

CÔNG NGHỆ LƯU TRỮ ĐIỆN - NHỮNG XEM XÉT VỀ LỢI ÍCH, TÍNH KINH TẾ VÀ MÔI TRƯỜNG

● ĐỖ THỊ LOAN

TÓM TẮT:

Bài báo trình bày tổng quan về hiện trạng, xu thế hệ thống năng lượng của thế giới hiện nay và sự xuất hiện của nhu cầu lưu trữ năng lượng; một số hệ thống lưu trữ điện điển hình đang được áp dụng; và một số đánh giá dưới góc độ kinh tế, môi trường của các công nghệ lưu trữ năng lượng.

Từ khóa: lưu trữ năng lượng, lưu trữ điện, lợi ích, tính kinh tế, môi trường.

1. Đặt vấn đề

Các hệ thống năng lượng đang dần thay đổi vì các nguồn năng lượng thay thế, đổi mới công nghệ, nhu cầu, chi phí và ảnh hưởng môi trường. Nhiên liệu hóa thạch là nguồn sản xuất năng lượng truyền thống nhưng đã được chuyển dần sang các công nghệ tiên tiến hiện nay với trọng tâm là các nguồn năng lượng tái tạo. Sự gia tăng của các nguồn năng lượng tái tạo, nhu cầu năng lượng và các mạng lưới phân phối ngày càng thông minh, tạo ra các cơ sở hạ tầng cho lưu trữ năng lượng. Do đó, nội dung chính của bài viết sẽ nhằm đưa ra một số cập nhật, tổng hợp về các công nghệ hiện nay, những phân tích tính hai mặt về lợi ích và hạn chế của công nghệ lưu trữ năng lượng.

2. Tổng quan nghiên cứu

Lưu trữ năng lượng là một vấn đề đang được quan tâm nghiên cứu và triển khai trên thế giới. Tại Việt Nam, Nhà máy Thủy điện tích năng Bác Ái, được khởi công xây dựng từ năm 2020 (dự kiến hoàn thành công trình vào năm 2029), là dự án đầu tiên về một công trình lưu trữ năng lượng, mang tính thí điểm và hỗ trợ vận hành cho hệ thống điện quốc gia. Như vậy, lưu trữ năng lượng hiện nay tại

Việt Nam vẫn là một vấn đề cần có thêm những nghiên cứu, phân tích và bàn luận trước những thay đổi nhanh chóng của thế giới về công nghệ, chi phí trong lĩnh vực này.

3. Phương pháp nghiên cứu

Bài báo sử dụng phương pháp nghiên cứu định tính kết hợp với định lượng để phân tích chủ đề được đưa ra và có sự tham khảo các tài liệu, nghiên cứu, báo cáo đã được công bố gần đây của thế giới.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Hiện trạng toàn cầu về tiêu thụ năng lượng

Tổng mức tiêu thụ năng lượng sơ cấp toàn cầu trong năm 2019 là 581.510 PJ. Từ đầu năm 2020, do đại dịch Covid-19 đã có tác động mạnh mẽ đến thị trường năng lượng, nhu cầu năng lượng toàn cầu giảm 4,3% vào năm 2020 so với năm 2019. Sản lượng điện năng sản xuất trên toàn thế giới năm 2019 đạt 27.001 TWh. Than vẫn luôn là nhiên liệu chủ đạo để sản xuất điện, tuy nhiên tỷ trọng điện than đã giảm xuống và thay vào đó là sự tăng lên của điện từ năng lượng tái tạo. Mặc dù, sản lượng điện sản xuất năm 2020 của toàn thế giới bị giảm 0,6%, nhưng sản lượng điện từ năng lượng tái tạo vẫn tăng 12,8% so với năm 2019. (Bảng 1)

Bảng 1. Tổ hợp sản xuất điện toàn thế giới theo các dạng nhiên liệu (TWh)

Năm	Dầu	Khí thiên nhiên	Than	Năng lượng hạt nhân	Thủy điện	Năng lượng tái tạo	Khác	Tổng
2019	820,5	6323,8	9826,2	2796,6	4227,9	2789,2	216,7	27001,0
2020	758,0	6268,1	9421,4	2700,1	4296,8	3147,0	231,8	26823,2

Nguồn: Báo cáo “BP Statistical Review of World Energy 2021”.

Công nghệ điện tái tạo hiện đang chiếm chủ yếu thị trường toàn cầu về công suất phát điện lắp đặt mới. Mặc dù với những tác động bất lợi của đại dịch đối với hầu hết các chuỗi cung ứng toàn cầu, hơn 260 GW công suất phát điện tái tạo đã được bổ sung trên toàn cầu vào năm 2020. Con số này cao hơn gấp 4 lần so với công suất được bổ sung từ các nguồn khác và tăng thêm gần 50% so với công suất điện tái tạo đã được bổ sung trong năm 2019 (Hình 1).

Tổng công suất lưu trữ điện toàn cầu là 159 GW, hoặc khoảng 6,4 GW, nếu không bao gồm thủy điện tích năng, tính đến tháng 2 năm 2020. Thủy điện tích năng tạo ra 152 GW, tương đương 96% tổng công suất lưu trữ năng lượng đang vận hành trên toàn thế giới. Còn lại 4% của tổng công suất

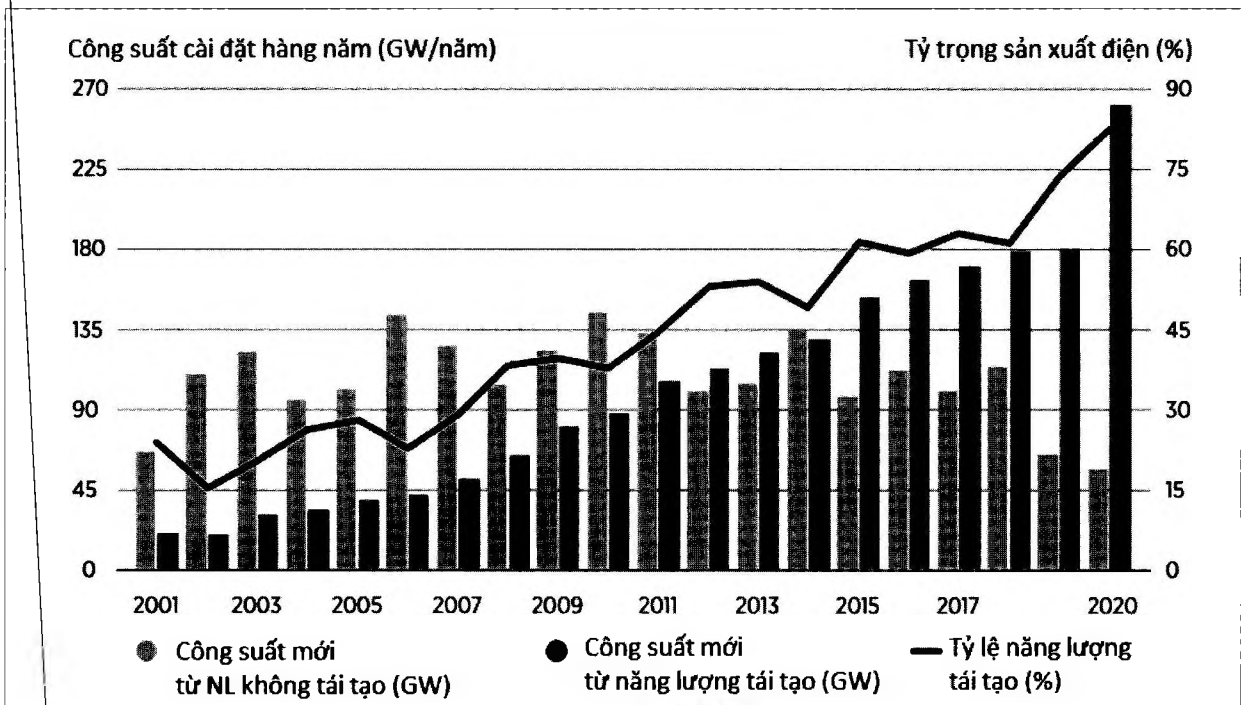
lưu trữ bao gồm lưu trữ muối nóng chảy, các loại pin, lưu trữ năng lượng bánh đà, khí nén. Các thị phần lớn nhất công suất lưu trữ (không bao gồm thủy điện) của thế giới cũng được tập trung ở một số quốc gia lớn và có trình độ khoa học công nghệ phát triển như Hoa Kỳ, Trung Quốc, Nhật Bản và một số nước châu Âu. (Hình 1)

4.2. Sự cần thiết của lưu trữ điện

Nhu cầu lưu trữ điện

Nhu cầu năng lượng không đồng đều trong 24 giờ mỗi ngày và trong cả năm, thay vào đó, nó thay đổi đáng kể trong một ngày và trong các mùa khác nhau trong năm. Do đó, làm phát sinh nhu cầu cao điểm, thấp điểm trong ngày, trong các mùa do nhu cầu cá nhân và những ảnh hưởng của thời tiết, khí hậu.

Hình 1: Tỷ trọng công suất điện lắp đặt mới giai đoạn 2001 - 2020



Nguồn: Báo cáo “World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway”.

Nhiên liệu hóa thạch có ảnh hưởng lớn đến môi trường toàn cầu do phát thải CO₂, do đó, cần thiết tạo ra năng lượng từ các nguồn tái tạo. Tuy nhiên, do các nguồn năng lượng tái tạo là không liên tục (như sự không ổn định của cường độ bức xạ mặt trời, của tốc độ gió), không thể đáp ứng nhu cầu đúng vào các thời điểm cao điểm và thậm chí cả thấp điểm.

Do đó, nếu có hệ thống lưu trữ năng lượng sẽ giúp tăng khả năng đáp ứng nhu cầu và khắc phục sự không ổn định của các nguồn năng lượng tái tạo (Hình 2). Bên cạnh đó, khi thị trường thiết bị và hệ thống lưu trữ phát triển, sản lượng điện dư thừa cũng có thể được trao đổi với các vùng lưới điện lân cận cùng với sự cải thiện hệ thống kết nối.

Các dịch vụ được cung cấp từ lưu trữ điện

Việc lưu trữ năng lượng tạo ra nhiều dịch vụ trực tiếp và phụ trợ cho hệ thống sản xuất, cung cấp năng lượng và tạo điều kiện thuận lợi cho khách hàng là những người sử dụng năng lượng cuối cùng.

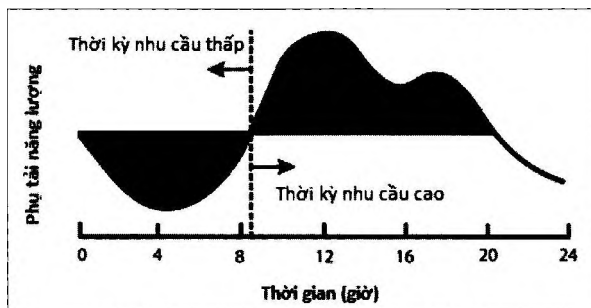
Sản xuất năng lượng là hệ thống đầu tiên được hưởng lợi từ các dịch vụ lưu trữ năng lượng vì giảm được công suất hoạt động cao điểm của các nhà máy (do năng lượng lưu trữ được sử dụng để cung cấp thêm vào giờ cao điểm), điều chỉnh tần số, đảm bảo tính linh hoạt, chuyển đổi thời gian sản xuất và sử dụng được nhiều hơn nguồn tài nguyên tái tạo. Sự biến động của sản xuất, đặc biệt từ các nguồn năng lượng tái tạo cũng có thể dễ dàng được kiểm soát.

Dưới góc độ lợi ích cho lưới điện, nhiều dịch vụ phụ trợ có thể được cung cấp từ các hệ thống lưu trữ năng lượng, như dịch vụ khởi động đen, công suất dự phòng, chất lượng điện năng, đảm bảo ổn định công suất từ nguồn năng lượng tái tạo, dịch chuyển thời gian phát điện, quản lý cung - cầu và san bằng đồ thị phụ tải. Một hệ thống lưu trữ năng lượng tốt còn giúp đẩy lùi nhu cầu lắp đặt thêm hệ thống truyền tải để đưa điện năng đến những nơi xa. Lưu trữ năng lượng cũng có thể giúp kiểm soát những thách thức mới nảy sinh của việc tích hợp năng lượng tái tạo có tính chất không liên tục, giảm mất cân bằng cung - cầu điện, thúc đẩy phát triển lưới điện phân tán và giảm tắc nghẽn lưới điện.

4.3. Các công nghệ lưu trữ điện

Hệ thống lưu trữ điện (Electrical Energy

Hình 2: Lưu trữ năng lượng và san bằng phụ tải ngày



Nguồn: "U.S. Grid Energy Storage".

Storage - EES) bao gồm việc chuyển đổi năng lượng điện sang một dạng năng lượng khác mà nó có thể được lưu trữ trong các thiết bị và vật liệu khác nhau, lại được chuyển đổi thành năng lượng điện tại thời điểm yêu cầu diễn ra sau đó.

Một lưới điện có thể sử dụng nhiều công nghệ lưu trữ năng lượng khác nhau và thường được phân loại thành 4 nhóm: điện hóa, điện từ, nhiệt động lực học và cơ. Tùy thuộc vào các đặc điểm lưu trữ và mạng lưới phân phối, ESS có thể đáp ứng nhiều vai trò khác nhau trong hệ thống điện. Một số công nghệ lưu trữ điện chính bao gồm:

- Pin dòng

Pin dòng (flow batteries) lưu trữ năng lượng trong chất điện phân lỏng, được giữ trong các bể chứa bên ngoài các ngăn xếp tế bào có chứa các mặt cực âm (dương) và cực dương (âm) của pin. Khi sạc hoặc xả pin, các điện tử được thêm vào hoặc rút ra khỏi chất điện phân khi nó luân chuyển qua các màng bên trong các ngăn xếp. Pin dòng có khả năng lưu trữ và giải phóng năng lượng sau đó tương đối cao (15MWh - 120MWh); hiệu suất lưu trữ khoảng 75%.

- Lưu trữ năng lượng từ trường siêu dẫn

Một công nghệ khác là lưu trữ năng lượng từ trường siêu dẫn (Superconducting magnetic energy storage - SMES), có đặc trưng là hiệu suất cao và đáp ứng tức thời (khoảng 95% cho một chu kỳ sạc - xả). Các hệ thống có khả năng xả năng lượng tích trữ gần đến mức tổng công suất trong thời gian ngắn hơn, thường là dưới 100 mili - giây so với pin. Dòng điện một chiều chạy trong cuộn dây bằng vật liệu siêu dẫn tạo ra từ trường tích trữ năng lượng.

SMES là thiết bị phù hợp nhất để cung cấp

nguồn điện liên tục và tức thời, cũng như điều chỉnh sự ổn định của lưới điện với công suất phát rất cao trong thời gian ngắn, đảm bảo chất lượng điện năng cho người tiêu dùng, mặc dù hệ thống này có chi phí cao. Hoạt động của hệ thống được biểu diễn trong Hình 3.

- Lưu trữ năng lượng bánh đà

Bộ lưu trữ năng lượng bánh đà (Flywheel Energy Storage - FES) sử dụng động cơ điện để điều khiển bánh đà quay với tốc độ cao để điện năng chuyển hóa thành cơ năng và được lưu trữ, khi cần thiết, bánh đà truyền động cho máy phát điện để tạo ra công suất điện.

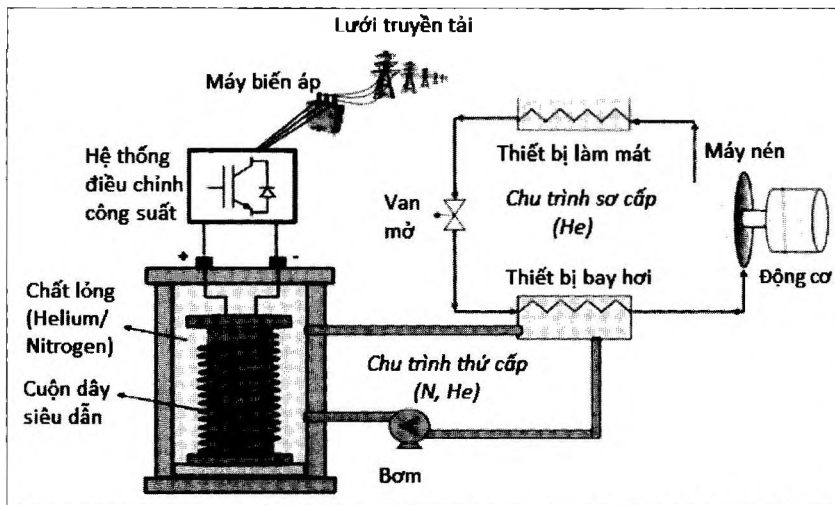
Hệ thống bánh đà hoạt động trong môi trường chân không cao, không tổn thất ma sát, cản gió nhỏ, tuổi thọ cao, không ảnh hưởng đến môi trường và không cần bảo dưỡng. Hệ thống bánh đà có thể áp dụng để điều chỉnh tần số lưới điện và đảm bảo chất lượng điện năng (Hình 4).

- Thủy điện tích năng

Thủy điện tích năng (Pumped hydro energy storage - PHES) là một dạng công nghệ tích trữ năng lượng dưới dạng nhà máy thủy điện bơm, sử dụng điện năng của các nhà máy điện phát non tải vào những giờ thấp điểm trong hệ thống, hoặc phụ tải đêm để bơm nước từ hồ chứa dưới lên hồ chứa trên. Vào thời điểm nhu cầu tiêu thụ điện năng lớn, nước sẽ được xả từ hồ chứa trên xuống hồ chứa dưới thông qua các tuabin để phát điện lên lưới (Hình 5).

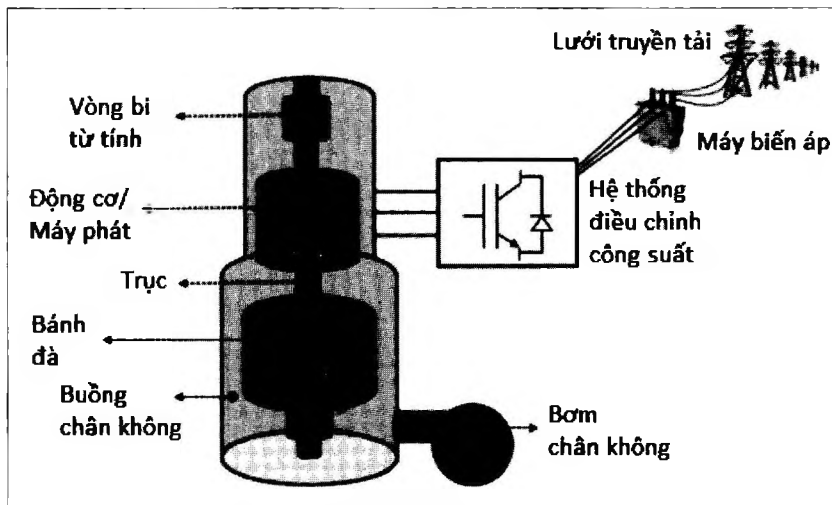
Hiệu suất chuyển đổi dao động từ 65% đến 80% phụ thuộc vào vị trí địa lí, điều kiện khí hậu và đặc tính của thiết bị.

Hình 3: Hệ thống lưu trữ năng lượng từ trường siêu dẫn



Nguồn: Bài báo "Review of energy storage services, applications, limitations, and benefits"

Hình 4: Sơ đồ hệ thống lưu trữ năng lượng bánh đà



Nguồn: Bài báo "Review of energy storage services, applications, limitations, and benefits"

Hệ thống lưu trữ năng lượng dạng PHES cũng có thể đóng vai trò như một nguồn "khởi động đen" trong trường hợp mất điện. Chi phí vận hành và bảo dưỡng của thủy điện tích năng là rẻ nhất trong các loại tích trữ điện (Bảng 2).

- Lưu trữ năng lượng khí nén

Trong hệ thống lưu trữ năng lượng khí nén (Compressed Air Energy Storage - CAES), không khí được nén vào một bể chứa dưới lòng đất bằng việc sử dụng điện trong giờ thấp điểm. Không khí nén sẽ được giải phóng trong thời gian cao điểm,

đẩy vào tuabin - máy phát điện để sản xuất điện trở lại (Hình 6).

CAES là công nghệ thứ hai (sau thủy điện tích năng) có khả năng thương mại cao để lưu trữ năng lượng trong hệ thống phân phối lớn, với kích cỡ một đơn vị công suất từ 100 MW trở lên.

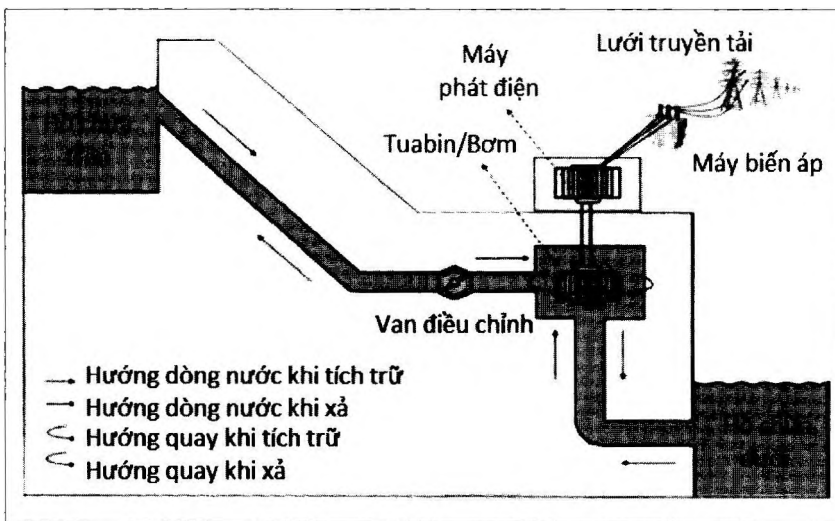
Mật độ năng lượng cho CAES là khoảng 12 kWh/m³ với hiệu suất xấp xỉ 70%.

Hệ thống này tiêu thụ 0,7 - 0,8 kWh điện (trong giờ thấp điểm) để nén không khí và giải phóng 1 kWh vào lưới điện (trong giờ cao điểm).

4.4. Xem xét tính kinh tế của hệ thống lưu trữ điện

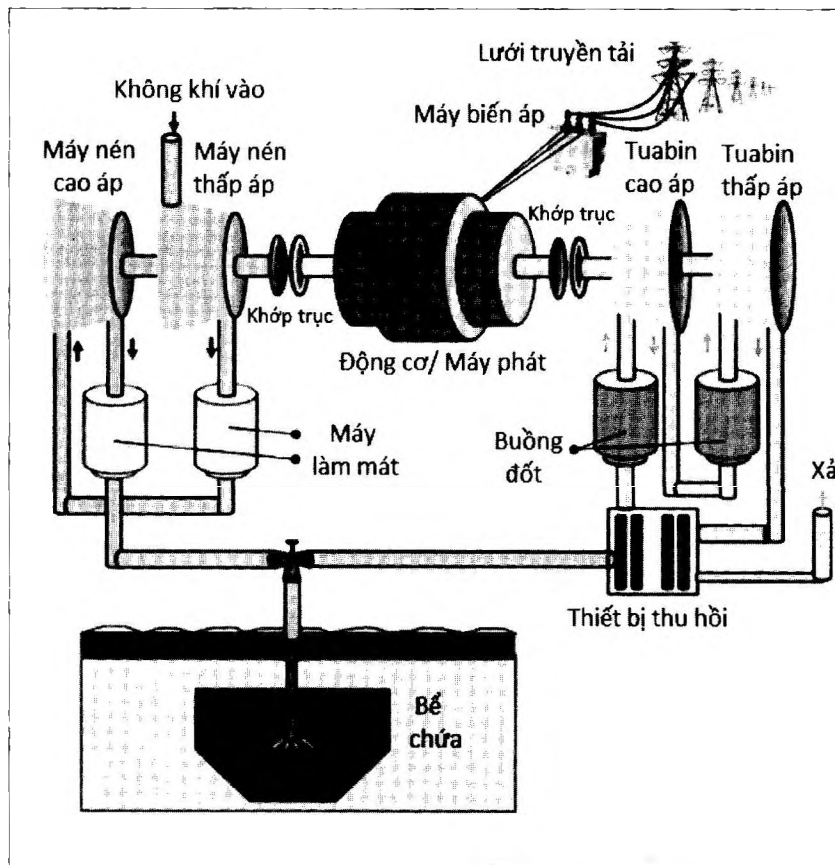
Mặc dù việc lưu trữ năng lượng đảm bảo cung cấp nhiều lợi ích trong mạng lưới điện, nhưng việc lưu trữ cũng phải trả một khoản chi phí lớn, nên cần thiết phải thực hiện các phân tích chi phí - lợi ích của các hệ thống lưu trữ điện trong dòng đời của nó. Các yếu tố chi phí được xem xét bao gồm chi phí vốn đầu tư, chi phí vận hành và bảo trì, chi phí thay thế, cũng như chi phí cho xử lý an toàn các thiết bị đã qua sử dụng. Chi phí vốn là khoản chi đầu tiên và rất lớn phát sinh đầu tiên để tạo cơ sở hạ tầng, lắp đặt các thiết bị lưu trữ và các thiết bị khác. Các chi phí lưu trữ năng lượng thường được tính toán và biểu thị theo 1 kWh, 1 kW, hoặc 1 kWh/chu kỳ (một chu kỳ là quá trình sạc và xả hoàn toàn pin trong

Hình 5: Sơ đồ nhà máy thủy điện tích năng



Nguồn: Bài báo "Review of energy storage services, applications, limitations, and benefits"

Hình 6: Sơ đồ nhà máy lưu trữ khí nén



Nguồn: Bài báo "Review of energy storage services, applications, limitations, and benefits"

phạm vi sử dụng được của thiết bị lưu trữ). Hiệu quả của thiết bị và hệ thống cũng được xem xét để tính chi phí trên mỗi đầu ra năng lượng. Bên cạnh đó, các yếu tố khác cũng phải được xem xét để quyết định tính khả thi của một hệ thống, hoặc thiết bị lưu trữ, như lợi ích san bằng phụ tải, thời gian lưu trữ và tái sản xuất năng lượng, chất lượng điện, tính ổn định, độ tin cậy của năng lượng tạo ra và các điều kiện cụ thể khác của các khu vực liên quan đến nhu cầu lưu trữ.

Chi phí sản xuất điện quy dẫn của lưu trữ năng lượng (Levelized Cost of Storage - LCOS) được sử dụng để tính toán, đánh giá hiệu quả kinh tế của một công nghệ lưu trữ năng lượng, LCOS được tính toán bằng cách sử dụng phương trình sau:

$$LCOS = \frac{\sum(Capital_t + O\&M_t + fuel_t) \times (1+r)^t}{\sum MWh_t \times (1+r)^t}$$

Trong đó:

Capital_t là tổng chi phí vốn đầu tư ở năm t; O&M_t là các chi phí vận hành và bảo trì cố định trong năm t; fuel_t là chi phí xác ở năm t; MWh_t là lượng điện năng được xả (hay tạo ra từ hệ thống lưu trữ) trong năm t, đơn vị là MWh; (1+r)^t là hệ số chiết khấu cho năm t.

Các công nghệ lưu trữ năng lượng khác nhau có sự khác biệt đáng kể, về chi phí vốn đầu tư theo công suất (\$/kW), chi phí vốn đầu tư theo điện năng (\$/kWh), chi phí vận hành và bảo trì, tùy thuộc vào các đặc điểm riêng của thiết bị và hệ thống, kích cỡ công suất, vật liệu được sử dụng của thiết bị, cũng như khả năng và thời gian lưu trữ năng lượng (Bảng 2). Trong đó, PHS đã được xem là hệ thống kinh tế nhất.

4.5. Ảnh hưởng môi trường của hệ thống lưu trữ điện

Lưu trữ điện có thể mang lại lợi ích môi trường gián tiếp. Lưu trữ điện có thể giúp tích hợp nhiều năng lượng tái tạo hơn vào lưới điện. Việc khai thác được nhiều điện năng từ các nguồn năng lượng tái tạo chính là tác động làm khử cacbon trong khu vực sản xuất điện. Hơn nữa, việc lưu trữ điện cũng có thể giúp các nhà máy điện hoạt động ở mức tối ưu hơn và giảm thiểu việc sử dụng các tổ máy phát điện kém hiệu quả, đó chính là các tổ máy chỉ được huy động vào thời gian cao điểm khi không có lưu trữ điện. Cuối cùng, nếu bổ sung được công suất lưu trữ điện có thể giúp trì hoãn, hoặc tránh việc phải xây dựng thêm các nhà máy điện mới, hoặc các cơ

Bảng 2. So sánh các tính chất kỹ thuật, kinh tế một số công nghệ lưu trữ điện (1)

Công nghệ lưu trữ	Công suất khả dụng (MW)	Hiệu suất (%)	Thời gian đáp ứng	Tuổi thọ (Năm, chu kỳ)	Chi phí đầu tư công suất (\$/kW)	Chi phí đầu tư năng lượng (\$/kWh)	Thời gian sạc	Thời gian xả
Tụ điện	0-0.05	60-65	ms	~ 5 (> 50,000)	200-400	500-1000	s - hr	ms- 60 min
Siêu tụ điện	0-0.3 +	90-95	8 ms	20 + (> 100,000)	100-450	300-2000	s - hr	ms- 60 min
SMES	0.1-10	95-98	< 100 ms	20 + (> 100,000)	200-489	1000-72,000	min - hr	ms- 8 s
PHS	100-5000	75-85	s - min	40-60 (> 13,000)	2000-4300	5-100	hr - months	1-24 hr+
CAES	5-1000	70-89	1-15 min	20-40 (> 13,000)	400-1000	2-120	hr - months	1-24 hr+
FES	0.1-20	93-95	< 4 ms - s	15 + (> 100,000)	250-350	1000-14,000	s - min	ms- 15 min
Các loại Pin:								
Lead-acid	0-40	70-90	5-10 ms	3-15 (2000)	300-600	200-400	min - days	s - hr
NaS	0.05-34	80-90	1 ms	10-15 (2500-4500)	1000-3000	300-500	s - hr	s - hr
Li-ion	0-100	85-90	20 ms - s	5-15 (1000-20,000)	900-4000	600-3800	min - days	min - hr
NiCd	0-40	60-65	ms	10-20 (2000-3500)	500-1500	400-2400	min - days	s - hr
VRB	0.03-3	~ 85	< 1 ms	5-10 (12,000 +)	600-1500	150-1000	hr - months	s - 10 hr
ZnBr	0.05-10	~ 75	< 1 ms	5-10 (2000 +)	700-2500	150-1000	hr - months	s - 10 hr

Chú thích: s là giây, ms là mi-li giây, min là phút, hr là giờ, months là tháng, days là ngày

Nguồn: Bài báo "Overview of energy storage systems in distribution networks: Placement, sizing, operation, and power quality"

sở hạ tầng truyền tải, phân phối, từ đó giảm được những vấn đề phát sinh tới môi trường.

Ngược lại, các tác động tiêu cực đến môi trường của việc lưu trữ điện cũng luôn tiềm ẩn, như các khí thải, phát thải CO₂ và thải bỏ vật liệu của các thiết bị. Ví dụ, pin sử dụng các nguyên liệu thô như lithium, chì, do đó, chúng có thể gây ra các mối nguy hiểm, rủi ro đối với môi trường (như cháy nổ) nếu chúng không được thải bỏ hoặc tái chế đúng cách, đặc biệt là trong điều kiện các hệ thống quản lý chất thải - tái chế chưa được thiết lập chặt chẽ. Việc khai thác nguyên liệu thô và sản xuất pin cũng gắn liền với các vấn đề xã hội, như điều kiện lao động kém, những rủi ro về sức khỏe và cả những phản đối của người dân địa phương. Mức độ của những tác động tiêu cực này phụ thuộc vào bản chất, loại công nghệ và hiệu quả của các thiết bị lưu trữ năng lượng, cũng như các quy trình xử lý và tái chế nguyên liệu thô.

Như vậy, việc lưu trữ năng lượng điện là một bức tranh hai mặt, vì ảnh hưởng của nó tới môi trường có thể hữu ích cũng như có hại. Vấn đề thải bỏ vật liệu đã qua sử dụng trong các thiết bị lưu trữ năng lượng, đặc biệt là khi chúng không thể tái chế và điều này có thể tạo ra vấn đề ô nhiễm. Tuy nhiên, các tác động có thể được kiểm soát tốt hơn bằng cách làm cho hệ thống lưu trữ hiệu quả hơn, xử lý vật liệu còn lại một cách thích hợp, cũng như

sử dụng các vật liệu có thể tái chế trong sản xuất các thiết bị lưu trữ năng lượng.

5. Kết luận

Như vậy, để đạt được hiệu quả và đáp ứng các mục tiêu của quốc gia hay một phạm vi sử dụng nhỏ hơn, những nghiên cứu về quy mô của mạng lưới cung cấp (như lưới điện), yêu cầu của phía tiêu thụ hay khách hàng, khả năng lưu trữ của các thiết bị, ưu điểm và hạn chế của chúng, chi phí, tuổi thọ và các tác động đến môi trường cần đồng thời được xem xét khi quyết định lựa chọn công nghệ lưu trữ. Mỗi quốc gia cần thiết có những quy định pháp lý, các tiêu chuẩn môi trường nhằm quản lý những tác động tiêu cực trong quá trình lập kế hoạch và ra quyết định để triển khai các công nghệ lưu trữ năng lượng. Các tiêu chuẩn cần được xây dựng để đánh giá tác động môi trường của mỗi hệ thống lưu trữ và các quy định phải được thực hiện để kiểm soát những tác động này. Các nghiên cứu tiếp theo cho các hệ thống lưu trữ cũng cần được tiến hành để phát triển được các thiết bị với hiệu quả cao hơn, từ đây làm tăng hiệu quả kinh tế và giảm tác động xấu tới môi trường. Bằng những nỗ lực đồng thời từ nhiều phía, các hệ thống lưu trữ năng lượng mới có thể phát huy được hết những ưu thế của nó trong hệ thống năng lượng, từ đó thúc đẩy việc gia tăng tỷ trọng các nguồn năng lượng tái tạo trong cung cấp năng lượng và bảo vệ môi trường ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Centre for Energy Economics Research and Policy, Heriot - Watt University. (2021). BP Statistical Review of World Energy. London: Whitehouse Associates. Retrieved from: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>
2. U.S. Department of Energy. (2020). Electricity Storage Technology Review. Retrieved from: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2020/10/f79/Electricity%20Storage%20Technologies%20%20Report.pdf>
3. Choton K. Das and et al. (2018). Overview of energy storage systems in distribution networks: Placement, sizing, operation, and power quality. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118301606>
4. Center for Sustainable Systems, University of Michigan. (2020). U.S. Grid Energy Storage Factsheet. Pub. No. CSS15-17. Retrieved from: < https://www.css.umich.edu/sites/default/files/css_doc/CSS15-17.pdf >.
5. Ahmed Zayed AL Shaqsi and et al. (2020). Review of energy storage services, applications, limitations, and benefits. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484720312464>.

6. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2021). World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway. Retrieved from: <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook>

Ngày nhận bài: 8/6/2021

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 8/7/2021

Ngày chấp nhận đăng bài: 18/7/2021

Thông tin tác giả:

ThS. ĐỖ THỊ LOAN

Khoa Quản lý Công nghiệp và Năng lượng

Trường Đại học Điện lực

SOME ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENTS ABOUT TECHNOLOGIES FOR ELECTRICITY STORAGE

● Master. **DO THI LOAN**

Faculty of Energy and Industrial Management
Electric Power University

ABSTRACT:

This paper presents an overview about the current situation and development trends of energy system in the world. The paper also introduces the emergence of the need for energy storage and some typical electricity storage systems, and assesses the economic and environmental benefits of these electricity storage systems.

Keywords: energy storage, electricity storage, benefit, economy, environment.