 4) tổng cộng công suất là 350 MW đặt ở vùng sa mạc Mojave thuộc bang California, liên tục hoạt động trong 20 năm nay, cung cấp đủ điện dùng cho 350.000 hộ gia đình.



Hình 4. Nhà máy điện mặt trời kiểu máng parabol.

Hệ chảo parabol

Chảo parabol thu năng lượng mặt trời là chảo tròn bề mặt phản xạ cong theo hình parabol, khi có ánh sáng mặt trời song song chiếu vào thì ánh sáng tập trung vào tiêu điểm, ở đó có bộ thu nhận nhiệt biến đổi thành điện (hình 5). Ví dụ, hệ chảo parabol có tên là SunCatcher gồm giá đỡ khung hình parabol nhìn thẳng mặt trời. Bộ biến đổi đặt ở tiêu điểm biến nhiệt thu được từ mặt trời thành điện nhờ động cơ máy phát hệ Stirling.



Hình 5. Hệ chảo parabol có tên SunCatcher.

Công suất máy phát điện là 25 kW. Thông thường ở đây không có bộ tích trữ nhiệt mà nhiệt sinh ra trực tiếp phát ra điện và có thể lưu trữ điện theo kiểu chứa vào ắc-quy. Đã có thí điểm làm hệ chảo parabol để phát điện như Big Dish diện tích chảo đến 400 m², có công suất đến hàng chục kW. Hiện nhiều nước đã xây dựng những nhà máy điện mặt trời có đến hàng trăm chảo parabol (hình 6). Đặc biệt là Trung Quốc đã có dự án hợp tác với Israel làm điện mặt trời ở Nội Mông theo kiểu hệ chảo mặt trời quy mô lớn (giai đoạn 1 kết thúc vào năm 2013 với công suất điện mặt trời 1 MW, giai đoạn 2 kết thúc vào 2014 với công suất 10 MW, giai đoạn 3 kết thúc vào 2015 với công suất được nâng lên tới 60



Hình 6. Nhà máy điện mặt trời có hàng trăm chảo parabol.

MW). Đây là thử nghiệm để đưa ra thị trường nhà máy điện mặt trời công suất lớn theo kiểu hệ chảo parabol, vì hệ chảo này có ưu điểm lớn là tập trung rất tốt năng lượng mặt trời về tiêu điểm nhưng khó kết nối việc thu nhiệt từ nhiều chảo để chứa nhiệt phát điện chủ động, không phụ thuộc ngày hay đêm. Do đó, phần lớn các chảo parabol phát điện độc lập và kết nối với nhau bằng điện.

Phản xạ Fresnel tuyến tính

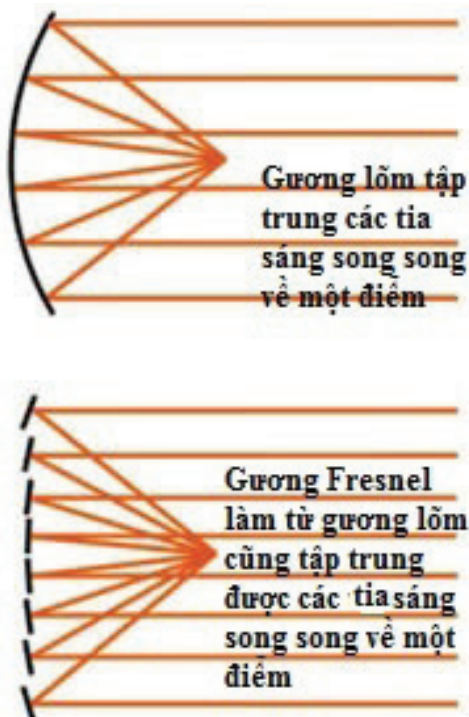
Mặt parabol tập trung rất tốt năng lượng mặt trời về đường tiêu hoặc tiêu điểm. Nhưng bản thân mặt parabol chiếm 3 chiều trong không gian, khá cồng kềnh. Nhà vật lý Pháp Fresnel ở thế kỷ XVIII đã biết cách dùng một mặt gương lõm hội tụ ánh sáng về tiêu điểm, cắt gương thành lớp bề dày d song song mặt đáy mỗi lớp trở thành một khoanh tròn rồi xếp các khoanh tròn lại thành một lớp phẳng có bề dày d. Lớp phẳng này cũng hội tụ ánh sáng về một vị trí gọi là tiêu điểm y như ở mặt gương lõm. Đó là thấu kính Fresnel (hình 7). Tương tự như vậy, ở máng thu parabol cắt máng thu theo những lớp bề dày mỗi lớp trở thành 2 dải song song rồi xếp các lớp về cùng

một mặt đáy là mặt phản xạ Fresnel tuyến tính, có tác dụng hội tụ ánh sáng mặt trời song song chiếu đến theo một đường tiêu y như máng parabol.

Ở máy phát điện mặt trời theo kiểu hệ Fresnel tuyến tính, các dải phản xạ của một kính lõm Fresnel được bố trí theo mặt phẳng, mỗi dải có thể điều khiển xoay sao cho ánh sáng mặt trời đến phản xạ về bộ thu. Bộ thu có thể phản xạ tập trung ánh sáng mặt trời về một đường ống chứa chất lỏng bên trong. Các ống được nối với nhau sao cho có thể gom và dẫn chất lỏng đến bể chứa nóng và dùng nhiệt để chạy máy phát điện. Chất lỏng nóng khi nguội được gom về bể chứa rồi mới được bơm lên các đường ống ở các bộ thu để nóng lên nhờ ánh sáng mặt trời tập trung.

*
* *

Năng lượng mặt trời đến trái đất dưới dạng bức xạ sóng ánh sáng (ánh sáng nhìn thấy và hồng ngoại) rất phong phú và con người đã tìm được nhiều cách để biến đổi năng lượng đó thành điện năng. Những năm gần đây, nhờ những tiến bộ mới về vật liệu, cách thu năng lượng mặt trời để trực tiếp phát ra điện đã có những thành tựu vượt bậc, hứa hẹn điện mặt trời phát triển bền vững, thay thế cho những cách phát điện trước đây gây ô nhiễm môi trường hay gián tiếp tạo ra tình trạng biến đổi khí hậu. Hiện nay, giá thành của điện mặt trời vẫn còn cao nên các nhà khoa học ứng dụng đang tiếp tục các hướng đi nhằm nâng cao hiệu suất đi đôi với việc giảm giá thành. Đây là một hướng đi khó nhưng tin tưởng rằng sẽ làm được. Việt Nam nên tiếp cận các kỹ thuật này cũng như tiếp tục thúc đẩy hợp tác trong các dự án tạo ra điện năng sử dụng ánh sáng mặt trời ☞



Hình 7. Thấu kính Fresnel.