

TỔNG QUAN VỀ ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI CHO HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ Ô TÔ

Hồ Trần Ngọc Anh, Nguyễn Minh Tiến*, Nguyễn Lê Châu Thành
Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - ĐH Đà Nẵng

TÓM TẮT

Việc đậu xe ngoài trời làm nhiệt độ bên trong xe tăng cao, dẫn đến tiêu tốn nhiều nhiên liệu cho hệ thống điều hòa và sinh ra nhiều loại khí thải có hại. Do sự cạn kiệt nguồn nhiên liệu hóa thạch và tình trạng báo động của hiệu ứng nhà kính nên việc làm mát cho xe mà động cơ không cần hoạt động là vấn đề đang được quan tâm lớn từ các nhà nghiên cứu và công ty sản xuất ô tô. Với sự nóng lên toàn cầu thì chủ đề này càng trở nên nóng hơn bao giờ hết. Vì vậy, báo cáo này nhằm mục đích khái quát một số nghiên cứu sử dụng năng lượng mặt trời cho hệ thống điều hòa ô tô. Hơn nữa, báo cáo cũng chỉ ra một số vấn đề tồn tại, ưu và nhược điểm của các nghiên cứu hiện nay. Đồng thời, đây cũng là cơ sở để nghiên cứu và áp dụng cho các phương tiện giao thông vận tải ở Việt Nam, quốc gia có tiềm năng lớn về năng lượng tái tạo nói chung và đặc biệt là năng lượng mặt trời.

Từ khóa: *Hệ thống làm mát không khí dùng năng lượng mặt trời; năng lượng tái tạo; điều hòa ô tô; pin quang điện; hiệu ứng nhà kính*

Ngày nhận bài: 01/3/2020; Ngày hoàn thiện: 27/4/2020; Ngày đăng: 04/5/2020

A REVIEW ON SOLAR ENERGY APPLIED FOR AIR COOLING SYSTEM IN VEHICLE

Ho Tran Ngoc Anh, Nguyen Minh Tien*, Nguyen Le Chau Thanh
DNU - University of Technology and Education

ABSTRACT

The temperature increases rapidly inside the vehicles when they park under the blazing sun, leading to more fuel consumption for air conditioners and harmful emissions from the internal combustion engine (ICE). Due to the depletion of fossil fuel and the serious greenhouse effect, cooling the vehicle cabin without running the ICE or the electric motor has attracted many researchers and automotive manufacturers. Furthermore, due to global warming, this topic currently becomes hot and requires more attention. Hence, this report aims to review the most exciting studies of the solar-powered air condition system for vehicle cabins. Moreover, the report also reveals some major issues, advantages, and disadvantages of the aforesaid studies. Meanwhile, the information in this report could be a baseline for researching and applying similar solar-powered air cooling system into transportation in Vietnam, a potential country with substantial renewable energy such as wind, biomass, and solar energy.

Keywords: *Solar-powered air cooling system; renewable energy; air condition system; photovoltaic cell; greenhouse effect*

Received: 01/3/2020; Revised: 27/4/2020; Published: 04/5/2020

* Corresponding author. Email: minhtien.dct.udn@gmail.com

1. Giới thiệu

Sự cạn kiệt của nguồn nhiên liệu hóa thạch cùng với sự nóng lên toàn cầu bắt buộc các nhà sản xuất ô tô phải cải tiến công nghệ và tìm kiếm những nguồn năng lượng thay thế. Rất nhiều nghiên cứu tập trung vào phát triển xe ô tô hybrid hoặc ô tô điện (EVs) nhằm tiết kiệm năng lượng và giảm thiểu lượng khí thải của động cơ đốt trong (ĐCĐT) [1]. Tuy nhiên tất cả các loại ô tô trên đều gặp phải vấn đề phổ biến là nhiệt độ bên trong xe tăng lên đáng kể khi xe đậu đỗ dưới trời nắng nóng gây hại đến tuổi thọ của các thiết bị nội thất ô tô, giải phóng nhiều loại khí độc từ sản phẩm da, nhựa trong xe do bị làm nóng. Nguy hiểm nhất là trẻ em có thể bị chết ngạt trong trường hợp bị bỏ quên trên xe. Đồng thời, một lượng lớn nhiên liệu hoặc năng lượng điện cần được tiêu thụ cho máy điều hòa khi cần làm mát xe và tạo nhiều khí thải có hại từ ĐCĐT. Vì vậy, làm mát cho khoang xe sử dụng một nguồn năng lượng thay thế cho năng lượng từ ĐCĐT đang thu hút nhiều sự chú ý của các nhà nghiên cứu và nhà sản xuất ô tô.

Năng lượng mặt trời được biết đến như nguồn năng lượng sạch và có thể tái tạo, được ứng dụng rộng rãi để cung cấp nhiệt hoặc điện [2]. Dễ thấy nhất hiện nay, sử dụng năng lượng mặt trời cho hệ thống điều hòa không khí (AC) đang được quan tâm toàn cầu [3]-[8] vì vừa tiết kiệm năng lượng vừa thân thiện môi trường. Các hệ thống này có hai loại chuyển đổi năng lượng chủ yếu: (1) quang điện (PV) và (2) quang nhiệt [3], trong đó loại PV được sử dụng phổ biến hơn do giá thành thấp. Trong lĩnh vực ô tô, có rất nhiều nghiên cứu và thử nghiệm sử dụng năng lượng mặt trời cho hệ thống điều hòa ô tô. Abraham và các cộng sự [4] đã chế tạo và ứng dụng dàn lạnh nhiệt - quang điện để tản nhiệt cho xe. Kết quả cho thấy, nhiệt độ bên trong khoang xe có thể giảm tới nhiệt độ môi trường xung quanh. Tương tự, nhóm của Pan [6] và Qi [7] thiết kế hệ thống điều hòa ô tô dùng năng lượng mặt trời dựa trên bộ truyền năng lượng không dây.

Pang và các cộng sự [8] đã thiết kế hệ thống điều hòa năng lượng mặt trời có công suất tối thiểu 1500W dùng máy nén điện một chiều. Kết quả cho thấy nhiệt độ bên trong khoang xe có thể được giảm xuống xấp xỉ 25°C. Năm 2010, hệ thống "i-Cool Solar" cho xe tải được giới thiệu bởi sự hợp tác sản xuất của 03 công ty Mitsubishi Chemical Corporation, ICL và Nippon Fruehauf [9]. Theo đó các tấm pin PV của Mitsubishi được lắp trên khung của Nippon Fruehauf và chúng được gắn cố định trên đỉnh thùng chứa của xe tải, để nạp điện cho máy điều hòa không khí trong cabin khi xe không chuyển động. Sử dụng "i-Cool Solar" có thể tiết kiệm khoảng 1,8 lít dầu nhẹ mỗi giờ nếu xe không di chuyển và khi xe di chuyển là khoảng 1% nhiên liệu mỗi năm, tùy thuộc vào tình hình thời tiết và điều kiện lái xe. Cụ thể, một chiếc xe tải 10 tấn có thể tiết kiệm khoảng 1.500 lít dầu nhẹ. Công suất tối đa của các tấm pin là 900W và điện thừa được lưu trữ trong pin để sử dụng vào những ngày thời tiết u ám. Tương tự, hệ thống điều hòa dùng năng lượng mặt trời được sử dụng rộng rãi trên các phương tiện giao thông công cộng và một số dòng xe tải ở Hồng Kông [10]. Tất cả những nghiên cứu trên [4], [6]-[10] chứng tỏ hệ thống điều hòa ô tô dùng năng lượng mặt trời đang thực sự là chủ đề nóng, thu hút sự quan tâm của các nhà nghiên cứu và cả công ty sản xuất ô tô trong việc cố gắng giảm mức độ tiêu thụ nhiên liệu và lượng khí thải.

Theo Daine Loh, nhà phân tích nghiên cứu tại Fitch Solutions, Việt Nam có tiềm năng rất lớn trong việc phát triển năng lượng tái tạo, trong đó năng lượng mặt trời là một trong những động lực chính và vẫn chưa được khai thác đáng kể [11]. Daine Loh cũng dự đoán trữ lượng năng lượng mặt trời tại Việt Nam khoảng 8GW vào năm 2028. Theo báo cáo của Jason Thomas [12], Việt Nam là nước đứng đầu trong thị trường năng lượng mặt trời. Trữ lượng các trạm năng lượng mặt trời được lắp đặt thêm tăng nhanh chóng từ 0 ở năm 2010 đến 86MW vào năm 2018 và

4,45GW năm 2019. Với tiềm năng về năng lượng mặt trời, việc ứng dụng chúng vào phương tiện giao thông vận tải, cụ thể là hệ thống điều hòa ô tô là rất khả thi tại Việt Nam. Theo hiểu biết của tác giả, tuy vấn đề này đang thu hút rất nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu nhưng vẫn chưa được nghiên cứu, ứng dụng tại Việt Nam. Vì vậy, bài báo này nhằm mục đích khái quát một số nghiên cứu cũng như công nghệ ứng dụng năng lượng mặt trời cho hệ thống điều hòa ô tô trên thế giới hiện nay. Đồng thời, báo cáo cũng chỉ ra một số vấn đề tồn tại, ưu và nhược điểm của các nghiên cứu trên. Đây cũng là cơ sở để nghiên cứu và áp dụng cho các phương tiện giao thông vận tải ở Việt Nam, một quốc gia có tiềm năng lớn về năng lượng mặt trời.

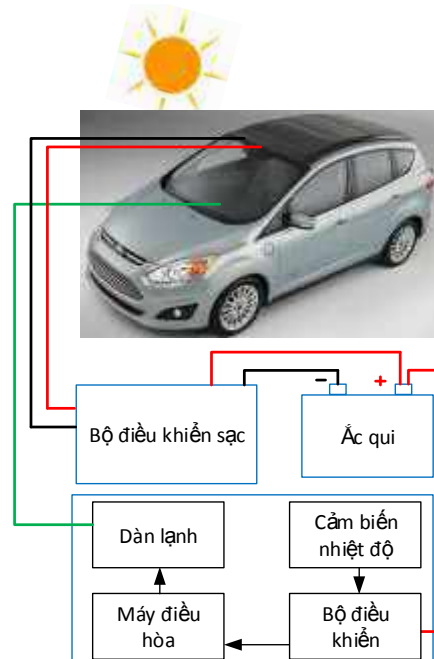
2. Sơ đồ hệ thống điều hòa ô tô sử dụng năng lượng mặt trời

Hệ thống điều hòa sử dụng năng lượng mặt trời thông thường bao gồm ba phần chính (1) tấm pin mặt trời (PV), (2) bộ truyền và lưu trữ năng lượng và (3) bộ kiểm soát nhiệt độ trong khoang xe và hệ thống điều hòa như mô tả ở hình 1. Nguồn điện từ tấm pin PV được lưu trữ tại bình ắc quy thông qua bộ điều khiển sạc hoặc bộ truyền không dây [6]. Các cảm biến nhiệt độ phát hiện nhiệt độ thực trong khoang xe và thông qua bộ điều khiển, hệ thống điều hòa được hoạt động nhờ nguồn điện năng từ bình ắc quy. Để tiện theo dõi sự hoạt động của hệ thống điều hòa và nhiệt độ khoang xe khi không có người bên trong hoặc khi xe không vận hành, một số nghiên cứu đã kết nối bộ điều khiển với điện thoại thông minh thông qua một số ứng dụng tích hợp sẵn [5], [6]. Tùy thuộc mục đích sử dụng và công suất của tấm pin PV, hệ thống điều hòa có thể chỉ là loại quạt gió thông thường [6], hoặc loại làm mát kiểu nhiệt - điện [5] hoặc loại dùng máy nén sử dụng dòng điện một chiều [8].

3. Một số nghiên cứu tiêu biểu

Nhóm nghiên cứu của Shams [5] đã thiết kế hệ thống làm mát với giá thành thấp để làm giảm nhiệt độ bên trong khoang xe khi ô tô

đậu đỗ dưới trời nắng nóng. Khác với những dòng sản phẩm điều hòa thương mại, tài xế có thể điều khiển được quạt gió và theo dõi nhiệt độ bên trong khoang xe bởi thiết bị ngoại vi như máy tính, điện thoại thông minh thông qua mạng không dây. Ngoài những bộ phận cơ bản như hình 1, hệ thống này sử dụng bộ làm mát kiểu nhiệt điện và phần mềm giao tiếp như trong hình 2. Bộ làm mát kiểu nhiệt - điện (TEC) như hình 2(a) có công suất tiêu thụ khoảng 240W. Ưu điểm của TEC là có kết cấu nhỏ gọn, không dùng môi chất lạnh nên thân thiện môi trường, và không có phần chuyển động nên bảo dưỡng dễ dàng. Kết quả thử nghiệm trên mô hình xe ô tô (hình 2c) với tám pin PV có công suất 5W cho thấy nhiệt độ trung bình bên trong xe giảm khoảng 14,8% sau 15 phút so với nhiệt độ ban đầu. Tuy nhiên, hệ thống này chỉ mới áp dụng trên xe mô hình có thể tích khoang xe nhỏ, và áp dụng khi xe không vận hành.



Hình 1. Sơ đồ tổng quan về hệ thống điều hòa sử dụng năng lượng mặt trời

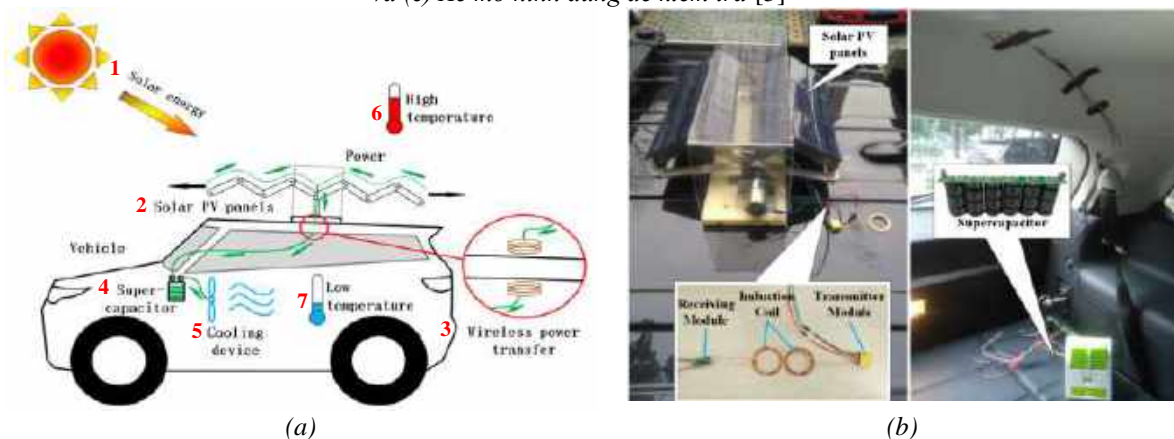
Tương tự như trên, nhưng nhóm của Pan [6] dùng bộ truyền không dây để chuyển năng lượng điện từ tấm pin PV tới các siêu tụ điện. Đặc biệt, các tấm pin PV được lắp đặt trên

khung có dạng chữ “M” và có thể thay đổi kích thước nhờ mô tơ điện, trong đó kích thước tối đa 145mm×175mm×445mm. Ngoài ra, quạt gió thông thường được sử dụng để làm mát khoang xe. Với thiết kế này, công suất tối đa sau khi chuyển đổi khoảng 2.181W với hiệu suất 60,3%. Kết quả mô phỏng cho thấy, nhiệt độ trung bình bên trong khoang xe giảm xuống khoảng 4,2°C và cao nhất khoảng 8°C. Hệ thống của Pan (hình 3) cũng chỉ được sử dụng khi xe không vận hành và phải tháo ra khi xe chạy. Mặc dù nhiệt độ khoang xe có thể được giảm từ 3°C đến 8°C, nhưng cả hai hệ thống trên [5], [6] đều có công suất nhỏ và được thiết kế cho xe ô tô ở chế độ không vận hành, chưa thay thế hoàn toàn hệ thống điều hòa ô tô thông dụng trong trường hợp xe đang vận hành. Sử dụng hệ thống của Pan [6], nhưng Qi và các cộng sự [7] đã thay thế quạt

làm mát bằng vật liệu trao đổi nhiệt (PCM, như mô tả ở hình 4) để hấp thụ nhiệt từ không khí nóng và tạo ra không khí mát thổi vào khoang xe. Kết quả cho thấy, với nhiệt độ không khí nóng ở đầu vào PCM dao động mức 50°C - 60°C [7], nhiệt độ không khí mát đầu ra có thể giảm ở mức 32°C và thời gian duy trì của không khí mát phụ thuộc vào nhiệt độ không khí nóng đầu vào hoặc vận tốc dòng khí lưu thông trong PCM. Nhiệt độ không khí đầu vào hoặc tốc độ lưu thông càng cao thì thời gian duy trì của không khí mát càng ngắn. Tuy nhiên, nghiên cứu này chỉ kiểm tra sự trao đổi nhiệt của thiết bị làm mát sử dụng PCM trong phòng thí nghiệm và chưa cho thấy được độ giảm của nhiệt độ bên trong khoang xe so với nhiệt độ môi trường xung quanh.

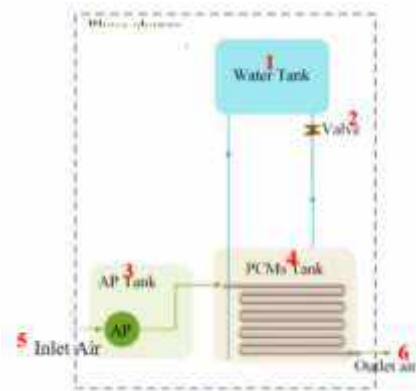


Hình 2. (a) Bộ làm mát kiểu nhiệt-điện, (b) Ứng dụng điều khiển hệ thống AC trên điện thoại thông minh, và (c) Xe mô hình dùng để kiểm tra [5]



Hình 3. (a) Sơ đồ hệ thống làm sử dụng năng lượng mặt trời kết hợp bộ truyền năng lượng không dây và (b) Lắp đặt thử nghiệm hệ thống trên xe ô tô [6].

1. Năng lượng mặt trời, 2. Tấm pin PV và giá đỡ (có thể gập-mở được), 3. Bộ truyền năng lượng không dây, 4. Siêu tụ điện, 5. Quạt làm mát, 6. Vùng nhiệt độ cao, 7. Vùng nhiệt độ thấp.



Hình 4. Mô hình thiết bị làm mát sử dụng vật liệu hấp thụ nhiệt PCM trong hệ thống của Qi và các cộng sự [7].

1. Thùng chứa nước, 2. Van, 3. Bơm không khí và thùng chứa, 4. Bộ trao đổi nhiệt dùng PCM, 5. Không khí vào, 6. Không khí ra

Gần đây nhóm của Pang [8] thử nghiệm máy nén điện một chiều cho hệ thống điều hòa sử dụng năng lượng mặt trời. Để chọn công suất của tấm pin PV thích hợp, bức xạ mặt trời và nhiệt độ môi trường được đo đạc cẩn thận. Quá trình thử nghiệm được thực hiện vào lúc 12:30 pm đến 14:00 pm bởi vì bức xạ mặt trời và nhiệt độ môi trường đạt mức cao nhất, lần lượt là 900W/m^2 và 38°C . Tấm pin PV sử dụng trong nghiên cứu này có kích thước $1661\text{mm} \times 661\text{mm}$, công suất đầu ra 165W (ở 25°C và 1000W/m^2). Kết quả thử nghiệm trực tiếp trên xe (như hình 5) cho thấy, nhiệt độ bên trong khoang xe có thể giảm đến 25°C , tương tự với hệ thống điều hòa thông dụng trên ô tô.



Hình 5. Lắp đặt thử nghiệm trên xe thực tế. Nhiệt độ bên trong khoang xe được theo dõi thông qua 4 cảm biến nhiệt độ bố trí tại ghế trước, giữa, ghế sau và bên hông xe [8].

Những kết quả nghiên cứu trên [4]-[8] còn tồn tại một số hạn chế như công suất nhỏ chỉ có thể làm mát khi xe không vận hành và chưa thể thay thế hoàn toàn hệ thống điều hòa ô tô thông dụng, hoặc nếu có thể thay thế thì việc bố trí lắp đặt các tấm pin PV gặp khó khăn do yêu cầu công suất đầu ra của pin phải đủ lớn để có thể dẫn động được máy nén một chiều. Tuy nhiên, những kết quả thử nghiệm trên cho thấy tính khả thi của việc ứng dụng năng lượng mặt trời cho hệ thống điều hòa ô tô, đồng thời năng lượng dự trữ có thể dùng cho các hệ thống điện và trang thiết bị tiện nghi khác trên xe.

4. Kết luận

Hệ thống điều hòa cho xe sử dụng năng lượng mặt trời đang thu hút rất nhiều sự quan tâm của nhà nghiên cứu và cả ngành công nghiệp ô tô bởi nó góp phần tiết kiệm năng lượng và thân thiện với môi trường, đồng thời có thể bảo vệ được nội thất xe ở trạng thái tốt nhất. Có thể nói, đây là chủ đề nóng và đang được quan tâm hiện nay. Mặc dù vẫn tồn tại một số nhược điểm nhưng với sự phát triển của công nghệ trong tương lai, những tồn tại trên có thể được giải quyết khắc phục. Những thông tin khái quát của các nghiên cứu ứng dụng trong bài báo này có thể sử dụng để làm cơ sở nghiên cứu cho điều kiện thực tế tại Việt Nam, một quốc gia có tiềm năng lớn về năng lượng mặt trời.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi quỹ phát triển khoa học công nghệ của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng trong đề tài cấp cơ sở T2019-06-120.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. F. Fazelpour, M. Vafaeipour, O. Rahbari, and M. A. Rosen, "Intelligent optimization to integrate a plug-in hybrid electric vehicle smart parking lot with renewable energy resources and enhance grid characteristics," *Energy Conversion and Management*, vol. 77, pp. 250-261, 2014.

- [2]. S. Mekhilef, R. Saidur, and A. Safari, "A review on solar energy use in industries," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 4, pp. 1777-1790, 2011.
- [3]. R. Gugulothu, N. S. Somanchi, H. B. Banoth, and K. Banothu, "A Review on Solar Powered Air Conditioning System," *Procedia Earth and Planetary Science*, vol. 11, pp. 361-367, 2015.
- [4]. A. G. Abraham, B. Jacob, D. G. Vinu, and D. J. Vinu, "Photovoltaic driven thermoelectric refrigerator for car heat dissipation during sunny days," *International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, vol. 1, no. 11, pp. 337-342, 2015.
- [5]. S. Shams, K. Poon, A. Aljunaibi, M. Tariq, F. Salem, and D. Ruta, "Solar powered air cooling for idle parked cars: Architecture and implementation," presented at the 2015 11th International Conference on Innovations in Information Technology (IIT), 2015.
- [6]. H. Pan et al., "A portable renewable solar energy-powered cooling system based on wireless power transfer for a vehicle cabin," *Applied Energy*, vol. 195, pp. 334-343, 2017.
- [7]. L. Qi et al., "A portable solar-powered air-cooling system based on phase-change materials for a vehicle cabin," *Energy Conversion and Management*, vol. 150, pp. 148-158, 2017.
- [8]. W. Pang, H. Yu, Y. Zhang, and H. Yan, "Solar photovoltaic based air cooling system for vehicles," *Renewable Energy*, vol. 130, pp. 25-31, 2019.
- [9]. L. Edwards, "Introducing the i-Cool Solar air conditioning for trucks", 2010. [Online]. Available: <https://phys.org/news/2010-10-i-cool-solar-air-conditioning-trucks.html>. [Accessed Feb. 15, 2020].
- [10]. W. Lai, "Solar-powered air-conditioning system for vehicles", 2011. [Online]. Available: <https://phys.org/news/2011-10-solar-powered-air-conditioning-vehicles.html>. [Accessed Feb. 15, 2020].
- [11]. D. Loh, "Vietnam's solar opportunities shine bright", 2019. [Online]. Available: <https://www.pv-magazine.com/2019/12/23/vietnams-solar-opportunities-shine-bright/>. [Accessed Feb. 15, 2020].
- [12]. J. Thomas, "Vietnam leading ASEAN's solar PV market", 2019. [Online]. Available: <https://theaseanpost.com/article/vietnam-leading-aseans-solar-pv-market>. [Accessed Feb. 15, 2020].