

Hydrogen -

NGUỒN NĂNG LƯỢNG CỦA TƯƠNG LAI

Nguyễn Quang Huy

Vụ Tiết kiệm năng lượng và Phát triển bền vững, Bộ Công Thương

Với ưu điểm là nguồn nhiên liệu có thể tái sinh, thân thiện với môi trường, đặc biệt không phát thải ra khí gây hiệu ứng nhà kính..., hydrogen (H₂) đang thu hút được sự quan tâm nghiên cứu - phát triển của nhiều quốc gia trên thế giới như một nguồn năng lượng thế hệ mới, phục vụ nhu cầu năng lượng sạch của con người.

Nguồn năng lượng với nhiều ưu điểm

H₂ là một nguyên tố hóa học trong hệ thống tuần hoàn các nguyên tố với nguyên tử lượng bằng 1. Ở trạng thái tự do và trong các điều kiện bình thường, H₂ không màu, không mùi, không vị và có tỷ trọng bằng 1/14 tỷ trọng của không khí. Đây là nguyên tố phổ biến nhất trong vũ trụ, tạo nên khoảng 75% tổng khối lượng vũ trụ và trên 90% vật chất trong trái đất. Trên trái đất, H₂ kết hợp với oxy trong nước hay với carbon và các nguyên tố khác trong vô số các hợp chất hữu cơ tạo nên cơ thể mọi loài động, thực vật.

H₂ được coi là một dạng năng lượng hóa học có nhiều ưu điểm vì sản phẩm của quá trình này chỉ là nước tinh khiết mà không có chất thải nào gây hại đến môi trường, không phát thải khí CO₂ gây biến đổi khí hậu toàn cầu, là nguồn năng lượng gần như vô tận và có thể tái sinh được. Đặc biệt H₂ còn góp phần quan trọng vào việc đảm bảo an ninh nguồn

năng lượng, có thể được sản xuất từ nhiều nguồn sẵn có khác nhau như gió, mặt trời, sinh khối, giúp giải quyết được nhiều vấn đề khác nhau của đời sống, nhất là trong một số ngành như giao thông vận tải, hóa chất, luyện kim...

Đặc điểm quan trọng của H₂ là trong phân tử không chứa bất cứ nguyên tố hóa học nào khác, như carbon (C), lưu huỳnh (S), nitơ (N) nên sản phẩm cháy của chúng chỉ là nước (H₂O), được gọi là nhiên liệu sạch lý tưởng. Hiện tại, H₂ đang được sử dụng làm nhiên liệu động cơ tương tự như trong các loại phương tiện giao thông chạy bằng nhiên liệu hóa thạch phổ biến hiện nay. H₂ cũng có thể thay thế khí thiên nhiên để cung cấp năng lượng cho các nhu cầu dân dụng hàng ngày như đun nấu, sưởi ấm, chiếu sáng... Bên cạnh đó, nó còn được sử dụng làm nguồn năng lượng cung cấp cho hệ thống pin nhiên liệu, nhờ quá trình điện hóa để tạo ra điện năng. Do dựa trên cơ chế của quá

trình điện hóa tạo ra điện năng chứ không phải quá trình đốt như ở động cơ đốt trong, pin nhiên liệu còn đạt hiệu suất sử dụng cao hơn nhiều so với động cơ đốt trong, vì thế mà tiết kiệm năng lượng hơn. Với những ưu thế vượt trội đó, pin nhiên liệu đang ngày càng được quan tâm và dự đoán sẽ là nguồn năng lượng đầy triển vọng, giữ vai trò chủ đạo của nền kinh tế không phát thải khí nhà kính trong tương lai. H₂ có thể được sản xuất, lưu trữ, vận chuyển trong hạ tầng vận chuyển khí thiên nhiên (LNG), có thể được sử dụng dưới dạng chuyển đổi thành điện năng hoặc khí đốt như CH₄ cho các nhu cầu như sinh hoạt, công nghiệp, chăn nuôi hay làm nhiên liệu cho các phương tiện giao thông.

Về vấn đề an toàn, với tỷ trọng thấp và khả năng khuếch tán nhanh cho phép H₂ bay hơi gần như hoàn toàn vào khí quyển, đồng thời không gây hại tới môi trường.

Phương pháp sản xuất H₂ và khó khăn trong phát triển

Trong điều kiện bình thường, H₂ là nguồn năng lượng thứ cấp, nghĩa là nó không có sẵn để khai thác trực tiếp mà phải được tạo ra từ một nguồn sơ cấp ban đầu là nước hoặc các hợp chất hydrocarbon khác. Có 2 phương pháp cơ bản để sản xuất ra H₂ quy mô lớn gồm:

Phương pháp nhiệt hóa các loại nhiên liệu hydrocarbon như metan, dầu, nhiên liệu sinh học, sinh khối khí hóa, than khí hóa và khí tự nhiên: trên thế giới hiện nay, khoảng 90% lượng H₂ được sản xuất bằng công nghệ này. Phương pháp này đã được ứng dụng, phát triển thành 3 loại công nghệ gồm: 1) Công nghệ nhiệt hóa khí thiên nhiên bằng hơi nước nhằm tách được H₂ từ khí thiên nhiên có thành phần chủ yếu là khí CH₄, quá trình này cần nhiệt năng và chất xúc tác phù hợp. Đây là phương pháp công nghiệp phổ biến hiện nay để sản xuất H₂. Tuy nhiên, phương pháp này vẫn tạo ra CO₂ và không được áp dụng để tạo nguồn năng lượng mà chỉ để cung cấp nguyên liệu cho các ngành hóa chất, phân bón, tinh lọc dầu mỏ. 2) Công nghệ khí hóa hydrocarbon nặng bao gồm dầu mỏ và than đá, quá trình này được thực hiện ở nhiệt độ khoảng 1.400°C trong điều kiện thiếu ôxy để tạo ra H₂ và khí CO, sau đó khí CO tiếp tục phản ứng với hơi nước và chất xúc tác để chuyển hóa thành CO₂ và khí H₂. Đây là phương pháp khá phổ biến vì tận dụng được lợi thế hạ tầng và thiết bị sẵn có của ngành hóa dầu. Tuy

nhiên, công nghệ này vẫn tạo ra khí CO₂ gây hiệu ứng nhà kính và không bền vững do nguồn nhiên liệu sẽ cạn kiệt. 3) Công nghệ khí hóa và nhiệt phân sinh khối để sản xuất H₂ bằng cách chuyển sinh khối thành dạng khí qua quá trình khí hóa ở nhiệt độ cao tạo ra hơi nước. Hơi nước được ngưng tụ trong các dầu nhiệt phân và được hóa nhiệt để sinh ra H₂. Quá trình này thường tạo ra sản lượng H₂ khoảng từ 12-17% trọng lượng H₂ của sinh khối. Nguyên liệu cho phương pháp này có thể gồm các loại mảnh gỗ bào vụn, sinh khối thực vật, rác thải nông nghiệp và đô thị... Phương pháp sản xuất H₂ này cần cung cấp năng lượng lớn, tuy nhiên vẫn được đánh giá là nguồn năng lượng tái tạo và bền vững.

Phương pháp điện phân nước bằng cách dùng dòng điện để tách nước thành khí H₂ và O₂: quá trình này gồm hai phản ứng xảy ra ở hai điện cực và H₂ được sinh ra ở điện cực âm; O₂ được sinh ra ở điện cực dương (2H₂O + Điện năng → 2H₂ + O₂). Hiện nay có 3 công nghệ điện phân phổ biến gồm: 1) Công nghệ điện phân thông thường được tiến hành với chất điện phân là nước hay dung dịch kiềm. Hai phần điện cực âm và điện cực dương được tách riêng bởi màng ngăn ion để tránh hòa lẫn hai khí sinh ra. 2) Công nghệ điện phân nước ở nhiệt độ cao khoảng 800-1.000°C làm cho quá trình điện phân diễn ra với hiệu suất cao hơn, nhiệt năng cung cấp chủ yếu được sử dụng từ nguồn năng lượng mặt trời hoặc nhiệt thừa từ các quá trình năng

lượng công nghiệp phù hợp khác. 3) Công nghệ điện phân nước bằng điện năng từ các nguồn năng lượng tái tạo như điện mặt trời, điện gió, thủy điện tích hợp. Hệ thống công nghệ này được đánh giá là sạch, bền vững và là xu hướng phát triển của tương lai.

Tuy nhiên, để làm chủ được các quá trình này và phát triển thành quy mô công nghiệp trong sản xuất H₂ vẫn còn gặp phải một số vướng mắc:

Một là, với đặc tính nhẹ, dễ bay hơi, H₂ phải được lưu trữ trong các bình khí nén áp suất cao, dưới dạng khí hóa lỏng hoặc hấp phụ trong các loại vật liệu có khả năng hấp phụ. Hiện nay, các công nghệ và thiết bị phục vụ cho việc lưu trữ H₂ vẫn còn hạn chế về công suất và chỉ đáp ứng được ở quy mô nhỏ nên việc sản xuất H₂ vẫn chưa được như kỳ vọng.

Hai là, mặc dù nguồn nguyên liệu để sản xuất H₂ gần như vô tận, nhưng việc sản xuất H₂ từ quá trình điện phân lại có chi phí khá cao nên mới chỉ được áp dụng ở quy mô nhỏ tại các quốc gia phát triển và hiện các nhà khoa học vẫn đang tiếp tục nghiên cứu để giảm giá thành của công nghệ này. Hiện nay, việc sản xuất H₂ bằng điện phân nước vẫn sử dụng nguồn điện chủ yếu sản xuất từ nhiên liệu hóa thạch (than đá, dầu, khí đốt), do đó về bản chất là năng lượng tái tạo và không gây hại đến môi trường vẫn chưa được giải quyết triệt để, đặc biệt là điện từ năng lượng tái tạo (gió, mặt trời) vẫn có giá thành khá cao so với nguồn



điện từ nhiên liệu hóa thạch. Theo dự báo, đến năm 2030 giá thành sản xuất năng lượng tái tạo sẽ tiếp tục giảm khoảng 30%, hy vọng rằng khi đó việc sản xuất H₂ từ năng lượng tái tạo sẽ có cơ hội phát triển bùng nổ.

Nguồn năng lượng mới của tương lai

Thống kê cho thấy, việc nghiên cứu - phát triển nguồn năng lượng H₂ đã được nhiều quốc gia quan tâm và ứng dụng vào thực tiễn sản xuất, chủ yếu trong lĩnh vực giao thông vận tải. Điển hình là Nhật Bản đã có kế hoạch sản xuất 40.000 xe điện chạy pin nhiên liệu H₂ vào năm 2020, 200.000 xe vào năm 2025 và 800.000 xe vào năm 2040. Ngoài ra, ứng dụng năng lượng này còn được Nhật Bản phát triển cho nhu cầu về nhiệt năng (sưởi ấm) nên đã đặt ra mục tiêu kết nối 1,4 triệu hệ thống năng lượng đồng phát vào năm 2020, và đạt khoảng 5,3 triệu vào năm 2030 tại các cơ sở công nghiệp - thương mại, hướng tới thay thế dần hệ thống đường ống dẫn khí thiên nhiên bằng ống dẫn khí H₂ trong tương lai. Tại Hoa Kỳ, Cơ

quan hàng không và vũ trụ Hoa Kỳ từ năm 1970 đã sử dụng H₂ làm nhiên liệu chính cho các hỏa tiễn chuyên chở các tàu vũ trụ vào không gian. Đến nay, những phương pháp sản xuất H₂ “sạch” vẫn đang tiếp tục được Hoa Kỳ đẩy mạnh nghiên cứu - phát triển như sử dụng vật liệu sinh học, tái chế; sử dụng phản ứng quang điện phân, phản ứng phân hủy nhiệt... Các quốc gia khác như Vương quốc Anh, Úc... đều đã có những nghiên cứu và kế hoạch thay thế nguồn nhiên liệu sưởi ấm từ khí thiên nhiên sang H₂.

Hiện nay, khoảng 90% lượng H₂ được sản xuất chủ yếu từ dầu mỏ và khí thiên nhiên, việc này đồng nghĩa với việc vẫn phát thải khí CO₂ gây hiệu ứng nhà kính. Do vậy, việc ứng dụng công nghệ sử dụng năng lượng tái tạo để điện phân nước nhằm sản xuất H₂ đang được chính phủ các nước tiếp tục khuyến khích các nhà khoa học và doanh nghiệp đầu tư nghiên cứu - phát triển, nhằm hoàn thiện công nghệ, nâng cao quy mô, công suất và giảm giá thành.

Theo Cơ quan Năng lượng quốc tế (IEA), H₂ sẽ là nguồn năng lượng sạch và an toàn, được nhiều nước sử dụng trong thời gian tới, chính vì thế để phát triển nguồn năng lượng này các quốc gia cần thực hiện đồng thời 4 giải pháp trước mắt gồm: 1) Khuyến khích, khởi tạo các ngành công nghiệp, khu công nghiệp đi tiên phong trong việc chuyển đổi sử dụng năng lượng H₂; 2) Chuyển đổi, xây dựng cơ sở hạ tầng cho việc lưu trữ, vận chuyển, phân phối nhiên liệu H₂ cạnh tranh hơn; 3) Triển khai các dự án cung cấp, vận chuyển, thương mại quốc tế về H₂; 4) Tăng cường hợp tác quốc tế, chia sẻ kiến thức, kinh nghiệm thực tiễn tốt nhất để phổ biến, tiêu chuẩn hóa và thúc đẩy thương mại hóa.

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu đang có những diễn biến phức tạp, ảnh hưởng đến toàn thế giới, việc tìm kiếm nguồn năng lượng mới để thay thế năng lượng hóa thạch (than, dầu mỏ...) đã và đang là mối quan tâm của nhiều quốc gia cũng như các nhà khoa học trên thế giới. Với những ưu thế vượt trội, nguồn năng lượng H₂ đang được xem là giải pháp thay thế tối ưu và có thể sẽ là nguồn năng lượng trong tương lai không xa ✍