

**SẢN PHẨM DU LỊCH ĐẦY TIỀM NĂNG: XÍCH LÔ CHẠY BẰNG NĂNG
LƯỢNG MẶT TRỜI SỬ DỤNG XÚC TÁC NANO TiO_2 THÂN THIỆN VỚI
MÔI TRƯỜNG TẠO NÉT RIÊNG CHO DU LỊCH TỈNH BÀ RỊA-VŨNG TÀU**
**POTENTIAL TOURISM PRODUCT, CYCLO USING SOLAR CELL MADE BY
 TiO_2 CATALYST NANOPARTICLES, ENVIRONMENTAL FRIENDLINESS,
CHARACTERISTICS OF BA RIA-VUNG TAU TOURISM**

Vũ Thị Hồng Phượng*

TÓM TẮT

Xây dựng sản phẩm du lịch dựa trên tiềm năng, thế mạnh, đặc thù của địa phương nhằm tạo thương hiệu riêng để thu hút du khách là việc làm cần thiết của ngành du lịch Việt Nam nói chung và tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu nói riêng. Trước sự cạnh tranh ngày càng gay gắt, đòi hỏi địa phương cần phải tạo nên thương hiệu, điểm nhấn riêng trong sản phẩm du lịch để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của du khách trong và ngoài nước. Lâu nay, xích lô vẫn được xem là nét văn hóa đặc trưng đồng thời là sản phẩm du lịch độc đáo của Việt Nam. Thực tế phát triển du lịch cho thấy xe xích lô rất được du khách nước ngoài quan tâm vì những trải nghiệm mà nó mang lại. Tuy nhiên, xe xích lô sử dụng hoàn toàn bằng sức người gây ra những hạn chế về khoảng cách di chuyển và khó khăn trong những địa hình không bằng phẳng. Hòa mình cùng cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 trong đó vai trò của công nghệ nano cực kỳ quan trọng, ý tưởng xích lô chạy bằng năng lượng mặt trời với vật liệu nano TiO_2 có hiệu quả chuyển đổi năng lượng cao tạo ra một sản phẩm du lịch đầy tiềm năng vừa có ý nghĩa thu hút du khách vừa là một sản phẩm thân thiện với môi trường đúng với chủ trương phát triển du lịch theo hướng bền vững.

Từ khóa: du lịch, bền vững, xích lô, pin năng lượng mặt trời, TiO_2 .

ABSTRACT

Building tourism products based on the potentials, strengths and characteristics of the locality in order to create a private trademark to attract tourists is a necessary job of Vietnam's tourism industry in general and Ba Ria - Vung Tau province. In the face of increasing competition, it is necessary for localities to create their own trademarks and spots in tourism products to meet the increasing demands of domestic and foreign tourists. Cyclo is still considered as a unique culture and tourism products unique in Vietnam. The actual development of tourism shows that cyclo is very much interested in other foreign countries because of the experience that it brings. However, Cyclo are being entirely human-made, which causes limitations on distance and in uneven terrain. Combining the 4.0 revolutionary technology in which the role of nanotechnology is extremely important, the idea of a cyclo made by solar cell with TiO_2 nanoparticles effectively converts high energy into a product. It is both meaningful to

* Thạc sĩ, Trường Đại học Bà Rịa - Vũng Tàu

attract tourists and is meant to be an environmentally friendly product in line with the policy of sustainable tourism development.

Keywords: tourism; sustainable; solar cell; TiO₂.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ [1][2]

Hiện nay, hầu hết các quốc gia trên thế giới đều coi trọng phát triển du lịch. Ở Việt Nam, du lịch được coi là xu hướng tất yếu và là đầu tàu trong quá trình hội nhập kinh tế quốc tế. Ngành “công nghiệp không khói” mang về một nguồn thu không nhỏ cho nền kinh tế Việt Nam, tuy nhiên chặng đường phát triển của ngành du lịch nước ta vẫn còn đối diện nhiều thách thức cần phải vượt qua. Khó khăn lớn nhất ảnh hưởng lớn tới ngành du lịch Việt Nam là khó khăn trong quy hoạch. Chúng ta đang thiếu các điểm du lịch quy mô, thực trạng đầu tư manh mún, nhỏ lẻ, chạy theo số lượng mà không chú ý đến tính chuyên nghiệp. Khó khăn thứ hai là sự tác động của khủng hoảng kinh tế, cũng như dịch bệnh, thiên tai cũng ảnh hưởng đến số lượng khách nước ngoài đến Việt Nam. Sự nóng lên của trái đất làm cho dịch bệnh và thiên tai hoành hành ở nhiều nơi không những làm hư hại tài nguyên du lịch mà còn hạn chế lượng khách do e ngại về sự an toàn và sức khỏe. Ngoài ra, ý thức bảo vệ môi trường cũng như nhân lực cho ngành du lịch chưa đạt yêu cầu, cũng như công tác marketing chưa được triển khai hoàn thiện cũng tác động gây hiệu quả kém đối với các hoạt động du lịch.

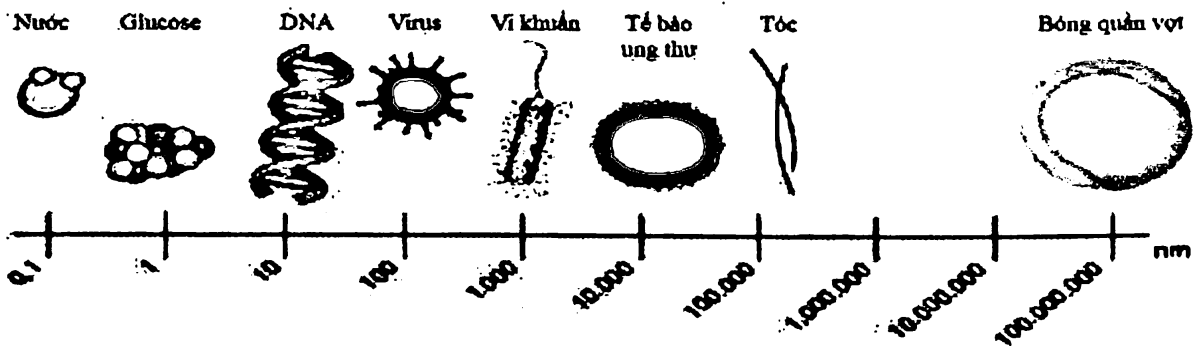
Do đó, để du lịch Việt Nam phát triển bền vững và hiệu quả, cần tập trung giải quyết những vấn đề như: nâng cao năng lực cạnh tranh, chú trọng phát triển sản phẩm du lịch địa phương, đẩy mạnh hoạt động quảng bá, xúc tiến và liên kết du lịch, đầu tư cơ sở hạ tầng, nâng cao chất lượng nguồn nhân lực du lịch, chú trọng bảo vệ môi trường.

Xích lô là phương tiện giao thông phổ biến ở Việt Nam từ thời xưa. Ngày nay, tuy chúng không còn xuất hiện nhiều trên đường phố nhưng xích lô vẫn là loại hình du lịch hấp dẫn với hầu hết du khách nước ngoài. Trên xe xích lô, du khách được ngắm nhìn quang cảnh, đường phố, cuộc sống, sinh hoạt của người dân, cảm giác về mùi vị, thính giác được nghe âm thanh sôi động của phố phường. Xe xích lô mang nét đặc trưng riêng của du lịch Việt Nam, tạo nên cảm giác, sự khác biệt với nhiều phương tiện giao thông khác như ô tô, xe máy. Tuy nhiên, xe xích lô sử dụng hoàn toàn bằng sức người gây ra những hạn chế về khoảng cách di chuyển không được xa và khó khăn về việc di lại trong những địa hình không bằng phẳng. Hòa mình cùng cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 trong đó vai trò của công nghệ nano cực kỳ quan trọng, ý tưởng xích lô chạy bằng năng lượng mặt trời với vật liệu nano TiO₂, có hiệu quả chuyển đổi năng lượng cao tạo ra một sản phẩm du lịch đầy tiềm năng vừa có ý nghĩa thu hút du khách vừa có ý nghĩa là một sản phẩm thân thiện với môi trường đúng với chủ trương phát triển du lịch theo hướng bền vững.

2. VAI TRÒ CỦA CÔNG NGHỆ NANO TRONG CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0 [3]

Trong những ngày qua, cụm từ “cách mạng công nghiệp 4.0” được nhắc đến nhiều trên các phương tiện truyền thông và mạng xã hội. “cách mạng công nghiệp 4.0” đang diễn ra tại nhiều nước phát triển. Nó mang đến cho nhân loại cơ hội để thay đổi bộ mặt các nền kinh tế, nhưng tiềm ẩn nhiều rủi ro khôn lường. Klaus Schwab, người sáng lập và chủ tịch điều hành Diễn đàn Kinh tế Thế Giới WEF định nghĩa về cách mạng công nghiệp 4.0 như sau: “Nếu như cách mạng công nghiệp đầu tiên sử dụng năng lượng nước và hơi nước để cơ giới hóa sản xuất; cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 2 diễn ra nhờ ứng dụng điện năng để sản xuất hàng loạt; cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 3 sử dụng điện tử và công nghệ thông tin để tự động hóa sản xuất; thì bây giờ cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4 đang nảy nở từ cuộc cách mạng lần 3, nó kết hợp các công nghệ lại với nhau, làm mờ ranh giới giữa vật lý, kỹ thuật số và sinh học”. Trong cuộc cách mạng công nghiệp 4.0, tiến bộ công nghệ sẽ tạo ra sự kết nối giữa thế giới thực, thế giới số và thế giới sinh vật hữu cơ,... tạo ra những công cụ sản xuất hội tụ giữa thực và ảo. Những thành phần điển hình của nền công nghiệp 4.0 được người ta điểm tên thường bao gồm công nghệ Internet vạn vật (IoT), thành phố thông minh, trí tuệ nhân tạo, xe tự lái, robot, máy in 3D, vật liệu mới, công nghệ sinh học và công nghệ nano.

Công nghệ nano (nanotechnology) được định nghĩa là chuyên ngành về vật liệu ở kích thước nhỏ cỡ nguyên tử, phân tử và siêu phân tử. Định nghĩa cụ thể hơn về công nghệ nano được đưa ra bởi Hiệp hội Công nghệ nano Hoa Kỳ (NNI), theo đó công nghệ nano là chuyên ngành về vật liệu có kích cỡ tối thiểu từ 1 đến 100 nanomet (1 tỷ nanomet mới bằng 1 met).



Hình 1. Kích thước của vật thể so với kích thước nano

Với công nghệ nano, tương lai sẽ có những linh kiện điện tử kích cỡ nano. Bên cạnh đó, công nghệ nano trong cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 cũng đóng vai trò hết sức quan trọng khi giao thoa hội tụ với các xu hướng công nghệ khác, ví dụ như in 3D, để tạo ra những bước đột phá mới.

Như vậy, với tiềm năng ứng dụng vô hạn, giới khoa học dự báo trong tương lai không xa, công nghệ nano chiếm lĩnh hầu hết các lĩnh vực khoa học chủ đạo của con người.

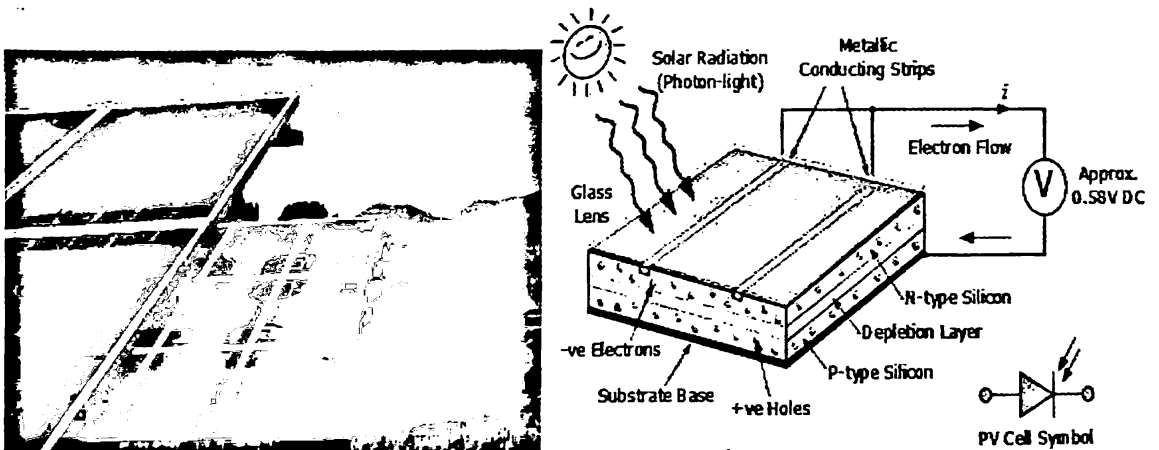
Trong điều trị bệnh ung thư, những robot có kích thước siêu nhỏ cỡ nanomet được đưa vào trong cơ thể, chúng sẽ tự động tìm đến tế bào bị bệnh, những khối u để tiêm thuốc hoặc cắt bỏ trực tiếp. Điều này sẽ giúp bảo vệ những tế bào lành bệnh, nhờ đó nâng cao hiệu quả điều trị bệnh. Bằng phương pháp này, ngay cả những bệnh ung thư khó chữa nhất như ung thư não, các bác sĩ cũng có thể dễ dàng điều trị mà không cần phải mở hộp sọ của bệnh nhân, hay bất kỳ phương pháp hóa trị độc hại nào.

Tại Việt Nam, công nghệ nano đã bắt đầu nghiên cứu từ hàng chục năm nay, so với các nước khác trong khu vực Đông Nam Á, Việt Nam không thua kém, hoặc có thể nói là một trong những nước đi đầu trong lĩnh vực này. Nhiều sản phẩm của công nghệ nano đã được đưa vào ứng dụng rộng rãi trong thực tế, góp phần không nhỏ vào việc nâng cao chất lượng cuộc sống và bảo vệ môi trường.

3. PIN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI VÀ XÚC TÁC NANO TiO_2 [4][5]

3.1. Pin năng lượng mặt trời

Mặt trời cung cấp một nguồn năng lượng dồi dào không cạn kiệt và không sản sinh ra khí thải carbon dioxide gây hiệu ứng nhà kính. Do đó, việc phát triển ngành công nghệ năng lượng mặt trời đang được rất nhiều nhà khoa học quan tâm. **Pin năng lượng mặt trời** (pin mặt trời/pin quang điện) là thiết bị giúp chuyển hóa trực tiếp năng lượng ánh sáng mặt trời (quang năng) thành năng lượng điện (điện năng) dựa trên hiệu ứng quang điện. **Hiệu ứng quang điện** là khả năng phát ra điện tử (electron) khi được ánh sáng chiếu vào của vật chất. Tấm pin mặt trời, những tấm có bề mặt lớn thu thập ánh nắng mặt trời và biến nó thành điện năng, được làm bằng nhiều tế bào quang điện có nhiệm vụ thực hiện quá trình tạo ra điện từ ánh sáng mặt trời.



Hình 2. Tấm pin năng lượng mặt trời và sơ đồ tạo dòng điện từ pin năng lượng mặt trời

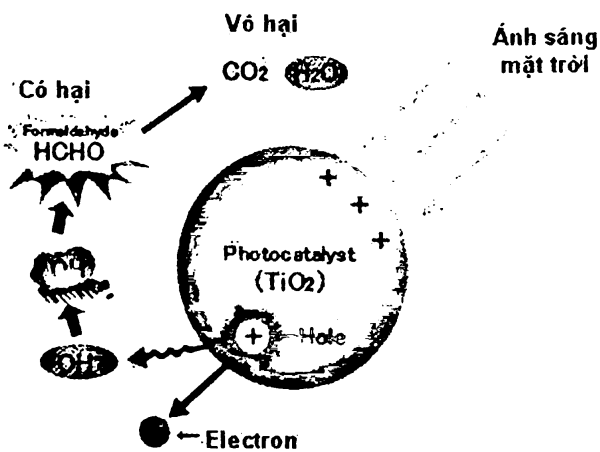
3.2. Pin mặt trời hiện tại vẫn thiếu hiệu quả

Thực tế, các công nghệ biến ánh sáng mặt trời thành điện hiện tại vẫn kém hiệu quả. Các tấm pin mặt trời chưa thể hấp thụ toàn bộ năng lượng của ánh sáng mặt trời. Nói chung, những tế bào năng lượng mặt trời tốt nhất hiện tại chỉ có thể chuyển 25% năng lượng mà nó nhận được thành điện. Ánh sáng mặt trời, như tất cả các loại ánh sáng khác, bao gồm một quang phổ với các bước sóng khác nhau, mỗi bước sóng có một cường độ khác nhau. Có những bước sóng quá yếu không thể giải phóng các electron còn một số bước sóng lại quá mạnh so với silicon. Hơn nữa, các tấm pin mặt trời phải được đặt ở những vị trí cực kỳ đặc biệt. Góc nghiêng của các tấm pin mặt trời cần được tính toán để có thể nhận được tối đa lượng ánh sáng mặt trời thì mới phát huy tối đa hiệu suất chuyển đổi và đương nhiên những tấm pin mặt trời chỉ thực sự hữu ích nếu được đặt ở nơi có nhiều ánh sáng mặt trời.

3.3. Vật liệu nano TiO_2 dùng cho pin mặt trời sử dụng chất nhạy màu [6]

Môi trường ô nhiễm là hệ quả của sự phát triển trên thế giới, đây là một vấn đề hết sức nghiêm trọng không thể bỏ qua. Ví dụ về ô nhiễm môi trường có thể được liệt kê rất nhiều như: ô nhiễm nguồn nước do chất thải công nghiệp và hộ gia đình, các bệnh về hô hấp do ô nhiễm không khí như SO_x và NO_x , không khí trong phòng bị ô nhiễm bởi các hợp chất hữu cơ phát ra từ vật liệu xây dựng mới được phát triển, dioxin thoát ra từ vật liệu nhựa trong quá trình đốt rác,... Thực tế là việc sử dụng năng lượng để loại bỏ ô nhiễm môi trường lại làm tăng lượng khí thải CO_2 dẫn đến sự nóng lên toàn cầu nhiều hơn, do đó dẫn đến một tình trạng khó xử là không thể sử dụng năng lượng để hoàn thành mục tiêu chống ô nhiễm môi trường.

Trong trường hợp như vậy, chúng ta cần một loại vật liệu mới có thể nhẹ nhàng hài hòa với môi trường bị ô nhiễm để khôi phục lại nguyên trạng bằng cách sử dụng năng lượng tự nhiên, đó là một phần của môi trường. Một giải pháp cho vấn đề đó là chất xúc tác quang. Chất xúc tác quang tạo ra quá trình oxy hóa trên bề mặt để loại bỏ các chất độc hại như các hợp chất hữu cơ hay vi khuẩn,... khi nó được tiếp xúc với ánh sáng mặt trời [6].

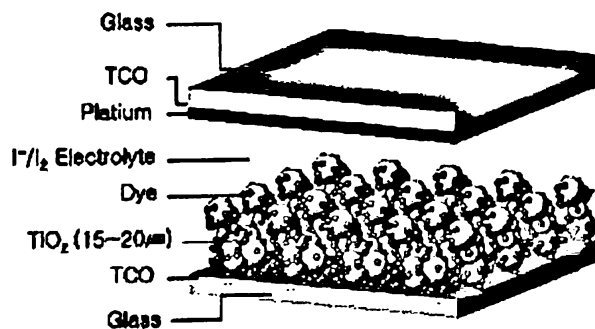


Hình 3. Vai trò của TiO_2

Các phản ứng quang hóa trên bề mặt Titanium Dioxide (TiO_2) đã thu hút nhiều sự chú ý về việc ứng dụng thực tế để làm sạch môi trường như làm sạch gạch, kính,... TiO_2 có những lợi thế của sự ổn định hóa học cao, không gây độc, giá thành tương đối thấp, nhưng một bất lợi lớn là chỉ có ánh sáng tử ngoại (chiếm khoảng 4% bức xạ mặt trời) được sử dụng cho các phản ứng quang hóa. Vì vậy nó là sự quan tâm rất lớn nhằm tìm cách mở rộng vùng bước sóng hấp thụ của TiO_2 sang vùng nhìn thấy mà không làm giảm hoạt tính quang và để sử dụng có hiệu quả hơn đặc tính quang xúc tác của loại vật liệu này. Với những thành công bước đầu, những nghiên cứu về cấu trúc vật liệu TiO_2 pha tạp đã chứng minh rằng tính chất và đặc điểm cấu trúc của vật liệu TiO_2 hoàn toàn có thể thay đổi được khi thay thế một phần các ion titan bằng các ion của các nguyên tố khác. Hướng nghiên cứu này nhằm mục đích mở rộng các ứng dụng của loại vật liệu này trong lĩnh vực chế tạo vật liệu xử lý môi trường, vật liệu xây dựng thân thiện môi trường, năng lượng sạch,... trong điều kiện chiếu sáng thông thường mà không cần bổ sung nguồn sáng tử ngoại (UV).[3]

TiO_2 có rất nhiều ứng dụng trong cuộc sống như hóa mỹ phẩm, chất màu, sơn, chế tạo các loại thủy tinh, men và gốm chịu nhiệt,... Ở dạng hạt mịn kích thước nm, TiO_2 được ứng dụng trong các lĩnh vực chế tạo pin mặt trời, sensor, làm chất xúc tác quang,... Đặc biệt TiO_2 được quan tâm trong lĩnh vực làm xúc tác quang hóa ứng dụng trong xử lý môi trường và công nghệ năng lượng.

Hiện nay, nhiều nghiên cứu quan tâm đến pin thể hệ thứ ba, trong đó có pin mặt trời sử dụng chất nhạy màu (DSSC), nguyên lý hoạt động mô phỏng theo sự quang hợp của thực vật; pin polime hữu cơ... So với pin mặt trời thể hệ thứ nhất và thứ hai, pin mặt trời thể hệ thứ ba có những ưu điểm: công nghệ đơn giản, có khả năng tạo tấm lớn; tính mềm dẻo, trong suốt; dễ biến tính, có độ linh động cao; nhẹ và giá thành thấp;

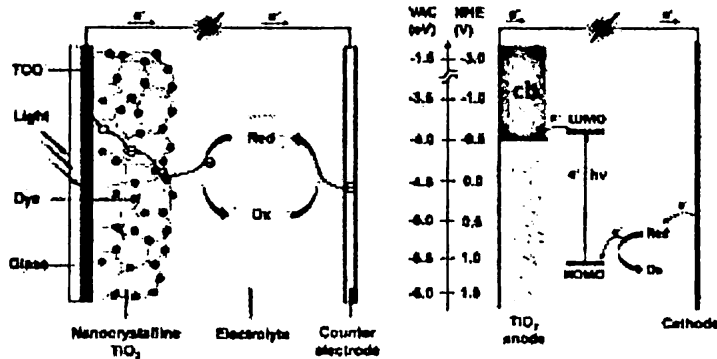


Hình 4. Cấu trúc pin mặt trời DSSC dùng điện cực TiO_2

Pin DSSC thường sử dụng bán dẫn oxit kim loại vùng cấm rộng có cấu trúc nano, như: TiO_2 , ZnO , SnO_2 ,... làm điện cực. Trong đó, TiO_2 có nhiều ưu điểm, như: độ bền hóa học cao, không độc, rẻ tiền và có tính chất quang tốt nên thu hút được sự chú ý của nhiều nghiên cứu. Các nghiên cứu cho thấy, hiệu suất của pin DSSC sử dụng điện cực

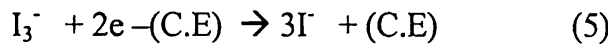
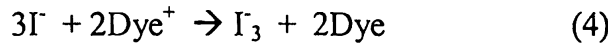
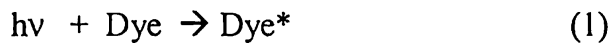
TiO₂ xếp cao hơn hiệu suất của pin DSSC có điện cực được làm từ ZnO, SnO₂,... Hơn nữa, nhiều nghiên cứu cho thấy, pin DSSC sử dụng điện cực TiO₂ có cấu trúc ống, dây, thanh (cột) nano đã chứng minh được ưu thế vượt trội về hiệu suất so với điện cực TiO₂ có cấu trúc hạt nano [5] [6].

Nguyên lý hoạt động của pin DSSC được mô tả như sau:



Hình 5. Minh họa nguyên lý hoạt động của pin DSSC

Các phương trình (1), (2), (3), (4) và (5) diễn tả nguyên lý hoạt động của pin DSSC:



4. XÍCH LÔ SỬ DỤNG PIN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI SẢN PHẨM DU LỊCH ĐẦY TIỀM NĂNG

4.1. Xích lô – nét đẹp văn hóa du lịch Việt hấp dẫn khách quốc tế [7][8]

Xích lô được biết đến là phương tiện vận chuyển hành khách và hàng hóa đã xuất hiện ở Việt Nam khá lâu. Ngày nay, xích lô còn là một nét văn hóa độc đáo rất riêng ở Việt Nam mà du khách nước ngoài rất thích. Ngồi lắc lư trên chiếc xích lô bon bon đi qua từng con phố, ngõ hẻm tham quan ngắm cảnh, vừa hít thở khí trời trong lành và chụp ảnh để lại những ấn tượng khó phai trong lòng du khách nước ngoài.

Từ xích lô được người Việt gọi từ tên tiếng Pháp Cyclo do một người Pháp có tên là Coupeaud phát minh ra vào năm 1939. Để quảng cáo cho phương tiện vận chuyển mới này, Coupeaud đã tổ chức một cuộc hành trình với chiếc xích lô chạy từ Phnompenh tới Sài Gòn do hai người thay phiên nhau đạp đoạn đường khoảng 200 km.

Xích lô được cho là một sản phẩm tân tiến được phát triển từ chiếc xe kéo từ thế kỷ 18, xe kéo cũng có thùng xe gồm hai bánh nhưng do con người kéo. Đầu những năm 1960, tại Sài Gòn xuất hiện xe xích lô máy, với động cơ 2 thì và những phụ tùng, linh kiện, động cơ của hãng xe mô tô Peugeot được nhập từ Pháp, loại 125 phân khối, dùng xăng pha nhớt.

Tuy nhiên, xe xích lô có một nhược điểm rất lớn đó là sử dụng hoàn toàn bằng sức người. Điều này gây hạn chế rất lớn khi không thể di chuyển được một đoạn đường xa, cũng như khi chạy trên các địa hình kém bằng phẳng sẽ gây mất sức người.



Hình 6. Khách quốc tế đến Việt Nam rất thích ngồi xích lô dạo phố

4.2. Xích lô sử dụng pin năng lượng mặt trời - sản phẩm du lịch tiềm năng

Xích lô sử dụng pin năng lượng mặt trời là một ý tưởng sáng tạo mới lạ, tiết kiệm năng lượng thân thiện với môi trường. Mô hình có kết cấu đơn giản chỉ từ những tấm pin mặt trời được làm từ vật liệu nano TiO_2 với khả năng chuyển đổi năng lượng mặt trời thành năng lượng điện cao, ánh sáng được biến đổi thành điện năng, tạo ra nguồn điện một chiều. Chính nguồn điện này dẫn tới bộ điều khiển là một thiết bị có chức năng tự động điều hòa dòng điện từ pin mặt trời và dòng điện từ acquy thông qua bộ biến đổi điện vào động cơ giúp cho động cơ hoạt động. Ưu điểm lớn nhất ngoài giá thành rẻ (toàn bộ chi phí dao động từ 10-15 triệu đồng/chiếc) thì chiếc xe có thể hoạt động liên tục 3-4 tiếng đồng hồ cho 1 lần sạc đầy bình. Thậm chí trong điều kiện trời nhiều nắng, xích lô đảm bảo hoạt động hết công suất có thể.

Đây là sản phẩm có khả năng ứng dụng trong thực tiễn cao, nếu tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu và các công ty du lịch hỗ trợ sản xuất loại xích lô này nhằm đa dạng hóa loại hình dịch vụ du lịch của tỉnh, hứa hẹn hấp dẫn du khách nước ngoài, góp phần thúc đẩy phát triển du lịch của tỉnh nhà.

5. KẾT LUẬN

Như vậy, xích lô chạy bằng năng lượng mặt trời với vật liệu nano TiO_2 có hiệu quả chuyển đổi năng lượng cao tạo ra một sản phẩm du lịch đầy tiềm năng vừa có ý nghĩa thu

hút du khách vừa có ý nghĩa là một sản phẩm thân thiện với môi trường đúng với chủ trương phát triển du lịch theo hướng bền vững. Thiết nghĩ, việc đầu tư đúng cách sẽ biến những giá trị nhỏ thành những hiệu quả lớn. Hy vọng, một sản phẩm vừa đặc trưng cho tỉnh nhà, vừa thu hút du khách, lại cực kỳ thân thiện với môi trường sẽ xuất hiện trong một tương lai không xa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <https://mytour.vn/location/6049-xich-lo-net-dep-van-hoa-du-lich-viet-hap-dan-khach-quoc-te.html>
- [2] <http://baobariavungtau.com.vn/chinh-tri/200902/Xich-lo-du-lich-tu-quan-Hap-dan-du-khach-248481/>
- [3] Klaus Schwab (2017), *The Fourth Industrial Revolution*, Founder and Executive Chairman, World Economic Forum.
- [4] Akira Fujishima, Kazuhito Hashimoto, Toshiya Watanabe (1996). *TiO₂ photocatalysis Fundamentals and Applications*. Tokio, Japan, November 20.
- [5] Chuan-yi Wang, Joseph Rabani, Detlef W. Bahnemann, Jurgen K. Dohrmann (2002). *Photonic efficiency and quantum yield of formaldehyde formation from methanol in the presence of various TiO₂ photocatalysts*. Journal of Photochemistry and photobiology A. Chemistry, Vol 148, pp.169-176.
- [6] Mike Schmotzer (Grad Student), Dr. Farhang Shadman (Faculty Advisor) (2004). *Photocatalytic Degradation of Organics*. Department of Chemical and Environment Engineering, University of Arizona.
- [7] <http://khoahoc.tv/xich-lo-chay-bang-nang-luong-mat-troi-cua-3-chang-sinh-vien-da-nang-74757>