

NHIÊN LIỆU SINH HỌC XĂNG ETANOL

6.1. KHÁI QUÁT CHUNG

6.1.1. Năng lượng sinh học

Ngày nay do thế giới phụ thuộc quá nhiều vào dầu mỏ, giá dầu biến động liên tục theo chiều tăng, sự cạn kiệt dần nguồn năng lượng hoá thạch và khí đốt nên việc tìm kiếm các nguồn năng lượng thay thế là việc làm có tính sống còn trong những thập kỷ tới, trong đó có năng lượng sinh học.

Năng lượng sinh học bao gồm các nguồn năng lượng được sản xuất từ nhiều loại sản phẩm nông nghiệp khác nhau như thân, cành, vỏ, quả, cây, các sản phẩm dư thừa khi chế biến nông, lâm sản, gỗ củi, phân gia súc, nước thải và bã phế thải hữu cơ công nghiệp, rác thải... Vì vậy, năng lượng sinh học là nguồn năng lượng thay thế có thể tồn tại, tái sinh và điều chỉnh theo ý muốn của con người.

Hiện có hai dạng năng lượng sinh học chủ yếu, đó là etanol sinh học và diesel sinh học. Diesel sinh học đã được nêu ở chương 5. Trong phần này, chúng ta sẽ đề cập đến etanol sinh học, một dạng năng lượng đầy hứa hẹn trong tương lai.

6.1.2. Giới thiệu về etanol và các ứng dụng

Etanol còn được gọi là rượu etylic, rượu ngũ cốc hay cồn. Nó là một hợp chất hữu cơ nằm trong dãy đồng đẳng của rượu metylic, dễ cháy, không màu, là một trong các thành phần của đồ uống chứa cồn. Trong dân dã, nó thường được gọi vắn tắt là rượu. Công thức hoá học C_2H_5OH , viết thu gọn là C_2H_6O .

Etanol đã được con người sử dụng từ thời tiền sử (từ thời đồ đá mới) như là một thành phần gây cảm giác say. Việc chiết etanol tương đối nguyên chất với nồng độ 96% được thực hiện vào thời kỳ Abbasid Hồi

giáo (năm 721-815). Etanol tinh khiết lần đầu tiên được Johann Tobias Lowits thu hồi vào năm 1796 bằng phương pháp chưng cất qua than củi.

Antoine Lavoisier đã mô tả etanol là hợp chất của hydro, cacbon và oxy. Vào năm 1808 Nicola - Théodore de Saussure đã xác định được công thức hoá học, năm 1858 Archibald Scott Couper đã công bố công thức cấu tạo, điều này làm cho etanol trở thành một trong các hợp chất hoá học đầu tiên có sự xác định cấu trúc hoá học.

Etanol lần đầu tiên được Henry Hennel ở Anh và Sérullas ở Pháp tổng hợp nhân tạo vào năm 1826. Faraday đã tổng hợp etanol bằng phản ứng hydrat hoá etylen với xúc tác axit vào năm 1828 theo một công nghệ tương tự như công nghệ tổng hợp etanol ngày nay.

Etanol dễ dàng hoà tan vào nước theo mọi tỷ lệ, với sự giảm nhẹ tổng thể về thể tích khi hai chất này được trộn lẫn với nhau. Etanol tinh khiết hay etanol 95% là các dung môi tốt, sử dụng trong các loại nước hoa, sơn và cồn thuốc. Các tỷ lệ khác của etanol với nước cũng có thể làm dung môi. Các loại đồ uống chứa cồn có hương vị khác nhau do có các chất tạo mùi khác nhau được hoà tan trong nó trong quá trình ủ và nấu rượu. Khi etanol được sản xuất như là đồ uống hỗn hợp thì nó là rượu ngũ cốc tinh khiết.

Dung dịch etanol 70% chủ yếu sử dụng như là chất tẩy uế. Etanol cũng được sử dụng trong các gel vệ sinh kháng khuẩn, phổ biến nhất có nồng độ khoảng 62%. Etanol giết chết các vi sinh vật theo cơ chế biến tính protein và hoà tan lipid của chúng. Do khả năng kháng khuẩn của etanol nên các đồ uống chứa trên 18% etanol có khả năng bảo quản lâu dài (đồ uống chứa nhỏ hơn 18% etanol không ngăn chặn được vi khuẩn phát triển).

Etanol có thể sử dụng trong các sản phẩm chống đông lạnh vì điểm đóng băng thấp của nó.

Etanol có thể sử dụng làm nguyên liệu trong công nghệ hoá học, nguyên liệu cho tổng hợp hữu cơ hoá dầu.

Ngày nay, etanol được sử dụng rộng rãi để pha vào xăng tạo nhiên liệu sinh học thân thiện với môi trường. Tại Hoa Kỳ, Iowa là bang sản xuất etanol cho nhiên liệu ô tô với sản lượng lớn nhất.



Hình 6.1. Chiếc ô tô sử dụng nhiên liệu sinh học etanol tại New York (Mỹ)

6.1.3. Tính chất của etanol

a. Tính chất lý học

Etanol C_2H_5OH là chất lỏng không màu, mùi thơm dễ chịu, vị cay. Khối lượng riêng: 0,7936 g/ml ($15^\circ C$). Nhiệt độ sôi: $78,39^\circ C$. Tính tan: tan vô hạn trong nước và các dung môi khác như axit axetic, benzen, carbon tetracloarit, cloroform, dietyl ete, etylen glycol, glycerin, nitrometan, pyridin, toluen.

Trong phân tử etanol có chứa nhóm hydroxyl phân cực, nhờ đó các phân tử etanol tạo liên kết hydro với nhau và với nước, cho nên etanol tan vô hạn trong nước. Khi hoà tan thì thể tích giảm, chỉ còn khoảng 1,92 tổng thể tích của hai chất.

Etanol và nước tạo dung dịch đẳng phí ở 89% mol etanol 11% mol nước (hay 96% thể tích etanol và 4% thể tích nước) ở điều kiện áp suất thường, nhiệt độ 351K.

Sơ dĩ rượu etylic tan tốt trong nước và có nhiệt độ sôi cao hơn nhiều so với este hay aldehyt có cùng số cacbon là do có sự tạo thành liên kết hydro giữa các phân tử với nhau và với nước.

Một số tính chất vật lý thể hiện trên bảng 6.1.

Bảng 6.1. Tính chất của etanol

<i>TT</i>	<i>Tính chất</i>	<i>Giá trị</i>
1	Công thức phân tử	C_2H_5OH hay C_2H_6O
2	Phân tử gam	46,07 g/mol
3	Cảm quan	Chất lỏng trong suốt, dễ cháy
4	Tỷ trọng	0,789
5	Độ nhớt	1,2 cP ở 20°C
6	Độ tan trong nước	Tan hoàn toàn
7	Số UN	1170
8	Nhiệt độ sôi	78,4°C (351,6K)
9	Nhiệt độ tan	158,8K (-114,3°C; -173,83°F)
10	Điểm tới hạn	514K (241°C; 465,53°F) ở P = 63 bar
11	pH	7,0 (trung tính)
12	C_p	65,21 J/mol.K
13	Tác động cấp tính	Buồn nôn, gây mửa, gây trầm cảm, ngừng thở trong trường hợp nặng
14	Tác động kinh niên	Nghiện, xơ gan
15	Nhiệt độ tự cháy	425°C (797°F)
16	Mật độ giới hạn nổ	3,5 ÷ 15%

b. Ứng dụng

Etanol là một trong những hợp chất hữu cơ chứa oxy quan trọng nhất dưới vai trò dung môi, nhiên liệu, chất khử trùng, đồ uống, chất chống đông, và hợp chất trung gian tổng hợp nên các hợp chất khác. Etanol là một trong những sản phẩm được tiêu thụ nhiều nhất trong công nghiệp.

Etanol được coi là dung môi được sử dụng nhiều thứ hai, sau nước. Nó là nguyên liệu thô quan trọng để sản xuất nhựa tổng hợp, sơn, xi, chất dẻo

hoá, nước hoa, đồ gia dụng.

Các ứng dụng đặc biệt của etanol là làm nhiên liệu, trong đó xăng nhiên liệu sẽ được đề cập kỹ hơn cả. Ngoài ra etanol dùng để sản xuất pin nhiên liệu, nhiên liệu tên lửa, làm chất giải độc (ví dụ chất độc metanol hay etylen glycol trong cơ thể người).

c. Tính chất hoá học

** Tính chất của một rượu đơn chức*

- Phản ứng thế với kim loại kiềm:



- Phản ứng este hoá:

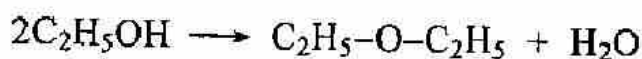


- Phản ứng loại nước:

Tách nước tạo olefin:

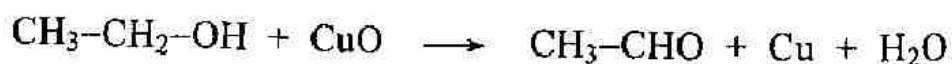


Tách nước tạo ete:



- Phản ứng oxy hoá:

Phản ứng oxy hoá có thể xảy ra theo các mức khác nhau: Oxy hoá không hoàn toàn tạo ra aldehyt, axit hữu cơ và oxy hoá hoàn toàn tạo thành CO_2 và H_2O :



Có thể oxy hoá bằng oxy không khí có xúc tác sẽ tạo axit hữu cơ:

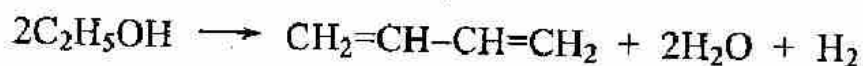


Oxy hoá hoàn toàn:



** Tính chất riêng*

Nếu cho hơi etanol qua xúc tác hỗn hợp, ví dụ $\text{Cu} + \text{Al}_2\text{O}_3$ ở $380 \div 400^\circ\text{C}$ có thể xảy ra phản ứng loại nước tạo butadien:



** Phản ứng lên men giấm:*

Oxy hoá rượu etylic có nồng độ 10% bằng oxy không khí có mặt men giấm ở khoảng 25°C sẽ tạo thành giấm ăn:



c. Các nguy hiểm của etanol

Etanol là những chất dễ cháy và dễ dàng bắt lửa nên cần thiết phải có các biện pháp bảo vệ an toàn.

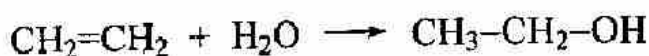
Etanol trong cơ thể con người được chuyển hoá thành axetaldehit do enzym *alcohol dehydroas* phân huỷ rượu và sau đó thành axit axetic bởi enzym *axetaldehit dehydroas* phân huỷ axetaldehit. Aldehit này là nguy cơ của bệnh xơ gan, nhiều dạng ung thư và chứng nghiện. Nếu nồng độ etanol trong máu cao (đạt 0,3 ÷ 0,4%) có thể gây hôn mê, nếu đạt tới 0,5% hoặc cao hơn có thể gây tử vong.

Người ta cũng chỉ ra mối liên quan tỷ lệ thuận giữa etanol và sự phát triển của vi khuẩn gây ra viêm phổi, viêm màng não và các viêm nhiễm hệ bài tiết. Sự phát hiện này là trái ngược với sự nhầm lẫn phổ biến cho rằng uống rượu có thể giết chết nhiều loại vi khuẩn gây các bệnh truyền nhiễm.

6.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP TỔNG HỢP ETANOL

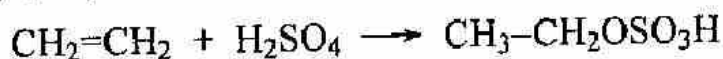
6.2.1. Phương pháp hydrat hoá etylen

Cho etylen hợp nước ở 300°C, áp suất 70 ÷ 80 at với chất xúc tác là axit:



Chất xúc tác thường sử dụng là axit photphoric được mang trên các chất có độ xốp cao như diatomit hay than củi. Chất xúc tác này được công ty Shell sử dụng để sản xuất etanol ở mức độ công nghiệp năm 1947.

Một axit khác cũng được sử dụng phổ biến, đó là axit sunfuric. Phản ứng xảy ra theo hai giai đoạn: đầu tiên tạo etyl sunfat, sau đó chất này bị phân huỷ để tạo thành etanol và tái tạo lại axit:



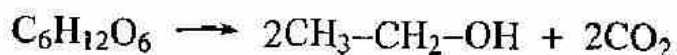
Ngoài ra, một số chất xúc tác rắn như các oxit kim loại cũng được đề cập đến trong các tài liệu.

Etanol công nghiệp không phù hợp với mục đích làm đồ uống do có chứa một số thành phần độc hại như: metanol, denatonium ($C_{21}H_{29}N_2O \cdot C_7H_5O_2$) là một chất gây đắng, gây tê. Etanol điều chế theo phương pháp công nghiệp thường có chỉ số UN bằng 1986 - 1987.

6.2.2. Phương pháp lên men

a. Nguyên lý chung

Etanol để sử dụng làm đồ uống chứa cồn cũng như phần lớn etanol sử dụng làm nhiên liệu được sản xuất bằng phương pháp lên men, khi một số loài men rượu nhất định (quan trọng nhất là men *Saccharomyces cerevisiae*) chuyển hoá đường trong điều kiện không có oxy (gọi là yếm khí), chúng sản xuất ra etanol và cacbon đioxit CO_2 . Phản ứng tổng quát như sau:

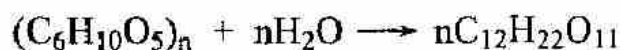


Quá trình nuôi cấy men rượu theo các điều kiện để sản xuất rượu được gọi là ủ rượu. Men rượu có thể phát triển trong điều kiện nồng độ rượu khoảng 20%. Nồng độ rượu trong sản phẩm cuối tăng lên nhờ chưng cất. Để sản xuất etanol từ các nguyên liệu chứa tinh bột như hạt ngũ cốc thì đầu tiên tinh bột phải chuyển thành đường, sau đó mới lên men thành rượu. Trong việc ủ men bia, theo truyền thống nó được tạo ra bằng cách cho hạt nảy mầm hay còn gọi là ủ mạch nha. Trong quá trình nảy mầm, hạt tạo ra các enzym có chức năng phá vỡ tinh bột để tạo ra đường. Để sản xuất etanol làm nhiên liệu, quá trình thủy phân này của tinh bột thành glucozơ được thực hiện nhanh chóng hơn bằng cách xử lý hạt với axit sunfuric loãng.

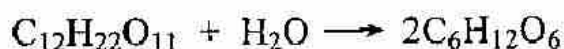
Về tiềm năng, glucozơ để lên men thành etanol có thể thu được từ xenlulozơ. Việc thực hiện công nghệ này có thể giúp chuyển hoá một loạt các phế thải và phụ phẩm nông nghiệp chứa nhiều xenlulozơ, chẳng hạn như lõi ngô, rơm rạ hay mùn cưa thành các nguồn năng lượng tái sinh. Hãng Iogen ở Canada đã đưa vào vận hành xí nghiệp sản xuất etanol trên cơ sở xenlulozơ vào năm 2004.

Phản ứng thủy phân xenlulozơ gồm các bước sau:

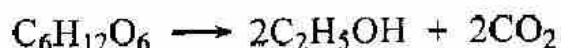
Bước 1: Thủy phân xenlulozơ thành mantozơ dưới tác dụng của men amylaza:



Bước 2: Thủy phân tiếp mantozơ thành glucozơ hoặc fructozơ dưới tác dụng của men mantaza:



Bước 3: Lên men rượu có xúc tác là men zyma:



Với giá dầu mỏ tương tự như các mức giá của những năm 1990 thì công nghệ hydrat hoá etylen là kinh tế một cách đáng kể hơn so với công nghệ lên men để sản xuất etanol tinh khiết. Sự tăng cao giá dầu mỏ trong thời gian gần đây cùng với sự không ổn định giá cả nông phẩm theo từng năm đã làm cho việc dự đoán giá thành sản xuất etanol của công nghệ lên men và công nghệ hoá dầu là rất khó.

Có thể tham khảo hiệu suất chuyển hoá một số nông phẩm sang cồn ở bảng 6.2.

Bảng 6.2. Hiệu suất chuyển hoá một số nông phẩm sang cồn
(Nguồn: Viện Di truyền Nông nghiệp)

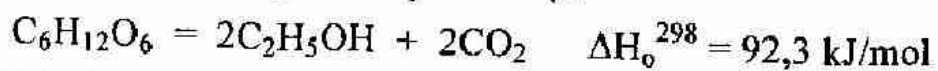
TT	Nguyên liệu	Đầu vào, tấn	Lượng cồn tinh khiết thu được, kg
1	Nước mía	1	200
2	Bột ngô	1	210
3	Bột sắn	1	180
4	Lúa mạch	1	260
5	Khoai tây	1	180
6	Mùn cưa	1	200
7	Bã mía	1	200
8	Rơm rạ	1	200
9	Rỉ đường	1	180

b. Tổng hợp từ ngũ cốc (grain ethanol)

Các loại ngũ cốc thường dùng là ngô, lúa mạch, khoai tây, gạo, lúa mì.

Có hai công nghệ sản xuất etanol từ ngũ cốc là nghiền khô và nghiền ướt (dry milling and wet milling), các nhà máy sử dụng công nghệ nghiền khô thường có quy mô nhỏ hơn, chỉ sản xuất etanol, còn nhà máy nghiền ướt có thêm nhiều sản phẩm phụ khác. Sau khi nghiền, tinh bột được tách ra thủy phân và lên men, sau đó chưng cất thu etanol.

Quá trình thủy phân cắt các polyme glucosơ trong tinh bột ra thành các phân tử nhỏ hơn. Người ta trộn tinh bột với nước tạo hỗn hợp chứa 15 ÷ 20% tinh bột, sau đó nấu ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ sôi của nó, xử lý bằng hai loại enzym. Enzym thứ nhất là amylase, cắt nhỏ chuỗi polyme thành các phân tử nhỏ hơn, nó giải phóng maltodextrin (quá trình hoá lỏng). Trong maltodextrin chứa các dextrin và oligosaccharide, chúng sẽ bị thủy phân sâu hơn bởi enzym pullulanase và glycoamylase (quá trình đường hoá – saccharification). Khi tất cả dextran đã chuyển hoá thành glucosơ, maltozơ, isomaltozơ, hỗn hợp sẽ được làm lạnh tới 30°C và lên men. Các loại men thường dùng là *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces uvarum*, *Schizo-saccharomyces pombe*, and *Kluyveromyces*. Trong điều kiện yếm khí, các men này chuyển hoá glucosơ thành etanol theo cơ chế Embden-Meyerhof. Cơ chế này gồm chuỗi các phản ứng enzym trong điều kiện yếm khí, chuyển hoá 1 glucosơ thành 2 etanol, hiệu suất từ 90 đến 95%, phản ứng thu nhiệt:



Sau khi lên men, etanol được tách ra khỏi hỗn hợp bằng cách chưng cất. Do etanol và nước tạo hỗn hợp đẳng phí (95,4 % etanol và 4,6% nước), sản phẩm etanol thu được luôn có lẫn khoảng 5% nước. Để xử lý hiện tượng này người ta phải tiến hành làm khan etanol.

c. Tổng hợp từ Biomass

Chi phí sản xuất etanol từ biomass ngày càng giảm, số liệu thu được năm 1974 là 2,5 USD/lít, những năm gần đây là 0,3 ÷ 0,35 USD/lít. Trong vòng mười năm nữa, các nhà nghiên cứu hy vọng giảm chi phí sản xuất xuống còn 0,22 USD/lít.

Quá trình tổng hợp etanol từ biomass gồm bốn bước: tiền xử lý, thủy phân, lên men, và thu hồi etanol.

- Bước 1: Tiền xử lý các loại gỗ vụn (cứng, mềm) và chất thải công nghiệp để tách ra xenlulozơ và hemixenlulozơ;

- Bước 2: Thủy phân để chuyển hoá xenlulozơ và hemixenlulozơ thành đường, sử dụng axit hoặc enzym;

- Bước 3: Lên men đường tạo etanol;

- Bước 4: Thu hồi etanol bằng cách chiết tách.

d. Tổng hợp từ ligno xenlulozơ

Ligno xenlulozơ là nguyên liệu rắn để sản xuất etanol, nó khó khăn hơn lỏng và khí trong việc thu gom, vận chuyển, chế biến nhưng thuận lợi ở nguồn thu vô cùng dồi dào, rẻ, có khả năng tái tạo, không bị cạnh tranh với các ngành công nghiệp khác.

Ligno xenlulozơ có cấu tạo phức tạp cho nên việc chuyển hoá thành etanol khó khăn hơn ngũ cốc hay biomass. Cấu tạo hoá học của nó gồm ba thành phần chính: xenlulozơ tinh thể, hemixenlulozơ, lignin. Ligno xenlulozơ được tiền xử lý phân tách tạo thành đường xylozơ và lignin. Xylozơ lên men tạo thành etanol, lignin được xử lý sâu hơn tạo nhiên liệu lỏng. Xenlulozơ tinh thể chiếm phần lớn nhất và khó phân tách nhất, sẽ còn lại ở dạng rắn và đưa đi thủy phân bằng enzym để phá vỡ cấu trúc xenlulozơ, tạo ra glucozơ. Đường glucozơ lên men thành etanol, cộng với etanol từ xylozơ, sau đó đưa đi chưng cất.

Hemixenlulozơ chiếm 25% trong thành phần lignoxenlulozơ, được cấu tạo từ xylan, rất dễ chuyển hoá thành đường xylozơ. Tuy nhiên đường này khó chuyển hoá thành etanol, người ta phải dùng men, vi khuẩn hoặc kết hợp cả hai để hỗ trợ quá trình chuyển hoá. Việc chuyển hoá này vẫn chưa sẵn sàng để đưa vào công nghiệp.

Thành phần thứ ba là lignin, là một loại polyme phenolic phân tử lớn. Polyme này cần được phân tách thành các mảnh nhỏ hơn chứa một hoặc hai vòng phenolic. Nhờ các quá trình có xúc tác, các vòng này cắt đi oxy và mạch nhánh tạo thành phenol. Sau đó phenol phản ứng với phân ứng với metanol tạo metyl aryl ete. Đây là chất có trị số octan cao, có thể dùng để pha với xăng.

6.3. MỘT SỐ CÔNG NGHỆ ĐIỂN HÌNH ĐỂ SẢN XUẤT ETANOL SINH HỌC

6.3.1. Quy trình công nghệ tổng hợp etanol từ ngũ cốc

Quá trình sản xuất etanol từ ngũ cốc gồm các bước cơ bản như sau:

a. Làm sạch: Loại bỏ đất đá, rơm rạ hay bất cứ loại vật liệu nào khác ngoài ngũ

b. Ngâm: Bước này thường thực hiện trong các thiết bị bằng thép không gỉ, mỗi thùng khoảng 100 lít chứa ngũ ngâm nước nóng 50°C trong $30 \div 40$ h, mục đích để hạt ngũ trương lên và hàm lượng nước trong hạt tăng từ 15% lên 45% khối lượng. Người ta thường cho thêm 0,1% SO_2 vào nước để loại bỏ những vi khuẩn phát triển trong nước ấm. Khi hạt ngũ trương và mềm, dung dịch axit nhẹ sẽ làm lỏng những liên kết gluten trong hạt ngũ và tách ra tinh bột.

c. Tách bằng cyclon: Nghiền thô và sử dụng cyclon tách phôi ra khỏi hạt ngũ. Phôi chứa 85% dầu ngũ nên cần tách riêng xử lí, sản phẩm phụ của quá trình tách dầu ngũ dùng làm thức ăn gia súc

d. Lọc: Hỗn hợp chứa tinh bột, xơ, protein được nghiền mịn, dùng lưới lọc tách chất xơ. Chất xơ được lọc lần nữa, tách tinh bột và protein quay lại, rồi đưa đi làm thức ăn gia súc. Huyền phù tinh bột và gluten gọi là mill starch được đưa sang bước phân tách

e. Hydrocyclon: Xyclon phân tách gluten khỏi tinh bột dưới tác dụng của lực ly tâm. Gluten sử dụng làm thức ăn gia súc. Tinh bột còn lẫn khoảng $1 \div 2\%$ protein, được hoà tan, rửa $8 \div 14$ lần rồi cho vào hydrocyclon lần nữa để tách hoàn toàn vết của protein. Tinh bột đạt độ tinh khiết 99.5% có thể sấy khô để bán, hoặc tiếp tục tinh chế, chuyển hoá thành xiro ngũ và đường dextrozo,

f. Chuyển hoá tinh bột ngũ thành xiro: Người ta sử dụng axit và enzym để xử lý huyền phù tinh bột. Enzym sẽ chuyển hoá tinh bột thành đường dextrozo, đường này tan trong nước và dung dịch. Việc kết thúc bước này tùy thuộc vào nồng độ đường mong muốn. Sau khi chuyển hoá, xiro được lọc, lọc ly tâm hoặc trao đổi ion, cho bay hơi nước dư, tạo ra xiro đặc. Xiro này có thể mang bán, hoặc tinh thể hoá, hoặc tiếp tục xử lý

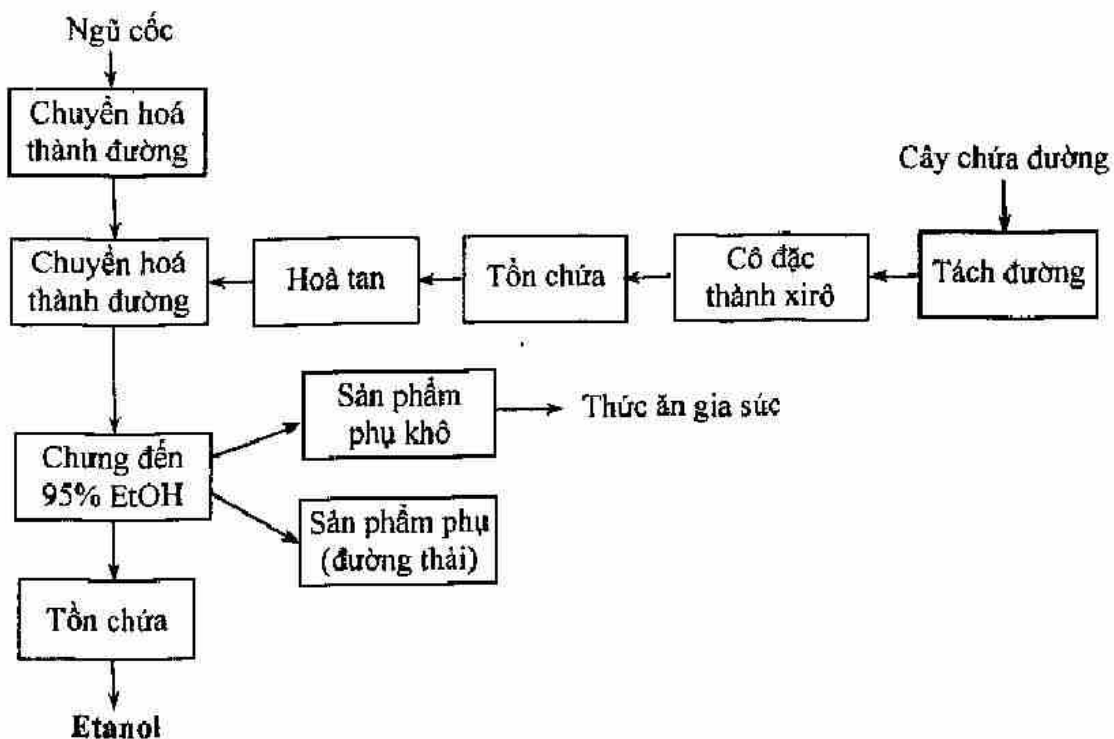
tạo ra xiro ngô nồng độ fructozơ cao

g. Lên men: Dextrozơ là một trong những đường dễ lên men nhất, dextrozơ còn được biết đến với tên đường ngô, đường nho, hay glucozơ. Quá trình lên men thường tiến hành trong các thiết bị phản ứng nối tiếp nhau theo dòng hoặc theo bậc. Thời gian lên men là 48 h. Thiết bị phản ứng gián đoạn cho sản phẩm chất lượng cao hơn nhưng hiệu suất thấp hơn nên ít được sử dụng.

h. Phân tách etanol: Người ta sử dụng thiết bị chưng cất để phân tách etanol ra khỏi các sản phẩm khác. Khí cacbonic sinh ra được thu hồi để bán. Các chất dinh dưỡng trong nước còn lại được bổ sung vào thức ăn gia súc.

Tóm lại, quá trình lên men đường tạo etanol rất đơn giản, hiệu suất cao, các sản phẩm phụ đều có giá trị kinh tế như thức ăn gia súc và CO_2 , mang lại doanh thu cao cho quá trình

Qui trình điển hình sản xuất etanol từ ngũ cốc và nông sản có đường thể hiện trên hình 6.2.



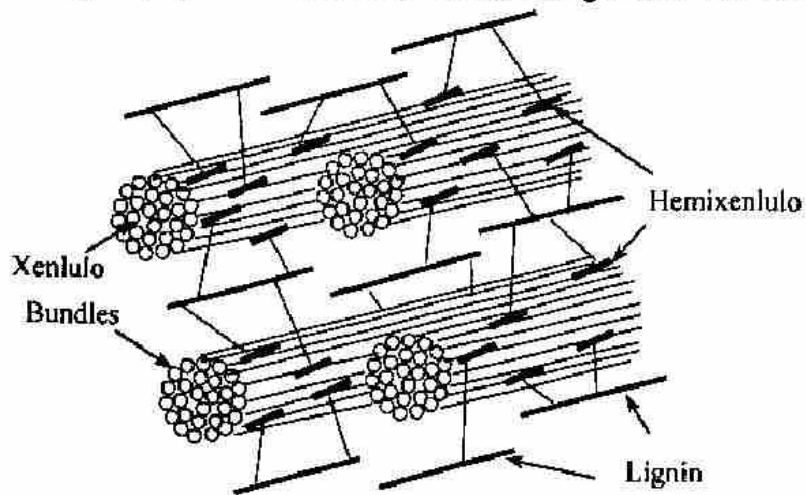
Hình 6.2. Sơ đồ tổng hợp etanol từ ngũ cốc và các nông sản có đường

6.3.2. Quy trình công nghệ tổng hợp etanol từ biomass

Tổng hợp từ Biomass có 4 bước: tiền xử lý, thủy phân, lên men, chiết tách.

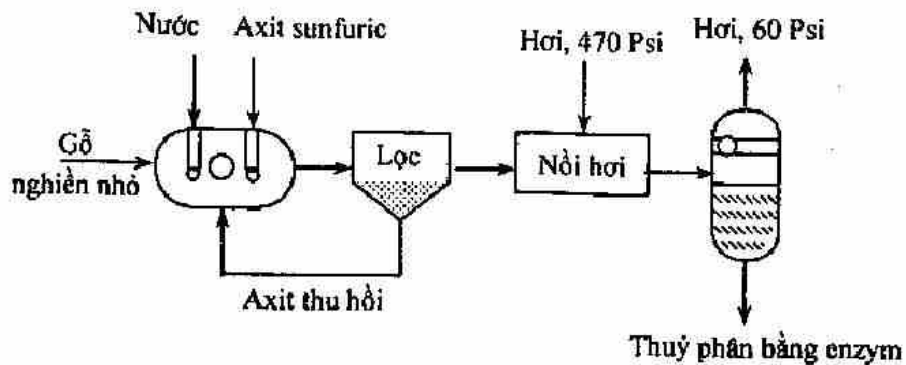
a. Tiền xử lý

Cấu tạo nguyên liệu biomass gồm xenlulozơ, hemixenlulozơ, lignin (xem hình 6.3). Xenlulozơ cấu tạo nên các thành tế bào, được hình thành từ các chuỗi dài gồm các phân tử đường 6 cacbon - glucozơ - liên kết với nhau, tạo thành từng bó. Các bó xenlulozơ liên kết với nhau bởi các phân tử đường 5 cacbon - xylozơ. Xylozơ là thành đơn vị cơ bản cấu tạo nên hemixenlulozơ. Ngoài xenlulozơ và hemixenlulozơ, trong biomass còn chứa phần lớn lignin, tạo nên cấu trúc và độ cứng chắc cho thân cây.



Hình 6.3. Mô tả cấu trúc thành tế bào thực vật

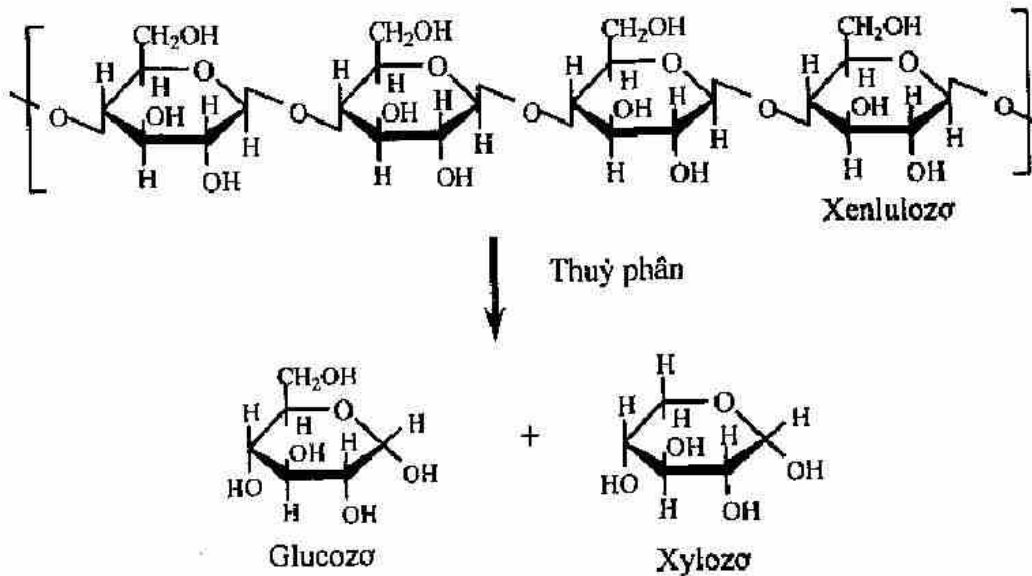
Bước tiền xử lý biomass sử dụng hơi nước hoặc công nghệ ép dùn, giúp giải phóng xenlulozơ và hemixenlulozơ.



Hình 6.4. Giai đoạn tiền xử lý biomass bằng hơi, có sử dụng axit

b. Thủy phân

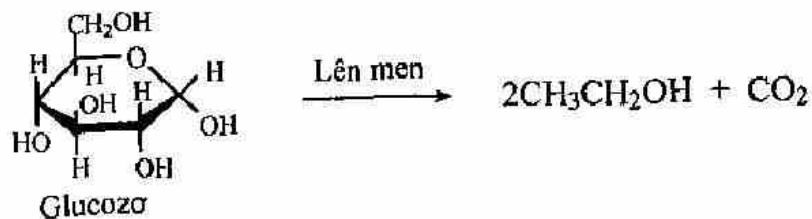
Quá trình thủy phân xenlulozơ và hemixenlulozơ tạo ra đường glucozơ và xylozơ có thể sử dụng hoá chất, enzym, hoặc vi sinh vật.



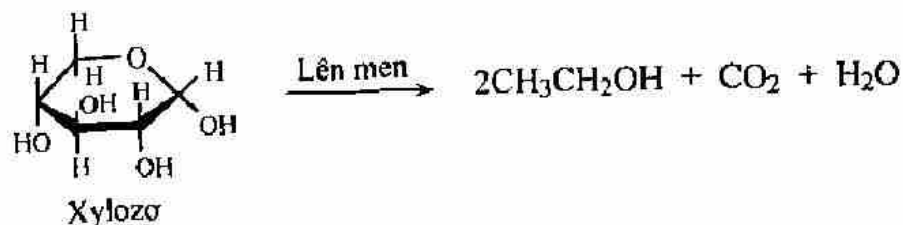
Nghiên cứu của phòng thí nghiệm năng lượng tái tạo quốc gia (National Renewable Energy Laboratory, Mỹ) đưa ra điều kiện phản ứng thủy phân hai bậc như sau:

- Bậc 1: Sử dụng 0,7% axit sunfuric, nhiệt độ 190°C, thời gian lưu 3 ph.
- Bậc 2: Sử dụng 0,4% axit sunfuric, nhiệt độ 215°C, thời gian lưu 3 ph.

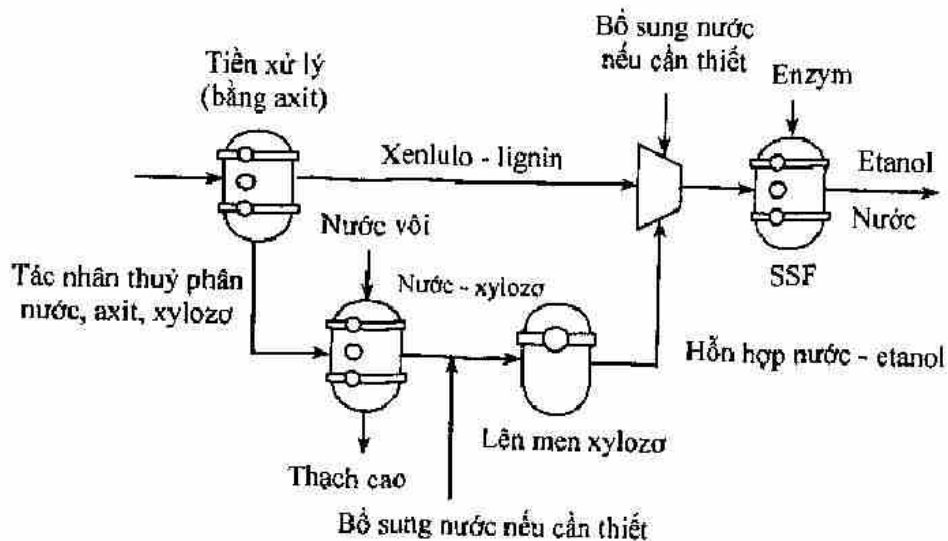
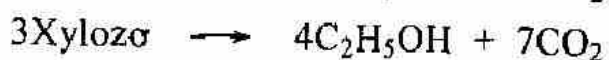
c. Lên men



Quá trình lên men xylozơ tạo etanol tương tự như glucozơ, tuy nhiên nó tạo ra thêm sản phẩm nước:



Thực ra có 3 phản ứng khác nhau cùng xảy ra:

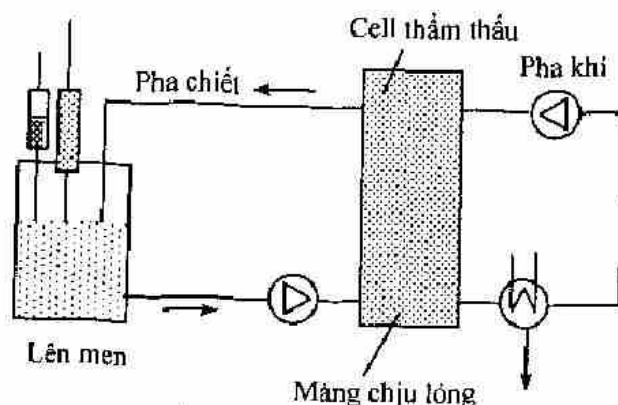


Hình 6.5. Quá trình kết hợp thủy phân và lên men xylozơ tạo etanol

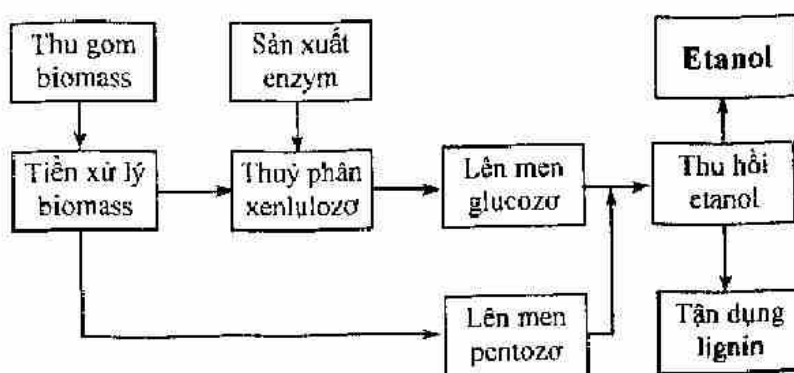
d. Chiết tách

Người ta có thể tiến hành chiết tách etanol ngay trong bước thủy phân.

Ngoài cách thông thường là sử dụng dung dịch để chiết, chưng cất chân không, hấp phụ chọn lọc, người ta có thể tiến hành phân tách bằng màng. Màng tách có khung bằng teflon tấm isotridecanol, cho phép etanol đi qua và giữ các sản phẩm khác ở lại.



Hình 6.6. Hệ thống chiết tách bằng màng



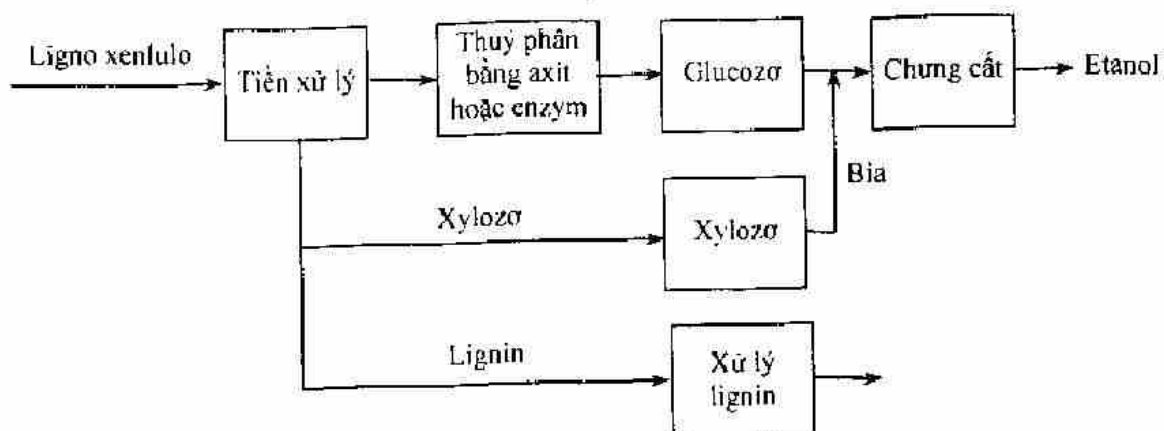
Hình 6.7. Sơ đồ chung sản xuất etanol từ biomass

6.3.3. Quy trình công nghệ tổng hợp etanol từ lignoxenlulozơ

Để thủy phân ligno xenlulo người ta phải dùng đến hoá chất. Trong quá trình này, các yếu tố quan trọng nhất là tỷ số diện tích bề mặt/ thể tích, nồng độ, nhiệt độ, thời gian phản ứng.

Tỷ số diện tích bề mặt/ thể tích chứng tỏ kích thước nguyên liệu, tỷ số này càng lớn thì nguyên liệu càng nhỏ và phản ứng càng nhanh. Tỷ lệ tối ưu là 10/1. Để đạt được tỷ lệ này, nguyên liệu (thường là gỗ vụn) phải được nghiền nhỏ rồi ngâm axit sunfuric (0,2 đến 10%) ở nhiệt độ 180°C đến 230°C, áp suất trung bình. Xenlulozơ sẽ nhanh chóng chuyển hoá thành đường, năng suất đường thu được phụ thuộc vào bản chất nguyên liệu ban đầu, nó cũng tăng lên khi tăng nồng độ axit hoặc nhiệt độ.

Thời gian phản ứng tối ưu với nồng độ axit 10% ở 100°C là 2 h.



Hình 6.8. Sơ đồ chuyển hoá ligno xenlulozơ thành etanol

6.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP LÀM KHAN ETANOL

Thông thường, etanol sản xuất ra có nồng độ 96% là phổ biến nhất, vì đối với hỗn hợp etanol - nước, điểm sôi cực đại (azeotrope) ở nồng độ 96% etanol và 4% nước. Không thể tạo ra etanol tinh khiết hơn 96%. Để tạo ra etanol có nồng độ hơn 99%, phải tiến hành các biện pháp loại nước, hay còn gọi là làm khan.

6.4.1. Làm khan bằng chất hút nước

Có thể dùng các chất hút nước như: Clorua canxi khan, vôi... Tuy nhiên biện pháp này ít hiệu quả.

6.4.2. Chung cất phân đoạn

Đó là phương pháp cho thêm một cấu tử vào hỗn hợp để phá vỡ điểm sôi. Cấu tử thêm thường là benzen và hỗn hợp lại được chưng cất phân đoạn một lần nữa. Benzen tạo ra điểm sôi hỗn hợp cấp ba với nước và etanol nhằm loại bỏ etanol ra khỏi nước và điểm sôi hỗn hợp cấp hai với etanol loại bỏ phần lớn benzen. Etanol tạo ra không chứa nước. Tuy nhiên, một lượng rất nhỏ benzen vẫn còn lại gây độc hại. Nếu sử dụng etanol này pha xăng thì không có vấn đề gì, nhưng nếu sử dụng cho thực phẩm thì không phù hợp nên phương pháp này ít được sử dụng.

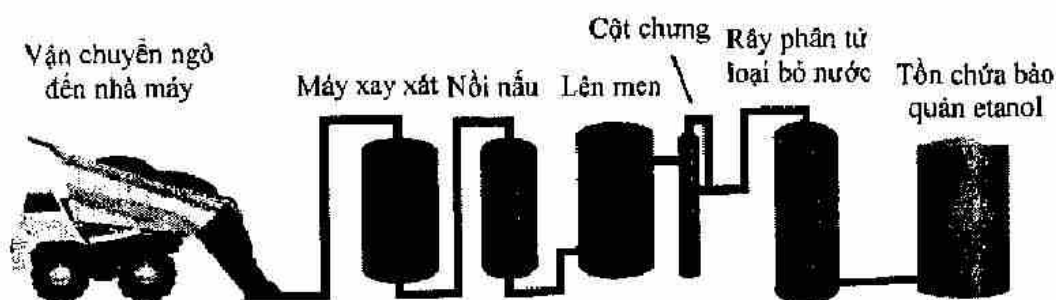
6.4.3. Sử dụng rây phân tử

Rây phân tử là vật liệu có lỗ xốp, sử dụng để hấp phụ chọn lọc nước từ dung dịch 96% etanol. Có thể sử dụng zeolit dạng viên hoặc bột yếm mạch. Tuy nhiên zeolit có giá trị hơn do khả năng hấp phụ chọn lọc cao, lại tái sinh được. Số lần sử dụng zeolit không hạn chế do có thể tái tạo bằng cách làm khô với luồng khí CO₂ nóng. Etanol tinh khiết sản xuất theo phương pháp này đương nhiên không chứa benzen. Etanol tinh khiết thu được có thể được sử dụng để làm mạnh thêm các loại rượu vang (tăng độ rượu).

Các chất zeolit dùng để hấp thụ nước trong etanol có thể chế tạo từ caolan, là nguồn khoáng sét vô tận ở nước ta. Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã thành công trong việc tổng hợp zeolit A, P, KF dùng để khử nước trong cồn, nâng độ cồn lên đến trên 99,5%.

Trên thực tế, có thể kết hợp cả hai phương pháp chưng cất và sàng phân tử. Điển hình của công nghệ này là của hãng UOP (Mỹ). Hình 6.9 là công nghệ sản xuất etanol của UOP sử dụng cả tháp chưng cất và sàng phân tử để làm khan.

Sản xuất etanol bằng lên men ngô



Hình 6.9. Sơ đồ công nghệ sản xuất etanol của UOP

6.4.4. Sử dụng phụ gia

Hiện nay có một xu hướng là có thể sử dụng etanol nồng độ thấp (chỉ cần trên 92%), nhưng có phụ gia. Phụ gia có vai trò xúc tiến cho sự hoà tan giữa xăng và etanol tốt hơn. Mặt khác, phụ gia ngăn ngừa sự tách pha (tách nước) và ngăn ngừa sự thâm nhập của hơi nước khí quyển vào xăng trong quá trình bảo quản và sử dụng. Phụ gia có tác dụng tốt thường là các loại rượu có phân tử lớn hơn như: rượu isopropylic, isobutyric... Cũng có thể gọi các phụ gia này là các dung môi trung chuyển.

Tuy nhiên, trong điều kiện nóng ẩm như nước ta, cồn pha xăng phải đạt nồng độ xấp xỉ 100% mới đảm bảo yêu cầu. Chính vì vậy, sự chưa ổn định công nghệ và chi phí cao của các phương pháp làm khan cồn đã ảnh hưởng đến giá của xăng etanol.

6.5. CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG CỦA XĂNG ETANOL

6.5.1. Chỉ tiêu chất lượng etanol dùng để pha vào xăng

Để dùng làm nhiên liệu pha vào xăng, etanol cần đạt được các chỉ tiêu nhất định. Trong bảng 6.3 đưa ra mức qui định chất lượng của etanol.

Các chỉ tiêu của etanol biến tính được xác định theo các phương pháp ASTM 1613, ASTM D 5501, ASTM E 1064... hoặc một loạt các tiêu chuẩn TCVN.

Bảng 6.3. Các chỉ tiêu chất lượng của etanol dùng để pha vào xăng

TT	Tên chỉ tiêu theo ASTM D4806	Mức qui định
1	Etanol, % thể tích	>92,1
2	Metanol, % thể tích	<0,5
3	Nhựa tan trong dung môi, mg/100 ml	<5,0
4	Hàm lượng các chất làm biến tính, % thể tích	1,96 ÷ 4,76
5	Hàm lượng nước, % thể tích	<1
6	Độ axit (axit axetic), % khối lượng	<0,007
7	Hàm lượng các clorit vô cơ, ppm	<40
8	Hàm lượng đồng, mg/kg	<0,1
9	Độ pH	6,5 ÷ 9
10	Hàm lượng lưu huỳnh, ppm	<30

6.5.2. Chỉ tiêu chất lượng của xăng etanol

Sau khi tổng hợp được etanol theo tiêu chuẩn qui định, có thể pha trộn với xăng dầu mỏ để tạo xăng sinh học. Với nồng độ etanol nhỏ hơn hoặc bằng 10% thì không phải thay đổi cơ cấu động cơ. Nhưng nếu nồng độ etanol lớn hơn 10% thì phải thiết kế lại động cơ đốt trong sử dụng nhiên liệu này.

Để pha chế etanol vào xăng, phải tuân thủ các tiêu chuẩn đã được chuẩn hoá như ASTM của Mỹ hoặc hệ thống tiêu chuẩn của Châu Âu. Về cơ bản, etanol sử dụng pha vào xăng phải đạt các chỉ tiêu kỹ thuật như trong bảng 6.3. Nhìn bề ngoài, sản phẩm phải trong và sáng, không có các chất lơ lửng. Những vi phạm các tiêu chuẩn này sẽ gây nên nhiều tác hại cho động cơ.

Theo các nhà khoa học, về mặt nhiệt lượng thì 1,5 lít etanol có thể thay thế cho 1 lít xăng. Nếu pha 10 ÷ 15% etanol vào xăng thì công suất, hiệu suất và độ mài mòn động cơ hầu như không thay đổi.

Cồn là hợp chất hữu cơ như dầu mỏ, nên có khả năng cháy tốt. Vì vậy, về nguyên tắc, cồn khan 99,5% hoàn toàn có thể sử dụng làm nhiên liệu cho ô tô, xe máy. Tuy nhiên do đặc tính phân cực của cồn nên có thể gây ra ăn mòn kim loại, làm hỏng các chi tiết cao su, nhựa có trong động cơ. Ở các nước tiên tiến trên thế giới, như Brazil, Mỹ..., để sử dụng nhiên liệu có độ cồn cao, như nhiên liệu E85 (hỗn hợp pha 85% etanol và 15% xăng từ dầu mỏ) thì động cơ phải được sản xuất riêng như mẫu xe Saab 9-5 hoặc Ford Focus ở Châu Âu.



Hình 6.10. Minh họa sử dụng xăng E85 ở Mỹ

Tại Hoa Kỳ, từ năm 2005 đã đưa vào sử dụng nhiên liệu E85 với số lượng lớn và động cơ chế tạo riêng cho loại nhiên liệu này. Các tính chất vật lý của nhiên liệu E85 được mô tả trong bảng 6.4 và 6.5.

Trong bảng 6.5 đưa ra so sánh về các tính chất của các loại nhiên liệu khác nhau.

Hiệp hội ô tô Mỹ đưa ra tiêu chuẩn về xăng etanol cho động cơ đốt trong cần tia lửa điện (bảng 6.6).

Bảng 6.4. Các tính chất vật lý của nhiên liệu E85

<i>TT</i>	<i>Các thông số</i>	<i>Đặc tính</i>
1	Mật độ hơi	Hơi etanol cũng tương tự như hơi xăng, chúng nặng hơn không khí nên có xu hướng lắng đọng ở vùng thấp. Hơi etanol phát tán nhanh hơn hơi xăng
2	Độ hoà tan vào nước	Etanol tan tốt trong nước, nhưng để lâu có thể tách pha từ nước
3	Năng lượng	Nhiệt lượng toả ra của etanol ít hơn so với xăng. Nếu so sánh về mặt nhiệt năng thì 1 gallon E85 tương đương với 0,72 gallon xăng
4	Đặc tính ngọn lửa	Ngọn lửa của etanol không sáng bằng ngọn lửa khi đốt cháy xăng
5	Trọng lượng	Etanol và hỗn hợp xăng etanol nặng hơn xăng
6	Tính dẫn điện	Etanol và hỗn hợp xăng etanol dẫn điện, trong khi đó xăng không dẫn điện
7	Tỷ lệ không khí cần	E85 cần nhiều nhiên liệu so với không khí so với xăng, vì vậy, E85 không sử dụng đối với xe cộ loại thường
8	Độ độc	Xăng etanol ít độc hơn xăng metanol. Các hợp chất gây ung thư không có trong etanol tinh khiết. Nhưng vì xăng được sử dụng dưới dạng pha trộn nên E85 có thể có chứa các chất gây ung thư.
9	Tính dễ bốc cháy	Ở nhiệt độ thấp, hơi đậm đặc của E85 trong bể chứa có thể rơi vào vùng bắt cháy. Nhiệt độ cháy phụ thuộc vào mật độ hơi của E85

Bảng 6.5. So sánh các tính chất của nhiên liệu khác nhau

TT	Đặc tính	Metanol	Etanol	Xăng RON 87	Xăng E85
1	Công thức hoá học	CH ₃ OH	C ₂ H ₅ OH	C ₄ đến C ₁₂ nhánh	*
2	Thành phần phân tử (% TL)	38C, 12H, 50 O	52C, 13H, 35 O	85 ÷ 88C, 12 ÷ 15H	57C, 13H, 30 O
3	Trị số octan (R+M)/2	100	98 ÷ 100	86 ÷ 94	105
4	Nhiệt trị thấp Btu/LB	8,570	11,500	18,000 ÷ 19.000	12,500
5	Tương đương gallon	1,8	1,5	1	1,4
6	So sánh với xăng về hệ số sử dụng	55%	70%	-	72%
7	Tỷ lệ về mặt kích thước bể chứa	1,8 lần lớn hơn	1,5 lần lớn hơn	1	1,4 lần lớn hơn
8	Áp suất hơi (Psi)	4,6	2,3	8,15	6,12
9	Điểm bốc cháy				
	- Nhiên liệu trong không khí (%)	7 ÷ 36	3 ÷ 19	1 ÷ 8	*
	- Nhiệt độ (°F)	800	850	495	*
10	Tỷ trọng	0,796	0,794	0,72 ÷ 0,78	0,78
11	Khởi động nguội	Kém	Kém	Tốt	Tốt
12	Công suất xe cộ	4% công suất cần tăng lên	5% công suất cần tăng lên	Tiêu chuẩn	3 ÷ 5% công suất cần tăng lên
13	Tỷ lệ không khí/nhiên liệu (tỷ lệ trọng lượng)	6,45	9	14,7	10

**Bảng 6.6. Tiêu chuẩn ASTM cho xăng etanol
đối với động cơ đốt trong cần tia lửa điện**

TT	Đặc tính	Xếp hạng			Phương pháp thử
		1	2	3	
1	Xếp hạng tính bay hơi theo ASTM				N/A
2	Etanol + rượu cao hơn (min, %)	79	74	70	ASTM D5501
3	Hydrocacbon (bao gồm denaturant)	17 ÷ 21	17 ÷ 26	17 ÷ 30	ASTM D4815
4	Áp suất hơi ở 37,8°C kPa Psi	38 ÷ 59	48 ÷ 65	66 ÷ 83	ASTM D4953
		5,5 ÷ 8,5	7,0 ÷ 9,5	9,5 ÷ 12,0	D5190
					D5191
5	Photpho (max, mg/l)	0,3	0,3	0,4	ASTM D3231
6	Sunfua (max, mg/kg)	210	260	300	ASTM D3120 D1266
7	Metanol (max, %TT)	-	0,5	N/A	
8	Các rượu béo cao, C ₃ ÷ C ₈ (max, %TT)	-	0,5	-	N/A
9	Nước (max, %KL)	-	1,0	-	ASTM E203
10	Độ axit như axit axetic (max, mg/kg)	-	50	-	ASTM D1613
11	Clorit vô cơ (max, mg/kg)	-	1	-	ASTM D512 D7988
12	Nhựa không rửa được bằng dung môi (max, mg/100 ml)	-	20	-	ASTM D381
13	Nhựa rửa được bằng dung môi (max, mg/100 ml)	-	5,0	-	ASTM D381
14	Đồng (max, mg/100 ml)	-	0,07	-	ASTM D1688

Sự pha trộn E85 được thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM D 5798 hay ASTM D 4806. Xăng để pha nhiên liệu E85 phải không chứa chì. Có thể pha trộn thêm một số phụ gia, chẳng hạn như MTBE, ETBE hoặc este của dãy béo, nhưng nhất thiết không được có phụ gia tẩy rửa có tính kiềm trong nhiên liệu này.

Nhiên liệu E85 là nhiên liệu rất thân thiện với môi trường. Có thể coi như đây là nhiên liệu tái tạo. Ngay cả khí thải của chúng cũng giúp ích cho việc tổng hợp ra chính etanol ban đầu. Có thể tóm tắt như sau: Cây cối hấp thụ khí CO₂ khí thải của động cơ chạy xăng etanol trong quá trình quang hợp để phát triển, đến khi thu hoạch, chúng cung cấp nguyên liệu cho nhà máy để lên men tạo etanol, pha 85% etanol vào xăng tạo E85 làm nhiên liệu cho xe ô tô; khí thải của xe ô tô lại có CO₂ sử dụng cho quang hợp; và cứ như thế, tạo thành một chu tuần hoàn trình kín mang lại lợi ích cho con người.

Trên thực tế, nước ta chưa sản xuất được cồn khan trên qui mô công nghiệp và việc áp dụng pha etanol vào xăng cũng chỉ dừng ở qui mô phòng thí nghiệm. Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng xăng pha cồn như hỗn hợp này rất háo nước, trong khi đó Việt Nam lại là nước có độ ẩm cao, các bể chứa thường chôn sâu dưới đất nên dễ hấp thụ hơi nước, làm cho xăng sẽ bị lẫn một lượng nước nhất định. Trong quá trình tồn chứa, nước sẽ tách thành pha riêng gây ăn mòn đáy bồn bể và làm giảm chất lượng của xăng. Chính vì lý do đó mà cần phải có các nghiên cứu cơ bản về vấn đề chống tách pha trong xăng etanol.

Một yếu tố nữa cũng cần tính đến đó là giá cả etanol tại Việt Nam. Tại Hoa Kỳ, 1 lít cồn có giá chỉ 12 cent (khoảng 1.800 VND), nhưng ở nước ta 1 lít cồn công nghiệp có giá 4000 + 6000 đồng, còn cồn thực phẩm lại có giá đến 8.000 đồng, cộng thêm chi phí khác nữa thì xăng pha cồn sẽ cao hơn nhiều so với xăng thường. Do vậy cũng cần nghiên cứu mở rộng sản xuất trên khía cạnh vùng nguyên liệu để giảm giá thành chế tạo ra etanol.

6.6. TRIỂN VỌNG SẢN XUẤT, SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU SINH HỌC

6.6.1. Tình hình sản xuất, sử dụng xăng etanol trên thế giới

Do có nguồn gốc từ cây trồng nên etanol mang lại nhiều lợi ích: An toàn năng lượng, giá nhiên liệu thấp, giảm khí CO₂, tái sinh nền công nghiệp, tạo thêm nhiều việc làm cho nông dân. Việc sản xuất etanol từ nguyên liệu sinh khối như: Rơm rạ, cành cây nhỏ, củi tre... đang có dấu hiệu rất khả quan, báo hiệu thời điểm đẩy mạnh việc sản xuất và sử dụng nguồn nguyên liệu vô tận đang đến.

Xăng Etanol được sử dụng rộng rãi nhất ở Brazil và Mỹ. Hai nước này cũng đứng đầu trong việc sản xuất etanol trên toàn thế giới (89% tổng lượng etanol sản xuất trên thế giới, 2008). Năm 2008, Mỹ sản xuất 9 tỷ gallon, Brazil sản xuất 6,47 tỷ gallon etanol.

Ngoài Brazil, Mỹ, các nước sản xuất tiêu thụ nhiều etanol khác là Liên minh Châu Âu, Trung Quốc, Canada, Thái Lan...

Bảng 6.7. Thống kê các nước sản xuất etanol nhiều nhất thế giới năm 2008

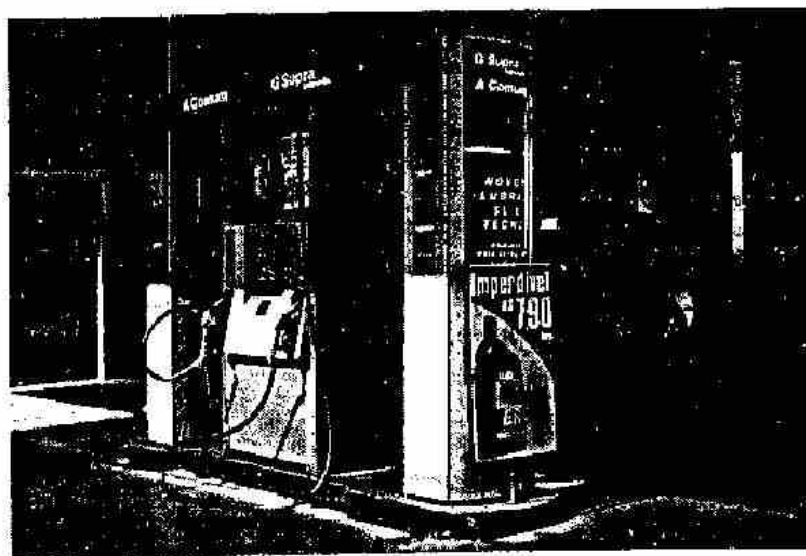
<i>STT</i>	<i>Nước</i>	<i>Sản lượng 2008 (triệu gallon/năm)</i>
1	Mỹ	9.000,0
2	Brazil	6.472,2
3	EU	733,6
4	Trung Quốc	501,9
5	Canada	237,7
6	Thái Lan	89,8
7	Colombia	79,3
8	Ấn Độ	66,0
	Toàn thế giới	17.335,29

a. Brazil

Brazil sản xuất mỗi năm 14 tỷ lít cồn (tương đương với 20 vạn thùng) từ cây mía. Chương trình sản xuất này tạo việc làm cho 1 triệu người và tiết kiệm được 60 tỷ USD tiền nhập xăng dầu trong 3 thập kỷ

qua. Số tiền này lớn gấp 10 lần chi cho chương trình trên và gấp 50 lần số tiền trợ cấp ban đầu. Từ năm 1985 sản lượng etanol nhiên liệu đạt bình quân 10 triệu tấn/năm, thay thế lũy kế cho 200 tấn dầu mỏ. Năm 2005 có 70% số ô tô đã sử dụng nhiên liệu sinh học. Hiện nay toàn bộ xăng chạy ô tô của Brazil đều pha 20 ÷ 25% etanol sinh học. Brazil có thể sản xuất lượng etanol thay thế 10% nhu cầu xăng dầu của thế giới trong vòng 20 năm tới với lượng xuất khẩu khoảng 200 tỷ lít, so với mức 30 tỷ lít hiện nay. Luật pháp Brazil qui định tất cả các loại xe phải sử dụng xăng pha 22% etanol và nước này đã có 20% số lượng xe chỉ sử dụng etanol 100%. Cho đến 2012 Brazil dự định sẽ đưa vào hoạt động trên 70 nhà máy mới chuyên sản xuất etanol.

Ở Brazil, tất cả các xe ô tô đều sử dụng xăng etanol, tỷ lệ etanol linh hoạt từ E20 tới E100. Chương trình quốc gia về cồn (National Program of Alcohol, Proalcool) bắt đầu năm 1975 sau cuộc khủng hoảng dầu mỏ (1973) đã thay đổi tình hình sử dụng nhiên liệu trên toàn quốc gia. Từ 1976 tới 1992, Brazil sử dụng xăng etanol từ E10 tới E22. Năm 1993 bắt buộc dùng E22. Từ 2003 đến 2007, Brazil giới hạn tỷ lệ etanol trong xăng tối đa là 25%, tối thiểu 20%, điều này là do ảnh hưởng của sản lượng mía và năng suất chuyển hoá từ mía thành etanol nhiên liệu. Từ 1-7-2007 đến nay, xăng etanol tiêu chuẩn ở Brazil là E25.

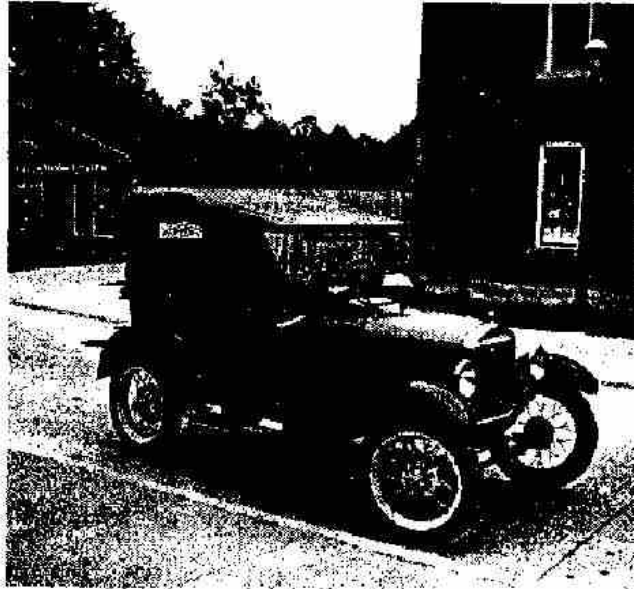


Hình 6.11. Hình ảnh trạm xăng ở Sao Paulo, Brazil
(ký hiệu A cho xăng etanol và G cho xăng thường)

b. Mỹ

Mỹ đề ra đến 2020 sử dụng 20% nhiên liệu sinh học trong giao thông.

Henry Ford có thể được coi là người đầu tiên khảo sát ứng dụng xăng etanol vào công nghiệp ô tô với chiếc xe “Quadricycle” năm 1896 chạy etanol nguyên chất. Vài năm sau đó, ông tiếp tục sản xuất loại Ford Model T, xe này được cả xăng và etanol, cả hỗn hợp hai loại.



Hình 6.12. Xe Ford model T chạy xăng linh hoạt từ E0 tới E100

Theo số liệu của RFA (Renewable Fuels Association, Mỹ), sản lượng etanol ở Mỹ qua các năm 2000, 2002, 2003, 2004 lần lượt là 1,63; 2,13; 2,80; 3,40 tỷ gallon. Như vậy là qua 4 năm mức sản xuất etanol đã tăng gấp đôi.

Tính đến 2008, các bang Missouri, Minnesota, và Hawaii đã yêu cầu trộn etanol vào xăng bán cho xe máy. Các hãng ô tô như Ford, Chrysler, GM đưa ra thị trường loại động cơ linh hoạt, chạy được từ E0 tới E85. Toàn nước Mỹ có khoảng 1900 trạm bán xăng etanol.

Etanol ở Mỹ chủ yếu sản xuất từ ngô, nguyên liệu này rẻ hơn mía từ 5 tới 6 lần. Nguyên liệu thứ hai là củ cải đường, hiệu suất tạo etanol tương tự như ngô nhưng có ưu điểm là không ảnh hưởng đến vấn đề an ninh lương thực.

c. Canada

Mỗi năm Canada sản xuất 130 triệu lít xăng etanol từ ngũ cốc (grain based). Người ta ước tính sản lượng này sẽ tăng gấp ba trong vòng vài năm tới nhờ tìm ra thêm nhiều nguyên liệu mới ngoài cây lương thực. Ở Canada, etanol sử dụng làm xăng được chấp nhận rộng rãi, đã có hơn 950 điểm bán lẻ kinh doanh sản phẩm E10 (10 % etanol, 90% xăng thường).

Canada đang nghiên cứu ứng dụng sản xuất etanol từ gỗ vụn, về tiềm năng, người ta ước tính chỉ cần lượng gỗ vụn ở British Columbia cũng đủ thay thế một nửa nhu cầu về nhiên liệu xăng ở Canada bằng E10. Còn nếu sử dụng toàn bộ gỗ vụn trên cả nước thì sẽ đủ đáp ứng toàn bộ nhu cầu xăng etanol của Canada (theo số liệu 2005 là 3,8 tỷ lít/năm hay chính là 10% dùng pha trộn với xăng thường để tạo ra E10).

d. Các nước khác

Trong khối EU nhiên liệu sinh học là một ưu tiên trong chính sách môi trường và giao thông. Theo ước tính của các nhà kinh tế sử dụng nhiên liệu sinh học, hàng năm có thể tiết kiệm được 120 triệu thùng dầu thô vào năm 2010.

Từ đầu năm 2004 các trạm xăng Aral và Shell ở Đức bắt đầu thực hiện chỉ thị 2003/30/EU mà theo đó từ 31-12-2005 ít nhất 2% và đến 31-12-2010 ít nhất 5,75% các nhiên liệu dùng để chuyên chở phải có nguồn gốc tái tạo.

Tại Áo, một phần chỉ thị của EU đã được thực hiện sớm hơn từ 1-11-2005 với dầu diesel phải pha 5% nguồn gốc sinh học.

EU đặt mục tiêu đến 2020 sản xuất điện năng từ các nguồn năng lượng tái sinh. EU qui định các nước thành viên phải sử dụng ít nhất 10% nhiên liệu sinh học từ nay đến 2020.

Indonesia đã trợ cấp khoảng 7 tỷ USD cho năng lượng. Nước này đặt mục tiêu đến năm 2010 nhiên liệu sinh học đáp ứng 10% nhu cầu cho ngành điện và giao thông. Hiện nay ở Indonesia phần lớn xe buýt và xe tải chạy bằng dầu diesel sinh học (hỗn hợp dầu cọ với nhiên liệu hoá thạch).

Tại Trung Quốc, các tỉnh Hà Nam, An Huy, Cát Lâm, Hắc Long Giang... đã sản xuất etanol từ lương thực tồn kho với sản lượng hàng

năm 1,02 triệu tấn/năm. Riêng tỉnh Hắc Long Giang sản xuất etanol năng suất 5000 tấn/năm. Nước này đang nghiên cứu công nghệ sản xuất etanol từ xenlulozơ và hiện đã có cơ sở đạt 600 tấn/năm. Theo kế hoạch, đến năm 2010 sản lượng nhiên liệu sinh học của Trung Quốc khoảng 6 triệu tấn. Đến năm 2020 là 19 triệu tấn trong đó etanol là 10 triệu tấn, biodiesel là 9 triệu tấn.

Malaysia hiện có ba nhà máy sản xuất nhiên liệu sinh học với công suất 276.000 tấn/năm. Chính phủ nước này đặt mục tiêu sản xuất 1 triệu tấn dầu diesel sinh học xuất khẩu vào năm 2007 - 2008. Hiện nay Malaysia đã trồng được 10.000 cây jatropha để chiết xuất lấy dầu diesel.

Thái Lan đã xây dựng chương trình phát triển năng lượng thay thế các nguồn nhiên liệu hoá thạch.

Tại Nhật bản, năm 2001 đã sử dụng tế bào *Rhizopus oryzae* cố định để sản xuất diesel sinh học với tỷ lệ chuyển hoá đạt 80 % và tương lai có thể đạt trên 95%, giá thành của phương pháp này giảm hơn so với phương pháp hoá học từ 15 ÷ 20%.

Pháp sử dụng dầu hạt cải và dầu của cây jatropha để sản xuất nhiên liệu sinh học biodiesel.

e. Việt Nam

Tại Việt Nam, vừa qua Bộ Công nghiệp đã xây dựng Đề án phát triển nhiên liệu sinh học (NLSH) đến 2015, tầm nhìn đến 2020 và được Thủ tướng chính phủ phê duyệt đề án này vào ngày 20-11-2007. Theo đề án, trong giai đoạn 2006 - 2010, Việt Nam sẽ tiếp cận công nghệ sản xuất nhiên liệu sinh học, xây dựng mạng lưới thí điểm phân phối nhiên liệu sinh học tại một số tỉnh thành, qui hoạch vùng trồng cây nguyên liệu cho năng suất cao, đào tạo cán bộ chuyên sâu về kỹ thuật. Giai đoạn 2011 - 2015 sẽ phát triển mạnh sản xuất và sử dụng nhiên liệu sinh học thay thế một phần nhiên liệu truyền thống. Mở rộng qui mô sản xuất và mạng lưới phân phối phục vụ giao thông và các ngành sản xuất công nghiệp khác. Đến năm 2020 công nghệ sản xuất nhiên liệu sinh học ở Việt Nam sẽ đạt trình độ tiên tiến trên thế giới với sản lượng khoảng 5 tỷ lít xăng E10 và 500 triệu lít dầu diesel B10 trong 1 năm. Từ tháng 8-2007, một hệ thống sản xuất nhiên liệu sinh học từ dầu ăn phế thải với công suất 2 tấn/ngày

đã triển khai tại Công ty Phú Xương T.P. Hồ Chí Minh. Việt Nam có nguồn nguyên liệu dồi dào đó là mỡ cá tra và cá basa, dầu hạt cao su, dầu dừa... để sản xuất biodiesel. Sắp tới một dây chuyền công nghệ năng suất cao sẽ hình thành tại tỉnh Long An để sản xuất và pha chế nhiên liệu B5 đạt tiêu chuẩn để chạy động cơ diesel.

Cũng theo Đề án trên, từ nay đến năm 2015, ngân sách nhà nước sẽ chi khoảng 260 tỷ VN đồng để nghiên cứu, mua công nghệ, máy móc thiết bị, sản xuất thử NLSH. Đề án đặt mục tiêu qui hoạch vùng nguyên liệu để sản xuất NLSH như cồn, dầu mỡ động thực vật. Đến năm 2010 NLSH sẽ thay thế 0,4% xăng dầu. Đến năm 2015 sẽ thay thế 1% năng lượng xăng dầu tiêu thụ.

Sản lượng bioetanol sử dụng vào mục đích giao thông vận tải thay thế xăng từ dầu mỏ trong năm 2007 của một số nước được thống kê trong bảng 6.8.

Bảng 6.8. Sản lượng bioetanol cho giao thông vận tải

<i>Thứ hạng</i>	<i>Nước</i>	<i>Sản lượng (triệu galon US)</i>
1	Mỹ	6.498,6
2	Brazil	5.019,2
3	Châu Âu (EU)	570,3
4	Trung Quốc	486
5	Canada	211,3
6	Thái Lan	79,2
7	Colombia	74,9
8	Ấn Độ	52,8
9	Trung Mỹ	39,6
10	Úc	26,4
11	Thổ Nhĩ kỳ	15,8
12	Pakistan	9,2
13	Peru	7,9
14	Argentina	5,2
15	Paraguay	4,7
	Tổng cộng	13.101,7

6.6.2. Giá cả

Giá cả của etanol phụ thuộc vào giá nguyên liệu, công nghệ, năng suất.

Những ngày đầu năm 2010, giá xăng E85 khoảng 2.27 USD/gallon.

6.7. CÁC LOẠI CÂY NÔNG, LÂM NGHIỆP CUNG CẤP NGUYÊN LIỆU CHO NHIÊN LIỆU SINH HỌC

Các loại cây sau đây đang được sử dụng để cung cấp nguyên liệu sản xuất nhiên liệu sinh học:

- Mỹ sử dụng ngô để sản xuất etanol.
- Ấn Độ dùng cây cọ dầu và jatropha để sản xuất diesel sinh học. Ủy ban phát triển nhiên liệu sinh học của Ấn Độ đề nghị trồng cọ dầu trên diện tích 11,2 triệu ha đất thoái hoá, đất bỏ hoang và các loại đất khác.
- Brazil sản xuất cồn từ mía. Để phát triển trồng cây mía, nước này khuyến khích giảm thuế sản xuất và tiêu thụ etanol.
- Các nước EU sử dụng đậu tương, hạt cải dầu (*brassica napus*) và dầu mỡ phế thải từ động vật, thực vật để sản xuất nhiên liệu sinh học.
- Thụy Điển sản xuất etanol từ xenlulozo.
- Indonesia sản xuất nhiên liệu sinh học từ cây cọ dầu (*jatropha curcas* L), cây cọ dầu (*elaeis guineensis*). Cây jatropha có ưu điểm là có thể trồng được trên vùng đất khô cằn, kinh phí lập một đồn điền jatropha chỉ bằng 1/10 kinh phí lập một đồn điền cọ dầu. Mặt khác, cọ dầu phải trồng tới 4 năm mới thu hoạch được, trong khi đó cây jatropha chỉ mất một năm. Với các lý do trên, hiện nay trên thế giới có xu hướng phát triển trồng cây jatropha.
- Malaysia sản xuất nhiên liệu diesel từ cây jatropha
- Trung Quốc đang triển khai sản xuất etanol sinh học từ cây jatropha, cây hoàng liên mộc (*pistacia chinensis bunge*), cây vắn quan (*xanthoceras sorbifolia bunge*). Hiện nay nước này đã có 9 tỉnh có trạm xăng etanol và trồng được 40.000 cây jatropha.

- Thái Lan trồng cây sắn để sản xuất etanol. Đến quý 1/2008 có khoảng 2 triệu cây sắn để phục vụ các nhà máy.

- Việt Nam sản xuất nhiên liệu sinh học từ dầu mỡ phế thải, mỡ cá tra và cá basa, dầu dừa và dầu hạt cao su.

6.8. CÁC LOẠI HÌNH XĂNG ETANOL ĐƯỢC SỬ DỤNG TRÊN THẾ GIỚI

6.8.1. Hỗn hợp E5, E7, E10

Động cơ chạy xăng E10 thì không cần thay đổi gì so với chạy xăng thường. Xăng E10 có trị số octan cao hơn xăng thường khoảng 2 - 3 đơn vị. Ở Mỹ, xăng etanol E10 là phổ biến nhất.

Theo quy định của CAAA (Clean Air Act Amendments, Mỹ) năm 1995, xăng chứa oxy cần chứa ít nhất 2,7% oxy (theo khối lượng), còn xăng công thức mới cần chứa ít nhất 2,0%, nhằm giảm lượng phát thải CO và kiểm soát lượng ozone hình thành trên mặt đất. Theo tính toán, để đạt được 2,7% oxy trong nhiên liệu, người ta cần trộn xăng thường với 7,76% etanol; để đạt 2,0% oxy trong nhiên liệu, người ta cần trộn xăng thường với 5,75% etanol ($2,0 \times 46/16 = 5,75$). Như vậy E10 là một lựa chọn thích hợp. Tuy rằng khi pha etanol, nhiệt cháy của nhiên liệu giảm nhưng với tỷ lệ 10%, lượng giảm này không đáng kể so với những lợi ích xã hội, môi trường mà nó mang lại.

Xăng E5, E7 cũng khá phổ biến, đây là giải pháp an toàn cho động cơ, góp phần tiết kiệm nhiên liệu từ dầu mỏ, đặc biệt ý nghĩa với những nước nhập khẩu dầu nhiều như Mỹ.

Ở Thái Lan, E10 đã trở nên phổ biến từ năm 2007. Ở Anh, hệ thống siêu thị Tesco bắt đầu bán xăng E5 với trị số octan RON = 99 với giá rẻ hơn xăng không chì của Shell (RON = 99) và BP's Ultimate (RON = 97). Ở Úc, xăng E10 cũng đang được bán song song xăng không chì, giá rẻ hơn vài cent, và chủ yếu sản xuất từ mía. Ở Thụy Điển, tất cả xăng có trị số octan 95 trên thị trường đều là E5, nước này đang nghiên cứu triển khai E10 trong vòng vài năm tới.

6.8.2. Hỗn hợp E15

Sau khi chứng tỏ được sự thành công của E10, người ta muốn nâng cao hơn nữa tỷ lệ etanol trong xăng mà không ảnh hưởng gì tới động cơ.

Tháng 10 năm 2008, NREL (National renewable Energy Laboratory) - phòng thí nghiệm nghiên cứu năng lượng tái tạo Mỹ - đã đưa ra báo cáo đánh giá ảnh hưởng của E10, E15, E20 đến động cơ. Kết quả cho thấy các nhiên liệu này không hề làm tắc bộ lọc, gây khó vận hành hay khó khởi động khi trời lạnh (thí nghiệm ở 24°C và 10°C). Xăng etanol còn có tính kinh tế cao, ví dụ xét về quãng đường đi được trên 1 dặm, E20 có tính kinh tế hơn E0 là 7,7%

6.8.3. Hỗn hợp E20, E25

Với động cơ thông thường, etanol có thể pha trộn tới tỷ lệ 20% mà không cần thay đổi gì, do đó người ta ưa chuộng sử dụng xăng pha etanol nồng độ thấp hơn là sử dụng E85 hay E100.

Brazil sử dụng E20 từ những năm 70, đến 2007, cả nước bắt buộc dùng E25.

Thái Lan bắt đầu sử dụng E20 năm 2008 tuy hiện chưa mở rộng ra phạm vi cả nước được vì nguồn cung cấp vẫn còn thiếu.

Mỹ dự kiến sẽ sử dụng E20 trên toàn quốc từ 2013.

6.8.4. Hỗn hợp E70, E75, E85

E85 được sử dụng phổ biến ở Mỹ và Thụy Điển, tuy nhiên trong thời tiết quá lạnh động cơ thường bị khó khởi động. Ở những vùng nhiệt độ mùa đông xuống thấp hơn 0°C người ta chuyển sang dùng E70, E75 để dễ khởi động. Ví dụ ở Wyoming (Mỹ), từ tháng 10 đến tháng 5 sẽ dùng xăng E70 thay cho E85. Ở Thụy Điển, từ tháng 11 tới tháng 3 dùng E75 thay cho E85.

Trong những tháng mùa đông, áp suất hơi nhiên liệu cũng là một yếu tố rất đáng quan tâm. Ví dụ khi áp suất hơi nhiên liệu thấp dưới 45 kPa, tỷ lệ pha trộn etanol tối đa là 75% mới đảm bảo động cơ khởi động được.

Ở Mỹ, tổ chức National Ethanol Vehicle Coalition (NEVC) đang tích

cực xúc tiến việc sử dụng E85 (xăng có 85% etanol) làm nhiên liệu động cơ. NEVC ủng hộ loại nhiên liệu này vì nó cháy rất sạch, nguyên liệu sản xuất nó có thể tái tạo được. E85 có trị số octan rất cao, lên tới 105. Tuy nhiên loại nhiên liệu này đòi hỏi một loại động cơ khác xăng thường, các nhà sản xuất như Daimler Chrysler, Ford, General NEVC Motors, Isuzu, Mazda, Mercedes, Mercury, và Nissan đã đưa ra thị trường các loại xe sử dụng nhiên liệu E85, trong đó chủ yếu là xe hơi và xe tải nhỏ. Chính phủ liên bang Mỹ khuyến khích việc này bằng cách giảm thuế thu nhập liên bang cho những người sử dụng E85.

Động cơ chạy E85 được coi là động cơ linh hoạt vì nó có thể chạy nhiều loại xăng, từ E0 (xăng thường) tới E85, nhưng chạy tốt nhất với E85.

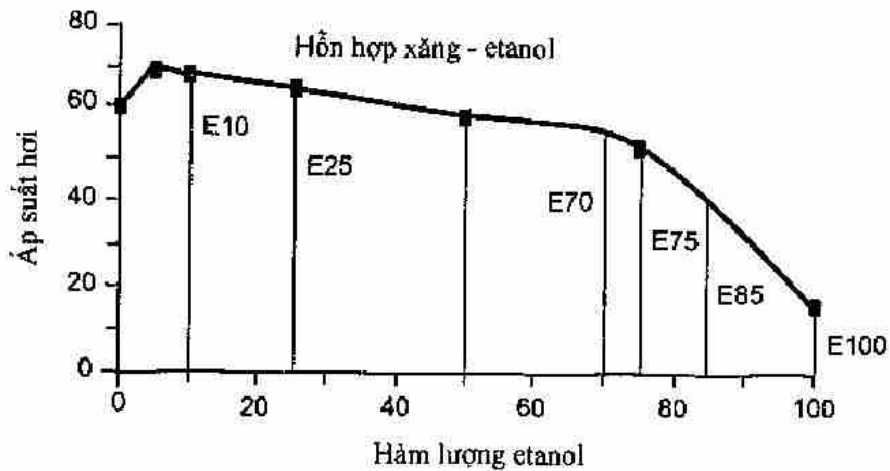
6.8.5. E100

Etanol có thể được sử dụng trực tiếp làm nhiên liệu. Xăng 100% etanol có trị số octan là 113. Khi pha chế sẽ làm tăng trị số octan của xăng thường. Các yếu tố cần thay đổi khi động cơ chạy bằng 100% etanol là bộ chế hoà khí, hệ thống phun nhiên liệu, tỷ số nén. Việc thay đổi này khá phức tạp cho nên nếu muốn sử dụng xăng etanol với nồng độ cao thì phải thay động cơ khác.

E100 đã được sử dụng rộng rãi ở Brazil từ cuối những năm 70. Xe đầu tiên chạy E100 là Fiat 147, sau đó các hãng Fiat, Volkswagen, General motor, Ford cũng đưa ra thị trường các loại xe chạy nhiên liệu E100.

E100 có áp suất hơi thấp hơn xăng thường nên thường gây ra vấn đề khó khởi động động cơ ở điều kiện lạnh, nhất là khi nhiệt độ thấp hơn 15°C. Vì vậy với người ta thường chế tạo thêm một bình xăng nhỏ dự phòng đựng xăng thường, khi trời lạnh thì bình dự phòng sẽ bơm xăng vào buồng đốt để khởi động, sau đó quá trình vận hành tiếp tục bằng etanol. Cách thứ hai khắc phục hiện tượng này là gắn thêm hệ thống sưởi, làm ấm nhiên liệu trước khi khởi động.

Do nhiệt cháy của etanol thấp hơn xăng thường nên tiêu tốn lượng nhiên liệu lớn hơn cho cùng công suất động cơ. Tuy vậy, tỷ số nén của nó cho phép nâng cao công suất và tính kinh tế cao hơn



Hình 6.13. Ảnh hưởng của áp suất hơi đến việc lựa chọn tỷ lệ pha trộn etanol vào xăng

6.9. HIỆU QUẢ KINH TẾ, XÃ HỘI VÀ MÔI TRƯỜNG KHI SỬ DỤNG XĂNG ETANOL

Việc sử dụng etanol thay thế lượng lớn dầu mỏ bằng nhiên liệu dân dụng tái tạo được (ví dụ ở Mỹ số tiền này là hơn một tỷ đô la nhập khẩu dầu mỗi năm). Điều này ảnh hưởng trực tiếp đến giá dầu thô.

Do trong phân tử etanol có chứa oxy, và bản thân etanol cũng là cấu tử có trị số octan cao, nên pha etanol vào xăng giúp nâng cao trị số octan cũng như chất lượng khí thải của động cơ xăng. Etanol làm giảm sự phát thải NO_x , CO, và giảm ô nhiễm tầng ozon. So với metanol, etanol không độc và không làm tăng khả năng bay hơi của xăng thường khi trộn lẫn, lý do là vì áp suất hơi Reid của etanol thấp. Etanol mang lại thu nhập cao cho nông dân, bởi lẽ nguyên liệu dùng để sản xuất etanol rất rẻ, bán được giá cao hơn các nông phẩm khác

Người ta đã ước tính rằng nếu thay thế mỗi lít xăng thường bằng 1 lít xăng etanol thì sự tích tụ khí cacbonic (khí nhà kính) sẽ giảm đi 70%.

Việc sử dụng etanol mở rộng nguồn cung cấp nhiên liệu cho động cơ, nâng cao chất lượng xăng bằng cách nâng cao trị số octan, giúp xăng cháy sạch hơn, hoàn toàn hơn.

6.10. TRIỂN VỌNG VỀ NHIÊN LIỆU XĂNG ETANOL TRONG TƯƠNG LAI

6.10.1. Dự báo mức tiêu thụ xăng etanol

Theo dự đoán trong tương lai gần các nhiên liệu có khả năng tái tạo như bioetanol sẽ chiếm ưu thế hơn hẳn nhiên liệu không tái tạo. Nguồn năng lượng hoá thạch đang cạn kiệt và càng ngày càng khó khai thác dẫn đến giá thành ngày càng cao. Hơn nữa, quy định về lượng khí nhà kính phát thải ngày càng nghiêm ngặt, đòi hỏi nhiên liệu có chất lượng cao hơn. Etanol chính là một tiềm năng lớn.

Với công nghệ hiện tại, chúng ta đang cố gắng sản xuất etanol từ những nguồn nguyên liệu không cạnh tranh với lương thực, hoặc nếu cạnh tranh thì phải tạo ra nhiều sản phẩm phụ giá trị. Người ta đang nghiên cứu các nguyên liệu tiềm năng khác như tảo, lignoxenlulozo, chúng có trữ lượng lớn, rẻ, không bị cạnh tranh, và không làm thay đổi cơ cấu sử dụng đất. Những nghiên cứu này sẽ áp dụng rộng rãi vào thực tế trong vòng 5 ÷ 10 năm nữa.

Các nhà khoa học Australia dự báo, tới năm 2050 người ta không còn sử dụng đơn thuần nhiên liệu từ hoá thạch nữa, thay vào đó sẽ là xăng etanol, biodiesel và một số nguồn nhiên liệu tái tạo khác.

6.10.2. Mức độ sẵn sàng của Việt Nam đối với việc sử dụng xăng etanol

Từ ngày 15/9/2008 Việt Nam thử nghiệm bán xăng E5 trên thị trường với giá rẻ hơn xăng A92 khoảng 1.500 đ/lít. Xăng này được pha từ 95% xăng A92 và 5% etanol 99,7% nhập từ Brazil. Đến 20-9-2008, xăng này ngừng cung cấp trong thời gian khoảng một năm với lý do cần thử nghiệm thêm.

Tuy chưa được bán trở lại, nhưng xăng Etanol vẫn đang được đánh giá là nhiên liệu hiệu quả, thân thiện môi trường, nó sẽ trở thành nhiên liệu chủ lực trong vòng vài năm nữa. Việc nghiên cứu, thử nghiệm vẫn tiếp tục và cho ra các kết quả hết sức khả quan.

Năm 2008, PVB đã phối hợp với Phòng thí nghiệm động cơ đốt trong, Trường ĐH Bách khoa Hà Nội để so sánh công suất, sức kéo, mức tiêu thụ nhiên liệu và hàm lượng khí thải giữa xăng E5 và xăng A92. Kết quả kiểm nghiệm cho thấy các xe sử dụng xăng E5 có tốc độ tăng tốc nhanh hơn so với sử dụng xăng A92 do xăng E5 có độ cháy triệt để hơn, công suất động cơ mạnh hơn. Sau khi cho các xe sử dụng xăng A92 và E5 chạy trên quãng đường 100 km với vận tốc trung bình từ 60 + 80 km/h, các lái xe đều có chung nhận xét sử dụng xăng E5 có độ tăng ga tốt hơn, động cơ chạy êm hơn so với xe đối chứng sử dụng xăng A92. Kết quả kiểm tra cũng cho thấy chất lượng động cơ không bị ảnh hưởng gì.

Đầu năm 2008, phòng Thí nghiệm động cơ đốt trong, ĐH Bách khoa Hà Nội đã thử nghiệm dùng xăng pha cồn nguyên chất với hai loại xe: Xe máy Super Dream và ô tô Ford Laser. Kết quả cho thấy, so với xăng A92, xăng pha 5% cồn tiết kiệm được khoảng 5% nhiên liệu, xe chạy tốt, tính năng động cơ vẫn được đảm bảo. Việc dùng xăng E5 có chi phí rẻ hơn bởi loại nhiên liệu này giúp tăng tuổi thọ của một số bộ phận trong động cơ. Tuổi thọ động cơ tăng đồng nghĩa với việc chi phí bảo dưỡng giảm. Thêm nữa việc sử dụng nhiên liệu etanol có thể tận dụng các nguồn nguyên liệu sẵn có, không bị phụ thuộc vào dầu mỏ. Ngoài ra, kết quả đo kiểm khí thải khi sử dụng xăng E5 cũng cho thấy nồng độ khí CO, CO₂ đều thấp hơn hoặc tương đương xăng A92. Đặc biệt, khí thải hydro cacbon của xăng E5 là 39, trong khi chỉ số này đối với xăng A92 là 61. Kết quả thử nghiệm này phản ánh đúng nhận định của các nhà khoa học “sử dụng xăng E5 nhiên liệu cháy triệt để hơn dẫn đến khí thải sạch hơn”.

Đến cuối năm 2009, một số điểm bán xăng E5 đã trở lại hoạt động, ví dụ trạm xăng etanol tại đường Hoàng Quốc Việt Hà Nội

6.10.3. Các ưu điểm khi dùng xăng etanol

Etanol là nhiên liệu được đánh giá là sạch hơn nhiều so với xăng có nguồn gốc dầu mỏ:

- Đây là nhiên liệu có nguồn gốc từ cây cỏ nên có thể phục hồi được;
- Vì có nguồn gốc sinh học nên quá trình sản xuất và sử dụng (đốt cháy) nhiên liệu này không làm tăng hiệu ứng nhà kính, không thải ra các

khí thải độc hại cho môi trường;

- Bản thân xăng etanol là xăng có trị số octan cao và không phải dùng đến các chất phụ gia độc hại để tăng chỉ tiêu này;

- Xăng etanol có thể được sử dụng tương thích trong các động cơ thiết kế cũ mà không cần phải sửa đổi thiết kế động cơ;

- Xăng etanol có khả năng phân huỷ sinh học nên không gây độc hại cho môi trường.

- Chính hàm lượng oxy cao trong xăng etanol đã giảm được lượng CO đáng kể từ 25 ÷ 30%, giảm NO tới 20% theo nghiên cứu của Viện US EPA của Mỹ.

6.11. TỒN CHỨA, BẢO QUẢN VÀ PHÂN PHỐI XĂNG ETANOL

6.11.1. Kiểm tra chất lượng của xăng etanol

Khi tồn chứa xăng etanol trong bồn bể chứa, phải thường xuyên lấy mẫu để kiểm tra chất lượng. Quá trình kiểm tra được thực hiện trong các phòng thí nghiệm. Có thể kiểm tra định kỳ, ít nhất 1 ÷ 2 tháng một lần hoặc kiểm tra đột xuất nếu có dấu hiệu của sự thay đổi chất lượng. Một số chỉ tiêu thường phải xác định là:

- Tính dẫn điện;
- Thành phần nhiên liệu;
- Thành phần hydrocacbon;
- Áp suất hơi bão hoà.

6.11.2. Các phương pháp làm sạch bồn bể chứa xăng etanol

Để tồn chứa xăng etanol, nhất là E85 cần phải có bồn bể chứa sạch. Trong quá trình bảo quản, các hạt bụi và ẩm kết hợp với nhau liên tục tạo cặn. Vì etanol dễ hoà tan vào nước nên khi đưa xăng này vào bể chứa, nó sẽ hoà tan vào cặn và làm bẩn nhiên liệu, do vậy làm sạch bồn chứa là cách đơn giản để tránh các sự cố. Có nhiều phương pháp làm sạch cặn ở dưới bể. Mỗi phương pháp đều phải được chứng nhận của các cơ sở chuyên về làm sạch bồn chứa sản phẩm dầu mỏ.

a. Làm sạch quang

Hệ thống này sử dụng một camera dạng sợi và dụng cụ điều khiển với thiết bị tách, có thể kiểm tra liên tục và làm sạch đáy bồn chứa. Phương pháp này có thể tách nước, cặn, vi khuẩn, bụi bẩn khi đang bơm nhiên liệu.

b. Làm sạch bằng dung môi hoá học

Sử dụng dung môi để tách lớp gỉ đóng cặn và các mảnh vụn. Sau đó, chất lỏng và mảnh vụn được bơm đưa ra khỏi bể chứa và phân huỷ.

c. Làm sạch khuấy lọc

Thiết bị khuấy được đặt thấp trong bồn chứa. Nhiên liệu và các mảnh vụn được khuấy và tuần hoàn. Một hệ thống lọc sẽ tách các mảnh vụn ở dạng huyền phù.

6.11.3. Bể chứa, đường ống

a. Bể chứa ngầm

Có thể sử dụng loại bể chứa có vỏ hai lớp làm bằng thép có hàm lượng cacbon thấp. Bể chứa này phải có khả năng chống ăn mòn để đáp ứng các yêu cầu của etanol. Các loại bể chứa chế tạo bằng cách hàn thường được sử dụng nhiều hơn. Không sử dụng loại bể mạ.

b. Bể chứa lộ thiên

Một vài nhà máy sản xuất bể chứa lộ thiên cho E85. Về cơ bản, bể chứa lộ thiên thường nhỏ hơn bể chứa ngầm và có dung tích vào khoảng 1000 ÷ 2000 galon. Bể chứa loại này có thể làm bằng thép không gỉ hoặc bông thủy tinh.

6.11.4. Bảo quản và phân phối xăng etanol

Hầu hết các bồn chứa ngầm bằng kim loại đặt dưới mặt đất mà đáp ứng tiêu chuẩn 12-1998 của Cục bảo vệ Môi trường Mỹ (US EPA) cũng có thể làm bồn chứa để bảo quản E85 nhưng phải xem xét và kiểm tra chất lượng.

Thiết bị phân phối xăng etanol thường có đường ống dẫn làm bằng thép không gỉ hoặc hợp kim. Nên sử dụng bơm cánh quạt và tránh sử

dụng kim loại mềm như kẽm, chì, nhôm làm cánh khuấy. Cánh khuấy bằng thép hoặc polyme kỹ thuật với độ bền hoá học cao sẽ tạo cho kết quả tốt. Nếu sử dụng nguyên liệu làm thiết bị phân phối không phù hợp sẽ dẫn tới kết quả công tơ mét đo không chính xác và làm bẩn nhiên liệu.

Các gioăng, đệm của cột bơm xăng E85 phải được làm bằng loại cao su đặc biệt để có khả năng chống trương nở. Bất kể vật liệu nào tương hợp với 100% etanol thì sẽ an toàn khi sử dụng với E85. Phải có lưới lọc tạp chất trước khi cung cấp nhiên liệu vào động cơ.

Bồn chứa nhiên liệu xăng etanol phải được dán nhãn; chẳng hạn ở Mỹ, nhiên liệu E85 có biểu tượng một hình lục lăng bằng đồng, có chữ "E85" màu đen ở giữa.

6.11.5. Giải pháp chống tách lớp

Do etanol và xăng thường không có liên kết hoá học với nhau, khi hoà trộn tạo hỗn hợp huyền phù, dễ dàng bị phân tách. Người ta có thể giải quyết đơn giản bằng cách tồn chứa riêng etanol và xăng thường, khi bơm vào xe sử dụng mới trộn theo tỷ lệ.

Do đặc tính tan vô hạn trong nước, etanol pha trộn trong xăng có thể hút nước và sau một thời gian sẽ phân tách thành hai pha: pha nước và pha xăng. Pha nước nặng hơn ở dưới, pha xăng ở trên cháy trước nhưng không đảm bảo trị số octan. Sự phân lớp này làm giảm nhiệt cháy, gây ra cháy không hoàn, đóng băng trong đường ống. Để tránh tình trạng trên, người ta phải thêm vào phụ gia chống tách lớp cho xăng.

Giải pháp chống phân tách: sử dụng enzym ngăn chặn liên kết hoá học giữa etanol và nước. Khi cho enzym này vào, nước nặng hơn bị lắng xuống đáy, etanol vẫn hoà tan vào xăng, khi nhiên liệu cháy tỏa nhiệt sẽ làm cho nước bay hơi hết, không ảnh hưởng gì tới quá trình cháy

Xăng etanol để 3 tháng trong điều kiện độ ẩm 70% là đủ để hút nước phân tách pha

Ngoài ra, vấn đề lớn nữa là tránh etanol lên men tạo thành giấm

Thiết bị tồn chứa, phân phối xăng etanol phải có đường ống dẫn làm bằng thép không gỉ hoặc hợp kim, có cánh khuấy.

6.12. ỨNG DỤNG KHÁC CỦA BIOETANOL: LÀM PIN NHIÊN LIỆU

Hiện nay, thế giới hay sử dụng bioetanol và biobutanol (xem biobutanol tại phần 7.7.5) làm pin nhiên liệu cho các phương tiện giao thông vận tải. Trong pin nhiên liệu hydro đã trình bày về pin nhiên liệu hydro nhằm cung cấp điện năng cho các phương tiện giao thông được coi là giải pháp hiệu quả cho thế kỷ 21 để giảm thiểu ô nhiễm do khói thải động cơ gây nên. Tuy nhiên khó khăn đáng kể là chưa có biện pháp an toàn tuyệt đối cho bình nhiên liệu hydro đặt trên xe. Bioetanol và biobutanol được lựa chọn làm nhiên liệu để cung cấp cho pin nhiên liệu lắp đặt trên các phương tiện giao thông vận tải thay vì hydro. Khác với hydro, bioetanol và biobutanol ở nhiệt độ và áp suất thường là chất lỏng nên chiết nạp, sử dụng rất thuận tiện, an toàn.

6.13. BIOBUTANOL

Ngày nay, người ta đã tìm ra một loại alcol khác, có tác dụng phụ gia cho xăng tương tự như etanol, tuy nhiên có nhiều ưu việt hơn, đó là biobutanol.

Butanol có công thức hóa học C_4H_9OH , được hình thành khi lên men các hợp chất đường (tạo ra cùng etanol) hay tổng hợp từ đơn giản. Nhiều nghiên cứu cho thấy rằng, butanol có nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực khác nhau, mà ứng dụng làm nhiên liệu là tốt nhất.

6.13.1. Khái quát chung về butanol

Trong số các chất có tiềm năng nổi bật, butanol hiện đang thu hút được sự quan tâm nghiên cứu của thế giới, đặc biệt là ở Mỹ và Nhật Bản. Sản lượng butanol trên thế giới hiện nay là khoảng 2,5 triệu tấn, trong đó Mỹ là nước dẫn đầu thế giới với 1,2 triệu tấn, tiếp theo là châu Âu với 0,9 triệu tấn. Bên cạnh khả năng được sử dụng làm nhiên liệu sinh học, butanol còn là một hóa chất cơ bản, đóng vai trò quan trọng trong rất nhiều ứng dụng công nghiệp như dung môi cho sơn, làm chất tiền dẫn xuất dùng trong công nghiệp dược phẩm và hóa chất, làm chất chiết trong công nghiệp thực phẩm và mỹ phẩm, ...

Ngoài các tính chất giống etanol khi được sử dụng làm nhiên liệu thay thế, butanol còn có nhiều ưu điểm vượt trội so với etanol như:

* Năng lượng chứa trong cùng một đơn vị thể tích của butanol cao gần tương đương so với xăng (29000 BTU/L so với (30400 BTU/L) và cao hơn gần gấp rưỡi so với etanol (20000 BTU/L). Trị số octan của butanol cao hơn trị số octan của etanol (96 so với 94) và cao hơn xăng (90 - 92). Tính chất này sẽ giúp cho butanol nhiên liệu trở nên kinh tế hơn etanol nhiên liệu.

* Khác với etanol, butanol hầu như không hòa tan trong nước nên nó có thể sử dụng được trong môi trường có độ ẩm cao. Với etanol, do khả năng hấp thụ nước dễ dàng nên trong môi trường có độ ẩm cao, nước dễ dàng hòa tan vào nhiên liệu và gây ra ăn mòn phá hỏng động cơ cũng như đường ống, bồn bể chứa. Tính chất này giúp cho butanol có thể dễ dàng được vận chuyển trong hệ thống đường ống hiện có chứ không phải vận chuyển trong các thiết bị chứa đặc biệt như trường hợp của etanol. Việc lưu trữ butanol do đó cũng thuận lợi hơn so với lưu trữ etanol. Có thể vận chuyển xăng butanol trong hệ thống đường ống mà không bị tách lớp, do vậy không cần phụ gia chống tách lớp.

* Khả năng bay hơi của butanol là rất thấp so với cả xăng và etanol. Áp suất hơi của butanol là 0,63 Psi so với 4,5 Psi của xăng và 2,25 Psi của etanol. Tính chất này giúp khả năng bảo quản và an toàn cháy nổ được nâng cao cũng như khả năng gây ô nhiễm môi trường được hạn chế rất nhiều.

* Nhiệt độ sôi của butanol là 118°C, cao hơn nhiều so với nhiệt độ sôi của etanol và xăng, kết hợp khả năng bay hơi thấp sẽ làm giảm nhiệt độ đóng băng của nhiên liệu. Vì vậy vào mùa đông, ở các vùng lạnh có thể không gặp phải vấn đề nhiên liệu bị đóng băng khi trời lạnh như hiện nay.

* Hơn nữa, butanol có thể phối trộn với xăng và diesel theo bất kỳ tỷ lệ nào, thậm chí cả khi không phối trộn với xăng, nhưng vẫn có thể sử dụng được trong các động cơ hiện nay mà không cần phải thay đổi cấu tạo động cơ. Với etanol, khi tỷ lệ phối trộn với tỷ lệ cao thì các động cơ hiện nay phải được thay đổi thì mới có thể sử dụng được.

Ngoài các ưu điểm trên, việc sản xuất butanol cũng có nhiều thuận lợi vì quy trình công nghệ tương đối giống công nghệ sản xuất etanol. Nguồn nguyên liệu và các thiết bị sử dụng là tương tự như sản xuất etanol. Sự khác biệt không lớn nằm ở điều kiện kỹ thuật lên men. Thực tế này sẽ làm giảm chi phí đầu tư sản xuất butanol khi ngay từ ban đầu khi mà ta có thể sử dụng thay thế hoặc sử dụng kết hợp các nhà máy sản xuất cồn sẵn có hiện nay. Ngoài ra, các sản phẩm phụ của quá trình lên men là axeton và khí hydro đều là các chất có giá trị sử dụng làm dung môi và nhiên liệu sẽ giúp hiệu quả kinh tế của quá trình sản xuất butanol được nâng cao.

Trong thực tế, việc sản xuất butanol và axeton bằng phương pháp lên men từ ngô, khoai tây và ri đường (quá trình lên men Axeton - Butanol - Etanol hay còn gọi là lên men ABE) sử dụng các chủng vi khuẩn *Clostridium* đã từng đóng một vai trò quan trọng trong ngành công nghiệp lên men. Trong nửa đầu của thế kỷ 20, sản xuất butanol và axeton bằng phương pháp lên men đã được thương mại hóa và chi đứng sau lên men etanol, xét cả về tầm quan trọng lẫn quy mô sản xuất. Tuy nhiên đến những năm 60 của thế kỷ 20, khi công nghiệp hóa dầu bắt đầu phát triển mạnh, việc sản xuất butanol và axeton bằng phương pháp lên men đã bị suy giảm nhanh chóng do không thể cạnh tranh được về mặt kinh tế so với sản xuất butanol và axeton từ nguyên liệu có nguồn gốc dầu mỏ. Tuy nhiên trong khoảng 20 năm gần đây, do sự cạn kiệt trong tương lai gần của dầu mỏ cũng như do nhu cầu bảo vệ môi trường, nhìn chung các quy trình sản xuất các hóa chất cơ bản nói chung và butanol nói riêng từ những nguồn nguyên liệu có thể tái tạo đã trở nên một trong những hướng phát triển chính trong tương lai. Giá dầu mỏ ngày càng tăng cao cũng như nhu cầu độc lập năng lượng của quốc gia là động lực thúc đẩy việc nghiên cứu chế tạo và sử dụng butanol làm nhiên liệu sinh học ở nhiều nước trên thế giới.

Mặc dù tiềm năng sản xuất và ứng dụng butanol làm nhiên liệu sinh học là rất to lớn nhưng những hạn chế về tính kinh tế của quy trình sản xuất hiện nay vẫn là một trở ngại chính cần phải vượt qua. Các yếu tố chính hạn chế hiệu quả kinh tế của lên men sản xuất butanol bao gồm

nguyên liệu lên men, hiệu suất lên men và quá trình thu hồi sản phẩm. Trong quá trình lên men truyền thống, hiệu suất lên men thấp và nồng độ sản phẩm trong dịch lên men không cao là một trong những tác nhân chính làm giảm hiệu quả kinh tế của quá trình sản xuất. Nguyên nhân chủ yếu của hiện tượng này là do độc tính cao của butanol làm ức chế quá trình lên men của vi sinh vật. Hiện nay, các chủng tự nhiên có khả năng lên men tạo ra khoảng 20 g/l butanol trong khi các chủng đột biến có thể tạo ra khoảng 30 g/l butanol. Ở trên mức này, sự phát triển của vi sinh vật bị ức chế hoàn toàn. Do đó trong lên men truyền thống, nồng độ cơ chất ban đầu tối đa có thể sử dụng chỉ vào khoảng 60 g/l, bằng 1/3 so với lên men cồn. Việc sử dụng các nguồn nguyên liệu tinh bột có thể làm lương thực cũng góp phần làm tăng giá nguyên liệu và đe dọa vấn đề an ninh lương thực. Ngoài ra, trong quá trình sản xuất trước đây, việc thu hồi butanol (và axeton) từ dịch lên men có nồng độ thấp bằng phương pháp chưng cất cũng làm suy giảm khả năng cạnh tranh của sản phẩm do năng lượng tiêu tốn cho quá trình thu hồi sản phẩm là quá lớn.

Cùng với những tiến bộ to lớn đạt được trong lĩnh vực công nghệ sinh học trên thế giới những năm gần đây, xu hướng sản xuất hóa chất cơ bản và nhiên liệu sinh học bằng phương pháp lên men vi sinh vật sử dụng các nguồn nguyên liệu có thể tái tạo trở nên có tính thực tiễn cao hơn.

Trong lĩnh vực sản xuất butanol từ nguyên liệu tinh bột, dù đạt được nhiều tiến bộ nhưng trên thế giới hiện nay cũng có rất ít kết quả nghiên cứu công bố về sản xuất butanol từ sắn. Do đặc thù địa lý riêng biệt mà các nước dẫn đầu về sản xuất butanol sinh học từ trước đến nay đều sử dụng nguyên liệu ngô và ri đường.

Ở Việt Nam, ngô không phải là loại cây chủ lực cũng như sản lượng ngô chỉ đủ cung cấp một phần lương thực cho người và thức ăn gia súc. Trong số rất nhiều loại cây trồng có thể sử dụng làm nguyên liệu cho sản xuất nhiên liệu sinh học ở nước ta hiện nay, sắn được xem là một trong những nguồn nguyên liệu thích hợp nhất. Ở nước ta, sắn được xem như là cây công nghiệp hoặc không được xem là lương thực chủ yếu. Sắn có thể mọc được ở những nơi có điều kiện địa chất, khí hậu khắc nghiệt

không thích hợp cho sự phát triển của các loại cây khác. Trong khi đó, có nhiều giống sắn có năng suất rất cao nhưng lại không đòi hỏi đầu tư nhiều về phân bón và công chăm sóc. Hiện nay sắn được sử dụng làm nguyên liệu chính cho sản xuất etanol sinh học ở nước ta. Vì thế, bên cạnh việc nghiên cứu sản xuất etanol từ sắn, vấn đề nghiên cứu sản xuất butanol từ sắn nhằm ứng dụng làm nhiên liệu sinh học là một hướng nghiên cứu có ý nghĩa khoa học và ứng dụng thực tiễn cao ở nước ta.

Bên cạnh những tiến bộ đạt được trong nghiên cứu về sản xuất butanol từ nguyên liệu giàu tinh bột, trên thế giới hiện nay cũng bắt đầu tập trung nghiên cứu vấn đề sản xuất butanol từ nguyên liệu giàu xenlulo và phế thải nông nghiệp. Việc nghiên cứu sản xuất butanol từ các nguồn này không chỉ góp phần đa dạng hóa các loại nhiên liệu sinh học, mà còn góp phần giải quyết ô nhiễm môi trường.

6.13.2. Các phương pháp tổng hợp butanol

Có thể tổng hợp butanol theo các phương pháp khác nhau, trong đó điển hình là phương pháp hóa học và phương pháp lên men

* Phương pháp hóa học

Cũng giống như etanol, butanol hoặc các rượu khác có thể được tổng hợp từ khí tổng hợp theo phản ứng sau:



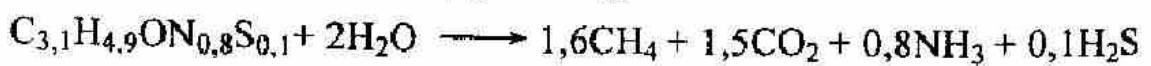
thông thường n có thể từ 1 tới 8.



* Phương pháp lên men vi sinh

Bằng một số chủng vi sinh đặc biệt, nguyên liệu sinh khối có thể được lên men tạo butanol:

- Protein được lên men theo phản ứng:



Hiệu suất CH_4 đạt $0,5 \text{ Nm}^3/\text{kg protein}$.

Tốc độ phản ứng này phụ thuộc vào quá trình phân giải protein

- Chất béo được lên men theo phản ứng:

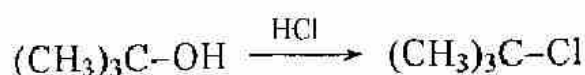


Hiệu suất CH_4 đạt $1 Nm^3/kg$ chất béo.

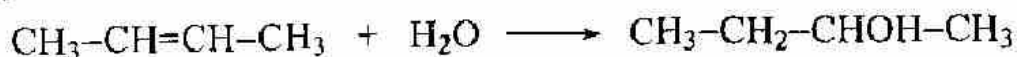
Tốc độ phản ứng này phụ thuộc vào quá trình lên men các LCFA (long chain fatty acid) là các axit béo mạch cacbon dài. Sau đó CH_4 được lên men vi sinh chuyển hóa thành các dẫn xuất của butanol và một phần etanol. Chúng vi sinh được sử dụng là *Clostridium carboxidivorans*, *Butyribacter methylotrophus*. Quá trình lên men diễn ra tại nhiệt độ $37^\circ C$. Sản phẩm phụ của quá trình lên men là các axeton.

6.13.3. Các ứng dụng của butanol

Tất cả các dẫn xuất của rượu butanol đều có thể được sử dụng làm nhiên liệu thay thế cho xăng. Tuy nhiên ở mỗi dạng dẫn xuất khác nhau, rượu butanol còn có các ứng dụng khác. Nếu butanol ở dạng *tert*-butanol thì hay được sử dụng làm dung môi, chất làm biến tính cho etanol, là thành phần của dung môi tẩy sơn, phụ gia trị số octan cho xăng, và là các hợp chất trung gian để tổng hợp MTBE, ETBE, TBHP hoặc để tổng hợp nước hoa. Trong các dẫn xuất của butanol thì *tert*-butanol có độ bền oxy hóa lớn nhất nên còn được sử dụng làm các phụ gia chống oxy hoá. *tert*-Butanol còn được sử dụng để tổng hợp các dẫn xuất halogen:



sec-Butanol (hay còn gọi là 2-butanol) có thể được điều chế từ quá trình hydrat hóa 1-buten hoặc 2-buten:



sec-Butanol chủ yếu được dùng để tổng hợp butanon ("MEK"), là một dung môi và chất tẩy rửa sơn. Hơi este của *sec*-butanol có mùi thơm rất dễ chịu và thường được sử dụng một lượng nhỏ làm hương thơm nhân tạo trong nước hoa.

iso-Butanol $(CH_3)_2C-CH_2-OH$

iso-Butanol chủ yếu được tổng hợp một cách tự nhiên từ quá trình

lên men các cacbohydrat. Đây cũng là một sản phẩm phụ của quá trình phân huỷ các chất hữu cơ.

iso-Butanol được sử dụng để tổng hợp ra *iso*-butylaxetat. Đây chính là nguyên liệu để tổng hợp ra sơn mài và các màng sơn phủ khác. Trong công nghiệp thực phẩm nó được sử dụng để tạo mùi. *iso*-Butanol được sử dụng để điều chế các dẫn xuất *iso*-butyl este như diisobutyl phthalat (DIBP) để làm các tác nhân làm dẻo cho công nghiệp chế tạo nhựa, cao su hay các chất phân tán.

Giống như các dẫn xuất khác, *iso*-butanol cũng được sử dụng làm dung môi sơn, tẩy mực in, các vết bẩn. Đôi khi nó được sử dụng làm phụ gia cho sơn, làm giảm độ nhớt, tăng khả năng thấm của chổi sơn, làm chậm quá trình tạo cặn trên bề mặt sơn. *iso*-Butanol là một phụ gia xăng rất tốt. Khi cho vào động cơ xăng, rượu này còn đóng vai trò làm sạch động cơ.

iso-Butanol còn được sử dụng làm pha lưu động trong phương pháp phân tích sắc ký bản mỏng.

6.13.4. Pin nhiên liệu biobutanol

Pin nhiên liệu là loại hình sử dụng nhiên liệu, nhưng không dùng động cơ đốt trong mà tạo thành dòng điện để chạy máy. Nhiên liệu bị reforming hơi nước tạo ra H_2 , từ đó sinh ra dòng điện ở anot. Chính dòng điện này sử dụng để chạy động cơ. Có thể sử dụng nhiên liệu ban đầu là hydro, các loại hydrocacbon, các loại alcol.

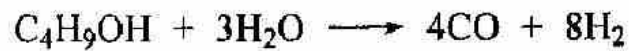
* *Sử dụng hydrocacbon khoáng*



* *Sử dụng các alcol*

-Nguyên lý của pin nhiên liệu dùng bioetanol và biobutanol như sau: Phải có bộ phận tạo ra H_2 ngay trong xe trước khi cung cấp hydro cho pin. Quá trình tạo ra hydro này được thực hiện bởi phản ứng reforming hơi nước:





- Sau khi tạo CO, phản ứng lại tiếp tục như sau



- Kết quả là hỗn hợp khí tạo ra chứa hydro và khí CO₂. Khí hydro sẽ cùng với oxy không khí tạo ra điện năng cho pin. Khí thải của pin nhiên liệu chứa hơi nước và khí CO₂. Butanol sử dụng tốt hơn etanol do chứa lượng hydro nhiều hơn.

Pin nhiên liệu được ứng dụng cho các loại động cơ của các phương tiện sau: Ôtô, máy bay, tàu ngầm. Các phương tiện sử dụng pin nhiên liệu hydro là giải pháp tốt nhất để giải quyết vấn đề nhiên liệu không cần đến xăng dầu, không cần có động cơ đốt trong, hiệu suất chuyển hoá năng lượng rất cao, tổng cộng lên đến hơn 60% (trong khi đó xăng dầu chỉ 25%). Pin nhiên liệu lại không phát thải cacbon nên không gây nên hiệu ứng nhà kính.

6.13.5. Tình hình sản xuất biobutanol trên thế giới

Trên thế giới ngày nay người ta bắt đầu chú trọng đến sản xuất biobutanol do hiệu quả sử dụng cao hơn bioetanol của loại nhiên liệu này.

Một trong các cơ sở sản xuất biobutanol điển hình là nhà máy sản xuất butanol thử nghiệm của tập đoàn dầu khí Vương Quốc Anh BP tại thành phố Kingston upon Hull, UK.

Công ty ButylFuel™, LLC của Mỹ chính thức sản xuất biobutanol từ tháng 8/2005.

NHIÊN LIỆU SINH KHỐI BIOMASS

7.1. VAI TRÒ CỦA NHIÊN LIỆU SINH KHỐI

Tại chương 5 và chương 6 chúng ta đã đề cập đến nhiên liệu sinh học và tầm quan trọng của nó trong việc thay thế nhiên liệu khoáng và bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, chúng cũng gặp phải những khó khăn trong việc cạnh tranh với nguyên liệu cho ngành lương thực, thực phẩm. Loại nhiên liệu này chỉ thực sự phát huy tác dụng tốt khi sử dụng nguồn dầu cây công nghiệp (các loại dầu không ăn được) hoặc có những chính sách thật hợp lý để phát triển nông nghiệp, trồng thêm các loại cây lấy dầu với sản lượng lớn tại các vùng đất dư thừa để vừa đáp ứng nhu cầu về lương thực vừa có thêm nguyên liệu để sản xuất nhiên liệu sinh học.

Nhiên liệu sinh khối (NLSK) không có những nhược điểm trên. Đây là loại nhiên liệu cổ xưa nhất, tốt nhất, đảm bảo mọi chỉ tiêu về năng lượng, không ảnh hưởng đến an ninh lương thực và đáp ứng tốt về môi trường.

Nhiên liệu sinh khối là vật liệu hữu cơ, chứa chủ yếu 3 thành phần là: lignin 15 ÷ 25%; xenlulozơ: 38 ÷ 50%; hemixenlulozơ: 23 ÷ 32%; chúng có nhiều dạng như gỗ, sản phẩm phụ như mùn cưa vỏ bào, chất thải nông nghiệp như rơm rạ, trấu, bã mía, rác sinh hoạt, phân động vật v.v...

Hiện nay, trên qui mô toàn cầu, NLSK là nguồn năng lượng lớn thứ tư, chiếm tới 14 ÷ 15% tổng năng lượng tiêu thụ. Ở các nước phát triển, sinh khối thường là nguồn năng lượng lớn nhất, đóng góp khoảng 35% tổng số năng lượng. Từ sinh khối, có thể sản xuất ra nhiên liệu khí cũng như nhiên liệu lỏng làm chất đốt hay nhiên liệu cho động cơ.

Nhiên liệu lỏng từ sinh khối được tổng hợp thông qua một qui trình gọi là nhiệt phân trong điều kiện thiếu oxy. Sau nhiệt phân thu được chất lỏng gọi là dầu nhiệt phân, có thể sử dụng để sản xuất điện năng (gọi là

điện sinh học). Một hệ thống điện sinh học đang được thương mại hoá ở Mỹ với 350 nhà máy điện sinh học, sản xuất trên 7.500 MW điện mỗi năm, đủ cung cấp cho hàng triệu hộ gia đình và tạo 60.000 việc làm. Dự kiến năng suất điện sinh học ở Mỹ vào năm 2010 là 13.000 MW.

Ở Ấn Độ, NLSK chiếm 30% tổng nhiên liệu được sử dụng, là nguồn nhiên liệu quan trọng nhất được sử dụng ở trên 90% hộ gia đình nông thôn và chừng 15% hộ gia đình đô thị. Ở Anh, dự kiến tới năm 2050 NLSK có thể cung cấp 10 ÷ 15% tổng năng lượng sử dụng.

Tại Việt Nam, nguồn sinh khối chủ yếu là trấu, bã mía, gỗ, phân động vật, rác sinh học, đô thị và phụ phẩm nông nghiệp. Chính phủ ta đang đàm phán với Anh và Mỹ để ký kết hợp đồng trị giá 106 triệu USD để xây dựng nhà máy sinh khối tại thành phố Hồ Chí Minh. Dự án này sẽ xử lý 1.500 ÷ 3.000 tấn rác mỗi ngày, sản xuất 15 MW điện và 480.000 tấn phân NPK/năm. Ngoài ra, ở nước ta cũng có rất nhiều các công trình nhỏ lẻ tại vùng nông thôn sản xuất khí đốt dân dụng từ phân động vật (hầm biogas), giải quyết được khá nhiều vấn đề về năng lượng cho nông dân.

Ngoài tác dụng làm nhiên liệu, NLSK còn có thể giải quyết được tình trạng thay đổi khí hậu, giảm hiệu ứng nhà kính: Khi sinh vật sinh trưởng, chúng hấp thụ khí thải CO₂ trong môi trường thông qua quá trình quang hợp, như vậy sẽ tiêu thụ bớt một lượng khí này giúp phát thải khí nhà kính.

NLSK còn giải quyết vấn đề môi trường: biến chất thải, phế phẩm của ngành nông nghiệp, lâm nghiệp thành nhiệt và năng lượng. Như vậy vừa tận dụng được phế thải lại không phải xử lý môi trường. Người ta gọi ngành công nghiệp NLSK là công nghiệp không chất thải và là nguồn nhiên liệu thiết thực cho ngày nay và cho tương lai.

7.2. TIỀM NĂNG NHIÊN LIỆU SINH KHỐI

7.2.1. Khái quát chung về sinh khối

Sinh khối là một thuật ngữ dùng để mô tả tất cả các chất hữu cơ, sinh ra nhờ quang hợp tồn tại trên bề mặt trái đất. Nguồn gốc của tất cả năng lượng trong nhiên liệu sinh khối là mặt trời, sinh khối đóng vai trò như

một loại hoá chất lưu trữ năng lượng. Nhiên liệu sinh khối liên tục trải qua một loạt biến đổi vật lý, hoá học phức tạp và tiếp tục được tái sinh đồng thời chúng truyền ra năng lượng ở dạng nhiệt cho khí quyển. Để làm cho năng lượng sinh khối cung cấp cho nhu cầu năng lượng của con người, chúng ta cần chuyển hướng nguồn năng lượng này, đơn giản nhất như là việc đốt lửa để cung cấp nhiệt cho nấu ăn, đun nước hay sưởi ấm trong nhà. Công nghệ tinh vi hơn để sử dụng năng lượng này là chuyển đổi nó thành nhiệt hoặc điện năng một cách hiệu quả.

Việc khai thác năng lượng từ nhiên liệu sinh khối đã đóng một vai trò quan trọng trong sự tiến hoá của nhân loại. Trước khi tìm ra nhiên liệu hoá thạch nó là nguồn năng lượng duy nhất của con người và hiện nay vẫn là nguồn năng lượng chính sử dụng để đun nấu cho hơn một nửa dân số trên thế giới.

Sinh khối là bất kỳ vật chất hữu cơ (gỗ, hạt, thực vật biển, chất thải động vật...) mà có thể sử dụng như một nguồn năng lượng. Sinh khối là nguồn năng lượng lâu đời nhất của chúng ta sau mặt trời. Trong hàng ngàn năm, con người đã đốt gỗ để sưởi ấm và nấu chín thức ăn.

Sinh khối lấy năng lượng từ mặt trời. Tất cả vật chất hữu cơ dự trữ năng lượng từ mặt trời. Trong quá trình quang hợp, ánh sáng mặt trời cung cấp cho thực vật năng lượng mà chúng cần để chuyển đổi CO_2 và nước thành oxy và các loại đường. Các loại đường này, được gọi là cacbohydrat, cung cấp năng lượng cho thực vật và các động vật ăn thực vật. Thực phẩm giàu cacbohydrat cũng là một nguồn năng lượng cho cơ thể con người.

Sinh khối là nguồn năng lượng tái tạo bởi vì nó là nguồn cung cấp không giới hạn. Chúng ta luôn luôn có thể trồng cây, ngũ cốc, và cùng với các hoạt động của con người các loại chất thải sẽ luôn luôn tồn tại.

7.2.2. Các dạng nhiên liệu sinh khối

Ngày nay, chúng ta sử dụng ba loại nhiên liệu sinh khối - gỗ và các sản phẩm nông nghiệp, chất thải rắn, khí sinh học.

a. Nhiên liệu sinh khối từ gỗ và sản phẩm nông nghiệp

Hầu hết các sinh khối được sử dụng ngày nay là năng lượng từ cây trồng. Gỗ (gỗ tròn, gỗ mảnh, vỏ cây, và mùn cưa) chiếm khoảng 65% năng lượng sinh khối. Tuy nhiên, bất kỳ chất hữu cơ nào cũng có thể sản xuất năng lượng sinh khối như các loại phế phẩm nông nghiệp (vỏ trấu, rơm rạ thân và lõi ngô...).

Gỗ và gỗ thải, cùng với các chất thải nông nghiệp, sử dụng để tạo ra điện. Điện năng này được sản xuất và sử dụng bởi chính các ngành công nghiệp phát sinh ra các loại chất thải này, nó không được sản xuất riêng rẽ bởi các nhà máy riêng mà là sản phẩm kèm theo của các ngành công nghiệp. Các nhà máy giấy và nhà máy cưa sử dụng phế phẩm của họ để tạo ra hơi nước và điện cung cấp cho quá trình sản xuất của bản thân. Tuy nhiên, bởi vì các nhà máy này sử dụng rất nhiều năng lượng nên đôi khi họ vẫn cần phải mua thêm điện từ các nhà máy khác.

Nguồn nhiên liệu sinh khối rất phong phú và đa dạng, do vậy công nghệ sản xuất nhiên liệu sinh khối cũng đa dạng. Các vật liệu sinh khối bao gồm gỗ, cành cây nhỏ, bã mía, rơm rạ, trấu, lá cây, phân động vật, phế thải nông, lâm nghiệp... Có thể tham khảo các số liệu trong bảng 7.1 và bảng 7.2.

Bảng 7.1. Nguồn sinh khối gỗ năng lượng

<i>TT</i>	<i>Nguồn cung cấp</i>	<i>Tiềm năng, triệu tấn</i>	<i>Quy dầu tương đương, triệu tấn</i>
1	Rừng tự nhiên	6,842	2,390
2	Rừng trồng	3,718	1,300
3	Đất không rừng	3,850	1,350
4	Cây trồng phân tán	6,050	2,120
5	Cây công nghiệp và ăn quả	2,400	0,840
6	Phế liệu gỗ	1,649	0,580
	Tổng	25,090	8,780

Bảng 7.2. Tiềm năng sinh khối phụ phẩm nông nghiệp

<i>TT</i>	<i>Nguồn cung cấp</i>	<i>Tiềm năng, triệu tấn</i>	<i>Quy dầu tương đương, triệu tấn</i>	<i>Tỷ lệ, %</i>
1	Rơm rạ	32,52	7,30	60,4
2	Trấu	6,50	2,16	17,9
3	Bã mía	4,45	0,82	6,8
4	Các loại khác	9,00	1,80	14,9
	Tổng	53,43	12,08	100,0

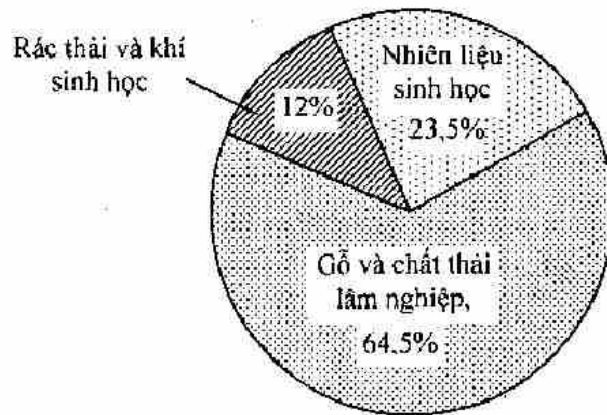
Từ các bảng trên ta thấy, tiềm năng của nhiên liệu sinh khối là rất lớn. Theo báo cáo của Hội Công nghiệp sinh khối Châu Âu, nhiên liệu sinh khối có thể đảm bảo tới 15% nhu cầu năng lượng của của các nước công nghiệp vào năm 2020. Hiện tại nguồn này mới chỉ đạt 1% nhu cầu. Sinh khối có thể cung cấp năng lượng cho 100 triệu hộ gia đình tương đương với công suất có thể thay thế 400 nhà máy điện truyền thống lớn. Lợi thế của nhiên liệu sinh khối là có thể dự trữ và sử dụng khi cần; chúng luôn có tính ổn định và là nguồn năng lượng có thể tái tạo.

Giá thành của nhiên liệu sinh khối luôn rẻ hơn các loại hình nhiên liệu khác, ví dụ: sử dụng 2 ÷ 4 kg chất thải sinh khối tương đương 1 kg than, trong khi đó giá của 1 kg chất thải sinh khối chỉ bằng 5 ÷ 10% giá 1 kg than. Nếu sản xuất điện năng từ sinh khối thì giá thành điện cũng giảm từ 10 ÷ 30% so với nguồn nguyên liệu hoá thạch. Ở nước ta, nếu tận dụng triệt để nguồn nhiên liệu sinh khối từ rơm rạ, bã mía thì ước tính cũng đã sản xuất được khoảng 605.000.000 kW điện trong một năm.

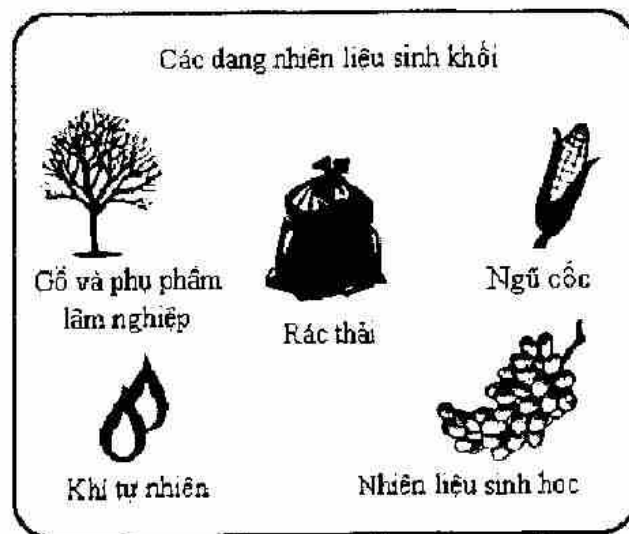
Tại Mỹ, có đến 64,5% gỗ và gỗ phế thải được sử dụng làm nhiên liệu sinh khối (hình 7.1). Ngoài ra, còn các sản phẩm nông nghiệp, chất thải rắn, khí sinh học.

Càng ngày, các công ty gỗ và các công ty liên quan tới các sản phẩm gỗ đang nhìn thấy những lợi ích của việc sử dụng gỗ phế liệu và mùn cưa để sản xuất điện. Điều này giúp tiết kiệm chi phí xử lý chất thải và trong một số lĩnh vực, có thể làm giảm chi phí sản xuất của công ty. Trên thực

tế, ngành công nghiệp sản xuất bột giấy và giấy dựa vào nhiên liệu sinh khối để đáp ứng một nửa nhu cầu năng lượng của họ. Các ngành công nghiệp khác có sử dụng nhiên liệu sinh khối như nhà sản xuất gỗ, các nhà sản xuất đồ gỗ, các doanh nghiệp nông nghiệp như người trồng ngũ cốc, và sản xuất rượu.



Hình 7.1. Các nguồn nhiên liệu sinh khối của Mỹ 2006



Hình 7.2. Các loại nhiên liệu sinh khối

b. Sinh khối chất thải rắn

Các loại rác thải rắn có thể cháy được được đốt để tạo ra điện. Điều này chuyển chất thải thành một dạng có thể sử dụng năng lượng. Một tấn rác thải chứa lượng nhiệt năng tương đương với 500 pound than đá

(227 kg). Mặc dù rác không hoàn toàn là nhiên liệu sinh khối; có lẽ một nửa năng lượng của nó là từ nhựa, tức là từ dầu mỏ và khí tự nhiên.

Các nhà máy điện đốt rác lấy năng lượng được gọi là waste-to-energy plants (các nhà máy từ rác thành điện). Các nhà máy này tạo ra lượng điện như các nhà máy đốt than, rác cháy được là nhiên liệu được sử dụng để đốt nóng nồi hơi. Chi phí sản xuất điện năng từ rác thải nhiều hơn sản xuất điện từ than và các nguồn năng lượng khác, ưu điểm chính của việc đốt chất thải rắn là nó làm giảm số lượng rác thải tại bãi rác từ 60 tới 90 phần trăm, do đó làm giảm chi phí xử lý bãi rác, bảo vệ môi trường. Đồng thời nó sử dụng được năng lượng trong rác, thay vì chôn nó ở bãi rác, là nơi vẫn chưa sử dụng.

c. Sinh khối khí sinh học

Vi khuẩn và nấm là các loại sinh vật phàm ăn, chúng ăn thực vật và động vật chết. Các loại nấm trên một khúc gỗ đang mục nát chuyển hoá xenlulozo thành đường để nuôi chính nó. Trong quá trình này, khí metan cũng được sinh ra. Lợi dụng điều này người ta đã sử dụng các bãi chôn lấp để xử lý rác đồng thời thu được khí metan làm nhiên liệu.

Các quy định mới yêu cầu các bãi chôn lấp phải xử lý khí metan vì lý do an toàn và lý do môi trường. Metan là khí không màu và không mùi, nhưng nó không phải là vô hại. Nó có thể gây cháy hoặc nổ nếu nó rò rỉ vào các căn nhà gần đó và bắt lửa. Bãi rác có thể thu khí metan, tinh chế nó, và sử dụng nó như là nhiên liệu.

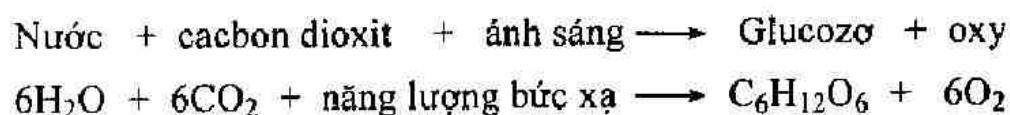
Metan, thành phần chính trong khí thiên nhiên, là một nguồn năng lượng tốt. Hầu hết các lò đốt gas và bếp sử dụng khí metan được cung cấp khí bởi các nhà máy khí. Năm 2003, Nhà máy Điện East Kentucky đã bắt đầu thu hồi metan từ ba bãi chôn lấp rác. Công ty này sử dụng khí sinh học để tạo ra 8,8 MW công suất điện, đủ điện cho 7.500 tới 8.000 hộ gia đình.

Hiện nay, chỉ một phần nhỏ của khí sinh học từ các bãi rác được sử dụng để cung cấp năng lượng. Do mức giá khí thiên nhiên hiện nay thấp, khí sinh học lại đắt hơn làm hiệu quả kinh tế thu được rất thấp. Hầu hết khí sinh học sinh ra ở các bãi chôn rác bị đốt bỏ do metan là một khí nhà

kính mạnh hơn so với cacbon dioxit. Cho nên sẽ là tốt hơn nếu đốt cháy metan sinh ra ở bãi rác và biến đổi nó thành khí cacbon dioxit so với phát thải trực tiếp nó vào bầu khí quyển.

Metan cũng có thể được sản xuất bằng cách sử dụng năng lượng từ chất thải nông nghiệp và chất thải của con người. Chất thải được đưa vào các bể ủ biogas để phân hủy trong điều kiện không có không khí. Khí sinh ra có thể được sử dụng để sản xuất điện, hoặc để nấu ăn và thắp ánh sáng. Đây là một khí cháy an toàn và sạch, sản sinh ít khí cacbon monoxit và không có khói.

Trong quá trình quang hợp, thực vật chuyển hoá năng lượng bức xạ từ mặt trời thành năng lượng hoá học trong quá trình hình thành glucozo (hoặc đường):



Bể ủ biogas không tốn kém để xây dựng và bảo dưỡng. Chúng có thể được xây dựng với kích cỡ hộ gia đình hay kích cỡ lớn hơn. Chúng cần nhiệt độ vừa phải và độ ẩm cho quá trình lên men xảy ra. Đối với các nước đang phát triển, bể ủ khí sinh học có thể là một trong những câu trả lời tốt nhất cho nhu cầu năng lượng của họ. Chúng có thể giúp giảm thiểu tình trạng phá rừng tràn lan để lấy củi, và có thể làm giảm ô nhiễm không khí, làm phân bón cho đồng ruộng sau khi sử dụng, và sản xuất năng lượng sạch, an toàn cho cộng đồng nông thôn.

7.2.3. Tiềm năng của sinh khối ở nước ta

Việt Nam là nước nông nghiệp tiềm năng về nhiên liệu sinh khối ở nước ta là rất lớn. Điều này được đưa ra trong các bảng 7.3, 7.4, 7.5.

Tuy nhiên, hiện nay cách sử dụng nhiên liệu sinh khối chủ yếu ở nước ta vẫn là đốt trực tiếp để phục vụ đun nấu, sấy lúa... Các công nghệ chế biến hiện đại do hạn chế về giá thành công nghệ cũng như hiệu quả kinh tế còn chưa cao nên chưa được áp dụng nhiều. Những năm gần đây cũng đã có một số nhà máy sản xuất etanol từ nguyên liệu sản được xây dựng đồng thời để góp phần đổi mới bộ mặt nông thôn và cải thiện đời

sống nhân dân nhà nước ta đang có chính sách khuyến khích sử dụng bể biogas để phân hủy phân gia súc gia cầm tận dụng nguồn nhiên liệu để đun nấu, thắp sáng.

Bảng 7.3. Sản lượng sinh khối từ các nguồn khác nhau trong giai đoạn 2005-2010

Nguồn	Sản lượng (Mt)	
	2005	2010
Gỗ	23,67	27,60
Phế phẩm nông nghiệp (trấu, rơm rạ, lõi ngô, vỏ lạc...)	60,82	72,37
Phân động vật	54,72	60,72
Rác thải rắn từ các khu đô thị (Hà Nội, TPHCM, Hải Phòng, Đà Nẵng, Cần Thơ)	7,34	10,54
Rác thải hữu cơ có thể sử dụng năng lượng (dầu ăn thải, mỡ cá)	0,83	1,37

Bảng 7.4. Sản lượng sinh khối quy ra điện năng

Nguồn nhiên liệu sinh khối	Số lượng (triệu tấn/năm)	Công suất ước tính (MW)	Số giờ vận hành tb (h/năm)	Công suất điện (GWh/năm)
Vỏ trấu	1,51	197 ÷ 225	4800	977 ÷ 1,079
Rác nông nghiệp	3,41	221 ÷ 276	4000	880 ÷ 1,103
Rác đô thị	2,44	120	4300	516
Khí sinh học	290 (Mm ³)	102	4300	438,6
Bioga	170 (Mm ³)	58	5000	290
Tổng		698 ÷ 781		3,066 ÷ 3,422

Bảng 7.5. So sánh công suất năng lượng nguồn sinh khối và các nguồn khác

<i>Loại nhiên liệu</i>	<i>Công suất lắp đặt (MW)</i>	<i>Số nhà công trình</i>	<i>Công suất trung bình (kW)</i>
Mini-hydro	9,4	37	254
Nhiên liệu sinh khối	146,5 (122,0)	33 (29)	4,440 (4,200)
Năng lượng gió	0,042	8	5,3
Biogas	3,1 (0,692)	79 (78)	39,1 (8,9)
Năng lượng Mặt Trời	0,309 (0,152)	19 (17)	16,3 (9,0)
Tổng	159,3 (132,2)	176 (169)	

7.3. TỔNG HỢP NHIÊN LIỆU SINH KHỐI

Có nhiều phương pháp để tổng hợp nhiên liệu sinh khối, mỗi phương pháp có đặc điểm và hiệu quả khác nhau. Trong tài liệu này, ta chỉ xét đến các phương pháp chính, đó là phương pháp nhiệt phân, phương pháp lên men, phương pháp chuyển hoá bằng hơi nước.

7.3.1. Tổng hợp nhiên liệu sinh khối bằng phương pháp nhiệt phân

Nhiệt phân là phương pháp phân huỷ hoá học vật liệu hữu cơ trong điều kiện không có oxy. Tuy nhiên, trong thực tế, không thể đạt được điều kiện không oxy hoàn toàn, nên trong sản phẩm nhiệt phân luôn chứa một phần nhỏ sản phẩm oxy hoá. Nhiệt phân là phương pháp phổ biến hiện nay để nhận nhiên liệu sinh khối. Trên thế giới, có rất nhiều các nhà máy lớn sử dụng công nghệ nhiệt phân, như ở Đức, nhà máy có công suất 100.000 tấn/năm; ở Mỹ, nhà máy nhiệt phân lớn nhất là Encoal năng suất chế biến 1.000 tấn/ngày; tại Phần Lan, nhà máy nhiệt phân cho công suất 8.400 kg dầu nhiệt phân/ngày từ nguyên liệu là dăm gỗ. Hơn thế nữa, các nước vẫn đang tiếp tục nghiên cứu để cải tiến công nghệ nhiệt phân nhằm thu nhiều hơn sản phẩm khí và sản phẩm lỏng bio-oil.

Nhìn chung, sản phẩm của quá trình nhiệt phân bao gồm: khí (gas), lỏng (pyrolysis oil) và rắn (than charcoal). Bằng cách thay đổi các điều kiện nhiệt phân, có thể thay đổi cơ cấu sản phẩm phục vụ cho mục đích của con người. Hiện nay, tồn tại ba công nghệ nhiệt phân chính, đó là: cốc hoá chậm (carbonation), chuyển hoá chậm (conventional) và chuyển hoá rất nhanh (flash). Có thể tham khảo cơ cấu sản phẩm nhiệt phân qua bảng 7.6.

Bảng 7.6. Cơ cấu sản phẩm nhiệt phân

Kỹ thuật nhiệt phân	Tốc độ gia nhiệt	Thời gian lưu	Nhiệt độ, °C	Sản phẩm chính
Carbonation	Rất chậm	Vài ngày	400	Than
Conventional	Chậm	5 ÷ 30 phút	600	Dầu nhiệt phân, khí, than
Flash	Rất nhanh	1 ÷ 5 giây	650	Dầu nhiệt phân

Có thể chia nhiệt phân thành hai quá trình: nhiệt phân sơ cấp và nhiệt phân thứ cấp.

a. Nhiệt phân sơ cấp

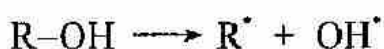
Như đã nói ở trên, thành phần chính của sinh khối xenlulozơ là xenlulozơ (40 ÷ 80%), hemixenlulozơ (15 ÷ 30%), lignin (10 ÷ 25%). Đây là các chất cao phân tử được cấu thành từ các phân tử đường và có thể được bẻ gãy thành các phân tử đường đơn lẻ. Quá trình nhiệt phân sơ cấp là quá trình xảy ra trong pha rắn; bản chất là phản ứng depolyme hoá. Cơ chế của quá trình này là cơ chế gốc tự do.

Ở nhiệt độ lớn hơn 300°C, một số chất chứa các liên kết cacboxyl yếu bị phân huỷ (gọi là phản ứng decacboxyl hoá):

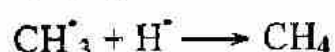


Sự hình thành các gốc tự do như sau:





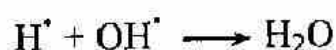
Các gốc tự do sinh ra sẽ kết hợp với các gốc hydro trong suốt quá trình nhiệt phân sơ cấp tạo thành chất gọi là metaplast. Ở nhiệt độ cao, các metaplast có phân tử lượng thấp sẽ bay hơi và ngưng tụ tạo chất lỏng chính là dầu nhiệt phân. Đồng thời trong pha rắn, các metaplast có khối lượng phân tử lớn sẽ hình thành nên than. Theo cơ chế trên cũng hình thành các sản phẩm khí CO, CO₂, CH₄, H₂, H₂O, CH₄ chiếm đa phần trong sản phẩm khí, được tạo ra như sau:



Và sau đó có thể:



Nước được sinh ra do phản ứng



Bằng cách như thế, hydrocacbon sinh ra sẽ có số cacbon khác nhau, nằm trong khoảng các nhiên liệu lỏng và khí. Một lượng lớn nước được tạo thành, vì vậy trong nhiên liệu do sinh khối luôn lẫn một lượng nước nhất định.

b. Nhiệt phân thứ cấp

Quá trình nhiệt phân thứ cấp là quá trình xảy ra trong pha khí. Các hợp chất dễ bay hơi sẽ bị phân huỷ nhiệt và hình thành nên các metaplast nhỏ hơn nữa, và dẫn đến tạo ra nhiều khí CO, H₂; điều này làm cho sản phẩm lỏng, tức dầu nhiệt phân giảm. Điều kiện nhiệt độ cao, thời gian phản ứng dài... sẽ thúc đẩy quá trình này.

c. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nhiệt phân

*** Ảnh hưởng của nhiệt độ**

Nhiệt độ tác động đáng kể đến thành phần sản phẩm nhiệt phân. Ở nhiệt độ cao, xu hướng tạo ra các sản phẩm khí nhiều hơn; có thể cho rằng tại nhiệt độ đó, xảy ra quá trình cracking mạnh hơn tạo sản phẩm có

phân tử lượng nhỏ. Ngược lại, ở nhiệt độ thấp tạo thành sản phẩm lỏng và than nhiều hơn (xem bảng 7.7).

Từ bảng 7.7 cho thấy, khi nhiệt độ tăng, lượng khí H₂ tăng đáng kể, còn các khí có khả năng tỏa nhiệt cao khác (CO, CH₄) hầu như không đổi

* Ảnh hưởng của nguyên liệu

Khi nguyên liệu đầu vào của quá trình nhiệt phân thay đổi thì cơ cấu phân trăm của các loại sản phẩm sẽ thay đổi. Có thể thấy điều này qua các số liệu của bảng 7.7. và 7.8.

Bảng 7.7. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến thành phần sản phẩm trong quá trình nhiệt phân chất thải rắn

TT	Sản phẩm, %KL	Nhiệt độ, °C		
		500	650	900
1	Khí	23	19	27
	H ₂	5,56	16,6	32,5
	CO	33,5	30,5	35,3
	CO ₂	44,8	31,8	18,3
	CH ₄	12,4	13,9	10,5
2	Lỏng	16	47	10
3	Than	23	11	50

Bảng 7.8. Thành phần sản phẩm nhiệt phân phụ thuộc nguyên liệu

TT	Nguyên liệu	Sản phẩm, %		
		Khí	Lỏng	Than
1	Vỏ bào	23	19	27
2	Giấy	16	47	10
3	Chất thải rắn đô thị	23	11	50
4	Phân	20	18	28

* Ảnh hưởng của tốc độ gia nhiệt

Khi gia nhiệt nhanh sẽ thu được thành phần khí nhiều hơn so với gia nhiệt chậm. Có thể giải thích rằng, khi gia nhiệt chậm, sự di chuyển của những chất dễ bay hơi từ các lớp hoặc các phần của biomass chậm; điều này làm cho phản ứng sơ cấp xảy ra yếu, dẫn đến sản phẩm khí tạo thành ít. Ngược lại, khi gia nhiệt nhanh, sự di chuyển này sẽ nhanh hơn, xúc tiến cho phản ứng thứ cấp, tức cracking xảy ra nhiều hơn, lượng khí tạo ra sẽ nhiều hơn.

d. Nhiệt phân nhanh

Nhiệt phân nhanh là công nghệ nhiệt phân tiên tiến nhất ngày nay. Thời gian lưu trong thiết bị của nguyên liệu chỉ khoảng vài giây. Trong quá trình này, biomass được chuyển hoá nhanh chóng để sinh ra sản phẩm hơi (sau khi ngưng tụ sẽ thu được sản phẩm lỏng), hơi nước, than. Tuy nhiên sản phẩm lỏng là chủ yếu (có thể đạt tới 75% so với nguyên liệu đầu). Các điều kiện để tiến hành nhiệt phân nhanh như sau:

- Nhiệt độ phản ứng $400 \div 450^{\circ}\text{C}$;
- Thời gian lưu của nguyên liệu trong thiết bị phản ứng ít hơn hoặc bằng 2 giây;
- Nguyên liệu phải có kích thước nhỏ, tốt hơn cả là dạng mịn có kích thước khoảng 2 mm;
- Làm lạnh tốt.

Công nghệ nhiệt phân nhanh có thể sử dụng các loại nguyên liệu sinh khối khác nhau như: gỗ, chất thải từ rừng, rác thải, phân động vật...

e. Các loại thiết bị trong công nghệ nhiệt phân

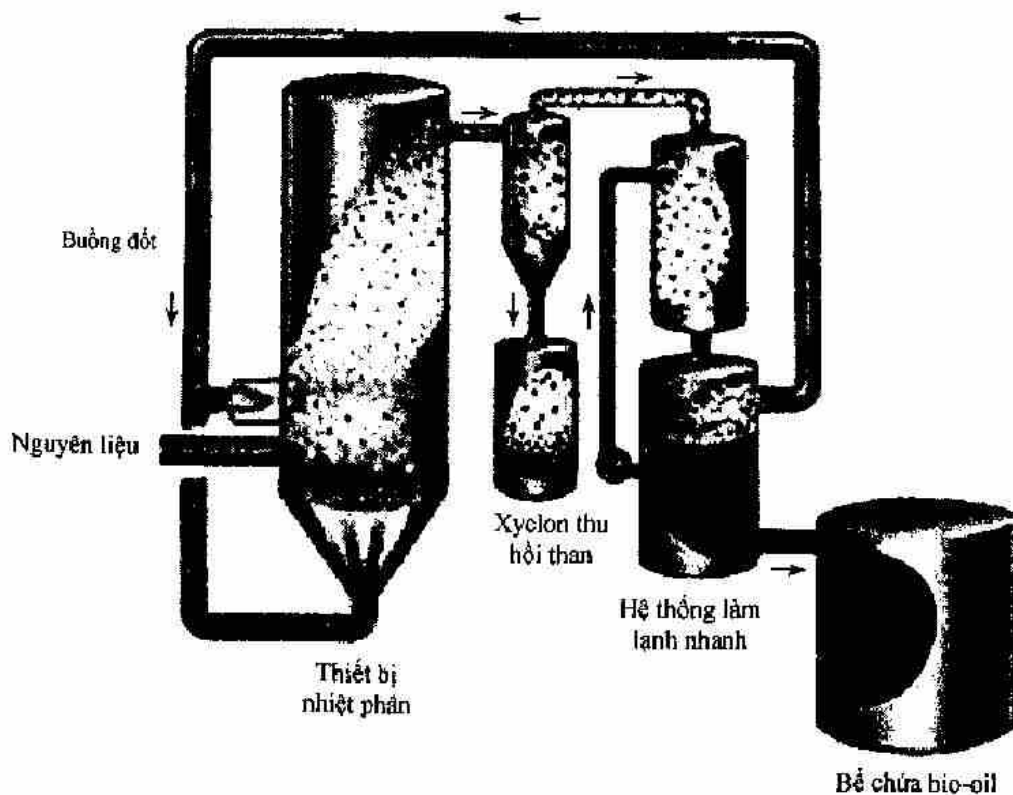
Trên thế giới sử dụng chủ yếu các loại thiết bị sau:

* Thiết bị phản ứng tầng cố định: Với thiết bị này, sản phẩm nhiệt phân bao gồm khí, hắc ín và than, trong đó than chiếm đa số: chẳng hạn, nếu sử dụng nguyên liệu là dăm gỗ, than chiếm khoảng 30% khối lượng.

* Thiết bị phản ứng tầng sôi: Phản ứng xảy ra trong tầng sôi với thể tích lớn. Có thể dùng tầng sôi tuần hoàn. Sản phẩm của quá trình chủ yếu là khí, dầu nhiệt phân, còn phần lỏng sệt như hắc ín và than thu được rất ít. Với nguyên liệu là gỗ thì dầu nhiệt phân có thể đạt tới 60%.

* Thiết bị phản ứng nung chân không: Đây là loại phản ứng phức tạp, được nghiên cứu ở trường Đại học Laval – Quebec – Canada. Thiết bị này dùng để nhiệt phân gỗ to và cứng. Nhiệt độ trong lò phản ứng ở trên đỉnh khoảng 200°C , ở dưới gần đáy khoảng 400°C . Dùng bơm chân không để giữ cho áp suất phản ứng ở giá trị 1 kPa.

* Thiết bị phản ứng xoáy dòng: Thiết bị này được tạo bởi Viện nghiên cứu Năng lượng mặt trời USA. Các phân tử biomass được đưa vào bởi dòng nitơ vận tốc lên đến 400 m/s và đi vào thiết bị theo phương tiếp tuyến, chúng được lưu trong thiết bị bởi tác động của lực ly tâm. Phản ứng diễn ra ở 625°C . Với thiết bị này, khối lượng dầu thu được đạt 80% KL so với lượng gỗ khô đưa vào. Trên hình 7.4. là quy trình nhiệt phân nhanh sinh khối để thu bio-oil: Nguyên liệu đã được chuẩn bị có độ ẩm dưới 10% với kích thước $1 \div 2$ mm được đưa vào thiết bị phản ứng tầng sôi. Các thiết bị phản ứng được gia nhiệt đến $450 \div 500^{\circ}\text{C}$ trong điều kiện không có oxy. Nguyên liệu bị nhiệt phân nhanh và hoá hơi sau đó hơi được dẫn qua một nơi mà các hạt rắn, than, được tách ra. Các loại khí



Hình 7.4. Quy trình nhiệt phân nhanh để sản xuất bio-oil

được đưa vào một thiết bị làm mát, nơi nó nhanh chóng được làm mát bằng cách sử dụng dầu sinh học đã được sản xuất trước đó. Dầu sinh học ngưng tụ và rơi vào bồn chứa sản phẩm, trong khi khí không ngưng được tái chế trở lại lò phản ứng và bị đốt cháy để cung cấp nhiệt cho quá trình. Toàn bộ quá trình từ khi đưa vào thiết bị phản ứng đến thiết bị làm mát chỉ mất hai giây.

Một trăm phần trăm nguyên liệu được sử dụng trong quá trình sản xuất sinh ra dầu sinh học và than. Than thu được là một nhiên liệu rắn có nhiệt trị cao có thể được sử dụng trong các lò nung, nồi hơi hoặc ép thành viên, và những thứ khác bao gồm cả việc trộn trở lại vào dầu sinh học để tạo ra một loại bùn nhiên liệu. Các loại khí không ngưng tụ được cung cấp khoảng 75% năng lượng cần thiết cho quá trình nhiệt phân. Hiệu suất dầu sinh học, than, và khí không ngưng khác nhau tùy thuộc vào thành phần nguyên liệu.

Ngoài ra sản phẩm bio-oil sau đó có thể tiếp tục xử lý qua hai giai đoạn hydroreforming và hydrotreating và thu được sản phẩm có thành phần và tính chất tương tự như dầu khoáng có thể pha trộn với các loại nhiên liệu khác.

7.3.2. Sản xuất năng lượng sinh khối bằng phương pháp lên men

a. Nguyên lý chung

Bản chất của phương pháp là phân huỷ các chất hữu cơ trong môi trường thiếu không khí; điển hình là trong các hầm biogas, hay còn gọi là hầm ủ. Khi cho các chất hữu cơ (rác thải, phân động vật...) vào hầm ủ, các chất này sẽ bị phân huỷ dưới tác dụng của vi khuẩn yếm khí (lên men) tạo ra các sản phẩm khác nhau, trong đó chủ yếu hỗn hợp khí, mà CH_4 chiếm đa số.

Có các loại hầm ủ sau:

*** Hầm ủ vận hành theo mẻ**

Hầm ủ được nạp đầy nguyên liệu trong một lần, cho thêm chất môi và đậy kín. Quá trình sinh khí sẽ diễn ra trong một thời gian dài cho tới khi lượng khí sinh ra giảm mạnh đến một mức độ nào đó. Sau đó toàn bộ chất thải được lấy ra, để lại 10 ÷ 20% làm môi. Nguyên liệu mới lại được nạp đầy và quá trình cứ tiếp tục như vậy. Phương pháp vận hành này có

nhược điểm là lượng khí sinh ra không ổn định: Lúc mới nạp thì cao và giảm mạnh trong giai đoạn cuối.

*** Hầm ủ vận hành bán liên tục**

Nguyên liệu được nạp vào hầm ủ 1 hoặc 2 lần/ngày và cùng một lượng chất thải của hầm ủ sẽ được lấy ra tại các thời điểm đó. Phương pháp này thích hợp khi có một lượng chất thải thường xuyên. Ưu điểm của phương pháp là cho một lượng khí sản phẩm ổn định, tổng thể tích gas thu được cao.

*** Hầm ủ vận hành liên tục**

Nguyên liệu nạp vào và chất thải lấy ra một cách liên tục. Lượng nguyên liệu giữ ổn định bằng cách cho chảy tràn vào hầm ủ hoặc dùng bơm định lượng. Phương pháp này thích hợp đối với nguyên liệu là chất thải có hàm lượng chất rắn thấp. Ưu điểm của hầm loại này là cho lượng sản phẩm khí ổn định thường xuyên để phục vụ cho một loại hình sử dụng nào đó. Tuy nhiên sau một thời gian ngắn (khoảng 30 ngày) thì lượng khí phát ra mới ổn định.

Như vậy, phương pháp lên men chủ yếu để thu các sản phẩm khí, thông thường là biogas phục vụ cho mục đích khí đốt trong các gia đình, nhất là các gia đình vùng nông thôn. Nguyên liệu cho các hầm ủ thường là phân động vật, rác thải, phế thải.

b. Lên men lignoxenlulozơ và rác phế thải

Lên men sinh khối lignoxenlulozơ là một quá trình phân hủy sinh hoá thông qua đó lignin, xenlulozơ, và hemixenlulozơ trong nhiên liệu sinh khối bị phân hủy hoá học để tạo thành etanol và khí cacbon dioxit. Quá trình lên men sinh khối lignoxenlulozơ tương tự như lên men đường và tinh bột, chỉ khác một số quá trình tiền xử lý.

Phản ứng trao đổi este là một phản ứng hoá học mà qua đó các loại dầu và chất béo được chuyển hoá thành metyl este, hay thường gọi là diesel sinh học.

Quá trình phân hủy yếm khí có thể được phân loại theo nhiệt độ, theo điều kiện thích hợp để vi khuẩn phát triển tốt. Các kiểu phân hủy yếm khí được minh hoạ trong bảng 7.9.

Bảng 7.9. Các kiểu phân hủy yếm khí và đặc điểm

<i>Kiểu phân hủy yếm khí</i>	<i>Đặc điểm</i>
Nhiệt độ thấp	Phân hủy một cách tự nhiên ở nhiệt độ thấp tại các đầm phá. Nhiệt độ thay đổi trong khoảng 38 ÷ 85°F (3 ÷ 29°C). Sản xuất biogas sẽ thay đổi theo mùa với sự thay đổi nhiệt độ ở đầm phá.
Nhiệt độ cao	Sử dụng bể phân hủy để thúc đẩy vi khuẩn phát triển ở nhiệt độ giữa 135 và 155°F (57 ÷ 68°C). Các bể phân hủy được gia nhiệt và sản sinh ra biogas không phụ thuộc nhiều vào khí hậu. Tuy nhiên loại bể này ít được sử dụng do chi phí vận hành cao
Nhiệt độ trung bình	Nuôi dưỡng các vi khuẩn có khoảng nhiệt độ tối ưu giữa 90 và 105°F (32 ÷ 40°C). Các bể phân hủy được cấp nhiệt và quá trình sản xuất khí sinh học sẽ không phụ thuộc nhiều vào khí hậu

Khí bãi rác có thể được thu hồi từ các khu vực có thể được phân loại thành loại bể phản ứng sinh học hay khu bãi rác. Đặc điểm của các loại này được minh họa trong bảng 7.10.

Bảng 7.10. Loại công nghệ thu hồi khí sinh học

<i>Loại</i>	<i>Đặc điểm</i>
Bể phân hủy sinh học	Một khu chôn lấp rác được bổ sung thêm chất lỏng hoặc không khí để tạo điều kiện phân hủy nhanh. Sự tối ưu hoá của quá trình phân hủy tự nhiên này làm hình thành khí nhanh chóng.
Khu bãi rác	Khu xử lý rác thải theo kiểu cũ. Các khu này có thể bao gồm khu chôn lấp vệ sinh và khu lọc tuần hoàn.

7.3.3. Quá trình khí hoá sinh khối

Khí hoá là quá trình trong đó các vật liệu chứa cacbon rắn hoặc lỏng như than, dầu, sinh khối phản ứng với oxy không khí hoặc hơi nước để tạo ra một sản phẩm khí gọi là khí tổng hợp hay là loại sản phẩm khí, trong đó có chứa CO, H₂, CO₂, CH₄ và nitơ với các tỷ lệ thành phần khác nhau. Sự khác biệt cơ bản giữa khí tổng hợp và sản phẩm khí là khí này được sử dụng để tạo ra các khí tổng hợp có chứa nồng độ nitơ cao hơn và nồng độ các khí CO, H₂, CO₂, CH₄ thấp hơn so với khí tổng hợp. Các sản phẩm khí thường dễ đốt cháy để tạo ra điện hoặc nhiệt. Quá trình khí hoá là một công nghệ cũ và được sử dụng các năm giữa thập kỷ 40 và nó được sử dụng để cung cấp năng lượng cho hàng triệu các phương tiện giao thông tại Châu Âu. Quá trình sinh khối cũng gần tương tự với quá trình khí hoá than với một vài điểm khác biệt: Khí hoá sinh khối diễn ra ở nhiệt độ thấp hơn so với khí hoá than bởi vì các biomass nó hoạt động hơn so với than.

Đặc điểm hoá học của quá trình khí hoá đó là một tổ hợp phức tạp các phản ứng trong pha rắn, lỏng hoặc khí diễn ra trong quá trình sinh khối bao gồm: Nhiệt phân, oxy hoá từng phần và khí hoá hơi nước. Bảng 7.11 đưa ra một vài ví dụ của các phản ứng khí hoá.

Công nghệ khí hoá điển hình sinh khối thành nhiên liệu được thể hiện trên hình 7.5.

Dây chuyền công nghệ khí hoá sinh khối bao gồm một hệ thống xử lý nhiên liệu và tro, hệ thống khí hoá - lò phản ứng, khí làm mát và hệ thống làm sạch. Ngoài ra còn có hệ thống phụ trợ cụ thể là, nhà máy xử lý nước để đáp ứng các yêu cầu của ngành công nghiệp và kiểm soát ô nhiễm. Để sản xuất điện, cuối sơ đồ nhiên liệu được đưa sang một lò đốt công nghiệp.

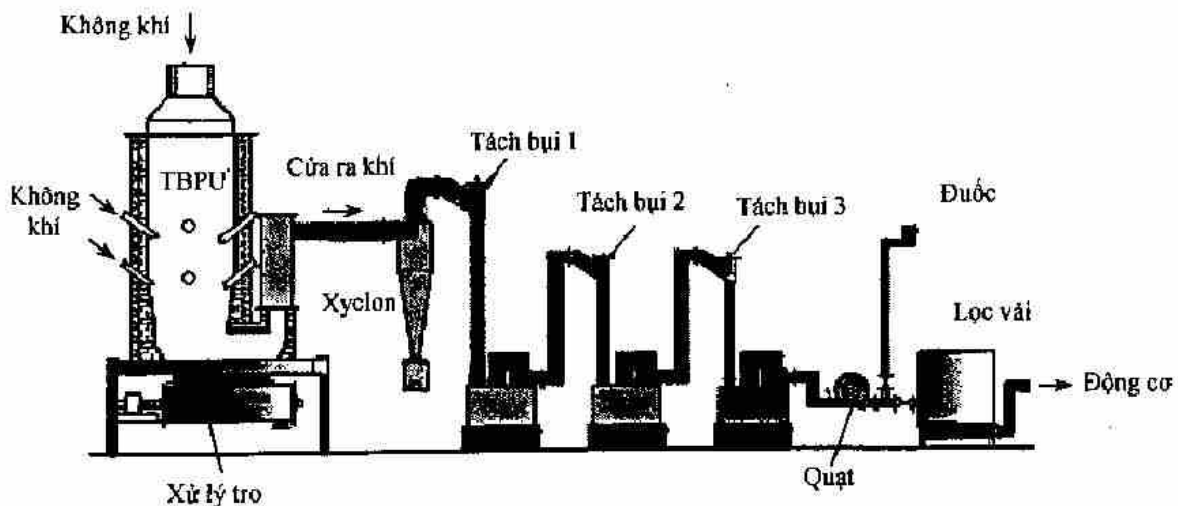
Thiết kế nắp hở sẽ hữu ích trong việc giảm lượng nhựa trong khí sản phẩm.

Các sản phẩm chính của quá trình phụ thuộc vào thời gian lưu trong lò phản ứng của hỗn hợp nguyên liệu. Điều này đạt được do các chất khí dễ bắt lửa tạo ra trong khu vực cháy nằm quanh vòi phun không khí để

được đốt một lần nữa trước khi đi qua khu vực chứa than nóng ở đáy tháp.

Ngoài ra hỗn hợp phản ứng được lưu trong môi trường nhiệt độ cao cùng với than có hoạt tính tới khi bảo đảm sự cracking của các phân tử có khối lượng phân tử lớn. Sự cracking nhựa đã cải thiện hiệu suất khí hoá. Nhiệt độ của khí ra khỏi lò phản ứng là khoảng $600 \div 900\text{K}$, và chứa đầy bụi (1000 mg/Nm^3) và nhựa (150 mg/Nm^{-3}). Khí sau đó được xử lý ở hệ thống làm mát và làm sạch đến khi đạt tiêu chuẩn vào động cơ. Thành phần khí điển hình sau khi làm lạnh đến nhiệt độ môi trường xung quanh là khoảng $18 \div 20\% \text{ H}_2$, $18 \div 20\% \text{ CO}$, $2 \div 3\% \text{ CH}_4$, $12\% \text{ CO}_2$, $2,5\% \text{ H}_2\text{O}$ và phần còn lại là N_2 . Nhiệt trị thấp của khí là khoảng $4,7 \div 5,0 \text{ MJ/Nm}^3$, với khoảng $1,2 \div 1,4 \text{ kg}$ không khí để đốt 1 kg khí sản phẩm.

Sự phát triển gần đây trong hệ thống làm mát và làm sạch khí cung cấp khí đốt khô với lượng nhựa và bụi đạt nồng độ cỡ ppb. Trong quá trình này, các cyclon hiệu quả cao được sử dụng để loại bỏ bụi khô từ khí và các vòi phun dạng chổi dùng để làm mát và làm sạch khí. Khí được sấy khô bằng cách ngưng tụ bằng cách tạo mầm, để giảm độ ẩm và các chất gây ô nhiễm.



Hình 7.5. Sơ đồ công nghệ khí hoá sinh khối

Số đo về chất lượng khí sản phẩm đang được sử dụng có kết quả nhựa và bụi ít hơn 5 mg/Nm^3 . Đo kích cỡ hạt bụi trong khí tại lối ra xyclon theo thiết kế IISc ở Thụy Sĩ cho thấy rằng đa số các hạt ($> 95\%$) là dưới $0,5 \mu\text{m}$.

Bảng 7.11. Thành phần khí thu được từ các nguyên liệu sinh khối khác nhau

Nguyên liệu	Thành phần khí, %TT					Nhiệt MJ/m ³
	CO	H ₂	CH ₄	CO ₂	N ₂	
Gỗ	17 ÷ 22	16 ÷ 20	2 ÷ 3	10 ÷ 15	55 ÷ 50	5 ÷ 5,86
Rơm	14 ÷ 17	17 ÷ 19	–	11 ÷ 14	–	4,5
Trấu	16,1	9,6	0,95	–	–	3,25
Vỏ dừa	16 ÷ 20	17 ÷ 19,5	–	10 ÷ 15	–	5,8
Gáo dừa	19 ÷ 24	10 ÷ 15	–	11 ÷ 15	–	7,2
Bã mía	15 ÷ 18	15 ÷ 18	–	12 ÷ 14	–	5,3

7.4. LÀM SẠCH NHIÊN LIỆU SINH KHỐI

7.4.1. Khái quát chung

Một dạng NLSK phổ biến và hiệu quả đó là biogas (khí sinh học KSH). Thành phần chính của KSH là CH₄ và CO₂, tuy nhiên trong KSH chứa một lượng đáng kể H₂S (khoảng 10.000 ppm). Thậm chí sau khi qua các thiết bị xử lý vẫn còn khoảng 200 ÷ 400 ppm. Khí này rất độc hại cho con người và môi trường khi đốt cháy, có thể tạo nên hỗn hợp nổ với không khí. Bản thân nó là chất gây ăn mòn trực tiếp các chi tiết của động cơ. Do vậy vấn đề làm sạch KSH là tách CO₂, H₂S là một quá trình cần thiết và quan trọng.

7.4.2. Làm sạch CO₂

a. Sử dụng nước lạnh dưới áp suất cao

Sục biogas qua nước lạnh dưới áp suất cao, một lượng lớn khí này sẽ hoà tan trong nước. Đây là phương pháp đơn giản nhất để loại CO₂. Có thể tham khảo khả năng hoà tan của CO₂ trong nước tại các nhiệt độ khác nhau qua các số liệu trong bảng 6.7.

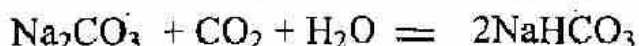
Từ bảng 7.12 cho thấy, nhiệt độ càng thấp, áp suất càng cao thì khả năng hoà tan trong nước của CO₂ càng lớn. Do vậy, sử dụng điều kiện này để tách loại CO₂.

Bảng 7.12. Thành phần của sản phẩm khí hoá xenlulozơ

Phân loại khí hoá	Phản ứng
Nhiệt phân (Pyrolysis)	$C_6H_{10}O_5 \rightarrow 5CO + 5H_2 + C$ $C_6H_{10}O_5 \rightarrow 5CO + CH_4 + 3H_2$ $C_6H_{10}O_5 \rightarrow 3C + CO_2 + 2CH_4 + H_2$
Oxy hoá một phần (Partial oxidation)	$C_6H_{10}O_5 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow 6CO + 5H_2$ $C_6H_{10}O_5 + O_2 \rightarrow 5CO + CO_2 + 5H_2$ $C_6H_{10}O_5 + 2O_2 \rightarrow 3CO + 3CO_2 + 5H_2$
Khí hoá hơi nước (Steam gasification)	$C_6H_{10}O_5 + H_2O \rightarrow 6CO + 6H_2$ $C_6H_{10}O_5 + 3H_2O \rightarrow 4CO + 2CO_2 + 8H_2$ $C_6H_{10}O_5 + 7H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2$
Sự chuyển đổi khí lỏng (Water - Gas shift)	$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$
Metan hoá (Methanation)	$CO + 3H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$

b. Sử dụng dung dịch kiềm

Có thể dùng NaOH hoặc Ca(OH)₂ để hấp thu, các phương trình phản ứng xảy ra như sau:



1 kg vôi nung hoà tan trong 1 m³ nước đủ để loại 300 lít CO₂. Hàm lượng CO₂ có thể giảm xuống còn khoảng 8 ÷ 8,5% TT.

Bảng 7.13. Khả năng hoà tan của CO₂ trong nước (kg CO₂/100 kg H₂O)

Áp suất		Nhiệt độ, °C				
atm	kg/cm ²	0	10	20	30	40
1	1,03	0,4	0,25	0,15	0,10	0,10
10	10,3	3,15	2,15	1,30	0,90	0,75
50	51,7	7,70	6,95	6,00	4,80	3,90
100	103	8,00	7,20	6,66	6,00	5,40
200	207	—	7,95	7,20	6,55	6,05

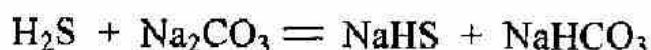
c. Sử dụng sàng phân tử

Phương pháp này dựa trên sự hấp thụ các phân tử khí CO₂ trong mao quản của sàng cacbon khi áp suất cao. Khi giảm áp suất, các phân tử khí này sẽ ra khỏi vật liệu sàng. Đặc trưng công nghệ sẽ được nêu ở phần dưới.

7.4.3. Làm sạch H₂S

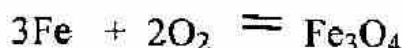
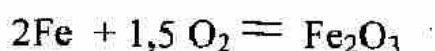
a. Dùng Na₂CO₃

Na₂CO₃ tạo ra ở phương trình (a) có thể dùng để loại H₂S trong biogas qua phản ứng sau:

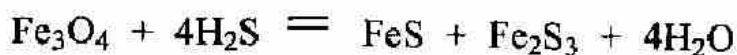
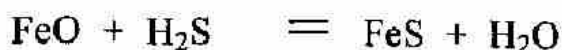


b. Dùng Fe₂O₃

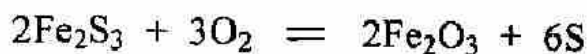
Fe₂O₃ được tạo ra bằng phản ứng oxy hoá phoi sắt. Tuy nhiên, khi oxy hoá, có thể tạo ra hỗn hợp oxit sắt:



Tất cả các dạng trên đều có hoạt tính làm tác nhân khử H₂S:



Sau khi sử dụng, hỗn hợp xúc tác sắt được tái sinh bằng cách nung trong dòng oxy sẽ hoàn nguyên lại trạng thái ban đầu. Các phản ứng tái sinh diễn ra như sau:



Có thể tái sinh xúc tác sắt được 4 ÷ 5 lần.

Thiết bị tách H₂S chứa sắt oxit dưới dạng phoi sắt (được tạo ra bằng cách oxy hoá phoi sắt để tạo một lớp oxit). Khả năng tách H₂S của thiết

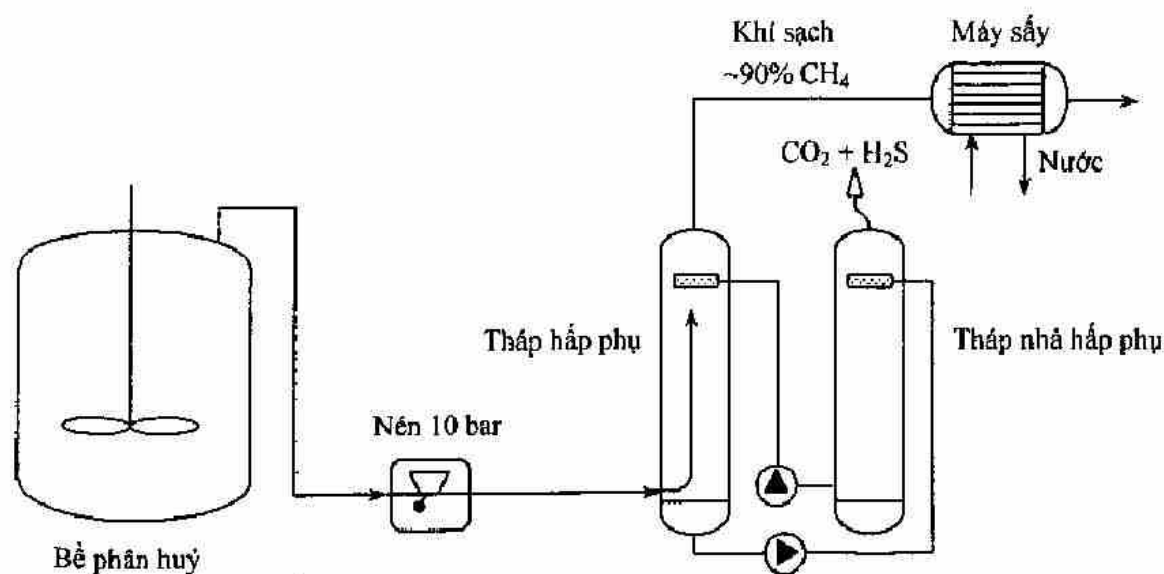
bị giảm dần theo thời gian. Thông thường thì sau 30 ngày sử dụng hiệu suất tách H_2S vẫn đạt 98%, còn hàm lượng H_2S có thể giảm xuống còn 0,3% TT.

7.4.4. Các công nghệ điển hình

Bên cạnh những phương pháp trên, trong thực tế thường dùng những công nghệ đơn giản như: hấp thụ bằng nước, hấp thụ bằng polyetylen glycol, công nghệ sàng phân tử cacbon hỗn hợp, công nghệ màng phân tách.

a. Công nghệ hấp thụ bằng hơi nước

Quá trình hấp thụ bằng nước được sử dụng để loại bỏ cacbon dioxit đồng thời loại bỏ hydrosulfua từ khí sinh học bởi vì H_2S hoà tan trong nước nhiều hơn metan. Thông thường khí sinh học được nén và đi vào ở đáy thiết bị hấp thụ và nước được cấp từ trên xuống, quá trình hấp thụ xảy ra ngược chiều. Nước ra khỏi tháp hấp thụ có thể được tái sinh bằng cách hạ áp suất hoặc làm sạch bằng không khí trong một thiết bị tương tự. Phương pháp này đạt hiệu quả tốt nhất khi không cần tái sinh nước nếu loại nước rẻ tiền được sử dụng, ví dụ như trường hợp sử dụng nước từ một nhà máy xử lý nước thải.



Hình 7.6. Sơ đồ công nghệ hấp thụ bằng nước

b. Hấp thụ bằng polyetylen glycol

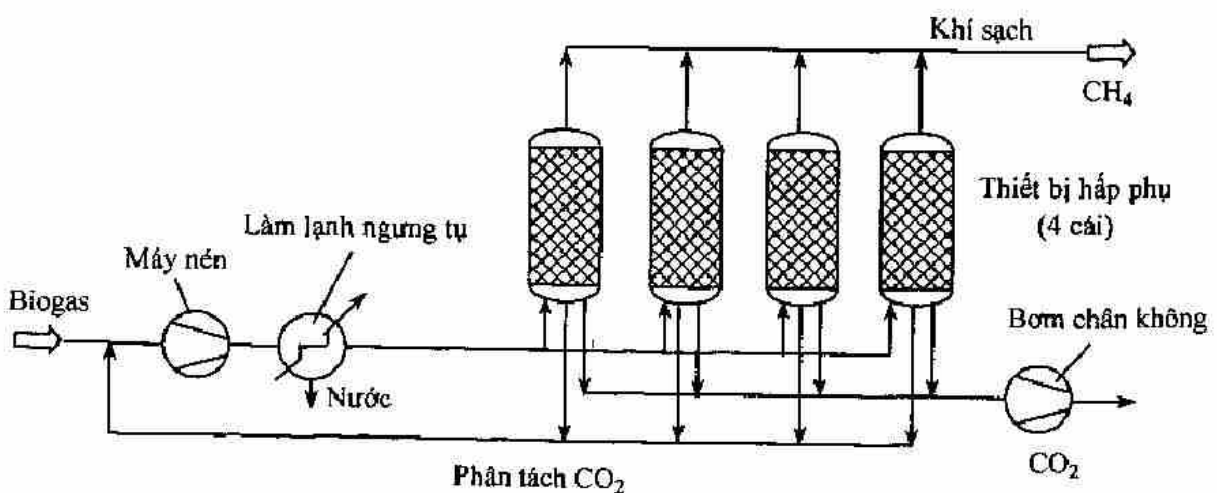
Cũng giống như quá trình hấp thụ bằng nước, quá trình hấp thụ bằng polyetylen glycol là một quá trình vật lý. Selexol là một trong những tên thương mại được sử dụng cho một dung môi chứa polyetylen. Trong dung môi này, giống như trong nước, cả cacbon đioxit và hydrosunfua đều hoà tan nhiều hơn. Sự khác biệt lớn giữa nước và selexol là cacbon đioxit và hydrosunfua hoà tan trong selexol nhiều hơn làm lượng dung môi cần thiết là ít hơn và giảm được chi phí vận chuyển dung môi. Ngoài ra, nước và các dẫn xuất halogen của hydrocacbon (chất gây ô nhiễm trong khí sinh học từ bãi rác) cũng được loại bỏ khi hấp thụ bằng selexol.

Quá trình hấp thụ bằng selexol luôn luôn được thiết kế với tuần hoàn dung môi. Dung môi được tái sinh bằng hơi nước hoặc khí trơ.

c. Công nghệ sàng phân tử cacbon

Sàng phân tử là những vật liệu tuyệt vời để tách riêng tạp chất khỏi khí sinh học. Các phân tử thường được hấp thụ trong mao quản của sàng cacbon nhưng liên kết quá chặt. Quá trình hấp phụ chọn lọc đạt được do kích cỡ mao quản khác nhau hoặc do áp suất khí khác nhau.

Khi áp suất giảm, các hợp chất tách ra từ khí sinh học được nhả hấp phụ. Quá trình hấp phụ do đó thường được gọi là “hấp phụ áp suất” (PSA). Để làm giàu metan từ khí sinh học các sàng phân tử được sử dụng được sản xuất từ than cốc nhiều mao quản có kích thước cỡ micromet. Các mao quản sau đó tiếp tục được thu nhỏ bằng cách cracking hydrocacbon.



Hình 7.7. Sơ đồ làm sạch CO₂ bằng sàng phân tử

Để giảm mức tiêu thụ năng lượng nén khí, cần thiết kể một loạt các bể liên kết với nhau. Khí ra khỏi thiết bị này sẽ tiếp tục vào các thiết bị khác. Thông thường, bốn thiết bị được sử dụng có chứa đầy sàng phân tử sẽ loại bỏ đồng thời CO₂ và hơi nước. Sau khi loại bỏ hydrosulfua bằng cách sử dụng than hoạt tính và ngưng tụ nước trong thiết bị làm lạnh ở 4°C, dòng khí sinh học ở áp suất 6 bar đi thiết bị hấp phụ. Cột đầu tiên làm sạch khí thô tại 6 bar cho biogas đã làm sạch với hàm lượng nước dưới 10 ppm và hàm lượng metan 96% hoặc hơn.

Trong cột thứ hai áp suất 6 bar ban đầu giảm xuống còn khoảng 3 bar do thông áp, mà trước đó được khử khí bằng cách tạo chân không nhẹ. Ở bước tiếp theo áp suất xuống mức áp suất khí quyển. Dòng sau khi đã tách khí chảy trở lại bể phân hủy để thu hồi metan. Cột thứ ba được xả từ 1 bar xuống 0,1 bar. Khí nhà hấp phụ bao gồm chủ yếu là cacbon đioxit và một ít metan và do đó thường được thải vào không khí. Để giảm bớt metan mất mát, hệ thống có thể được thiết kế để tuần hoàn khí nhà hấp phụ.

Các sản phẩm của cột 1 được giám sát liên tục cho CH₄ bằng một máy phân tích hồng ngoại. Nếu chỉ số Wobbe không đạt yêu cầu dòng khí được dẫn trở lại PSA. Nếu nồng độ metan đủ cao, dòng khí có thể được dẫn vào hệ thống khí tự nhiên hoặc nén trong một máy nén ba cấp lên đến 250 bar.

d. Công nghệ màng lọc

Có hai hệ thống cơ bản của quá trình lọc khí bằng màng: hệ thống pha khí áp suất cao ở cả hai phía của màng và hệ thống khí lỏng có áp suất thấp, chất lỏng hấp thụ các phân tử khuếch tán qua màng.

Quá trình tách khí áp suất cao như sau: Khí nén (36 bar) trước hết được làm sạch hơn bằng một thiết bị loại cố định chứa than hoạt tính để loại bỏ các dẫn xuất halogen hydrocacbon và hydrosulfua từ khí thô cũng như hơi dầu từ máy nén khí. Sau đó khí được đi qua một thiết bị lọc và được gia nhiệt. Các màng làm từ axetat xenlulozo phân tách các phân tử phân cực yếu như cacbon đioxit, hơi nước và hydrosulfua còn lại. Những màng này không hiệu quả trong việc tách nitơ từ metan.

Khí thu được sau khi làm sạch qua 3 giai đoạn sẽ có hàm lượng metan tới 96% hoặc hơn. Khí thải từ hai cấp đầu được tuần hoàn và metan có thể được thu hồi. Khí thải từ giai đoạn 3 (và trong một phần của giai đoạn 2) được đốt bỏ hay được sử dụng để sản xuất hơi nước vì nó vẫn còn chứa 10 đến 20% metan.

Thực nghiệm đầu tiên đã cho thấy các màng có thể kéo dài tới 3 năm tương đương với tuổi thọ của các màng để lọc khí tự nhiên, thường là 2 đến 5 năm. Sau 1,5 năm tính thấm đã giảm 30% do nén. Khí sạch được nén tiếp lên đến 3,600 Psi (250 bar) và được tồn trữ trong bể chứa bằng thép.

Các màng lọc có tính lựa chọn với các phân tử khác nhau, ví dụ, H_2S và CO_2 được tách ra ở các môđun khác nhau. Việc sử dụng màng sợi rỗng cho phép xây dựng các môđun rất nhỏ gọn làm việc trong dòng chảy qua.

Màng hấp thụ khí lỏng: Hấp thụ khí lỏng bằng cách sử dụng màng là một kỹ thuật tách được phát triển để nâng cấp khí sinh học chỉ mới được sử dụng gần đây. Các yếu tố thiết yếu là một màng vi mao quản kỵ nước tách khí từ pha lỏng. Các phân tử từ dòng khí, chảy theo một hướng, có khả năng khuếch tán qua màng sẽ được hấp thụ ở phía bên kia bởi chất lỏng chảy ngược chiều. Màng hấp thụ làm việc tại áp suất khí quyển (1 bar) vì thế cho phép xây dựng với chi phí thấp. Việc loại bỏ các thành phần khí rất hiệu quả. Ở nhiệt độ $25 \div 35^\circ C$ nồng độ H_2S trong khí thô là 2% sẽ được giảm xuống dưới 250 ppm. Chất hấp thụ là coral hoặc NaOH.

H_2S bão hoà NaOH có thể được sử dụng trong xử lý nước để loại bỏ các kim loại nặng. H_2S trong coral có thể được loại bỏ bằng cách nung nóng. Nồng độ H_2S được đưa vào một phản ứng Claus hoặc bị ôxi hoá để tạo lưu huỳnh. Dung dịch coral sau đó có thể được tuần hoàn lại.

CO_2 được loại bỏ bằng một dung dịch amin. Khí sinh học được làm sạch rất hiệu quả từ 55% CH_4 (43% CO_2) đến hơn 96% CH_4 . Dung dịch amin được tái sinh bằng cách nung nóng. Khí CO_2 thải ra rất tinh khiết và có thể được sử dụng công nghiệp.

7.5. SẢN PHẨM VÀ TÍNH CHẤT HOÁ HỌC CỦA NHIÊN LIỆU SINH KHỐI

7.5.1. Khái quát chung

Nhiệt phân là phương pháp chính để sản xuất nhiên liệu sinh khối. Trong quá trình nhiệt phân, sẽ tạo ra ba dạng sản phẩm: Sản phẩm khí, sản phẩm lỏng (gọi là dầu sinh học) và sản phẩm rắn (chính là cốc hoặc than). Thời gian phản ứng, tốc độ tăng nhiệt độ và nhiệt độ chính là những thông số quyết định thành phần của sản phẩm nhiệt phân.

Có thể tham khảo thành phần, điều kiện tạo thành các sản phẩm này ở bảng 7.13.

Bảng 7.14. Các điều kiện phản ứng và thành phần sản phẩm nhiệt phân

<i>Quá trình</i>	<i>Thời gian phản ứng</i>	<i>Nhiệt độ, °C</i>	<i>Tốc độ tăng nhiệt độ nhiệt phân</i>	<i>Sản phẩm chính</i>
Cacbon hoá	giờ - ngày	300 ÷ 500	Rất chậm	Than
Cacbon hoá áp suất	15 phút ÷ 2 giờ	450	Trung bình	Than
Nhiệt phân chậm	giờ	400 ÷ 600	Chậm	Than, lỏng, khí
Nhiệt phân chậm	5 ÷ 30 phút	700 - 900	Trung bình	Than, khí
Nhiệt phân nhanh	0,1 ÷ 2 giây	400 ÷ 650	Nhanh	Lỏng
Nhiệt phân nhanh	< 1 giây	650 ÷ 900	Nhanh	Lỏng, khí
Nhiệt phân nhanh	< 1 giây	1000 ÷ 3000	Rất nhanh	Khí
Nhiệt phân chân không	2 ÷ 30 giây	350 ÷ 450	Trung bình	Lỏng
Hydro phân áp suất	< 10 giây	< 500	Nhanh	Lỏng

Các số liệu trong bảng 7.13 cho thấy, nếu nhiệt phân với tốc độ tăng nhiệt độ nhanh, thời gian phản ứng ngắn và nhiệt độ vừa phải thì sản phẩm nhiệt phân thu được sẽ chủ yếu là sản phẩm lỏng. Trong khi nếu nhiệt phân ở điều kiện nhiệt độ thấp, thời gian dài sẽ cho sản phẩm chính là than. Còn nếu tiến hành nhiệt phân ở nhiệt độ cao thì sản phẩm thu được chủ yếu là sản phẩm khí.

Quá trình nhiệt phân chậm gỗ (thời gian lưu 24 giờ) là công nghệ phổ biến để sản xuất than, và một số sản phẩm lỏng khác như axit axetic, metanol, etanol, axeton

7.5.2. Dầu sinh học (bio-oil)

a. Đặc tính chung

Sản phẩm lỏng trong quá trình nhiệt phân hay quá trình hoá lỏng nhiên liệu sinh khối được gọi là dầu sinh học (bio-oil), hay có thể gọi là dầu nhiệt phân. Có thể sử dụng rất nhiều loại nguyên liệu - nhiên liệu sinh khối để sản xuất dầu sinh học như gỗ, các sản phẩm phụ nông nghiệp, cành hay rễ cây, các sản phẩm phụ lâm nghiệp.

Thành phần của dầu sinh học này rất phức tạp, có đến trên 400 loại hợp chất khác nhau bao gồm: các hydrocacbon, các hợp chất thơm, các sản phẩm oxy hoá như hydroxyxeton, hydroxyaldehyt, sugar, axit cacboxylic, phenolic... trong đó hợp chất phenolic được xem như là oligome có khối lượng phân tử $900 \div 2500$ đvC. Một lượng nước đáng kể ($15 \div 35\%$) và một ít than rắn nằm lơ lửng trong dầu. Hàm lượng oxy chiếm khoảng 45%, nó có mặt trong hầu hết trong số hơn 300 hợp chất được xác định từ bio-oil. Dầu có màu nâu sẫm với mùi khét đặc trưng.

Hàm lượng oxy lớn là điểm khác biệt giữa bio-oil và nhiên liệu dầu khoáng (chứa hydrocacbon). Bio-oil có nhiệt năng thấp hơn so với hydrocacbon, nhưng vì có nhiều oxy nên xúc tiến cho quá trình cháy triệt để hơn, sinh ra ít khí thải độc hại hơn. Hàm lượng nước trong bio-oil ảnh hưởng đến nhiệt độ ngọn lửa và nhiệt năng của nhiên liệu, làm giảm các giá trị này.

Độ nhớt của dầu sinh học dao động trong khoảng rất rộng, từ 35 ÷ 1000 cP ở 40°C. Độ nhớt phụ thuộc vào nguyên liệu và điều kiện quá trình. Khi nhiệt độ tăng, độ nhớt của bio-oil sẽ giảm nhanh hơn so với dầu có nguồn gốc từ dầu mỏ. Cũng có thể làm giảm độ nhớt của dầu bằng cách pha thêm những dung môi phân cực như metanol, axeton. Trong bio-oil còn chứa những chất axit hữu cơ, chủ yếu là axit axetic và axit formic, vì vậy dầu bio-oil thường có pH trong khoảng 2 ÷ 3.

Dầu sinh học thường ứng dụng để làm nhiên liệu cho động cơ tuốc-bin, nhiên liệu cho các phương tiện giao thông, làm nhiên liệu đốt lò, sản xuất điện năng, sản xuất hoá chất... Một số tính chất chung của dầu sinh học và dầu sinh học nhiệt phân từ gỗ được đưa ra ở bảng 7.15 và bảng 7.16.

Bảng 7.15. Tính chất chung của dầu sinh học Bio-oil

<i>Tính chất của Bio-oil</i>	<i>Nguyên liệu</i>	
	<i>Gỗ thông (53% cây đại kích 47% ,còn vỏ)</i>	<i>Ri đường</i>
pH	2,4	2,6
Hàm lượng nước %KL	23,4	20,8
Metanol Insoluable Solids (Hàm lượng lignin %KL)	24,9	23,5
Hàm lượng chất rắn %KL	<0,10	<0,10
Hàm lượng tro %KL	<0,02	<0,02
Khối lượng riêng kg/l	1,19	1,2
Nhiệt trị thấp MJ/kg	16,4	15,4
Độ nhớt ở 20°C cSt	40	50
Độ nhớt ở 80°C cSt	6	7

Bảng 7.16. Một số đặc tính điển hình của dầu sinh học nhiệt phân gỗ

<i>Các đặc tính</i>	<i>Dầu sinh học</i>	<i>Dầu nhiên liệu nặng</i>
pH	2,5	—
Thành phần nguyên tố, %TL:		
Cacbon	54 ÷ 58	85
Hydro	5,5 ÷ 7,0	11
Oxy	35 ÷ 40	1,0
Nitơ	0 ÷ 0,2	0,3
Tro	0 ÷ 0,2	0,1
Nhiệt cháy cao, MJ/kg	16 ÷ 19	40
Độ nhớt (50°C), cP	40 ÷ 100	180
Cặn rắn, % TL	0,2 ÷ 1,0	1
Cặn cát, % TL	Dưới 50	1

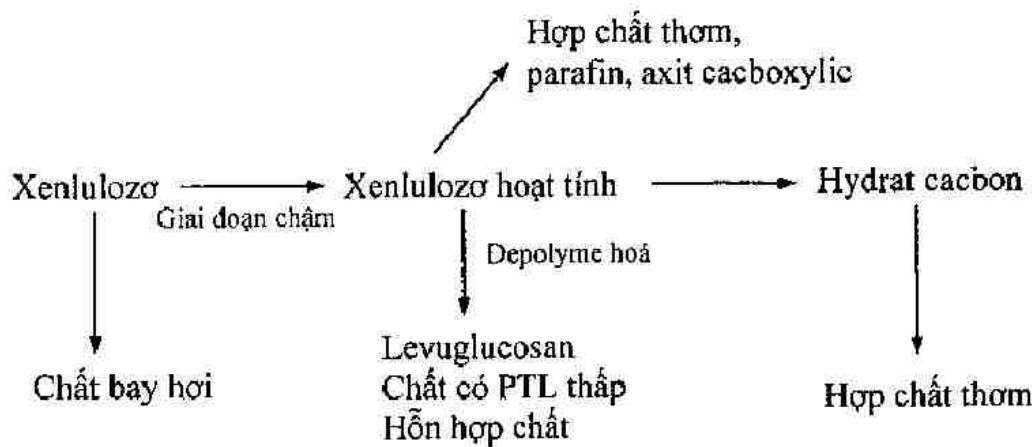
b. Các phản ứng hoá học xảy ra trong quá trình nhiệt phân nhiên liệu sinh khối

Quá trình nhiệt phân nhiên liệu sinh khối là một tập hợp phong phú của các phản ứng hoá học khác nhau như các phản ứng thủy phân, khử nước, isome hoá, phản ứng khử hydro, thom hoá, cốc hoá... để tạo ra các loại sản phẩm khác nhau.

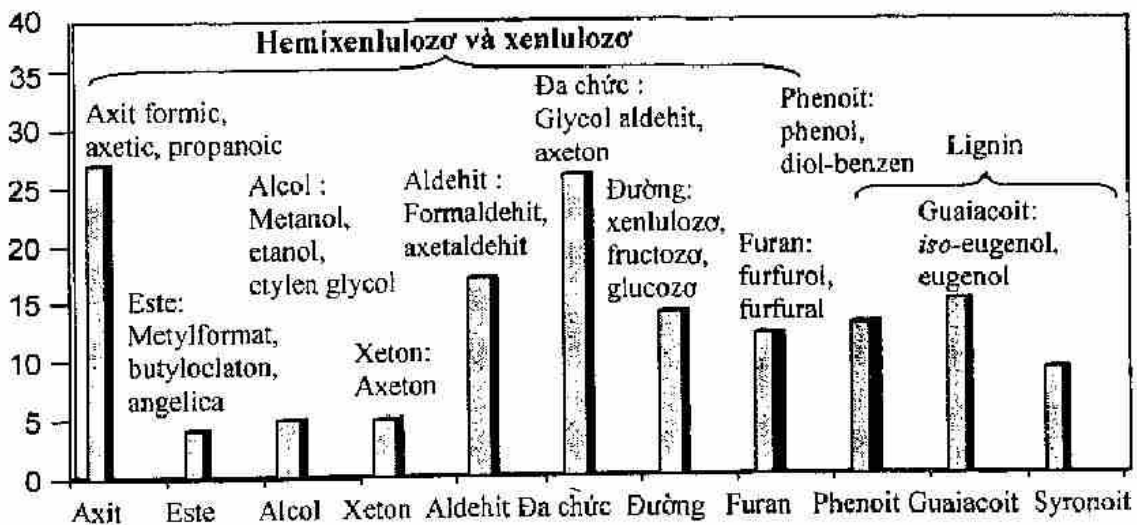
Milne và cộng sự đã tổng kết lại thành phần của dầu sinh học trên hình 7.8. Hơn 400 hợp chất hữu cơ được tìm thấy trong dầu sinh học, bao gồm các chất loại axit, este, rượu, phenol, aldehyt, xeton, benzen, đường, xenlulozơ, lignin, hemixenlulozơ...

Các chất vô cơ dạng vết trong biomass ban đầu như K, Li, Ca... cũng đóng một vai trò nhất định trong độ chọn lọc của sản phẩm dầu sinh học; còn mức độ polyme hoá và tinh thể hoá của xenlulozơ (là thành phần chính của sinh khối) ảnh hưởng đến thành phần dầu sinh học. Thủy phân xenlulozơ tinh khiết có thể sản xuất được đến 60% sản phẩm levoglucosan. Cơ chế phân huỷ xenlulozơ để thu sản phẩm dầu sinh học được đưa ra ở sơ đồ hình 7.8.

Trên hình 7.9 và bảng 7.17 mô tả thành phần sản phẩm chủ yếu của dầu sinh học thu được từ quá trình phân huỷ xenlulozơ; bao gồm rượu aldehyt, axit, este, đường, phenol, syronoit... Hàm lượng các sản phẩm này phụ thuộc vào thành phần lignin hoặc hemixenlulozơ có trong xenlulozơ.



Hình 7.8. Sơ đồ phân huỷ xenlulozơ từ gỗ để thu sản phẩm sinh khối



Hình 7.9. Thành phần dầu sinh học thu được từ quá trình phân huỷ xenlulozơ

Bảng 7.17. Thành phần chủ yếu của dầu sinh học

Tính chất của Bio-oil	Nguyên liệu	
	Gỗ thông (53% cây đại kích 47% ,còn vỏ)	Ri đường
Nước	23,4	20,8
Dẫn xuất metanol và lignin	24,9	23,5
Xellubiosan	1,9	-
Glyoxal	1,9	2,2
Hydroxyaxetaldehit	10,2	10,2
Levoglucosan	6,3	3,0
Formaldehyt	3,0	3,4
Axit formic	3,7	5,7
Axit axetic	4,2	6,6
Axeton	4,8	5,8

c. Sản xuất dầu sinh học từ sinh khối bằng nhiệt phân

Từ 50 ÷ 90% nhiên liệu sinh khối có thể được chuyển hoá thành dầu sinh học; đây chính là một đặc điểm rất có lợi của quá trình sản xuất loại dầu này.

Có thể thu được dầu sinh học từ hai quá trình xử lý hoá - nhiệt nhiên liệu sinh khối là nhiệt phân nhanh và hoá lỏng. Quá trình hoá lỏng thường diễn ra ở áp suất 50 ÷ 200 atm và ở nhiệt độ 250 ÷ 325°C. Trong khi quá trình nhiệt phân nhanh, phản ứng xảy ra ở nhiệt độ cao hơn, từ 375 ÷ 525°C và áp suất thấp hơn nhiều, từ 1 ÷ 5 atm. Do thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn nên chi phí cho quá trình nhiệt phân cũng thấp hơn nhiều so với quá trình hoá lỏng.

Do điều kiện vận hành của hai quá trình khác nhau nên đặc điểm thành phần của dầu sinh học thu được từ hai quá trình là khác nhau. Dầu thu được từ quá trình nhiệt phân nhanh có khả năng tan trong nước và có nồng độ oxy lớn hơn dầu thu được từ quá trình hoá lỏng. Dầu này có tính axit, pH vào khoảng 2,5. Dầu thu được từ quá trình hoá lỏng nhiên liệu

sinh khối không tan trong nước, có lượng oxy thấp hơn, có nhiệt cháy cao hơn nhưng lượng hơi nước trong dầu lại ít hơn so với dầu thu được từ quá trình nhiệt phân nhanh.

**** Sản xuất dầu sinh học từ quá trình nhiệt phân nhanh nhiên liệu sinh khối***

Trong quá trình nhiệt phân nhanh, nhiên liệu sinh khối được nung nóng trong môi trường không có không khí để tạo ra các sản phẩm khí. Các sản phẩm khí này sẽ được ngưng tụ lại. Nếu nhiệt phân với tốc độ chậm thì thu được một lượng cốc lớn. Lượng cốc này có thể được sử dụng như nhiên liệu rắn. Muốn thu được dầu sinh học thì phải tiến hành quá trình nhiệt phân nhanh.

Quá trình nhiệt phân nhanh có hiệu suất rất cao, có thể đạt tới 80% nguyên liệu khô đầu vào. Muốn đạt hiệu suất như vậy cần phải chú ý đến các yêu cầu cho quá trình nhiệt phân nhanh như xử lý nguyên liệu trước khi tiến hành nhiệt phân, chú ý đến các thông số của lò phản ứng và phải lưu ý đến các điều kiện khi tiến hành thu sản phẩm. Ví dụ, phải xử lý để nguyên liệu có kích thước nhỏ để tăng khả năng truyền nhiệt, phải sấy nguyên liệu khô đến còn 10%, nguyên liệu cần phải sạch để còn thu các sản phẩm hoá học. Đối với lò phản ứng, nhiệt độ phản ứng phải được chọn phù hợp với nguyên liệu nhưng nói chung là từ $450 \div 550^{\circ}\text{C}$. Ví dụ, đối với nhiệt phân gỗ, thì nhiệt độ 500°C sẽ tối đa hoá được lượng sản phẩm lỏng thu được. Một thông số nữa cần hết sức lưu ý là tùy thuộc vào sản phẩm mong muốn mà thời gian ngưng tụ khí thu được của quá trình nhiệt phân được điều chỉnh khác nhau. Để sản xuất các chất hoá học và phụ gia thì thời gian ngưng tụ vào khoảng vài phần mười giây. Nếu muốn sử dụng dầu sinh học làm nhiên liệu thì thời gian ngưng tụ là vào khoảng 2 giây.

**** Sản xuất dầu sinh học từ quá trình hoá lỏng nhiên liệu sinh khối***

Quá trình hoá lỏng nhiên liệu sinh khối có thể sử dụng dung môi nước (gọi là thủy nhiệt), không có dung môi (gọi là nhiệt thủy phân) hoặc dùng dung môi phản ứng (phân ly trong dung môi).

Các xúc tác sử dụng trong quá trình hoá lỏng nhiên liệu sinh khối có thể là các chất kiềm (kim loại kiềm, các muối cacbonat kiềm), các kim loại (kẽm, đồng, niken). Các dung môi sử dụng cho quá trình này có thể là nước, etylen glycol, metanol, và dầu sinh học tái sinh.

d. Nhiệt phân xúc tác để sản xuất dầu sinh học

Có thể sử dụng zeolit làm xúc tác để làm giảm thành phần oxy, cải thiện độ bền nhiệt của dầu sinh học. Điều kiện phản ứng như sau: Nhiệt độ 350 - 500°C, áp suất khí quyển. Sản phẩm thu được từ quá trình này bao gồm hydrocacbon (aromatic, parafinic), các chất hữu cơ lỏng, nước, khí (CO, CO₂, alcan nhẹ) và cốc. Trong quá trình này, một loạt các phản ứng xảy ra như: Dehydrat hoá, cracking, polyme hoá, deoxy hoá, thơm hoá. Bảng 7.18 đưa ra các kết quả nhiệt phân nhanh sinh khối gỗ để thu dầu sinh học sử dụng các xúc tác khác nhau.

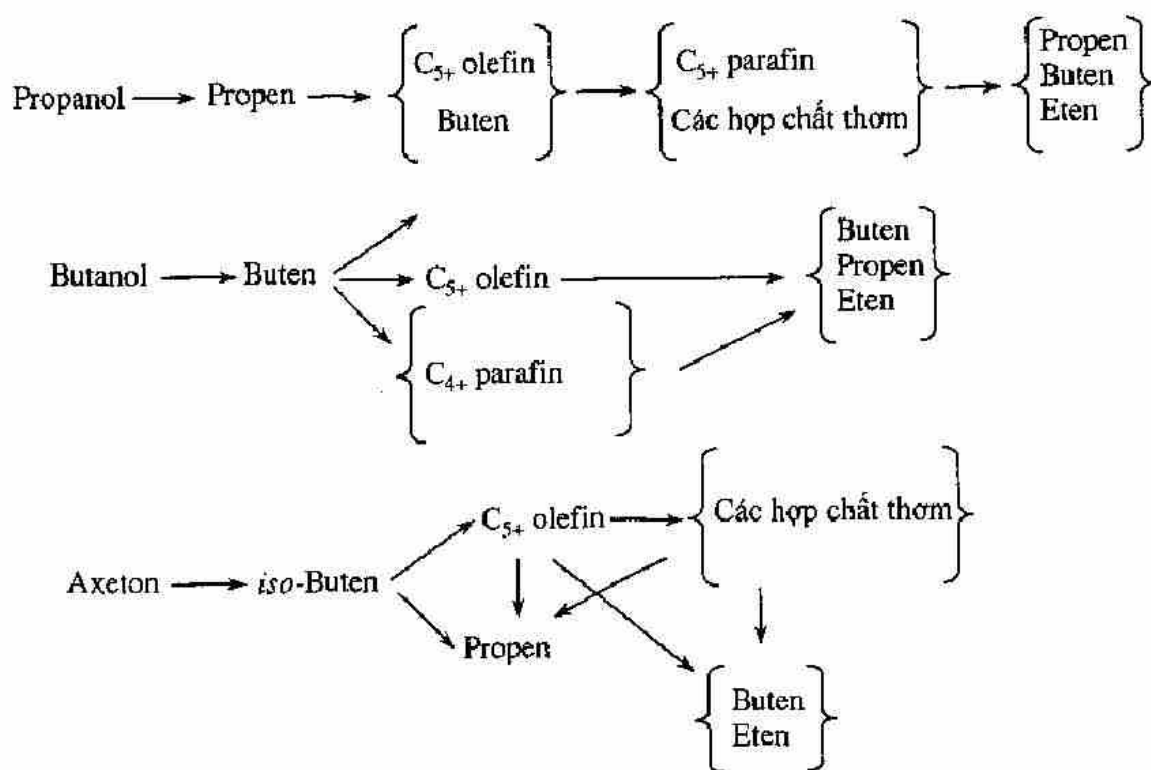
Bảng 7.18. So sánh thành phần sản phẩm nhiệt phân sử dụng xúc tác khác nhau

<i>Thành phần và đặc tính xúc tác</i>	<i>HZSM-5</i>	<i>Silica-alumina</i>	<i>SAPO-5</i>	<i>SAPO-11</i>	<i>MgAPO-36</i>
<i>Xúc tác</i>					
- Kích thước lỗ xốp, nm	-0,54	3,15	0,8	0,56	0,75
- Bề mặt BET, m ² /g	-329	321	330	205	196
- Bề mặt axit, cm ² /g	-224,9		125,5	76	15,5
<i>Hiệu suất sản phẩm</i>					
- Sản phẩm lỏng	33,6	24,9	22,2	19,9	16,3
- Khí		6,1	10,3	12,2	10,1
- Cốc + than	20,5-30,2	40	30,0	25,5	38,7
- Nhựa đường	0 - 4,1		9,5	11,9	10,1
- Phân đoạn lỏng		25	24,2	26,3	23,1
<i>Thành phần sản phẩm lỏng</i>					
- Tổng hydrocacbon	86,7	45,6	51	56,8	51,6
- Thơm	65,9	2,1	27,5	29,1	26,7
- Mạch hở	18,6	43,5	23,5	24,4	23,4

Kết quả bảng 7.17 cho thấy, sử dụng xúc tác zeolit HZSM-5 sẽ cho sản phẩm hydrocacbon, trong đó hydrocacbon thơm là cao nhất. Sản phẩm lỏng (dầu sinh học) được tách bằng phương pháp chưng cất phân đoạn, sau đó làm sạch để sử dụng cho các mục đích khác nhau.

Từ các sản phẩm chứa oxy như rượu, xeton với xúc tác là zeolit, có thể thực hiện quá trình deoxy hoá tạo hydrocacbon nhẹ. Minh hoạ sự biến đổi này trên hình 7.10.

Các sản phẩm khí này có thể được sử dụng để sản xuất LPG, làm nguyên liệu cho tổng hợp hoá dầu hoặc nguyên liệu cho phân xưởng polypropylen.



Hình 7.10. Sản phẩm deoxy hoá tạo hydrocacbon nhẹ trên xúc tác zeolit

e. Sản xuất dầu sinh học bằng phương pháp thủy phân

Như đã nói ở trên, thành phần chính của sinh khối gỗ là xenlulozơ, lignin. Bằng phương pháp thủy phân, từ xenlulozơ thu được glucozơ, sau đó là sản phẩm phân huỷ:



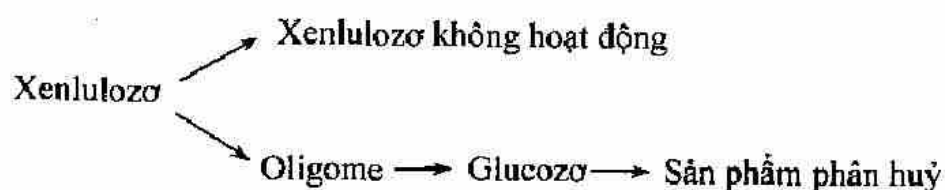


Xúc tác sử dụng cho quá trình thủy phân là axit sunfuric loãng hoặc xúc tác enzym. Tùy thuộc vào nguồn xenlulozơ ban đầu mà nhiệt độ phản ứng thủy phân sẽ khác nhau. Có thể thấy rõ điều này qua các thông số ở bảng 7.19.

Bảng 7.19. Các thông số động học của phản ứng thủy phân nguyên liệu khác nhau

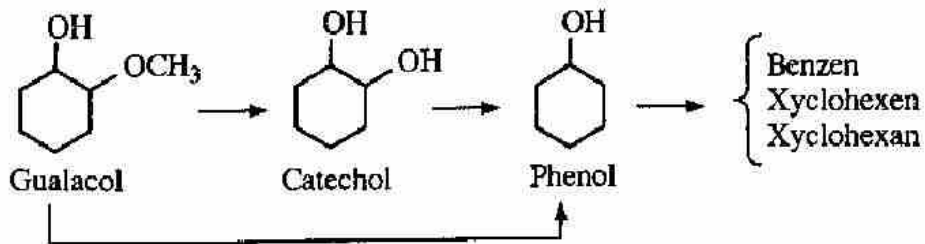
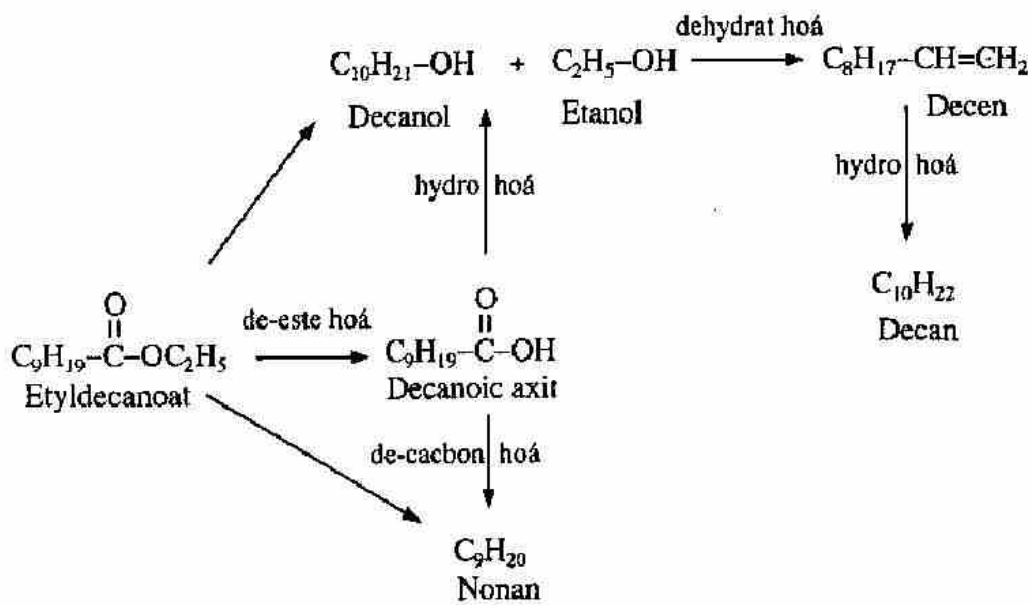
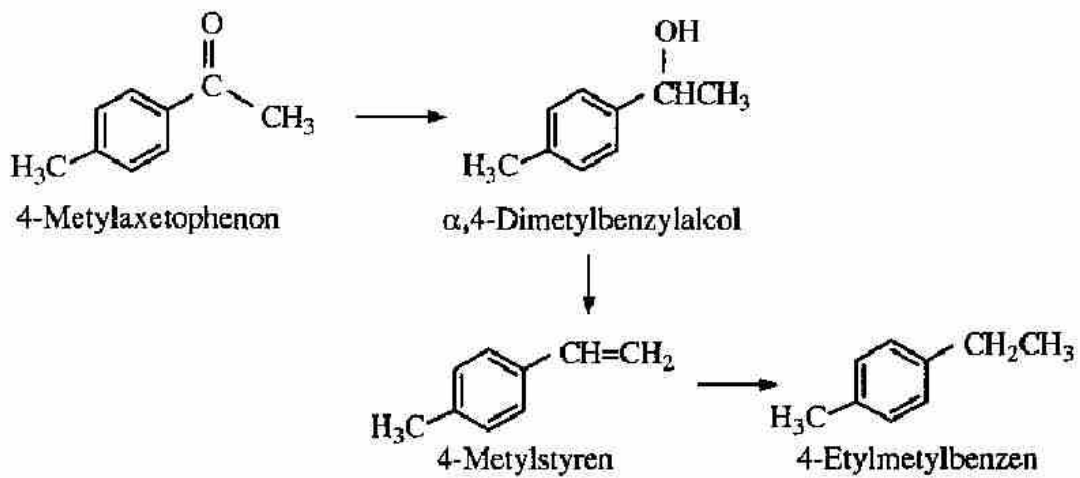
Nguồn nguyên liệu cho thủy phân	Nhiệt độ phản ứng, °C	Thành phần xúc tác axit H ₂ SO ₄ , % TL	E (kJ/mol)
Xenlulozơ	160 ÷ 260		
Glucôzơ	100 ÷ 130	5 ÷ 40	142
Gỗ thông	170 ÷ 190	0,4 ÷ 1,0	180
Giấy gói hàng loại dày	180 ÷ 230	0,2 ÷ 1,0	189
Giấy báo	200 ÷ 240	1,0	189
Sản phẩm phụ của cây mía	100 ÷ 130	5 ÷ 40	152

Sản phẩm của quá trình thủy phân rất đa dạng, đầu tiên từ xenlulozơ tạo ra các oligome, sau đó là glucôzơ, cuối cùng đến sản phẩm phân huỷ:

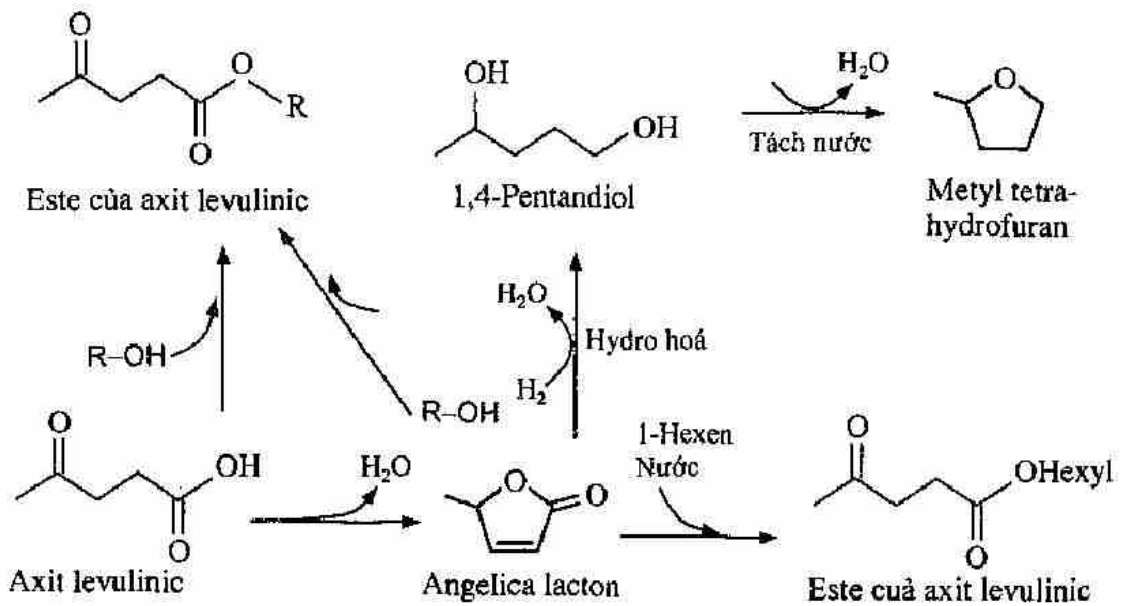


Sơ đồ hình 7.11 mô tả sự phân huỷ các chất chứa oxy, thu được từ xenlulozơ để tạo sản phẩm nhiên liệu.

Có mặt trong sản phẩm phân huỷ là các hợp chất như sugar, fructozơ, levulinic axit, levulinic este, lacton, axetic axit, etanol, furfural, furfuryl alcol, glyxerin, formic axit, suxinic axit... Sản phẩm chính của quá trình thủy phân xenlulozơ là axit levulinic. Từ axit này, xảy ra sự biến đổi thành sản phẩm nhiên liệu theo sơ đồ hình 7.12.



Hình 7.11. Phản ứng hydrodeoxy hoá sản phẩm từ xenlulozơ để tạo nhiên liệu



Hình 7.12. Biểu đồ tạo sản phẩm nhiên liệu từ levulinic axit

*** Chuyển hoá axit levulinic thành sản phẩm nhiên liệu**

Axit levulinic có thể chuyển hoá thành sản phẩm nhiên liệu bằng các phản ứng dehydrat hoá, hydrohoá. Các nhiên liệu này chủ yếu nằm trong khoảng sôi của xăng và có trị số octan khá cao. Một lượng nhỏ tương ứng với nhiên liệu diesel. Bảng 7.20 đưa ra sự so sánh trị số octan của sản phẩm dầu sinh học từ thủy phân với MTBE.

Bảng 7.20. So sánh đặc tính của sản phẩm nhiên liệu từ axit levulinic

Hợp chất	Oxy, %TL	Áp suất hơi ở 38°C, kPa	Trị số octan pha trộn (R+M)/2
MTBE	11	14,9	109
Metyl format	3,8	5,1	102
Etyl format	4,6	6,3	103
Metyl levulinat	37	7,3	106,5
Etyl levulinat	33	8,1	107,5
Isopropyl levulinat	30	8,9	105
Isobutyl levulinat	28	9,7	102,5
sec-Butyl levulinat	28	9,7	102,5

Nhìn chung, tất cả các sản phẩm nhiên liệu từ levulinic axit đều có hàm lượng oxy cao, trị số octan gần bằng với MTBE, áp suất hơi bão hoà khá tốt trong giới hạn; có thể sử dụng như các phụ gia cho xăng.

f. Pha trộn dầu sinh học

Dầu sinh học từ quá trình nhiệt phân nhanh không tan trong các nhiên liệu có nguồn gốc từ dầu mỏ bởi vì dầu này có nồng độ nước cao. Tuy nhiên có thể ngưng tụ dầu diesel với dầu sinh học bằng cách sử dụng các chất hoạt động bề mặt (HDBM). Dầu sinh học đã nhũ hoá có tính chất bất cháy khá tốt, nhưng giá thành lại cao do giá của chất HDBM và năng lượng cần thiết để tạo nhũ. Một đặc điểm cần chú ý là hỗn hợp nhũ tương dầu sinh học với nhiên liệu diesel có mức độ ăn mòn trong động cơ cao hơn. Ikura và cộng sự đã sản xuất nhũ tương dầu sinh học sử dụng 10 ÷ 30% dầu sinh học trộn với chất HDBM hypermer B 246 SF và họ nhận thấy rằng, khi tăng nồng độ dầu sinh học trong hỗn hợp thì trị số xetan của dầu sinh học giảm, độ nhớt tăng.

7.6. CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG CỦA NHIÊN LIỆU SINH KHỐI

Nhiên liệu sản xuất từ sinh khối phải đáp ứng các tiêu chuẩn TCVN hoặc ASTM về chất lượng nhiên liệu tương ứng. Chẳng hạn từ dầu nhiệt phân, ta sản xuất ra xăng hoặc nhiên liệu diesel... thì các thông số kỹ thuật như trị số octan, trị số xetan, hàm lượng lưu huỳnh, thành phần cất phân đoạn... cũng phải giống như các loại xăng hoặc diesel thông thường. Về mặt nhiệt trị, có thể hơi kém hơn các nhiên liệu khoáng, nhưng vẫn phải đảm bảo trong giới hạn cho phép.

Chưa có tiêu chuẩn riêng cho nhiên liệu đi từ sinh khối, vậy áp dụng như các tiêu chuẩn của nhiên liệu đi từ dầu khoáng.

7.7. ỨNG DỤNG CỦA NHIÊN LIỆU SINH KHỐI

Hiện nay, do các vấn đề về môi trường và nguồn nhiên liệu khoáng sẽ cạn kiệt trong tương lai không xa mà chính phủ các nước trên thế giới đang có các chương trình tích cực nhằm tìm kiếm nguồn nhiên liệu thay thế có thể tái sinh đồng thời giảm phát thải để bảo vệ môi trường. Nhiên

liệu sinh khối hiện nay là nguồn nhiên liệu tái sinh chiếm tỷ lệ lớn nhất. Các ứng dụng của nhiên liệu sinh khối có thể thấy ở bảng 7.21.

Bảng 7.21. Công nghệ, sản phẩm trung gian và sản phẩm cuối

Công nghệ	Sản phẩm trung gian		Sản phẩm phụ	Sản phẩm cuối
Khí hoá	Khí cháy được Chất lỏng cháy được Hắc ín Khí tro		Than Tro Cacbon dioxit	Nhiên liệu Điện Nhiệt
Nhiệt phân	Syngas Bio-oil Than		Than Khí không cháy	Điện Nhiệt
Lên men đường và tinh bột	Lên men glucozơ ướt	Bột nhão và đường	Bã ngũ cốc Cacbon dioxit	Nhiên liệu Điện Nhiệt
	Lên men glucozơ khô	Tinh bột và đường	Dầu ngô Bột gluten ngô Nguyên liệu gluten ngô Cacbon dioxit Phân sinh học dạng lỏng	
Lên men sinh khối ligno-xenlulozơ	Xenlulozơ Hemixenlulozơ Lignin		Cacbon dioxit Cặn xenlulozơ và lignin	Nhiên liệu Điện Nhiệt
Transesterification	n/a		Biodiezel Metanol Glyxerin	Nhiên liệu Điện Nhiệt

Bảng 7.21. (tiếp theo)

Công nghệ	Sản phẩm trung gian	Sản phẩm phụ	Sản phẩm cuối
Phân hủy yếm khí	Biogas Năng lượng nhiệt Cặn phân hủy	Phân bón dạng lỏng và rắn	Điện Nhiệt
Thu hồi khí bãi rác	Khí sinh học	Carbon dioxide Cặn không phân hủy Phân bón sinh học	Điện Nhiệt
Phân hủy hiếu khí	Nhiệt và phân bón	Carbon dioxide	Nhiệt

Nhiên liệu sinh khối được ứng dụng cụ thể trong các lĩnh vực sau đây:

7.7.1. Ứng dụng làm chất đốt dân dụng: Biogas

NLSK biogas là nguồn được sử dụng khá phổ biến ở vùng nông thôn, điển hình là Ấn Độ, có đến 90% hộ gia đình sử dụng biogas. Ở nước ta, trong những năm gần đây ở nhiều vùng nông thôn cũng đã bắt đầu sử dụng hầm biogas, còn gọi là khí sinh học (KSH), là sản phẩm phân giải yếm khí của các chất hữu cơ như phân động vật, rác hữu cơ hoặc phụ phẩm cây trồng. Bảng 7.22. cho thấy tiềm năng biogas từ các nguồn hữu cơ trên là rất lớn.

Công nghệ KSH trong những năm vừa qua chủ yếu phát triển ở qui mô gia đình, hiện nay có khoảng 7% chuồng trại chăn nuôi có xử lý chất thải để tạo biogas (mục tiêu đề ra là 30%). KSH được sử dụng trong đun nấu, thắp đèn, chạy quạt... đã mang lại lợi ích đáng kể cho người dân nông thôn.

Thành phần chủ yếu của biogas là metan nên nhiệt cháy của nó rất cao. Tùy theo hàm lượng của CH_4 trong khí mà nhiệt cháy thay đổi. Tối đa có thể thu được 9000 kcal/m^3

Một phần tư sinh khối còn lại được sử dụng trong sản xuất như:

- Sản xuất vật liệu xây dựng.

- Sản xuất đường.
- Sấy lúa và các nông sản.

Theo nghiên cứu của các nhà khoa học, hiệu suất cháy của biogas khoảng 59 ÷ 62%. Người ta đang cố gắng để đưa hiệu suất cháy cao hơn nhằm tận dụng tối đa loại nhiên liệu này.

Bảng 7.22. Tiềm năng khí sinh khối (biogas) từ phụ phẩm nông nghiệp

TT	Nguồn cung cấp	Tiềm năng, triệu m ³	Qui dầu tương đương, triệu tấn
1	Rơm rạ	1470,133	0,735
2	Phụ phẩm cây trồng	318,840	0,109
	Tổng từ phụ phẩm cây trồng	1788,973	0,894
3	Từ phân trâu	441,438	0,221
4	Phân bò	495,864	0,248
5	Phân lợn	2118,376	1,059
	Tổng từ chất thải gia súc	3055,678	1,528
	Tổng phụ phẩm nông nghiệp	4844,652	2,422

Ở nước ta, trên ba phần tư NLSK hiện được sử dụng phục vụ đun nấu gia đình với các bếp đun củ truyền với hiệu suất thấp. Bếp cải tiến tuy đã được nghiên cứu thành công nhưng chưa được ứng dụng rộng rãi.

Bảng 7.23. Sử dụng sinh khối theo năng lượng cuối

TT	Năng lượng cuối cùng	Tổng tiêu thụ, koe	Tỷ lệ, %
1	Bếp đun	10667	76,2
2	Lò nung	903	6,5
3	Lò đốt	2053	14,7
4	Phát điện	377	2,7
	Tổng	14000	100,0

koe: kologram of oil equivalent.

7.7.2. Ứng dụng làm nhiên liệu động cơ

Có thể sử dụng nhiên liệu biogas để chạy động cơ như máy phát điện, động cơ đốt trong; tuy nhiên công suất của các động cơ này thấp hơn so với nhiên liệu xăng. Để sử dụng nhiên liệu này, cần phải lọc tách H_2S và CO_2 qua hệ thống có chứa chất hấp thụ hoặc các tác nhân hoá học. Có thể dùng phoi sắt để khử H_2S (đạt hiệu suất khử 99%) và dùng nước để hấp thụ khí CO_2 (đạt hiệu suất 50%). Phương pháp tinh luyện này đơn giản dễ thực hiện.

Có thể sử dụng động cơ lưỡng nhiên liệu xăng – biogas, nhưng phải cải tiến chút ít về động cơ. Ở Việt Nam hiện nay biogas vẫn chỉ được sử dụng vào mục đích đun nấu là chủ yếu; còn sử dụng vào việc chạy động cơ chưa được nghiên cứu một cách đầy đủ.

7.7.3. Ứng dụng để sản xuất polyme

Mới đây, các nhà khoa học của trường Đại học Wisconsin, Mỹ đã phát triển một công nghệ chuyển hoá đường fructo trong sinh khối thành một chất có tên 5-hydroxymetylfurfural (HMF) - một chất trung gian quan trọng để từ đó sản xuất ra polyme có khả năng phân huỷ sinh học, hoặc các hợp chất hữu cơ khác. Trên cơ sở công nghệ này có thể xây dựng nhà máy sản xuất hoá chất từ nguồn phế thải nông, lâm nghiệp thay vì nhập khẩu nguyên liệu nguồn gốc dầu mỏ. HMF và các dẫn xuất fural khác là các chất hữu cơ khác thông thường được tổng hợp từ dầu mỏ để sản xuất loại nhựa cao cấp polyeste như polyetylenphtalat, polybutylen-terephtalat. Tuy nhiên HMF chỉ được sử dụng hạn chế vì giá thành khá cao. Nhóm nghiên cứu của trường Đại học Wisconsin đã tìm được công nghệ sản xuất HMF từ biomass với giá thành không cao, hứa hẹn nền công nghiệp sản xuất hoá chất từ sinh khối.

7.7.4. Ứng dụng làm sản phẩm hoá học

a. Sản xuất khí hydro

Như đã nói ở trên, hỗn hợp sản phẩm khí bao gồm H_2 , CO , CH_4 , CO_2 và một số khí khác. Từ hỗn hợp này, có thể sản xuất hydro bằng các cách sau đây:

** Tách khí hydro từ hỗn hợp*

Hydro là khí rất nhẹ, có thể tách ra bằng cách cho hỗn hợp khí nước ở áp suất thấp rồi tiếp tục làm lạnh, các khí khác sẽ hoá lỏng, còn lại hydro ở dạng khí được tách ra.

** Chuyển hoá CH₄ thành H₂*

Có thể thực hiện các phương pháp chuyển hoá sau:

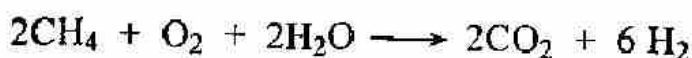
- Oxy hoá không hoàn toàn



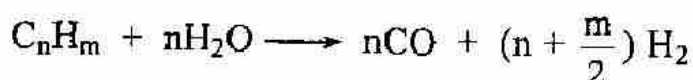
- Reforming hơi nước



- Chuyển hoá hỗn hợp ở 800 ÷ 900°C



Phản ứng này cũng áp dụng đối với các hydrocacbon khác



Xúc tác sử dụng cho phản ứng reforming hơi nước là Ni trên chất mang.

Từ hỗn hợp CO, CO₂, H₂, tách riêng khí H₂ bằng cách cho hỗn hợp khí qua nước ở áp suất thấp. Có thể sản xuất khí H₂ bằng phương pháp cốc hoá khí, khí này sẽ cho hàm lượng H₂ khoảng 50 ÷ 60%. Muốn có hydro tinh khiết, người ta thực hiện điện phân nước, tuy nhiên phương pháp này tốn kém điện năng làm cho giá thành hydro rất cao.

Hydro thu được sẽ ứng dụng để sản xuất nhiên liệu hydro, sản xuất NH₃ cho phân đạm ure (nhà máy đạm Phú Mỹ), để tổng hợp một số hoá chất cơ bản, dùng làm tác nhân trong hoá học hoặc để làm sạch dầu nhờn.

b. Sản xuất khí tổng hợp

Khí tổng hợp CO + H₂ được ứng dụng nhiều trong tổng hợp hữu cơ hoá dầu. Từ khí tổng hợp có thể sản xuất ra các loại rượu, aldehyt, hydrocacbon. Bằng các phản ứng (a, b) ở trên, ta thu được khí tổng hợp. Tùy theo mục đích tổng hợp mà tỷ lệ CO và H₂ sẽ khác nhau, ta có thể khống chế tỷ lệ này bằng cách phối trộn.

Trong các phương pháp trên thì phản ứng reforming hơi nước khí thiên nhiên ở 800°C, xúc tác Ni trên chất mang được sử dụng nhiều nhất:



Ở Châu Âu, khí tổng hợp được sản xuất bằng reforming naphtha (hỗn hợp từ C5 ÷ C10) là nhiều nhất:



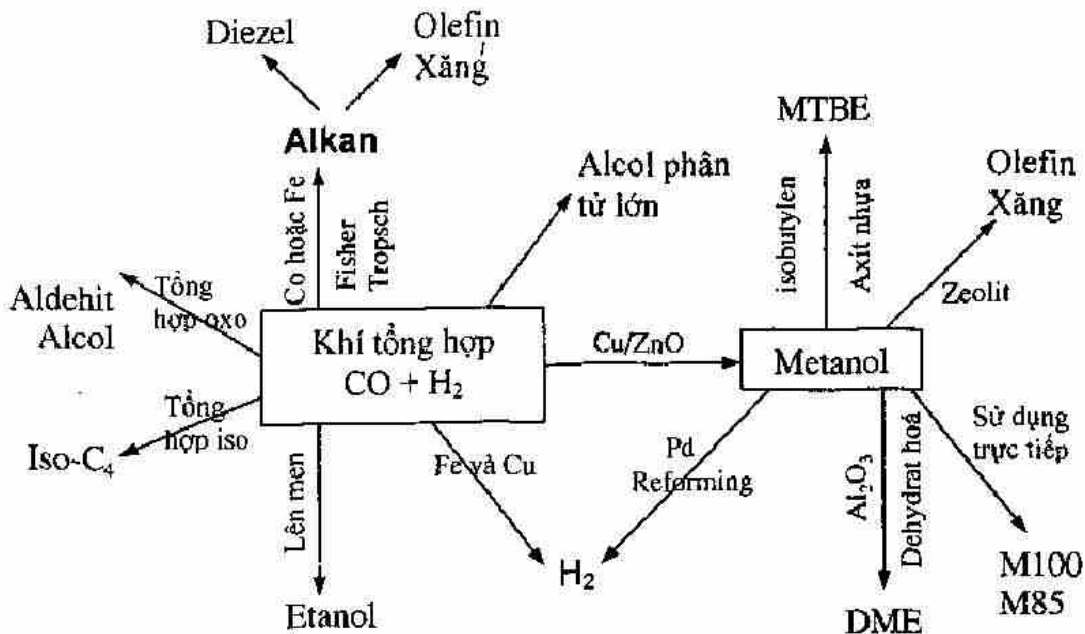
Khi khối lượng phân tử của hydrocarbon tăng lên, tỷ lệ H_2/CO giảm.

Có thể sử dụng xúc tác trên cơ sở Ni để thực hiện reforming hơi nước nhằm chuyển hoá hydrocarbon thành khí tổng hợp:



Các phản ứng trên được thực hiện ở 600 - 900°C với thời gian tiếp xúc là 0,01 - 3 giây. Ngoài Ni, có thể dùng các kim loại khác trên chất mang làm xúc tác cho quá trình reforming hơi nước như Co/MgO, Ni, LaO/Al₂O₃, Ni/MgO.

Từ khí tổng hợp sản xuất từ sinh khối, có thể sản xuất ra các sản phẩm khác nhau như MTBE, nhiên liệu diesel, xăng, olefin, aldehyt, etanol, metanol và một số các sản phẩm khác. Có thể xem sơ đồ tạo sản phẩm từ khí tổng hợp ở hình 7.13.

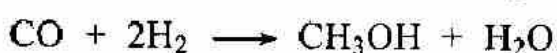
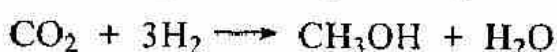
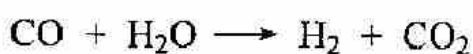


Hình 7.13. Các sản phẩm đi từ khí tổng hợp

c. Sản xuất metanol

Metanol là một trong 10 hoá chất phổ biến nhất trên toàn cầu, được sử dụng để tổng hợp ra rất nhiều các sản phẩm khác nhau. Trong công nghiệp, metanol được điều chế từ khí tổng hợp, sử dụng xúc tác Cu/ZnO hoặc Zn/Cr₂O₃. Phản ứng thực hiện ở 220 ÷ 300°C, áp suất 50 ÷ 100 bar.

Phản ứng tổng hợp metanol như sau:



Một trong các ứng dụng của metanol là để tổng hợp MTBE, một phụ gia tốt cho xăng ngày nay:



Ngoài ra còn sử dụng rất nhiều trong các lĩnh vực khác nhau như sản xuất formalin cho chất dẻo, sản xuất dimetyl ete (DME) là nhiên liệu trực tiếp hoặc làm phụ gia cho nhiên liệu diesel.

Từ metanol, có thể sản xuất ra dimetyl ete (DME) theo phản ứng sau:

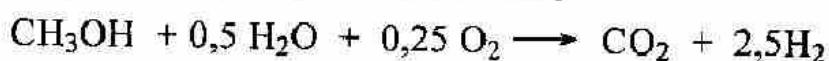
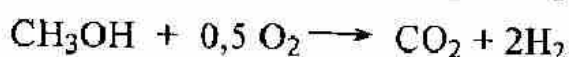
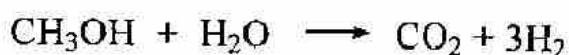


Xúc tác cho phản ứng là zeolit như ZSM-5.

Metanol cũng có thể chuyển hoá thành olefin nhẹ, sau đó các olefin mạch lớn, parafin, naphthen, aromatic. Quá trình này được phát minh bởi các nhà khoa học của hãng Mobil oil sau những năm 1970.

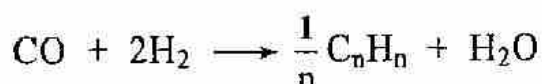
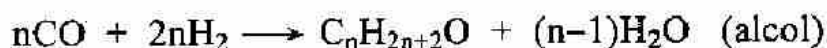
Với những đặc tính như: nhiệt năng cao, hàm lượng lưu huỳnh hầu như không có, an toàn tồn chứa... hứa hẹn một loại nhiên liệu tốt trong tương lai.

Trên xúc tác Pd/ZnO, Pt/ZnO, Cu/ZnO ở nhiệt độ trong khoảng 150 ÷ 350°C, từ metanol có thể chuyển hoá ra hydro bằng phản ứng chuyển hoá hơi nước hoặc oxy hoá:



d. Sản xuất hydrocarbon bằng phản ứng Fischer - Tropsch

Phản ứng Fischer - Tropsch là một quá trình trong công nghiệp để sản xuất alcan từ khí tổng hợp. Công nghệ này phát triển đầu tiên ở Đức để sản xuất nhiên liệu lỏng và tiếp đó được áp dụng ở Nam Phi để sản xuất xăng và diesel sau chiến tranh thế giới thứ II. Phản ứng tổng hợp như sau:



Sản phẩm thu được phần lớn là mạch thẳng với số cacbon dao động từ C_1 và có thể lên đến C_{50} . Xúc tác sử dụng là Co, Fe, hoặc Ru mang trên chất mang, hay sử dụng là zeolit ZSM-5. Tùy thuộc vào xúc tác sử dụng mà sản phẩm thu có số cacbon khác nhau: Nếu sử dụng Fe/ZSM-5 (ZSM-5 có tỷ lệ Si/Al bằng 50 và ZSM-5 dạng nano thì sản phẩm thu được có số cacbon C_{12+} là chủ yếu. Nếu dùng xúc tác Fe-Co-K thì số cacbon trong sản phẩm thường là nhỏ, từ C_1 ÷ C_5 .

Công nghệ Fischer-Tropsch để sản xuất nhiên liệu từ khí tổng hợp biomass phát triển mạnh ở Hà Lan, nhất là đối với xăng, diesel và etanol.

7.7.5. Ứng dụng để sản xuất bio-etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) và bio-butanol ($\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$)

Từ sinh khối, chủ yếu là xenlulo có thể cho lên men để tạo etanol như các phản ứng đã viết ở phần trên. Nguyên liệu thế hệ thứ ba này có hiệu quả cao do chúng không sử dụng làm thực phẩm. Lượng bioetanol thu được từ nguồn xenlulozơ là rất đáng kể. Có thể thấy trong bảng 7.24.

Bảng 7.24. Hiệu suất etanol từ các nguồn nguyên liệu khác nhau

Nguyên liệu	Hiệu suất	
	lít/tấn	lít/ha.năm
Mía	360	250 ÷ 2000
Ngô	180	500 ÷ 4000
Sắn	160	1000 ÷ 4500
Khoai tây	120	160 ÷ 4000
Xenlulozơ	70	400 ÷ 2000

Butanol có công thức C_4H_9OH . Như vậy so với etanol số nhóm CH_2 của butanol nhiều gấp 3 lần và nhóm OH có thể ở các vị trí khác nhau. Mạch cacbon nhiều hơn và phân nhánh giúp cho butanol khó hoà tan vào nước, rất thích hợp để sản xuất xăng butanol. Trong những năm gần đây, bio-butanol được ứng dụng rất có giá trị như: Để sản xuất MTBE hay trực tiếp làm phụ gia cho xăng, để làm nguyên liệu cho tổng hợp hoá dầu. Từ sinh khối, với sự có mặt của vi khuẩn *Clostridia acetobutylicum*, các nhà khoa học đã thành công trong việc chuyển hoá xelulo thành biobutanol. Phản ứng lên men tương tự như lên men tạo bioetanol. Với công nghệ lên men mới này, sản phẩm thu được có hiệu suất và độ tinh khiết cao, loại bỏ được các sản phẩm phụ như axit axetic, lactic, propionic, axeton và propanol. Theo đánh giá của các nhà công nghệ, khi lên men sinh khối xelulo thành biobutanol, hiệu quả về năng lượng sẽ tăng thêm 18% so với lên men tạo bioetanol.

Để ứng dụng làm xăng nhiên liệu, biobutanol có nhiều ưu điểm nổi trội hơn so với etanol, thể hiện ở các điểm sau:

- Biobutanol không hút nước, không hấp thụ nước mạnh như etanol nên có thể trộn lẫn vào xăng theo bất kể tỷ lệ nào. Ít nguy cơ gây ăn mòn thiết bị, bồn bể chứa. Có thể vận chuyển trong hệ thống đường ống mà không bị tách lớp, do vậy không cần phụ gia chống tách lớp.

- Nhiệt trị nhận được khi đốt cháy một đơn vị thể tích hoặc trọng lượng của butanol cao hơn etanol khoảng 25%, năng lượng này rất gần với xăng dầu khoáng. Trị số octan của biobutanol gần với xăng dầu khoáng: Xăng dầu khoáng có RON bằng 91 ÷ 99, của biobutanol có RON bằng 96.

- Butanol có áp suất hơi thấp hơn so với etanol nên ít bị hao hụt trong quá trình tồn chứa, vận chuyển, sử dụng. Có thể thấy qua các số liệu sau đây: Áp suất hơi bão hoà của xăng dầu khoáng đo ở $37,8^\circ C$ là 4,5 Psi, Áp suất hơi bão hoà của bioetanol đo ở $37,8^\circ C$ là 2,0 Psi, Áp suất hơi bão hoà của biobutanol đo ở $37,8^\circ C$ là 0,33 Psi. Do áp suất hơi của butanol thấp nên khi sử dụng cần pha biobutanol với xăng dầu khoáng với tỷ lệ 15% biobutanol.

Hiện nay trên thế giới đang có xu hướng chuyển dần sang sử dụng biobutanol làm nhiên liệu thay thế xăng dầu mỏ. Như vậy ưu điểm khi sử dụng biobutanol là vẫn giữ nguyên được động cơ xăng cũ mà không cần cải tiến hay thay thế. Các cơ sở hạ tầng như đường ống, bồn bể chứa sử dụng cho butanol cũng không bị ăn mòn hay hư hỏng.

7.8. VẤN ĐỀ KHÍ THẢI TỪ NHIÊN LIỆU SINH KHỐI

Sau khi xử lý tách H₂S (khử bằng phoi sắt như đã trình bày), hệ thống động cơ chạy biogas giảm đáng kể ô nhiễm so với động cơ xăng hoạt động trong cùng điều kiện (CO giảm 78%, HC giảm 54%). Nếu sử dụng biogas làm chất đốt dân dụng, ví dụ khí ga từ hầm biogas, hoặc sử dụng dưới dạng nguyên liệu thô ban đầu như vỏ bào, mùn cưa, rơm rạ, gỗ củi... thì khí thải của chúng đều có hàm lượng chất độc hại ít hơn nhiều lần so với sử dụng nhiên liệu là than (sử dụng than để đốt sẽ sinh ra nhiều CO là chất rất độc hại).

Có thể sử dụng nhiên liệu sinh khối để sản xuất điện năng. Sự so sánh hàm lượng khí thải khi đốt các loại nhiên liệu khác nhau để sản xuất điện năng đưa ra ở bảng 3.25.

Bảng 3.25. Khí thải trong sản xuất điện khi sử dụng các nhiên liệu khác nhau

Nhiên liệu	Than	Dầu diesel	Khí TN từ sinh khối	Rác đô thị
CO ₂ , kcal/GJ	95	74	57	18
CH ₄ , kcal/GJ	1,5	1,5	15	0,6
N ₂ O, kcal/GJ	3	2	1	1,5
SO ₂ , kcal/GJ	45	23	0	23,9
NO _x , kcal/GJ	130	52	50	124

7.9. TÌNH HÌNH SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU SINH KHỐI

Hiện nay ở nước ta, loại hình sinh khối biogas đang được phát triển. Với loại hình này, có thể cung cấp khí đốt cho một phần dân cư ở vùng nông thôn. Có thể thấy tiềm năng của loại hình nhiên liệu này trong các bảng 7.26, 7.27, 7.28.

Bảng 7.26. Số lượng phân thu được trong ngày của gia súc

Loại vật nuôi	Lượng phân (tấn/ngày)
Trâu, bò, dê, ngựa và cừu	40.000.000
Heo	28.000.000
Gia cầm	10.000.000

Bảng 7.27. Năng suất khí biogas sinh ra từ phân gia súc

Loại phân	Lượng khí biogas sinh ra (m^3 / tấn phân)	Thành phần metan (% thể tích)
Trâu, bò	260 ÷ 280	50 ÷ 60
Heo	561	

Bảng 7.28. Kết quả chương trình biogas Việt Nam từ 2003 đến 2007

Số bể biogas	27,000
Số tỉnh	20
Số giờ lao động tiết kiệm được/gia đình	1 ÷ 1,5 giờ/ngày
Tiết kiệm nhiên liệu/hộ gia đình	5 Euro/tháng
Số việc làm tạo ra	300.000 lao động
Thu nhập cho nhân công xây dựng	2,5 Euro /ngày
Tổng thu nhập	750.000 Euro
Vệ sinh môi trường	40% số nhà vệ sinh có bể phân hủy

Tại Việt Nam, mô hình túi ủ nylon đã thực hiện từ những năm 1989. Đến nay đã có trên 70.000 hệ thống cho cả nước, phát triển nhiều nhất là miền Đông Nam Bộ, nơi có qui mô chăn nuôi lớn. Ước tính sơ bộ, một hệ thống sản xuất $4 m^3$ gas ngày thì tổng lượng gas của 70.000 túi biogas đã tạo ra tới $280.000 m^3$ gas/ngày, tương đương với $148.000 m^3$ metan. Một m^3 metan khi đốt cháy tỏa ra một nhiệt lượng tương đương với 1,3 kg than đá; 1,15 lít xăng; 1,17 lít cồn; hay 9,7 kW điện. Điều này đã cho

thấy sẽ tiết kiệm rất lớn nguồn nhiên liệu từ xử lý chất thải chăn nuôi gia súc. Người ta ghi nhận rằng nhiệt năng tạo ra từ 1 lít dầu HFO là 40,9 MJ/lít, trong lúc của khí metan là 35,9 MJ/m³. Như vậy 1,1 m³ metan có thể thay thế 1 lít dầu HFO. Tuy nhiên, trong thực tế do hiệu suất đốt lớn hơn trong lò đốt dầu nên chỉ cần 1 m³ metan là đủ thay thế cho 1 lít dầu HFO. Hiện nay, ở các trang trại lớn nhà chăn nuôi lựa chọn công nghệ biogas phủ nhựa HDPE lấy gas chạy máy phát điện cung cấp đủ cho nhu cầu năng lượng tại trang trại này với mức chi phí hoàn trả vốn đầu tư trong vòng 1 ÷ 2 năm tùy theo nhu cầu sử dụng tối đa nguồn năng lượng tái tạo này, chưa tính đến việc xây dựng qui trình CDM (Clean development mechanism: Cơ chế phát triển sạch) để bán tín chỉ giảm phát thải. Ví dụ, ở trại heo 8.000 con, sử dụng 25 triệu đồng tiền điện; đầu tư trang bị hệ thống biogas, máy phát điện để xử lý phân tạo biogas khoảng 200 triệu... thì chỉ trong vòng chưa đầy 10 tháng đã hoàn trả vốn đầu tư cho hệ thống này.

Trên thế giới, Trung Quốc sử dụng biogas từ những năm 20 của thế kỷ trước, chủ yếu là dùng để thắp sáng các đèn và các cửa hàng. Đến những năm 50, Trung Quốc có chủ trương khai thác thêm loại năng lượng này để phục vụ cho vùng nông thôn, vì họ không đủ tiền để rải các loại đèn tốn kém như đèn dầu hoả hoặc đèn điện. Tuy vậy, trong bước đầu khai thác, do chưa có kinh nghiệm nên hầu hết các công trình đều bị đổ vỡ, các hầm ủ khí bị rò rỉ trở nên vô tích sự và theo thời gian người ta dần dần quên lãng... Đến cuối những năm 60, “cái nôi” của nền công nghệ biogas hiện đại của Trung Quốc (tức các tỉnh Tứ Xuyên và Giang Tô) lại tiếp tục thực hiện lời kêu gọi của nhà nước, đưa một số công nghệ mới vào lĩnh vực này nhằm tăng cường tính khả thi và hiệu quả của biogas trong việc phục vụ dân sinh.

Ngay từ đầu những năm 60, nước này đã cho thành lập Hiệp hội Biogas Trung Quốc, đến nay hiệp hội đã bao gồm hơn 1600 thành viên. Năm 1979, tại Thành Đô, thủ phủ của Tứ Xuyên, Bộ Nông nghiệp Trung Quốc đã thành lập Viện Nghiên cứu Biogas (BIOMA), tiếp đó vào năm 1981 lại có thêm Trung tâm Nghiên cứu Đào tạo Châu Á - Thái Bình Dương về công nghệ Biogas (BRTC), nằm trong khuôn khổ một chương

trình hoạt động của PNUD. Trung tâm này chuyên cung cấp những tài liệu nghiên cứu, thiết kế và đào tạo cán bộ về biogas cho nhân dân trong nước và người nước ngoài.

Thực ra vào giai đoạn trước 1979 số lượng hầm ủ khí ở Trung Quốc vẫn còn rất khiêm tốn và hiệu suất thấp nên một số người vẫn hoài nghi về tính hiệu quả của nó. Năm 1979, nhờ vào những thành tựu kỹ thuật mới, Hội nghị Khoa học toàn quốc về Biogas và Hội đồng Chính Phủ Trung Quốc quyết định phổ biến để áp dụng trên phạm vi cả nước. Chỉ vài năm sau, biogas được sử dụng khắp nơi và đến năm 2000 Trung Quốc đã có 8,48 triệu hầm ủ biogas các loại. Tính ra trong 10 năm gần đây Trung Quốc đã xây được 4,7 triệu hầm ủ dùng trong gia đình. Các lò đốt biogas cung cấp năng lượng thường xuyên cho công nghiệp và dân dụng đã lên tới con số đáng kể: 7,63 triệu lò.

Năng lượng sinh khối còn được áp dụng rộng rãi trong lĩnh vực nông nghiệp với việc tận dụng các sản phẩm phụ để làm phân bón và thuốc trừ sâu, ví dụ như tại các tỉnh Giang Tô, Hồ Nam, Chiết Giang, Giang Tây và Hồ Bắc... hoặc làm thức ăn phụ cho lợn, ví dụ như tại các tỉnh An Huy và Hồ Bắc (10 vạn con lợn đã được nuôi lớn bằng các chất thải của quá trình metan hoá, với vai trò thực phẩm pha trộn, tiết kiệm được 30kg thực phẩm chính cho mỗi con). Một số nơi còn có sáng kiến xông biogas vào các kho bảo quản lúa hoặc cam để trị sâu mọt hoặc dùng nó để sưởi ấm các nhà kính nuôi tằm trong những tháng mùa đông.

Việc vận hành các thùng metan hoá để làm sạch nước thải công nghiệp cũng được nghiên cứu và áp dụng, trước tiên là ở Tứ Xuyên, sau đó mở rộng ra nhiều địa phương khác. Hiện nay Trung Quốc có khoảng 2000 thùng thuộc kiểu này. Cũng vậy, nhiều tính năng khác của biogas đã được sử dụng rộng rãi trong các cơ sở công nghiệp lớn ở Trung Quốc, ví dụ như công nghiệp thực phẩm, các lò chưng cất, trại chăn nuôi và trong các xí nghiệp dược phẩm (chủ yếu dùng để sắc thuốc). Người ta ước tính có khoảng 1600 cơ sở biogas thuộc loại trên vào năm 1990.

Biogas là một nguồn năng lượng rất hữu ích đối với các nước đang phát triển. Trước tiên nó không gây nguy hiểm cho con người, không tổn

kém và đặc biệt là rất thích hợp đối với các quốc gia đang phải đối mặt với vấn đề khan hiếm năng lượng. Ngoài ra, đây còn là một giải pháp hữu hiệu nhằm hạn chế việc chặt cây rừng để đun nấu, góp phần giải quyết tệ nạn phá rừng tại một số nước nhiệt đới. Người ta đã tính thử và thấy rằng nếu mỗi hộ trên những vùng núi cao lạnh lẽo được trang bị 1 bếp biogas, mỗi năm sẽ tiết kiệm được khoảng 8 mét khối gỗ và số gỗ tiết kiệm hàng năm tại các tỉnh miền thượng du sẽ là rất lớn. Với việc tận dụng loại năng lượng rẻ tiền nói trên, người dân sẽ có ý thức hơn về vấn đề tiết kiệm năng lượng và bảo toàn tài nguyên thiên nhiên, những yếu tố quan trọng trong việc duy trì sự phát triển bền vững của nền kinh tế quốc gia.

NHIÊN LIỆU HYDRO

8.1. NHIÊN LIỆU HYDRO - NHIÊN LIỆU CỦA TƯƠNG LAI

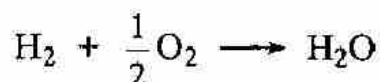
Hiện nay nhiên liệu dầu mỏ vẫn là loại năng lượng chủ yếu trong công nghiệp và đời sống dân sinh, trong đó 75% sử dụng cho giao thông. Tuy nhiên, dự đoán nguồn nhiên liệu này cũng dần cạn kiệt sau những năm 2030. Do nguồn gốc hydrocacbon mà nhiên liệu hoá thạch có chứa nhiều các chất lưu huỳnh và các tạp chất khác nên khi tham gia phản ứng cháy sẽ tạo ra nhiều khí thải độc hại như CO, NO_x, SO_x, HC... gây ô nhiễm môi trường.

Con người đang có xu hướng tìm kiếm các nguồn năng lượng khác, vậy năng lượng nào có thể thay thế trong tương lai? Các nhà khoa học cho rằng, đó là các nguồn sau đây:

- Năng lượng hạt nhân.
- Năng lượng tái sinh như: năng lượng mặt trời, năng lượng gió, năng lượng nước, địa nhiệt, năng lượng sinh khối, nhiên liệu sinh học, nhiên liệu hydro...

Phần lớn các dạng trên để sản xuất ra điện năng và không thể tích trữ được, ngoại trừ nhiên liệu sinh học, sinh khối.

Trong tương lai, nhiên liệu hydro đóng vai trò rất quan trọng, nó là nhiên liệu sạch nhất vì khí thải sinh ra trong quá trình cháy chỉ là nước, không có CO₂, không có các khí thải khác nếu như sự cháy xảy ra ở nhiệt độ không quá cao. Phản ứng cháy như sau:



Mặt khác, nhiệt cháy rất cao, có thể so sánh như sau: 1 kg H₂ có nhiệt cháy tương đương 3 lít xăng.

Tuy nhiên hydro chỉ phí để sản xuất, tồn chứa và phân phối quá cao, vì chúng rất khó tích trữ. Chẳng hạn để tồn chứa 100 lít H₂ dưới dạng khí nén thì phải cần một bình bằng thép dày có trọng lượng 100 kg, hoặc bằng hợp kim nhôm - composit có trọng lượng 65 kg. Việc đầu tư cho việc sản xuất cũng rất cao.

Do các đặc điểm trên, trong bối cảnh hiện tại, chưa thể sử dụng được nhiên liệu hydro một cách hiệu quả. Tuy nhiên dự báo trong tương lai, khi chúng ta tìm ra các biện pháp để tồn chứa được loại nhiên liệu này thì hydro là loại năng lượng tuyệt hảo, cung cấp nhiệt lượng cao và bảo vệ môi trường, không gây hiệu ứng nhà kính.

8.2. CÁC TÍNH CHẤT HOÁ LÝ CỦA NHIÊN LIỆU HYDRO, SO SÁNH VỚI CÁC NHIÊN LIỆU KHÁC

Hydro là một nguyên tố hoá học đơn giản nhất, có công thức hoá học là H₂ gồm 1 proton và 1 electron; là nguyên tố nhiều nhất trong quả đất, nó tồn tại rất ít ở dạng nguyên chất, mà tồn tại chủ yếu trong hợp chất như trong thành phần của nước (H₂O), các hợp chất hữu cơ. Ở áp suất và nhiệt độ thường, hydro ở dạng khí. Hydro tạo hỗn hợp nổ với không khí ở 4 ÷ 75% thể tích. Có thể so sánh các tính chất hoá lý của nhiên liệu hydro với các nhiên liệu khác như sau:

Bảng 8.1. Giới hạn cháy của hydro và một số khí nhiên liệu khác

TT	Nhiên liệu	Giới hạn cháy dưới (%TT)	Giới hạn cháy trên (%TT)
1	Propan	2,2	10,0
2	Butan	1,8	9,0
3	Hydro	4,0	75,0
4	Axetylen	2,5	80,0
5	Xăng	0,5	7,0

Bảng 8.2. Nhiệt trị của một số nhiên liệu

<i>TT</i>	<i>Nhiên liệu</i>	<i>Nhiệt lượng có ích, kcal/kg</i>	<i>Nhiệt lượng toàn phần, kcal/kg</i>
1	Propan	11.000	11.900
2	Butan	10.900	11.800
3	Hydro	28.800	34.000
4	Axetylen	11.530	11.950
5	Xăng	10.500	11.300
6	Dầu DO	10.250	10.900
7	Dầu FO	9.880	10.500
8	Than củi	7.900	8.050

Bảng 8.3. Nhiệt độ tự bắt cháy của một số nhiên liệu

<i>TT</i>	<i>Nhiên liệu</i>	<i>Nhiệt độ tự bắt cháy trong không khí, °C</i>	<i>Nhiệt độ tự bắt cháy trong oxy, °C</i>
1	Propan	400 ÷ 580	470 ÷ 575
2	Butan	410 ÷ 550	280 ÷ 550
3	Hydro	550 ÷ 590	560
4	Axetylen	305 ÷ 500	295 ÷ 440
5	Xăng	280 ÷ 430	> 240
6	Dầu DO	250 ÷ 340	> 240
7	Metan	630 ÷ 750	
8	Than củi	370 ÷ 500	> 240

Bảng 8.4. Nhiệt độ ngọn lửa

<i>TT</i>	<i>Nhiên liệu</i>	<i>Nhiệt độ ngọn lửa tối đa, °C</i>			
		<i>Trong không khí</i>		<i>Trong oxy</i>	
		<i>Tính toán</i>	<i>Đo</i>	<i>Tính toán</i>	<i>Đo</i>
1	Propan	2.000	1.931	2.850	2.740
2	Butan	2.000	1.900	2.850	
3	Hydro	1.960	2.045	2.980	2.660
4	Axetylen		2.325	3.200	3.150
5	Metan	1.990	1.925	2.800	2.720

Bảng 8.5 so sánh các đặc tính của nhiên liệu hydro với các nhiên liệu khác như xăng, metan, propan. Điểm nổi bật cho thấy, nhiệt trị, nhiệt độ ngọn lửa đều cao hơn so với tất cả các chất khác.

Bảng 8.5. So sánh đặc tính của nhiên liệu H_2 với những nguyên liệu khác

<i>Đại lượng</i>	<i>Hydro</i>	<i>Metan</i>	<i>Propan</i>	<i>Xăng</i>
Tỷ trọng ở điều kiện tiêu chuẩn, kg/m^3	0,084	0,65	2,42	4,4
Nhiệt hoá hơi, kJ/g	445,6	509,9	-	250 ÷ 400
Nhiệt trị thấp, kJ/g	119,93	50,02	46,35	44,5
Nhiệt trị cao, kJ/g	141,8	55,3	50,41	48
Tính dẫn nhiệt của khí tại điều kiện tiêu chuẩn, $mWcm^{-1} K^{-1}$	1,897	0,33	0,18	0,112
Hệ số khuếch tán trong không khí tại điều kiện tiêu chuẩn, cm^2/s	0,61	0,16	0,12	0,05
Giới hạn cháy trong không khí, %V	4,0 ÷ 75	5,3 ÷ 15	2,1 ÷ 9,5	1 ÷ 7,6
Giới hạn nổ trong không khí, %V	18,3 ÷ 59	6,3 ÷ 13,5	-	1,1 ÷ 3,3
Chỉ số giới hạn O_2 trong hỗn hợp, %V	5	12,1	-	11,6
Thành phần hợp thức trong không khí, %V	29,53	9,48	4,03	1,76
Năng lượng tối thiểu cháy trong không khí, mJ	0,02	0,29	0,26	0,24
Nhiệt độ tự cháy, K	858	813	760	500 ÷ 744
Nhiệt độ ngọn lửa trong không khí, K	2.318	2.148	2.385	2.470

Bảng 8.5. (tiếp theo)

<i>Đại lượng</i>	<i>Hydro</i>	<i>Metan</i>	<i>Propan</i>	<i>Xăng</i>
Tốc độ cháy cực đại trong không khí tại điều kiện tiêu chuẩn, m/s	3,46	0,45	0,47	1,76
Vận tốc nổ trong không khí tại điều kiện tiêu chuẩn, km/s	1,48 ÷ 2,15	1,4 ÷ 1,64	1,85	1,4 ÷ 1,7
Năng lượng nổ, liên quan khối lượng, gTNT/g	24	11	10	10
Năng lượng nổ, liên quan thể tích, gTNT/m ³	2,02	7,03	20,5	44,2

Do có nhiệt trị và nhiệt độ ngọn lửa rất cao nên nhiên liệu hydro được ứng dụng để sản xuất nhiên liệu vũ trụ. Cơ quan nghiên cứu không gian và vũ trụ Mỹ (NASA) là nơi đầu tiên sử dụng hydro dưới dạng hoá lỏng làm nhiên liệu đốt trực tiếp tạo ra năng lượng cao để phóng các con tàu vũ trụ vào quỹ đạo không gian. Cho đến nay, hydro được coi là nhiên liệu thích hợp và tốt nhất cho các chương trình vũ trụ của nước này.

8.3. NGUỒN NGUYÊN LIỆU ĐỂ SẢN XUẤT NHIÊN LIỆU HYDRO

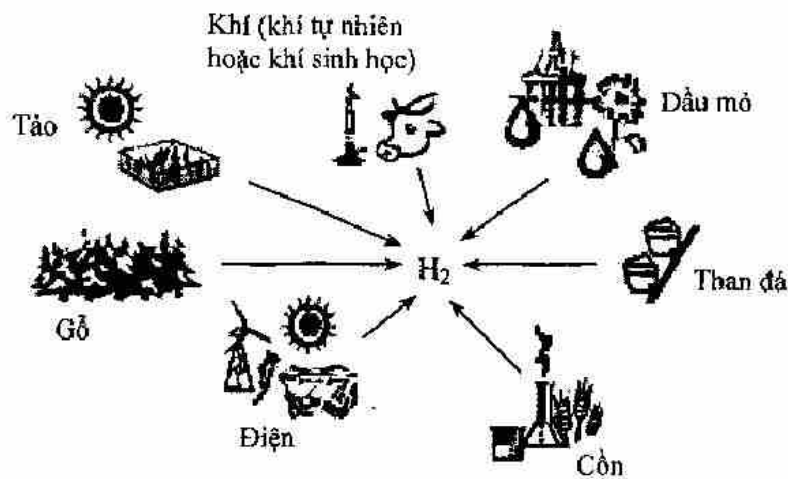
8.3.1. Khái quát chung

H₂ sản xuất từ nhiều nguồn nguyên liệu đa dạng. Trong đó có nguồn tài nguyên hoá thạch, như khí đốt tự nhiên và than đá, hoặc như nguồn tài nguyên tái tạo, chẳng hạn như sinh khối và nước với đầu vào từ các nguồn năng lượng tái tạo (ví dụ như ánh sáng mặt trời, gió, sóng hoặc thủy điện). Một loạt các công nghệ xử lý có thể được sử dụng, bao gồm các chất hoá học, sinh học, điện, phân hủy bằng ánh sáng và nhiệt hoá học. Có thể tổng quát các quá trình lại theo sơ đồ chung như hình 8.1.

8.3.2. Nguồn khí tự nhiên

Hydro được sản xuất từ khí đốt tự nhiên đang là ngành công nghiệp hàng đầu sản xuất nhiên liệu phục vụ cho thế giới. Vì vậy phương pháp này đang phát triển rất mạnh mẽ và chiếm hơn 95% của tất cả các hydro

được sản xuất tại Mỹ và 48% trên toàn cầu. Trữ lượng khí thiên nhiên rất dồi dào nên phương pháp này có hiệu quả cao.



Hình 8.1. Sơ đồ một số nguyên liệu để sản xuất ra hydro

8.3.3. Nguồn than đá

Hydro sản xuất từ than đá cũng đang là ngành công nghiệp chính sản xuất năng lượng cho thế giới. Với trữ lượng lớn than đá trên thế giới nên nó rất có thể sẽ được sử dụng như một nguồn năng lượng chính để sản xuất H₂. Than đá là một nhiên liệu tương đối rẻ tiền làm cho nó trở thành nguồn năng lượng hấp dẫn khi xem xét các khả năng để sản xuất hydro. Năm 2002, than giá 1,27 USD cho mỗi triệu Btu, so với 5,68 USD cho khí đốt tự nhiên và 9,94 USD cho xăng dầu.

Một mối quan tâm về việc sử dụng than đá trong một nền kinh tế hydro là phát thải khí CO₂ lớn hơn bất kỳ phương pháp sản xuất hydro khác. Năm 1999, Hoa Kỳ phát thải khí cacbon dioxit từ đốt than cho việc sản xuất điện lực, sản xuất hơn nửa tỷ tấn cacbon, chiếm một phần ba tổng số cacbon dioxit thải ra từ tất cả các nguồn nhiên liệu Mỹ. Mặt khác tăng nhu cầu về than đá có thể tác động đáng kể chi phí tài nguyên than, mà có thể tác động tiêu cực của ngành công nghiệp điện. Thêm vào đó, ngành than đang phát triển rất mạnh và hướng tới một nguồn cung cấp tương đối lớn cho công nghiệp điện. Thay đổi cơ sở hạ tầng có thể cần thiết để cải thiện khai thác than, chế biến, vận chuyển và hoạt động để

đáp ứng nhu cầu của ngành công nghiệp hydro. Khí thải CO₂ cần phải cân nhắc việc khai mỏ, chuyên chở than đá, cộng với sự sản xuất nhà máy năng lượng điện.

8.3.4. Nguồn sinh khối

Hydro từ nhiên liệu sinh khối: Sinh khối là các phế phẩm từ nông nghiệp (rơm rạ, bã mía, vỏ, xơ bắp v.v.), phế phẩm lâm nghiệp (lá khô, vụn gỗ, mùn cưa, vỏ bào v.v...), giấy vụn, metan từ các bãi chôn lấp, trạm xử lý nước thải, phân từ các trại chăn nuôi gia súc và gia cầm. Nhiên liệu sinh khối có thể ở dạng rắn, lỏng, khí... được đốt để phóng thích năng lượng. Sinh khối, đặc biệt là gỗ, than gỗ (charcoal) cung cấp phần năng lượng đáng kể trên thế giới. Ít nhất một nửa dân số thế giới dựa trên nguồn năng lượng chính từ sinh khối. Hiện nay, gỗ vẫn được sử dụng làm nhiên liệu phổ biến ở các nước đang phát triển. Sinh khối cũng có thể chuyển thành dạng nhiên liệu lỏng như metanol, etanol dùng trong các động cơ đốt trong; hay thành dạng khí sinh học (biogas) ứng dụng cho nhu cầu năng lượng ở quy mô gia đình và khí H₂ phục vụ cho các nhu cầu năng lượng trên thế giới.

Đây là một nguồn năng lượng khá hấp dẫn với nhiều ích lợi to lớn cho môi trường và kinh tế xã hội, nhất là về mặt phát triển nông thôn. Năng lượng sinh khối không những tái sinh được mà nó còn tận dụng chất thải làm nhiên liệu. Do đó nó vừa làm giảm lượng rác vừa biến chất thải thành sản phẩm hữu ích.

Đốt sinh khối cũng thải ra CO₂ nhưng có mức lưu huỳnh và tro thấp hơn đáng kể so với việc đốt than đá. Ta cũng có thể cân bằng lượng CO₂ thải vào khí quyển nhờ trồng cây xanh hấp thụ chúng. Vì vậy, sinh khối lại được tái tạo thay thế cho sinh khối đã sử dụng nên cuối cùng không làm tăng CO₂ trong khí quyển. Như vậy, phát triển năng lượng sinh khối làm giảm sự thay đổi khí hậu bất lợi, giảm hiện tượng mưa axit, giảm sức ép về bãi chôn lấp v.v...

Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, nếu tăng cường sử dụng gỗ như một nguồn nhiên liệu sinh khối thì sẽ gây những tác động tiêu cực đến môi trường. Khai thác gỗ dẫn đến phá rừng, xói mòn đất, sa mạc hoá và

những hậu quả nghiêm trọng khác. Năng lượng sinh khối có nhiều dạng, và những ích lợi kể trên chủ yếu tập trung vào những dạng sinh khối mang tính tái sinh, tận dụng từ phế thải nông lâm nghiệp.

8.3.5. Nguồn nước và mặt trời

Hydro còn được sản xuất từ nước và năng lượng mặt trời. Với phương pháp này, hydro thu được còn được gọi là hydro nhờ năng lượng mặt trời (solar hydro). Nước và ánh nắng mặt trời có vô tận và khắp nơi trên hành tinh. Năng lượng mặt trời được thiên nhiên ban cho hào phóng và vĩnh hằng, khoảng 3.10^{24} J/ngày, tức khoảng 104 lần năng lượng toàn thế giới tiêu thụ hàng năm. Vì vậy, hydro nhờ năng lượng mặt trời là nguồn nhiên liệu vô tận, sử dụng từ thế kỷ này qua thế kỷ khác bảo đảm an toàn năng lượng cho loài người mà không sợ cạn kiệt, không thể có khủng hoảng năng lượng và bảo đảm độc lập về năng lượng cho mỗi quốc gia, không một quốc gia nào độc quyền sở hữu hoặc tranh giành nguồn năng lượng hydro như từng xảy ra với năng lượng hoá thạch.

8.3.6. Nguồn khí của nhà máy chế biến dầu

Trong một quá trình của nhà máy lọc dầu, đặc biệt là quá trình reforming xúc tác sinh ra một lượng lớn khí hydro. Có thể thu gom khí này sử dụng để sản xuất nhiên liệu hydro. Đây cũng là nguồn thu H_2 nhiều và rẻ.

8.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NHIÊN LIỆU HYDRO

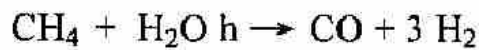
8.4.1. Sản xuất nhiên liệu hydro từ nguồn hydrocarbon hoá thạch

Qui trình sản xuất hydro từ nguồn hydrocarbon hoá thạch là công nghệ dễ nhất hiện nay; đã được nghiên cứu rất kỹ vì chúng là các quá trình chuyển hoá trong lọc hoá dầu. Có thể đi từ khí tự nhiên là metan, than hoặc các hydrocarbon khác. Hiện nay, hơn 95% lượng hydro sử dụng được chuyển hoá từ hydrocarbon dầu mỏ. Khí H_2 tạo ra được sử dụng rộng rãi trong công nghệ lọc dầu như là tác nhân làm sạch dầu nhờn, để sản xuất NH_3 cho phân đạm ure, ngoài ra sử dụng làm nhiên liệu hydro.

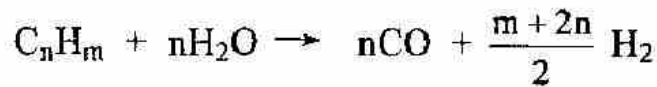
a. Phương pháp reforming hơi nước (SMR)

Đây là phương pháp có hiệu quả nhất ngày nay để chuyển hoá khí thiên nhiên thành khí tổng hợp $\text{CO} + \text{H}_2$. Sau đó một mặt, sử dụng khí tổng hợp đó để tổng hợp ra các sản phẩm chứa oxy như rượu, aldehyt, axit..., mặt khác, bằng phương pháp đặc biệt, có thể tách riêng H_2 sử dụng làm nhiên liệu.

Các phản ứng xảy ra trong quá trình như sau:



Ngoài ra, các hydrocacbon khác cũng tham gia phản ứng này:



Xúc tác sử dụng dựa trên cơ sở Ni hoặc các kim loại chuyển tiếp trên chất mang, ví dụ, Ni/MgO, Ni/Al₂O₃, CuO hoặc hỗn hợp oxit Fe₃O₄-Cr₂O₃.

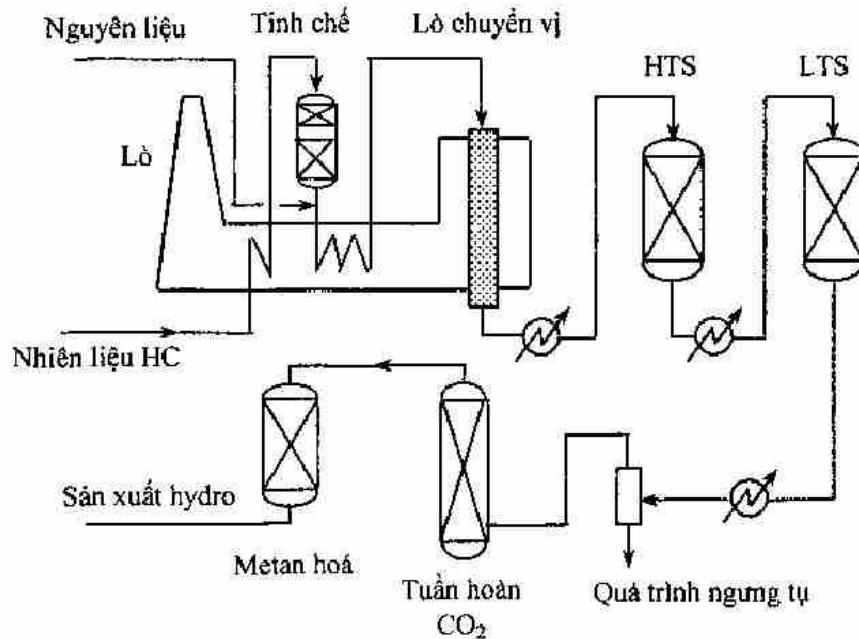
Xúc tác hoạt động tương đối trong các phản ứng SMR (tại 550°C, 0,1 MPa, tỷ lệ H₂O/C là 4). Có thể sắp xếp hoạt tính của các kim loại chuyển tiếp theo dãy sau:



Mặc dù Ni hoạt động yếu hơn so với một vài kim loại khác và sự khử hoạt tính cũng kém hơn, nó vẫn được sử dụng rộng rãi hơn so với các kim loại khác trong phản ứng SMR vì giá của chúng tương đối thấp.

Xúc tác hầu hết sử dụng trong các phản ứng reforming là xúc tác Ni hàm lượng cao (~12 ÷ 20% Ni như NiO) mang trên vật liệu khó nóng chảy (ví dụ Al₂O₃), còn được gọi là chất trợ xúc tác. Các chất trợ xúc tác thông thường chứa ion kiềm K và Ca, có vai trò ngăn cản kết tủa cacbon trên bề mặt xúc tác. Xúc tác Ni được chế tạo rất đa dạng về hình dạng, đảm bảo bề mặt riêng cao, thể tích lỗ xốp lớn, tối ưu về nhiệt và chuyển hoá năng lượng... Xúc tác quá trình này sử dụng không quá 50.000 giờ (hoặc 5 năm) thì phải thay thế. Chất mang có thể sử dụng cho quá trình như là α - và γ -Al₂O₃, MgO, MgAl₂O₄, SiO₂, ZrO₂, và TiO₂.

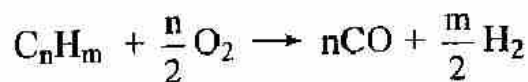
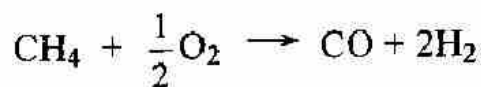
Sơ đồ công nghệ điển hình của phương pháp SMR thể hiện trên hình 8.2.



Hình 8.2. Sơ đồ công nghệ sản xuất H₂ theo phương pháp SMR

b. Phương pháp oxy hoá không hoàn toàn (POX)

Quá trình này có thể sử dụng bất kể dạng nguyên liệu nào, từ khí, lỏng, kể cả rắn như than đá. Tuy nhiên các nguyên liệu rẻ tiền dễ kiếm như khí tự nhiên, phân đoạn dầu nặng như FO, cặn dầu sẽ cho hiệu quả kinh tế cao hơn. Quá trình này còn được gọi là khí hoá (gassification):



Quá trình POX có thể được tiến hành trên xúc tác hoặc không xúc tác. Quá trình POX không xúc tác hoạt động tại nhiệt độ cao 1100°C ÷ 1500°C và nó có thể sử dụng 1 vài nguyên liệu chứa C bao gồm các dầu cặn thừa (HROs) và than đá. Khi có xúc tác thì quá trình có thể xảy ra ở nhiệt độ thấp hơn 600°C ÷ 900°C, sử dụng các nguyên liệu là các nguyên liệu hydrocarbon nhẹ như khí tự nhiên và naphta.

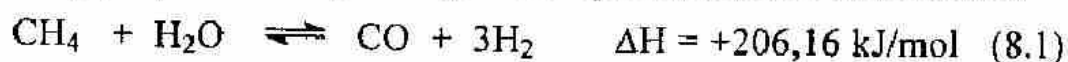
Phản ứng trên là phản ứng toả nhiệt. CO tạo thành tiếp tục chuyển

đổi sang H₂. Xúc tác quá trình sử dụng hầu hết bao gồm Ni và một số các kim loại khác như Rh, Pt, Pd, Ir, Ru, Re sử dụng ở dạng viên, dạng đá khối, bột xốp.

Nhiệt độ phản ứng phụ thuộc vào loại hydrocacbon. Có thể sử dụng các hydrocacbon khác như dầu nặng, kể cả cặn dầu. Dầu càng nặng thì nhiệt độ oxy hoá càng phải cao.

c. Phương pháp kết hợp (ATR)

Phương pháp ATR là sự kết hợp của 2 quá trình SMR và POX trên



Nhiệt độ lò phản ứng là trong khoảng 950°C ÷ 1.100°C, và áp suất có thể cao tới 100 bar. Xúc tác dạng cố định Ni/Al₂O₃ tại áp suất trong vùng 1,8 ÷ 6,7 MPa.

d. Hydro từ than đá

Hydro có thể được sản xuất từ than đá thông qua một loạt các quá trình khí hoá (ví dụ thiết bị cố định, thiết bị chuyển động...). Trong thực tế, nhiệt độ cao của quá trình khí hoá dòng than đang được ưa thích để tối đa hoá chuyển đổi của khí cacbon, như vậy tránh được sự hình thành của một lượng đáng kể các muội than, nhựa và phenol. Phản ứng tiêu biểu cho quá trình được đưa ra trong phương trình (8.3), trong đó cacbon được chuyển đổi thành cacbon monoxit và hydro:



Phản ứng này là thu nhiệt, nhiệt cần được bổ sung, như với quá trình reforming metan. Sau đó CO lại tiếp tục chuyển đổi thành CO₂ và H₂ trong nước. Qua phản ứng chuyển dịch, được mô tả trong phương trình (8.2). Phản ứng này sản xuất khí tổng hợp, hoặc khí tổng hợp, bao gồm chủ yếu hydro, cacbon monoxit (hơn 85% thể tích), và số lượng nhỏ hơn là metan và cacbon đioxit. Khí tổng hợp từ các lò khí hoá sau đó sẽ trải qua xử lý bổ sung để tách và tinh chế hydro là cần thiết để đáp ứng các tiêu chuẩn công nghiệp chất lượng sản phẩm. Hydro sản xuất từ than đá phức tạp hơn so với việc sản xuất hydro từ khí tự nhiên. Chi phí của các

công nghệ sản xuất hydro cũng cao hơn. Dưới đây là sơ đồ công nghệ sản xuất H₂ và điện đi từ một số nguồn nguyên liệu (than đá, sinh khối):

e. Hydro từ nhiệt phân khí thiên nhiên (metan)



Xúc tác cho phản ứng là Ni/SiO₂ (40% Ni theo khối lượng).

Phản ứng này cho H₂ tinh khiết, có một chút vết của CO, không có CO₂ tạo thành. Quá trình tách H₂ ra thuận tiện vì sản phẩm ở hai pha khác nhau. Tuy nhiên tạo thành C ở dạng rắn nên gây ngộ độc xúc tác nhanh chóng nên cần tái sinh xúc tác một cách liên tục. Phản ứng xảy ra ở nhiệt độ 600 ÷ 700°C. Hiện nay phương pháp này rất được quan tâm do có tính kinh tế cao.

f. Quy trình hiện đại tạo hydro từ khí thiên nhiên mà không thải ra CO₂

Từ những năm 1980, Kvaerner - một tập đoàn dầu khí của Na Uy đã phát triển công nghệ mang tên “Kvaerner Carbon Black and Hydro Process” (KCB&H). Nhà máy đầu tiên dựa trên quy trình Kvaerner hiện đại này đặt ở Canada và bắt đầu sản xuất vào tháng 6 năm 1999. Quy trình cung plasma - Kvaerner ở nhiệt độ cao (1600°C) tách hydro và than hoạt tính từ hợp chất hydrocacbon như dầu mỏ hay khí thiên nhiên mà không thải ra CO₂. Than đen tinh khiết này được dùng trong sản xuất vỏ xe hơi và dùng như chất khử trong công nghiệp luyện kim. Nhờ một số tính chất đặc biệt mà chúng còn có thể dùng để lưu trữ hydro (ống cacbon nano).

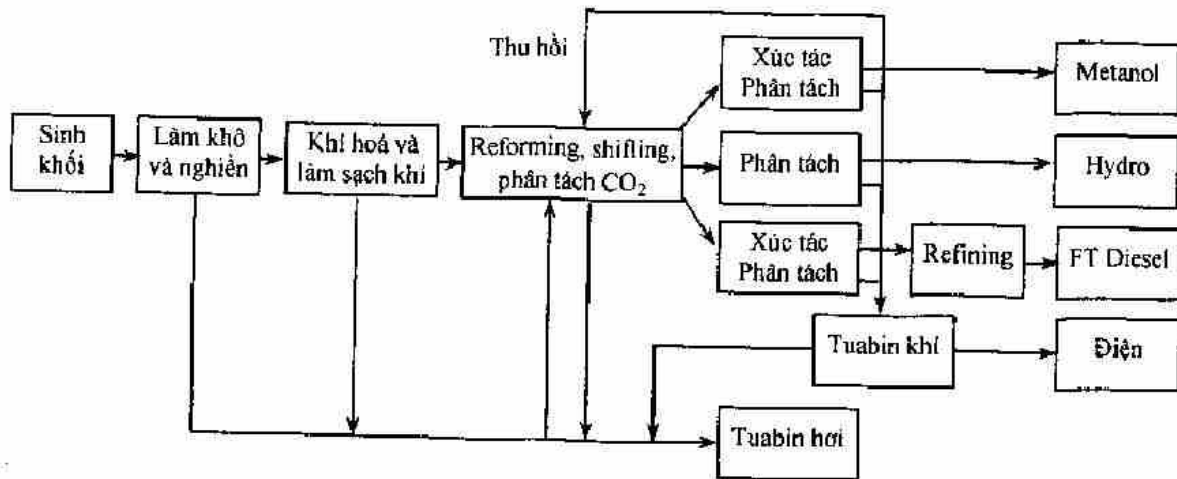
8.4.2. Hydro từ nhiên liệu sinh khối

Trong quá trình chuyển đổi nhiên liệu sinh học, hydro được sản xuất một cách tương tự như khí hoá than, như trong phương trình (1.3). Tuy nhiên, không tồn tại quá trình công nghiệp để sản xuất hydro từ nhiên liệu sinh học.

Sinh khối khí hoá là một nghiên cứu và phát triển (R&D) sản xuất giữa H₂ và nhiên liệu sinh học. Khí hoá sản xuất nhiên liệu sinh học và nhiệt phân được coi là công nghệ hứa hẹn nhất quá trình sản xuất H₂ từ nhiên liệu sinh học.

Quá trình này thường tạo ra sản lượng hydro khoảng từ 12% ÷ 17% trọng lượng hydro 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 v.v. Do các chất thải sinh học được sử dụng làm nguyên liệu như vậy, phương pháp sản xuất hydro này hoàn toàn tái tạo được và bền vững.

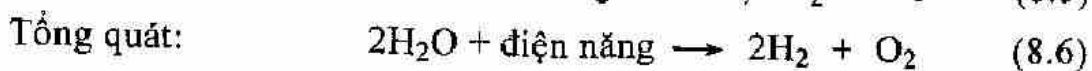
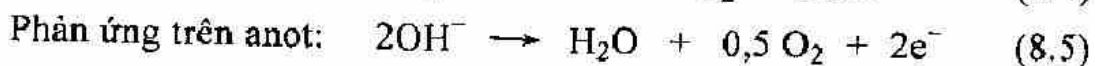
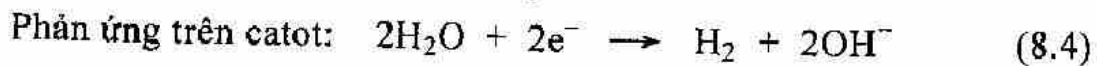
Nguyên liệu sinh khối được sản xuất chưa qua tinh chế, sản phẩm với chất lượng không phù hợp và kém. Các phương pháp sản xuất khác nhau tùy theo loại cây trồng, địa điểm và biến đổi khí hậu. Nhiên liệu không ổn định đã góp phần vào khó khăn trong việc đổi mới công nghệ, nhiên liệu chưa đồng nhất và chất lượng thấp cần hệ thống chuyển đổi phức tạp hơn.



Hình 8.3. Quy trình chung sản xuất metanol, hydro, nhiên liệu diesel từ quá trình khí hoá nhiên liệu sinh khối

8.4.3. Sản xuất hydro từ điện phân nước

Phương pháp này dùng dòng điện để tách nước thành khí hydro và oxy. Quá trình gồm hai phản ứng xảy ra ở hai điện cực. Hydro sinh ra ở điện cực âm và oxy ở điện cực dương:

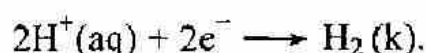


Sau đây là một số các dạng điện phân phổ biến:

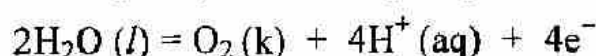
a. Điện phân thông thường

Quá trình tiến hành với chất điện phân là nước hay dung dịch kiềm. Hai phần anot và catot được tách riêng bởi màng ngăn ion (microporous) để tránh hoà lẫn hai khí sinh ra. Quá trình điện phân nước là một quá trình bé gây liên kết phân tử H_2O thành những phân tử hydro và oxy bằng việc cung cấp năng lượng điện. Lợi thế quá trình này là nó cung cấp một nhiên liệu hydro rất sạch mà không có tạp chất cacbon và lưu huỳnh. Sự bất lợi là chi phí quá trình đắt, so với quá trình reforming khí tự nhiên.

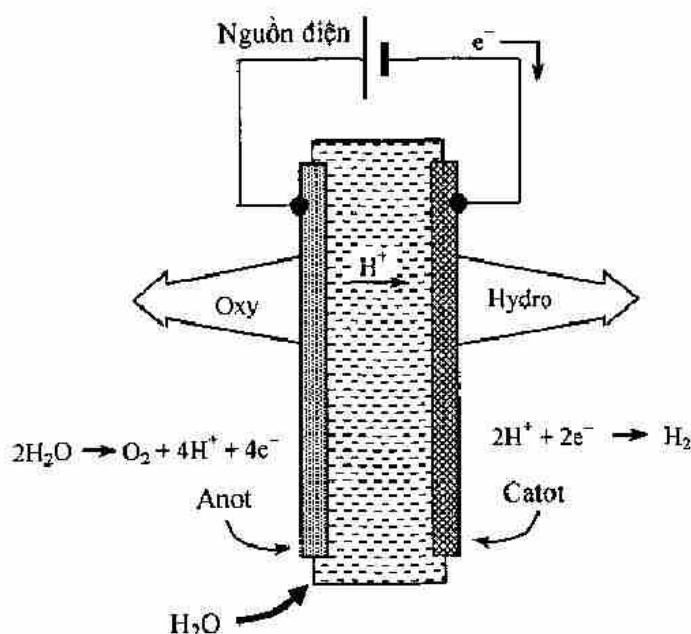
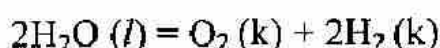
Trong tế bào một nửa cực âm, những proton hydro bị khử thành H_2 :



Về phía anot, nước được oxy hoá tạo oxy và proton



Phản ứng tổng thể như sau:



Hình 8.4. Sơ đồ pin điện phân nước

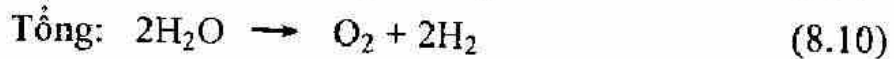
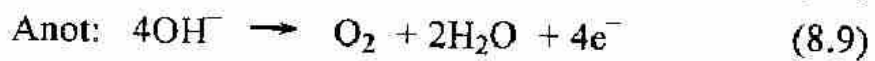
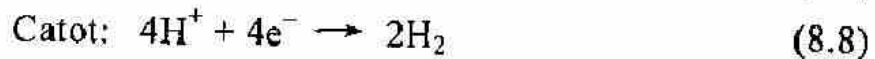
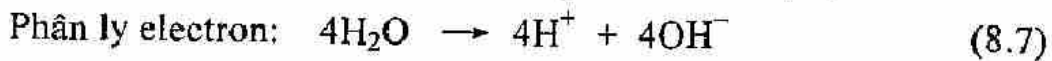
Nước là một phân tử có tính ổn định tương đối với oxy và hydro, do đó phản ứng này yêu cầu cần có sự cung cấp năng lượng. Về nguyên tắc, phản ứng có thể được thúc đẩy bởi một điện áp là 1,23 V, chuyển dịch

năng lượng miễn phí đầu vào là 237 kJ/mol của hydro. Trong thực tế, điện áp sử dụng lớn hơn (1,55 ÷ -1,65 V) vì động lực của quá trình chậm trong hai nửa điện cực.

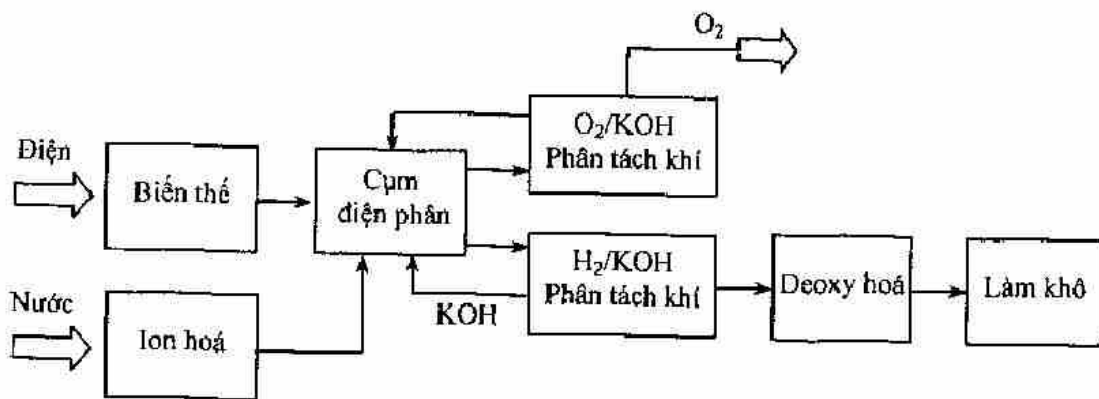
b. Điện phân kiềm

Điện phân kiềm sử dụng dung dịch nước KOH như là một chất điện phân thông qua các pin điện phân. Điện phân kiềm là thích hợp cho các ứng dụng cố định và có áp suất hoạt động lên đến 25 bar. Điện phân kiềm là một công nghệ quan trọng trong ứng dụng công nghiệp.

Các phản ứng sau diễn ra bên trong các tế bào điện phân kiềm:



Những máy điện phân thông thường gồm có một số pin điện phân được sắp xếp trong một chồng tế bào. Những máy điện phân kiềm điển hình chứa đựng những thành phần chính như trong hình 8.5. Các thách thức R&D lớn cho tương lai là thiết kế và sản xuất thiết bị điện phân với chi phí thấp hơn với hiệu suất năng lượng cao hơn và larger turn-down ratios.



Hình 8.5. Sơ đồ khối quá trình điện phân kiềm

c. Điện phân nước ở nhiệt độ cao

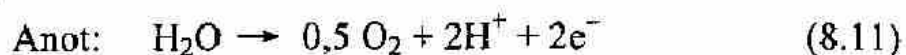
Điện phân nhiệt độ cao là dựa trên công nghệ pin nhiên liệu ở nhiệt độ cao. Năng lượng điện cần thiết để tách nước ở 1000°C là ít hơn so với quá trình điện phân ở 100°C . Điều này có nghĩa là một thiết bị điện phân ở nhiệt độ cao có thể hoạt động hiệu quả cao hơn quá trình điện phân ở nhiệt độ thấp.

Một công nghệ điển hình là sử dụng thiết bị điện phân oxit rắn (SOEC). Thiết bị này dựa trên các tế bào nhiên liệu oxit rắn (SOFC), hoạt động ở $700 \div 1000^{\circ}\text{C}$. Ở nhiệt độ này, các phản ứng điện cực đảo chiều dễ hơn, và phản ứng pin nhiên liệu dễ dàng hơn có thể đảo ngược đến một phản ứng điện phân.

Ưu điểm của phương pháp này là đưa một phần năng lượng cần thiết cho quá trình điện phân ở dạng nhiệt năng, nhiệt độ $800 \div 1000^{\circ}\text{C}$ vào quá trình, do đó có thể hạn chế bớt lượng điện năng tiêu thụ. Nhiều nghiên cứu đã hướng đến việc thu nhiệt từ các chảo parabol tập trung năng lượng mặt trời hay tận dụng nhiệt thừa từ các trạm năng lượng.

d. Điện phân nước với chất điện phân là màng polyme (PEM)

Nguyên tắc điện phân PEM được trình bày trong phương trình (8.11) và (8.12). Thiết bị điện phân PEM không yêu cầu chất điện phân lỏng, mà đơn giản hoá việc thiết kế. Chất điện phân là một màng polyme chua. Thiết bị điện phân PEM có thể được thiết kế cho áp suất hoạt động lên đến hàng trăm bar, và thích hợp cho các ứng dụng điện thoại di động. Hạn chế chủ yếu của công nghệ này là các màng có thời gian sống ngắn. Những lợi thế lớn của thiết bị điện phân PEM hơn điện phân kiềm là tỷ lệ điện phân lớn hơn, sự an toàn tăng lên do sự vắng mặt của chất điện phân KOH, thiết kế nhỏ gọn hơn do mật độ cao hơn, và áp suất hoạt động cao hơn.



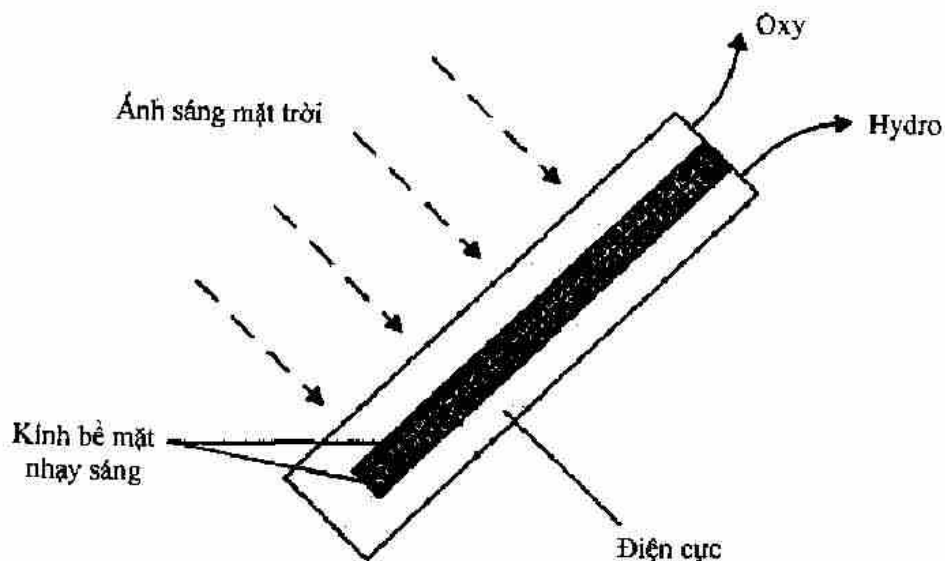
Với chi phí tương đối cao, công suất thấp, kém hiệu quả và thời gian sống ngắn, thiết bị điện phân PEM hiện không được phát triển như thiết bị điện phân kiềm.

8.4.4. Sản xuất hydro bằng phương pháp quang điện phân (photoelectrolysis)

Hệ thống đôi quang điện (PV) tạo thành những thiết bị điện phân thương mại. Hệ thống có một vài tính linh động như đầu ra có thể là điện từ những thiết bị quang điện hay hydro từ thiết bị điện phân. Sự quang điện này là một giải pháp tiên tiến tới một PV - hệ thống điện giải bằng việc kết hợp cả hai quá trình trong một thiết bị.

Các panel mặt trời, chất bán dẫn (ứng dụng hiện tượng quang điện), chuyển hoá trực tiếp ánh sáng mặt trời thành điện năng. Khí hydro được sinh ra khi dòng quang điện này chạy qua thiết bị điện phân đặt trong nước. Sử dụng năng lượng mặt trời để tạo ra điện dùng trong điện phân nước, tương tự, chúng ta cũng có thể sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo khác như năng lượng gió, thủy điện để điện phân nước tạo ra hydro. Như thế việc sản xuất hydro sẽ là một quá trình sạch (không khí thải), tái sinh và bền vững.

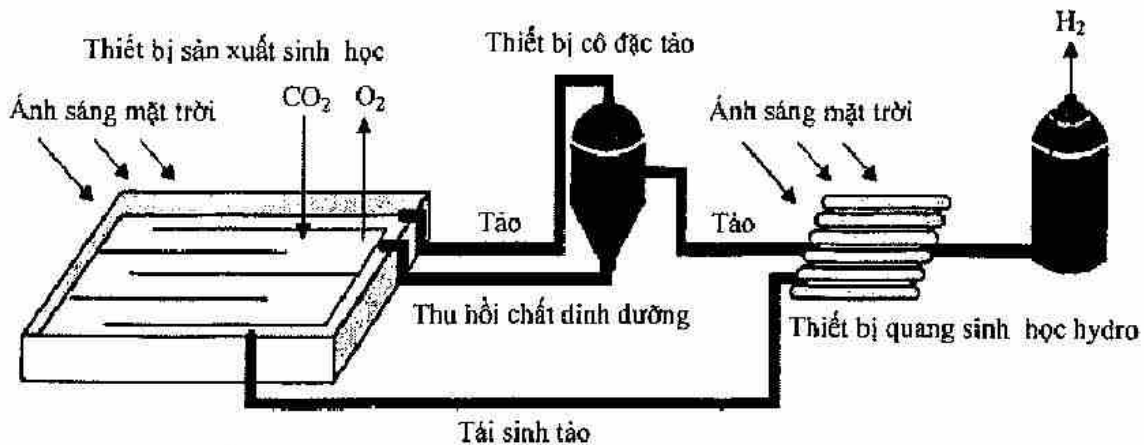
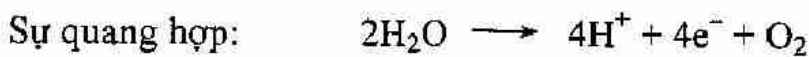
Nhiều thiết bị phòng thí nghiệm quy mô PEC đã được phát triển trong vòng vài năm, đến nay chúng minh hiệu quả năng lượng mặt trời để chuyển đổi hydro lên đến 16%.



Hình 8.6. Mô tả một thiết bị quang điện phân

8.4.5. Hydro từ quang sinh học

Sản xuất H_2 từ quá trình quang sinh học gồm hai bước: quang hợp và phản ứng tạo H_2 bởi enzym hydroases (enzym xúc tác bổ sung H_2 cho phản ứng khử), ví dụ như tảo xanh và vi khuẩn lam. Quá trình nghiên cứu và ứng dụng là rất cần thiết với quá trình này, nhưng nếu thành công thì nó sẽ là giải pháp lâu dài cho việc tái tạo sản xuất H_2 đạt kết quả. Nó có tầm quan trọng thiết yếu để hiểu các quá trình tự nhiên và các quy định về di truyền của H_2 . Kỹ thuật biến đổi và di truyền học có thể được dùng để chứng minh quá trình trong phản ứng sinh học lớn hơn. Điều khác là sẽ tái sản xuất hai bước sử dụng quang hợp nhân tạo:



Hình 8.7. Nguyên lý của quá trình sản xuất H_2 bằng phương pháp quang sinh học

8.4.6. Thu hồi khí H_2 từ quá trình reforming

Reforming xúc tác là quá trình chế biến quan trọng trong nhà máy lọc dầu nhằm thu xăng chất lượng cao. Sau phản ứng dehydro hoá một lượng lớn khí H_2 được tạo thành. Bằng phương pháp đặc biệt (trong tháp tách) sẽ thu được hydro. Một trong ba nhóm phản ứng quan trọng trong quá trình reforming là dehydro hoá:



Đây cũng là phương pháp thu khí H₂ kỹ thuật nhiều và rẻ. Tuy nhiên phương pháp này cũng có hạn chế là độ tinh khiết của H₂ chưa cao.

Trong bảng 8.6 là các số liệu về so sánh hiệu quả kinh tế của các phương pháp sản xuất hydro khác nhau.

Từ bảng 8.6 cho thấy, phương pháp cracking (phân huỷ) metan là phương pháp có hiệu quả cao nhất và có triển vọng áp dụng trong tương lai.

8.4.7. Sản xuất nhiên liệu hydro bằng phương pháp pha trộn

Một công ty của Malayxia sau 6 năm nghiên cứu đã đưa ra một loại nhiên liệu hydro, mà theo họ là một loại nhiên liệu khá hoàn hảo trong tương lai, đó là sự kết hợp giữa 50% nước, 20% nhiên liệu dầu mỏ với một số tác nhân gây cháy; sau đó pha trộn với 30% xúc tác. Xúc tác này được điều chế từ một chuỗi phản ứng hoá học, được Công ty của Malayxia giữ bản quyền.

Bảng 8.6. So sánh các phương pháp sản xuất hydro

Quá trình	Reforming hơi nước	Oxy hoá không hoàn toàn	Phân huỷ metan	Điện phân nước
Nguyên liệu	Khí TN	* Khí TN * Cặn dầu	Khí TN (CH ₄)	H ₂ O, điện năng
Hiệu suất H ₂ , %	78,5	76,8	53,7	27,2
Vốn đầu tư, \$10 ⁶	83,2	205	41	132
Giá sản xuất, \$ (10 ³ SCF) ⁻¹	2,06	3,12	2,29	6,57
Giá sản phẩm H ₂ , \$ (10 ⁶ Btu) ⁻¹	5,9	9,6	5,1	17,83
Xếp hạng	2	3	1	8

Ghi chú: SCF là đơn vị thể tích gọi là fit khối tiêu chuẩn, Btu là đơn vị nhiệt của Anh. 1 Btu = 1055 J.

8.5. TỒN CHỨA VÀ VẬN CHUYỂN NHIÊN LIỆU HYDRO

Sản xuất nhiên liệu hydro không khó, nhưng tồn chứa, vận chuyển và phân phối loại nhiên liệu này lại rất khó khăn và tốn kém. Hydro là một khí rất nhẹ (nhẹ nhất trong các loại khí), nên nếu tồn chứa trong bình khí thì áp suất trong bình phải cực lớn mới đảm bảo an toàn, vì vậy phương pháp này ít có tính khả thi. Có thể tồn chứa hydro trong các hình thức khác nhau như: hoá lỏng, hấp thu vào một chất hấp phụ nào đó, rồi khi sử dụng thì cho nhà hấp; tồn chứa trong một loại chất trung gian có khả năng sinh ra H_2 khi sử dụng như hydrua kim loại, NH_3 ... Nhìn chung, mỗi phương pháp tồn chứa có những đặc điểm riêng, việc lựa chọn cách thức tồn chứa phụ thuộc mức độ an toàn, giá thành, tính tiện lợi...

8.5.1. Tồn chứa hydro dạng khí nén

Hydro là một nhiên liệu nên dễ bắt cháy. Mọi người đều nghĩ nhiên liệu hydro là một nhiên liệu nguy hiểm vì nó dễ cháy. Nhưng nếu nhìn ở một khía cạnh khác thì nhiên liệu hydro cũng không phải là quá nguy hiểm vì khi rò rỉ ra môi trường thì nó phân tán và bay hơi nhanh hơn nhiều so với nhiên liệu xăng, do đó giảm thiểu khả năng gây nổ. Chính vì vậy, nhiên liệu hydro nếu được bảo quản an toàn thì vẫn sử dụng được. Những thùng chứa hydro phải được thông qua các cuộc thử nghiệm an toàn. Thùng đựng hydro phải được kiểm tra bằng phương pháp nung nóng với ngọn lửa ở $1650^{\circ}F$ với thời gian 70 phút và chịu va đập với các vật thể rắn. Van phải đảm bảo an toàn kể cả khi thùng đựng hydro bị méo mó. Chúng ta phải hiểu rằng khí hydro có thể bị rò rỉ, bị cháy nhưng hầu như không bị nổ vì muốn nổ nó phải có áp suất lớn; nhưng khi lan toả ra không khí nó đã bay hơi và phân tán làm giảm mạnh áp suất.

Hiện nay sử dụng nhiên liệu hydro là một giải pháp tốt thay thế cho nhiên liệu xăng. Có thể nói như vậy vì những lý do sau:

- Xe hoàn toàn không thải ra khói thải độc hại.
- Pin nhiên liệu dùng trong động cơ không có những phần chuyển động nên tiết kiệm được nhiên liệu, chi phí sản xuất pin nhiên liệu được tiết kiệm do không có những phần chuyển động.

- Hydro có thể phục hồi được và nguồn khí hydro dồi dào.
- Xe có tương thích được với thời tiết mùa lạnh.
- Pin nhiên liệu gọn và nhẹ.
- Thùng nhiên liệu được nạp lại một cách đơn giản.

Để tồn chứa hydro dạng khí, cần phải có thiết bị chịu áp suất rất cao. Thông thường thì bình thép không gỉ có bề dày lớn đáp ứng tiêu chuẩn này. Ngày nay, người ta sử dụng bể chứa dạng nằm ngang bằng vật liệu composit. Các số liệu trong bảng 8.7 cho thấy, để tạo ra mức năng lượng như nhau thì thể tích, khối lượng bình chứa nhiên liệu hydro phải lớn hơn nhiều so với tồn chứa xăng. Biện pháp này rất khó thực hiện.

Bảng 8.7. Các thông số kỹ thuật của hydro khí và xăng

<i>TT</i>	<i>Các thông số</i>	<i>Hydro</i>	<i>Xăng</i>
1	Khối lượng nhiên liệu (kg)	0,56	1,55
2	Thể tích nhiên liệu (l)	45,4	2,2
3	Khối lượng nhiên liệu và bình chứa (kg)	53,8	2,14
4	Thể tích nhiên liệu và bình chứa (l)	56,9	2,37

Tồn chứa dưới dạng khí nén cần thiết bị rất an toàn. Áp suất trong bình có thể tăng lên đến 700 bar để chứa được càng nhiều hydro càng tốt trong một không gian giới hạn.

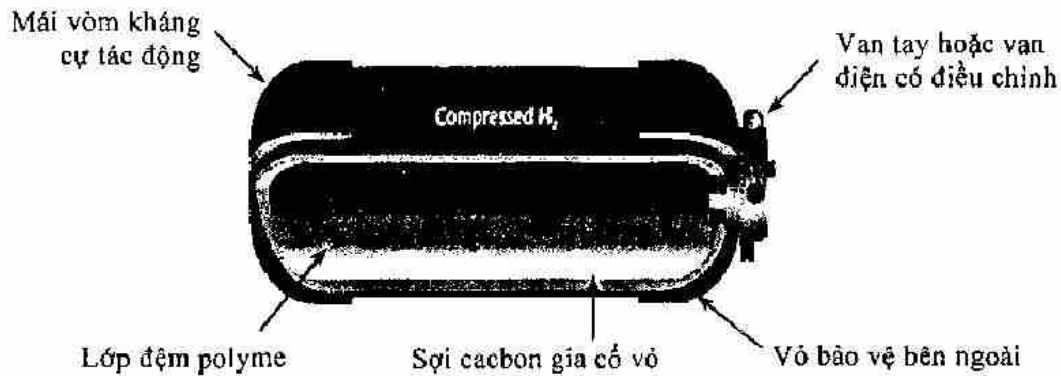
Các bình áp suất chứa khí nén thường làm bằng thép nên rất nặng. Các bình áp suất hiện đại được làm từ những vật liệu composit và nhẹ hơn nhiều.

a. Bình composit

Bình composit tồn chứa H_2 được bao bọc bởi các sợi cacbon như hình 8.10. Các bình này hoạt động ở áp suất từ 350 ÷ 700 bar. Chúng yêu cầu không trao đổi nhiệt bên trong và có thể sử dụng như một hỗn hợp khí.

Nhược điểm là thể tích vật lý yêu cầu lớn, chi phí cho quá trình cao

500 ÷ 600 USD/kg H₂. Ngoài ra vẫn còn một số vấn đề an toàn chưa được giải quyết như vấn đề mất mát H₂ trong các tai nạn. Rồi hiệu quả an toàn H₂ trên các vật liệu trong điều kiện tuần hoàn hoặc lạnh cũng chưa hiểu rõ, cần phải nghiên cứu và phát triển hơn nữa.



Hình 8.8. Cấu tạo bình composit

b. Bình vi cầu thủy tinh

Các khối cầu thủy tinh rỗng tí hon có thể được dùng như một phương thức lưu trữ hydro an toàn. Những vi cầu rỗng này được làm nóng dẻo, gia tăng khả năng thấm của thành thủy tinh, rồi được lấp đầy khi được đặt ngập trong khí hydro với áp suất cao 350 ÷ 700 bar và nhiệt độ cao khoảng 300°C. Các khối cầu này sau đó được làm nguội, “khóa lại” hydro bên trong khối thủy tinh. Khi ta tăng nhiệt độ khoảng 200 ÷ 300°C, hydro sẽ được giải phóng ra khỏi khối cầu và sử dụng. Phương pháp vi cầu này rất an toàn, tinh khiết và có thể chứa được hydro ở áp suất thấp, vì thế gia tăng giới hạn an toàn. Ngoài ra, còn một phương pháp lưu trữ hydro khác tuy ít phổ biến nhưng cũng khá thú vị, đó là chứa hydro trong các vi cầu bằng kính.

Vấn đề chính với vi cầu thủy tinh này là có mật độ thể tích thấp và áp suất cao cần thiết để lấp đầy. Và các vi cầu thủy tinh lại từ từ rò rỉ H₂ tại nhiệt độ môi trường xung quanh. Nhược điểm phương pháp này là có quá nhiều quả cầu vỡ trong quá trình di chuyển. Nhiệt độ cao cần thiết khoảng 300°C cũng làm cho quá trình điều khiển khó khăn.

Bảng 8.8. Những chỉ tiêu đánh giá tồn chứa H₂ dạng khí theo hai phương pháp: Bình composit và vi cầu thủy tinh

Đặc trưng	Bình composit		Vi cầu thủy tinh	
	Đánh giá	Chú giải	Đánh giá	Chú giải
Nhiệt độ, T	+	Không cần trao đổi nhiệt	-	Cần T cao
Áp suất, P	-	Cần nén áp suất cao	+	Có thể áp suất thấp
Tỷ trọng năng lượng	-	Chỉ từng phần phù hợp	+	Trên 5wt %H ₂ , phù hợp
Độ chắc chắn	+	Thử nghiệm rộng rãi	-	Quả cầu rất dễ vỡ
Độ an toàn	+	Đã mã số và tiêu chuẩn	+	Vốn an toàn
Chi phí	-	500 ÷ 600 USD/kg H ₂	?	Cần được xác định

8.5.2. Tồn chứa hydro dạng hoá lỏng

Hydro có thể hoá lỏng, tuy nhiên do khí này rất nhẹ nên tồn nhiều năng lượng. Nhiệt độ hoá lỏng phải ở mức -253°C ở điều kiện khí quyển. Bảng 8.9 cho biết sự so sánh các thông số của hydro dạng lỏng và xăng.

Bảng 8.9. Các thông số kỹ thuật của hydro lỏng và xăng

TT	Các thông số	Hydro	Xăng
1	Khối lượng nhiên liệu (kg)	13,6	37,7
2	Thể tích nhiên liệu (l)	192,6	51,8
3	Khối lượng nhiên liệu và bình chứa (kg)	56,4	51,5
4	Thể tích nhiên liệu và bình chứa (l)	337,3	56,9

Để duy trì điều kiện nhiệt độ trên, yêu cầu về công nghệ bảo ôn rất phức tạp, gây tổn kém dẫn đến giá thành nhiên liệu hydro hiện nay rất cao.

8.5.3. Tồn chứa hydro trong chất hấp phụ

Bản chất của phương pháp này là hấp phụ vật lý của H₂ lên bề mặt của một số chất có mao quản như:

- Ống cacbon nano;
- Zeolit;
- Polyme có mao quản;
- Hợp chất cơ kim;
- Hạt cầu thủy tinh.

Khi tăng nhiệt độ, H₂ sẽ được giải phóng. Ví dụ, để giải phóng H₂ ở trong hạt cầu thủy tinh, cần tăng nhiệt độ lên 250°C, lúc đó sẽ có khoảng 70% H₂ được nhả hấp thụ.

Phương pháp này đơn giản, tuy nhiên hiệu quả không cao do sự hấp thụ chỉ xảy ra ở nhiệt độ thấp.

8.5.4. Tôn chứa hydro trong hợp chất trung gian

a. Hợp chất hydrua

Hợp chất trung gian thường sử dụng là hydrua kim loại (KL), chúng được hình thành trong phản ứng sau:



Phản ứng là thu nhiệt và thuận nghịch. Khi tăng áp suất, phản ứng tạo hydrua sẽ tăng và đạt cực đại, có nghĩa là hydro được lưu trữ dưới dạng này. Khi muốn giải phóng H₂, ta tăng nhiệt độ cho hydrua KL. Mỗi loại hydrua KL có khả năng lưu giữ H₂ khác nhau và nhiệt độ cần cung cấp để giải phóng H₂ cũng khác nhau, thường lớn hơn 230°C. Ngày nay, các nhà khoa học đã tìm ra một số loại hydrua KL khác nhau có hoạt tính tồn trữ như: TiFe, Mg₂Ni, ZrMn, LaNi... Thực nghiệm cho thấy rằng, hỗn hợp LiBH₄ có khả năng tồn trữ hydro lớn nhất. Phương pháp tồn chứa H₂ qua hợp chất trung gian hydrua KL rất an toàn, không gây nguy hiểm do áp suất, tuy nhiên giá thành vẫn còn đắt do chi phí chế tạo vật liệu đắt. Mặt khác hàm lượng H₂ tồn chứa trong đó cũng không cao: Hiện nay mới chỉ tồn chứa được trên 3% về khối lượng. Mục tiêu đến năm 2015 nâng cao công nghệ để tồn chứa được 9% H₂ về khối lượng. Bảng 8.10 cho biết khả năng tồn chứa của hydrua KL.

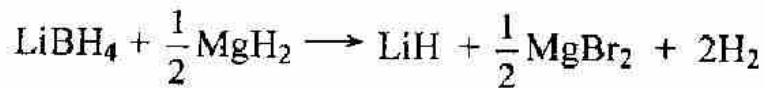
Bảng 8.10. Khả năng tồn chứa H₂ của các hydrua KL khác nhau

TT	Hydrua	% H ₂ theo khối lượng
1	LaNi ₅ H ₆	1,4
2	ZnMn ₂ H _{3,6}	1,8
3	TiFeH ₂	1,9
4	Mg ₂ NiH ₄	3,6
5	VH ₂	3,8
6	NaAlH ₄	7,5
7	MgH ₂	7,6
8	LiBH ₄	13,6

Khi cung cấp nhiệt, hydro sẽ được giải phóng, ví dụ sau đối với LiBH₄:



Hoặc số thể theo một cơ chế khác:



Để tồn chứa trong hydrua KL thì H₂ phải rất tinh khiết (nhỏ hơn 10 ppm O₂, chỉ có vết của CO và hydrocacbon), nếu không thì khả năng hấp phụ sẽ giảm. Vật liệu tồn trữ phải có độ ổn định cao. Một số loại hydrua phản ứng với hơi ẩm, một vài kim loại rất độc (Be), tái sinh kim loại rất đắt. Công nghệ hydrua kim loại này vẫn đang còn trong giai đoạn nghiên cứu phát triển.

Những nghiên cứu hiện nay đang tập trung vào việc tồn chứa hydro bằng kim loại Mg. Một số các hợp kim như Mg-Ni, Mg-Cu hay Fe-Ti hấp phụ hydro rất tốt.

b. Hợp chất amin

Với các hợp chất amin, ví dụ như NH_nBH_n, hydro được giải phóng nhờ nhiệt độ khác nhau (bảng 8.11 chỉ rõ nhiệt độ cần thiết để H₂ được giải phóng); hay hydro có thể được giải phóng qua quá trình thủy phân (tác dụng với nước) của các hydrit như LiH, LiBH₄, NaBH₄...



Với phương pháp này, ta có thể điều chỉnh được lượng hydro sinh ra theo nhu cầu. Khả năng tồn chứa của các amin được đưa ra ở bảng 8.11.

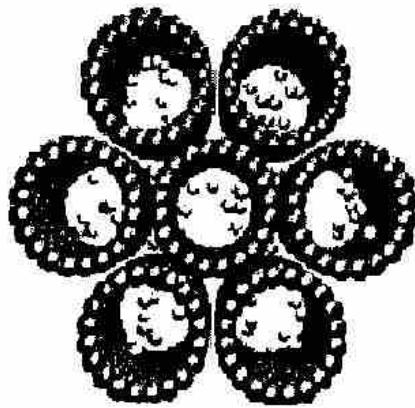
Bảng 8.11. Khả năng tồn chứa H_2 của amin borohydrides NH_nBH_n

Phản ứng	% H_2 (khối lượng)	T ($^{\circ}C$)
$NH_4BH_4 \rightarrow NH_3BH_3 + H_2$	6,1	< 25
$NH_3BH_3 \rightarrow NH_2BH_2 + H_2$	6,5	< 120
$NH_2BH_2 \rightarrow NHBH + H_2$	6,9	~ 155
$NHBH \rightarrow BN + H_2$	7,3	> 500

8.5.5. Lưu chứa hydro trong ống cacbon nano rỗng

Phương pháp này về nguyên tắc giống như hydrua kim loại trong cơ chế lưu giữ và giải phóng hydro. Vật liệu cacbon nano này có thể tạo nên một cuộc cách mạng trong công nghệ lưu trữ hydro trong tương lai. Cách đây vài năm, các nhà khoa học đã khám phá được đặc tính hữu ích của cacbon nano là có thể chứa được những lượng lớn hydro trong các vi cấu trúc than chì dạng ống. Hydro có thể chui vào trong ống, cũng như vào khoảng trống giữa các ống. Lượng hydro hấp thụ phụ thuộc vào áp suất và nhiệt độ, nên về nguyên tắc, người ta có thể thay đổi áp suất hoặc nhiệt độ, rồi bơm hydro vào để lưu trữ, hay đẩy hydro ra để sử dụng. Vấn đề hiện nay là phải tìm ra các loại ống nano cacbon chứa được nhiều hydro. Ngoài ra, ta cũng cần vật liệu có tỷ lệ ống nano cacbon cao, không lẫn với nhiều loại bụi than khác.

Ưu điểm mang tính đột phá của công nghệ nano này chính là lượng lớn hydro mà nó có thể lưu chứa được, hơn nữa, so với cách lưu trữ bằng hợp kim thì ống cacbon nano cũng nhẹ hơn. Ống cacbon nano có thể chứa được lượng hydro chiếm từ 4% ÷ 65% trọng lượng của chúng. Hiện nay, công nghệ này đang được quan tâm nghiên cứu rất nhiều trên thế giới, hứa hẹn một phương thức lưu trữ hydro đầy tiềm năng, nhất là cho các ứng dụng pin nhiên liệu di động và nhỏ gọn như máy tính xách tay, máy ảnh, điện thoại di động v.v...



Hình 8.9. Tế bào nano cacbon lưu trữ hydro

8.5.6. Tôn chứa H_2 dưới dạng viên năng lượng

Các nhà khoa học tại trường Đại học Kỹ thuật Đan Mạch (DTU) đã phát minh ra công nghệ tạo bước tiến quan trọng trong việc sử dụng khí hydro làm nhiên liệu, đó là viên năng lượng hydro, cho phép lưu trữ hydro hiệu quả trong một chất liệu rỗng mà an toàn.

Với viên năng lượng hydro mới, sẽ đơn giản hơn nhiều khi sử dụng nguồn năng lượng hydro thân thiện môi trường. Việc lưu trữ an toàn và hiệu quả khí hydro là thách thức đối với các nhà nghiên cứu toàn cầu từ ba thập kỷ nay. Tại trường DTU, một nhóm các nhà khoa học từ các lĩnh vực đã chế tạo được viên năng lượng hydro cho phép lưu trữ và vận chuyển khí hydro ở thể rắn.

Viên năng lượng khí hydro an toàn và không tốn kém, người ta có thể bỏ trong túi mà không cần có biện pháp bảo vệ nào. Đây là điều khác biệt so với hầu hết các công nghệ lưu trữ khí hydro khác. Đó là nhờ viên năng lượng này chỉ chứa khí amoniac ngấm trong nước biển. Amoniac được tạo ra từ khí hydro với khí nitơ trong không khí, do vậy viên năng lượng của DTU chứa một khối lượng lớn khí hydro. Trong viên năng lượng, khí hydro có thể được lưu trữ trong thời gian mong muốn, và khi cần hydro, khí amoniac sẽ được giải phóng qua một chất xúc tác để phân rã lại thành dạng khí hydro tự do. Khi viên năng lượng trống rỗng, người sử dụng chỉ cần cho khí amoniac vào và được sử dụng trở lại.

8.5.7. Tôn chứa hydro bằng phương pháp hoá học

a. Trong hợp chất NH_3

Có thể giữ H_2 trong hợp chất hoá học như NH_3 . Khi có xúc tác và tăng nhiệt độ hợp chất này sẽ phân huỷ tạo hydro:

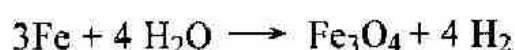


b. Phản ứng dehydro hoá hydrocacbon

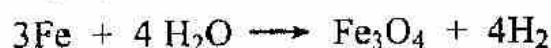
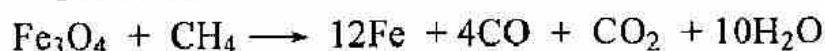


(Phản ứng trên có trong quá trình reforming nói ở phần trên).

c. Các phản ứng hoá học gián tiếp khác



Hoặc có thể đi từ khí tự nhiên CH_4 , dựa vào khả năng oxy hoá khử của oxit sắt. Các phản ứng như sau:



Phương pháp này có khả năng áp dụng cao vì nguyên liệu rẻ tiền, năng suất giải phóng khí H_2 lớn. Có thể dùng hợp chất $NaBH_4$:



Phương pháp hoá học này khó có khả năng áp dụng trong quy mô lớn.

Mặc dù có rất nhiều nỗ lực nghiên cứu trong lĩnh vực tồn trữ nhiên liệu hydro, nhưng cho đến nay (năm 2008) vẫn chưa có một giải pháp nào thoả mãn được tất cả các tiêu chí lý tưởng của việc ứng dụng cho thực tế cụ thể cho xe cộ về nhiên liệu này cho ngành giao thông. Mỗi phương pháp đều có nhược điểm cần phải nghiên cứu khắc phục.

8.6. VẬN CHUYỂN NHIÊN LIỆU HYDRO

Vận chuyển hydro cũng gây ra tiêu tốn năng lượng rất đáng kể: Bơm H_2 cần năng lượng gấp 4,5 lần so với bơm khí tự nhiên. Có thể vận chuyển dạng hoá lỏng hoặc dạng bình khí nén bằng tàu thuyền, xe tải... Nếu vận chuyển H_2 dạng lỏng sẽ đắt hơn vận chuyển khí tự nhiên hoá lỏng nhiều lần. Thường mất mát khoảng 0,2 ÷ 0,4% H_2 lỏng mỗi ngày. Tất cả các điều trên đều ảnh hưởng đến an toàn và chi phí.

8.7. ỨNG DỤNG CỦA NHIÊN LIỆU HYDRO

8.7.1. Khái quát chung về khả năng ứng dụng và những hạn chế

Chúng ta đã khá quen thuộc với hình ảnh hydro như là nguyên liệu cho nhiều ngành công nghiệp hoá học: chế tạo amoniac, metanol, lọc dầu, phân bón, luyện kim, mỹ phẩm, chất bán dẫn v.v. Thế nhưng, không chỉ có vậy, hydro còn là một nguồn nhiên liệu đầy tiềm năng với nhiều ưu điểm thuận lợi về môi trường và kinh tế. Trên thực tế, nhờ hai đặc tính nhẹ và tỷ trọng năng lượng cao, hydro đã được dùng làm nhiên liệu cho tên lửa từ những buổi ban đầu của công nghệ du hành không gian.

Khi dùng làm nhiên liệu, hydro có thể được đốt trực tiếp trong các động cơ đốt trong, tương tự như trong các loại phương tiện giao thông chạy bằng xăng dầu phổ biến hiện nay. Hydro 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 v.v...

Mặt khác, hydro còn có thể được sử dụng làm nguồn năng lượng cung cấp cho hệ thống pin nhiên liệu, nhờ quá trình điện hoá để tạo ra điện năng. Bên cạnh những ưu điểm của hydro như đã nêu trên (sạch, tái sinh...), pin nhiên liệu còn chạy rất êm, không gây ra tiếng động, chấn động như động cơ đốt trong. Do dựa trên cơ chế của quá trình điện hoá 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. Việc chuyển đổi cao hiệu quả của các pin nhiên liệu, lên đến 60%, làm cho chúng hấp dẫn hơn so với lựa chọn thay thế dựa trên nhiên liệu hoá thạch, trong đó có khoảng 34% hiệu quả trên trung bình. Hiệu quả cao của động cơ điện (thường cũng trên 90%) làm cho nhiên liệu động cơ mô-tô kết hợp hấp dẫn cho giao thông vận tải so với động cơ xăng, thông thường hiệu quả khoảng 25%. Với những ưu thế vượt trội đó, pin nhiên liệu đang ngày càng được quan tâm và dự đoán sẽ trở nên nguồn nhiên liệu đầy triển vọng, một thành phần chủ chốt của nền kinh tế hydro trong viễn cảnh tương lai.

Khí hydro là chất thông dụng nhất trong vũ trụ, và khi cháy rất "sạch". Phản ứng cháy của hydro chỉ tạo ra nước (dù rằng khí nitơ oxit,

sản sinh ra trong mọi quá trình đốt, lại tạo ra những mối quan ngại khác về môi trường). Nhưng dầu là một nguồn tài nguyên vô tận có thể tái tạo, hiện nay, các loại ô tô chưa thể chuyển sang chạy bằng năng lượng hydro, vì nhiều lý do. Nguyên nhân đầu tiên là ở nhiệt độ thông thường, nó tồn tại dưới dạng khí. Xăng và dầu diesel là chất lỏng nên có thể dễ dàng chứa trong bình, và sẽ tồn tại cho tới khi sử dụng hết. Ngược lại, hydro sẽ dần bay hơi nếu bình không kín.

Một giải pháp đặt ra là có thể chuyển nó sang dạng lỏng, nhưng lúc đó cần có các bình chứa đặc biệt để giữ cho nhiệt độ bên trong luôn thấp hơn so với môi trường. Hoặc cũng có thể giữ nó trong một bình điều hoà áp suất. Có điều khi một bình điều hoà áp suất bị vỡ, nó sẽ gây nổ. Cuối cùng, hãng Daimler Chrysler đang nghiên cứu chế tạo phương pháp lưu trữ khí hydro trong bình có cấu trúc tổ ong. Hạn chế của loại bình này là giá thành quá cao và lượng khí chứa được cũng không nhiều.

Việc đưa khí hydro vào các bình chứa có khuynh hướng tạo ra dòng tĩnh điện, dễ gây nổ. Nhằm ngăn chặn điều đó xảy ra, xe FCX của Honda có tới 2 nắp tiếp nhiên liệu. Khi mở nắp ngoài, một sợi dây kim loại sẽ được tiếp đất để loại trừ dòng tĩnh điện, trước khi nắp thứ hai được mở để nhận dòng khí từ vòi cao áp.

Khi đã có hydro, cần lập ra các điểm tiêu thụ (giống như các cây xăng), nơi khách hàng có thể nạp vào bình chứa. Do lượng khí tiêu thụ cho xe lớn hơn rất nhiều so với xăng, sẽ đòi hỏi một mạng lưới vận chuyển khổng lồ. Một chuyên gia cho biết: "Nếu tất cả các xe trên thế giới hiện nay chuyển sang dùng nhiên liệu hydro, thì cứ 5 xe đang lưu thông sẽ có 1 chiếc là xe téc chở khí". Điều này làm ảnh hưởng đến giao thông và một lần nữa đặt ra các vấn đề về an toàn.

Mặt khác, công nghệ sản xuất, lưu trữ và vận chuyển nó còn ở mức thấp, do vậy tỷ lệ thất thoát ra khí quyển là rất lớn.

Một tính toán mới đây của Yuk Yung và cộng sự tại Viện công nghệ California ở Pasadena (Mỹ) đã cho thấy, khoảng 10% hydro được sản xuất ra trên thế giới bị bay hơi vào khí quyển. Và nếu tất cả nhiên liệu

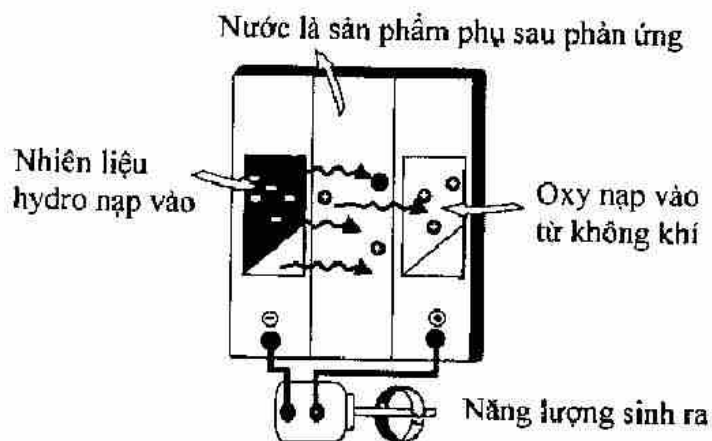
hoá thạch hiện tại được thay thế bằng pin nhiên liệu hydro, thì khoảng 60 triệu tấn hydro nhân tạo sẽ thoát lên bầu trời mỗi năm, gấp 4 lần so với tổng lượng hiện tại được tạo ra. Đó là chưa kể hydro được sinh ra trong tự nhiên cũng góp phần giải phóng vào khí quyển.

Do quá nhẹ nên hydro nhanh chóng bay xuyên qua tầng đối lưu để lên tầng bình lưu. Ở đây, nó phản ứng với oxy để tạo thành hơi nước, khiến cho tầng bình lưu sẽ trở nên ẩm ướt hơn và lạnh đi, đặc biệt tại những vùng cực. Theo tính toán của nhóm nghiên cứu, quá trình này sẽ thúc đẩy hiện tượng phá huỷ tầng ozone - tấm lá chắn bảo vệ trái đất trước các tia cực tím độc hại - với mức tăng 8% ở Bắc cực và 7% tại Nam cực.

Ngày nay để khắc phục những nhược điểm trên của nhiên liệu hydro người ta tồn chứa hydro trong các loại pin nhiên liệu, là một công nghệ hoàn toàn sạch. Sau đây là các ứng dụng của nhiên liệu hydro

8.7.2. Làm pin nhiên liệu

Trên hình 8.13 là ví dụ về mô hình phản ứng cháy tạo năng lượng trong pin nhiên liệu.



Hình 8.10. Mô hình phản ứng trong pin nhiên liệu hydro

- * Điểm có lợi khi dùng nhiên liệu hydro:
- Phân huỷ sinh học và thân thiện môi trường;
- Siêu tiết kiệm nhiên liệu 20 km/lít nếu chạy ở tốc độ 110 km/h.

* Các loại động cơ hydro:

Hiện nay trên thế giới có khá nhiều loại pin nhiên liệu hydro được thiết kế bởi các hãng khác nhau. Có thể kể ra đây là: Pin nhiên liệu dùng kiềm làm chất điện phân (Alkaline Fuel Cell - AFC), Pin nhiên liệu dùng axit photphoric làm chất điện phân (Phosphoric Acid Fuel Cell - PAFC), Pin nhiên liệu dùng muối cacbonat nung chảy làm chất điện phân (Molten Carbonate Fuel Cell - MCFC)...

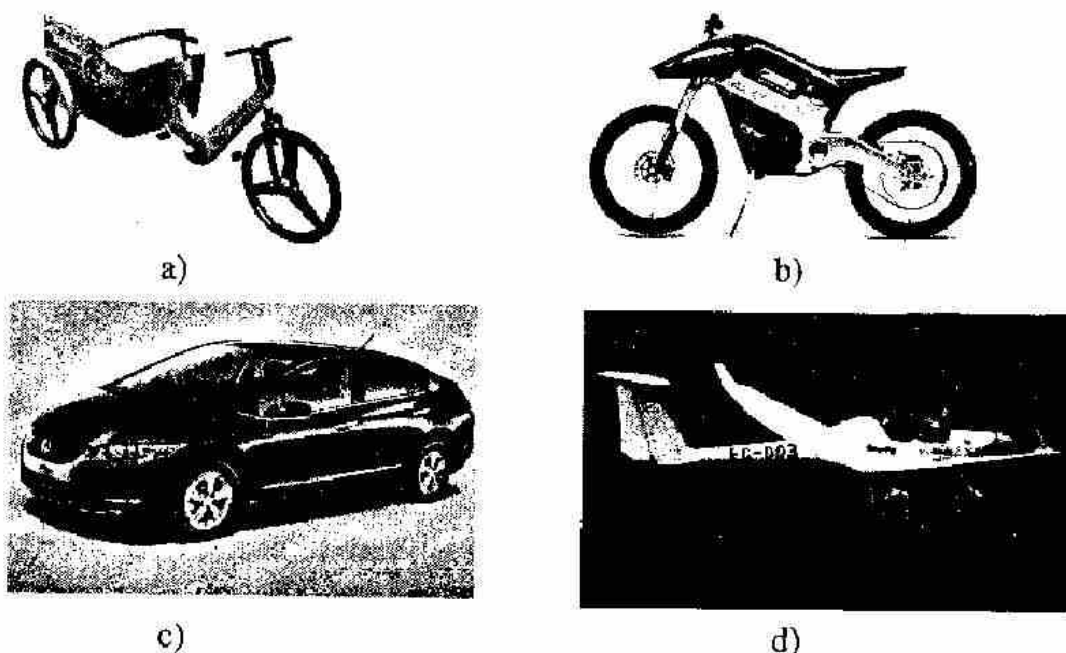
Pin nhiên liệu được ứng dụng cho các loại động cơ của các phương tiện sau: Ôtô, máy bay, tàu ngầm. Các phương tiện sử dụng pin nhiên liệu hydro là giải pháp tốt nhất để giải quyết vấn đề nhiên liệu không cần đến xăng dầu, không cần có động cơ đốt trong, hiệu suất chuyển hoá năng lượng rất cao, tổng cộng lên đến hơn 60% (trong khi đó xăng dầu chỉ 25%). Pin nhiên liệu lại không phát thải cacbon nên không gây nên hiệu ứng nhà kính. Theo tính toán của các nhà khoa học Mỹ, thậm chí nếu giá pin nhiên liệu đắt gấp đôi giá xăng thì hiệu quả sử dụng pin vẫn cao hơn nhiều so với xăng.

Một ví dụ điển hình là máy bay hydro, pin nhiên liệu hydro và pin mặt trời của hãng LISA Airplanes (Pháp) chế tạo loại máy bay thể thao có thể hoạt động vòng quanh trái đất, đã thử nghiệm bay quãng đường 1500 km mà không cần tiếp nhiên liệu, hiện đã sẵn sàng đưa ra thị trường.

Hải quân Đức đã sử dụng pin nhiên liệu cho tàu ngầm loại 212, kết quả cho thấy có khả năng ở dưới sâu trong vòng vài tuần lễ mà không cần nổi lên mặt nước để tiếp nhiên liệu.

8.7.3. Làm nhiên liệu cho xe máy, xe ô tô

Trong loại hình ứng dụng này, xe ô tô sử dụng pin nhiên liệu được cấp liệu bằng hydro. Trung bình 1 ô tô nhỏ tiêu thụ 1 kg hydro cho 100 km đường. Hình 8.11. minh hoạ một số phương tiện giao thông đầu tiên trên thế giới sử dụng nhiên liệu hydro như xe đạp, xe máy, ô tô, kể cả máy bay.



Hình 8.11. Xe đạp, xe gắn máy và xe ô tô chạy bằng nhiên liệu hydro:

- a) Xe đạp Cargo do hãng Masterflex của Đức sản xuất và đưa ra thị trường vào tháng 5 năm 2007;
- b) Xe ENV do nước Anh sản xuất vào tháng 6 năm 2005 là chiếc xe máy đầu tiên trên thế giới chạy bằng nhiên liệu hydro;
- c) Mẫu xe ô tô FCX Clarity của hãng Honda – Nhật Bản được đưa ra sử dụng vào tháng 7 năm 2008;
- d) Máy bay Dimona chạy bằng nhiên liệu hydro của hãng Boeing thử nghiệm bay lần đầu tiên tại Ocala, Tây Ban Nha.

Trên hình 8.12 minh họa một trạm chiết nạp nhiên liệu hydro của Hãng BP.



Hình 8.12. Trạm nạp nhiên liệu hydro của BP

Mặc dù còn nhiều bất cập, nhưng những phương tiện đầu tiên sử dụng nhiên liệu hydro vẫn cứ ra đời, mở ra một kỷ nguyên mới sử dụng nhiên liệu thân thiện môi trường. Trong tương lai gần, các nhà khoa học sẽ cải tiến những tồn tại còn lại để nhiên liệu hydro thực sự đi vào hoạt động công nghiệp và đời sống của con người.

8.8. TÌNH HÌNH SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU HYDRO TRÊN THẾ GIỚI

Ở Châu Âu, vào cuối thế kỷ XIX, người ta đã đốt nhiên liệu được gọi là “khí thành phố hoặc khí tổng hợp” - đó là hỗn hợp hydro với oxyt cacbon (CO). Một số nước kể cả Brazil và Đức ở đâu đó đến tận ngày nay vẫn sử dụng nhiên liệu này. Người ta đã sử dụng hydro để di chuyển trong bầu trời (khí cầu lái và khí cầu) bắt đầu từ chuyến bay đầu tiên ở Pháp ngày 27-8-1784 của Jacque Charle trên khí cầu nạp hydro. Ngày nay nhiều ngành công nghiệp sử dụng hydro để tinh chế dầu mỏ và để tổng hợp amoniac và metanol. Hệ thống tàu vũ trụ “Shuttle” sử dụng hydro để làm nhiên liệu cho các khối tăng tốc. Hydro cũng được sử dụng để khởi động tàu chở hàng “Energy” để đưa lên quỹ đạo những kiện hàng siêu trọng, thí dụ như con tàu “Buran”.

Ôtô và buồng đốt của máy bay tương đối dễ dàng chuyển đổi sang sử dụng hydro làm nhiên liệu. Ở Nga động cơ ô tô lần đầu tiên sử dụng hydro tại Leningrad khi bị Đức bao vây năm 1942. Vào những năm 80, Tổ hợp khoa học - kỹ thuật hàng không (TKHH) mang tên A. N. Tupolev đã chế tạo phòng thí nghiệm bay (trên cơ sở máy bay TU-154V) sử dụng hydro lỏng làm nhiên liệu. Kết quả là đã tạo ra máy bay đầu tiên trên thế giới sử dụng nhiên liệu được làm lạnh - hydro lỏng và khí thiên nhiên hoá lỏng (KTNL) - máy bay TU-155.

Hiện nay ngành năng lượng hydro - nguyên tử quy mô lớn đang được quan tâm mà những người khởi xướng là những nhà chế tạo các loại ô tô không lồ. Hydro có nhiều ưu việt để làm nhiên liệu cho các phương tiện vận tải và ngành công nghiệp ô tô đang tích cực tham gia vào việc sử dụng hydro.

Tuy nhiên, các nhà nghiên cứu, thiết kế, chủ doanh nghiệp, nhà đầu tư lại hướng sự chú ý đặc biệt vào pin nhiên liệu. Pin nhiên liệu (tức là các thiết bị phát điện kiểu điện - hoá - "PĐĐH"), loại công nghệ áp dụng phản ứng oxy hoá hydro trong quá trình điện hoá màng mỏng để sản sinh ra điện, nhiệt năng và nước. Các chương trình vũ trụ của Mỹ và Liên Xô đã áp dụng các PĐĐH trong suốt nhiều thập niên qua. Pin nhiên liệu làm dẫn động cho ô tô tải và ô tô khách đang được nghiên cứu triển khai thành công cho các phương tiện vận tải thể hệ tiếp theo kể cả cho các hệ thống cung cấp điện độc lập. Pin nhiên liệu polyme rắn, về trình độ kỹ thuật đang ở ngưỡng thương mại hoá. Tuy nhiên, hiện nay giá thành cao (thiết bị năng lượng khoảng 10.000 USD/kW) trong chừng mực đáng kể đang kìm hãm quá trình áp dụng rộng rãi. Nhiều hãng dự báo giảm giá thành thiết bị năng lượng với pin nhiên liệu polyme rắn xuống một bậc và thấp hơn nữa khi sản xuất hàng loạt. Để sử dụng rộng rãi pin nhiên liệu polyme rắn trong ngành vận tải ô tô, giá thành của chúng cần giảm xuống tới 50 ÷ 100 USD/kW. Trong tương lai gần, các tiêu chuẩn về khí thải khắt khe hơn, giá xăng tăng lên và giá thành pin nhiên liệu giảm bớt thì lợi thế thuộc về các ô tô và các thiết bị phát điện độc lập sử dụng pin nhiên liệu polyme rắn có công suất 100 ÷ 300 kW.

Ở Mỹ, Đức, Nhật Bản, Canada đã xây dựng và khai thác các trạm nạp hydro cho ô tô. Ô tô chạy bằng hydro sẽ được bán rộng rãi trong tương lai gần.

Việc chế tạo ô tô với các kiểu động cơ hoạt động theo nguyên lý mới đòi hỏi đầu tư rất lớn và hầu như không thể thực hiện nếu chính phủ không hỗ trợ.

Từ năm 1995, theo chương trình nghiên cứu, chế tạo thử nhằm chế tạo các kiểu động cơ mới nói trên Chính phủ Mỹ đã tài trợ cho chương trình 1,7 tỷ USD. Phần lớn trong khoản tài trợ nhằm tạo ra các loại ô tô - ghép (Hybrid) và loại sử dụng pin nhiên liệu. Mô hình đầu tiên chiếc ô tô nói trên đã hoàn thành vào năm 2001.

Các mẫu ô tô chế tạo đầu tiên đã sử dụng hydro trong các bình (chai) bằng thép. Tiếp theo đó đã xuất hiện các ô tô chạy bằng hydro liên kết về hoá học trong rượu metylic (metanol).

Ôtô đầu tiên chạy bằng pin năng lượng được hãng Daimler-Benz trình diễn vào năm 1994. Đến năm 2000 đã hoàn thiện mẫu ô tô bình chứa 100 lít hydro lỏng đảm bảo công suất động cơ điện 74 mã lực, tốc độ tối đa 160 km/h, đủ cho hành trình 450 km. Chuyển động ô tô bắt đầu ngay khi nhấn pêđan tăng tốc, sau 2 giây, công suất của động cơ đạt 90% mức tối đa.

Loại ô tô con đầu tiên chạy với pin năng lượng bằng hydro lỏng được Trung tâm nghiên cứu thuộc hãng Ford Focus (Mỹ) cho ra xưởng trong năm 2004. Chi nhánh hãng Ford Forschungszentrum Aachen (Đức) hợp tác với 40 trường đại học thuộc 12 nước đã chế tạo mẫu Modeo P2000 HFC trên cơ sở loạt ô tô Ford Taurus. Bình hydro lỏng đặt sau ghế ngồi đảm bảo hành trình 160 km. Loạt ô tô Mondeo P2000 HFC được lắp ráp tại Mỹ khai thác thử nghiệm. Giá dự kiến 35.000 USD. Tổ hợp Bavar BMW trình diễn ở nhiều nước loạt ô tô BMW 750 hl với bình chứa 140l hydro lỏng. Tốc độ tối đa 200 km/h, nhiên liệu hydro đủ cho hành trình 350 km. Trạm nạp hydro tự động được xây dựng năm 1999 ở Muynich ngay cạnh sân bay 16 ô tô con BMW 750 hl từ năm 1999 đã chạy được trên 65.000 km.

Hãng ô tô Toyota (Nhật) bắt đầu đưa ra hàng loạt ô tô đầu tiên với pin năng lượng bằng hydro lỏng với giá 75000 USD một chiếc. Giá ô tô cao như vậy là do các yêu cầu cao của các bộ phận cấu thành của máy PĐDH (pin nhiên liệu) và hệ thống bảo quản hydro phức tạp với nhiệt độ quá thấp. Những vấn đề phát sinh thêm khi đổ ô tô -bắt đầu quá trình tổn thất hydro do bốc hơi. Việc bảo quản hydro dưới áp suất gây ra các vấn đề khác.

Ngày nay người ta đã nghiên cứu triển khai các hệ thống bảo quản hydro trong các hợp chất ghép. Các hợp chất này là hợp chất hydro với các nguyên tố hoá học khác, thí dụ hệ thống bảo quản hydro trên cơ sở hợp chất ghép với magie (Mg). Một số hợp kim magie-niken, magie đồng và sắt-titan, hấp thu khối lượng lớn hydro và giải phóng hydro khi đun nóng. Tuy nhiên, các hợp chất ghép có hàm lượng năng lượng cho một đơn vị trọng lượng không cao và quá trình nạp hydro chậm đến mức

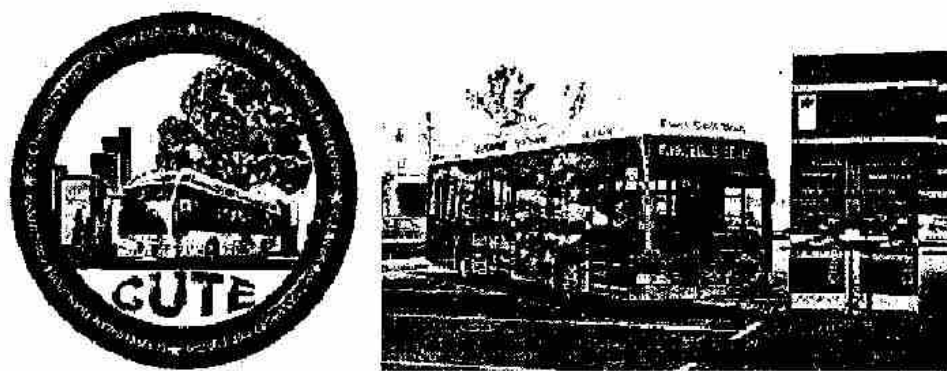
không cho phép. Công nghệ mới tổng hợp các chất hoá học chứa hydro như amoniac, metanol và các hợp chất khác với quy mô lớn cho phép giảm chi phí cho cơ sở hạ tầng cung cấp và nạp hydro, sử dụng các hệ thống bảo quản tối ưu.

* Châu Âu

Các chính phủ và các ngành công nghiệp khắp Châu Âu đã tích cực chú tâm đến việc phát triển công nghệ hydro và pin nhiên liệu từ năm 1988, khi gần 8 triệu Euro tương đương lúc bấy giờ được cung ứng để hỗ trợ cho các nghiên cứu này trong giai đoạn 4 năm. Mới đây, chủ tịch ủy ban Châu Âu, Romano Prodi đã công bố một chiến lược 2 tỷ Euro được dự thảo nhằm đưa công nghệ hydro, gồm cả pin nhiên liệu phổ biến rộng rãi hơn với quy mô thương mại lớn, cũng như cam kết rằng đến năm 2050, nguồn cung cấp hydro cho Châu Âu sẽ dựa trên các nguồn tái tạo được. Tháng 11 năm 2003, Ủy ban Châu Âu đã tung ra “sáng kiến cho phát triển của Châu Âu” (the European Initiative for Growth), một sáng kiến trị giá 2,8 tỷ Euro, trong đó dự đoán một chương trình 10 năm cho các nghiên cứu liên quan đến nhiên liệu hydro, sản xuất và ứng dụng. Nó cũng bao gồm cả “Cương lĩnh về công nghệ hydro và pin nhiên liệu của Châu Âu”. Hiện tại, liên minh Châu Âu đã có hơn 70 dự án nghiên cứu và phát triển đang tiến hành bởi chính phủ, các trường đại học và giới công nghiệp. Đặc biệt, khối EU đã cam kết hỗ trợ cho dự án Giao thông Đô thị sạch của Châu Âu 25. Đây là một trong những dự án lớn nhất trên thế giới về công nghệ hydro và pin nhiên liệu, CUTE sẽ giới thiệu một đoàn gồm 27 xe buýt chạy bằng nhiên liệu hydro phục vụ tại 9 thành phố Châu Âu. Dự án này cũng đòi hỏi phát triển cơ sở hạ tầng và mạng lưới phân phối hỗ trợ cho đoàn xe. Thủ đô Madrid của Tây Ban Nha là nơi chiếc xe buýt đầu tiên của dự án CUTE đã đi vào hoạt động từ tháng 6 năm 2003. Trong năm đầu tiên, nó đã chạy hơn 6.000 dặm và chuyên chở hơn 30.000 hành khách.

Song song với dự án CUTE, ECTOS (Ecological City Transport System) - hệ thống giao thông đô thị sinh thái, là một dự án khác của khối EU, thử nghiệm ba chiếc xe buýt Citaro dùng pin nhiên liệu ở

Reykjavik, thủ đô Iceland. Iceland đã đặt ra mục tiêu trở thành đất nước có nền kinh tế hydro đầu tiên trên thế giới. Với lợi thế có nguồn địa nhiệt và thủy điện phong phú, đến năm 2005, Iceland đã có kế hoạch bắt đầu vận hành những đội xe buýt nhỏ chạy bằng pin nhiên liệu hydro, dùng khí hydro được sản xuất bởi điện phân nước từ các nguồn tái tạo.



Hình 8.13. Hình ảnh chiếc xe buýt chạy bằng pin nhiên liệu tại Madrid

*** Bắc Mỹ**

Hoa Kỳ đã bắt đầu nghiên cứu, phát triển nhiên liệu hydro từ những năm cuối thập kỷ 1950 khi hydro lỏng lần đầu tiên được NASA sử dụng làm nhiên liệu cho các phi thuyền không gian. Suốt cuộc khủng hoảng dầu mỏ thập kỷ 1970, cơ quan Năng lượng của Hoa Kỳ, đã được thành lập, tập trung chú ý vào nghiên cứu tìm kiếm các nguồn năng lượng thay thế, trong đó có công nghệ hydro và sau đó, chương trình Hydro của DOE đã được hình thành phục vụ cho nghiên cứu và phát triển công nghệ này. Năm 1990, quốc hội Hoa Kỳ đã thông qua đạo luật nghiên cứu, phát triển nhiên liệu hydro Spark M.Matsunaga, trong đó quy định đưa vào hiện thực một kế hoạch nghiên cứu và phát triển hydro trong nước Hoa Kỳ. Năm 2002, DOE cũng đã công bố chương trình Freedom CAR (Cooperative Automotive Research), nhằm làm giảm sự phụ thuộc của Hoa Kỳ vào nguồn dầu mỏ nhập khẩu bằng các công nghệ tiên tiến tạo ra các loại xe cộ chạy bằng pin nhiên liệu hydro (fuel cell vehicles - FCVs). Bên cạnh đó, để đảm bảo cơ sở hạ tầng cần thiết cho phép FCVs thành

công trên thị trường, chính phủ Hoa Kỳ đã tuyên bố một nỗ lực phát triển nhiên liệu hydro năm 2003. Trong vòng hơn 5 năm tới, những chương trình này sẽ hỗ trợ 1,7 tỷ USD cho việc phát triển các phương tiện giao thông, xe cộ chạy bằng hydro và pin nhiên liệu hay kết hợp xăng và điện (xe hybrid).

Canada cũng đã tiến hành chương trình phát triển nghiên cứu hydro cấp quốc gia (the Canadian National Hydro R&D Program - CNHP) qua trung tâm công nghệ năng lượng CANMET. Mục tiêu của nó là phát triển và đánh giá hệ thống nhiên liệu hydro cho các ứng dụng tĩnh và vận tải, đặc biệt là các ứng dụng ngoài mạng lưới điện quốc gia (off-grid) cho các vùng xa xôi hẻo lánh của Canada. Tháng 4 năm 2004, chính phủ Canada đã tuyên bố tài trợ cho thương hiệu Xa lộ Hydro Canada (the Canadian Hydro Highway) được xây dựng giữa Vancouver và Whistler, British Columbia. Thêm vào đó, 5 triệu đô la sẽ được tài trợ cho ba dự án khác, bao gồm dự án xe pin nhiên liệu Vancouver (the Vancouver Fuel Cell Vehicle Project), dự án phát triển van áp suất cao cho hydro (the Hydro High-Pressure Valve Development Project) và dự án xe tải phân phối hàng chạy bằng nhiên liệu hydro (the Hydro-Powered Delivery Van Project).

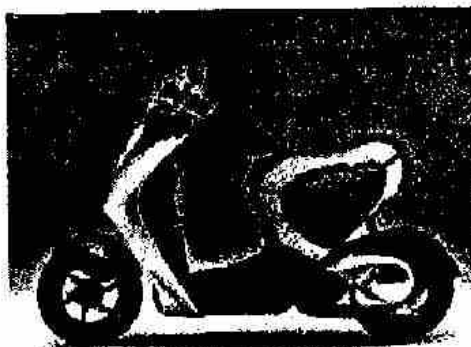
*** Nam Mỹ - Brazil**

Cùng với ngành công nghiệp và các trường đại học, bộ khoáng sản và năng lượng đang lãnh đạo một chương trình nhằm phát triển lộ trình quốc gia cho bước chuyển tiếp sang nền kinh tế hydro ở Brazil. Ở khu vực trung tâm Sao Paulo, chính quyền Brazil đang khuyến khích việc phát triển và sử dụng các xe buýt chạy bằng pin nhiên liệu. Chính phủ Brazil hy vọng rằng dự án này sẽ cung cấp những kinh nghiệm giá trị và làm tăng nhu cầu xe buýt chạy bằng pin nhiên liệu cũng như dọn đường cho công nghệ hydro có thể được thương mại hoá trên khắp đất nước Brazil.

*** Châu Á - Thái bình dương**

Khối hợp tác kinh tế Châu Á - Thái Bình Dương (APEC) có 21 thành viên gồm cả Úc, Hoa Kỳ, Philippin, Malaysia và Nhật Bản, hiện nay

đang chú trọng hydro như là một giải pháp tiềm năng về lâu dài cho nhu cầu năng lượng ngày càng tăng. Các thành viên APEC đại diện cho hơn một phần ba của dân số toàn cầu (2,6 tỷ người) với GDP xấp xỉ 60% của thế giới và chiếm 47% thị phần thương mại quốc tế. Mới đây, tài liệu khung tạm thời về hydro và pin nhiên liệu đã được phát triển, xác định cơ hội cho APEC hoạt động cùng với IEA và IPHE hướng đến việc phát triển một chương trình hỗ trợ cho các vấn đề về chính sách và luật pháp, cũng như cùng hợp tác để thống nhất các quy định, tiêu chuẩn.



Honda Fuel Cell Scooter (trái) và Honda Hybrid Scooter (phải). Hãng Nhật Bản lần đầu tiên giới thiệu xe tay ga chạy pin nhiên liệu (a) và sử dụng kết hợp điện-xăng (b) tại Việt Nam.

Hình 8.14. Các xe máy chạy bằng nhiên liệu hydro ở Nhật bản

Nhật Bản đã nghiên cứu công nghệ pin nhiên liệu hydro từ những năm đầu thập kỷ 1980, và là quốc gia dẫn đầu trong nghiên cứu và phát triển công nghệ này. Năm 1992, Nhật Bản đã thiết lập nên mạng lưới Năng lượng sạch Quốc tế sử dụng Hydro (the International Clean Energy Network Using Hydro Conversion (WE-NET in Japanese), một chương trình 10 năm được thiết kế tập trung nghiên cứu và phát triển những công nghệ hydro cơ bản. Ngày nay, chương trình WE-NET này đã được thay thế bằng Dự án Hydro mới (New Hydro Project - NHP) của bộ kinh tế - thương mại và công nghiệp Nhật Bản. Mục tiêu của họ là tạo điều kiện cho việc thương mại hoá pin nhiên liệu hydro được thuận tiện.

Thế vận hội Olympic 2008 tại Bắc Kinh, ban Thư ký năng lượng Hoa Kỳ, bộ trưởng bộ Khoa Học - Công Nghệ Trung Quốc và phó thị

trưởng thành phố Bắc Kinh đã thiết lập nghị định thư Olympic Xanh (the Green Olympic Protocol), một hiệp ước tập trung vào việc sử dụng các công nghệ năng lượng sạch, bao gồm các xe buýt chạy bằng hydro ở Bắc Kinh trong suốt thời gian diễn ra Thế Vận Hội 2008.

Mới đây, Hàn Quốc cũng đã bắt đầu phác thảo các kế hoạch chính sách năng lượng chiến lược với mục tiêu không còn phụ thuộc vào nhiên liệu hoá thạch và đạt đến nền kinh tế hydro vào năm 2040. Chính phủ Hàn Quốc đã tuyên bố sẽ chi khoảng 100 tỷ won (99,2 triệu đô la Hoa Kỳ) trong năm 2005 cho các dự án nghiên cứu và phát triển công nghệ hydro và pin nhiên liệu.

Còn ở Úc, một phân ban chuyên về nhiên liệu hydro cũng đã được lập ra trong viện Năng Lượng Úc như là một trung tâm hợp tác nghiên cứu về tiềm năng hydro của quốc gia này. Sustainable Transport Energy Project là một dự án vận hành ba chiếc xe buýt Citaro dùng pin nhiên liệu ở thành phố Perth, miền Tây Úc.

Ấn Độ cũng hỗ trợ một chương trình nghiên cứu và phát triển hydro. Chương trình Năng Lượng Hydro của Ấn Độ tập trung vào việc sản xuất, lưu trữ và ứng dụng hydro. Chương trình đã tiến hành ứng dụng các thiết bị khí hoá để chuyển đổi sinh khối gỗ thành hydro nhằm cung cấp nhiên liệu cho các máy phát điện ở các thôn làng xa xôi hẻo lánh, và ứng dụng hydro kết hợp với khí thiên nhiên làm nhiên liệu cho các phương tiện giao thông.

8.9. HIỆU QUẢ KINH TẾ VÀ MÔI TRƯỜNG KHI SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU HYDRO

- Không gây ô nhiễm: khi hydro được sử dụng trong pin nhiên liệu, nó là một công nghệ hoàn toàn sạch. Sản phẩm phụ duy nhất sinh ra là nước, do đó sẽ không làm nảy sinh những vấn đề đáng lo ngại như tràn dầu...

- Không thải ra khí gây hiệu ứng nhà kính: quá trình điện phân nước tạo hydro không hề tạo nên khí nhà kính nào. Đó là một quá trình lý tưởng và hoàn hảo - điện phân hydro từ nước, hydro lại tái kết hợp với oxy để tạo ra nước và cung cấp điện năng trong pin nhiên liệu.

- Không phụ thuộc về kinh tế: không dùng dầu mỏ cũng có nghĩa là không phải phụ thuộc vào các thùng dầu nhập khẩu từ nước ngoài.

- Hydro có thể được sản xuất từ nhiều nguồn khác nhau, nhất là từ các nguồn năng lượng tái sinh.

8.10. LỘ TRÌNH CHUYỂN ĐỔI SANG NỀN KINH TẾ HYDRO

Lộ trình chuyển đổi sang nền kinh tế sử dụng hydro được chia làm bốn giai đoạn, dự tính như sau:

* **Giai đoạn I** (từ nay đến 2015-2020) tiếp tục tiến hành nghiên cứu R&D để hạ giá thành hydro sản xuất từ năng lượng mặt trời, hạ giá thành pin nhiên liệu hydro so với hiện nay và nghiên cứu ứng dụng tập trung vào lĩnh vực giao thông vận tải và cung cấp điện năng, trong pha này vai trò của nhà nước có tính chất quyết định.

Ở Mỹ, năm 2003 Tổng thống G. Bush đã công bố một chương trình được gọi là “Sáng kiến nhiên liệu hydro” với quyết định giành 1,2 tỷ USD cho nghiên cứu và phát triển nhằm mục tiêu đến năm 2020 ô tô chạy bằng pin nhiên liệu hydro phải triển khai thương mại hoá thành công vào thực tế ở Mỹ.

* **Giai đoạn II** (từ 2010 đến 2030) tiến hành thương mại hoá và từng bước xâm nhập vào thị trường xe không khí thải (ZEV) và trạm cung cấp điện bằng pin nhiên liệu, trong pha này vai trò của các ngành công nghiệp là rất quan trọng. Hãng Daimler Chrysler đã công bố chương trình chi 1,4 tỷ USD để phát triển thương mại hoá công nghệ pin nhiên liệu hydro cho công nghiệp ô tô.

* **Giai đoạn III** (từ 2015 đến 2035) tiến hành đầu tư xây dựng hạ tầng cơ sở phục vụ cho nền kinh tế hydro và mở rộng thị trường hai loại hàng hoá trên.

* **Giai đoạn IV** (từ 2035-2040 trở đi), cơ sở hạ tầng của nền kinh tế hydro đã hoàn chỉnh, sẵn sàng phục vụ cho thị trường phát triển mở rộng ra mọi vùng lãnh thổ, các phương tiện giao thông vận tải bằng pin nhiên liệu hydro và các trạm phát điện bằng pin nhiên liệu hydro sẽ thay thế

hoàn toàn nhiên liệu hoá thạch, vào thời điểm này theo dự báo, nhiên liệu hoá thạch đã qua giai đoạn đỉnh điểm, cạn kiệt, giá xăng dầu tăng rất cao, vượt quá sức chịu đựng của nền kinh tế buộc phải chuyển hẳn sang nền kinh tế hydro.

Bảng 8.12. Giá một số nguyên liệu sản xuất hydro

<i>Nguồn nguyên liệu</i>	<i>Giá sản xuất (USD/kg) năm 2003</i>	<i>Giá đường ống phân phối (USD/kg)</i>	<i>Giá định lượng (USD/kg)</i>	<i>Tổng chi phí (USD/kg H₂ hoặc USD/gge)</i>
Reforming khí tự nhiên	1,03	0,42	0,54	1,99
Khi tự nhiên + tách CO ₂	1,22	0,42	0,54	2,17
Khi hoá than đá	0,96	0,42	0,54	1,91
Than đá + tách CO ₂	1,03	0,42	0,54	1,99
Điện phân gió	6,64	0,42	0,54	7,60
Khi hoá sinh khối	4,63	1,8	0,62	7,04
Nhiệt phân sinh khối	3,80	1,8	0,62	6,22
Tách nước bằng nhiệt hạt nhân	1,63	0,42	0,54	2,33
Xăng (tham khảo)	0,93 USD/gal (tinh chế)	0,19	–	1,22 USD/gal

Trong tương lai sản xuất hydro từ khí tự nhiên có giá khoảng 2,5 USD/gge vào năm 2010, 2,0 USD/gge vào năm 2015 và cải thiện hiệu quả 75% năm 2010. Còn sản xuất hydro từ khí hoá sinh khối giá khoảng 1,6 USD/gge tại công thiết bị (<3,3 USD/gge khi giao nhận) vào năm 2012 và 1,1 USD/gge (2,1 USD/gge) vào năm 2017.

8.11. KẾT LUẬN VỀ SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU HYDRO

Vậy nhiên liệu hydro có phải là nhiên liệu trong tương lai hay không? Chúng ta cần phải xem xét các khía cạnh sau đây:

- * Nhiên liệu hydro chắc chắn là nhiên liệu sạch, cho nhiệt năng rất cao, bảo đảm an toàn về môi trường do khí thải sinh ra chỉ có nước.

- * Có thể sản xuất được từ nhiều nguồn nguyên liệu khác nhau, điều đó hỗ trợ cho việc chọn lựa nguồn nguyên liệu thay thế.

- * Tuy nhiên chi phí đầu tư rất lớn cho sản xuất, tồn chứa, vận chuyển.

- * Hiện nay ngân sách cho việc nghiên cứu phát triển về năng lượng trên thế giới còn quá ít so với các lĩnh vực khác (chỉ bằng ngân sách chi cho đồ uống hoặc thuốc lá).

- * Có ba rào cản lớn nhất hiện nay cho nhiên liệu hydro là:

- Hiệu quả về năng lượng cho một chu trình tổng thể: Sản xuất, phân phối, sử dụng;

- Sự phát triển của pin nhiên liệu: giá thành, độ tin cậy, tuổi thọ;

- Sự phát triển của hệ thống tồn chứa H_2 đối với ứng dụng: Khả năng tồn chứa, độ tin cậy, độ an toàn.

Để có thể ứng dụng được nhiên liệu hydro vào trong thực tế cần phải thực hiện các hướng sau đây:

- Đầu tư lớn vào nghiên cứu phát triển;

- Chỉ ra được khả năng về sản xuất và phân phối với khối lượng lớn;

- Giảm giá thành.

Hy vọng trong tương lai các nhà khoa học sẽ phải cố gắng hơn nữa nhằm tìm ra phương pháp tốt nhất để khắc phục các rào cản nói trên thì mới ứng dụng được rộng rãi loại nhiên liệu này.

GIỚI THIỆU VỀ NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO

Năng lượng tái tạo là nguồn năng lượng sạch, trong đó có nhiều nguồn có tiềm năng to lớn như năng lượng gió, năng lượng nước, năng lượng mặt trời. Việc khai thác sử dụng những nguồn năng lượng này nhằm góp phần bảo vệ môi trường sống của trái đất và đặc biệt bổ sung thay thế dần cho những nguồn năng lượng hoá thạch ngày càng cạn kiệt và khí thải của chúng gây ô nhiễm môi trường.

Sử dụng năng lượng tái tạo là xu hướng tất yếu và là nhiệm vụ khoa học công nghệ hàng đầu của thế giới, trong đó có Việt Nam. Phạm vi sử dụng loại năng lượng này ngày càng được mở rộng, tốc độ tăng trưởng nhanh chóng. Năng lượng gió và mặt trời có tốc độ phát triển nhanh nhất: Năng lượng gió tăng trung bình 28% một năm, nhiệt mặt trời tăng 16% một năm.

Công nghệ năng lượng tái tạo ngày càng hoàn thiện, đa dạng, giá thành ngày càng hạ đã khẳng định tính khả thi của loại hình này. Nhất là trong những năm gần đây, giá dầu mỏ tăng cao và sự bất ổn định về chính trị của các nước sản xuất dầu lớn trên thế giới đã gây nên khủng hoảng năng lượng trên phạm vi toàn cầu, ảnh hưởng trầm trọng đến nền kinh tế của tất cả các nước thì an ninh năng lượng đã trở thành vấn đề quan trọng mà năng lượng tái tạo góp phần ổn định tình hình này.

Đối với nước ta, việc nghiên cứu phát triển năng lượng tái tạo đã bắt đầu khởi sắc. Nhiều cơ quan nghiên cứu khoa học, các trường đại học, viện nghiên cứu, các địa phương đã triển khai các đề tài, các dự án chế tạo thiết bị điện gió, xây dựng các trạm cấp điện bằng sức gió cho các cụm đông dân cư hoặc các trạm thu năng lượng mặt trời.

Gần đây, một trạm điện gió công suất 800 kW được xây dựng tại đảo Bạch Long Vĩ để cung cấp điện cho toàn đảo. Tại khu vực Bình Định

đang triển khai các nhà máy điện gió công suất lớn để đấu nối trực tiếp vào mạng lưới điện.

Năng lượng mặt trời (NLMT) ở Việt Nam được ứng dụng theo hai dạng cơ bản là sử dụng NLMT để cấp điện và cấp nhiệt. Tính đến nay đã có khoảng 6000 trạm điện mặt trời với tổng công suất khoảng 750 kW đã được lắp đặt cho miền núi và hải đảo. Tại một số khu vực phía Bắc, viện Khoa học Năng lượng đã xây dựng mô hình thử nghiệm sử dụng kết hợp điện mặt trời với các nguồn năng lượng tại chỗ khác để nâng cao hiệu quả sử dụng. Mô hình này đã được triển khai tại các địa phương Hoà bình, Cao Bằng, Hà Tĩnh, Phú Yên, Bình Định với công suất từ 400 W đến 2400 W/trạm

Để giúp cho sinh viên và bạn đọc trong lĩnh vực hoá dầu và nhiên liệu, tài liệu này nhằm giới thiệu về ba dạng năng lượng tái tạo, đó là năng lượng gió, năng lượng nước và năng lượng mặt trời.

9.1. NĂNG LƯỢNG GIÓ

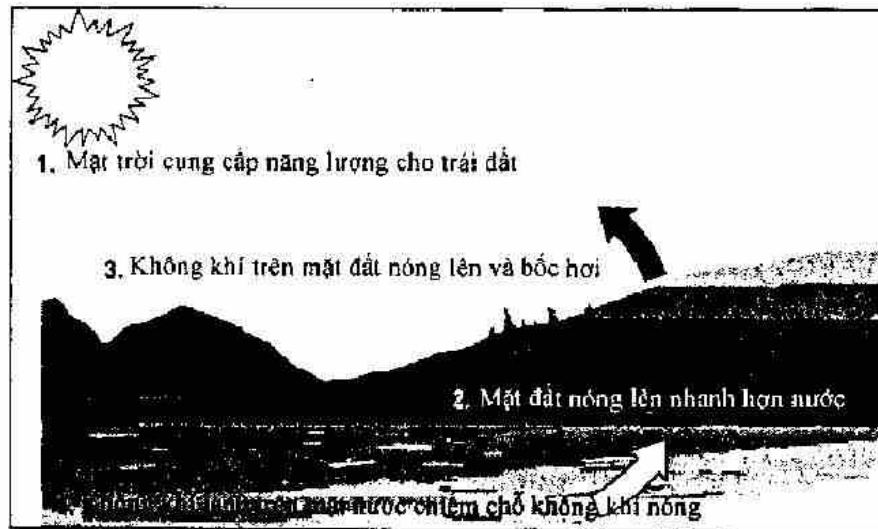
9.1.1. Sự hình thành năng lượng gió

Bức xạ Mặt Trời chiếu xuống bề mặt Trái Đất không đồng đều làm cho bầu khí quyển, nước và không khí nóng không đều nhau. Một nửa bề mặt của Trái Đất, mặt ban đêm, bị che khuất không nhận được bức xạ của Mặt Trời và thêm vào đó là bức xạ Mặt Trời ở các vùng gần xích đạo nhiều hơn là ở các cực, do đó có sự khác nhau về nhiệt độ và vì thế là khác nhau về áp suất mà không khí giữa xích đạo và hai cực cũng như không khí giữa mặt ban ngày và mặt ban đêm của Trái Đất di động tạo thành gió. Trái Đất xoay tròn cũng góp phần vào việc làm xoáy không khí và vì trục quay của Trái Đất nghiêng đi (so với mặt phẳng do quỹ đạo Trái Đất tạo thành khi quay quanh Mặt Trời) nên cũng tạo thành các dòng không khí theo mùa.

Do bị ảnh hưởng bởi hiệu ứng Coriolis được tạo thành từ sự quay quanh trục của Trái Đất nên không khí đi từ vùng áp cao đến vùng áp thấp không chuyển động thẳng mà tạo thành các cơn gió xoáy có chiều xoáy khác nhau giữa Bắc bán cầu và Nam bán cầu. Nếu nhìn từ vũ trụ thì

trên Bắc bán cầu không khí di chuyển vào một vùng áp thấp ngược với chiều kim đồng hồ và ra khỏi một vùng áp cao theo chiều kim đồng hồ. Trên Nam bán cầu thì chiều hướng ngược lại.

Ngoài các yếu tố có tính toán câu trên gió cũng bị ảnh hưởng bởi địa hình tại từng địa phương Do nước và đất có nhiệt dung khác nhau nên ban ngày đất nóng lên nhanh hơn nước, tạo nên khác biệt về áp suất và vì thế có gió thổi từ biển hay hồ vào đất liền. Vào ban đêm đất liền nguội đi nhanh hơn nước và hiệu ứng này xảy ra theo chiều ngược lại.



Hình 9.1. Sự hình thành gió nơi tiếp giáp giữa mặt nước và đất liền

9.1.2. Cơ sở vật lý học về năng lượng gió

Năng lượng gió là động năng của không khí chuyển động với vận tốc v . Khối lượng đi qua một mặt phẳng hình tròn vuông góc với chiều gió trong thời gian t là:

$$m = \rho.V = \rho.A.v.t = \rho.\pi.r^2.v.t$$

với ρ là tỷ trọng của không khí, V là thể tích khối lượng không khí đi qua mặt cắt ngang hình tròn diện tích A , bán kính r trong thời gian t . Vì thế động năng E (kin) và công suất P của gió là:

$$E = \frac{1}{2}.m.v^2 = \frac{1}{2}.\pi.\rho.r^2.t.v^3$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot \rho \cdot r^2 \cdot v^3$$

Điều đáng chú ý là công suất gió tăng theo lũy thừa 3 của vận tốc gió và vì thế vận tốc gió là một trong những yếu tố quyết định khi muốn sử dụng năng lượng gió. Công suất gió có thể được sử dụng, thí dụ như thông qua một tuabin gió để phát điện, nhỏ hơn rất nhiều so với năng lượng của luồng gió vì vận tốc của gió ở phía sau một tuabin không thể giảm xuống bằng không. Trên lý thuyết chỉ có thể lấy tối đa là 59,3% năng lượng tồn tại trong luồng gió. Trị giá của tỷ lệ giữa công suất lấy ra được từ gió và công suất tồn tại trong gió được gọi là hệ số Betz (xem Định luật Betz). Có thể giải thích một cách dễ hiểu như sau: Khi năng lượng được lấy ra khỏi luồng gió, gió sẽ chậm lại. Nhưng vì khối lượng dòng chảy không khí đi vào và ra một tuabin gió phải không đổi nên luồng gió đi ra với vận tốc chậm hơn phải mở rộng tiết diện mặt cắt ngang. Chính vì lý do này mà biến đổi hoàn toàn năng lượng gió thành năng lượng quay thông qua một tuabin gió là điều không thể được. Trường hợp này đồng nghĩa với việc là lượng không khí phía sau một tuabin gió phải đứng yên.

Năng lượng gió đã được sử dụng từ hàng trăm năm nay. Con người đã dùng năng lượng gió để di chuyển thuyền buồm hay khinh khí cầu, ngoài ra năng lượng gió còn được sử dụng để tạo công cơ học nhờ vào các cối xay gió.

Ý tưởng dùng năng lượng gió để sản xuất điện hình thành ngay sau các phát minh ra điện và máy phát điện. Lúc đầu nguyên tắc của cối xay gió chỉ được biến đổi nhỏ và thay vì là chuyển đổi động năng của gió thành năng lượng cơ học thì dùng máy phát điện để sản xuất năng lượng điện. Khi bộ môn cơ học dòng chảy tiếp tục phát triển thì các thiết bị xây dựng và hình dáng của các cánh quạt cũng được chế tạo đặc biệt hơn. Ngày nay người ta gọi đó tuabin gió, khái niệm cối xay gió không còn phù hợp nữa vì chúng không còn có thiết bị nghiền. Từ sau những cuộc khủng hoảng dầu trong thập niên 1970 việc nghiên cứu sản xuất năng lượng từ các nguồn khác được đẩy mạnh trên toàn thế giới, kể cả việc phát triển các tuabin gió hiện đại.

9.1.3. Phương pháp chung để tạo năng lượng từ gió

Như đã nói ở trên từ lâu con người đã biết sử dụng năng lượng gió mà đặc trưng nhất là cối xay gió. Ngày nay con người đã biết sử dụng năng lượng gió một cách hiệu quả hơn, không chỉ là biến đổi năng lượng gió thành cơ năng để xay gạo hay dẫn nước mà với sự phát triển của công nghệ con người đã biến đổi gió thành điện. Để làm được điều đó không thể không kể đến tuabin gió, một thiết bị gần giống với cối xay gió truyền thống nhưng đã có những biến đổi thông minh hơn.

a. Phân loại tuabin gió

Tuabin gió là thiết bị để chuyển năng lượng gió thành điện năng, được phân loại theo một số tiêu chuẩn:

Vị trí của trục (ngang hay dọc) là rõ ràng quan sát. Tuabin gió trục ngang (HAWTs) có thể được chia tiếp thành hai loại: loại có cánh quạt quay ở phía trước tháp (phía có gió) và loại có cánh quạt quay ở phía sau tháp (dưới gió). Tỷ lệ tốc độ và số lượng cánh xác định hướng quay và vị thế tuabin gió có thể được sử dụng.

Trong tuabin gió hiện đại tạo ra điện, có nhiều loại máy khác nhau được đưa lên trên đỉnh để tiếp xúc với gió. Có loại tuabin có hộp số và cũng có loại không có, các máy có cấu tạo (vòng bi, bánh răng, máy phát điện) được định vị một cách riêng biệt hoặc có nhiều chức năng được tích hợp trong cùng một phần.

Người Ba Lan nói chung thường chỉ sử dụng tuabin gió loại nhỏ (cỡ 10 kW). Trong đó tháp hoặc là bằng thép ống hoặc là bằng bê tông.

Tuabin gió hiện đại:

Tuabin gió hiện đại rất phức tạp là sự kết hợp của một số ngành cơ bản sau:

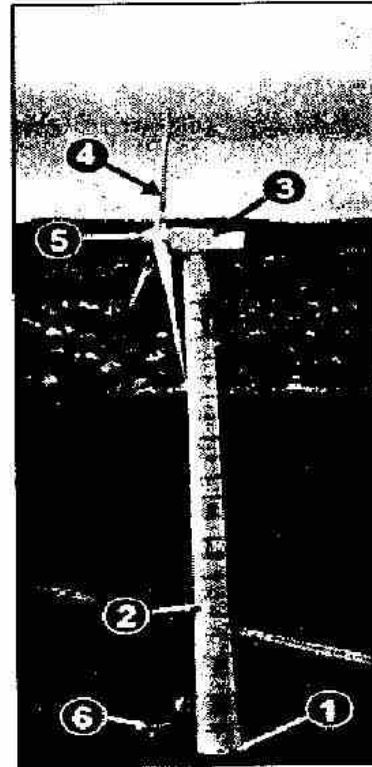
- Khí động lực học, xây dựng trọng lượng nhẹ >> cánh quạt, động năng, hệ thống tổng thể.
- Cơ khí và kỹ thuật dựng >> máy với trục, hộp số, vòng bi, thắng, và tháp.
- Kỹ thuật điện >> máy phát điện, tần số chuyển đổi, kết nối đường ống, đường dây điện.

- Điện tử, các thiết bị và kiểm soát, và khoa học máy tính >> hệ thống kiểm soát, giám sát từ xa, cảm biến.

- Thi công xây dựng >> nền móng, đường vào.
- Khí tượng >> thiết kế, sản lượng.

b. Cấu tạo tuabin gió

Tuabin gió được cấu tạo từ các phần như trong hình 10.2.



Hình 9.2. Cấu tạo tuabin gió

- 1- Móng; 2- Tháp; 3- Thùng máy;
4- Cánh quạt; 5- Tâm hoạt động;
6- Bộ chuyển đổi.

Để đảm bảo cho sự ổn định của tuabin gió, người ta thường sử dụng loại móng cọc hay móng nông tùy thuộc vào lớp địa chất bên dưới.

Tháp được chế tạo không chỉ phải chịu trọng lượng của thùng máy và cánh quạt mà còn phải chịu những tác động của gió. Tháp là thành phần quan trọng trong một tuabin gió, nó thường chiếm từ 15 ÷ 20% tổng chi phí của một tuabin gió. Chiều cao của tháp cũng rất quan trọng và phải thích hợp với loại máy phát điện bên trong. Có hai loại tháp cơ bản là bằng thép hoặc bê tông, loại tháp bằng thép ghép chủ yếu chỉ có ở Ấn Độ và một ít ở Mỹ và Đức.

Rôto là bộ phận, cùng với sự hỗ trợ của cánh quạt, chuyển năng lượng từ gió vào trong động cơ quay.

Hiện nay chủ yếu trên thế giới sử dụng rôto có trục nằm ngang và ba cánh quạt với đường kính từ $40 \div 90$ m. Cánh quạt được làm bằng sợi thủy tinh hoặc sợi cacbon và có cấu tạo tương tự cấu tạo của cánh máy bay. Chúng có chung nguyên lý hoạt động: phía dưới cánh không khí đi qua tạo ra một áp lực lớn hơn, trong khi phía trên lại tạo ra lực kéo. Chính điều này đã làm ra chuyển động quay liên tiếp của cánh quạt.

Tâm hoạt động là bộ phận bên trong của rôto, là nơi gắn trực tiếp cánh quạt. Tâm hoạt động làm nhiệm vụ chuyển trực tiếp năng lượng nhận được từ cánh quạt vào máy phát điện. Nếu tuabin có hộp số thì tâm hoạt động kết nối một cách từ từ với hộp số và chuyển năng lượng từ cánh quạt thành năng lượng quay. Nếu tuabin có bộ phận dẫn động trực tiếp thì tâm hoạt động sẽ chuyển trực tiếp năng lượng vào máy phát điện.

Thùng máy là nơi lắp đặt tất cả các thiết bị của tuabin. Bởi vì nó phải có khả năng quay theo chiều gió nên nó được lắp với tháp qua hệ thống vòng bi.

Hộp số chuyển chuyển động của rôto từ $18 \div 50$ rpm thành xấp xỉ 1.500 rpm để có thể phát điện. Hộp số vì thế sẽ có nhiệm vụ biến chuyển động chậm của rôto thành chuyển động nhanh để phát điện, nói chung là để phù hợp với những điều kiện gió khác nhau. Nếu cái tạo tuabin nên dùng một máy phát điện đa cực thì hộp số không còn cần thiết nữa (theo nhà sản xuất tuabin chuyển động trực tiếp nổi tiếng nhất: Enercon). Máy phát điện là bộ phận giúp chuyển đổi năng lượng cơ học thành điện năng.

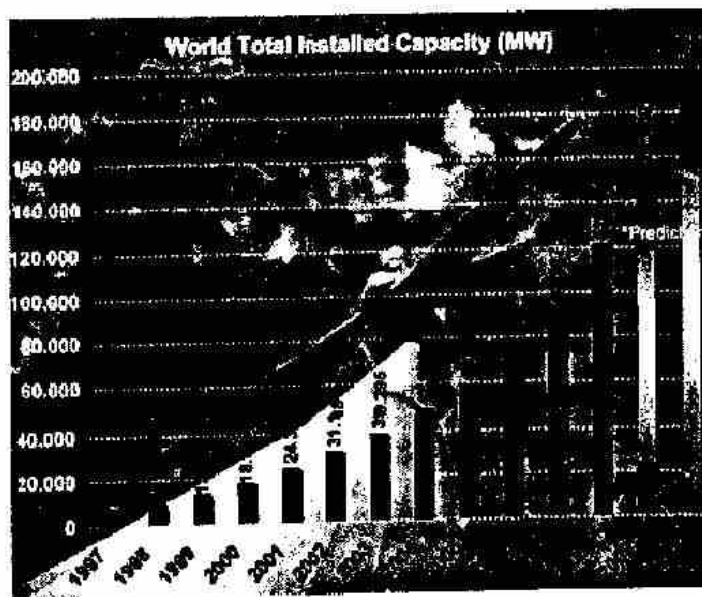
Đối với những tuabin gió công suất cao, máy phát điện đồng bộ đang được sử dụng chủ yếu, các máy phát hoạt động luân phiên nhau không giống máy phát điện không đồng bộ. Máy phát điện đồng bộ hiện nay được sử dụng rộng rãi hơn vì nó có thể trực tiếp hoà điện vào mạng lưới điện hoặc cũng có thể biến tần để sử dụng, mặt khác lại có chi phí bảo dưỡng thấp. Các máy phát điện chủ yếu được làm mát bằng nước, đôi khi cũng sử dụng làm mát bằng không khí.

9.1.4. Tình hình sử dụng năng lượng gió trên thế giới

a. Khái quát chung

Theo báo cáo của tổ chức năng lượng gió thế giới đến hết năm 2008, những thành công trong lĩnh vực sử dụng năng lượng gió thể hiện qua các điểm sau đây:

- Công suất của toàn thế giới đạt 121.188 MW, cao hơn so với năm ngoái 27.261 MW.
- Năng lượng gió tiếp tục mức tăng trưởng 29% trong năm 2008.
- Tất cả những tuabin gió được lắp đặt trong năm 2008 sẽ cho 260 TWh mỗi năm, hiệu quả hơn 1,5% sự tiêu dùng điện của thế giới.
- Lĩnh vực năng lượng gió đã trở thành ngành điện của thế giới và tạo hơn 440.000 việc làm.
- Năng lượng gió trong năm 2008 đã thu được hơn 40 tỷ euro.



Hình 9.3. Sơ đồ biểu thị tổng công suất tuabin gió được lắp đặt trên thế giới

Lần đầu tiên trong nhiều thập kỷ, Mỹ đã vượt qua Đức trong tổng số thiết bị được lắp đặt và vươn lên vị trí số 1 thế giới. Trung Quốc tiếp tục là thị trường năng động nhất trong năm 2008, gấp đôi số thiết bị được lắp đặt, và ngày nay đã có hơn 12 GW tuabin gió được lắp đặt.

Dựa vào tình trạng tăng trưởng và những chính sách phát triển trong tương lai, thế giới có thể đạt mức 1.500.000 MW trong năm 2020.

Năng lượng gió tiếp tục có một năm tăng trưởng đầy thuyết phục với mức tăng cao nhất trong số các nguồn năng lượng. Kể từ năm 2005, sản lượng gió của thế giới đã tăng gấp đôi.

Năm 2008 đạt mức 121.188 MW, trong khi đó là 59.024 MW trong năm 2005, 74.151 MW trong năm 2006, và 93.927 MW trong năm 2007. Doanh thu từ các khu vực gió trên thế giới đạt 40 tỷ euro trong năm 2008.

Năng suất của các tuabin gió mới tăng 42% và đạt mức 27.261 MW, sau 19.776 MW trong năm 2007 và 15.127 MW trong năm 2006. Mười năm trước đây, năng suất của các tuabin gió mới chỉ là 2.187 MW chưa bằng một phần mười của năm 2008. Trong khi đó, theo cơ quan năng lượng nguyên tử quốc tế, không có thêm một nhà máy điện hạt nhân nào đi vào hoạt động trong năm 2008.

Mỹ và Trung Quốc là hai nước ở vị trí dẫn đầu, Mỹ đã vượt qua Đức trở thành vị trí số một thế giới, trong khi đó Trung Quốc vượt qua Ấn Độ vươn lên vị trí số một Châu Á. Thị trường Mỹ và Trung Quốc ước tính chiếm khoảng 50,8% các tuabin gió được bán ra trong năm 2008 và tám thị trường hàng đầu chiếm khoảng 80% thị trường tuabin gió mới. Một năm trước, chỉ có năm thị trường chiếm 80% doanh số bán ra của thế giới. Quốc gia tiên phong Đan Mạch rơi xuống vị trí thứ 9 trong bảng xếp hạng tổng sản lượng, trong khi đó 4 năm liên tiếp trước đó nó giữ vị trí số 4. Tuy nhiên, với mức đóng góp 20% năng lượng gió vào tổng lượng điện tiêu dùng, Đan Mạch vẫn đứng ở vị trí dẫn đầu trong các quốc gia sử dụng năng lượng gió trên thế giới.

Sự phát triển này đi cùng với một quá trình đa dạng hoá mà chúng ta có thể thấy được với 16 thị trường đạt hơn 1000 MW, trong khi một năm trước là 13 nước. 32 nước có sản lượng 100 MW, và ba năm trước là 24 nước.

Ngày nay đã có 76 nước sử dụng năng lượng gió cho mục đích thương mại. Hai nước mới trong danh sách này là hai quốc gia Châu Á,

Pakistan và Mông Cổ, là hai nước lần đầu tiên lắp đặt mạng lưới tuabin gió loại lớn.

b. Năng lượng gió: đầu tư và rủi ro

Con người ngày nay đang phải đối mặt với ba vấn đề khủng hoảng có tính toàn cầu- khủng hoảng năng lượng, khủng hoảng tài chính và khủng hoảng về môi trường/khí hậu - thật dễ dàng để chúng ta có thể nhận thấy rằng năng lượng gió là giải pháp cho những vấn đề lớn trên, tự cung cấp được trong nước, đáng tin cậy, giá cả phải chăng và là nguồn năng lượng sạch.

Tại thời điểm này thật khó để dự đoán trước sự tác động của khủng hoảng tài chính lên việc đầu tư cho năng lượng gió. Tuy nhiên hiện nay những dự án nhỏ với những chính sách ổn định như giá thuê được thiết kế tốt, phù hợp thì ít bị tác động bởi khủng hoảng hơn là những sự đầu tư có vốn lớn như những trang trại gió ngoài biển hay dưới chế độ chính trị không ổn định và ở những nước không có sự ổn định về pháp luật.

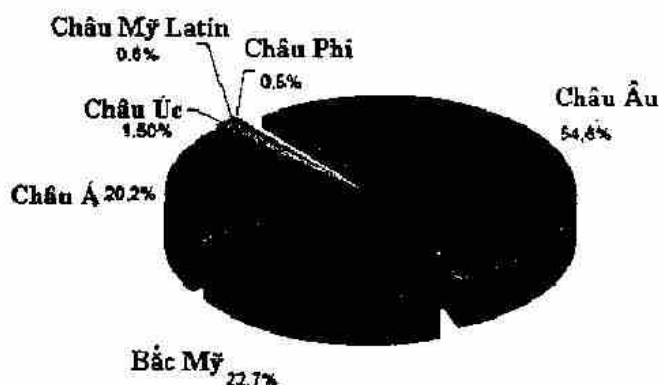
Trong thời gian dài thì việc đầu tư cho năng lượng gió sẽ phát triển mạnh bởi vì nó có tính rủi ro thấp, hiệu quả kinh tế và xã hội cao. Ngày nay đầu tư vào một tuabin gió có nghĩa là giá điện sẽ được tính cố định cho cả quãng đời của tuabin đó. Năng lượng gió không đòi hỏi nhiên liệu, vận hành và giá thành bảo trì có thể dự đoán được và thường rất giới hạn so với tổng vốn đầu tư.

c. Sự phân bố năng lượng gió trong lục địa

Sự phát triển của thị trường gió trong lục địa tiếp tục có những thay đổi: Tổng quan, sự tập trung của thị trường gió chuyển từ Châu Âu sang Châu Á và Bắc Mỹ. Châu Âu bị giảm tỷ lệ năng suất từ 65,5% năm 2006 xuống 61% năm 2007 và tiếp tục giảm xuống 54,6% năm 2008.

Chỉ bốn năm trước Châu Âu thống trị thị trường với 70,7% sản lượng. Trong năm 2008 Châu Âu mất vị trí dẫn đầu và lần đầu tiên, Châu Âu (32,8%), Bắc Mỹ (32,6%), Châu Á (31,5%), có tỷ lệ sản lượng tương tự nhau. Tuy nhiên Châu Âu vẫn là lục địa mạnh nhất trong khi Bắc Mỹ và Châu Á là hai thị trường đang phát triển rất nhanh.

Những quốc gia ở Châu Mỹ La Tinh và Châu Phi chỉ có tổng sản lượng khoảng 0,5% ÷ 0,6% và được xếp vào nhóm các nước đang phát triển.



Hình 9.4. Tỷ lệ tổng năng suất năng lượng gió của các lục địa

d. Sự phát triển trong tương lai

Dựa trên kinh nghiệm và sự phát triển của những năm trước, WWEA dự đoán rằng năng lượng gió sẽ tiếp tục tăng trưởng trong những năm tới. Mặc dù có những tác động của khủng hoảng tài chính làm cho sự dự đoán trở nên khó khăn hơn, nhưng trong thời gian ngắn có thể nói rằng năng lượng gió sẽ hấp dẫn nhiều nhà đầu tư hơn nữa vì tính rủi ro thấp và đòi hỏi về một nguồn năng lượng sạch, đáng tin cậy. Ngày càng có nhiều chính phủ hiểu được những lợi ích của năng lượng gió và ban hành nhiều chính sách thuận lợi cho các nhà đầu tư.

Tính toán một cách kỹ càng thì thấy rằng, năng lượng gió sẽ tri phối ít nhất 12% nhu cầu điện trên thế giới vào năm 2020. Trong năm 2020, dự đoán thế giới sẽ sản xuất ít nhất 1.500.000 MW điện gió.

Những nghiên cứu mới đây của EWG (energy watch group) cho thấy vào năm 2025 thế giới sẽ sản xuất được 16.400 TWh. Tất cả những nguồn năng lượng tái tạo sẽ vượt qua 50% nhu cầu điện trên thế giới. Như một hệ quả, năng lượng gió cùng với năng lượng mặt trời sẽ chiếm khoảng 50% thị trường năng lượng mới trong năm 2019. Năng lượng không tái tạo sẽ đạt đỉnh điểm vào năm 2018 và có thể bị thay thế hoàn toàn vào năm 2037.

9.1.5. Tình hình sử dụng năng lượng gió ở Việt Nam

Việt Nam đã có truyền thống sử dụng năng lượng gió từ lâu. Những ứng dụng đầu tiên có lẽ là máy bơm nước gió dùng để bơm nước biển lên trên các cánh đồng muối. Tuy nhiên hiệu quả của những ứng dụng này không cao.

Những chính sách về điện gió quốc gia được đưa ra vào cuối những năm 1980 và được tập trung phát triển là năng lượng hộ gia đình với công suất từ 100 ÷ 150 đến 500 Wp. Hệ thống này được thiết kế và thi công ở Việt Nam trong chương trình R&D. Đơn vị chính trong dự án này là trung tâm nghiên cứu thiết bị nhiệt và năng lượng tái tạo (Rectere) của Đại học Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh. Rectere đã thiết lập cho đến nay khoảng 900 hệ thống (150 và 200 Wp). Những hệ thống này được phổ biến tại những gia đình nông thôn và được chính phủ trợ giá tới 90%. Hệ thống 150 Wp chi phục vụ cho chiếu sáng, xem TV hoặc nghe đài, có giá khoảng 270 USD. Hệ thống này khá phổ biến và Rectere mở rộng sự hoạt động của nó qua một chương trình giới thiệu công nghệ tại mỗi tỉnh. Đơn vị thứ hai là viện Năng lượng (IE). IE được uỷ nhiệm của Bộ Năng lượng để khảo sát sự ứng dụng của tuabin gió cho phát điện với mục tiêu xây dựng chúng trên những hải đảo và xoá bỏ chương trình phát triển điện của địa phương. IE đã phát triển tuabin gió với công suất 150 Wp và đã lắp đặt hơn 35 tuabin. Đại học Bách khoa Hà Nội, một trung tâm nghiên cứu năng lượng tái tạo, cũng đã lắp đặt hơn 20 tuabin, chủ yếu là hệ thống 150 Wp.

Tổng kết chung cho thấy, khoảng 1000 tuabin đã được lắp đặt trong nước. Chúng thực sự còn quá ít so với khả năng lắp đặt 300.000 tuabin được xác định dựa trên những hộ gia đình chưa có điện và khả năng chi trả của họ. Điều này thật đáng tiếc vì tuabin gió thực sự là hệ thống điện gia đình có lợi thế cạnh tranh về giá cả. Giá của nó chỉ khoảng 14 đến 70 cents/kWh.

Hiện nay trên cả nước chỉ có duy nhất một máy phát điện gió cỡ lớn loại 800 kW đặt tại đảo Bạch Long Vĩ. Mặc dù số lượng trang trại gió đã

được lên kế hoạch như trang trại gió 15 MW ở Bình Định, Quy Nhơn và trang trại gió 625 kW ở Ninh Thuận, khi nào những trang trại gió này được thi công thì còn chưa rõ.

Trong chương trình đánh giá về Năng lượng cho Châu Á, Ngân hàng Thế giới đã có một khảo sát chi tiết về năng lượng gió khu vực Đông Nam Á, trong đó có Việt Nam. Như vậy Ngân hàng Thế giới đã làm hộ Việt Nam một việc quan trọng, trong khi Việt Nam còn chưa có nghiên cứu nào đáng kể. Theo tính toán của nghiên cứu này, trong bốn nước được khảo sát thì Việt Nam có tiềm năng gió lớn nhất và hơn hẳn các quốc gia lân cận là Thái Lan, Lào và Campuchia. Trong khi Việt Nam có tới 8,6% diện tích lãnh thổ được đánh giá có tiềm năng từ “tốt” đến “rất tốt” để xây dựng các trạm điện gió cỡ lớn thì diện tích này ở Campuchia là 0,2%, ở Lào là 2,9%, và ở Thái Lan cũng chỉ là 0,2%. Tổng tiềm năng điện gió của Việt Nam ước đạt 513.360 MW tức là bằng hơn 200 lần công suất của thủy điện Sơn La, và hơn 10 lần tổng công suất dự báo của ngành điện vào năm 2020.

Nếu xét tiêu chuẩn để xây dựng các trạm điện gió cỡ nhỏ phục vụ cho phát triển kinh tế ở những khu vực khó khăn thì Việt Nam có đến 41% diện tích nông thôn có thể phát triển điện gió loại nhỏ. Nếu so sánh con số này với các nước láng giềng thì Campuchia có 6%, Lào có 13% và Thái Lan là 9% diện tích nông thôn có thể phát triển năng lượng gió. Đây quả thật là một ưu đãi của thiên nhiên dành cho Việt Nam.

Ở Việt Nam, các khu vực có thể phát triển năng lượng gió không trải đều trên toàn bộ lãnh thổ. Với ảnh hưởng của gió mùa thì chế độ gió cũng khác nhau. Nếu ở phía bắc đèo Hải Vân thì mùa gió mạnh chủ yếu trùng với mùa gió đông bắc, trong đó các khu vực giàu tiềm năng nhất là Quảng Ninh, Quảng Bình, và Quảng Trị. Ở phần phía nam đèo Hải Vân, mùa gió mạnh trùng với mùa gió tây nam, và các vùng tiềm năng nhất thuộc cao nguyên Tây Nguyên, các tỉnh ven biển đồng bằng sông Cửu Long, và đặc biệt là khu vực ven biển của hai tỉnh Bình Thuận, Ninh Thuận.

Theo nghiên cứu của NHTG, trên lãnh thổ Việt Nam, hai vùng giàu tiềm năng nhất để phát triển năng lượng gió là Sơn Hải (Ninh Thuận) và

vùng đồi cát ở độ cao 60-100 m phía tây Hàm Tiến đến Mũi Né (Bình Thuận). Gió vùng này không những có vận tốc trung bình lớn, còn có một thuận lợi là số lượng các cơn bão khu vực ít và gió có xu thế ổn định là những điều kiện rất thuận lợi để phát triển năng lượng gió. Trong những tháng có gió mùa, tỷ lệ gió nam và đông nam lên đến 98% với vận tốc trung bình $6 \div 7$ m/s tức là vận tốc có thể xây dựng các trạm điện gió công suất $3 \div 3,5$ MW. Thực tế là người dân khu vực Ninh Thuận cũng đã tự chế tạo một số máy phát điện gió cỡ nhỏ nhằm mục đích thắp sáng. Ở cả hai khu vực này dân cư thưa thớt, thời tiết khô nóng, khắc nghiệt, và là những vùng dân tộc đặc biệt khó khăn của Việt Nam.

Mặc dù có nhiều thuận lợi như đã nêu trên, nhưng khi nói đến năng lượng gió, chúng ta cần phải lưu ý một số đặc điểm riêng để có thể phát triển nó một cách có hiệu quả nhất. Nhược điểm lớn nhất của năng lượng gió là sự phụ thuộc vào điều kiện thời tiết và chế độ gió. Vì vậy khi thiết kế, cần nghiên cứu hết sức nghiêm túc chế độ gió, địa hình cũng như loại gió không có các dòng rối vốn ảnh hưởng không tốt đến máy phát. Cũng vì lý do phụ thuộc trên, năng lượng gió tuy ngày càng hữu dụng nhưng không thể là loại năng lượng chủ lực. Tuy nhiên, khả năng kết hợp giữa điện gió và thủy điện tích năng lại mở ra cơ hội cho chúng ta phát triển năng lượng ở các khu vực như Tây Nguyên vốn có lợi thế ở cả hai loại hình này. Một điểm cần lưu ý nữa là các trạm điện gió sẽ gây ô nhiễm tiếng ồn trong khi vận hành cũng như phá vỡ cảnh quan tự nhiên và có thể ảnh hưởng đến tín hiệu của các sóng vô tuyến. Do đó, khi xây dựng các khu điện gió cần tính toán khoảng cách hợp lý đến các khu dân cư, khu du lịch để không gây những tác động tiêu cực.

9.1.6. Nhược điểm của năng lượng gió

Nhược điểm chủ yếu của năng lượng gió đó chính là tốc độ gió thổi không đồng đều trong ngày cũng như giữa các mùa trong năm, do đó mà công suất không đồng đều. Chúng ta đều biết rằng tốc độ gió phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố thời tiết và do đó không thể đoán trước được tốc độ gió một cách chính xác mà chỉ có thể đưa ra các dự đoán. Chính vì vậy nhược điểm này là không thể tránh khỏi.

Nhược điểm thứ hai đó chính là tiếng ồn của các tuabin gió. Khi các tuabin hoạt động thì gây ra tiếng ồn rất lớn, nếu các tuabin này đặt trong vùng đông dân cư chúng sẽ gây ra ô nhiễm về âm thanh, ảnh hưởng lớn đến sinh hoạt của con người.

Giá thành của một tuabin gió dao động từ 1 triệu đô đến 2 triệu đô mỗi MW trong công suất lắp đặt. Những tuabin gió lớn có hiệu quả kinh tế cao. Tuabin gió nhỏ thì có giá thành thấp hơn nhưng chúng lại đắt hơn nếu so sánh về giá điện thành phẩm.

9.1.7. Hiệu quả kinh tế, môi trường khi sử dụng năng lượng gió

Năng lượng gió được đánh giá là thân thiện nhất với môi trường và ít gây ảnh hưởng xấu về mặt xã hội. Để xây dựng một nhà máy thủy điện lớn cần phải nghiên cứu kỹ lưỡng các rủi ro có thể xảy ra với đập nước. Ngoài ra, việc di dân cũng như việc mất các vùng đất canh tác truyền thống sẽ đặt gánh nặng lên vai những người dân xung quanh khu vực đặt nhà máy, và đây cũng là bài toán khó đối với các nhà hoạch định chính sách. Hơn nữa, các khu vực để có thể quy hoạch các đập nước tại Việt Nam cũng không còn nhiều.

Song hành với các nhà máy điện hạt nhân là nguy cơ gây ảnh hưởng lâu dài đến cuộc sống của người dân xung quanh nhà máy. Các bài học về rò rỉ hạt nhân cộng thêm chi phí đầu tư cho công nghệ, kỹ thuật quá lớn khiến càng ngày càng có nhiều sự ngần ngại khi sử dụng loại năng lượng này.

Các nhà máy điện chạy nhiên liệu hoá thạch thì luôn là những thủ phạm gây ô nhiễm nặng nề, ảnh hưởng xấu đến môi trường và sức khoẻ người dân. Hơn thế nguồn nhiên liệu này kém ổn định và giá có xu thế ngày một tăng cao.

Khi tính đầy đủ cả các chi phí ngoài -- là những chi phí phát sinh bên cạnh những chi phí sản xuất truyền thống, thì lợi ích của việc sử dụng năng lượng gió càng trở nên rõ rệt. So với các nguồn năng lượng gây ô nhiễm (ví dụ như ở nhà máy nhiệt điện Ninh Bình) hay phải di dời quy mô lớn (các nhà máy thủy điện lớn), khi sử dụng năng lượng gió, người

dân không phải chịu thiệt hại do thất thu hoa mầu hay tái định cư, và họ cũng không phải chịu thêm chi phí y tế và chăm sóc sức khoẻ do ô nhiễm.

Ngoài ra với đặc trưng phân tán và nằm sát khu dân cư, năng lượng gió giúp tiết kiệm chi phí truyền tải. Hơn nữa, việc phát triển năng lượng gió ở cần một lực lượng lao động là các kỹ sư kỹ thuật vận hành và giám sát lớn hơn các loại hình khác, vì vậy giúp tạo thêm nhiều việc làm với kỹ năng cao.

Tại các nước Châu Âu, các nhà máy điện gió không cần đầu tư vào đất đai để xây dựng các trạm tuốcbin mà thuê ngay đất của nông dân. Giá thuê đất (khoảng 20% giá thành vận hành thường xuyên) giúp mang lại một nguồn thu nhập ổn định cho nông dân, trong khi diện tích canh tác bị ảnh hưởng không nhiều.

Cuối cùng, năng lượng gió giúp đa dạng hoá các nguồn năng lượng, là một điều kiện quan trọng để tránh phụ thuộc vào một hay một số ít nguồn năng lượng chủ yếu; và chính điều này giúp phân tán rủi ro và tăng cường an ninh năng lượng.

9.2. NĂNG LƯỢNG NƯỚC

9.2.1. Lịch sử năng lượng nước

Năng lượng nước, trong đó điển hình là năng lượng thủy điện được sử dụng đã vài thế kỷ nay. Người Hy Lạp đã dùng bánh xe nước để xay bột mì từ 2000 năm trước. Vào những năm đầu thế kỷ 19, các nhà máy ở Mỹ và Châu Âu đã dùng bánh xe nước làm động cơ.

Bánh xe nước đơn giản là một loại máy. Bánh xe nước được đặt bên dưới nguồn nước. Nó đựng nước trong cái gầu được gắn vào bánh xe và trọng lượng của nước làm cho bánh xe quay. Bánh xe nước biến đổi thế năng (trọng lượng) của nước thành sự chuyển động. Năng lượng đó được sử dụng để xay thóc, xay bột mì, bơm nước.

Vào cuối thế kỷ 19, lực sinh ra từ nước chảy được dùng để sản xuất điện. Nhà máy thủy điện đầu tiên được xây dựng tại thác Niagara vào năm 1897. Sau đó vài thập kỷ, một vài nhà máy thủy điện được xây dựng. Vào

những năm 1940, thủy điện đã cung cấp 33 % điện năng cho nước Mỹ.

Ngay sau đó, việc xây những con đập chứa nước đã phát triển. Cùng lúc đó thì các nhà máy nhiên liệu hoá thạch cũng phát triển. Các nhà máy sản xuất điện năng đốt than hay dầu sản xuất điện rẻ hơn nhà máy thủy điện vì lúc đó thủy điện chưa phát triển trong khi đó nhiên liệu dầu hay than đang vô cùng dồi dào. Ngay sau đó những nhà máy này không được đầu tư cho đến khi xảy ra cuộc khủng hoảng dầu lửa năm 1970 và lúc đó mọi người mới nhận ra những lợi ích của thủy điện

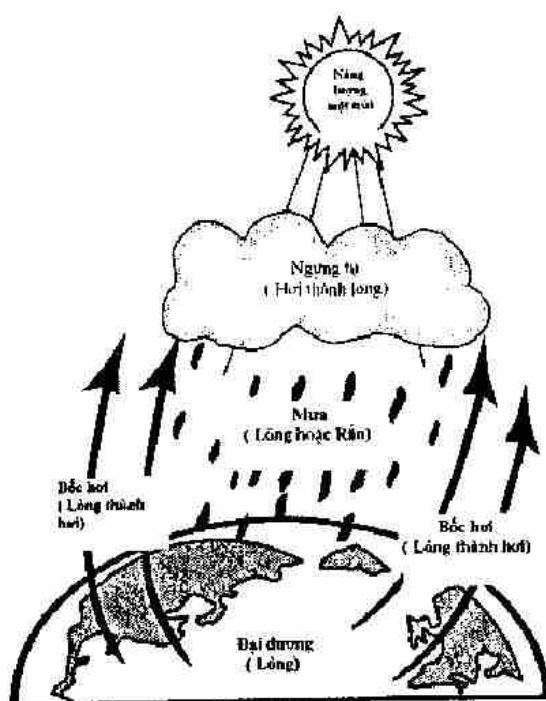
Một trong những lợi ích lớn nhất của nhà máy thủy điện là khả năng lưu trữ điện năng. Nước ở trong hồ chứa nhân tạo dự trữ năng lượng. Nước có thể được chứa trong hồ nhân tạo và được giải phóng khi cần để sản xuất điện.

Khi nhu cầu sử dụng điện lớn, thì nước được chảy liên tục để sản xuất ra điện năng. Khi nhu cầu giảm (các hộ gia đình, nhà máy thường ngừng sản xuất khi ban đêm) thì nước được dự trữ trong hồ nhân tạo. Ngoài ra dự trữ nước cũng tiết kiệm nước cho mùa đông để sản xuất điện năng cho mùa hè, hoặc là dự trữ nước trong mùa mưa và sản xuất điện năng cho mùa khô.

Một vài nhà máy thủy điện sử dụng hệ thống bơm nước dự trữ. Hệ thống bơm dự trữ hoạt động hiệu quả ngang với hồ phun và nước cứ thế được sử dụng nhiều lần quay vòng.

Tại các nhà máy thủy điện bơm tích năng thì các dòng nước chảy được dùng để sản sinh ra điện năng sau đó được chứa trong các bể thấp hơn ở khu vực hạ lưu. Tùy theo lượng điện cần sản xuất mà nước được bơm trở lại khu vực thượng lưu. Việc bơm nước lên khu vực thượng lưu cần điện năng do đó mà nhà máy thủy điện chỉ sử dụng hệ thống bơm tích năng khi nào mà nhu cầu điện đạt đỉnh. Trong khi đó nhà máy nhiệt điện sử dụng than hay nhà máy năng lượng nguyên tử không có hệ thống tích trữ năng lượng. Người ta phải chuyển sang sử dụng khí có giá thành cao hay dầu cặn khi nhu cầu điện năng tăng cao. Những nhà máy như vậy không có khả năng dự trữ những năng lượng thừa trong quá trình sản xuất thông thường. Nhà máy thủy điện có hiệu suất cao hơn so với đa số các nhà máy nhiệt điện, điều đó đồng nghĩa với việc sẽ mất ít năng lượng

hơn để sản xuất điện năng. Tại các nhà máy nhiệt điện tốn nhiều năng lượng để đốt nóng trong khi đó nhà máy thủy điện có hiệu suất sử dụng tối đa 95% để chuyển hoá năng lượng động học của nước chảy để biến thành điện năng.



Hình 9.5. Minh hoạ vòng tuần hoàn của nước

9.2.2. Các dạng năng lượng nước

Có một số dạng năng lượng nước điển hình sau đây:

a. Năng lượng thủy điện

Thủy điện là một dạng năng lượng sinh ra từ nước chảy. Sự rơi hay chuyển động của nước là một phần của vòng tuần hoàn nước trong tự nhiên, được gọi là vòng tuần hoàn của nước. Vòng tuần hoàn này liên quan mật thiết đến việc sử dụng năng lượng từ nước.

Năng lượng từ mặt trời làm bay hơi nước từ các đại dương trên trái đất và các sông suối tạo thành hơi nước bốc lên. Khi hơi nước gặp không khí lạnh của bầu khí quyển, chúng sẽ ngưng tụ lại và tạo thành mây. Khi đủ độ ẩm chúng sẽ rơi xuống trái đất tạo thành mây hay tuyết và lại bổ sung nước cho sông suối và các đại dương. Trọng lực tác động lên các dòng chảy của nước trên đất liền, từ nơi cao xuống những nơi thấp hơn.

Năng lượng sinh ra từ nước chảy vô cùng lớn. Năng lượng nước như vậy được gọi là năng lượng tái tạo bởi vì nước trên bề mặt trái đất liên tục được bổ sung bởi mưa. Vòng tuần hoàn cứ tiếp tục diễn ra thì chúng ta không bao giờ mất đi nguồn năng lượng này.

Năng lượng thủy điện là phương pháp rẻ nhất để sản xuất điện năng ngày nay. Không nguồn năng lượng nào khác, tái tạo hay không tái tạo, có thể rẻ hơn năng lượng của nước. Ngày nay, giá của 1 kWh khoảng 1 cent để sản xuất điện tại đa số các nhà máy thủy điện. Nếu so sánh với các loại nhà máy khác, như nhà máy đốt bằng than có giá khoảng 4 cent cho 1 kWh hay như nhà máy điện nguyên tử cần 2 cent cho 1 kWh để sản xuất điện năng.

Việc sản xuất điện năng từ nhà máy thủy điện rất rẻ bởi vì chỉ cần đầu tư tiền cho việc xây đập 1 lần và thiết lập hệ thống cho nhà máy, còn nguồn năng lượng chính là nước chảy, là miễn phí.

Nhà máy thủy điện cũng sản xuất ra năng lượng rẻ hơn do cấu trúc bền vững và công nghệ đơn giản của nó. Nhà máy thủy điện có tuổi thọ cao và bền vững, chi phí bảo hành thấp nếu đem so sánh số này với nhà máy điện đốt than hay nhà máy điện nguyên tử.

Ưu điểm của năng lượng thủy điện:

- Giảm thiểu một cách tối đa các chi phí nhiên liệu, chi phí để đảm bảo hoạt động của một nhà máy hầu như không đáng kể so với các nhà máy điện sử dụng nhiên liệu hoá thạch như dầu mỏ, khí tự nhiên hoặc than đá. Nhà máy thủy điện có tuổi thọ lâu hơn, cỡ 50 ÷ 100 năm, ngoài ra đập của nhà máy thủy điện có thể sử dụng cho nhiều mục đích khác như phục vụ nông nghiệp, điều hoà sông suối, phòng lũ...

- Bên cạnh đó, do không sử dụng nhiên liệu hoá thạch khi hoạt động nên thủy điện không trực tiếp sản sinh ra khí CO₂, là nguyên nhân chính gây ra hiệu ứng nhà kính. CO₂ chỉ được sản sinh trong quá trình xây dựng dự án, lượng CO₂ này hầu như không đáng kể nếu so sánh với các nhà máy sử dụng nhiên liệu hoá thạch cùng công suất. Một dự án đo lường của Châu Âu là Extern do Viện Paul Scherrer và trường Đại học

Stuttgart của Đức đã cho thấy sự phát thải khí nhà kính giữa các quá trình sản xuất năng lượng, theo đó thủy điện sản sinh ra lượng khí nhà kính ít nhất. Đứng ở vị trí thứ 2 là năng lượng gió, thứ 3 là năng lượng hạt nhân, thứ 4 là năng lượng mặt trời. Nghiên cứu trên được thực hiện tại Châu Âu nhưng cùng điều kiện đúng với cả Bắc Mỹ và Bắc Á.

b. Năng lượng thủy triều

Thủy triều lên và xuống theo một chu kỳ và diễn ra không ngừng. Nước của đại dương chuyển động không ngừng nghỉ. Chúng ta có thể khai thác một vài dạng năng lượng của đại dương nhưng hầu như không thể sử dụng được. Vấn đề khai thác nguồn năng lượng này vô cùng khó khăn giống như việc vận chuyển chúng. Sản xuất điện năng trong lòng đại dương là không khả quan và chúng chỉ có thể sử dụng năng lượng của thủy triều khi địa điểm sử dụng điện năng đặt gần bờ biển.

Năng lượng thủy triều là nguồn năng lượng hứa hẹn nhất cho ngày nay và trong tương lai gần. Thủy triều là sự thay đổi độ cao của đại dương dưới tác động của sự quay của trái đất và lực hút của mặt trăng và mặt trời tác động lên trái đất. Thủy triều thường thay đổi theo mùa. Tại những vùng có thủy triều lớn có thể sản xuất điện năng.

Nhà máy thủy điện sử dụng năng lượng của thủy triều sản sinh ra năng lượng dựa vào sự thay đổi của thủy triều. Những con đập nhỏ được gọi là đập chắn nước, được xây dựng gần những vùng vịnh nhỏ hoặc eo biển hẹp. Đập chắn nước chỉ có một cổng duy nhất (cổng xả nước) cho dòng thủy triều vượt qua vào eo biển hẹp. Khi thủy triều thay đổi, dòng nước chảy ra khỏi vùng eo biển qua tuabin lớn được xây trong đập chắn nước để sản xuất điện năng. Nhà máy sử dụng thủy triều lớn nhất và lâu đời nhất - La France đã thành công khi sản xuất điện năng từ năm 1968.

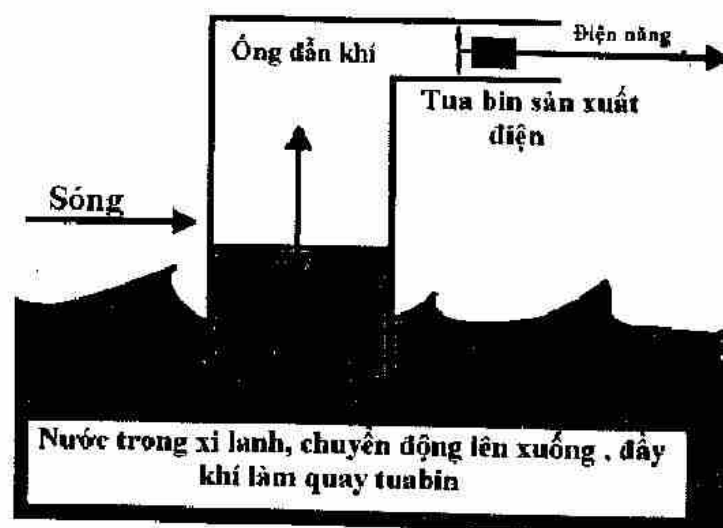
Ngày nay, điện năng được sản sinh từ nhà máy sử dụng năng lượng thủy triều có giá cao hơn những nhà máy điện thông thường. Thường mất rất nhiều tiền và rất nhiều thời gian để xây dựng đập chắn sóng, chiều dài đập có thể rất dài, cỡ hàng chục km. Cùng với đó là thời gian sản xuất điện năng là rất ít do phụ thuộc vào chế độ lên xuống của thủy triều tác

động bởi mùa và mặt trăng. Năng lượng thủy triều dễ định trước nhưng thường không kiểm soát được. Năng lượng thủy triều là một trong những dạng năng lượng tái tạo. Nhà máy điện sử dụng nguồn năng lượng tái tạo thường không gây ảnh hưởng đến sự ô nhiễm môi trường và không sản sinh ra khí thải.

Pháp, Anh, Canada và Nga có nhiều tiềm năng về nguồn năng lượng này, nhưng vấn đề hàng đầu trong lĩnh vực này vẫn là hạ giá thành xây dựng, nâng cao giá thành các yếu tố sản phẩm điện năng và bảo vệ môi trường.

c. Năng lượng sóng

Có một lượng năng lượng vô cùng lớn dưới những con sóng. Sóng là nguyên nhân của gió thổi trên bề mặt đại dương. Tại nhiều nơi trên thế giới, gió thổi không ngừng và tạo ra sóng quanh năm với tính ổn định cao. Ví dụ như tại vùng bờ biển phía tây nước Mỹ và Châu Âu, Nhật Bản, New Zealand là những địa điểm thuận lợi để khai thác năng lượng sóng.

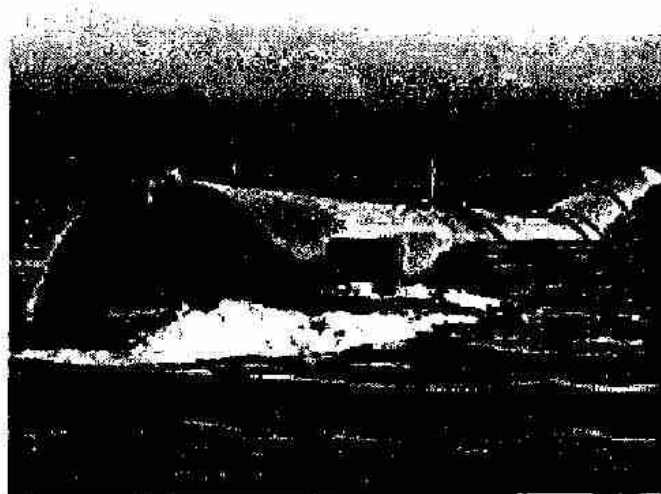


Hình 10.6. Nguyên lý thiết bị sử dụng năng lượng sóng

Có rất nhiều cách khai thác năng lượng sóng. Sự chuyển động của sóng có thể được sử dụng để đẩy và hút không khí đi trong đường ống. Luồng khí này có thể dùng làm quay tuabin trong đường ống và qua đó sản sinh ra điện năng. Tại Na Uy, người ta đã chứng minh rằng có thể sản

xuất điện năng bằng phương pháp này thông qua việc xây dựng một cái tháp bên trong vách đá nhô ra biển và chỉ tiêu tốn khoảng 4 cent cho 1 kWh. Một cách khác để sản xuất năng lượng là tập trung sóng vào bên trong eo biển hẹp nhằm tăng năng lượng. Những con sóng sau đó chảy vào hồ chứa nước, giống như nhà máy sử dụng năng lượng thủy triều, hoặc sử dụng để trực tiếp làm quay tuabin.

Trên thế giới, chưa có nhà máy sản xuất điện năng nào sử dụng năng lượng của sóng có quy mô lớn và nhiều lợi ích về giá trị thương mại, chỉ có những trạm với quy mô nhỏ lẻ.



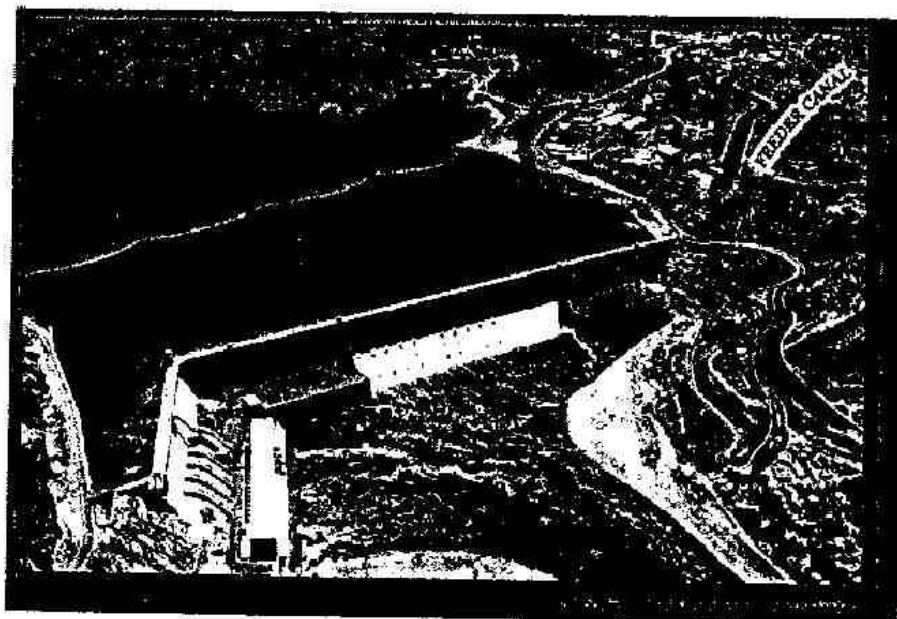
Hình 9.7. Thiết bị năng lượng sóng Pelamis

9.2.3. Tình hình sử dụng năng lượng thủy điện trên thế giới

Trong các dạng năng lượng nước thì thủy điện đóng vai trò chủ chốt. Có khoảng hơn 2000 nhà máy thủy điện sử dụng năng lượng nước, nước Mỹ là đất nước có nguồn năng lượng tái tạo lớn nhất, chiếm 49 % nguồn năng lượng tái tạo trên toàn thế giới.

Nước Mỹ tăng lượng điện năng từ 16 nghìn tỷ kWh năm 1920 đến gần 306 nghìn tỷ kWh trong năm 1999. Đứng ngay sau Mỹ là Canada về tổng lượng điện năng sử dụng thủy điện. Tuy nhiên, chỉ với 8 % trong số năng lượng điện của US là sản xuất nhờ thủy điện (năm 1999). Do đó mà

xu hướng trong tương lai nước Mỹ có khả năng đầu tư xây dựng các nhà máy thủy điện nhỏ có thể sản xuất điện cho một bang.



Hình 9.8. Một nhà máy thủy điện tại Mỹ

Nhà máy thủy điện lớn nhất tại Mỹ đạt công suất lớn nhất là 6.800 MW, nhà máy Grand Coulee sử dụng năng lượng nước của sông Columbia tại bang Washington. Hoàn thành năm 1942, ngày nay Grand Coulee là một trong nhà máy lớn nhất trên thế giới, nhà máy lớn thứ 2 là nhà máy Itaipu công suất 13.320 MW nằm trên con sông Parana giữa Paraguay và Brazil.

Trung Quốc đã phát triển ngành thủy điện trong thập kỷ trước và bây giờ đang dẫn đầu trên toàn thế giới về nhu cầu cũng như sản xuất thủy điện. Thứ tự của xếp hạng của các nước sản xuất thủy điện trên thế giới được đưa ra ở bảng 9.1.

Brazil, Canada, Na Uy, Thụy Sĩ và Venezuela là những nước duy nhất trên thế giới mà phần lớn sản xuất năng lượng điện từ thủy điện. Trong khi Paraguay không chỉ sản xuất 100 % từ thủy điện mà còn xuất khẩu sang Brazil và Argentina. Na Uy sản xuất 98 ÷ 99% lượng điện từ thủy điện.

Bảng 9.1. Các nước sản xuất thủy điện trên thế giới (năm 2008)

TT	Nước	Năng lượng sản xuất từ thủy điện hàng năm, TWh	Công suất đặt, GW	Tổng các loại điện, %
1	Trung Quốc	585,2	171,52	17,78
2	Canada	369,5	88,974	61,12
3	Brazil	363,8	69,080	85,56
4	Hoa Kỳ	250,6	79,511	5,74
5	Nga	167,0	45,000	17,64
6	Nauy	140,5	27,528	98,25
7	Ấn Độ	115,6	33,600	15,80
8	Venezuela	86,8	—	67,17
9	Nhật Bản	69,2	27,229	7,21
10	Thụy Điển	65,5	16,209	44,34
11	Paraguay	64,0	—	—
12	Pháp	63,4	25,335	11,23

10.2.4. Tình hình sử dụng năng lượng nước ở Việt Nam

a. Khái quát chung

Việt Nam là một nước có nguồn tài nguyên nước vào loại trung bình trên thế giới và có nhiều yếu tố không bền vững. Nước ta có khoảng 830 tỷ m³ nước mặt trong đó chỉ có 310 tỷ m³ được tạo ra do mưa rơi trong lãnh thổ Việt Nam (chiếm 37%) còn 63% do lượng mưa ngoài lãnh thổ chảy vào. Tổng trữ lượng tiềm tàng khả năng khai thác nước dưới đất chưa kể phần hải đảo ước tính khoảng 60 tỷ m³/năm. Trữ lượng nước ở giai đoạn tìm kiếm thăm dò sơ bộ mới đạt khoảng 8 tỷ m³/năm (khoảng 13% tổng trữ lượng).

Nếu kể cả nước mặt và nước dưới đất trên phạm vi lãnh thổ thì bình quân đầu người đạt 4400 m³/người một năm (thế giới 7400 m³/người một năm). Theo chỉ tiêu đánh giá của Hội Tài nguyên nước Quốc tế IWRA thì quốc gia nào dưới 4000 m³/người một năm là quốc gia thiếu nước. Như vậy, nước ta là một trong những nước đang và sẽ thiếu nước trong một

trương lai rất gần (thực tế nếu kể cả lượng nước từ các lãnh thổ nước ngoài chảy vào thì Việt Nam trung bình đạt khoảng $10.600 \text{ m}^3/\text{người}$ một năm).

b. Các yếu tố không bền vững của tài nguyên nước ở Việt Nam

- Lượng nước sản sinh từ ngoài lãnh thổ chiếm xấp xỉ $2/3$ tổng lượng nước có được, rất khó chủ động, thậm chí không sử dụng được.

- Sự phân bố của cả nước mặt lẫn nước dưới đất rất không đều. Theo không gian, nơi có lượng mưa nhiều nhất là Bạch Mã $8000 \text{ mm}/\text{năm}$, Bắc Quang, Bà Nà đạt khoảng $5000 \text{ mm}/\text{năm}$, trong khi Cửa Phan Rí chỉ đạt xấp xỉ $400 \text{ mm}/\text{năm}$. Theo thời gian, mùa lũ chỉ kéo dài từ $3 \div 5$ tháng nhưng chiếm tới $70 \div 85\%$ lượng nước cả năm. Mùa lũ, lượng mưa một ngày lớn nhất đạt trên $1500 \text{ mm}/\text{ngày}$ song mùa cạn tồn tại hàng nhiều tháng không có giọt mưa nào. Mưa, lũ đạt kỷ lục trong vùng Đông Nam Á là ven biển Miền Trung, nhưng mùa cạn lại không có nước. Từ đó cho thấy cần phải tích nước trong mùa lũ để điều tiết bổ sung cho mùa cạn là giải pháp tích cực nhất, quan trọng nhất.

- Nước ta có khoảng 2360 con sông có chiều dài lớn hơn 10 km. Trong số 13 lưu vực sông chính và nhánh có diện tích lớn hơn 10.000 km^2 thì có đến 10/13 sông có quan hệ với các nước láng giềng, trong đó có 3/13 sông thượng nguồn ở Việt Nam, hạ nguồn chảy sang nước láng giềng, 7 sông thượng nguồn ở nước láng giềng, hạ nguồn ở Việt Nam. Điều này cho biết Việt Nam bị ràng buộc nguồn lợi về nước của quốc gia thứ hai, thứ ba....

- Sự cạn kiệt tài nguyên nước ngày càng tăng : Dân số tăng, chi số lượng nước trên đầu người giảm. Năm 1943 là $16.641 \text{ m}^3/\text{người}$, nếu dân số nước ta tăng lên 150 triệu người thì chỉ còn đạt $2467 \text{ m}^3/\text{người}$, năm xấp xỉ với những quốc gia hiếm nước.

Do các quốc gia ở thượng nguồn khai thác nước các sông ngày càng nhiều và có chiều hướng bất lợi. Ví dụ: Trung Quốc đã và đang xây dựng hơn 10 hồ chứa lớn trên sông Mekong, sông Nguyên; Lào đã và đang xây dựng 35 công trình thủy lợi - thủy điện trong đó có 27 hồ chứa trên sông nhánh và 8 đập dâng trên sông chính. Ở Thái Lan, đã có 10 hồ chứa vừa và lớn và đang có kế hoạch xây thêm. Ở Campuchia có dự kiến giữ mực

nước Biển Hồ với một cao trình nhất định để phát triển tưới.

- Nạn phá rừng ngày một tăng cao để lấy đất trồng càphê (khi được giá), phá rừng để lấy gỗ, lấy củi, lấy đất làm nương rẫy... Các điều trên đã làm nguồn nước về mùa cạn trên nhiều sông suối khô kiệt về mùa cạn và tăng tốc độ xói mòn đất, tăng tính trầm trọng của lũ lụt vào mùa mưa... Đó là chưa kể hậu quả gây giảm sút đáng kể về đa dạng sinh học.

- Ô nhiễm nước ngày một trầm trọng do tốc độ đô thị hoá, công nghiệp hoá, hiện đại hoá ngày một tăng nhanh trong khi nước thải, rác thải chưa được kiểm soát chặt chẽ. Đó là chưa kể ô nhiễm do sử dụng hoá chất bảo vệ thực vật, phân bón hoá học ngày một gia tăng, ô nhiễm nước do nước thải, chất thải của các ao nuôi thủy sản xả trực tiếp không qua xử lý vào nguồn nước.

Theo truyền thống, điện năng của Việt Nam chủ yếu xuất phát từ thủy đập hoặc nước, điều đó có nghĩa là các nhà máy điện không gây nhiều ô nhiễm. Tình trạng này có thể sẽ thay đổi, nếu than được dùng để đáp ứng một phần lớn hơn nhu cầu điện lực của Việt Nam, trong bối cảnh tỷ lệ này dự kiến sẽ tăng lên đến 19% trong năm tới, và 34% trước năm 2015.

c. Tình hình sản xuất điện năng của nước ta

Nước ta đang có tốc độ phát triển thủy điện để sản xuất năng lượng nước tương đối lớn. Công nghệ khai thác năng lượng sóng biển, nhằm góp phần hạn chế tối đa sự phát thải khí CO₂ vào môi trường sống đang được nghiên cứu. Nhà máy điện dùng năng lượng sóng biển trong tương lai có thể áp dụng tốt ở vùng biển nước ta, theo số liệu khảo sát của Viện Năng lượng, Viện Khoa học và công nghệ Việt Nam.

Sóng biển tạo ra nguồn năng lượng vô tận. Các kết quả tính toán cho thấy năng lượng sóng dọc dải ven bờ của nước ta rất phong phú. Dòng năng lượng trung bình yếu nhất đạt 15 kW/m; mạnh nhất 30 kW/m. Cụ thể vịnh Hạ Long, Quảng Ninh, vịnh Gành Rái, Bà Rịa - Vũng Tàu hội tụ đủ ba yếu tố: Mật độ năng lượng GWh/km²; tiềm năng GWh; hiệu suất GWh/km. Đủ điều kiện để xây dựng nhà máy thủy điện thủy triều.

Nhìn chung, dạng năng lượng này sẽ phát triển tốt trong tương lai ở Việt Nam

9.3. NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

9.3.1. Tổng quan chung

Mặt trời từ lâu đã được biết đến như một nguồn năng lượng khổng lồ cung cấp cho trái đất dưới dạng nhiệt năng và quang năng. Năng lượng của mặt trời chiếu xuống trái đất trong vòng một ngày đủ cho các hộ gia đình và cơ quan công sở sử dụng trong suốt 30 năm. Thế nhưng con người mới chỉ bắt đầu sử dụng nguồn năng lượng tiềm năng này trong thời gian gần đây. Gần 30 năm trước nhân loại đã nghĩ đến nguồn năng lượng này nhưng mãi đến năm 1999, các hệ thống điện mặt trời có công suất trên 1 tỷ Watt mới ra đời và công nghệ này đã mang lại 5,2 tỷ USD lợi nhuận cho các công ty thiết kế trên thế giới.

Vào năm 2003, tổng công suất điện mặt trời trên thế giới đạt 700 MW, tăng 34% so với năm 2002. Riêng ở Mỹ, đến năm 2005, tổng lượng điện mặt trời đã đạt 0,9 GW trong đó khoảng 0,5 GW từ PV và 0,35 GW từ CSP, nhỏ hơn 0,1% tổng công suất điện năng của Mỹ.

Trên thế giới thì Mỹ và Nhật là hai quốc gia đi đầu và công nghệ mặt trời. Các khu vực cũng có mức tăng trưởng nhanh về lĩnh vực này là Nhật Bản và Châu Âu

Sau đây là những ưu điểm của năng lượng mặt trời:

- Không làm ô nhiễm không khí.
- Không tạo ra hiệu ứng nhà kính.
- Không tạo ra phế thải rắn và khí như các nguồn năng lượng hoá thạch.
- Các hệ thống PV có thể thiết lập ngay tại một khu đông dân cư hay trên nóc chung cư, phân xưởng lớn.
- Tác động lớn nhất của sử dụng năng lượng mặt trời là tài nguyên đất, lớn gấp hai lần diện tích sử dụng cho một nhà máy nhiệt điện. Tuy nhiên các nhiên liệu hoá thạch lại phải có mỏ khai thác.
- Chi phí vận hành các hệ thống năng lượng mặt trời thấp, giảm phụ thuộc vào nhiên liệu nhập khẩu. Có khả năng tích trữ năng lượng nên có thể sử dụng kể cả lúc thời tiết xấu.

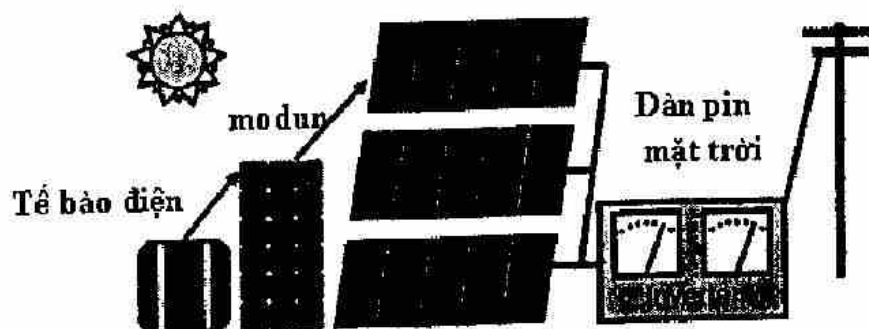
Ví dụ tại Nhật Bản, hiện giá điện từ PV rẻ hơn các nguồn khác 11 ÷ 15 c/kW. Nếu tính về lâu dài thì trong 20 năm, việc lắp đặt một hệ thống PV vẫn có hiệu quả cao. Chi phí lắp đặt hệ thống PV là 1.7243 USD. Số tiền này được chính phủ hỗ trợ 1.3400 USD. Hàng tháng mỗi gia đình chỉ phải trả 6 USD cho phí tổn năng lượng tiêu thụ và 2,18 USD thuê đồng hồ đo.

9.3.2. Công nghệ sử dụng năng lượng mặt trời

Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, hiện nay, thế giới đang có hai công nghệ sử dụng năng lượng mặt trời. Đó là công nghệ quang điện (PV) và công nghệ tập trung năng lượng nhiệt (CSP).

a. Công nghệ quang điện PV

PV là những môđun kỹ thuật cao được cấu thành từ những tế bào quang điện. Các tế bào quang điện này chuyển trực tiếp quang năng thành điện năng. Chúng được chế tạo từ các vật liệu bán dẫn, giống với vật liệu sử dụng để chế tạo chip máy tính. Loại tế bào quang điện phổ biến nhất là tinh thể silicon. Khi ánh sáng chiếu vào bị hấp thụ trên bề mặt vật liệu, các electron bị bật ra khỏi tế bào, dòng electron sẽ chuyển thành dòng điện.



Hình 9.9. Hình vẽ môđun quang điện

Một môđun sử dụng trong nhà máy điện mặt trời có thể tạo ra 10 ÷ 300 W. Trong hình vẽ là mô tả về nguyên tắc hoạt động của một môđun. Các tế bào nhỏ được kết hợp tạo thành môđun, sau đó được ghép thành các chuỗi, mảng (tấm pin), qua bộ chuyển đổi để chuyển dòng điện một chiều thành xoay chiều.

b. Công nghệ tập trung năng lượng nhiệt (CSP)

Khác với PV, CSP nhận năng lượng mặt trời dưới dạng nhiệt rồi chuyển thành năng lượng cơ học qua máy phát điện biến thành điện năng. Đây là một công nghệ rất phổ biến mặc dù giá thành cao hơn so với các loại năng lượng tái tạo khác.

Tuy nhiên, CSP có ưu điểm là không bị ảnh hưởng bởi sự thiếu ánh sáng, năng lượng điện cũng có thể thay đổi tùy từng thời điểm tiêu thụ.

Công nghệ này có ba dạng chính:

**** Hệ thống dạng máng***

Các máng parabol tráng gương được sử dụng để hội tụ năng lượng mặt trời vào một ống đựng chất lỏng nằm trên tiêu điểm của mặt cong parabol của máng. Dầu chảy trong ống được đun nóng đến khoảng 400°C , lượng nhiệt này được sử dụng để tạo ra dòng điện trong một máy phát điện hơi nước sử dụng chu trình Rankin.

Nhiều máng đốt cùng trên các hàng song song gọi là collector field. Các máng trên cùng một hệ thống được đặt dọc theo trục Bắc-Nam để có thể hứng ánh sáng mặt trời chiếu từ Đông sang Tây, bảo đảm cả hệ thống luôn được mặt trời chiếu vào. Các hệ thống máng đơn lẻ này có thể tạo ra dòng điện công suất 80 MW. Hệ thống máng có thể kết hợp với bộ phận giữ nhiệt - giữ chất lỏng ở pha nóng mà không bị truyền nhiệt, cho phép tạo ra dòng điện trong vài tiếng đồng hồ vào ban đêm.

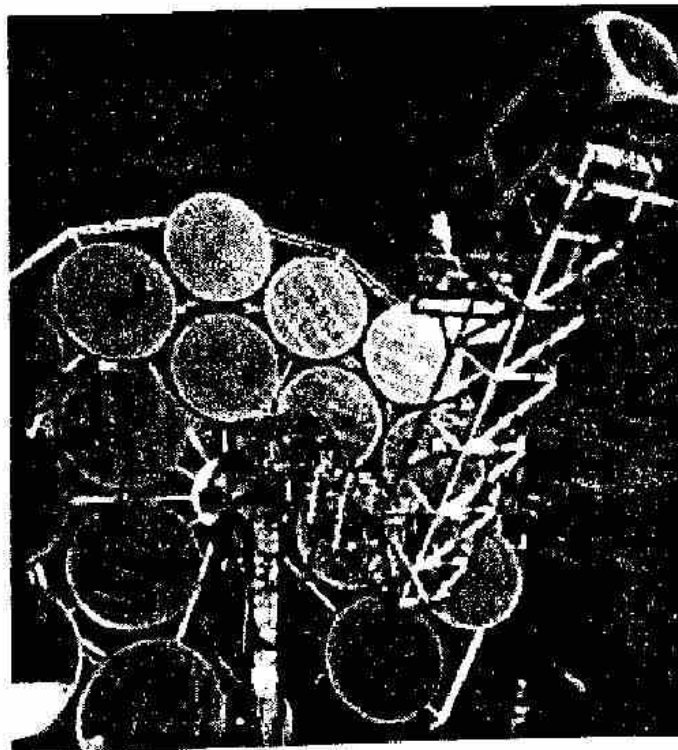
Hiện nay tất cả các trạm phát điện dùng hệ thống máng parabol đều là hệ thống "lai" có nghĩa là kết hợp với các nhiên liệu hoá thạch để sử dụng trong điều kiện thời tiết không thuận lợi như thời gian bức xạ mặt trời thấp, điển hình là sử dụng nhiệt đốt, khí thiên nhiên, các muối nóng chảy. Hệ thống máng cũng có thể được tích hợp với các trạm nhiệt điện dùng than sẵn có.

**** Hệ thống dạng đĩa***

Sử dụng các gương parabol hình đĩa để hội tụ tia mặt trời vào bộ thu nằm phía trên của tâm đĩa.

Hệ thống đĩa hay động cơ là một đơn vị độc lập được xây dựng từ bộ hội tụ, bộ thu và một động cơ. Hệ thống này hoạt động bằng cách tập trung năng lượng mặt trời bằng bề mặt đĩa lên một bộ thu, hấp thụ năng lượng và truyền tới động cơ. Nhiệt độ ở tâm đĩa khoảng 800°C ; động cơ chuyển hoá năng lượng thành nhiệt năng. Nhiệt năng này chuyển hoá thành động năng giống như các động cơ thường bằng cách nén chất lỏng, truyền nhiệt vào đó và sử dụng tuabin hoặc pittông để tạo ra động năng. Một máy phát điện sẽ chuyển động năng thành dòng điện.

Hệ thống đĩa hay động cơ sử dụng bộ thu ánh sáng trục kép (dual-axis) để nhận ánh sáng mặt trời. Hình dạng lý tưởng để hội tụ là parabol, tạo từ một hay nhiều mặt phản xạ. Bộ nhận ánh sáng hội tụ và động cơ có nhiều loại. Mỗi đĩa tạo ra từ $5 \div 50$ kW điện và có thể dùng độc lập hay ghép với nhau để tăng công suất. Có thể sử dụng muối nitrat nóng chảy làm chất tải nhiệt, giữ nhiệt trong thiết bị dạng đĩa.



Hình 9.10. Hệ nhiều đĩa nối tiếp

** Hệ thống dạng tháp*

Hệ thống sử dụng một tháp ở chính giữa để thu nhận ánh sáng mặt trời, sau đó phản xạ ra xung quanh. Các tấm gương đặt ở thấp hơn nhận ánh sáng này chuyển thành nhiệt năng làm nóng hơi đốt để chạy động cơ phát điện.

Ngoài ra, chúng ta cũng có thể dùng muối nóng chảy như hệ thống đĩa.

Hệ thống sử dụng một tháp ở chính giữa để thu nhận ánh sáng mặt trời, sau đó phản xạ ra xung quanh. Các tấm gương đặt ở thấp hơn nhận ánh sáng này chuyển thành nhiệt năng làm nóng hơi đốt để chạy động cơ phát điện.

9.3.3. Các dự án điển hình sử dụng năng lượng mặt trời

a. Mỹ: Ở Mỹ, từ năm 1982, Cục Năng lượng Mỹ phối hợp với một tập đoàn dịch vụ và công nghiệp đã xây dựng hai tháp năng lượng mặt trời quy mô lớn đầu tiên tại sa mạc gần Barstow, California, mang tên dự án Solar 1. Solar 1 hoạt động tốt từ 1982-1988 đã chứng minh rằng các tháp năng lượng mặt trời có thể hoạt động hiệu quả trong việc tạo ra năng lượng để phục vụ sinh hoạt. Solar 1 sử dụng nước hoặc hơi nước làm chất tải nhiệt trong bộ thu dẫn đến một vài vấn đề về lưu trữ và hoạt động của tuabin liên tục. Từ đó, kế hoạch nâng cấp Solar 1 được đưa ra. Solar 2 đi vào hoạt động từ 1996-1999. Cả hai hệ thống đều có thể sản xuất lượng điện khoảng 10 MW.

b. Tây Ban Nha: Dự án Solar 3 của Tây Ban Nha là tiếp bước của Solar 1 và 2, sẽ sử dụng các công nghệ được cải tiến của hai dự án trên, với quy mô lớn hơn ba lần. Đây có thể là một nguồn năng lượng sạch trong tương lai, thay thế cho 4 triệu tấn than vào năm 2010. Các đánh giá ở Tây Ban Nha về khuyến khích sử dụng năng lượng mặt trời tạo ra một cơ hội hấp dẫn trên thị trường, cùng với sự khuyến khích giảm giá thành, thương mại hoá công nghệ mới.

c. Nhật Bản: Hiện nay, Nhật Bản đang chuẩn bị phát triển một dự án

năng lượng mặt trời vũ trụ trị giá 2 nghìn tỷ yên (xấp xỉ 21 tỷ USD) nhằm tích lũy năng lượng điện từ vũ trụ dưới dạng sóng viba hoặc tia laze cung cấp cho 300.000 hộ gia đình tại Nhật trong vòng ba thập kỷ. Dự án được đảm trách bởi một nhóm nghiên cứu đến từ 16 công ty trong đó có công ty THHH Công nghiệp nặng Mitsubishi, mục tiêu là trong 4 năm nữa phát triển công nghệ tích lũy năng lượng điện cung cấp cho địa cầu, nhất là khi những nguồn nhiên liệu đang dần cạn kiệt trên trái đất.

Những trạm năng lượng này dự tính sẽ sản xuất khoảng 1 GW điện từ 4 km² diện tích tấm pin năng lượng mặt trời, đủ để đáp ứng nhu cầu năng lượng cho 300.000 hộ dân Nhật Bản với mức tiêu dùng năng lượng hiện nay. Tấm pin năng lượng không lồ này sẽ ở trên quỹ đạo cách bề mặt Trái đất khoảng 36.000 km, do đó nó sẽ không bị ảnh hưởng bởi thời tiết và có khả năng sản xuất điện liên tục.

Trung tâm NASA Mỹ đã tiến hành nghiên cứu tiềm năng của hệ thống năng lượng mặt trời vũ trụ trong vài thập kỷ qua và đã chi khoảng 80 tỷ USD cho việc nghiên cứu. NASA và những tổ chức chính phủ khác ước đoán chi phí của điện năng do tấm pin năng lượng mặt trời vũ trụ cung cấp ở vào khoảng 1 tỷ USD/ 1 MW điện. Chi phí này được đánh giá là quá tốn kém.

Nhật Bản nhận thấy chi phí của việc xây dựng trạm năng lượng mặt trời trên quỹ đạo sẽ khiến cho các hộ dân không thể tiếp cận được nguồn điện năng này trong thời điểm hiện tại. Và việc xúc tiến xây dựng tấm pin này cũng không thể tiến hành với giá cả hiện nay. Bởi vậy Hiệp đoàn Nhật Bản phải tìm ra phương án nhằm giảm chi phí của dự án này. Thêm vào đó, với việc phóng tên lửa đơn phương trị giá 10 tỷ yên, chi phí cho trạm năng lượng vũ trụ sẽ vào khoảng 2000 tỷ yên, khiến cho chi phí điện năng cung cấp tăng thêm một cách thái quá.

Bước đầu tiên trong hành trình đưa dự án trên đến thành công là việc phóng một vệ tinh khớp với tấm pin năng lượng mặt trời vào năm 2015. Tấm pin này sẽ phát điện xuống mặt đất. Hệ thống năng lượng mặt trời vũ trụ này được dự báo sẽ đi vào hoạt động vào khoảng năm 2030.

9.3.4. Đánh giá về sử dụng năng lượng mặt trời ở Việt Nam

Việt Nam với lợi thế là một trong những nước nằm trong dải phân bố ánh nắng mặt trời nhiều nhất trong năm trên bản đồ bức xạ mặt trời của thế giới, trải dài từ vĩ độ $23^{\circ}23'$ Bắc đến $8^{\circ}27'$ Bắc, trong đó, nhiều nhất phải kể đến thành phố Hồ Chí Minh, tiếp đến là các vùng Tây Bắc (Lai Châu, Sơn La, Lào Cai) và vùng Bắc Trung Bộ (Thanh Hoá, Nghệ An, Hà Tĩnh...). Nước ta có tổng số giờ nắng và cường độ bức xạ nhiệt cao (trung bình xấp xỉ $5 \text{ kWh/m}^2/\text{ngày}$). Đặc biệt là ở các vùng phía Nam, số giờ nắng khoảng $1.600 \div 2.600$ giờ/năm. Hơn nữa, Việt Nam có dải bờ biển dài hơn 3000 km, có hàng nghìn đảo hiện có cư dân sinh sống nhưng nhiều nơi không thể đưa điện lưới đến được. Vì vậy, sử dụng năng lượng mặt trời như một nguồn năng lượng tại chỗ để thay thế cho các dạng năng lượng truyền thống, đáp ứng nhu cầu của các vùng dân cư này là một kế sách có ý nghĩa về mặt kinh tế, an ninh quốc phòng.

Tại Việt Nam, Viện Cơ học đã thí nghiệm trong điều kiện mây mù nhiều ngày liền vào mùa đông thấy rằng pin a-Si (pin mặt trời) vẫn làm việc tốt, nếu khai thác pin a-Si làm đèn chiếu sáng, chỉ cần một ngày nắng khoảng 10 giờ thì đèn có thể thắp sáng cho $6 \div 7$ ngày mưa tiếp theo. Tính ưu việt này của pin a-Si rất phù hợp với điều kiện thời tiết ở các vùng biển Việt Nam đó là nắng nhiều, mưa nhiều và nhiều sương mù. Pin a-Si lại là một hệ thống các môđun khép kín có các lớp đệm bảo vệ không bị nước mưa hoặc hơi nước mặn ngấm vào, nên vẫn đảm bảo được độ bền trong môi trường khai thác ở các vùng biển đảo. Một ưu việt nữa của pin a-Si là các nhà khoa học đã cải tiến công nghệ để thu được một dạng pin mặt trời với giá thành đầu tư chỉ còn 1 USD/ 1 Wp so với $5 \div 6$ USD/ Wp đối với pin crystallin. Pin mặt trời a-Si làm việc có hiệu quả trong các điều kiện khác nhau, từ môi trường nhiệt độ cao đến mùa băng tuyết, trong những vùng bức xạ mặt trời lớn cũng như vùng hay có sương mù và trong điều kiện ẩm ướt nhiệt đới. Vì vậy, hiệu quả tổng cộng cao hơn các loại pin mono và polycrystal; đặc biệt là giá thành đầu tư thấp, công nghệ đơn giản phù hợp với điều kiện của Việt Nam.

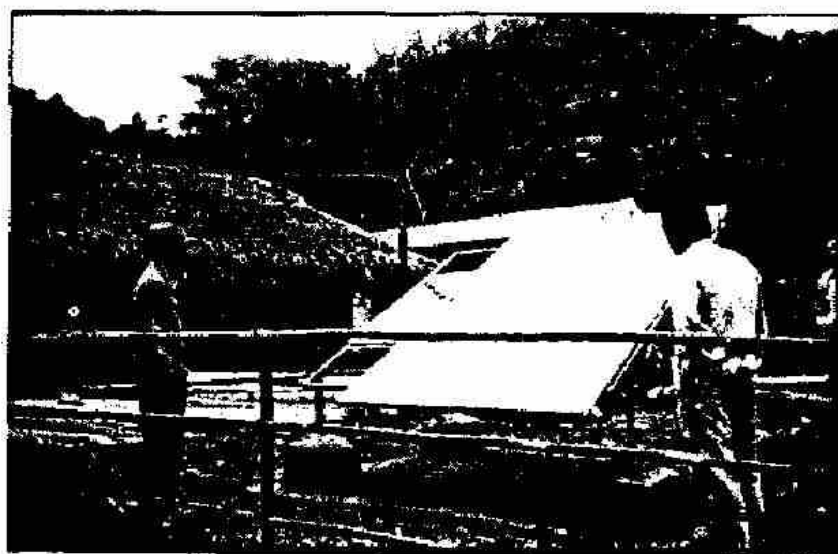
Nước ta đã phát triển nguồn năng lượng điện mặt trời từ những năm 1960, tới nay hoàn toàn làm chủ công nghệ điện mặt trời. Tuy nhiên, dù có nguồn tài nguyên năng lượng mặt trời lớn nhưng sau một thời gian phát triển, việc ứng dụng các thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời vào cuộc sống với mục đích tiết kiệm điện vẫn chưa được ứng dụng rộng rãi mà chỉ tập trung tại nông thôn, miền núi, nơi mức sống tương đối thấp. Việc sử dụng năng lượng mặt trời chưa được khai thác hiệu quả do thiếu kinh phí và chưa được phổ biến rộng rãi với các doanh nghiệp và người tiêu dùng.

Hiện nước ta có hơn 3.000 hộ dân vùng sâu, vùng xa được điện khí hoá bằng hệ điện mặt trời gia đình, 8.500 hộ sử dụng điện mặt trời qua các trạm sạc ắc quy. Tuy nhiên, tại khu vực nội thành như TP Hồ Chí Minh, chỉ có duy nhất ngôi nhà sử dụng điện mặt trời do tổ chức SIDA của Thụy Điển tài trợ. Ở Hà Nội, số công trình sử dụng pin mặt trời mới chỉ đếm trên đầu ngón tay như: Hệ thống pin mặt trời hoà vào mạng điện chung của Trung tâm Hội nghị Quốc gia, trạm pin mặt trời nổi lưới lắp đặt trên mái nhà làm việc Bộ Công thương, hai cột đèn năng lượng mặt trời kết hợp năng lượng gió đầu tiên được lắp đặt tại Ban quản lý dự án Công nghệ cao Hoà Lạc...

Sở dĩ, năng lượng mặt trời chưa phát triển ở Việt Nam là do chi phí thiết bị còn khá cao, khoảng 20.000 USD/gia đình và cũng bởi những vấn đề rắc rối trong thiết kế, lắp ráp và vận hành. Ở nước ta mới chỉ có một vài nơi ứng dụng hệ thống điện mặt trời như: Mạng lưới điện mặt trời tại buôn Chấm - Ea Hleo - Đăk Lăk cung cấp điện sinh hoạt cho các hộ dân, nhà sinh hoạt cộng đồng của buôn, các lớp học, bơm nước giếng khoan... trên địa bàn. Loại năng lượng này còn được ứng dụng để tạo nhiên liệu cho xe cấp cứu của bệnh viện huyện Easup, Đăk Lăk; du thuyền của công ty Mê Kông, TP. Hồ Chí Minh; trạm điện thoại vô tuyến ở cù lao Long Định, Đồng Tháp...

Tuy nhiên, dù năng lượng mặt trời ở dạng “nguyên liệu thô” nhưng chi phí đầu tư để khai thác, sử dụng lại rất cao do công nghệ, thiết bị sản

xuất đều nhập từ nước ngoài. Phần lớn những dự án điện mặt trời đã và đang triển khai đều sử dụng nguồn vốn tài trợ hoặc vốn vay nước ngoài. Do đó, mới chỉ có một vài tổ chức, viện nghiên cứu và các trường đại học tham gia, còn phía doanh nghiệp, cá nhân vẫn chưa tham gia nhiều vào việc ứng dụng, sản xuất cũng như sử dụng các thiết bị năng lượng mặt trời.



Hình 9.11. Ứng dụng năng lượng mặt trời ở Đắk Lắk

Đến nay, cả nước có khoảng 5.000 hộ sử dụng điện mặt trời. Nhưng điều đáng quan tâm là kinh phí lắp đặt mạng lưới điện mặt trời của 5.000 hộ này phần lớn này là do nước ngoài tài trợ và nhà nước chưa có một chính sách nào cụ thể để ngành công nghiệp đưa nguồn năng lượng mặt trời vào phát triển.

Sản phẩm bình đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời, sản phẩm vốn được coi là có khả năng ứng dụng rộng rãi trên thị trường Việt Nam với hơn 10 doanh nghiệp sản xuất, thì lại thiếu sự hỗ trợ của Nhà nước về đầu tư nghiên cứu cũng như kinh phí, trang thiết bị kỹ thuật cho sản xuất. Giá điện của Việt Nam vẫn còn được Nhà nước trợ giá nên người dân chưa quan tâm nhiều đến bình năng lượng mặt trời. Một số sản phẩm bình năng lượng mặt trời trong nước phù hợp với điều kiện thổ nhưỡng, khí hậu Việt Nam nhưng lại chưa cạnh tranh được với hàng Trung Quốc về kiểu dáng, chất liệu và giá thành... nên khó đến tay người tiêu dùng.

Thập kỷ 80 của thế kỷ XX, nguồn năng lượng mặt trời chỉ mang tính chất thử nghiệm. Nhưng gần đây, khi con người ý thức được rằng, trong tương lai, các nguồn nhiên liệu trên trái đất sẽ cạn kiệt, bầu khí quyển cũng bị phá huỷ, thêm vào đó, các vụ mất điện lớn làm ngưng trệ đời sống sinh hoạt và sản xuất xảy ra thường xuyên hơn thì năng lượng mặt trời được coi như một nguồn năng lượng dự trữ vĩnh cửu và đầy hứa hẹn.

Tại Việt Nam, theo các nhà khoa học, nếu phát triển tốt điện mặt trời sẽ góp phần đẩy nhanh chương trình điện khí hoá nông thôn (Dự kiến đến năm 2020, cung cấp điện cho toàn bộ 100% hộ dân nông thôn, miền núi, hải đảo...)

Hơn 20 năm trở lại đây, nước ta đã sử dụng nhiều loại thiết bị thu hứng ánh sáng mặt trời để phục vụ cho quá trình sản xuất như thiết bị sấy, thiết bị đun nước nóng, thiết bị chưng cất nước và dàn pin mặt trời... Thiết bị sấy dùng để làm khô các loại nông sản, hải sản hoặc dược liệu; thiết bị đun nóng được lắp đặt tại các trường học, bệnh viện hay tại các hộ gia đình để lấy nước nóng sử dụng trong mùa đông; thiết bị chưng cất nước được ứng dụng nhằm biến nước mặn, ô nhiễm (nhiễm phèn, thủy ngân, nitrat...) thành nước tinh khiết rất hữu ích, tiết kiệm được nhiều chi phí cho người dân vùng biển, vùng nước chua phèn, cho bộ đội ngoài hải đảo... Theo thống kê, tính đến cuối năm 1999, cả nước lắp đặt được khoảng 70 thiết bị sấy, 70 thiết bị đun nóng, 600 dàn pin và hàng loạt thiết bị chưng cất nước tại nhiều khu vực. Những thiết bị này hàng năm đã tạo ra một lượng điện năng đáng kể kể ánh sáng mặt trời cung cấp cho người dân, đồng thời tiết kiệm được cho nhà nước hàng tỷ đồng.

Từ những năm 1990, khi nhiều thôn xóm ngoại thành chưa có lưới điện quốc gia, Phân viện Vật lý TP Hồ Chí Minh đã triển khai các sản phẩm từ điện mặt trời. Tại một số huyện như: Bình Chánh, Cần Giờ, Củ Chi, điện mặt trời được sử dụng khá nhiều trong một số nhà văn hoá, bệnh viện... Đặc biệt, công trình điện mặt trời trên đảo Thiêng Liêng, xã Cán Gáo, huyện Cần Giờ cung cấp điện cho 50% số hộ dân sống trên đảo.

Năm 1995, hơn 180 nhà dân và một số công trình công cộng tại buôn Châm, xã Eahsol, huyện Eahleo tỉnh Đắc Lắc đã sử dụng điện mặt trời. Gần đây, dự án phát điện ghép giữa pin mặt trời và thủy điện nhỏ, công suất 125 kW được lắp đặt tại xã Trang, huyện Mang Yang, tỉnh Gia Lai, và dự án phát điện lai ghép giữa pin mặt trời và động cơ gió với công suất 9 kW đặt tại làng Kongu 2, huyện Đăk Hà, tỉnh Kon Tum do Viện Năng lượng (EVN) thực hiện, góp phần cung cấp điện cho khu vực đồng bào dân tộc thiểu số.

Từ thành công của Dự án này, Viện Năng lượng (EVN) và Trung tâm Năng lượng mới (Trường Đại học Bách khoa Hà Nội) tiếp tục triển khai ứng dụng giàn pin mặt trời nhằm cung cấp điện cho một số hộ gia đình và các trạm biên phòng ở đảo Cô Tô (Quảng Ninh), đồng thời thực hiện Dự án “Ứng dụng thí điểm điện mặt trời cho vùng sâu, vùng xa” tại xã Ái Quốc, tỉnh Lạng Sơn. Dự án được hoàn thành vào tháng 11/2002.

Ngoài chiếu sáng, năng lượng mặt trời còn có thể ứng dụng trong lĩnh vực nhiệt, đun nấu. Từ năm 2000-2005, Trung tâm Nghiên cứu Thiết bị Áp lực và Năng lượng mới (Đại học Đà Nẵng), phối hợp với Tổ chức phục vụ Năng lượng mặt trời triển khai dự án “Bếp năng lượng mặt trời” cho các hộ dân tại làng Bình Kỳ 2, phường Hoà Quý, quận Ngũ Hành Sơn (Đà Nẵng). Bên cạnh đó, Trung tâm nghiên cứu Năng lượng mới cũng nghiên cứu năng lượng mặt trời để đun nước nóng và đưa loại bình đun nước nóng này vào ứng dụng tại một số tỉnh như: Hải Phòng, Quảng Ninh, Nam Định, Thanh Hoá, Sơn La... Đặc biệt, đèn năng lượng mặt trời sử dụng pin ắc quy mặt trời để phát điện, tích điện bằng pin niken và ắc quy, đèn led (LED) phát ra ánh sáng cao, tuổi thọ cao, chịu nhiệt, chịu lạnh, chống ăn mòn tự nhiên. Ưu điểm lớn nhất của các loại đèn năng lượng mặt trời là không sử dụng điện, tự động không chế đèn sáng. Tuổi thọ của ắc quy tích điện thông thường là từ 2 ÷ 4 năm tùy theo điều kiện nhiệt độ môi trường sử dụng, tuổi thọ của đèn là 30.000 h đến 60.000 h. Mạch điều khiển thông minh, ngoài tính năng tự động bật tắt còn có thể tự điều khiển nạp và chống xả kiệt ắc quy. Đèn có khả năng

làm việc trong 3 ÷ 4 ngày khi trời không có nắng trong điều kiện ắc quy đã được nạp đầy vào ngày trời nắng. Đèn năng lượng mặt trời rất dễ lắp đặt vì không cần thiết kế đường điện và thiết bị điều khiển, an toàn cho người sử dụng vì điện áp thấp (chỉ 1,5 đến 12 VDC).

Ngoài ra, quá trình nghiên cứu công nghệ chế tạo, tính chất pin mặt trời hữu cơ theo hai hướng khoa học đã mở ra nhiều triển vọng cho việc làm chủ công nghệ chế tạo pin mặt trời hữu cơ trong tương lai, loại pin sử dụng chất màu nhạy sáng (Dye-sensitized Solar Cells) theo cơ chế mô phỏng quang hợp của cây xanh và pin mặt trời hữu cơ vật liệu lai (Quantum dot-Conjugated Polymer).

Do nhận loại trên trái đất đã sử dụng quá nhiều các nguồn năng lượng hoá thạch nên dẫn đến hậu quả ô nhiễm môi trường trầm trọng, gây hiệu ứng nhà kính, nguồn năng lượng chủ yếu sẽ cạn kiệt và hết trong vài thập niên tới. Vì vậy việc nghiên cứu triển khai áp dụng năng lượng thay thế trong đó có năng lượng mặt trời là điều hiển nhiên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. C.Y.Lin, K.H.Wang. *Effects of an oxygenated additive on the emulsification characteristics of two-and three-phase diesel emulsions*. Fuel, Biomass and Bioenergy 24, 2003.
2. FernandoLean-Calderon, VéroniqueSchmitt, JérômeBibette. *Emulsion Science Basic Principles*. Springer, 2007.
3. O. Armas, R. Ballesteros, F.J. Martos, J.R. Agudelo. *Characterization of light duty Diesel engine pollutant emissions using water emulsified fuel*. Fuel, Volume 84, Issues 7-8, 2005, p1011-1018.
4. M. Nadeem, C. Rangkuti, K. Anuar, M.R.U. Haq, I.B. Tan, S.S. Shah. *Diesel engine performance and emission evaluation using emulsified fuels stabilized by conventional and gemini surfactants*. Fuel, Volume 85, Issues 14-15, 2006, p.2111-2119.
5. Chelemuge, Tomoaki Namioka, Kunio Yoshikawa, Masanori Takeshita, Koichi Fujiwara. *Commercial-scale demonstration of pollutant emission reduction and energy saving for industrial boilers by employing water/oil emulsified fuel*. Applied Energy, 2011.
6. A. Alahmer, J. Yamin, A. Sakhrieh, M.A. Hamdan. *Engine performance using emulsified diesel fuel*. Energy Conversion and Management, Volume 51, Issue 8, 2010, p1708-1713.
7. Youzhi Liu, Weizhou Jiao, Guisheng Qi. *Preparation and properties of methanol-diesel oil emulsified fuel under high-gravity environment*. Renewable Energy, Volume 36, Issue 5, 2011, p1463-1468.
8. Wei Biao Fu, Ling Yun Hou, Lipo Wang, Fan Hua Ma. *A unified model for the micro-explosion of emulsified droplets of oil and water*. Fuel Processing Technology, Volume 79, Issue 2, 2002, p107-119.
9. Berrin Tansel, Beth Pascual. *Removal of emulsified fuel oils from brackish and pond water by dissolved air flotation with and without polyelectrolyte use: Pilot-scale investigation for estuarine and near shore applications*. Chemosphere, Volume 85, Issue 7, 2011, p1182-1186.
10. Niko Samec, Breda Kegl, Robert W. Dibble. *Numerical and experimental study of water/oil emulsified fuel combustion in a diesel engine*. Fuel, Volume 81, Issue 16, 1 2002. p2035-2044.

11. Hiroshi Koseki, Yasutada Natsume, Yusaku Iwata, Toru Takahashi, Toshisuke Hirano. *A study on large-scale boilover using crude oil containing emulsified water*. Fire Safety Journal, Volume 39, Issue 2, 2004, p143-155.
12. Yanhui Wang, Xu Chen, Jinchang Zhang, Jingmei Yin, Huanmei Wang. *Investigation of microfiltration for treatment of emulsified oily wastewater from the processing of petroleum products*. Desalination, Volume 249, Issue 3, 2009, p1223-1227.
13. Yung-Sung Lin, Hai-Ping Lin. *Spray characteristics of emulsified castor biodiesel on engine emissions and deposit formation*. Renewable Energy, Volume 36, Issue 12, 2011, p3507-3516.
14. Hirotatsu Watanabe, Yoshiyuki Suzuki, Takuji Harada, Hideyuki Aoki, Takatoshi Miura. *Development of a mathematical model for predicting water vapor mass generated in micro-explosion*. Energy, Volume 36, Issue 7, 2011, p4089-4096.
15. J. C. M. Dora E. Lo'pez, and David A. Bruce, "EnergyLifeCycleAssessment for the Production of Biodiesel from Rendered Lipids in the United States" Ind. Eng. Chem. Res, vol. 49, pp. 2419-2432, 2010.
16. Z. N. Qing Shu, Jixian Gao, Yuhui Liao, Qiang Zhang, Dezheng Wang, Jinfu Wang. "Synthesis of biodiesel from a model waste oil feedstock using a carbon-based solid acid catalyst: Reaction and separation" Bioresource Technology, vol. 101, pp. 5374-5384, 2010.
17. Hak-Joo Kim, Bo-Seung Kang, Min-Ju Kim. *Transesterification of vegetable oil to biodiezele using heterogeneous catalysts*. J. Catalysis Today, 93-95, 2004.
18. M. E. Santo Filho, C. R. C. Rodrigues, A. P. F. Barbosa, "The possibility of using beef tallow biodiesel as a viscosity reference material" Accred Qual Assur, vol. 15, pp. 473-476, 2010.
19. A. Z. Yaohui Feng, Jianxin Li, Benqiao He, "A continuous process for biodiesel production in a fixed bed reactor packed with cation-exchange resin as heterogeneous catalyst" Bioresource Technology, vol. 102, pp. 3607-3609, 2011
20. Alberto Vergara-Fernandez; Gisela Vargas, Nelson Alarcon, Antonio Velasco. *Evaluation of marine algae as a source of biogas in a two-stage anaerobic reactor system*. Journal Biomass and Bioenergy, 32, 2008.

21. B.S.Yogesh C. Sharma , John Korstad, "*Latest developments on application of heterogenous basic catalysts for an efficient and eco friendly synthesis of biodiesel: A review*" *Fuel*, vol. 90, pp. 1309-1324 2011.
22. A. Z. Yaohui Feng, Jianxin Li, Benqiao He, "*A continuous process for biodiesel production in a fixed bed reactor packed with cation-exchange resin as heterogeneous catalyst*" *Bioresource Technology*, vol. 102, pp. 3607–3609, 2011.
23. Oilgae comprehensive report, *energy from algae : product,Market, processes and strategies*, Oilgae magazine, february 2011
24. J. C. M. Dora E. Lo'pez, and David A. Bruce, "*Energy Life Cycle Assessment for the Production of Biodiesel from Rendered Lipids in the United States,*" *Ind. Eng. Chem. Res*, vol. 49, pp. 2419–2432, 2010
25. Demirbas, Microalgae as a feedstock for biodiesel. *Energy Education Science and Technology, Part A: Energy Science and Research* ,2010
26. Stuart A Scott, Matthew P Davey, *Biodiesel from algae: challenges and prospects*, Elsevier Ltd, 2010
27. Chan Yoo, So-Young Jun. Selection of microalgae for lipid production under high level carbon dioxide. *Bioresoure technology*, volume 101, issue 1, suppleme1, January 2010
28. Ayhan Demirbas, M.Fatih Demirbas. *Algae Energy. Algae as a New Source of Biodiesel*, Springer Verlag London ,2010
29. Ayhan Demirbas, Biodiesel from waste cooking oil via base-catalytic and supercritical methanol transesterification, *energy conversion and management* 50, 923-927, 2009.
30. J. S. Fredy Avellaneda, "*Continuous transesterification of biodiesel in a helicoidal reactor using recycled oil*" *Fuel Processing Technology* vol. 92, pp. 83–91; 2011.
31. H. J. v. K. Alwin Hoogendoorn, *Transportation Biofuels: Novel Pathways for the Production of Ethanol, Biogas and Biodiesel*: Royal Society of Chemistry, 2011.
32. Harro von Blottnitz, Mary Ann Curran. *A review of assessments conducted on bio-ethanol as a transportation fuel from a net energy, greenhouse gas, and environmental life cycle perspective.* *Journal of Cleaner Production*, Volume 15, Issue 7, 2007, p607-619.
33. Lucas Nieto Degliuomini, Sebastian Biset, Patricio Luppi, Marta S. Basualdo . *A rigorous computational model for hydrogen production from*

- bio-ethanol to feed a fuel cell stack*. International Journal of Hydrogen Energy, December, 2011.
34. Dung Nguyen, Damon Honner. *Combustion of bio-oil ethanol blends at elevated pressure*. Fuel, Volume 87, Issue 2, 2008, p232-243.
35. Thapat Silalertruksa, Shabbir H. Gheewala. *The environmental and socio-economic impacts of bio-ethanol production in Thailand*. Energy Procedia, Volume 9, 2011, p35-43.
36. Chun Sheng Goh, Kok Tat Tan, Keat Teong Lee, Subhash Bhatia. *Bio-ethanol from lignocellulose: Status, perspectives and challenges in Malaysia*. Bioresource Technology, Volume 101, Issue 13, July 2010, p4834-4841.
37. Francesco Frusteri, Salvatore Freni. *Bio-ethanol, a suitable fuel to produce hydrogen for a molten carbonate fuel cell*. Journal of Power Sources, Volume 173, Issue 1, 8 2007, p200-209.
38. Weijie Cai, Pilar Ramirez de la Piscina, Narcis Homs. *Hydrogen production from the steam reforming of bio-butanol over novel supported Co-based bimetallic catalysts*. Bioresource Technology, 2011.
39. Maria S. Agathou, Dimitrios C. Kyritsis. *An experimental comparison of non-premixed bio-butanol flames with the corresponding flames of ethanol and methane*. Fuel, Volume 90, Issue 1, 2011, p255-262.
40. C.D. Rakopoulos, A.M. Dimaratos, E.G. Giakoumis, D.C. Rakopoulos. *Study of turbocharged diesel engine operation. pollutant emissions and combustion noise radiation during starting with bio-diesel or n-butanol diesel fuel blends*. Applied Energy, Volume 88, Issue 11, 2011, p3905-3916.
41. Peter H. Pfromm, Vincent Amanor-Boadu, Richard Nelson, Praveen Vadlani, Ronald Madl. *Bio-butanol vs. bio-ethanol: A technical and economic assessment for corn and switchgrass fermented by yeast or Clostridium acetobutylicum*. Biomass and Bioenergy, Volume 34, Issue 4, 2010, p515-524.
42. Arjan Oudshoorn, Luuk A.M. van der Wielen, Adrie J.J. Straathof. *Adsorption equilibria of bio-based butanol solutions using zeolite*. Biochemical Engineering Journal, Volume 48, Issue 1, p 2009, p99-103.
43. Peter H. Pfromm, Vincent Amanor-Boadu, Richard Nelson, Praveen Vadlani, Ronald Madl. *Bio-butanol vs. bio-ethanol: A technical and economic assessment for corn and switchgrass fermented by yeast or Clostridium acetobutylicum*. Biomass and Bioenergy, Volume 34, Issue 4, p2010, p515-524.

44. A.V. Bridgwater. *Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading*. Biomass and Bioenergy, 2011.
45. Tao Song, Jiahua Wu, Laihong Shen, Jun Xiao. *Experimental investigation on hydrogen production from biomass gasification in interconnected fluidized beds*. Biomass and Bioenergy, Volume 36, 2012, p258-267.
46. S.C. Bhattacharya, P.Abdul Salam, H.L. Pham, N.H. Ravindranath. *Sustainable biomass production for energy in selected Asian countries*. Biomass and Bioenergy, Volume 25, Issue 5, 2003, p471-482.
47. D.O Hall, J.I Scrase. *Will biomass be the environmentally friendly fuel of the future?* Biomass and Bioenergy, Volume 15, Issues 4-5, 1998, p357-367.
48. B. Velázquez-Martí, E. Fernández-González, I. López-Cortés, D.M. Salazar-Hernández. *Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean olive groves*. Biomass and Bioenergy, Volume 35, Issue 7, 2011, p3208-3217.
49. Ingwald Obernberger, Gerold Thek. *Physical characterisation and chemical composition of densified biomass fuels with regard to their combustion behaviour*. Biomass and Bioenergy, Volume 27, Issue 6, 2004, p653-669.
50. J. Porteiro, D. Patiño, J. Collazo, E. Granada, J. Moran, J.L. Miguez. *Experimental analysis of the ignition front propagation of several biomass fuels in a fixed-bed combustor*. Fuel, Volume 89, Issue 1, 2010, p26-35.
51. Kubiak H., Paramichalis A. and Van Heek K.H. *Production of Hydrogen by Allothermal gasification of Biomass*. Hydrogen Energy Progress XI. Proceedings of the 11th World Hydrogen Energy Conference; Vol. 1. pp. 621 - 629.
52. Rapagna S. And Foscolo P. U. *Catalytic Gasification of Biomass to Produce hydrogen Rich Gas*; Int. J. Hydrogen Energy, 2004. 23 (7), pp. 551-557.
53. Anthony V. Bridgwater. *Biomass fast pyrolysis*, BIBLID: 0354-9836, 8, 2004.
54. Berry G. D., Pasternak A. D., Smith J. R. *Hydrogen as a future transportation*. Ennergy Vol. 21, 1996.
55. Das L.M. *On board hydrogen storage systems for automotive application*. International Journal of hydrogen Energy, Vol. 21, No 9 1996.
56. *Hydrogen Fuel Cell and Infrastructure Technologies*. US Department of Energy. FY 2004.

57. Chunbao Xu, Timothy Etcheverry. *Hydro-liquefaction of woody biomass in sub- and super-critical ethanol with iron-based catalysts*. *Fuel*, Volume 87, Issue 3, 2008, p335-345.
58. Yu Fan, Duo Lei, Gang Shi, Xiaojun Bao. *Synthesis of ZSM-5/SAPO-11 composite and its application in FCC gasoline hydro-upgrading catalyst*. *Catalysis Today*, Volume 114, Issue 4, 2006, p388-396.
59. M.O. Abdullah, V.C. Yung, M. Anyi, A.K. Othman, K.B. Ab. Hamid, J. Tarawe. *Review and comparison study of hybrid diesel/solar/hydro/fuel cell energy schemes for a rural ICT Telecenter*. *Energy*, Volume 35, Issue 2, 2010, p639-646.
60. S.H. Wu, D.B. Kotak, M.S. Fleetwood. *An integrated system framework for fuel cell-based distributed green energy applications*. *Renewable Energy*, Volume 30, Issue 10, 2005, p1525-1540.
61. L. Jörissen, H. Frey. *Energy Storage Encyclopedia of Electrochemical Power Sources*, 2009, p215-231.
62. L. Jiang, G. Sun. *Direct Ethanol Fuel Cells Encyclopedia of Electrochemical Power Sources*, 2009, p390-401.
63. George Andreadis, Panagiotis Tsiakaras. *Ethanol crossover and direct ethanol PEM fuel cell performance modeling and experimental validation*. *Chemical Engineering Science*, Volume 61, Issue 22, 2006, p7497-7508.
64. L. An, T.S. Zhao. *Performance of an alkaline-acid direct ethanol fuel cell*. *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 36, Issue 16, 2011, p 9994-9999.

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
Các chữ viết tắt sử dụng trong tài liệu	7

Chương 1

TẦM QUAN TRỌNG CỦA NHIÊN LIỆU MỚI THÂN THIỆN MÔI TRƯỜNG	9
--	----------

1.1. Khí thải độc hại từ động cơ xăng	10
1.2. Khí thải độc hại từ động cơ diesel	11
1.3. Khí thải độc hại từ nhiên liệu đốt trong các nhà máy	12
1.4. Tác động tích cực của nhiên liệu sạch	13
1.5. Sự ra đời tất yếu của loại hình nhiên liệu mới	16

Chương 2

SẢN XUẤT NHIÊN LIỆU SẠCH	18
---------------------------------	-----------

2.1. Sản xuất xăng sạch	18
2.2. Sản xuất diesel sạch	37

Chương 3

PHỤ GIA DẦU MỎ ĐỀ PHA CHẾ TẠO NHIÊN LIỆU SẠCH	67
--	-----------

3.1. Khái quát chung	67
3.2. Phụ gia cho xăng	69
3.3. Phụ gia cho nhiên liệu phân lực	81
3.4. Phụ gia cho nhiên liệu diesel	83
3.5. Phụ gia cho dầu nhờn (dầu khoáng)	85

Chương 4
NHIÊN LIỆU NHỮ HOÁ AQUALINE 95

4.1. Khái niệm về nhiên liệu nhũ hoá Aqualine	95
4.2. Tình hình sử dụng loại nhiên liệu nhũ hoá trên thế giới	96
4.3. Khái quát chung về nhũ tương	96
4.4. Chế tạo nhiên liệu nhũ hoá	100
4.5. Bản chất cháy của nhiên liệu Aqualine	103
4.6. Đặc tính thân thiện môi trường của nhiên liệu Aqualine	108
4.7. Các chỉ tiêu kỹ thuật của nhiên liệu Aqualine	113
4.8. Bảo quản và tồn chứa nhiên liệu Aqualine	113
4.9. Hiệu quả kinh tế và môi trường khi sử dụng nhiên liệu Aqualine	114

Chương 5
NHIÊN LIỆU SINH HỌC BIODIEZEL 116

5.1. Giới thiệu chung	116
5.2. Khái quát về biodiesel	119
5.3. Nguyên liệu để tổng hợp biodiesel	122
5.4. Phân loại các phương pháp tổng hợp biodiesel	145
5.5. Tổng hợp biodiesel theo phương pháp trao đổi este	146
5.6. Tổng hợp biodiesel bằng phương pháp cracking dầu thực vật	163
5.7. Tổng hợp biodiesel trong môi trường siêu tới hạn	173
5.8. So sánh chất lượng của biodiesel và diesel khoáng	177
5.9. Tính chất khói thải khi sử dụng nhiên liệu biodiesel	182
5.10. Hiệu quả kinh tế và môi trường khi sử dụng biodiesel	184
5.11. Tỷ lệ pha chế của nhiên liệu biodiesel	187
5.12. Các ứng dụng khác của biodiesel	188
5.13. Những hạn chế của biodiesel	189
5.14. Thực trạng cung cấp nguyên liệu dầu mỡ động thực vật ở Việt Nam cho sản xuất biodiesel	190

5.15. Xác định cấu trúc của biodiezel (alkyleste)	192
5.16. Nhiên liệu sinh học biokerosen	195

Chương 6

NHIÊN LIỆU SINH HỌC XĂNG ETANOL 200

6.1. Khái quát chung	200
6.2. Các phương pháp tổng hợp etanol	205
6.3. Một số công nghệ điển hình để sản xuất etanol sinh học	210
6.4. Các phương pháp làm khan etanol	216
6.5. Các chỉ tiêu chất lượng của xăng etanol	217
6.6. Triển vọng sản xuất, sử dụng nhiên liệu sinh học	224
6.7. Các loại cây nông, lâm nghiệp cung cấp nguyên liệu	230
6.8. Các loại hình xăng etanol được sử dụng trên thế giới	231
6.9. Hiệu quả kinh tế, xã hội và môi trường khi sử dụng xăng etanol	234
6.10. Triển vọng về nhiên liệu xăng etanol trong tương lai	235
6.11. Tồn chứa, bảo quản và phân phối xăng etanol	237
6.12. Ứng dụng khác của bioetanol: làm pin nhiên liệu	240
6.13. Biobutanol	240

Chương 7

NHIÊN LIỆU SINH KHỐI BIOMASS 248

7.1. Vai trò của nhiên liệu sinh khối	248
7.2. Tiềm năng nhiên liệu sinh khối	249
7.3. Tổng hợp nhiên liệu sinh khối	257
7.4. Làm sạch nhiên liệu sinh khối	268
7.5. Sản phẩm và tính chất hoá học của nhiên liệu sinh khối	275
7.6. Các chỉ tiêu chất lượng của nhiên liệu sinh khối	287
7.7. Ứng dụng của nhiên liệu sinh khối	287
7.8. Vấn đề khí thải từ nhiên liệu sinh khối	297
7.9. Tình hình sử dụng nhiên liệu sinh khối	297

Chương 8
NHIÊN LIỆU HYDRO 302

8.1. Nhiên liệu hydro - nhiên liệu của tương lai	302
8.2. Các tính chất hoá lý của nhiên liệu hydro, so sánh với các nhiên liệu khác	303
8.3. Nguồn nguyên liệu để sản xuất nhiên liệu hydro	306
8.4. Các phương pháp sản xuất nhiên liệu hydro	309
8.5. Tôn chứa và vận chuyển nhiên liệu hydro	321
8.6. Vận chuyển nhiên liệu hydro	329
8.7. Ứng dụng của nhiên liệu hydro	330
8.8. Tình hình sử dụng nhiên liệu hydro trên thế giới	335
8.9. Hiệu quả kinh tế và môi trường khi sử dụng nhiên liệu hydro	342
8.10. Lộ trình chuyển đổi sang nền kinh tế hydro	343
8.11. Kết luận về sử dụng nhiên liệu hydro	345

Chương 9
GIỚI THIỆU VỀ NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO 346

9.1. Năng lượng gió	347
9.2. Năng lượng nước	361
9.3. Năng lượng mặt trời	372

NHIÊN LIỆU SẠCH

Tác giả: TS. NGUYỄN KHÁNH DIỆU HỒNG

*Chịu trách nhiệm xuất bản: Đồng Khắc Sùng
Biên tập: Ngọc Khuê
Vẽ bìa: Phương Thảo*

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HUNG ĐẠO, HÀ NỘI**

In 400 cuốn khổ 16x24cm, tại Xí nghiệp in NXB Văn hóa Dân tộc.
Số đăng ký KHXB: 149-2011/CXB/139 -11/KHKT, ngày 14/2/2011.
Quyết định xuất bản số: 256/QĐXB-NXBKHKT, ngày 29/12/2011.
In xong và nộp lưu chiểu Quý 1 năm 2012.