

PHÁT TRIỂN ĐIỆN MẶT TRỜI KẾT HỢP CÔNG NGHỆ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG Ở VIỆT NAM

Lưu trữ năng lượng (điện năng) là công nghệ tất yếu, bắt buộc phải đồng hành với phát triển năng lượng tái tạo khi con người hạn chế xây dựng các nguồn năng lượng hóa thạch, nhằm giảm phát thải khí nhà kính. Tuy nhiên, ở Việt Nam, công việc này có vẻ như “chưa bắt đầu” trong mọi mặt. Nhưng theo chúng tôi, đã đến lúc chúng ta cần xem xét việc nghiên cứu mở rộng đầu tư thủy điện tích năng, chế tạo pin Vanadium để lưu trữ năng lượng từ nguồn năng lượng mặt trời nhằm đảm bảo an ninh năng lượng và phát triển bền vững.

Phát triển năng lượng tái tạo (NLTT) là tất yếu đối với yêu cầu về cắt giảm khí nhà kính (KNK), ứng phó với biến đổi khí hậu (BĐKH). Việt Nam là một trong một số ít quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của BĐKH và đã cam kết tự nguyện cắt giảm tối thiểu 8% KNK vào năm 2030 tại COP21 (Paris, 2015). Ưu việt của NLTT đó là các nguồn năng lượng sạch, không gây phát thải KNK và nước ta có nguồn tài nguyên NLTT rất lớn, có ở mọi nơi, mọi địa phương. Về thủy điện có tổng tiềm năng kỹ thuật khoảng 26.000 MW, có thể cung cấp khoảng 100 tỷ kWh/năm và đến nay đã khai thác gần hết. Điện gió trên đất liền, ở độ cao 65m, tiềm năng khoảng 110 GW và ngoài khơi là 260 GW. Tiềm năng năng lượng mặt trời của nước ta qua kết quả nghiên cứu cho thấy:

1/ Cường độ bức xạ mặt trời trung

bình trên cả nước khoảng 4,6 kWh/m².ngày. Riêng miền Nam (từ Đà Nẵng trở vào tốt hơn), có cường độ bức xạ trong khoảng (4,6 - 5,2) kWh/m².ngày.

2/ Số giờ nắng trung bình trên cả nước khoảng 2000 h/năm. Miền Nam (từ Đà Nẵng trở vào) số giờ nắng cao, trong khoảng (2.100 - 2.500) h/năm.

3/ Tiềm năng phát triển điện mặt trời (ĐMT) vào khoảng 431 GW (trong đó ĐMT mặt đất là 310 GW; ĐMT trên mặt nước là 77 GW và 44 GW ĐMT mái nhà).

Đến hết năm 2020 tổng công suất lắp đặt của hệ thống điện quốc gia ước đạt trên 61.000 MW, trong đó công suất nguồn điện do EVN sở hữu là 29.638 MW, chiếm 48,6%. Giai đoạn 2010 - 2020 điện thương phẩm tăng trưởng với tốc độ cao, từ 85,4 tỷ

kWh năm 2010 lên khoảng 225,4 tỷ kWh năm 2020; tốc độ tăng trưởng bình quân 9,69%/năm, gấp khoảng 1,6 lần so với tăng trưởng GDP. Hệ thống truyền tải điện đã được đầu tư phát triển, nâng cấp, cơ bản đáp ứng nhu cầu truyền tải điện.

Mục tiêu của Nghị Quyết số 55-NQ/TW (11/2/2020) nêu rõ: Tỷ lệ nguồn NLTT trong tổng cung năng lượng sơ cấp đạt 15 - 20% năm 2030 và 25 - 30% năm 2045, tương ứng tỷ lệ điện năng của NLTT trong tổng điện năng sản xuất vào khoảng 30% năm 2030 và 40% năm 2045. Phát triển NLTT vừa nhanh chóng giải quyết các vấn đề thiếu hụt năng lượng và bảo vệ môi trường, vừa cắt giảm phát thải KNK. Trong bối cảnh nguy cơ thiếu hụt nguồn điện ngày càng trầm trọng và ô nhiễm môi trường do ngành năng lượng gây ra ngày càng nặng nề, sự phát triển

NLTT là giải pháp tốt nhất để góp phần đảm bảo nguồn cung và ứng phó với BĐKH.

Cơ chế, chính sách khuyến khích, thúc đẩy phát triển NLTT

Để thúc đẩy phát triển NLTT, Chính phủ đã ban hành các cơ chế, chính sách như sau:

1/ Biểu giá chi phí tránh được đối với thủy điện nhỏ (Quyết định số 4036/QĐ-BCT ngày 31/12/2019) và điện sinh khối (Quyết định số 08/2020/QĐ-TTg ngày 5/3/2020).

2/ Giá FIT (feed-in-tariff) là mức giá áp dụng cho nguồn NLTT. Cụ thể là cho ĐMT và điện gió như sau:

Điện mặt trời:

- 9,35 US¢/kWh (Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg, hiệu lực đến 30/6/2019).

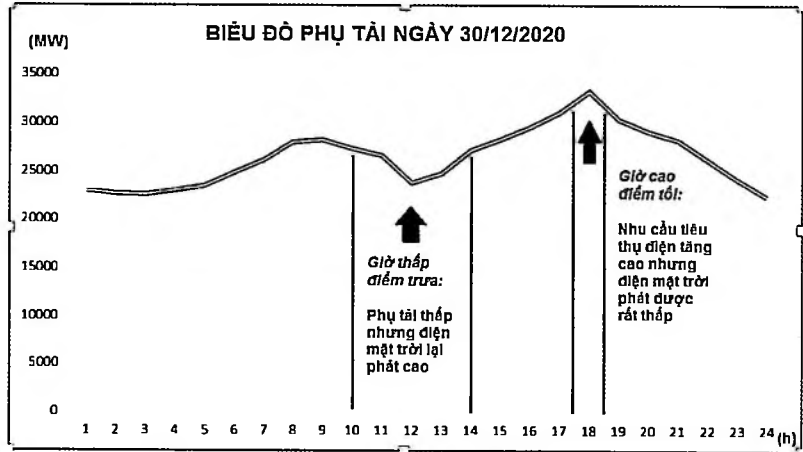
- 7,09 US¢/kWh với ĐMT mặt đất; 7,69 US¢/kWh đối với ĐMT nổi và 8,38 US¢/kWh với ĐMT áp mái (Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg, hiệu lực đến 31/12/2020).

Điện gió:

- 7,8 US¢/kWh (Quyết định số 37/2011/QĐ-TTg, hiệu lực đến tháng 9/2018).

- 8,5 US¢/kWh đối với điện gió trên bờ; 9,8 US¢/kWh đối với điện gió ngoài khơi (Quyết định số 39/2018/QĐ-TTg, hiệu lực đến tháng 12/2021).

Từ khi có Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg ngày 6/4/2020 về cơ chế khuyến khích phát triển điện mặt trời tại Việt Nam thì các dự án điện mặt trời được xây dựng ồ ạt và đưa vào vận hành nhanh chóng. Tuy nhiên, thực tế sự mất đồng bộ giữa phát triển nguồn điện mặt trời, điện gió vừa qua đã gây ra các điểm nghẽn về truyền tải, phải giảm 30 - 40% công suất các nguồn năng lượng tái tạo. Nguyên nhân khiến



Hình 1. Biểu đồ phụ tải hệ thống điện quốc gia ngày 30/12/2020. (Nguồn: EVN)

nhiều nhà máy điện năng lượng tái tạo rơi vào cảnh giảm phát là việc bổ sung quy hoạch ồ ạt mà không tính toán đến lưới truyền tải.

Đến hết ngày 31/12/2020 Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) cho biết đã có hơn 100.000 công trình điện mặt trời mái nhà (ĐMTMN) đã được đầu nối vào hệ thống điện với tổng công suất lắp đặt lên tới gần 9.300 MWp. Tổng sản lượng phát điện lên lưới từ ĐMT mái nhà lũy kế đến nay đã đạt hơn 1,15 tỉ kWh, góp phần đảm bảo cung cấp điện cho hệ thống điện quốc gia.

Đáng chú ý, tổng công suất lắp đặt về điện mặt trời trên cả nước đã đạt tới khoảng 19.400 MWp (trong đó có gần 9.300 MWp là ĐMT mái nhà), tương ứng khoảng 16.500 MW - chiếm khoảng 25% tổng công suất lắp đặt nguồn điện của hệ thống điện quốc gia. Toàn bộ sản lượng điện phát từ điện mặt trời trên toàn quốc trong cả năm 2020 là 10,6 tỉ kWh (trong đó riêng ĐMT mái nhà là 1,16 tỉ kWh), chiếm khoảng 4,3% tổng sản lượng huy động nguồn toàn hệ thống điện quốc gia. Nếu so sánh với cơ cấu công suất nguồn điện năm 2019 cho thấy công suất điện mặt trời tăng vượt bậc (hơn gấp 3 lần tổng công suất

ĐMT tính đến năm 2019) chỉ trong vòng 8 tháng (từ tháng 4 đến tháng 12/2020), điều đó cho thấy Quyết định số 13 đã rất hấp dẫn, thu hút các nhà đầu tư vào ĐMT.

Những khó khăn trong vận hành hệ thống điện khi tỉ trọng thành phần điện mặt trời ngày càng cao

Theo EVN, nếu căn cứ số liệu thống kê là tổng công suất điện mặt trời chiếm khoảng 25% công suất lắp đặt nguồn điện toàn hệ thống, nhưng với đặc điểm tự nhiên của điện mặt trời là phụ thuộc lớn vào thời gian nắng trong ngày - có nghĩa là nắng mạnh thì phát nhiều điện và tắt nắng thì không phát điện cũng đã bộc lộ những khó khăn, bất cập trong vận hành hệ thống điện.

Do đặc điểm thời tiết từ tháng 9 trở về cuối năm có xu hướng lạnh dần nên phụ tải hệ thống điện quốc gia chuyển sang mẫu điển hình của mùa lạnh. Như số liệu ở trên, nếu tổng công suất điện mặt trời trên cả nước là 16.500 MW thì cũng đã tương đương khoảng 40% phụ tải toàn quốc vào lúc thấp điểm buổi trưa.

Theo EVN, phân tích từ hình dạng biểu đồ phụ tải có thể nhận thấy một số đặc điểm của vận hành hệ thống như ở hình trên, đó là: Có

thời điểm xảy ra hiện tượng thừa công suất vào giờ thấp điểm trưa khoảng từ 10h - 14h do lúc này phụ tải xuống thấp nhưng bức xạ mặt trời lại tốt nhất trong ngày. Mặt khác, vào giờ cao điểm tối (khoảng từ 17h30 - 18h30) là thời điểm mà nhu cầu tiêu thụ điện cao nhất trong ngày, hệ thống điện cần một lượng công suất phát điện khá lớn thì lúc này khả năng đáp ứng của hàng chục nghìn MW điện mặt trời hầu như không còn.

Vì vậy, để đảm bảo cung cấp điện, hệ thống điện luôn cần phải duy trì sẵn sàng một số tổ máy phát điện truyền thống có khả năng linh hoạt khi có nhu cầu phụ đỉnh. Bên cạnh hiện tượng chênh lệch về công suất phụ tải ở các thời điểm trong ngày, thì nhu cầu phụ tải giữa ngày làm việc và ngày nghỉ cũng có sự chênh lệch khá lớn. Trong đó giá trị chênh lệch giữa công suất đỉnh của ngày nghỉ và ngày thường trong tuần lên tới khoảng 5000 MW, cho nên vào những ngày nghỉ cuối tuần Trung tâm Điều độ Hệ thống điện Quốc gia đã phải ngừng dự phòng nhiều tổ máy nhiệt điện than (NĐT) và tua bin khí (TBK) trên cơ sở đảm bảo đủ số tổ máy nổi lưới tối thiểu theo điều kiện kỹ thuật của hệ thống.

Có thể thấy, tỉ trọng của các nguồn năng lượng tái tạo trong hệ thống điện ngày càng tăng và kèm theo đó là tính bất ổn định trong vận hành cũng gia tăng tương ứng. Ngoài ra, còn có nhiều nguyên nhân khác quan bất lợi như: Phụ tải tăng trưởng thấp hơn dự kiến do ảnh hưởng của đại dịch COVID-19; phụ tải cao điểm buổi chiều có công suất lớn nhưng không còn điện mặt trời hỗ trợ dẫn đến nhiều khó khăn cho công tác điều độ hệ thống điện. Để đảm bảo an ninh, an toàn trong vận hành hệ thống điện, Trung tâm Điều độ HTĐ Quốc gia không thể duy động toàn bộ công suất khả

dụng của nguồn điện, trong đó có cả các nguồn năng lượng tái tạo (điện gió và điện mặt trời) vào các giờ phụ tải thấp điểm vào buổi trưa, đặc biệt là các ngày nghỉ cuối tuần, hoặc các dịp lễ, tết.

Từ thực tế đó, nhu cầu lưu trữ điện năng càng trở nên cấp thiết nhằm đảm bảo tính ổn định trong vận hành hệ thống điện. Dự thảo Quy hoạch điện VIII có định hướng phát triển các loại hình nguồn điện linh hoạt (thủy điện tích năng, pin tích năng, động cơ đốt trong sử dụng LNG,...) phù hợp với quy mô phát triển nguồn năng lượng tái tạo.

Giải pháp xây dựng các nhà máy thủy điện tích năng

Mô hình của nhà máy thủy điện tích năng là xây dựng 2 hồ chứa nước ở hai cao độ khác nhau và 1 nhà máy thủy điện với tua bin thuận nghịch nằm ở gần hồ chứa bên dưới, nối với hồ chứa bên trên bằng đường ống áp lực. Thủy điện tích năng vận hành dựa trên nguyên tắc cân bằng nhu cầu phụ tải của hệ thống điện. Trong giờ cao điểm, khi nhu cầu dùng điện cao, nước được xả từ hồ chứa bên trên qua đường ống áp lực, làm quay tua bin để phát điện lên hệ thống, nước xả được trữ trong hồ bên dưới.

Thế mạnh lớn nhất của thủy điện tích năng là làm tăng tính hiệu quả của hệ thống, khi tận dụng được điện năng dư thừa từ các nhà máy nhiệt điện (điện than, điện khí, điện mặt trời, điện gió, điện nguyên tử...) trong giờ thấp điểm, giúp tăng hiệu suất hoạt động và ổn định vận hành cho các nhà máy này.

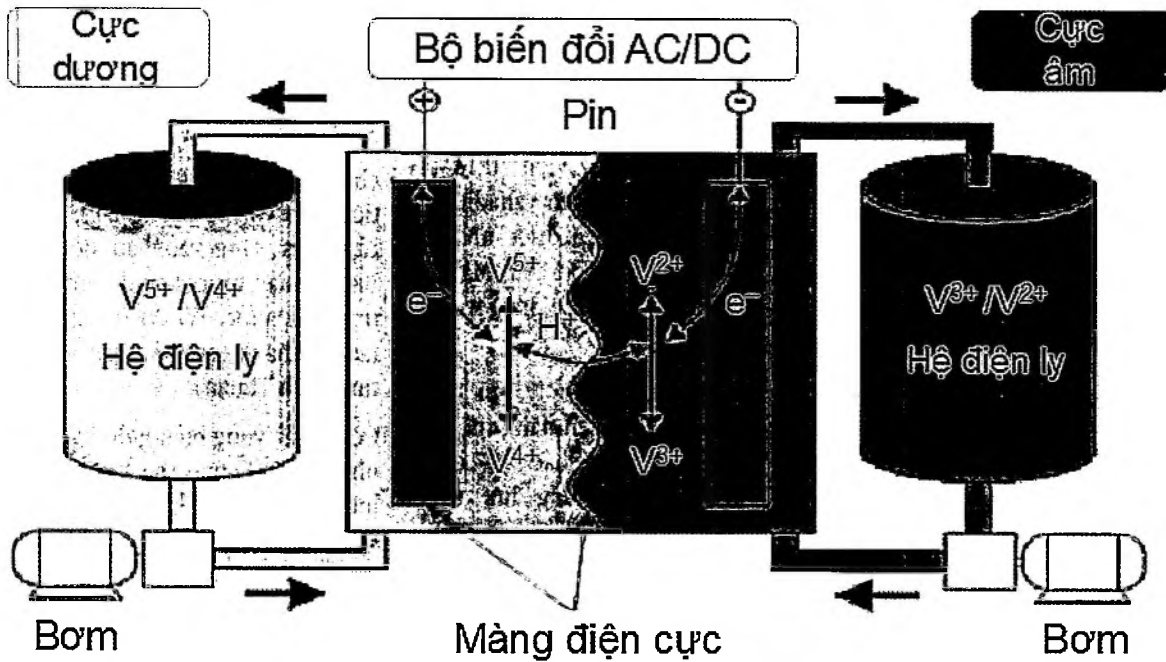
Thủy điện tích năng cũng giống thủy điện truyền thống ở chỗ có thể phản ứng rất nhanh khi nhu cầu điện tăng đột ngột, giúp đảm bảo an toàn cung cấp điện, ổn

định tần số mạng lưới điện, đồng thời rất thân thiện với môi trường khi không hề tạo ra khí thải gây hiệu ứng nhà kính. Nhưng khác với thủy điện truyền thống, thủy điện tích năng lại không cần nhiều diện tích đất làm hồ chứa, bởi chỉ cần trữ một lượng nước vừa đủ cho số giờ chạy máy theo công suất thiết kế (thường từ 5-7 giờ khi xả nước qua tua bin) là được.

Cũng do chủ động về nguồn nước dự trữ, nên quá trình vận hành của thủy điện tích năng không phụ thuộc nhiều vào chế độ thủy văn hàng năm, có thể linh hoạt điều chỉnh công suất vận hành theo nhu cầu phụ tải.

Dựa trên cơ chế vận hành, các nhà nghiên cứu đã kết hợp thủy điện tích năng với các dự án điện gió, điện mặt trời. Những dự án kết hợp như vậy có ưu điểm lớn về hiệu suất vận hành chung của tổ hợp, bởi thủy điện tích năng có thể tận dụng tối đa các nguồn năng lượng có tính thay đổi, khó dự đoán như điện gió, điện mặt trời, trong khi những nhà máy điện gió, điện mặt trời lại có thể cung cấp năng lượng cho thủy điện tích năng tích nước phần lớn thời gian trong ngày. Trong giờ thấp điểm, khi nhu cầu dùng điện thấp, nhà máy lấy điện từ hệ thống để bơm ngược nước từ hồ chứa bên dưới lên hồ chứa bên trên thông qua tua bin hai chiều, lúc này vận hành như một máy bơm.

Như vậy, nhà máy thủy điện tích năng vừa là một đơn vị sản xuất điện, vừa là một đơn vị tiêu thụ điện và cơ sở kinh tế cho phương thức vận hành này là sự chênh lệch giá điện giữa giờ cao điểm và giờ thấp điểm. đương nhiên các nhà máy thủy điện tích năng tiêu tốn nhiều điện năng hơn là lượng điện nó có thể sản xuất ra (hiệu suất trung bình khoảng 70%), nhưng



Hình 2. Sơ đồ hoạt động của pin Vanadium.

lợi ích kinh tế của nhà máy vẫn được đảm bảo bởi giá điện trong giờ thấp điểm nhỏ hơn nhiều so với giờ cao điểm. Thậm chí, ở một số mạng lưới, trong một vài thời điểm, giá điện có thể bằng 0.

Nhưng quan trọng hơn là sau khi tua bin thuận nghịch ra đời thay cho hình thức vừa dùng tua bin phát điện và máy bơm qua những đường dẫn riêng biệt khiến chi phí vận hành cao, thủy điện tích năng trở nên hiệu quả hơn và hiệu ích hơn về kinh tế.

Tại Việt Nam, thủy điện tích năng (TĐTĐN) cũng đã được quan tâm phát triển và EVN đã lập quy hoạch phát triển thủy điện tích năng với sự hợp tác của các chuyên gia JICA (Nhật Bản). Dự án nghiên cứu trong quy hoạch thủy điện tích năng toàn quốc do Cơ quan hợp tác Quốc tế Nhật Bản (JICA) hỗ trợ EVN khảo sát, nghiên cứu lập từ tháng 6 năm 2004 và đã được Bộ Công nghiệp (nay là Bộ Công Thương) phê duyệt tại Quyết định

số 3837/QĐ-BCN ngày 22/11/2005.

Hiện nay, dự án Thủy điện Tích năng Bác Ái, tỉnh Ninh Thuận (công suất 1.200 MW) là công trình thủy điện tích năng đầu tiên tại Việt Nam dự kiến khởi công xây dựng đầu năm 2023 với tổng mức đầu tư khoảng 21.100 tỷ đồng thuộc danh mục các dự án nguồn điện được Thủ tướng đưa vào Quy hoạch Điện VII (điều chỉnh,) do EVN làm chủ đầu tư. Dự án gồm 4 tổ máy với công suất 1.200 MW. Công trình này sử dụng nguồn nước từ hồ Sông Cái thuộc hệ thống thủy lợi Tân Mỹ làm hồ dưới. Nước được bơm lên hồ trên tích nước để phát điện thông qua 2 đường ống song song có đường kính thay đổi từ 5,5 đến 7,5 m, dài 2,7 km. Dự án được trang bị bơm - tua bin đảo chiều và động cơ - máy phát đảo chiều hiện đại. Dự kiến toàn bộ dự án này hoàn thành vào năm 2028.

Thủy điện Tích năng Bác Ái được đánh giá có vai trò quan trọng

trong hệ thống điện quốc gia, có nhiệm vụ phát điện phủ đỉnh, dự phòng công suất phát, giúp ổn định hệ thống, điều chỉnh tần số, là công cụ giúp điều độ hệ thống điện quốc gia vận hành ổn định, an toàn tin cậy.

Bên cạnh dự án Thủy điện Tích năng Bác Ái, còn có 3 dự án thủy điện tích năng là Phù Yên Đông (Sơn La), Đơn Dương, Hàm Thuận Bắc đang có kế hoạch triển khai đầu tư. Và theo quy hoạch thủy điện tích năng, ít nhất có 10 dự án thủy điện tích năng có tính khả thi cao, có thể xem xét xây dựng theo nhu cầu phát triển điện.

Riêng đối với Thủy điện Tích năng Phù Yên Đông, tỉnh Sơn La cần có sự xem xét, tính toán kỹ lưỡng vì vị trí nhà máy này thuộc hệ thống điện miền Bắc - nơi có các nhà máy thủy điện lớn như: Hòa Bình, Sơn La, Lai Châu và nhiều nhà máy thủy điện cỡ vừa với tổng công suất lên tới 10 GW sẽ là nguồn điện phủ đỉnh rất hiệu quả. Vì

vậy, nên xem xét ưu tiên xây dựng Thủy điện Tích năng Hàm Thuận Bắc, tỉnh Bình Thuận với công suất 1.200 MW trước. Khi Thủy điện Tích năng Hàm Thuận Bắc đi vào vận hành cùng với Thủy điện Tích năng Bác Ái làm nhiệm vụ phủ đỉnh cho hệ thống điện miền Nam chắc chắn sẽ mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn.

Ngoài ra, Ninh Thuận là Trung tâm NLTT, do vậy, nếu dự án Thủy điện Tích năng Ninh Sơn, với công suất thiết kế 1.200 MW được xem xét, nghiên cứu xây dựng sẽ là nguồn phủ đỉnh hiệu quả cho khu vực. Hiện Ban Quản lý dự án điện 3 đang báo cáo EVN để trình bổ sung vào Quy hoạch điện VIII tại văn bản số 876/EVNPMB3-TB ngày 1/9/2020. Dự án chỉ được triển khai khi được bổ sung vào Quy hoạch phát triển điện lực và Quy hoạch đầu nối.

Chế tạo Pin oxy hóa khử - tương lai của công nghệ lưu trữ điện

Pin lưu trữ hỗ trợ các nguồn NLTT không liên tục, góp phần điều hòa, làm mịn công suất tải và kéo dài thời gian phục vụ của điện mặt trời. Hệ thống pin Vanadium có khả năng sạc từ nguồn năng lượng mặt trời, gió, thủy triều, sóng biển, địa nhiệt; vận hành ổn định, không gây tiếng ồn, cháy, nổ,... có khả năng tái chế cao, thân thiện với môi trường.

Năm 2019, cả thế giới đã lưu trữ 365 GWh (chủ yếu là pin Vanadium), trong đó Trung Quốc chiếm tỷ lệ lưu trữ điện năng lớn nhất (75%), Hoa Kỳ (9%), Hàn Quốc (7%), châu Âu (5%) và phần còn lại từ Thái Lan, Nhật Bản. Dự tính đến 2023 thế giới sẽ lưu trữ điện khoảng 1.230 GWh (tăng hơn ba lần so với 2019, trong đó Trung Quốc chiếm khoảng 65%).

Mới đây, Viện Ứng dụng Công nghệ VIPTAM (Liên hiệp các hội KH&KT Việt Nam) và Tập đoàn Công nghệ Năng lượng Tái tạo

RedT Energy. Ltd (Anh) vừa tiến hành chuyển giao công nghệ pin Vanadium trong lưu trữ điện năng phục vụ sản xuất nông nghiệp, an ninh năng lượng và phát triển bền vững tại Việt Nam. Tại hội thảo giới thiệu công nghệ này, Viện VIPTAM cho biết, hệ thống pin vanadium hoàn chỉnh đầu tiên được nhóm nghiên cứu của giáo sư Maria Skyllas-Kazacos thiết kế, phát triển và vận hành.

Dù có chung nguyên lý lưu trữ bằng chuyển đổi điện năng thành hóa năng, nhưng khác với các loại pin truyền thống lưu trữ năng lượng trong điện cực, pin Vanadium lưu trữ năng lượng vào trong 2 chất điện giải âm và dương dạng lỏng. Trong quá trình xả, hai chất điện này được bơm vào trong tế bào pin để chuyển hóa trở lại thành năng lượng điện.

Sơ đồ hoạt động của pin Vanadium:

Ưu điểm của pin Vanadium:

- 1/ Có tuổi thọ từ 20 - 30 năm, 20.000 lần phóng nạp (trong khi đó pin Lithium: 7.000 lần;Ắc quy: Vài trăm lần).
- 2/ Phóng điện 100%, (Pin Lithium và Ắc quy là 75%).
- 3/ Có thể chế tạo với dung tích rất lớn.
- 4/ Nhiệt độ hoạt động thấp không gây ra cháy nổ.
- 5/ Dễ tái chế và ít độc hại, an toàn với môi trường.
- 6/ Giá thành đã có thể cạnh tranh với pin Lithium.

Pin Vanadium có các đặc tính kỹ thuật phù hợp để tương thích với các hệ thống sản xuất năng lượng tái tạo (mang tính phi ổn định và phụ thuộc nhiều vào điều kiện thời tiết) như: Khả năng nâng cấp một cách độc lập dung lượng lưu trữ, cũng như công suất đầu ra của hệ thống, tuổi thọ trung bình cao (>20 năm); chi phí bảo dưỡng thấp, có thể thay thế từng phần

(modun) mà không ảnh hưởng đến tổng thể.

Đối với Việt Nam, trong canh tác nông nghiệp, pin Vanadium được dùng làm hệ thống cung cấp năng lượng ổn định và đáng tin cậy dùng cho chiếu sáng, tưới tiêu, chế biến, tích hợp với hệ thống 240, cung cấp điện năng vào ban đêm tại Bình Thuận và một số địa phương trong cả nước. (Ví dụ trong canh tác cây thanh long vào ban đêm ở tỉnh Bình Thuận).

Còn ở các vùng biên giới, hải đảo, những nơi không thể kết nối với lưới điện quốc gia, hay các khu vực đặc thù như sân bay, lưu trữ cơ sở dữ liệu,... đòi hỏi hệ thống điện phải hoạt động 24/24 thì pin Vanadium có thể hoàn toàn đảm bảo năng lượng điện trong trường hợp khẩn cấp, cũng như phục vụ đời sống dân cư địa phương.

Kết luận

Lưu trữ năng lượng (điện năng) là công nghệ tất yếu, bắt buộc phải đồng hành với phát triển năng lượng tái tạo khi con người hạn chế xây dựng các nguồn năng lượng hóa thạch, nhằm giảm phát thải khí nhà kính. Ngoài phát triển thủy điện tích năng để phát điện phủ đỉnh, nhiều nước đã phát triển rất tốt công nghệ lưu trữ năng lượng như: Hoa Kỳ, Trung Quốc, Hàn Quốc, Úc... thậm chí là Thái Lan.

Hiện tại ở Hawaii đã có 25% năng lượng là từ các nguồn lưu trữ và dự kiến đến 2045 sẽ là 100%.

Còn ở Việt Nam, công việc có vẻ như “chưa bắt đầu” trong mọi mặt. Tuy nhiên, đã đến lúc chúng ta cần xem xét nghiêm túc việc nghiên cứu, chế tạo pin Vanadium để lưu trữ năng lượng từ nguồn năng lượng mặt trời nhằm đảm bảo an ninh năng lượng và phát triển bền vững./.

**TS. NGUYỄN HUY HOẠCH
HỘI ĐỒNG KHOA HỌC
HIỆP HỘI NĂNG LƯỢNG VIỆT NAM**