

NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO TỪ HƠI NƯỚC TRONG KHÍ QUYỂN

Trần Duy Tập, Lâm Hoàng Hào

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

Chúng ta đã biết tới các loại năng lượng tái tạo từ mặt trời, gió, nước, địa nhiệt hay sóng biển. Nhưng ít ai nghĩ rằng, hơi nước trong khí quyển cũng có thể trở thành một nguồn điện tái tạo cực kỳ tiềm năng trong tương lai gần. Điều này nghe có vẻ phi lý nhưng hoàn toàn có thể trở thành sự thật nhờ cơ chế tương tác giữa các phân tử nước và bề mặt kim loại.

Việc tìm kiếm các nguồn năng lượng tái tạo đã đạt được những tiến bộ to lớn trong việc cải thiện hiệu suất và khả năng ứng dụng, bao gồm các nguồn gió, mặt trời, thủy điện, địa nhiệt và sinh khối [1, 2]. Tuy nhiên, những cách thức chuyển hoá năng lượng trên đều cần tới thiết bị lưu trữ lớn và đòi hỏi chi phí đầu tư ban đầu cao. Chính các thách thức này đã thúc đẩy nhu cầu nghiên cứu các nguồn năng lượng tái tạo mới, phù hợp và tiện lợi hơn trong các ứng dụng hàng ngày. Một nghiên cứu mới của Đại học Tel Aviv (Israel) gần đây cho thấy hơi nước trong khí quyển có thể đóng vai trò như là nguồn năng lượng tái tạo tiềm năng trong tương lai [3]. Nghiên cứu được dẫn đầu bởi GS Colin Price, GS Hadas Saaroni và TS Judi Lax (thuộc Trường Khoa học Môi trường và Trái đất, Đại học Tel Aviv), dựa trên giả thuyết rằng điện hóa được tạo thành từ tương tác giữa các phân tử nước với bề mặt kim loại. Nghiên cứu được

công bố trên tạp chí khoa học Scientific Reports, ngày 6/5/2020 [3].

Khả năng tích điện của hơi nước

Kể từ thời đại của Benjamin Franklin (1752), chúng ta biết rằng khí quyển và giông bão đều là các môi trường được điện hóa, hay có khả năng truyền điện. Tuy nhiên, cho tới ngày nay, chúng ta vẫn chưa hiểu biết đầy đủ về những hiện tượng này [4], mặc dù nguyên nhân chính gây nên chúng là do sự tương tác giữa các phân tử nước trong các pha khác nhau (hơi, lỏng và rắn) [4-6]. Nước tinh khiết có điện tích bằng không, theo nguyên tắc trung hòa điện. Chúng có các ion dương (H^+) và ion âm (OH^-) nhưng số lượng các ion này cân bằng nhau dẫn đến sự trung hòa điện. Tuy nhiên, trong thời tiết giông bão, hơi nước pha lỏng và rắn đã có thể chuyển một số ion này sang các hạt vật chất khác trong không khí thông qua quá trình tan chảy, đóng băng hay va chạm [7].

Năm 1843, nhà vật lý nổi tiếng Michael Faraday đã công bố một nghiên cứu liên quan đến tai nạn điện giật một công nhân khi đang làm việc bên cạnh nồi hơi tại London [8]. Hiện tượng này trước đó đã được phát hiện bởi Lord William Armstrong và sau này được gọi là “Hiệu ứng Armstrong” [9]. Hơi nước thoát ra bằng cách nào đó đã điện hóa nồi hơi kim loại làm công nhân bị điện giật nặng [8]. Faraday đã thực hiện các thí nghiệm, sau đó kết luận rằng điện xuất hiện là do va chạm và ma sát của các giọt nước trong hơi nước với lớp kim loại bên ngoài. Khi không có nước ngưng tụ, lớp kim loại này không bị nhiễm điện. Nhưng khi có đủ các giọt nước ngưng tụ ngay lập tức đã tạo ra điện. Bằng cách tăng áp lực của hơi nước, Faraday có thể làm tăng hiệu ứng này. Ông kết luận rằng hiệu ứng này là do nước ngưng tụ trở thành một chất dẫn điện tốt, với các ion được trao đổi sang kim loại, (hoặc bất kỳ vật thể nào khác) thông qua quá trình va chạm và ma sát. Faraday cũng

đã đo điện tích trên nhiều vật thể khác và kết luận rằng va chạm và ma sát giữa các giọt nước với nhiều vật chất khác nhau khiến nước tích điện dương so với bề mặt rắn. Kể từ đó, nhiều nghiên cứu liên quan đến khả năng tích điện của hơi nước đã được thực hiện, chẳng hạn như do ma sát [10], thay đổi pha [6, 11]... Một số nghiên cứu khác thậm chí đã cố gắng khai thác sự tách điện tích được tạo ra bởi hơi nước trên các bề mặt vật chất để phát triển nguồn năng lượng mới [12-14].

Người ta biết rằng các bề mặt vật liệu có xu hướng mất tính điện khi ở trong không khí ẩm vì khi đó chúng mất điện tích để trung hòa phần điện tích bị mất ở bề mặt [15]. Dưới điều kiện độ ẩm tương đối đủ cao (RH>60%), các phân tử nước sẽ bị hấp phụ và bề mặt sẽ được phủ một lớp nước mỏng, cho phép các ion linh động di chuyển và làm mất điện tích tích lũy [16]. Các tính chất điện khi đó sẽ thay đổi như là một hàm của độ ẩm (RH). Điều đáng ngạc nhiên là bề mặt nước hấp phụ có thể thu được điện tích từ không khí ẩm xung quanh trong một số trường hợp [17].

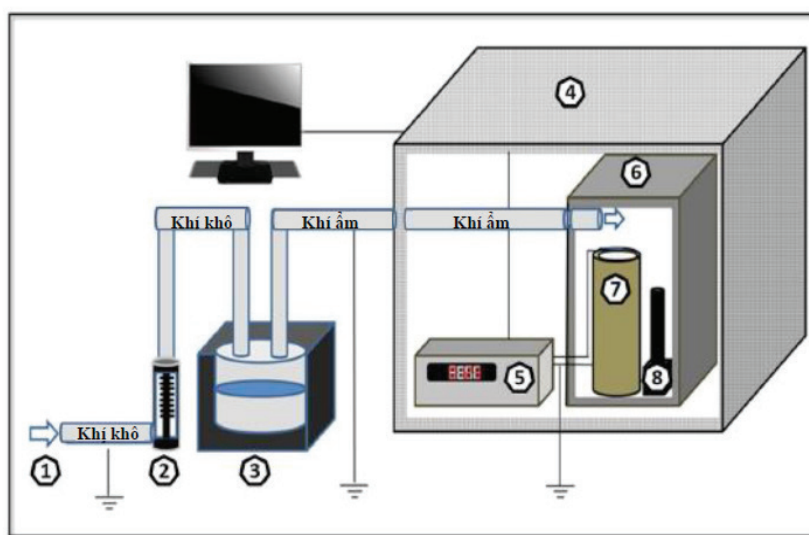
Pin sạc điện từ hơi nước trong không khí

Các kết quả của một nghiên cứu gần đây [18] chỉ ra rằng, một số bề mặt kim loại có thể thu được dòng điện một cách tự động khi tiếp xúc với điều kiện RH cao (>50%). Nhôm và đồng thau mạ crom (CPB) trở nên tích điện âm, trong khi thép không gỉ (SS) và NiCr (nichrom) tích điện dương. Tuy nhiên, một số kim loại, như đồng, tích điện không đáng kể trong điều kiện RH thậm chí lên tới 95%. Họ cũng phát hiện ra

rằng việc sử dụng hai kim loại khác nhau tiếp xúc với độ ẩm cao dẫn đến sự tích điện áp, qua đó đóng vai trò như là một tụ điện, đạt tới ngưỡng 0,75 V.

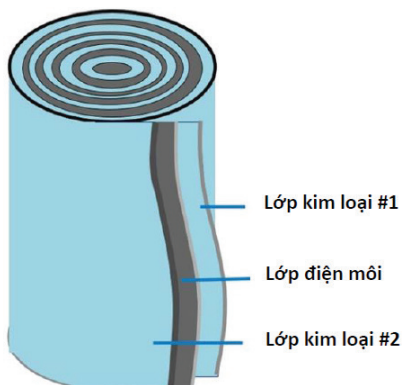
Trong một bài báo được đăng trên tạp chí Scientific Reports [3], GS Colin Price cùng các cộng sự đã đề xuất một ứng dụng thực tế cho pin điện áp nhỏ (~1,5 V) sử dụng năng lượng được tạo ra ở điều kiện độ ẩm trong không khí, dựa trên nhận định rằng điện có thể được tạo ra từ tương tác giữa các phân tử nước với bề mặt kim loại. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành một thí nghiệm để xác định điện áp giữa hai kim loại khác nhau, trong điều kiện tiếp xúc với môi trường ẩm và nối đất (hình 1). Quá trình thí nghiệm được chia làm ba phần, nhằm đánh giá các mức độ ảnh hưởng khác

nau của độ ẩm (RH), hình dạng kim loại sử dụng cũng như môi trường xung quanh đến khả năng tạo ra dòng điện. Nhóm thứ nhất được thực hiện trong phòng thí nghiệm dưới nhiệt độ không đổi với các mức RH khác nhau, bắt đầu từ điều kiện không khí rất khô (RH=10%) đến mức gần như bão hòa (RH=95%) để chứng minh rằng sự tích lũy điện tích thực sự chỉ được tạo ra bởi giá trị độ ẩm cao. Nhóm thí nghiệm thứ hai thực hiện với các kim loại và sự sắp xếp khác nhau của chúng, trong đó tụ điện không đối xứng (hình 2) được chế tạo bằng cách sử dụng hai tấm kim loại khác nhau đặt chồng lên với một tờ giấy ở giữa chúng để ngăn chặn sự tiếp xúc. Các kim loại được cuộn lại với nhau và điện áp được đo giữa chúng trong điều kiện độ ẩm tăng dần. Nhóm cuối cùng của thí



- 1. Đầu vào khí khô
- 2. Lưu lượng kế
- 3. Máy tạo ẩm
- 4. Lò Faraday
- 5. Điện kế
- 6. Hộp nhôm
- 7. Ống kim loại bên ngoài và mẫu kim loại bên trong
- 8. Âm kế

Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm trong nghiên cứu của Price và các cộng sự [3]. Ống kim loại bên ngoài và mẫu kim loại bên trong đều được nối đất, do đó điện áp thu được từ điện kế chỉ được tạo ra từ tương tác của hai lớp kim loại này. Điều kiện tiến hành của thí nghiệm bắt đầu từ môi trường rất khô (độ ẩm 10%) đến gần bão hòa (độ ẩm 95%).



Hình 2. Các tụ điện không đối xứng được chế tạo từ hai kim loại khác nhau với một tấm điện môi giữa chúng. Các tụ điện này được tiếp xúc với độ ẩm từ tất cả các hướng.

ngoài trời không kiểm soát, được thực hiện trong môi trường xung quanh bên ngoài. Toàn bộ hệ thống thí nghiệm được mở để không khí xung quanh tự do đi vào hộp nhôm.

Kết quả đã cho thấy sự tích lũy điện áp giữa hai lớp kim loại trong điều kiện độ ẩm cao, bắt đầu từ điều kiện $RH > 60\%$, trong phòng thí nghiệm cũng như trong điều kiện ngoài trời. Những phát hiện này chỉ đạt được đối với một số loại kim loại (thép không gỉ, kẽm, nhôm...). Trong khi một số kim loại khác không xảy ra hiện tượng này khi RH cao (như bạc, nichrome...). Mô hình các tụ điện không đối xứng, được tạo thành từ hai lớp kim loại đã đạt giá trị ~ 1 V một cách tự nhiên, dưới điều kiện độ ẩm cao. Các thí nghiệm ngoài trời, được thực hiện trong môi trường tự nhiên xung quanh, cũng xác nhận khả năng thu được điện tích của kim loại kẽm bị cô lập trong môi trường không kiểm soát, đạt đến điện áp tương tự và thậm chí cao hơn ở ngoài trời, so

với trong phòng thí nghiệm.

Nói tóm lại, các nhà khoa học đã tiến hành một thí nghiệm trong phòng thí nghiệm để xác định điện áp giữa hai kim loại khác nhau tiếp xúc với độ ẩm tương đối cao, trong đó chúng được nối đất. Kết quả cho thấy rằng, không có điện áp giữa chúng khi không khí khô. Nhưng một khi độ ẩm tăng trên 60%, điện áp bắt đầu xuất hiện giữa hai bề mặt kim loại bị cô lập. Khi hạ thấp độ ẩm xuống dưới 60%, điện áp biến mất. Khi thực hiện thí nghiệm bên ngoài trong điều kiện tự nhiên, kết quả nhận được tương tự.

Cần lưu ý rằng các kết quả thu được từ nghiên cứu này thách thức các ý tưởng về tiềm năng sử dụng hơi nước trong khí quyển làm nguồn năng lượng mới. Không khí ẩm có thể được sử dụng để tích điện cho các bề mặt với điện áp xấp xỉ một volt. Đối với loại pin có dung tích là 1,5 volt, rất có thể có một ứng dụng thực tế trong tương sác từ hơi nước trong không khí. Kết quả có thể đặc biệt quan trọng đối với các nước đang phát triển, nơi nhiều cộng đồng vẫn chưa có điện để sử dụng, nhưng độ ẩm tại nơi họ sinh sống liên tục trong khoảng 60%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] P.A. Owus, S. Asumadu-Sarkodie (2016), *Cogent Engineering*, **3**, p.1167990.
 [2] R. Haas, C. Panzer, G. Resch, M. Ragwitz, G. Reece, A. Held (2011), *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **15**, pp.1003-1034.
 [3] J. Lax, C. Price, H. Saaroni (2020), *Scientific Reports*, **10**, pp.1-9.
 [4] C. Saunders (2008), *Space Science Reviews*, **137**, pp.335-353.

[5] T. Takahashi (1978), *Journal of the Atmospheric Sciences*, **35**, pp.1536-1548.

[6] E.J. Workman, S.E. Reynolds (1950), *Physical Review*, **78**, pp.254-260.

[7] D.R. Mac Gorman, W.D. Rust (1998), *The electrical nature of storms*.

[8] M. Faraday (1843), *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **133**, pp.17-32.

[9] H.G. Armstrong (1840), *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, **17**, pp.370-374.

[10] Z.L. Wang, A.C. Wang (2019), *Materials Today*, **30**, pp.34-51.

[11] J.E. Dinger, R. Gunn (1946), *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, **51**, pp.477-494.

[12] Z.H. Lin, G. Cheng, S. Lee, K.C. Pradel, Z.L. Wang (2014), *Advanced Materials*, **26**, pp.4690-4696.

[13] N. Miljkovic, D.J. Preston, R. Enright, N. Wang (2017), *Applied Physics Letters*, **105**, p.013111.

[14] L. Zheng, et al. (2014), *Nano Energy*, **9**, pp.291-300.

[15] U. Zaghoul, et al. (2011), *Nanotechnology*, **22**, p.035705.

[16] P.A. Schweitzer (2007), *Fundamentals of Metallic corrosion: atmospheric and media corrosion of metals*.

[17] F. Galembeck, T.A.L. Burgo (2017), *Chemical electrostatics new ideas on electrostatic charging: mechanisms and consequences*.

[18] T.R. Ducati, L.H. Simoes, F. Galembeck (2010), *Langmuir*, **26**, pp.13763-13766.