

TỔNG LUẬN SỐ 11/2011

**TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANO
TRONG CÁC CHIẾN LƯỢC ỨNG PHÓ VỚI
BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TOÀN CẦU**

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	3
I. HIỆN TƯỢNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TOÀN CẦU VÀ GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ BẰNG CÔNG NGHỆ NANO.....	...
1.1. Khái quát về tình hình biến đổi khí hậu toàn cầu, nguyên nhân, hậu quả và các chiến lược ứng phó
1.2. Tiềm năng to lớn của công nghệ nano trong việc giảm nhẹ biến đổi khí hậu toàn cầu.....	...
II. CHIẾN LƯỢC 1: GIẢM TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG NHỜ ÁP DỤNG NHỮNG CÔNG NGHỆ HIỆU QUẢ HƠN
2.1. Khái quát các lĩnh vực có thể ứng dụng công nghệ nano
2.2. Ứng dụng công nghệ nano trong một số lĩnh vực cụ thể
III. CHIẾN LƯỢC 2: TĂNG CƯỜNG SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO, ĐẶC BIỆT LÀ NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI
3.1. Khái quát về tiềm năng của công nghệ nano trong việc phát triển năng lượng tái tạo
3.2. Những thành tựu ứng dụng công nghệ nano trong pin mặt trời.....	...
IV. CHIẾN LƯỢC 3: QUẢN LÝ CACBON, BAO GỒM VIỆC TÁCH, THU GIỮ, TÀNG TRỮ VÀ BIẾN THÀNH NHỮNG SẢN PHẨM HỮU ÍCH
4.1. Thu hồi cacbon điôxyt bằng màng mỏng cấp nano.....	...
4.2. Công nghệ vật liệu xốp để hấp thụ CO ₂
4.3. Biến carbon điôxyt thành vật liệu hữu ích.....	...
KẾT LUẬN

LỜI NÓI ĐẦU

Biến đổi khí hậu là một trong những thách thức lớn nhất đặt ra cho nhân loại trong thế kỷ 21. Biến đổi khí hậu sẽ tác động nghiêm trọng đến sản xuất, đời sống và môi trường trên phạm vi toàn cầu. Nhiệt độ tăng, mực nước biển dâng gây ngập lụt, gây nhiễm mặn nguồn nước, ảnh hưởng đến nông nghiệp, gây rủi ro lớn đối với ngành công nghiệp và các hệ thống kinh tế - xã hội. Vấn đề biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ làm thay đổi toàn diện và sâu sắc quá trình phát triển và an ninh toàn cầu như năng lượng, nước sạch, lương thực v.v...

Công nghệ nano là một công nghệ nền tảng, mặc dù bản thân nó không thể tác động mạnh mẽ tới việc làm giảm bớt tình trạng biến đổi khí hậu, tuy nhiên, khi được kết hợp vào những hệ thống lớn hơn, chẳng hạn như nền kinh tế hydro, công nghệ điện mặt trời hoặc những thiết bị lưu trữ năng lượng thế hệ mới, thì công nghệ nano sẽ có tác động rộng lớn tới tình hình tiêu thụ năng lượng và do vậy giúp giảm nhẹ hiện tượng biến đổi khí hậu.

Để cung cấp cho bạn đọc một cách nhìn tổng quát về biến đổi khí hậu và tiềm năng của công nghệ nano trong các biện pháp ứng phó với biến đổi khí hậu, Cục Thông tin Khoa học và Công nghệ Quốc gia đã tổng hợp và biên soạn Tổng luận **“TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANO TRONG CÁC CHIẾN LƯỢC ỨNG PHÓ VỚI BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TOÀN CẦU”** với hy vọng đây sẽ là một tài liệu bổ ích giúp độc giả nhận thức được tiềm năng đóng góp của công nghệ nano trong các chiến lược giảm thiểu biến đổi khí hậu.

Xin trân trọng giới thiệu cùng độc giả.

CỤC THÔNG TIN KH&CN QUỐC GIA

I. HIỆN TƯỢNG BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU TOÀN CẦU VÀ GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ BẰNG CÔNG NGHỆ NANO

1.1. Khái quát về hiện tượng biến đổi khí hậu toàn cầu, nguyên nhân, hậu quả các các chiến lược ứng phó

1.1.1. Hiện tượng biến đổi khí hậu toàn cầu

Theo báo cáo của các nhà khoa học, sự nóng lên toàn cầu của hệ thống khí hậu hiện nay là chưa từng có và rất rõ ràng, xuất phát từ những số liệu quan trắc nhiệt độ trung bình của các đại dương trên toàn cầu. Sự tan chảy của băng, tuyết trên phạm vi rộng lớn dẫn đến sự dâng cao của mực nước biển.

Sự biến đổi của nhiệt độ

Hiện tượng nóng lên toàn cầu trong hệ thống khí hậu Trái đất hiện nay với mức nhiệt độ tăng 0,74 °C trong 100 năm qua (1906 - 2005) là chưa từng có:

- Xu thế tăng nhiệt độ trong 50 năm gần đây là 0,13 °C/thập kỷ, gấp 2 lần xu thế tăng của 100 năm qua. Từ giữa những năm 1970 đến 2005, mức tăng nhiệt độ nhanh nhất với xu thế 0,17 °C/thập kỷ.

- Nhiệt độ trung bình ở Bắc cực tăng nhanh gấp 2 lần mức tăng trung bình toàn cầu, trong khi ở Nam cực, sự biến đổi thập kỷ cao và xuất hiện một thời kỳ nóng từ năm 1925 đến 1945.

- Nhiệt độ ở tầng trên của lớp băng vĩnh cửu ở Bắc cực đã tăng 3°C kể từ năm 1980.

- 11 trong số 12 năm gần đây (1995 - 2006) nằm trong số 12 năm nóng nhất trong chuỗi quan trắc kể từ năm 1850.

- 6 tháng đầu năm 2010 là một chuỗi tháng có nhiệt độ trung bình toàn cầu cao nhất chưa từng có, trong đó tháng 6 là tháng nóng nhất kỷ lục kể từ năm 1880. Năm 2010 đã vượt qua năm 1998 về số tháng có nhiệt độ cao, phá kỷ lục nhiệt độ cao nhất theo lịch năm.

- Số ngày lạnh, đêm lạnh và băng giá ít hơn, trong khi số ngày nóng, đêm nóng, các đợt nóng nhiều hơn

Sự biến đổi của các yếu tố khác

Nóng lên toàn cầu kéo theo hàng loạt những biến đổi khác trong hệ thống khí hậu Trái đất:

- Băng tan ở hai cực của Trái đất và trên núi cao: từ năm 1978, diện tích trung bình hàng năm của băng trên biển ở Bắc cực đã bị thu hẹp 2,7%/thập kỷ. Riêng mùa hè giảm 7,4%/thập kỷ. Băng ở Nam cực cũng đang tan, những sông băng lớn ở Tây Nam cực (Pine Island, Smith) đang trôi về phía đại dương.

- Xu thế giảm diện tích băng biển ở Bắc cực trong thời kỳ 1979-2009 vào tháng 2 là 0,44 triệu km²/thập kỷ (2,9%), vào tháng 9 là 0,79 triệu km²/thập kỷ (11,9%).

- Mức nước biển trung bình toàn cầu đã tăng với tỷ lệ trung bình 1,8 mm/năm trong giai đoạn 1961 - 2003 và tăng nhanh hơn với tỷ lệ 3,1 mm/năm trong giai đoạn 1993 - 2003. Tổng cộng, mực nước biển trung bình toàn cầu đã tăng lên 0,17 m trong 100 năm gần đây. Dự tính đến cuối thế kỷ 21, mực nước biển trung bình sẽ tăng 0,18 - 0,59 m so với cuối thế kỷ 20. Tuy nhiên, những biến đổi mới nhất quan sát được về mực nước biển và nhiệt độ toàn cầu và những nghiên cứu động lực học của sự tan chảy băng cho thấy mực nước biển dâng trong thế kỷ 21 là 0,8 - 1,8 m.

- Thiên tai và các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt gia tăng ở nhiều nơi, trong đó đáng chú ý là:

+ Các nhiệt độ cực trị tăng lên ở nhiều vùng rộng lớn.

+ Lượng mưa dao động mạnh theo thời gian và không gian ở nhiều khu vực trên thế giới, các sự kiện mưa lớn tăng lên ở phần lớn diện tích lục địa.

+ Từ năm 1970, những đợt hạn hán nặng, kéo dài xảy ra trên nhiều vùng rộng lớn, đặc biệt ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới.

+ Hoạt động của xoáy thuận nhiệt đới mạnh tăng lên ở Đại Tây Dương và có thể ở các vùng khác.

+ Hiện tượng El Nino, La Nina xảy ra mạnh mẽ hơn trong những thập kỷ gần đây

Xu thế biến đổi khí hậu toàn cầu trong thế kỷ XXI

Ủy ban liên Chính phủ về Biến đổi Khí hậu (IPCC) đã đưa ra các kịch bản biến đổi khí hậu toàn cầu trong thế kỷ XXI như sau:

- Nhiệt độ trung bình bề mặt toàn cầu sẽ tăng 2,0 - 4,5°C vào năm 2100 so với thời kỳ tiền công nghiệp (1750)

- Mực nước biển trung bình toàn cầu sẽ tăng 0,18 - 0,59 m vào giai đoạn 2090 - 2099 so với trung bình giai đoạn 1980 - 1999.

- Thiên tai và các hiện tượng thời tiết cực đoan gia tăng:

- + Nóng hơn, số ngày nóng, đêm nóng, số đợt nóng nhiều hơn;
- + Số ngày lạnh, đêm lạnh ít hơn trên hầu khắp các vùng lục địa;
- + Các sự kiện mưa lớn hoặc tỷ lệ mưa lớn trong tổng lượng mưa tăng lên ở hầu hết các vùng;
- + Các vùng chịu ảnh hưởng của hạn hán tăng lên và thường gắn liền với hoạt động của El Nino;
- + Cường độ của bão, áp thấp nhiệt đới tăng lên;
- + Các sự kiện cực trị cao của mực nước biển (không kể sóng thần) tăng lên.

1.1.2. Nguyên nhân và hậu quả của hiện tượng biến đổi khí hậu

Nguyên nhân

Như chúng ta biết, Trái đất hình thành trong Thái dương hệ khoảng 4,65 tỷ năm trước đây, được bao bọc bởi khí quyển, trong đó bao gồm khí CO₂ (dioxit cacbon), CH₄ (Metan), NO_x (Oxit Nito) gây ra hiệu ứng, gọi là hiệu ứng nhà kính. Do vậy, những khí này được gọi tắt là khí nhà kính. Khí nhà kính có tính năng giữ lại bức xạ nhiệt phát từ dưới mặt đất lên, không cho thoát vào Vũ trụ. Dựa vào số liệu đo đạc của các nhà khí tượng học thì hàng năm Mặt trời rọi bức xạ ánh sáng vào Trái đất một khối lượng lớn năng lượng nhưng Trái đất chỉ hấp thụ khoảng 60%, còn 40% phản xạ trở lại ngay vào Vũ trụ. Số năng lượng hấp thụ được qua nhiều quá trình phức tạp, biến thành bức xạ nhiệt phát trở lại qua khí quyển vào Vũ trụ. Hàm lượng khí nhà kính trong khí quyển phải ở mức đủ thấp để khối năng lượng nhiệt hấp thụ đó được phát ra hết, không cho nhiệt độ tích lại và tăng lên.

Những năm qua, sự tranh cãi về sự biến đổi khí hậu toàn cầu vẫn chưa ngã ngũ. Cho tới những năm đầu thế kỷ 21, với những bằng chứng xác thực, các nhà khoa học đã chứng minh được sự can thiệp mạnh mẽ của con người vào môi trường Trái đất, đó là việc sử dụng các chất hóa thạch như than đá, dầu lửa, khí đốt; là việc tàn phá các cánh rừng; việc phát triển công nghiệp hóa đã và đang thải ra bầu khí quyển nhiều loại khí nhà kính, làm cho Trái đất nóng lên từng ngày. Trong vòng 200 năm trở lại đây, đặc biệt là trong mấy chục năm vừa qua, cùng với sự gia tăng các hoạt động công nghiệp, con người đã thải vào bầu khí quyển một lượng lớn khí CO₂, NO_x, CH₄..., làm bức xạ nhiệt không thoát ra ngoài được. Thực chất, đó là do sự biến đổi của hệ thống tương tác đa chiều của khí quyển, thủy quyển, thạch quyển, sinh quyển và con người, trong đó 90% nguyên nhân do con người gây ra. Hàm lượng khí CO₂ do con người phát thải

tăng lên quá mức cho phép, làm bề mặt Trái đất không ngừng nóng lên, gây ra xáo động môi trường sinh thái, dẫn đến hiện tượng biến đổi khí hậu toàn cầu.

Hậu quả

Biến đổi khí hậu là một trong những thách thức lớn nhất đối với nhân loại trong thế kỷ 21. Biến đổi khí hậu sẽ tác động nghiêm trọng đến sản xuất, đời sống và môi trường trên phạm vi toàn thế giới. Nhiệt độ tăng, mực nước biển dâng gây ngập lụt, gây nhiễm mặn nguồn nước, ảnh hưởng đến nông nghiệp, gây rủi ro lớn đối với ngành công nghiệp và các hệ thống kinh tế - xã hội trong tương lai. Vấn đề biến đổi khí hậu đã, đang và sẽ làm thay đổi toàn diện và sâu sắc quá trình phát triển và an ninh toàn cầu như năng lượng, nước, lương thực, xã hội, việc làm, chính trị, ngoại giao, văn hóa, kinh tế, thương mại.

Theo báo cáo của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (IPCC), nhiệt độ trung bình toàn cầu và mực nước biển tăng nhanh trong vòng 100 năm qua, đặc biệt trong khoảng 25 năm gần đây. Ở Việt Nam, trong vòng 50 năm qua, nhiệt độ trung bình năm đã tăng khoảng 0,5°C, mực nước biển đã dâng khoảng 20cm. Hiện tượng El Nino, La Nina ngày càng tác động mạnh mẽ. Biến đổi khí hậu thực sự đã làm cho những thiên tai, đặc biệt là bão, lũ và hạn hán ngày càng khốc liệt.

Việt Nam được đánh giá là một trong những quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề nhất của BĐKH, trong đó đồng bằng sông Cửu Long là một trong 3 đồng bằng trên thế giới dễ bị tổn thương nhất do nước biển dâng, cùng với 2 đồng bằng còn lại là đồng bằng sông Nile (Ai cập) và đồng bằng sông Ganges (Bangladesh). Theo các kịch bản biến đổi khí hậu, vào cuối thế kỷ 21, nhiệt độ trung bình năm ở nước ta tăng khoảng 2,3°C, tổng lượng mưa năm và lượng mưa mùa mưa tăng trong khi đó lượng mưa mùa khô lại giảm, mực nước biển có thể dâng khoảng từ 75cm đến 1m so với trung bình thời kỳ 1980-1999. Nếu mực nước biển dâng cao 1m, sẽ có khoảng 40% diện tích đồng bằng sông Cửu Long, 11% diện tích đồng bằng sông Hồng và 3% diện tích của các tỉnh khác thuộc vùng ven biển sẽ bị ngập, trong đó, Tp Hồ Chí Minh sẽ bị ngập trên 20% diện tích; khoảng 10-12% dân số nước ta bị ảnh hưởng trực tiếp và tổn thất khoảng 10% GDP. Tác động của BĐKH đối với nước ta là rất nghiêm trọng, là nguy cơ hiện hữu cho mục tiêu xoá đói giảm nghèo, cho việc thực hiện các mục tiêu thiên niên kỷ và sự phát triển bền vững của đất nước.

Biến đổi khí hậu trở thành chủ đề nóng của nhiều hội nghị cấp cao trên thế giới. Tổng Thư ký Liên Hợp Quốc Ban Ki Moon cho rằng: “Biến đổi khí hậu cũng khiến nhân loại phải đối mặt với những đe dọa to lớn như chiến tranh”; và “biến đổi khí hậu

không chỉ là vấn đề môi trường, mà còn là mối đe dọa toàn diện, ảnh hưởng đến sức khỏe con người, đến tình hình cung cấp lương thực toàn cầu, vấn đề di dân và đe dọa nền hòa bình, an ninh thế giới”. Vì vậy, nhiều nước trên thế giới đã thành lập các tổ chức để chỉ đạo và điều phối các hoạt động ứng phó với tình hình biến đổi khí hậu, xây dựng các chương trình, chiến lược và kế hoạch hành động quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu.

1.1.3. Xu hướng phát thải khí nhà kính toàn cầu

Tình hình phát thải khí nhà kính toàn cầu

Từ khoảng năm 1800, hàm lượng khí CO₂ trong khí quyển bắt đầu tăng lên, vượt con số 300 phần triệu (ppm) và đạt 379ppm vào năm 2005, nghĩa là tăng khoảng 31% so với thời kỳ tiền công nghiệp, vượt xa mức khí CO₂ tự nhiên trong khoảng 650 nghìn năm qua. Năm 2009, hàm lượng khí CO₂ trong khí quyển đo được ở Mauna là 388ppm, và đạt 390ppm vào năm 2010.

- Xu thế tăng phát thải của các khí nhà kính (CO₂, CH₄, N₂O, HCFCs, PFCs, SF₆) được đánh giá bằng tiềm năng nóng lên toàn cầu trong thời gian 1970 - 2004 là 70%, trong đó từ 1990 - 2004 là 24% (tương ứng từ 24,7 lên 49 tỷ tấn CO₂).

- Trong 35 năm (1970 - 2004), phát thải khí CO₂ tăng 80% và chiếm 77% tổng lượng khí nhà kính nhân tạo của năm 2004. Mức tăng lớn nhất của phát thải khí nhà kính trong thời gian nói trên là từ lĩnh vực năng lượng (145%), tiếp đến là từ lĩnh vực vận tải (120%), công nghiệp (65%), sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và rừng (40%). Trong giai đoạn 1970-2000, phát thải khí nhà kính trực tiếp từ lĩnh vực sản xuất nông nghiệp tăng 27%, từ ngành xây dựng tăng 26%, (nếu tính cả phát thải gián tiếp do sử dụng điện năng trong xây dựng, thì mức gia tăng là 75%).

- Hàm lượng các khí nhà kính khác như CH₄, N₂O cũng tăng tương ứng từ 715 ppb (phần tỷ) và 270 ppb trong thời kỳ tiền công nghiệp lên 1774 ppb (151%) và 319 ppb (17%) vào năm 2005. Riêng khí chlorofluoro cacbon (CFCs) vừa là khí nhà kính với tiềm năng làm nóng lên toàn cầu lớn gấp nhiều lần khí CO₂, vừa là chất phá hủy tầng ôzôn bình lưu, chỉ mới có trong khí quyển do con người sản xuất ra từ khi công nghiệp làm lạnh, hóa mỹ phẩm phát triển.

- Từ năm 1840 đến năm 2004, tổng lượng phát thải khí CO₂ của các nước giàu chiếm 70% tổng lượng phát thải khí CO₂ toàn cầu. Riêng năm 2004, các nước giàu với 15% dân số thế giới nhưng tổng lượng phát thải khí CO₂ chiếm 45% tổng lượng phát thải

toàn cầu, trong khi các nước kém phát triển với 1/3 dân số thế giới chỉ phát thải 7% tổng lượng phát thải toàn cầu (bảng 1).

Theo IPCC (2010), nếu không có sự cắt giảm mạnh mẽ phát thải khí nhà kính, nhiệt độ trung bình toàn cầu sẽ tăng 6°C trong thế kỷ 21 so với thời kỳ tiền công nghiệp.

Bảng 1. Lượng phát thải khí CO₂ của một số nước năm 2004

<i>Quốc gia</i>	<i>Lượng phát thải CO₂ (triệu tấn)</i>	<i>Tỷ lệ so với toàn cầu (%)</i>	<i>Tính theo đầu người (tấn)</i>	<i>Mức tăng (%) (1990 - 2004)</i>
<i>Ôxtrâyli</i>	326,6	1,1	16,2	17
<i>Canada</i>	639,0	2,2	20,0	54
<i>Pháp</i>	373,5	1,3	6,0	3
<i>Đức</i>	808,5	2,8	9,8	-18
<i>Italia</i>	449,7	1,6	7,8	93
<i>Nhật Bản</i>	1.257,2	4,3	9,9	17
<i>Hà Lan</i>	142,0	0,5	8,7	1
<i>Tây Ban Nha</i>	330,3	1,1	7,6	56
<i>Anh</i>	586,9	2,0	9,8	1
<i>Mỹ</i>	6.045,8	20,9	20,6	25
<i>Trung Quốc</i>	5.007,1	10,6	3,8	109
<i>Liên bang Nga</i>	1.524,1	5,3	10,6	-23
<i>Ấn Độ</i>	1.342,1	4,6	1,2	97
<i>Hàn Quốc</i>	465,4	1,6	9,7	93
Toàn cầu	28.982,7	100	4,5	93

Nguyên nhân gia tăng hàm lượng khí nhà kính trong khí quyển

- Sản xuất và tiêu thụ năng lượng, chủ yếu là nhiên liệu hóa thạch (than, dầu mỏ, khí thiên nhiên) tăng hơn 30 lần kể từ năm 1750 đến năm 2000 và thải vào khí quyển khí CO₂ (trung bình từ 6,4 tỷ tấn /năm trong những năm 1990 lên 7,2 tỷ tấn/năm trong thời kỳ 2000 - 2005).

- Suy giảm rừng, nhất là rừng nhiệt đới làm giảm khả năng hấp thụ khí CO₂ trong khí quyển (lượng phát thải khí CO₂ liên quan đến thay đổi sử dụng đất đã tăng trung bình từ 1,6 tỷ tấn CO₂/năm trong những năm 1990 lên 1,8 tỷ tấn CO₂/năm trong thời kỳ 2000 - 2005).

- Sản xuất nông nghiệp làm tăng phát thải khí CH₄ và N₂O (tổng số đất khai thác cho sản xuất nông nghiệp trong 100 năm qua lớn hơn tổng số đất đã khai thác trong lịch sử loài người trước đó).

- Sản xuất và sử dụng hóa chất, nhất là từ khi phát triển công nghiệp làm lạnh, điện tử, hóa mỹ phẩm... đã thải vào khí quyển các chất CFCs, HCFCs là những chất khí nhà kính có tiềm năng nóng lên toàn cầu cao gấp nhiều lần khí CO₂, đồng thời là những chất phá hủy lớp ôzôn tầng bình lưu.

- Các hoạt động khác, trong đó có đốt và chôn lấp rác thải.

Tổng hợp đóng góp của các lĩnh vực trên vào tình trạng nóng lên toàn cầu trong thời gian qua là:

+ Năng lượng: 46%

+ Suy giảm rừng: 18%

+ Sản xuất nông nghiệp: 9%

+ Sản xuất hóa chất: 24%

+ Các lĩnh vực khác 3%

Xu thế phát thải khí nhà kính toàn cầu trong thời gian tới

Dự tính đến cuối thế kỷ 21, hàm lượng khí CO₂ trong khí quyển sẽ đạt 540 - 970ppm theo các kịch bản khác nhau về phát thải khí nhà kính, nghĩa là tăng ít nhất gấp đôi so với thời kỳ tiền công nghiệp, ứng với mức thấp nhất 18,5 tỷ tấn CO₂ theo kịch bản thấp và mức cao nhất 110 tỷ tấn CO₂ theo kịch bản cao. Theo các kịch bản, trong đó không tính đến các biện pháp giảm nhẹ, lượng phát thải khí nhà kính toàn cầu dự tính sẽ tăng từ 9,7 đến 36 tỷ tấn CO₂ tương đương 25-95% trong giai đoạn 2000 - 2030. Trong các kịch bản này, nhiên liệu hóa thạch vẫn giữ vị trí chủ yếu trong hỗn hợp năng lượng toàn cầu cho đến 2030 và những năm sau đó. Vì thế, phát thải khí CO₂ trong giai đoạn 2000 - 2030 từ lĩnh vực năng lượng dự tính sẽ tăng 40 - 110%. 2/3 - 3/4 trong số này là phát thải từ các nước không tham gia Công ước khí hậu. Tuy nhiên phát thải khí CO₂ từ năng lượng bình quân đầu người của các nước đang phát triển vẫn thấp hơn nhiều so với các nước phát triển vào năm 2030 (2,8 - 15,1 tấn CO₂/người so với 9,6 - 15,1 tấn CO₂/người).

1.1.4. Sự ứng phó của thế giới trước thực trạng biến đổi khí hậu

Chiến lược ứng phó với biến đổi khí hậu bao gồm chiến lược giảm nhẹ biến đổi khí hậu và chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu. Chiến lược giảm nhẹ biến đổi khí hậu có nội dung chủ yếu là chiến lược giảm khí nhà kính, nghĩa là giảm nguồn phát thải, đồng thời tăng bể hấp thụ khí nhà kính trên phạm vi toàn cầu. Trong khi đó, chiến lược thích ứng với biến đổi khí hậu có mục tiêu là ngăn chặn các tác động của biến đổi khí hậu, kể cả biến đổi tự nhiên và biến đổi nhân tạo, đối với các hệ thống tự nhiên và hệ thống xã hội trên Trái đất.

Biến đổi khí hậu có thể được giảm nhẹ phần lớn nếu lượng khí nhà kính thải vào khí quyển ổn định ở mức 450- 550 ppm (hiện nay lượng khí này gần đạt tới 430 ppm). Điều đó đòi hỏi tổng lượng khí nhà kính phát thải ít nhất phải thấp hơn 25% mức hiện nay vào năm 2050. Như vậy, lượng khí nhà kính phát thải hàng năm phải giảm xuống thấp hơn 80% mức hiện nay. Đây là một thách thức lớn đối với nhiều quốc gia, nhất là những quốc gia có lượng khí nhà kính phát thải lớn, song vẫn có thể thực hiện được bằng những hành động liên tục và dài hạn với mức chi phí thấp hơn so với mức chi phí nếu không hành động (chỉ chiếm khoảng 1% tổng GDP toàn cầu). Chi phí này sẽ còn thấp hơn nữa nếu việc cắt giảm khí nhà kính đạt hiệu quả cao và có tính toán cả những lợi ích đi kèm (ví dụ như lợi ích thu được từ giảm ô nhiễm không khí). Ngược lại, chi phí sẽ cao hơn nếu việc cải tiến những công nghệ sử dụng nhiên liệu hóa thạch diễn ra chậm trễ hơn dự kiến, hoặc các nhà hoạch định chính sách thất bại trong việc tạo ra những công cụ kinh tế hiệu quả.

Hành động ứng phó với biến đổi khí hậu cũng sẽ tạo ra nhiều cơ hội kinh doanh đáng kể vì có những thị trường mới được tạo ra cho các công nghệ năng lượng, hàng hóa và dịch vụ ít thải ra CO₂. Những thị trường này có thể phát triển với mức trị giá hàng trăm tỷ USD/năm và cơ hội việc làm từ đó mở rộng tương ứng. Vấn đề còn lại chỉ là việc tận dụng cơ hội này như thế nào ở mỗi nước, nhất là các nước đang phát triển.

Các nước cần có chính sách khuyến khích thực thi những phương án cắt giảm khí thải và để các biện pháp được thực thi có hiệu quả, các quốc gia phải lựa chọn chính sách một cách thận trọng, nhưng mạnh mẽ, phù hợp với điều kiện của mình để cắt giảm lượng khí thải ở quy mô cần thiết nhằm bảo đảm sự ổn định, trong khi vẫn tiếp tục tăng trưởng kinh tế.

Nhận thức rõ về biến đổi khí hậu, nhiều nước và khu vực đã và đang hành động bằng những chính sách cụ thể với hy vọng giảm một lượng đáng kể khí thải gây hiệu ứng nhà kính, trong đó nổi bật là Liên minh châu Âu (EU), Mỹ và Trung Quốc. Công

ước khung của Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu và Nghị định thư Kyôto là cơ sở cho hợp tác quốc tế bên cạnh những mối quan hệ đôi tác và sự tiếp cận khác. Tuy nhiên, những hành động này còn ít và do các nước đang phải đối mặt với nhiều bối cảnh khác nhau khi có sự khác biệt về phương pháp trong việc giải quyết vấn đề biến đổi khí hậu, nên nếu chỉ là những hành động đơn lẻ của từng nước thì chưa đủ dù là nước lớn hay nước nhỏ bởi đó mới chỉ là một phần của vấn đề mang tính toàn cầu. Vì vậy, cần xây dựng những mục tiêu dài hạn được cộng đồng quốc tế chia sẻ và những khuôn khổ quốc tế để giúp từng nước đóng góp phần của mình nhằm đạt được mục tiêu chung.

1.2. Tiềm năng to lớn của công nghệ nano trong việc giảm nhẹ biến đổi khí hậu toàn cầu

Thực tế có nhiều phương án cắt giảm lượng khí nhà kính như: tăng hiệu quả sử dụng năng lượng, thay đổi nhu cầu trong sưởi ấm và vận tải sạch, nhất là thông qua việc áp dụng các công nghệ, kỹ thuật sản xuất điện năng. Ngoài ra, một số ngành như ngành năng lượng toàn thế giới phải cắt giảm ít nhất 60% sự phụ thuộc vào năng lượng có chứa CO₂ vào năm 2050 để sự tích tụ CO₂ trong bầu khí quyển ổn định ở mức 550 ppm. Ngành giao thông vận tải cũng cần giảm nhiều lượng khí thải bằng việc tăng cường sử dụng nhiên liệu mới thân thiện với môi trường như diesel sinh học, hydro, pin mặt trời, ethanol...

Hiện nay, nguồn năng lượng tái tạo như các dạng năng lượng mặt trời, gió, khí sinh học, địa nhiệt, sóng biển, thủy điện nhỏ... và các nguồn năng lượng chứa ít CO₂ như khí tự nhiên, ethanol... đang được sử dụng ngày càng nhiều. Tuy nhiên, từ nay tới năm 2050 nguồn năng lượng hóa thạch có thể vẫn chiếm tới hơn một nửa tổng năng lượng toàn cầu, trong đó than đá vẫn giữ vai trò quan trọng ở cả những nền kinh tế tăng trưởng nhanh. Vì vậy, việc thu hồi và tàng trữ CO₂ là rất cần thiết để có thể tiếp tục sử dụng năng lượng hóa thạch mà không hủy hoại bầu khí quyển.

Những chiến lược khác nhau dựa trên công nghệ đã được xây dựng. Trong các chiến lược đó, công nghệ nano đều có những tiềm năng lớn để góp phần phát triển.

Trong Báo cáo “Đổi mới để ứng phó với biến đổi khí hậu: công nghệ nano, Năng lượng đại dương và Lâm nghiệp” (“Innovation in Responding to Climate Change: Nanotechnology, Ocean Energy and Forestry”), Viện Nghiên cứu Cao cấp của Đại học Liên hiệp quốc (UNU-IAS) đã đưa ra 3 giải pháp mới để ứng phó với biến đổi khí hậu, đó là công nghệ nano, năng lượng đại dương và lâm nghiệp. Liên quan đến vai trò của công nghệ nano trong việc ứng phó với biến đổi khí hậu, Báo cáo cũng nêu rằng công nghệ nano là một công nghệ nền tảng, tuy bản thân nó không thể tác động mạnh mẽ tới

việc làm giảm bớt tình trạng biến đổi khí hậu, nhưng nếu kết hợp vào những hệ thống lớn hơn, chẳng hạn như kinh tế hydro, công nghệ điện mặt trời hoặc những acquy thế hệ mới, thì công nghệ nano sẽ có tác động rộng lớn tới tình hình tiêu thụ năng lượng và do vậy tác động tới mức độ phát thải khí nhà kính.

Báo cáo nêu bật vai trò của công nghệ nano trong 3 lĩnh vực lớn, đó là:

1. Phát triển ô tô chạy bằng khí hydro hiệu quả;
2. Cải thiện công nghệ điện mặt trời về hiệu suất và giá thành;
3. Phát triển acquy và siêu tụ điện thế hệ mới.

Những lĩnh vực có thể ứng dụng công nghệ nano để giảm nhẹ biến đổi khí hậu toàn cầu:

- Kinh tế hydro

Sản xuất hydro để làm nguồn năng lượng

Sản xuất hydro thông qua điện phân

Sản xuất hydro thông qua quang phân

Chế tạo pin nhiên liệu hydro dùng cho phương tiện vận tải

Tích trữ hydro

Hyđrua kim loại nhẹ

Thiết bị tích trữ dùng ống nano cacbon

Vật liệu xốp phân tử

- Hiệu quả nhiên liệu

Phụ gia nhiên liệu để xúc tác hiệu quả và giảm phát thải

Bột oxyt cerium

Muối cerium

Phụ gia bôi trơn cải tiến để giảm ma sát và nâng cao hiệu suất

Chất tẩy rửa nano để nâng cao hiệu suất động cơ

Các chất phủ nano dùng cho turbin

Các thiết bị biến đổi sử dụng xúc tác

- Pin/năng lượng mặt trời

Các hệ silic nhồi hạt nano

Quang hợp nhân tạo

Sử dụng các nang hạt nano trong polyme

Calcopyrite

Pin Mặt trời hữu cơ phân tử

Hệ thống quang điện polyme hữu cơ

Các ống nano cacbon đơn vách trong pin mặt trời polyme

Pin Mặt trời nitrua III-V

Công nghệ màng dẻo

Các vật liệu được cấu trúc ở cấp nano

- Lưu trữ năng lượng

Lưu trữ năng lượng trong ngành vận tải

ô tô điện và ô tô lai

Siêu tụ điện

Xe lửa điện, tàu điện và xe buýt điện

Acquy dùng cho thiết bị truyền thông di động

- Vật liệu cách nhiệt

Vật liệu cách nhiệt dùng cho tòa nhà

Vật liệu xốp

Nanogel

Sợi thủy tinh

Thủy tinh

Vật liệu cách nhiệt chân không

Trong bài tổng quan *Công nghệ nano giảm nóng lên toàn cầu (Nanotechnologies to mitigate global warming)* đăng trên Nanotech Insights số ra tháng 6/2010, Y. R. Mahajan, thuộc Trung tâm Quản lý Tri thức KH&CN Nano (CKMNT), Hyderabad, Ấn Độ, cũng đã nêu bật vai trò của công nghệ nano trong 3 chiến lược giảm bớt tình trạng ấm lên toàn cầu như sau:

1. *Chiến lược 1*: Giảm thiểu tiêu thụ năng lượng nhờ áp dụng những công nghệ hiệu quả hơn, giảm thiểu sử dụng nhiên liệu hóa thạch
2. *Chiến lược 2*: Tăng cường tận dụng các nguồn năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng mặt trời;
3. *Chiến lược 3*: Nhằm vào những vấn đề quản lý cacbon, bao gồm việc tách, thu giữ, tàng trữ và biến thành những sản phẩm hữu ích.

Những phần dưới đây sẽ đề cập chi tiết về tiềm năng của các ứng dụng công nghệ nano trong từng chiến lược đó.

II. GIẢM THIỂU TIÊU THỤ NĂNG LƯỢNG NHỜ ÁP DỤNG NHỮNG CÔNG NGHỆ HIỆU QUẢ HƠN

2.1. Khái quát các lĩnh vực có thể ứng dụng công nghệ nano

Có một số phương pháp giảm tiêu thụ năng lượng có nhiều ứng dụng quan trọng và nhờ đó có ảnh hưởng trực tiếp để giảm phát thải khí nhà kính. Tác động chủ yếu của công nghệ nano là cách thức nâng cao hiệu quả của những công nghệ hiện nay để giảm thiểu mức độ sử dụng các nhiên liệu hóa thạch.

2.1.1. Giảm tiêu thụ năng lượng của các thiết bị vận tải

Theo Báo cáo của Cục Bảo vệ Môi trường Mỹ (EPA), vận tải là một trong những ngành chủ yếu góp phần phát thải CO₂ (gần 28%). Bởi vậy, bất kỳ nỗ lực nào để giảm phát thải của ô tô bằng cách giảm trọng lượng của chúng, từ đó giảm tiêu thụ nhiên liệu, đều có thể có tác động trực tiếp và quan trọng tới toàn cầu. Ước tính, nếu giảm 10% trọng lượng ô tô, thì mức tiêu thụ nhiên liệu giảm được 10%, giúp lượng phát thải giảm xuống theo tỷ lệ thuận.

Với nhận thức như trên, trên khắp thế giới, việc khai phá những phương thức để giảm trọng lượng của ô tô nhờ sử dụng những vật liệu mới ngày càng được quan tâm. Ví dụ, sử dụng những vật liệu nanocomposite nhẹ hơn, dai hơn và cứng hơn được coi là có tiềm năng giảm được rất nhiều trọng lượng ô tô. Những polyme như thermoset, chất dẻo nhiệt, chất đàn hồi được gia cường bởi oxyt silic keo, khoáng sét nano và ống nano cacbon là những ứng viên đầy hứa hẹn. Ứng dụng nanocomposite có thể giúp giảm bớt mức tiêu hao nhiên liệu của ô tô, với tác động còn to lớn hơn nữa đối với ngành hàng không vũ trụ. Nếu sử dụng polyme composite được gia cường bởi ống

nano cacbon để thay thế nhôm làm khung máy bay thì ước tính có thể giảm được 14,05% trọng lượng cấu trúc máy bay, do vậy giảm tiêu hao nhiên liệu gần 9.8%.

Một phương pháp khác để nâng cao hiệu suất nhiên liệu là ứng dụng các xúc tác nano. Enercat, chất xúc tác nano thế hệ 3 được phát triển bởi hãng Energenics, sử dụng oxy chứa các hạt nano cerium ôxyt, giúp nhiên liệu cháy hoàn toàn. Gần đây, hãng đã trình diễn những đoàn xe ô tô tại Italia có khả năng tiết kiệm tới 8-10% nhiên liệu.

Giảm ma sát, tăng độ chịu mòn của động cơ và các chi tiết truyền động đóng một vai trò quan trọng trong ngành ô tô. Theo ước tính của hãng Applied Nano Surfaces, Thụy Điển, giảm ma sát có thể tiết kiệm được 2% nhiên liệu tiêu thụ và do vậy giảm được 500 triệu tấn CO₂ trong một năm cho các máy kéo và ô tô hạng nặng của Thụy Điển. Dầu bôi trơn và chất phủ nano có thể giảm rất nhiều hệ số ma sát đang có mặt ngày càng nhiều trên thị trường. Hãng ApNano, Ixraen đã phát triển chất bôi trơn NanoLub™ dựa vào những fullerene vô cơ như WS₂, MoS₂, NbS₂... (fullerene là phân tử được tạo bởi những nguyên tử cacbon phân bố theo hình lục lăng, có hình dạng giống quả bóng đá, đôi khi được gọi là bóng Bucky để ghi danh người đã phát minh ra nó, Bucky Fullerene). NanoLub giúp giảm rất nhiều ma sát và độ mài mòn so với các dầu bôi trơn thông thường, đặc biệt là với tải trọng lớn. Tương tự, hãng NanoBoron, Anh, đã phát triển BORPowerd để giảm tiêu hao nhiên liệu và tăng tuổi thọ động cơ. Điều này đạt được nhờ giảm ma sát và mài mòn trong quá trình chuyển động thông qua việc phủ lớp mạ cứng và giảm thiểu hiệu ứng vòng bi. BORPowerd chứa 2 phụ gia hoạt hóa, đó là bột kim cương đơn tinh thể và Nano Boron. Theo hãng cho biết, sử dụng BORPowerd giúp giảm tiêu hao nhiên liệu (8-15%), nâng cao công suất động cơ (7-9%) và tương ứng giảm lượng CO₂ phát thải (8-15%).

2.1.2. Cải thiện hiệu quả tiêu thụ điện năng của các tòa nhà

Những tòa nhà ở và văn phòng đóng góp tới 11% tổng lượng khí nhà kính phát thải. Sưởi ấm và làm mát chiếm 40% tổng năng lượng tiêu thụ của các khu nhà ở. Những vật liệu cấu trúc nano, chẳng hạn như aerogel, có tiềm năng làm giảm rất nhiều mức độ truyền nhiệt và giảm tải cho hệ thống điều hòa không khí. Aerogel là vật liệu nano xốp, có tính cách nhiệt tuyệt hảo, với mật độ cực kỳ thấp (90-95% là không khí). Aerogel oxyt silic là vật liệu nhẹ nhất (mật độ thấp hơn 0.05 g/cm³) có tính cách nhiệt tuyệt vời, độ ổn định nhiệt độ cao, hằng số điện môi rất thấp và diện tích bề mặt cao. Aerogel là công nghệ vật liệu mang tính đột phá để bảo tồn năng lượng các tòa nhà. Sử dụng aerogel để cách nhiệt có thể giảm tiêu thụ năng lượng tới 900 kWh/năm, do vậy giảm phát thải CO₂ tới 400kg/năm, đối với các tòa nhà chung cư. Mặc dù aerogel có

thể góp phần rất lớn trong việc giảm năng lượng sưởi ấm và làm mát, nhưng giá thành cao của chúng là một trong những nhân tố kìm hãm sự ứng dụng rộng rãi.

TS Halimatun Hamdan và các cộng sự ở trường Đại học Teknologi, Malaysia đã phát triển một phương pháp sản xuất aerogel từ trấu, giảm 80% giá thành. Ngoài ra, phương pháp trên còn giải quyết được vấn đề thải bỏ trấu ở các nhà máy xay xát.

Aerogel, là một vật liệu mờ, cũng có thể được ứng dụng trong kiến trúc để làm những tấm ngăn cách nhiệt, nhưng vẫn tận dụng được ánh sáng ban ngày để chiếu sáng. Hãng Advanced Glazings và Cabot Aerogel gần đây đã giới thiệu dòng sản phẩm mới Solerad, sử dụng aerogel. Những hệ thống này cho phép các nhà kiến trúc thiết kế các tòa nhà với ngoại thất từ kính, tăng độ cách nhiệt từ mức R-2 hiện nay lên cao chưa từng thấy là R-12.

Các thiết bị chiếu sáng nhân tạo chiếm một tỷ lệ lớn trong tổng số điện năng tiêu thụ trên toàn thế giới, chiếm 20-40% năng lượng tiêu thụ chủ yếu của các tòa nhà dân cư và thương mại. Những bóng đèn sợi đốt thông thường và đèn huỳnh quang đều có hiệu suất phát quang thấp, tương ứng là 10-35 lm/W (hiệu quả 5%) và 50-100 lm/W (hiệu quả 20-25%). Những năm gần đây, các loại đèn chiếu sáng công nghệ mới, dựa trên các điốt phát quang (LED) đang được tung ra thị trường. Những đèn này có hiệu suất phát quang lên tới 150 lm/W và tuổi thọ cao vài nghìn giờ. Các đèn chất rắn vô cơ một phần dựa trên các chấm lượng tử, còn LED hữu cơ (OLED) dựa vào công nghệ màng mỏng cấp nano. Hãng LOMOX của Anh đang phát triển công nghệ chiếu sáng OLED, hứa hẹn tăng được hiệu suất 2,5 lần so với các đèn tiết kiệm điện tiêu chuẩn. Công nghệ mang tính cách mạng này có phạm vi ứng dụng rất rộng, và khi được phủ lên tấm màng mỏng, có thể tạo ra giấy dán tường phát sáng, thay thế nhu cầu sử dụng các đèn chiếu sáng truyền thống. Hãng RTI International đã phát triển thiết bị chiếu sáng hiệu suất cao trên cơ sở kết hợp sợi nano có các phân tử phản xạ và các sợi nano huỳnh quang. Những loại đèn này có hiệu suất cao hơn những bóng sợi đốt ít nhất là 5 lần, lại thân thiện với môi trường vì không chứa thủy ngân như đèn huỳnh quang.

2.1.3. Nâng cao hiệu quả canh tác nông nghiệp

Cuộc cách mạng Xanh lần thứ nhất vào những năm 1950 và 1960 đã giúp gia tăng gấp đôi sản lượng lương thực thế giới bằng việc ứng dụng các thành tựu khoa học trong nông nghiệp, nhất là nhờ sử dụng phân bón và thuốc trừ sâu. Tuy nhiên, chính việc sử dụng mạnh mẽ những sản phẩm này lại là tác nhân gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng và cùng với sự biến đổi khí hậu đang đe dọa tất cả các nguồn tài nguyên cơ bản. Nền nông nghiệp hiện đại theo kiểu công nghiệp cần nhiều vốn đầu tư, sản

xuất theo quy mô lớn và chuyên môn hóa, dựa trên máy móc cơ khí hóa và các hóa chất nông nghiệp. Sự phát triển của ngành nông nghiệp theo phương thức này đã đưa đến sự ô nhiễm nghiêm trọng, phá vỡ hệ sinh thái và hủy hoại môi trường nông nghiệp. Những nguyên nhân chính gồm:

- Dư lượng của phân hóa học, thuốc trừ sâu, màng chất dẻo PVC v.v., gây ô nhiễm và hủy hoại đất đai, nguồn nước và khí quyển;

- Phân và nước tiểu từ chuồng trại chăn nuôi gia súc tràn ngập khắp nơi, phế thải từ các nhà máy chế biến sản phẩm nông nghiệp và chăn nuôi và phế thải từ việc tiêu thụ năng lượng trong sản xuất nông nghiệp được đưa trực tiếp vào môi trường mà không qua khâu xử lý, làm ô nhiễm và hủy hoại môi trường;

- Việc sử dụng tràn lan phân bón và thuốc bảo vệ thực vật, cũng như máy móc cơ khí thu hoạch làm cho đất cứng lại và nhanh chóng bạc màu;

- Việc tưới tiêu bất hợp lý làm cho đất bị kiềm hóa và cạn kiệt nguồn nước cung cấp;

- Tình trạng khai hoang bất hợp lý và khai thác quá mức đã làm cho đất đai bị sa mạc hóa và xói mòn;

- Tình trạng sử dụng quá nhiều phân bón hóa học và thuốc bảo vệ thực vật... đã làm tăng dư lượng hóa chất trong các rau củ thực vật và mô động vật, làm tăng rủi ro về an toàn thực phẩm;

- Các hóa chất nông nghiệp gây hại trực tiếp cho người sử dụng.

Canh tác nông nghiệp theo kiểu công nghiệp hiện nay đã trở thành một ngành tiêu thụ rất nhiều năng lượng, nước và vốn. Tình trạng này dẫn đến nhu cầu phải tiến tới phát triển nông nghiệp một cách bền vững.

Chính vì vậy, vấn đề bảo vệ môi trường sẽ được coi là trọng tâm của cuộc Cách mạng Xanh lần thứ hai. Cuộc cách mạng Xanh mới sẽ ít chú trọng hơn đến việc giới thiệu các giống lúa, lúa mì sản lượng cao mới, mà quan tâm nhiều hơn đến việc khai thác các nguồn tài nguyên thiên nhiên sẵn có để phục vụ sản xuất nông nghiệp một cách thông minh hơn và hiệu quả hơn. Trong cuộc Cách mạng này, công nghệ nano đóng góp một vai trò đáng kể

2.2. Ứng dụng công nghệ nano trong một số lĩnh vực cụ thể

2.2.1. Công nghệ nano giúp phát triển vật liệu mới có nhiều tính năng ưu việt

Công nghệ nano tạo ra những vật liệu nhẹ hơn, bền hơn

Các nhà nghiên cứu đã khuếch tán những mảnh oxyt nhôm cực nhỏ vào polyme và thu được một loại vật liệu cứng, đàn hồi và nhẹ. Vật liệu này có thể được dùng để chế tạo xương và các bộ phận cấy ghép lâu bền hơn, những chi tiết của xe ô tô và máy bay nhẹ hơn, tiêu thụ ít nhiên liệu hơn. Cũng có thể ứng dụng vật liệu này để tạo ra các mạch điện tử trong suốt và uốn cong được.

Trong nỗ lực để tạo ra những vật liệu cứng nhưng có trọng lượng nhẹ, các nhà vật liệu học và hóa chất từ lâu đã cố gắng tìm cách bắt chước những cấu trúc nano có trong tự nhiên. Vỏ sò, xương và men răng - tất cả những chất liệu đó đều chứa những phiến gốm cứng cực nhỏ, được sắp xếp trong ma trận polyme giống như những viên gạch nằm trong vữa. Những vật liệu này kết hợp độ cứng của gốm và độ đàn hồi của polyme.

Năm 2007, các nhà nghiên cứu ở Đại học Michigan đã chế tạo ra những polyme được gia cường khoáng sét. Composit này cực kỳ cứng nhưng giòn: phải tốn rất nhiều năng lượng mới làm nó biến dạng, nhưng khi đã biến dạng thì chúng vỡ vụn thành từng mảnh. Sau đó, các nhà khoa học ở MIT đã thành công trong việc chế tạo ra composit polyme-khoáng sét cứng nhưng đỡ giòn hơn, có khả năng kéo dãn được phần nào trước khi bị vỡ.

L. Gaukler, Giáo sư vật liệu ở trường Đại học Công nghệ Thụy Sĩ, đã cho biết vật liệu do họ phát triển còn có độ đàn hồi lớn hơn nữa. So với vật liệu của các nhà khoa học MIT, vật liệu của họ cứng hơn gấp năm lần, trong khi lại đàn hồi tốt hơn. Màng mỏng của composit này hiện đã cứng ngang với lá nhôm, nhưng nếu kéo căng ra, nó có thể dãn ra tới 25% kích thước ban đầu, trong khi lá nhôm bị đứt khi kéo dãn ra 2%.

Một ưu điểm nữa của vật liệu này là nhẹ. Vật liệu này chỉ có trọng lượng bằng 1/2 - 1/4 trọng lượng của lá thép có cùng một độ bền như vậy. Nó có thể được dùng để thay cho sợi thủy tinh - vật liệu thường được đem để chế tạo các chi tiết ô tô. Do độ bền của vật liệu đó bắt nguồn từ những phiến nhỏ khuếch tán trong đó, nên nó sẽ bền theo cả 2 chiều, chứ không chỉ theo một chiều như trường hợp đem sợi thủy tinh.

Ngoài ra, mặc dù vật liệu này hiện vẫn còn mờ, nhưng có thể cải biến cấu trúc để nó trở nên trong suốt, thích hợp để thay thế vật liệu làm răng giả hiện nay và chế tạo ra các mạch điện tử trong suốt.

Để tạo ra vật liệu nói trên, các nhà nghiên cứu đã khuếch tán các phiến oxyt nhôm và ethanol rồi trải hỗn hợp đó lên mặt nước. Các phiến nhỏ đã sắp xếp chúng thành

một lớp ở trên mặt nước. Tiếp đó, các nhà nghiên cứu nhúng một tấm thủy tinh vào dung dịch để thu lấy các phiến đó vào thủy tinh. Cuối cùng, họ kết tủa một lớp polyme chitosan tương hợp sinh học lên phía trên cùng của các phiến. Các nhà nghiên cứu đã lặp lại quy trình này cho đến khi nhận được bề dày của composit là vài chục micron, sau đó họ lấy vật liệu ra khỏi tấm thủy tinh nhờ một lưỡi dao cạo. Tỷ số giữa chiều dài và chiều dày của các phiến phải thật đúng. Nếu tỷ số đó quá cao, các phiến sẽ bị vỡ ra khi kéo dẫn vật liệu, nhưng nếu quá thấp thì vật liệu lại không đủ độ cứng.

Các nhà nghiên cứu đã chọn dùng các phiến oxyt nhôm, có độ cứng lớn gấp 5 lần so với các phiến cacbonat canxi có ở trong xà cừ. Họ cũng chế các phiến đó mỏng hơn, cỡ 200 nano để giảm thiểu khả năng có những khuyết tật trong cấu trúc của chúng (những phiến có trong tự nhiên dày 500-1000 nano). Các nhà nghiên cứu đã tính toán và thấy rằng tỷ số giữa chiều dài và chiều dày của phiến tốt nhất là 50, bởi vậy họ chế tạo các phiến dài 5-10 micron. Những phiến cứng hơn này cho phép các nhà khoa học sử dụng tỷ số cao hơn do đó đạt được độ cứng cao hơn so với vỏ sò, trong khi mật độ các phiến trong vật liệu thấp hơn. Mật độ thấp rất quan trọng, vì composit sẽ có thành phần polyme nhiều hơn, do vậy đàn hồi hơn.

"Đây là thành tựu tột đỉnh mà ta có thể đạt được trong công cuộc mô phỏng cấu trúc và hành vi cơ học của vật liệu tự nhiên," Giáo sư F. Barthelat ở trường Đại học McGill, Montreal, Canada, một chuyên gia về kỹ thuật cơ khí và vật liệu mô phỏng sinh học nhận xét. Nhưng để có thể ứng dụng được vật liệu này, cần phải phát triển phương pháp sản xuất lô lớn với tốc độ nhanh hơn.

I. Aksay, Giáo sư hóa ở trường Đại học Princeton cho rằng có thể dễ dàng cải biến kỹ thuật này để thích hợp với việc chế tạo vật liệu khối. Vật liệu này sẽ hữu ích để chế tạo xương và răng giả.

Gaukler cho biết họ cần cải tiến nhiều hơn nữa, nếu polymer tốt hơn thì composit nhận được sẽ còn tốt hơn nữa. Ngoài ra, cần tạo ra liên kết tốt hơn giữa oxyt nhôm và polymer. Còn hiện tại họ mới chứng tỏ rằng họ có thể làm ra vật liệu có phẩm chất không kém gì vật liệu tự nhiên.

Triển vọng dùng ống nano cacbon làm dây tải điện

Các nhà nghiên cứu đã có một bước tiến trong việc chế tạo các ống nano cacbon làm đường dây tải điện. Họ thông báo là đã tìm ra được một phương pháp mới để lắp ráp các ống nano cacbon với nhau, tạo thành những sợi dài hàng trăm mét. Ống nano cacbon rất bền, nhẹ, có độ dẫn điện cao và rất có giá trị, ví dụ như để làm dây tải điện.

Tuy nhiên, việc liên kết vô số những ống với nhau thành những vật liệu có trật tự, chẳng hạn như sợi, lại là một thách thức thực sự đối với quy mô thích hợp cho quá trình chế tạo. Bằng cách xử lý các ống nano cacbon trong một dung dịch là siêu axit, các nhà khoa học ở trường Đại học Rice (Mỹ) đã thu được những sợi dài, có thể sử dụng làm dây dẫn nhẹ, hiệu quả cho mạng lưới điện, hoặc làm cơ sở cho những vật liệu cấu trúc và những vải dẫn điện.

Các nhà khoa học khác đã tạo ra sợi từ ống nano cacbon bằng cách kéo từ những mạng chất rắn giống như tóc hoặc bằng cách dệt chúng giống như len khi chúng xuất hiện từ các phản ứng hóa học. Vấn đề đặt ra là ở chỗ những liên kết đó không chắc chắn và rất khó tăng quy mô sản xuất. Các ống càng liên kết chặt chẽ và có trật tự ở trong cấu trúc lớn thì những tính chất cơ học và điện của cấu trúc tạo thành càng tốt. Sử dụng những phương pháp của Đại học Rice, có thể tạo ra những sợi ống nano cacbon liên kết chắc chắn và với quy mô lớn.

Xử lý dung dịch là một phương pháp tốt để lắp ráp những ống nano cacbon thành sợi và màng, do hình dạng của những ống đó. Các ống nano cacbon đều có chiều dài lớn hơn rất nhiều so với chiều rộng, bởi vậy khi đưa vào trong dung dịch, chúng nối đuôi nhau hết như những cây gỗ trôi trên sông. Những các ống nano cacbon không hòa tan trong những dung dịch thông thường. Nhóm nghiên cứu Đại học Rice đã đặt nền tảng cho việc xử lý chất lỏng đối với các ống nano cacbon, khi họ phát hiện ra rằng axit sulfuric đưa các ống nano vào chất lỏng bằng cách phủ bề mặt của chúng những ion tích điện dương. 5 năm vừa qua, nhóm nghiên cứu Đại học Rice đã sử dụng kính hiển vi để nghiên cứu các dung dịch ống nano được tạo ra từ những axit khác nhau. Họ đã hiểu được cách thức quá trình xử lý dung dịch diễn ra, những đầu mối để kiểm soát các ống nano và cách thức dự đoán việc chúng sẽ làm. Dung dịch tốt nhất để xử lý các ống nano là axit chlorosulphonic. Các ống nano lập tức hòa tan trong dung dịch này với nồng độ lớn hơn 1.000 lần so với tất cả các dung dịch khác.

Nhóm nghiên cứu Đại học Rice đã sử dụng các phương pháp xử lý axit để lắp ráp các ống nano cacbon thành những sợi có chiều dày là 50 micron và có thể dài tới hàng trăm mét. Trên thực tế, chiều dài của sợi không hề bị hạn chế. Nhóm đã trình diễn phương pháp lắp ráp của mình với những ống nano cacbon đơn vách chất lượng cao. Cho đến nay, Nhóm đã tạo ra những sợi có độ dẫn điện tốt, nhưng còn kém so với những vật liệu cacbon khác. Pasqueli cho biết có khả năng làm tăng được độ bền của sợi lên 10 lần bằng cách sử dụng những ống nano cacbon dài hơn. “Chúng tôi hiện

đang tiến hành Dự án chế tạo những dây tải điện. Những ống nano kim loại dẫn điện tốt hơn đồng, trong khi đó chúng lại nhẹ hơn và ít bị hư hỏng hơn”.

Một trở ngại lớn đối với việc chế tạo các ống nano cacbon quy mô lớn là vẫn chưa có những phương pháp nào tốt để sản xuất chúng theo những lô lớn, đồng nhất. Ví dụ, để chế tạo đường dây tải điện từ ống nano cacbon, các nhà khoa học sẽ phải bắt đầu từ việc có được một số lượng lớn những ống nano kim loại và không lẫn một ống bán dẫn nào.

2.2.2. Tăng hiệu quả sử dụng đầu vào của ngành nông nghiệp

Ứng dụng công nghệ nano có thể giúp nâng cao hiệu quả của đầu vào (chẳng hạn như dưỡng chất, nước tưới và thuốc trừ sâu) và áp lực của hạn hán và nhiệt độ cao của đất. Các hóa chất nông nghiệp cấp nano giúp tăng hiệu quả sử dụng và giảm tổn thất vào môi trường. Việc cung cấp dưỡng chất hiệu quả hơn sẽ có triển vọng làm tăng năng suất. Các vật liệu nano xốp có khả năng lưu giữ nước và làm chậm quá trình bốc hơi nước trong những thời kỳ hạn hán cũng có triển vọng giúp làm tăng năng suất cây trồng. Những ứng dụng công nghệ nano để giảm bớt ảnh hưởng của aflatoxin sẽ làm tăng trọng lượng vật cho thịt, làm cho lượng thịt khả dụng nhiều lên.

Những ứng dụng có sự trợ giúp của công nghệ nano có tiềm năng làm thay đổi nền sản xuất nông nghiệp bởi cho phép quản lý và bảo quản tốt hơn các vật tư của sản xuất thực vật và động vật. Hiện tại, những công nghệ nano như vậy đã được ứng dụng dưới dạng các cảm biến nano, thuốc trừ sâu nano, các chất trợ giúp cấp nano cho thuốc trừ sâu và phân bón, các hệ thống cấp liệu thông minh cho thuốc trừ sâu và phân bón cấp nano, các phụ gia thức ăn chăn nuôi, trong thú y, trong thủy sản ở dạng các cảm biến nano sinh học, các chất điều chỉnh tăng trưởng thực vật và sử dụng thực vật để tổng hợp các hạt nano.

Một khảo sát được tiến hành năm 2005 dự báo một số ứng dụng công nghệ nano trong sản xuất nông nghiệp ở các nước đang phát triển trong vòng 10 năm tới. Những ứng dụng đó gồm các zeolite nano xốp làm chậm quá trình giải phóng và cung cấp liều lượng nước và phân bón hiệu quả cho cây trồng; các zeolite làm chậm việc giải phóng chất dinh dưỡng và dược phẩm trong vật nuôi; các viên nang nano thuốc trừ sâu; các cảm biến nano để theo dõi chất lượng đất và sức khỏe cây trồng; các cảm biến nano để phát hiện sâu bệnh; các nam châm nano để khử các chất ô nhiễm trong đất đai; và các hạt nano phục vụ cho các loại thuốc trừ sâu, diệt trừ côn trùng mới. Một số ứng dụng đó được đề cập chi tiết hơn ở sau đây:

Thuốc diệt cỏ nano (Nanoherbicide)

Một số các nhà chế tạo thuốc bảo vệ thực vật đang sản xuất các thuốc trừ sâu được bọc bởi các hạt nano. Những thuốc trừ sâu này có thể giải phóng ra dần dần theo thời gian, hoặc giải phóng khi kích hoạt của các tham số môi trường (ví dụ như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng). Trước mắt, những sản phẩm này vẫn chưa có mặt trên thị trường trong thời gian trước mắt hay không.

Cơ cấu quy định ở các quốc gia phát triển đang tạo động lực phát triển cho các thuốc trừ sâu và diệt cỏ cấp nano theo hướng các trợ giúp nano chứ không theo hướng các phụ gia hoạt tính cấp nano. Cho dù ứng dụng công nghệ nano ở hình thức các phụ gia hay chất trợ giúp, thì lợi ích đem lại đều giống nhau: cần lượng thuốc ít hơn mà vẫn mang lại tác dụng diệt cỏ cần thiết. Nếu kết hợp các phụ gia hoạt tính với hệ cấp liệu thông minh, thì thuốc diệt cỏ sẽ chỉ được áp dụng khi cần thiết tương ứng với những điều kiện thực tế trên đồng ruộng. Những vùng đất canh tác bị cỏ mọc chen lấn hoặc lẫn nhiều hạt cỏ có thể sẽ đem lại sản lượng nông nghiệp thấp hơn vùng đất mà cỏ dại bị kiểm soát. Cải thiện hiệu quả của thuốc diệt cỏ thông qua công nghệ nano có thể giúp tăng cường sản xuất nông nghiệp và giảm bớt lượng hóa chất phải sản xuất.

Phân bón nano

Các phân bón nano có cơ hội tác động to lớn đến năng lượng, kinh tế và môi trường nhờ giảm tổn thất nitơ do bị dò rỉ, phát thải và sự kết hợp dài hạn bởi các vi sinh vật trong đất. Hiện tại, hiệu quả sử dụng nitơ của thực vật thấp do tổn thất 50% và 70% lượng nitơ cung cấp trong các phân bón thông thường. Những hệ thống cấp dinh dưỡng mới, trong đó khai thác các bộ phân nano xốp có thể giúp giảm tổn thất nitơ.

Những phân bón được bọc trong các hạt nano sẽ tăng độ hấp thụ dinh dưỡng chất. Trong phân bón nano thế hệ mới, quá trình giải phóng của phân có thể sẽ được kích hoạt bởi điều kiện môi trường hoặc đơn giản là giải phóng dần dần. Những phân bón giải phóng từ từ, hoặc được kiểm soát như vậy có tiềm năng làm tăng mức độ hấp thụ dinh dưỡng chất của cây trồng. Những phân bón nano nào sử dụng các vật liệu tự nhiên để phủ các hạt phân hòa tan có ưu điểm là giá thành sản xuất thấp hơn những phân bón sử dụng vật liệu phủ được chế tạo. Phân bón giải phóng chậm hoặc được kiểm soát cũng có thể cải thiện được đất nhờ giảm các tác dụng độc hại bởi lạm dụng quá mức lượng phân bón. Các Zeolite đã được ứng dụng làm cơ chế cung cấp phân bón cho cây trồng.

Cảm biến nano

Cảm biến là những thiết bị nhạy cảm với các điều kiện nhiệt độ, độ ẩm, hóa chất, sinh thái môi trường và đưa ra tín hiệu hoặc đầu ra ở dạng hữu ích để con người sử dụng. Cảm biến nano sử dụng các cơ cấu ở cấp nano để thực thi nhiệm vụ này. Chúng cho phép phát hiện các chất ô nhiễm; sâu bệnh; hàm lượng dưỡng chất; và áp lực của thực vật đối với hạn hán, nhiệt độ, áp lực của sâu bệnh hoặc mầm bệnh, hoặc thiếu dưỡng chất. Các cảm biến nano tiên tiến hiện nay chưa được thương mại hóa rộng rãi, thậm chí tại các quốc gia phát triển; nhưng căn cứ vào tốc độ phát triển nhanh chóng của công nghệ nano, có thể các cảm biến nano sẽ được ứng dụng rộng khắp trong tương lai sắp tới. Chúng có tiềm năng giúp người nông dân sử dụng đầu vào hiệu quả hơn nhờ chỉ ra tình trạng dinh dưỡng và nước của cây trồng ở quy mô không gian và thời gian rất hẹp, cho phép nông dân chỉ bón phân, tưới tiêu hoặc bảo vệ cây trồng vào những thời điểm cần thiết và những nơi cần thiết.

Các phụ gia thức ăn chăn nuôi

Bộ Nông nghiệp Mỹ và trường Đại học Clemson đã phát triển loại thức ăn chăn nuôi gà chứa các hạt nano polystyrene hoạt tính sinh học gắn kết với các vi khuẩn có hại để giảm bớt lượng mầm bệnh trong thức ăn. Các khoáng sét nano (ví dụ như nanocomposite montmorillonite biến tính) cải thiện tác dụng độc hại của aflatoxin đối với gia cầm.

Hệ thống cấp thuốc thông minh

Những hệ cấp thuốc thông minh là các thiết bị cấp nano có khả năng phát hiện và trị liệu các bệnh viêm nhiễm hoặc thiếu hụt dinh dưỡng ở động vật, được thiết kế để giải phóng thuốc hoặc dưỡng chất một cách có kiểm soát trong cơ thể động vật. Ứng dụng này hiện vẫn chưa được rộng khắp và đòi hỏi phải có nỗ lực đáng kể để kết hợp công nghệ nano, công nghệ sinh học và ống nano cacbon với các hệ thống thông tin địa lý. Một số chuyên gia dự báo rằng mặc dù hiện đã tồn tại những khối kết cấu cần thiết để thiết kế những hệ thống cấp thuốc thông minh, nhưng có thể vài chục năm nữa thì chúng mới được đưa ra thương mại.

Chất phủ nano

Các trại chăn nuôi gia cầm ở Mỹ sử dụng các chất phủ diệt khuẩn để giảm nồng độ các mầm bệnh do thực phẩm sản sinh ra để khỏi tiếp xúc với gia cầm trong thời gian chăn nuôi. Công ty Green Earth Nano Science, Inc. của Canada đã phát triển chất phủ xúc tác quang tự làm vệ sinh để dùng cho các trại nuôi gia cầm. Chất phủ này kết hợp dioxit titan (TiO_2) nano. Những tính chất xúc tác quang độc đáo của nano TiO_2 được

hoạt hóa khi chất phủ được phơi dưới ánh sáng tự nhiên hoặc cực tím. Khi tiếp xúc với ánh sáng và độ ẩm, TiO_2 oxy hóa và tiêu diệt vi khuẩn. Chất phủ này đã tác dụng làm giảm vi khuẩn. Sau khi được phủ, bề mặt duy trì khả năng tự làm vệ sinh đối với vi khuẩn miễn là có đủ ánh sáng để kích hoạt hiệu ứng xúc tác. Chất phủ được Cục Kiểm định Thực phẩm Canada phê chuẩn sử dụng. Ở Đan Mạch, Chương trình Chicken and Hen Infection đang thử nghiệm các chất phủ nano về tác dụng tự làm vệ sinh và diệt khuẩn. Bề mặt nhẵn ở cấp nano làm cho tác dụng vệ sinh và diệt khuẩn hiệu quả hơn. Cuối cùng, các nhà nghiên cứu Đan Mạch cũng đang nghiên cứu chất phủ kết hợp bạc nano, không cần đến ánh sáng để kích hoạt xúc tác. Các ion từ bạc nano ngăn ngừa sự phát triển của các màng mỏng sinh học.

Zeolite để giữ nước

Zeolite là những silicate nhôm tinh thể phát sinh một cách tự nhiên, có cấu trúc bên trong linh hoạt, cho phép trao đổi ion và dehydration thuận nghịch. Ngoài những zeolite phát sinh tự nhiên, cũng có thể tổng hợp ra những tinh thể này. Zeolite có thể cải thiện khả năng lưu giữ nước của đất cát và cải thiện độ xốp của đất sét. Một nghiên cứu thực hiện năm 2008 đã nhận dạng chất lượng đất chính là một trong những vấn đề để cải thiện năng suất cây trồng ở cận Sahara và Nam Á. Cải thiện năng lực lưu giữ nước của đất có thể giúp gia tăng sản xuất cây trồng ở những vùng có xu hướng dễ bị khô hạn.

III. TĂNG CƯỜNG SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO, ĐẶC BIỆT LÀ NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Mặc dù việc giảm tiêu hao năng lượng và nâng cao hiệu năng là một giải pháp để giảm khí nhà kính, nhưng chỉ mang tính ngắn hạn. Để đối phó với nguy cơ khủng hoảng năng lượng cần phải phát triển những công nghệ đột phá, dựa trên các nguồn năng lượng tái tạo.

3.1. Khái quát về tiềm năng của công nghệ nano trong việc phát triển năng lượng tái tạo

Trong lĩnh vực năng lượng tái tạo (NLTT), công nghệ nano sẽ có tác động to lớn để tạo ra: (1) Pin mặt trời tốt hơn và rẻ hơn, (2) Nền kinh tế hydro và (3) Những thiết bị tích trữ điện ưu việt.

3.1.1. Tạo ra pin mặt trời đạt hiệu suất cao và rẻ

Pin mặt trời là thiết bị biến đổi năng lượng mặt trời thành điện năng. Công nghệ này có tiềm năng khổng lồ, vì ánh sáng mặt trời là một nguồn năng lượng gần như vô tận, lại không thải khí nhà kính. Đây cũng là một trong những giải pháp hấp dẫn nhất, vì tổng lượng năng lượng mặt trời trên Trái đất mỗi ngày lớn gấp 10.000 toàn bộ lượng năng lượng được nhân loại tiêu thụ hiện nay.

Công nghệ pin mặt trời gồm 3 loại chủ yếu như sau:

- *Thế hệ 1*: dựa vào silic và các phương pháp chế tạo của ngành công nghiệp bán dẫn;

- *Thế hệ 2*: dựa vào những vật liệu màng mỏng và những phương pháp được phát triển trong các ngành chế tạo màng và chất phủ.

- *Thế hệ 3*: là một loạt các công nghệ và các phương pháp chế tạo mới, hứa hẹn nâng cao hiệu suất biến đổi năng lượng, giảm giá thành.

Nhiều chuyên gia tin rằng chiến lược tốt nhất để tận dụng tiềm năng to lớn của ánh sáng mặt trời là thông qua các công nghệ thế hệ 2 và 3.

Việc phân định công nghệ pin mặt trời thành 3 thế hệ là dựa vào: (1) Những vật liệu và quy trình chế tạo được sử dụng và (2) Hiệu năng biến đổi cực đại có thể nhận được. Ranh giới giữa thế hệ 2 và 3 đôi khi không rõ rệt.

Ba thế hệ công nghệ và những công nghệ nằm trong đó cạnh tranh nhau để tăng hiệu năng, giảm giá thành vật liệu và chi phí chế tạo. Năm 2006, những công nghệ thế hệ 1 chiếm 90% doanh số. Nhìn chung, chúng có hiệu năng cao nhất, nhưng giá thành vật liệu và chi phí chế tạo cao. Giá module pin mặt trời dựa vào vật liệu công nghệ thế hệ 1 ước tính khoảng 3-4 USD/W. Khi tính cả những thiết bị cân bằng hệ thống khác, chẳng hạn như bộ biến đổi điện một chiều thành xoay chiều, các bộ acquy, thì giá thành tăng lên 6-8 USD/W. Nghĩa là giá điện của các hệ thống pin mặt trời sản xuất ra là vào khoảng 0,25-0,65 USD/kWh, lớn hơn một bậc so với giá điện sản xuất từ than hiện nay.

Những công nghệ thế hệ 2 - thường gọi là pin mặt trời màng mỏng, vì chúng được chế tạo từ các vật liệu màng mỏng - có doanh số năm 2006 chiếm từ 7%, năm 2007 tăng lên 11%, một phần do giá silic tăng. Mặc dù vật liệu màng mỏng thường có hiệu năng biến đổi thấp, nhưng giá thành vật liệu lại thấp hơn vì: (1) Giảm hoặc loại bỏ được lượng silic hoặc vật liệu cần thiết khác, và (2) Sử dụng những phương pháp chế tạo có chi phí thấp. Vì vậy, những công nghệ màng mỏng được hưởng lợi từ giá thành cao của silic.

Các công nghệ có phạm vi rất đa dạng của thế hệ 3 chủ yếu đang ở giai đoạn nghiên cứu nhưng hứa hẹn sẽ đem lại hiệu năng cao hơn, đồng thời chi phí cũng thấp hơn. Những công nghệ đó tìm cách biến đổi một tỷ lệ lớn của phổ ánh sáng mặt trời thành điện thông qua một loạt các vật liệu, công nghệ và phương pháp chế tạo mới.

Mặc dù các công nghệ thế hệ giá thành cao, song cả chi phí lẫn hiệu năng của chúng đều được cải thiện rất nhiều ở vài thập kỷ qua. Hiệu suất của những pin Mặt trời thương mại đã tăng từ 6% lên hơn 15%. Giá thành của chúng cũng giảm từ 20 USD/W hồi thập kỷ 70 xuống 2,7 USD/W năm 2004, trước khi giá silic tăng kéo theo giá pin mặt trời phải tăng theo. Ở phòng thí nghiệm và những ứng dụng trên vũ trụ, những vật liệu và kỹ thuật tiên tiến đã đạt tới hiệu suất chuyển đổi là 35-45%.

Công nghệ thế hệ 1

Trong số hơn 90% pin mặt trời sản xuất ra năm 2006 dựa vào công nghệ thế hệ 1, có 52,3% là từ silic đa tinh thể, còn 38,3% là từ silic đơn tinh thể. Những vật liệu này được sản xuất ra nhờ những phương pháp chế tạo rất tốn kém được phát triển bởi công nghiệp bán dẫn..

Schott Solar, Công ty chế tạo pin và tấm đa tinh thể, tiếp tục đổi mới bằng cách tinh chế các sản phẩm của mình. Tháng 12/2007, Công ty thông báo đã phát triển được một cấu trúc bề mặt mới, có khả năng biến đổi nhiều ánh sáng chiếu vào thành điện năng. Bởi vậy, những pin đó giảm được lượng silic cần thiết cho 1W điện.

Những công ty khác đang chú trọng vào cải tiến việc cung cấp silic ở thượng nguồn. Công ty SunPower đang tìm cách áp dụng những đổi mới gần đây nhất vào nhà máy chế tạo pin mặt trời 25 MW đầu tiên của mình tại Philippin. Tương tự, Solaicx đã phát triển một quy trình liên tục để cấy các tấm silic đơn tinh thể, với năng suất cao hơn 5,5 lần những công ty sản xuất theo từng lô.

Các công ty khác đang theo đuổi phương pháp tăng sôi để tạo silic. Công ty AE Polysilicon ở Mỹ đang sử dụng lò phản ứng tăng sôi chu trình khép kín, thân thiện với môi trường để sản xuất silic hạt, tại nhà máy sản lượng 1800 tấn/năm. Công ty Wacker Chemie của Đức cũng phát triển một nhà máy sản xuất polysilic mới (sản lượng 650 tấn/năm), sử dụng quy trình tăng sôi liên tục, khai trương năm 2008.

Công ty Q-tells của Đức có phòng nghiên cứu và phát triển gồm 300 nhân viên đang tích cực theo đuổi các công nghệ thế hệ 1 lẫn thế hệ 2, tương tự như hơn 160 tổ chức khác ở Đức.

Cuối cùng, một số doanh nghiệp nhỏ ở Mỹ (chẳng hạn như Blue Square Energy và CaliSolar) đang chú trọng phát triển những phương pháp để biến silic chất lượng thấp thành nguyên liệu dùng cho pin mặt trời có khả năng cạnh tranh.

Công nghệ thế hệ 2

Các công nghệ pin màng mỏng phổ biến nhất được chế tạo từ silic vô định hình. Những hãng như Sharp, United Solar Ovonic và Mitsubishi sử dụng công nghệ này. Tuy vẫn dựa vào silic nhưng công nghệ này sử dụng silic ít hơn nhiều so với công nghệ thế hệ 1.

First Solar là Công ty pin mặt trời tăng trưởng nhanh nhất thế giới. Sự tăng trưởng của hãng được thúc đẩy một phần là bởi hãng dựa vào vật liệu cadmium telluride (CdTe), và sự cạnh tranh từ phía các hãng khác đang gia tăng.

Các công ty SoloPower, Miasole, Narosolar, Heliovolt và Ascent Solar đang phát triển những tấm màng mỏng từ đồng indium gallicum selenide (CIGS). Công ty Nanosolar chuẩn bị thương mại hóa pin mặt trời màng mỏng CIGS, với hiệu suất của modul đạt hơn 10%. Cách tiếp cận của hãng là dựa vào kỹ thuật in mực hạt nano năng suất cao lên dải kim loại.

Công ty Heliovolt sử dụng kỹ thuật in nhanh để phủ vật liệu CIGS lên nền kính. Các tấm pin mặt trời của hãng đạt hiệu suất 10-12% tại nhà máy chế thử được khai trương vào năm 2006.

Công ty Ascent Solar đang phát triển công nghệ màng mỏng CIGS với chất nền là chất dẻo. Sản phẩm đưa ra có trọng lượng nhẹ, mềm dẻo và có thể kết hợp với vật liệu xây dựng.

Các công nghệ pin mặt trời hiện nay chủ yếu dựa vào silic (đơn hoặc đa tinh thể). Tuy nhiên, giá thành cao của các pin mặt trời dựa vào silic là trở ngại lớn nhất đối với việc áp dụng rộng rãi. Pin mặt trời màng mỏng hữu cơ hoặc chất dẻo có giá hấp dẫn, chủ yếu dựa vào các hạt nano và polyme, và hiện đang được dùng để chế tạo các tấm pin mặt trời mềm dẻo. Công nghệ màng mỏng cũng đạt hiệu quả về chi phí, và sử dụng chất nền polyme giá rẻ được phủ lớp màng mỏng hoạt tính. Thành phần hoạt tính bao gồm silic vô định hình, hoặc các hợp chất ở cấp nano như CdS, CIS, CdTe, TiO₂, ZnO, chấm lượng tử, vật liệu hữu cơ,... Yêu cầu vật liệu ở đây thấp hơn nhiều so với các phiến điện tử (wafer) và do đó giá thành còn rẻ hơn nữa. Công nghệ chất nền mềm cũng cho phép sử dụng kỹ thuật sản xuất liên tục bằng trục lô, chứ không dùng kỹ

thuật sản xuất theo từng mẻ như ở nhà máy chế tạo vật liệu bán dẫn, làm cho giá thành giảm đi rất nhiều.

Có thể phân loại một số phương pháp sử dụng công nghệ nano để cải tiến tính năng của các pin mặt trời như sau:

- Pin mặt trời nhạy cảm với chất nhuộm;
- Pin mặt trời sử dụng chấm và giếng lượng tử;
- Pin mặt trời hữu cơ;
- Pin mặt trời dựa vào những vật liệu nano khác.

Nhiều công nghệ kết hợp 2 hoặc nhiều hơn các phương pháp này cùng một lúc, cho thấy sự tinh xảo của ngành chế tạo pin mặt trời

Một số hoạt động phát triển và những đột phá gần đây trong lĩnh vực pin mặt trời ứng dụng công nghệ nano được tóm lược dưới đây:

Đại học Stanford: Dựa vào các dây silic đã thiết kế được loại pin mặt trời có hiệu suất hấp thu ánh sáng cao trong khi chỉ sử dụng 1% vật liệu hoạt tính so với bình thường.

Đại học Texas ở Austin: Phát triển kỹ thuật phun phủ mực nano từ đồng-indium-gallium selenide (CIGS), cho các mái và tường nhà để sản xuất điện và sản xuất những tấm pin mặt trời khổ rộng.

Công ty IBM: Phát triển những pin mặt trời giá rẻ, hiệu suất cao (9.6%) trên cơ sở sử dụng những nguyên tố có rất sẵn (Cu, Zn, Sn, S hoặc Se) và áp dụng công nghệ màng mỏng dựa trên phương pháp phun mực nano.

Đại học Stanford: Phát triển những pin mặt trời Nanodome (vòm nano) bằng kỹ thuật phủ nano silic vô định hình. Cấu trúc Nanodome giúp thu giữ ánh sáng phản xạ và nâng hiệu suất lên 25%.

Phòng thí nghiệm Quốc gia Lawrence Berkley: Những màng mỏng sản xuất từ mạng dây nano silic thẳng đứng có khả năng tăng được độ bắt ánh sáng của pin mặt trời lên hơn 70 lần. Đây là một cách kinh tế để có được những pin mặt trời màng mỏng hiệu suất cao, giá hạ.

Công ty New Energy Technologies: Công nghệ phun chất phủ trực tiếp lên kính bằng cách thay thế kim loại chắn ánh sáng bằng những hợp chất trong suốt, tạo bước tiến trong việc phát triển những cửa kính trong suốt sản xuất điện năng.

3.1.2. Phát triển pin nhiên liệu và nền kinh tế hydro

Pin nhiên liệu là một công nghệ tạo khả năng then chốt cho các hệ thống năng lượng tái tạo. Pin nhiên liệu là một thiết bị điện-hóa tạo ra điện năng nhờ biến đổi trực tiếp hydro thành điện một cách hiệu quả, với hiệu suất lên tới 60% (trong khi hiệu suất các động cơ xăng tốt nhất cũng chỉ đạt 25%), đồng thời chỉ thải ra nước không ô nhiễm. Thị trường pin nhiên liệu và năng lượng hydro ước tính đạt 8,8 tỷ USD vào năm 2009 và có triển vọng lên tới 14 tỷ USD vào năm 2014, với tốc độ tăng trưởng gộp là 9,6%. Ứng dụng chính của pin nhiên liệu có triển vọng là trong ngành ô tô, và việc sản xuất đại trà có giới hạn những ô tô chạy pin nhiên liệu có thể sẽ bắt đầu sau năm 2015. Những ô tô sử dụng nhiên liệu hydro có khả năng loại bỏ tất cả các ô nhiễm độc hại khỏi ngành vận tải đường bộ. Tuy nhiên, để ô tô sử dụng pin nhiên liệu mới trở thành thực tiễn thì còn cần phải vượt qua một số thách thức. Trở ngại lớn nhất khiến pin nhiên liệu vẫn chưa được ứng dụng rộng rãi là giá thành còn cao. Những thách thức khác gồm tích trữ và các phương pháp sản xuất, tinh chế hydro. Vật liệu nano sẽ đóng vai trò quan trọng để tích trữ hiệu quả hydro. Một số hệ thống vật liệu được cấu trúc ở cấp nano, chẳng hạn như ống nano cacbon, alanate, hydride nano dựa vào Mg, nanocomposite tổ hợp hydride/cacbon, các ống nano BN, TiS_2/MoS_2 và nanocomposite polyme đang là những ứng viên đầy hứa hẹn, có khả năng tích trữ một khối lượng lớn hydro. Một phát triển đáng lưu ý trong lĩnh vực này là những hợp chất dùng khung kim loại-hữu cơ (MOF) gồm các cụm ôxyt kim loại kết nối với nhau bởi những liên kết hữu cơ để lưu trữ hydro nhờ có những lỗ rỗng có kích thước và chức năng hiệu chỉnh được. Ngoài ra, chúng có những ưu điểm như diện tích bề mặt lớn, mật độ thấp, độ ổn định cơ học và nhiệt cao. Năm 2009, các nhà nghiên cứu ở Đại học Nottingham, Anh, đã thông báo về khả năng lưu trữ hydro của loại vật liệu khung mới NOTT-112, với mật độ tích điện là 10wt% ở 77bar/77⁰K.

Hiện nay, cách sản xuất hydro kinh tế nhất là từ khí tự nhiên, tuy nhiên có nhược điểm là phát thải khí nhà kính. Phương pháp thân thiện sinh thái tốt nhất là dùng xúc tác quang để tách phân tử nước thành hydro và ôxy nhờ ánh sáng. Thomas Nann và Christopher J. Pickett ở Đại học East Anglia, Anh, đã trình diễn thành công phản ứng xúc tác điện quang tách nước để nhận được hydro với hiệu suất 60%, nhờ áp dụng một hệ thống mới gồm điện cực vàng phủ những lớp hạt nano InP và bao gồm một tổ hợp sulphua sắt đưa vào cấu trúc lớp.

Một quy trình sạch nữa để sản xuất hydro là điện phân nước. Gần đây, Công ty QuantumSphere, Inc. (QSI) đã tạo ra đột phá trong lĩnh vực trên nhờ sử dụng những

điện cực phủ hợp kim Ni-Fe nano. Những điện cực được cấu trúc hóa ở cấp nano này làm tăng sản lượng hydro lên 300%, đạt hiệu suất 85%, có khả năng thương mại hóa trong công nghiệp và giao thông vận tải. QSI cũng đã phát triển một xúc tác nano dựa vào palladium giúp giảm giá thành pin nhiên liệu methanol trực tiếp (DMFC) nhờ giảm sử dụng platinum 30 - 50%. Chất xúc tác này làm tăng diện tích bề mặt xúc tác lên rất nhiều, do vậy làm tăng độ bền, vòng đời và giảm được kích thước DMFC.

Màng ngăn là thành phần quan trọng của pin nhiên liệu, nó chỉ cho phép các điện tích dương (ion hydro) di chuyển qua để đến catốt. Những màng được chế tạo ra ở cấp nano trong pin nhiên liệu cho hiệu quả cao hơn và tạo khả năng sản xuất những pin nhiên liệu nhẹ hơn với tuổi thọ cao hơn. Công ty PolyFuel Inc. của Mỹ, đã tung ra thị trường những màng hydrocacbon nano cho cả những pin nhiên liệu methanol trực tiếp lẫn pin nhiên liệu hydro. Những màng này bền hơn và rẻ hơn màng fluorocarbon tiên tiến. Gần đây, các nhà nghiên cứu ở trường Đại học Calgary, Canada đã phát triển một màng mới, dựa trên khung kim loại hữu cơ, tạo khả năng để pin nhiên liệu dùng màng điện phân polyme (PEM) vận hành được ở nhiệt độ cao hơn-một bước tiến quan trọng tăng hiệu suất, giảm giá thành các pin nhiên liệu sử dụng PEM.

3.1.3. Cải thiện các thiết bị tích trữ năng lượng

Ac quy

Những xe ô tô điện và ô tô lai có tiềm năng giảm được rất nhiều lượng phát thải gây ô nhiễm không khí và làm nóng lên toàn cầu, đồng thời giúp giảm bớt sự phụ thuộc vào xăng dầu. Theo ước tính của Phòng thí nghiệm quốc gia Argon, Mỹ, ô tô điện có thể giảm phát thải khí nhà kính 26% so với các ô tô xăng và làm biến đổi ngành chế tạo ô tô. Công nghệ acquy tiên tiến là tâm điểm của cuộc biến đổi này, vì nó quyết định quãng đường ô tô điện có thể chạy sau một lần sạc điện và thời gian để sạc lại. Hiện nay, thị trường acquy ô tô được chiếm lĩnh bởi các acquy hydride nickel-kim loại (NiMH) hoặc axit chì, nhưng các chuyên gia dự báo rằng trong tương lai gần sẽ là các acquy lithium-ion/ lithium-sulfur.

Vật liệu nano có hứa hẹn to lớn trong việc nâng cao tính năng và tuổi thọ của các acquy lithium. Nó cũng có tiềm năng làm tăng mật độ năng lượng và công suất, giảm thời gian nạp điện, cũng như giảm trọng lượng và kích thước, đồng thời tăng độ an toàn và ổn định của acquy. Nhiều công ty đang tích cực nghiên cứu phát triển những acquy dựa vào vật liệu nano:

Công ty Altair Nanotechnologies - Sản phẩm: Acquy lithium có anốt chứa hạt nano lithium-titanate. Đặc tính then chốt của chúng là độ an toàn cao, tuổi thọ dài và thời gian sạc điện ngắn, thích hợp cho các ô tô điện.

mPhase Technologies - Sản phẩm: Acquy nano thông minh, dựa trên những vật liệu nano siêu kỵ nước, có thời gian lưu điện rất dài.

A123 Systems - Sản phẩm: Acquy lithium, trong đó cobalt ôxyt được thay thế bằng nanophosphate, cho phép nạp điện nhanh, tạo ra mật độ công suất lớn, tuổi thọ cao, thích hợp cho những dụng cụ điện cầm tay. Công ty cũng đang trong quá trình thâm nhập thị trường ô tô lai.

Li-Tec Battery GmbH (liên doanh giữa Evonik Industries AG và Daimler AG) - Sản phẩm: Acquy lithium với công nghệ màng gốm dẻo phân ly, giúp tăng tính năng, tuổi thọ và độ an toàn.

NanoEner Technologies - Sản phẩm: Điện cực dựa trên LiMn_2O_4 , LiCoO_2 , MnO_2 , C và Si, với những hạt nano hoạt tính, được kết hợp vào bộ góp hiện thời để chế tạo các thiết bị tích điện, giúp các quá trình nạp và tái nạp điện diễn ra nhanh hơn.

Next Alternative Inc. - Sản phẩm: Acquy ống nano cacbon axit chì, có thể sạc lại trong khoảng thời gian dưới 1 tiếng và tăng khả năng tích điện ít nhất là 4 lần so với acquy chưa cải tiến.

Nexeon Ltd. - Sản phẩm: Acquy lithium dùng anốt silic giúp tăng vòng đời và năng lực sạc điện lên 10 lần so với anốt cacbon. Nếu được sử dụng với catốt tiêu chuẩn, acquy có thể tăng dung lượng điện lên 30-40%.

Gần đây, đã có những nỗ lực lớn để nâng cao tính năng acquy nhờ ứng dụng các vật liệu nano. Có thể nêu một số phát triển và hoạt động then chốt như sau:

Viện Công nghệ Georgia, Đại học Wisconsin-Madison, Superior Graphite và Streamline Nanotechnologies Inc. - Mục tiêu: Chế tạo những hạt nanocomposite C-Si nhờ phương pháp từ dưới lên theo từng cấp và chế tạo anốt cho acquy lithium. Năng lực phóng nạp điện cao hơn 5 lần so với anốt graphite tiên tiến (1950mA/g), đạt được tính năng ổn định và tốc độ cao.

Đại học Stanford - Mục tiêu: Phát triển acquy lithium sulfide (dây nano Li_2S /silic) với năng lượng riêng lên tới 1,550 Wh/kg (cao hơn 4 lần so với acquy lithium).

Boston College - Mục tiêu: Tổng hợp anốt dựa trên cấu trúc nano chứa các mạng nano 2 chiều và phủ silic. Đây là một trong những vật liệu anốt tốt nhất, nhờ kết hợp dung lượng cao, tuổi thọ lớn và tốc độ tích/phóng điện cao.

Đại học Bang Arizona và Fluidic Energy, Inc. - Mục tiêu: Phát triển dòng acquy kim loại-không khí mới có mật độ năng lượng siêu cao, gấp 5-20 lần acquy Li, trong khi giá thành chỉ rẻ bằng 1/3.

Inorganic Specialists, Inc., Ultramet, Inc., và Trung tâm Công nghệ Vật liệu Edison - Mục tiêu: Phát triển anốt năng lực siêu cao dựa trên giấy sợi nano cacbon phủ silic mới, giá hạ phục vụ cho những acquy Li thế hệ mới, có điện dung cao gấp 3 lần acquy tiên tiến sử dụng anốt graphite, và catốt lithium (Ni,Co,Mn)O₂.

Envia Systems và Phòng thí nghiệm Quốc gia Argonne (ANL) - Mục tiêu: Phát triển acquy lithium thế hệ mới, mật độ năng lượng cao, giá hạ, sử dụng các anốt composite Si-C và catốt composite Mn.

Siêu tụ điện

Loại thiết bị này đang nổi lên như một công nghệ tạo khả năng then chốt phục vụ cho ngành vận tải đạt hiệu quả về nhiên liệu cũng như lĩnh vực năng lượng tái tạo. Thị trường siêu tụ điện hiện nay ước tính đạt 180 triệu USD và có triển vọng tăng gấp đôi trong 5 năm tới. Siêu tụ điện là một nguồn năng lượng giá rẻ để thay thế các acquy trong những ứng dụng khác nhau, chẳng hạn như các dụng cụ điện, các thiết bị điện tử di động và các ô tô điện. Một số hãng chế tạo ô tô đang khai phá việc kết hợp siêu tụ điện với acquy lithium để làm hệ thống tích điện thế hệ mới cho các ô tô lai. Các siêu tụ điện có khả năng cung cấp những xung điện lớn và có thể hỗ trợ quá trình tăng tốc, lên dốc, phanh và khởi động nguội, do đó có thể giúp kéo dài thời gian vận hành của acquy. Mặc dù mật độ năng lượng của siêu tụ điện rất thấp so với acquy, nhưng đặc tính điện tuyệt vời của chúng có thể giúp thế hệ ô tô mới tăng tốc với tốc độ tương đương hoặc cao hơn các động cơ chạy xăng, trong khi giảm được rất nhiều nhiên liệu tiêu hao. Gần đây, đã có những đột phá lớn trong việc nâng cao tính năng của siêu tụ điện nhờ vật liệu nano, với một số thành tựu được nêu dưới đây:

Nanotek Instruments, Inc. - Phát triển những nanocomposite xốp có kích cỡ lỗ trung bình, dựa vào những điện cực chứa chất phủ/chất gắn kết polyme dẫn điện để chế tạo siêu tụ điện.

Đại học California - Chế tạo siêu tụ điện dựa vào dây nano In_2O_3 và các màng làm từ ống nano cacbon, với dung tích cao hơn (64F/g), mật độ năng lượng lớn (1.29 W-h/kg) và thời gian vận hành dài.

Đại học Maryland và Viện KH&CN Tiên tiến của Hàn Quốc: Đã phát triển được tụ điện nano tĩnh điện trong màng xốp nano ôxyt nhôm nhờ kết tủa lớp nguyên tử tuần tự lên kim loại. Có triển vọng tăng điện dung lên 100 lần.

Đại học Drexel, Đại học Pennsylvania và Phòng thí nghiệm Quốc gia Lawrence Livermore: Đã phát triển cacbon xốp nano được dẫn xuất từ TiC nhờ khắc ở trong chlorine. Khi được sử dụng làm điện cực của siêu tụ điện với chất điện phân hữu cơ, cacbon xốp nano được dẫn xuất từ cacbua và được xử lý hydro (CDC) có điện dung lên tới 130 F/g mà không bị suy giảm sau 10.000 chu trình phóng nạp điện.

3.2. Những thành tựu ứng dụng công nghệ nano trong pin mặt trời

3.2.1. Pin mặt trời nhạy cảm với chất nhuộm

Đây là một trong những công nghệ pin mặt trời thế hệ 3 được nhắc đến nhiều nhất, do Michael Grätzel và các cộng sự phát triển năm 1991 và những pin này được gọi là pin Grätzel. Pin được chế tạo từ những hạt nano dioxit titan được phủ chất nhuộm hữu cơ. Ưu điểm chính của pin là dễ chế tạo, chi phí thấp, thời gian thu hồi năng lượng ngắn (lượng năng lượng cần thiết để sản xuất pin được hoàn trả dưới 1 năm, trong khi của pin silic là 3-4 năm). Chúng có thể được in lên thủy tinh, băng kim loại và chất dẻo, tạo khả năng sản xuất từ cuộn này sang cuộn khác. Chúng cũng có thể được chế tạo ở dạng trong suốt hoặc với màu sắc khác nhau, có thể kết hợp với các vật liệu xây dựng. Nhược điểm chính là hiệu suất thấp hơn 2 lần so với pin silic ở điều kiện tiêu chuẩn là 25°C và mật độ ánh sáng 1.000 W/m^2 . Tuy nhiên, khoảng cách hiệu suất này được thu hẹp lại rất nhiều nếu xét ở các điều kiện thực tế ngoài trời.

Những lợi ích bổ sung bao gồm quy trình sản xuất nhanh, tương tự như kỹ thuật in phun. Mặc dù chúng sử dụng những vật liệu tiên tiến, nhưng công nghệ chế tạo lại tương đối rẻ và ít tiêu tốn năng lượng hơn nhiều so với các quy trình chế tạo pin mặt trời khác. Bởi vậy, tác động môi trường của pin mặt trời Grätzel thấp hơn rất nhiều.

Một số hãng của Nhật, Ôxtrâyliya, Mỹ và châu Âu đã phát triển những ứng dụng của pin Grätzel. Ví dụ, G24 Innovations đã xây dựng một nhà máy sản lượng 30 MW/năm tại Cardiff, Wales, được mở rộng lên 200 MW vào cuối năm 2008.

3.2.2. Pin mặt trời sử dụng chấm và giếng lượng tử

Sử dụng chấm và giếng lượng tử trong pin mặt trời là lĩnh vực nghiên cứu tương đối mới. Những công nghệ này có thể nâng hiệu suất biến đổi năng lượng và hạ chi phí chế tạo xuống rất nhiều. Quatasol – một công ty của Anh sử dụng những giếng lượng tử cực nhỏ phân bố xen kẽ giữa các lớp gallium arsenide (GaAs) giúp tăng gấp đôi hiệu năng của pin so với các pin silic. Phương pháp này và các cải tiến khác có thể nâng hiệu năng của pin mặt trời lên 30%.

3.2.3. Pin mặt trời hữu cơ

Các công ty Konarka và Air Products and Chemicals đang liên kết đẩy nhanh tốc độ tiến bộ của các pin mặt trời hữu cơ. Họ được tài trợ từ Chính phủ Mỹ để phát triển những polyme tiên tiến dùng cho pin mặt trời hữu cơ. Tháng 3/2008, Konarka thông báo đã thành công trong sử dụng kỹ thuật in phun để chế tạo pin mặt trời. Alan Heeger, nhà khoa học trưởng và đồng sáng lập hãng Konarka cho biết hãng đang nghiên cứu và phát triển các polyme tự lắp ráp để chế tạo pin mặt trời mềm dẻo bằng kỹ thuật in, có hiệu suất là 10-15%.

3.2.4. Pin mặt trời sử dụng những vật liệu nano khác

Những vật liệu nano này gồm mực tinh thể nano, dây nano và anten nano. Công ty Innovalight đang sử dụng các tinh thể nano silic ở dạng mực silic, có thể dùng để in. GE Global Research đã trình diễn các pin mặt trời làm từ dây nano có hiệu năng đạt 18% và có thể được chế tạo với chi phí thấp hơn nhiều lần so với những pin mặt trời hiện nay. Các nhà nghiên cứu ở Phòng thí nghiệm quốc gia Idaho và Micro Continium đã phát triển phương pháp in các mạng anten nano lên tấm chất dẻo. Nhờ kích thước nhỏ, những anten nano hấp thụ cả năng lượng hồng ngoại, nghĩa là chúng có thể hấp thụ năng lượng của cả ánh sáng lẫn nhiệt của Trái đất, không như những pin mặt trời khác chỉ hoạt động với ánh sáng.

3.2.5. Chấm lượng tử: cuộc cách mạng cho pin mặt trời

Những kim loại, chẳng hạn như đồng, là các chất dẫn điện tuyệt hảo, vì chúng chứa rất nhiều điện tử chuyển động tự do. Trái lại, những chất điện môi, chẳng hạn như thủy tinh, hầu như không chứa điện tử tự do ở trong mạng nên chúng dẫn điện rất kém. Nằm ở giữa 2 nhóm vật liệu trên là vật liệu bán dẫn, chẳng hạn như silic. Vật liệu bán dẫn giữ một vị trí khá đặc biệt, vì ở trạng thái thuần túy chúng chứa rất ít điện tử tự do, nhưng các điện tử tự do sẽ được sản sinh ra khi chịu tác động của ánh sáng, nhiệt hoặc tạp chất thích hợp. Đặc điểm then chốt của vật liệu bán dẫn là ở chỗ bên trong chúng

tồn tại khoảng trống năng lượng, nghĩa là phạm vi năng lượng mà các điện tử không được phép xâm phạm.

Một ứng dụng ngày càng đóng vai trò quan trọng của vật liệu bán dẫn là tạo ra các pin mặt trời. TS. Lan Fu lãnh đạo nhóm các nhà khoa học ở trường Đại học quốc gia Ôxtraylia đang nghiên cứu để tạo ra pin hiệu suất cao từ hợp chất bán dẫn phức hợp được nuôi cấy trên tấm vật liệu được xếp chồng từ các lớp tế vi.

Một trong những kỹ thuật mà họ áp dụng là sử dụng các chấm lượng tử - là những hạt vật liệu bán dẫn cực nhỏ được nuôi cấy trên bề mặt vật liệu bán dẫn khác. Chúng rất nhỏ, nên những điện tử và lỗ nào bị bẫy vào đều chịu hiệu ứng lượng tử. Nếu được tạo dựng một cách chính xác, thì một tấm gồm các chấm lượng tử có thể hành xử rất giống với một vật liệu bán dẫn thông thường, tuy nhiên khoảng trống năng lượng của nó bây giờ được quyết định không chỉ bởi tính hóa học, mà còn bởi cấu trúc của vật liệu. Nghĩa là ta có thể tạo ra những khoảng trống theo ý muốn - điều hoàn toàn không thể đối với vật liệu bán dẫn thông thường.

Kế hoạch đặt ra là chế tạo pin từ hợp chất vật liệu bán dẫn đa lớp thông thường, sau đó bổ sung một lớp chấm lượng tử ở bên dưới. Tấm này có tiềm năng làm tăng rất nhiều hiệu suất vốn dĩ đã cao của tấm đa lớp ở trên nhờ hấp thụ những photon hồng ngoại mà tấm ở trên bỏ qua.

Công trình thoát đầu chú trọng vào nghiên cứu loại pin chấm lượng tử một lớp ghép và kết quả đã rất khích lệ, phản ứng của pin mở rộng rất nhiều sang các bước sóng ánh sáng hồng ngoại mà các pin thông thường không tận dụng được. Dòng điện của pin được quyết định bởi số lượng photon mà nó hấp thụ và hiệu quả mà các điện tử-lỗ đi đến các tiếp điểm. Đối với tất cả những điểm đó pin đều đáp ứng tốt.

Tuy nhiên, thách thức lớn nhất mà pin chấm lượng tử phải đối mặt là kiểm soát tác động của cấu trúc chấm lượng tử lên điện áp của pin. Hiệu ứng lượng tử trong chấm lượng tử gây ra một số ảnh hưởng lên điện áp vì nó làm các điện tử và lỗ dễ tái hợp với nhau hơn khi chúng chuyển động qua thiết bị, làm giảm phần nào hiệu suất tăng thêm của pin.

Với những bộ pin có hiệu suất thậm chí chỉ 50%, nhưng với giá thấp hơn, thì một hộ trung bình có thể đủ điện để dùng nhờ một tấm pin đặt trên mái nhà có diện tích lớn hơn chiếc khăn trải bàn một chút. Và những xe ô tô chạy bằng điện tự cấp sẽ hầu như không tốn tiền nhiên liệu và không gây ô nhiễm môi trường sẽ trở thành một khả năng hoàn toàn hiện thực.

3.2.6. Pin mặt trời chất dẻo

Các pin mặt trời chất dẻo vẫn chưa thể cạnh tranh được với các pin mặt trời silic về hiệu năng ở quy mô lớn. Nhưng chúng đã đủ phẩm chất để ít nhất có một Công ty là Konarka ở Lowell đang nỗ lực biến chúng thành sản phẩm thương mại.

Quân đội, Không lực Mỹ và Textronics, một Công ty ở Wihmington, hiện nay đang kết hợp các pin mặt trời của Konarka vào lều bạt để cung cấp điện cho máy tính và vào vải may túi xách để nạp điện cho điện thoại di động và máy tính xách tay.

Pin mặt trời của Konarka được in hoặc phủ lên màng chất dẻo (giống như cuộn phim chụp ảnh). Các hạt nhỏ ở trên màng sẽ hấp thụ ánh sáng và sản sinh ra các điện tử, chuyển động đến các điện cực để tạo thành dòng điện.

Konarka cũng cho thấy các vật liệu trong pin có thể được hiệu chỉnh để có thể hấp thụ hoặc phản xạ các bước sóng ánh sáng khác nhau, và khác với các vật liệu pin mặt trời thông thường, màng chất dẻo có thể tạo ra các hình dạng khác nhau. Theo Textronics, một đối tác của Konarka, thì thành phẩm của Công ty có thể có hình thức giống như vải thông thường.

Mục tiêu mà Konarka muốn vươn tới là làm cho điện mặt trời, hiện có giá cao gấp 4-5 lần so với điện lưới, có thể cạnh tranh được với nhiên liệu hóa thạch.

Một phương pháp nữa là chế tạo vật liệu quang điện từ polyme dẫn điện và các cấu trúc nano gọi là fullerene. Thoạt đầu, khi mới ứng dụng vật liệu này để làm pin mặt trời, hiệu năng của chúng rất thấp, chỉ đạt 1-2%. Tuy nhiên, thời gian gần đây, bằng cách bố trí lại các polyme và fullerene, một số nhóm nghiên cứu đã cải thiện được độ lưu thông của dòng điện trong vật liệu, nâng được gấp đôi hiệu suất biến đổi ánh sáng thành điện. Nếu các nhà nghiên cứu có thể tăng thêm được gấp đôi nữa thì những pin này sẽ cạnh tranh được với các năng lượng từ Mặt trời hiện có. Bước tiếp theo là làm cho pin cạnh tranh được với pin nhiên liệu hóa thạch. Để thực hiện được, cần phải vượt qua những trở ngại lớn. Ví dụ, một biện pháp để tăng hiệu suất là tăng được lượng ánh sáng thực tế do pin hấp thụ. Theo Sean Shaheer, một chuyên gia về điện Mặt trời thuộc Phòng thí nghiệm Năng lượng tái tạo Quốc gia ở Golden, điều này có thể đạt được bằng cách tạo ra loại vật liệu có khả năng hấp thụ được nhiều màu hơn trong phổ ánh sáng - đây là ý tưởng mà ông đang thúc đẩy phát triển.

Các công trình nghiên cứu về các công nghệ điện mặt trời mới đang đạt được nhiều tiến bộ cả ở các phòng thí nghiệm của các công ty lẫn ở khu vực nghiên cứu hàn lâm.

Các nhà khoa học tin rằng sẽ tạo được những pin mặt trời đạt hiệu suất và có giá rẻ để giúp nhân loại khỏi bị lệ thuộc vào nguồn nhiên liệu hóa thạch.

3.2.7. Công nghệ dây nano

Để có được những pin mặt trời rẻ hơn và hiệu suất cao hơn, các nhà nghiên cứu ở trường đại học California, Berkeley đã chế tạo các pin mặt trời từ hàng tỷ sợi dây nano, mỗi sợi có đường kính 60 nano và chiều dài 20 micron. Dây nano được làm từ oxyt kẽm và phủ chất hấp thụ ánh sáng, dẫn điện hiệu quả hơn gấp 100 lần so với pin mặt trời chế tạo từ hạt nano mà hiện nay các nơi đang phát triển. Tuy nhiên, hiệu suất biến đổi ánh sáng thành điện của pin vẫn còn thấp, chỉ đạt khoảng 1,5%.

Pin mặt trời chế tạo từ silic có giá thành rất đắt. Việc thay thế silic bằng vật liệu nano hứa hẹn sẽ làm giảm được giá thành. Nhưng hiệu suất biến đổi ánh sáng thành điện ở các pin mặt trời nano thường thấp, chủ yếu là do các điện tử phải lách qua khe hở giữa các hạt nano nhồi trong pin. Bằng cách thay các hạt nano bằng các sợi dây nano đơn tinh thể, hiệu suất của pin đã được nâng lên. Tiến bộ quan trọng này có thể sẽ đem lại hiệu suất cao hơn.

Các nhà nghiên cứu đã tạo ra mạng dây nano bằng cách lên bề mặt thủy tinh dẫn điện các chấm oxyt kẽm, có đường kính 4 nanomet. Các "chấm" này có công dụng là những "hạt giống" để phát triển thành dây nano.

Mặc dù sự chuyển động của điện tử ở trong pin làm từ dây nano đã được cải thiện, nhưng hiệu suất nói chung vẫn còn thấp. Oxyt kẽm thu lượm điện tử từ chất nhuộm kém hiệu quả hơn so với dioxyt titan là chất hay được sử dụng nhiều hơn trong pin mặt trời nano. Các nhà nghiên cứu hiện nay đang tìm cách chế tạo dây từ dioxyt titan - một quy trình chế tạo khó khăn hơn.

Các dây nano cũng có diện tích bề mặt nhỏ hơn so với mạng các hạt nano, bởi vậy chúng cũng mang được lượng chất nhuộm hấp thụ ánh sáng ít hơn. Các nhà nghiên cứu đang tiến hành giảm bớt đường kính của sợi dây xuống còn 10 nanomet để có thể đưa được nhiều dây hơn vào trong mạng và tăng tổng diện tích bề mặt.

Trong khi đó, các nhà nghiên cứu ở Đại học Harvard đã chế tạo ra những pin mặt trời có kích thước rất nhỏ, chỉ bằng một phần nhỏ của chiều rộng sợi tóc. Những pin này, được chế tạo từ dây nano đường kính 300 nanomet, có thể cung cấp điện cho những cảm biến hoặc robot tí hon, phục vụ trong tương tác theo dõi môi trường hoặc mục đích quân sự. Hơn thế nữa, thiết kế cơ bản của những pin đó còn hữu ích cho nền sản xuất điện quy mô lớn, có tiềm năng giảm bớt giá thành của điện mặt trời.

Mỗi pin mặt trời mới này là một dây nano có lõi là silic đa tinh thể và một số lớp silic đồng tâm có các tính chất điện tử khác nhau. Những lớp này thực hiện những chức năng tương tự như những lớp bán dẫn ở các pin mặt trời thông thường là hấp thu ánh sáng để tạo ra điện. Để chế tạo những pin này C. Lieber, Giáo sư hóa học ở Đại học Harvard đã cải biến những phương pháp mà trước đây ông đã sử dụng để chế tạo dây nano để làm các cảm biến và tranzito. Tiếp đó, ông đã trình diễn cho thấy những pin mặt trời của ông có thể cấp điện cho 2 cơ cấu dây nano mà ông đã chế tạo trước đây: cảm biến pH và tranzito.

Mục đích cuối cùng đặt ra là chế tạo những thành phần điện tử có thể tự lắp ráp thành những cơ cấu mà những cấu phần khác không thể tạo ra được (Lieber đã cho thấy rằng có khả năng tạo ra những cấu phần như vậy; chúng có khả năng tự lắp thành những mạng chính tắc ở trong dung dịch).

Ngoài mục đích cung cấp điện cho các máy siêu nhỏ, những pin mặt trời đó kết cục có thể được lắp ghép với nhau thành những mạng lớn để thay thế những tấm pin mặt trời thông thường ở trên mái nhà.

IV. CHIẾN LƯỢC 3: NHẢM VÀO NHỮNG VẤN ĐỀ QUẢN LÝ CACBON, BAO GỒM VIỆC TÁCH, THU GIỮ, TÀNG TRỮ VÀ BIẾN THÀNH NHỮNG SẢN PHẨM HỮU ÍCH

Hàng năm, gần 30 tỷ tấn CO₂ phát thải vào bầu khí quyển từ các nhà máy nhiệt điện, xe ô tô và các nhà máy công nghiệp do sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Trong số đó, phát thải CO₂ của các nhà máy nhiệt điện ước tính chiếm tới 1/3 tổng lượng khí CO₂ phát thải của toàn thế giới mỗi năm.

Sự gia tăng đáng lo ngại lượng khí CO₂ trong khí quyển đã dẫn tới một số đề xuất về cách thức thu hồi và tàng trữ. Một số đề xuất hiện đã và đang được thử nghiệm ở quy mô lớn, liên quan đến việc tách CO₂ rồi sau đó giữ trong các tầng địa chất. Những ý tưởng khác xoay quanh việc tái chế lượng CO₂ đã thu hồi được, ví dụ như biến nó thành hydrocarbon để sau đó điều chế thành nhiên liệu hoặc chất dẻo.

4.1. Thu hồi diôxyt cacbon bằng màng mỏng nano

Công nghệ lọc bằng màng mỏng nano

Một trong những phương án giảm CO₂ phát thải của nhà máy nhiệt điện là thu hồi nó trước khi thoát ra môi trường, sau đó chôn xuống lòng đất. Tuy nhiên, trước khi

nhận được CO₂, cần phải tách nó khỏi các khí thải khác. Phần lớn những phương pháp lọc được dùng hiện nay đều đắt tiền và đòi hỏi sử dụng hóa chất. Các kỹ thuật công nghệ nano để chế tạo màng mỏng cấp nano có thể đưa lại công nghệ màng mới, giúp cải thiện tình hình nói trên.

Những màng hiện nay phần nhiều đều không thích hợp với những ứng dụng quy mô lớn, vì độ thấm thấu của chúng đối với điôxyt cacbon không cao; những màng tiên tiến cũng chỉ có độ thấm thấu khoảng 0,3 m³/m²/h/bar.

Các nhà nghiên cứu Đức thông báo họ đã phát triển và chế tạo được những màng mỏng đạt công năng kỷ lục. Bằng cách kết hợp cách thiết kế những màng polyme ưa khí CO₂ với những điều kiện chế tạo cấp nano được kiểm soát, họ đã nhận được những màng mỏng chọn lọc không chứa khuyết tật, có độ mỏng thấp hơn 100 nm. Những màng mỏng này đạt mức thấm CO₂ kết hợp với độ lựa chọn và độ ổn định cao chưa từng thấy từ trước đến nay.

Các nhà nghiên cứu thuộc Viện nghiên cứu Vật liệu và Viện nghiên cứu Polyme đã chế tạo từ những co-polyme đa khối gồm polyethylene ôxyt và polybutyleneterephthalate thành những màng mỏng composite ở phòng thí nghiệm và quy mô kỹ thuật.

Để chế tạo những chất phủ siêu mỏng, không khuyết tật, có độ thấm và chọn lọc cực cao đối với CO₂, các nhà nghiên cứu đã sử dụng một lớp trung gian có độ thấm cao, dày dưới 300 nm giữa một lớp đế vi xốp và một lớp phủ có chức năng chọn lọc. Lớp trung gian có độ thấm cao này có tác dụng như một lớp phủ bảo vệ, ngăn không cho dung dịch polyme hòa loãng thấm qua cấu trúc xốp và đồng thời giúp toàn bộ bề mặt màng trở nên nhẵn hơn.

Qua các lần thử nghiệm, các nhà khoa học thấy rằng những màng mỏng của họ có độ thấm CO₂ cao hơn 20 lần so với những loại màng khác có bán trên thị trường hiện nay và có độ chọn lọc CO₂/N₂ cao nhất.

Lọc khí CO₂ thải ra từ nhà máy nhiệt điện dùng khí đốt tự nhiên

Thế giới đang thiếu năng lượng và một phương pháp để sản xuất điện là đốt khí tự nhiên. Vấn đề là khi đốt khí tự nhiên thì sản ra khí CO₂, nên phải tìm cách không để cho nó thoát ra bầu khí quyển.

Cuộc tranh cãi hiện nay liên quan đến các nhà máy điện dùng khí đốt là làm thế nào hạ thấp phí tổn thu hồi khí CO₂ để giúp kỹ thuật này có thể áp dụng được một cách kinh tế. Cả Bredesen và các đồng nghiệp của ông tại trường Đại học Oslo lẫn Đại học

Khoa học và Công nghệ Nauy đều đang cố gắng tìm những phương pháp rẻ nhất và tốt nhất để thực hiện việc này. Nghĩa là quy trình lọc hơi đốt phải không được tiêu thụ quá nhiều năng lượng.

Màng tách hydro của nhóm được quốc tế quan tâm rất nhiều. Mànng này đã được ứng dụng rất hiệu quả trong Dự án của EU để thu hồi khí CO₂, thu hút được 24 đối tác. Họ đã đánh giá và so sánh 4 công nghệ khác nhau, xem ra mànng này có giá thành rẻ nhất và đạt hiệu quả cao nhất trong việc thu hồi CO₂. Hiện họ đang nghiên cứu mở rộng quy mô công nghệ. Một nhà máy điện khí đốt cần phải có vài nghìn m² mànng.

Vì sao sử dụng mànng lại là một ý tưởng hay cho việc thu hồi CO₂? Việc chuyển hóa khí tự nhiên thành cái gọi là khí tổng hợp gồm H₂ và CO, tiêu thụ rất nhiều năng lượng và đòi hỏi áp suất và nhiệt độ cao mới hiệu quả. Sau đó khí phải được làm nguội trước khi có thể được tách ra thành chất lỏng để thu giữ CO₂.

Với công nghệ mànng mỏng, các nhà khoa học có thể thực hiện cả 2 việc trên ở trong cùng một quá trình. Ngoài ra, họ có thể thực hiện việc đó ở nhiệt độ thấp hơn. Do đó, theo Bredesen, quá trình đó vừa hiệu quả lại vừa rẻ. Ông cho biết những phễu mới đều chứa mànng palladium-bạc, chỉ cho phép hydro thoát ra. Do mànng chỉ dày khoảng 0,02 mm, nên nó được gắn lên ống thép đột lỗ giúp tăng độ bền cơ học.

Một công nghệ nữa mà họ đang nghiên cứu là về các mànng có thể chuyển vận oxy. Những mànng đó có thể được dùng để tách lấy oxy từ không khí. Nếu áp dụng những mànng đó cho nhà máy điện, quá trình đốt sẽ diễn ra trong môi trường oxy mà không có nito. Do vậy, khí thải chỉ gồm chủ yếu khí CO₂ và hơi nước, có thể dễ dàng làm nguội rồi phân ly.

4.2. Công nghệ vật liệu xốp hấp thụ CO₂

Nhóm vật liệu zeolitic imidazolate

Các nhà nghiên cứu đã phát triển được những vật liệu xốp, có khả năng hấp thụ CO₂ với khối lượng lớn gấp 80 lần khối lượng bản thân chúng. Những vật liệu này có thể được dùng để thu giữ khí CO₂ trong thành phần khí thải ra từ ống khói của nhà máy nhiệt điện. Khí CO₂ được hấp thụ trong những vật liệu này có thể lấy ra bằng cách thay đổi áp suất, sau đó nén lại và cuối cùng được bơm xuống lòng đất để cất giữ lâu dài. Khâu đầu tiên, tức là thu giữ CO₂, là đặc biệt quan trọng, vì khâu này có thể tiêu tốn 75% tổng chi phí.

Những vật liệu mới đã được tạo ra bởi nhóm nghiên cứu đứng đầu là Omar Yaghi. Ông là nhà hóa học nổi tiếng, với các công trình chế tạo các cấu trúc tế vi cực kỳ phức

tạp. Những vật liệu này hấp thụ một khối lượng lớn khí CO₂, nhưng lại không hấp thụ các khí khác.

Nhiều kỹ thuật từng được phát triển để thu giữ CO₂ từ khí thải, nhưng chúng sử dụng rất nhiều năng lượng, chiếm tới 15-20% toàn bộ sản lượng điện của nhà máy điện. Sở dĩ như vậy là vì những vật liệu hiện có, được biết là các amin, cần phải được gia nhiệt để lấy CO₂ ra khỏi chúng. Trên thực tế, việc thu giữ và nén khí CO₂ bằng những phương pháp hiện nay có thể làm cho chi phí sản xuất điện từ than tăng thêm 80-90%, Thomas Feeley, Giám đốc Dự án của Phòng Thí nghiệm Công nghệ Năng lượng Quốc gia, nhận xét.

Feeley cho biết những vật liệu của Yaghi tương đương với các vật liệu đang thử nghiệm khác cũng dễ hấp thụ CO₂, nhưng được phát triển để giảm bớt những phí tổn như vậy. Yaghi nói những vật liệu của nhóm ông có thể giảm phí tổn xuống rất nhiều, vì chúng sử dụng ít năng lượng hơn, mặc dù chính xác là bao nhiêu thì cần phải có các thử nghiệm ở nhà máy điện.

Ngoài tiềm năng hữu ích để làm sạch khói thải nhà máy nhiệt điện, những vật liệu này còn có thể được ứng dụng trong các nhà máy khí hóa than. Ở những nhà máy này, than thoát đầu được chế biến để sản ra hỗn hợp CO₂ và H₂. Tiếp đó H₂ được dùng để sản xuất điện, còn CO₂ có thể được thu giữ bằng cách sử dụng dung môi, làm tăng năng lượng tiêu tốn. Nhưng cũng giống như quy trình dùng cho ống khói nhà máy điện, những vật liệu mới có thể cần đến ít năng lượng hơn.

Những vật liệu nói trên nằm trong nhóm vật liệu có tên là các zeolitic imidazolate. Chúng được tạo ra từ các nguyên tử kim loại được bắc cầu với nhau bằng một hoặc vài phân tử hữu cơ hình xuyên. Trước khi có công trình của Yaghi, đã có 24 loại zeolitic imidazolate được phát triển trong vòng 12 năm. Yaghi đã tạo ra 25 phiên bản mới chỉ trong 3 tháng. Những vật liệu này có thể cực kỳ linh hoạt, vì những phân tử kim loại có thể tác dụng như những xúc tác mạnh, còn những phân tử hữu cơ có thể có công dụng như những “mỏ neo” để móc vào đó một số phân tử chức năng.

Những vật liệu mới hấp thụ tốt CO₂ một phần là do chúng cực kỳ xốp, do vậy có diện tích bề mặt lớn để tiếp xúc nhiều với CO₂. Yaghi cho biết vật liệu thuộc loại xốp nhất do nhóm phát triển chứa gần 2.000 m² diện tích bề mặt trong 1 gam vật liệu. Một lít vật liệu của Yaghi có thể tích trữ toàn bộ các phân tử CO₂ mà ở nhiệt độ 0°C và áp suất khí quyển cần đến một dung tích 82,6 lít.

Bước tiếp theo, các nhà nghiên cứu sẽ cần tiến hành để có thể thương mại hóa vật liệu. Việc này đòi hỏi phải mở rộng quy mô sản xuất và kết hợp vật liệu vào một hệ thống ở nhà máy điện, chẳng hạn như gói chúng thành những chiếc hộp để có thể đưa khí thải áp suất cao vào - ý đồ này có thể được nhóm thực thi trong 2-3 năm tới. Yaghi ước tính những vật liệu này có thể dễ dàng sản xuất với lượng lớn, vì chúng tương tự như những vật liệu khác do nhóm ông phát triển, nay đã được Công ty BASF sản xuất ra hàng tấn. Và ông đã phát triển được các kỹ thuật tự động, có thể giúp sản xuất được nhiều vật liệu hơn, thậm chí còn có các tính chất tốt hơn.

Nhóm vật liệu khung kim loại-hữu cơ

Các nhà hóa học thuộc trường Đại học California (UCLA) và Hàn Quốc thông báo họ đã tạo ra loại vật liệu có độ xốp tốt nhất, phá được kỷ lục thế giới cả về độ xốp lẫn khả năng lưu trữ CO₂. Vật liệu này nằm trong nhóm vật liệu quan trọng đã được biết là khung kim loại-hữu cơ (metal-organic framework- MOF).

MOF, đôi khi được mô tả như những bọt xốp tinh thể, chứa những lỗ có kích thước cực nhỏ có khả năng lưu trữ những loại khí thường khó lưu trữ và vận chuyển. Độ xốp có vai trò hết sức quan trọng để chứa đựng một khối lượng lớn chất khí trong những thể tích nhỏ và là một tính chất quan trọng để thu giữ CO₂. Thành tựu này có thể đưa lại nguồn năng lượng sạch hơn và khả năng thu giữ những phát thải CO₂ trước khi chúng thoát ra bầu khí quyển.

Được Yaghi sáng chế ra vào đầu những năm 1990, MOF giống như những giàn giáo tạo thành từ những thanh liên kết với nhau, chứa những lỗ cấp nano, rất thích hợp để bắt diôxyt cacbon. Hợp phần của MOF có thể thay đổi gần như tùy ý, và Phòng thí nghiệm của Yaghi đã chế tạo được vài trăm loại MOF, với những tính chất và cấu trúc khác nhau.

Từ năm 1999, MOF đã giành được kỷ lục về độ xốp so với bất cứ các vật liệu khác. MOF có thể được chế tạo từ những thành phần giá rẻ, chẳng hạn như oxyt kẽm, thường có trong kem chống nắng và terephthalate-thành phần của chai soda.

4.3. Biến diôxyt cacbon thành vật liệu hữu ích

4.3.1. Biến CO₂ thành vật liệu xây dựng

Angela Belcher, kỹ sư ở Viện Công nghệ Massachusetts (MIT) hiện đang áp dụng một phương pháp mới, không chỉ giúp tách rút cacbon diôxyt khỏi môi trường, mà còn biến nó thành vật liệu hữu ích: các cacbonate thể rắn làm vật liệu xây dựng.

"Chúng tôi muốn thu hồi diôxyt cacbon nhưng không để chôn xuống đất, mà biến nó thành loại vật liệu có độ ổn định tới hàng trăm, hàng nghìn năm", GS Belcher, chuyên gia về năng lượng, nói.

Bằng cách áp dụng kỹ thuật biến đổi gen cho loại men thường dùng trong công nghiệp chế biến bánh mì, Belcher và 2 cộng sự là Roberto Barbero và Elizabeth Wood, đã tạo ra được quy trình biến diôxyt cacbon thành cacbonate để làm vật liệu xây dựng. Quy trình của họ, đã được thử trong phòng thí nghiệm, có thể sản xuất ra gần 2 kg cacbonate từ 1 kg CO₂. Sắp tới, họ hy vọng sẽ tăng được quy mô của quy trình để áp dụng trong nhà máy nhiệt điện hoặc các nhà máy công nghiệp.

Để tạo ra quy trình, Belcher đã lấy cảm hứng từ những động vật biển có khả năng tạo ra những lớp vỏ cứng như đá từ diôxyt cacbon và các ion khoáng chất trong nước biển.

Quy trình mới của các nhà khoa học MIT biến diôxyt cacbon thành cacbonate đòi hỏi 2 công đoạn. Công đoạn thứ nhất là thu hồi diôxyt cacbon thực hiện trong môi trường nước. Công đoạn thứ hai: diôxyt cacbon hòa tan được kết hợp với các ion khoáng tạo thành cacbonate thể rắn.

Bản thân men bình thường không thực hiện những phản ứng trên, do vậy Belcher và các cộng sự đã áp dụng kỹ thuật để chúng biểu hiện những gen của những động vật chẳng hạn như bào ngư. Những gen đó mã hóa những enzyme và các protein khác, giúp đưa diôxyt cacbon đi qua quá trình khoáng hóa. Các nhà nghiên cứu cũng vận dụng phép lập mô hình máy tính và những phương pháp khác để nhận dạng những protein mới bổ sung trong quá trình khoáng hóa.

Một số các hãng đã thương mại hóa quy trình thu giữ CO₂ và biến thành vật liệu rắn, nhưng những nỗ lực đó dựa vào quy trình hóa chất để thu giữ cacbon diôxyt. Hệ thống sinh học của các nhà khoa học MIT thu được diôxyt cacbon ở tốc độ cao hơn. Một ưu điểm nữa là không cần gia nhiệt và làm nguội và không sử dụng các hóa chất độc hại.

Bước tiếp theo, nhóm dự kiến sẽ cố tăng quy mô của quy trình để có khả năng xử lý những khối lượng lớn diôxyt cacbon do các nhà máy nhiệt điện sản ra. Nếu thành công, có thể sử dụng nước sản ra từ quá trình khử muối nước biển để làm nguồn ion khoáng chất cần thiết cho quy trình phản ứng, Barbero nói.

4.3.2. Quy trình STEP để thu giữ CO₂

Các nhà nghiên cứu lần đầu tiên đã đưa ra bằng chứng thực nghiệm về một quy trình chuyển hóa năng lượng mặt trời mới, trong đó kết hợp cả phương thức điện tử lẫn phương thức hóa học để thu giữ CO₂. Cách tiếp cận này có thể tạo ra một cuộc cách mạng cho việc thu giữ và tái chế CO₂ ở quy mô lớn. Không có gắng tâng trữ hoặc cất giấu lượng CO₂ dư thừa, phương pháp này cho phép lưu trữ nó ở thể rắn, hoặc biến thành những sản phẩm hữu ích, từ chất dẻo cho tới nhiên liệu phản lực tổng hợp.

Quy trình STEP (Quang nhiệt điện hóa từ năng lượng mặt trời - Solar Thermal Electrochemical Photo) biến đổi rất triệt để CO₂ được sinh ra do đốt nhiên liệu hóa thạch, cũng như loại bỏ được phát thải CO₂ liên quan đến sản xuất kim loại và hóa chất. Quy trình thu giữ này là thành quả của công trình đã khởi động từ hơn 20 năm nay, thoạt tiên là nhằm phát triển năng lượng mặt trời để truyền động năng lượng hóa học, chứ không chỉ năng lượng điện tử.

Quy trình STEP là sự kết năng của các quy trình chất rắn và nhiệt mặt trời và có khả năng cơ bản để biến đổi năng lượng mặt trời hiệu quả hơn so với quy trình quang điện hoặc nhiệt mặt trời. Ở đây, CO₂ được thu giữ nhờ sử dụng pin điện phân nhiệt độ cao nhờ năng lượng nhận được từ toàn bộ phổ ánh sáng trong một khâu duy nhất. Nhiệt mặt trời giúp giảm được năng lượng cần thiết để thu giữ CO₂, còn ánh sáng nhìn thấy sản sinh ra điện tích để vận hành quá trình điện phân. CO₂ có thể được thu giữ nhờ năng lượng mặt trời với hiệu suất đạt từ 34% đến hơn 50% – tùy thuộc vào mức nhiệt mặt trời.

Trước đây, các pin mặt trời không tận dụng bức xạ nhiệt mặt trời vì nó phá hủy vật liệu quang điện và làm giảm sản lượng và độ ổn định. Ngược lại, STEP không chỉ ứng dụng ánh sáng nhìn thấy mà còn tận dụng cả nhiệt của ánh sáng để tạo thành các hóa chất bằng điện phân, nhờ đó nâng được hiệu quả biến đổi ánh sáng mặt trời lên mức cao chưa từng có, ngay cả đối với các pin mặt trời tốt nhất hiện nay.

Trong các thí nghiệm, Nhóm đã trình diễn cho thấy một hệ thống quang điện biến đổi năng lượng điện tử với hiệu suất 37,0% và đạt điện thế 2,7 V, có thể được sử dụng để vận hành 3 pin điện phân.

Ngoài việc thu giữ CO₂, các nhà nghiên cứu đã ứng dụng thành công quy trình STEP trong việc sử dụng năng lượng mặt trời để tạo ra nhiên liệu hydro từ nước và họ đang trong tiến trình áp dụng STEP để nhận được vô số những phân tử năng lượng hữu ích từ những nguồn phát sinh tự nhiên, với hiệu suất biến đổi năng lượng cao.

4.3.3. Áp dụng công nghệ pin nhiên liệu cho nhà máy nhiệt điện dùng than để thu được CO₂ thuần khiết

Các nhà máy nhiệt điện dùng than vẫn sản xuất tới 41% sản lượng điện thế giới - 79% ở Trung Quốc, 69% ở Ấn Độ, 49% ở Mỹ, và 46% ở Đức. Trong tương lai không xa, than vẫn tiếp tục là nhiên liệu chủ lực để sản xuất điện.

Tuy nhiên, quy trình chuyển hóa than thành điện thường có một số nhược điểm lớn: Một là, hiệu năng chuyển hóa thấp - các nhà máy nhiệt điện hiện nay chỉ tận dụng được 1/3 hàm lượng năng lượng trong than để tạo thành điện năng. Hai là, việc khai thác mỏ và đốt than làm phát sinh một số thách thức môi trường nghiêm trọng, gồm xói mòn đất, bụi, các tác động tới đa dạng sinh học địa phương, ô nhiễm không khí và nước. Các nhà máy điện đốt than là nguồn phát thải CO₂ nhân tạo lớn nhất. Trung bình mỗi năm một nhà máy điện đốt than phát thải ra 3.700.000 tấn CO₂, tương đương với chặt đốn 161 triệu cây rừng.

Vì than vẫn sẽ là nhiên liệu chính để sản xuất điện trong nhiều năm tới, nên những nghiên cứu đã được tiến hành để sử dụng than một cách thân thiện với môi trường hơn. Một trong những công nghệ để sản xuất điện từ than hiệu suất hơn tập trung vào pin nhiên liệu ôxyt rắn (*solid ôxyt fuel cell* - SOFC). So với những công nghệ truyền thống, SOFCs có hiệu năng cao hơn, độ ồn thấp hơn và lượng phát thải ít hơn, chẳng hạn như CO₂. Chúng hoạt động bằng cách biến đổi hóa năng của nhiên liệu trực tiếp thành điện năng.

Đặc biệt, những pin nhiên liệu khí hóa cacbon (*gasified cacbon fuel cells* - GCFCs) có triển vọng lớn đối với việc ứng dụng hiệu quả nhất một loạt những nhiên liệu rắn gốc cacbon, bao gồm than, sinh khối và chất thải rắn đô thị.

GCFCs đạt hiệu năng cao gấp đôi các nhà máy điện đốt than hiện nay, có tiềm năng đưa ra cách thức giảm một nửa lượng khí CO₂ phát thải. Một lợi ích nữa là khói lò chứa hầu như khí CO₂ thuần khiết, rất thích hợp để chôn vùi trực tiếp hoặc sử dụng trong công nghiệp mà không cần tách lấy CO₂.

Cho tới nay, việc vận hành và độ ổn định của GCFCs vẫn chưa đủ đáp ứng các ứng dụng thực tiễn, chủ yếu là do các anod rất nhanh chóng bị hư hại. Ngoài ra, những anốt của pin nhiên liệu hiện có đều dễ bị tổn hại đối với quá trình tạo cok bởi hiện tượng khử nước của hydrocacbon và tình trạng mất tỷ lệ của CO tại những nhiệt độ dưới 850°C, là phạm vi mà SOFCs có tính cạnh tranh kinh tế hơn.

SOFCs dựa vào các anốt được chế tạo từ nickel và một vật liệu gốm là yttria-stabilized zirconia (YSZ). Tuy nhiên, cho đến nay, những nhiên liệu chứa cacbon chẳng hạn như khí than hoặc propane đều làm cho những anốt này mất tác dụng nhanh chóng, đặc biệt là khi vận hành ở nhiệt độ thấp.

Để khắc phục vấn đề này, các nhà nghiên cứu đã phát triển một kỹ thuật nuôi cấy các cấu trúc nano ôxyt barium lên anốt. Các cấu trúc này hấp thu hơi ẩm để mở ra phản ứng hóa học gốc nước, làm ôxy hóa cacbon khi nó tạo thành, giúp cho bề mặt điện cực nickel luôn luôn sạch, ngay cả khi vận hành ở nhiệt độ thấp.

Kỹ thuật này sử dụng quá trình kết tủa hơi để gắn các hạt nano barium ôxyt vào điện cực Ni-YSZ. Những hạt này, có kích thước nằm trong phạm vi 10-100 nanomet, tạo thành "các ốc đảo" trên nickel, không cản trở dòng điện tử đi qua bề mặt điện cực.

Khi hơi nước đã được đưa vào dòng khí than tiếp xúc với ôxytbarium, nó được hấp thụ và phân giải thành các ion proton và hydrôxyt (OH). Các ion OH di chuyển tới bề mặt nickel, tại đó chúng kết hợp với các nguyên tử cacbon kết tủa, hình thành hợp chất trung gian COH. Sau đó COH phân giải thành CO và H₂, được ôxy hóa để cấp năng lượng cho pin nhiên liệu, kết cục sản ra CO₂ và H₂O. Tiếp sau đó gần một nửa lượng CO₂ được tái luân chuyển để khí hóa than thành hơi than để tiếp tục quy trình.

Ngoài việc sử dụng cho các nhiên liệu than khí hóa, anốt mới này có tiềm năng áp dụng cho một loạt các nhiên liệu chứa cacbon khác, chẳng hạn như chất thải rắn đô thị và sinh khối, đại diện cho thế hệ SOFCs mới để chuyển hóa hiệu quả những nhiên liệu đã sẵn có thành điện với lượng phát thải tối thiểu. Phương pháp này có thể sẽ là sạch nhất, hiệu quả nhất và ít tốn kém nhất để chuyển hóa than thành điện. Đồng thời nó sản ra khí thải với hàm lượng CO₂ tinh khiết hơn nhiều so với khói lò của các nhà máy nhiệt điện đốt than truyền thống. Điều này khiến cho việc thu giữ CO₂ để tàng trữ đỡ tốn kém hơn vì loại bỏ được các khâu tách ly và thanh lọc ở quy mô lớn.

KẾT LUẬN

Biến đổi khí hậu là vấn đề toàn cầu, đồng thời cũng là vấn đề của mỗi quốc gia. Ứng phó với biến đổi khí hậu vừa là vấn đề cấp bách, vừa có tính chiến lược, lâu dài, đòi hỏi có sự tham gia của mọi ngành, mọi người và sự hợp tác rộng rãi trong nước và quốc tế. Song, ứng phó với biến đổi khí hậu là vấn đề còn rất mới mẻ. Vì vậy, một trong những khó khăn lớn nhất trong việc thực hiện các chiến lược và giải pháp ứng phó với biến đổi khí hậu đối với cộng đồng quốc tế cũng như đối với từng quốc gia là sự hạn chế về nhận thức của xã hội đối với vấn đề này cũng như về thể chế và tổ chức để thực hiện

Những điều đã trình bày trong Tổng luận này cho thấy công nghệ nano có thể đóng vai trò lớn lao trong việc ứng phó với tình trạng biến đổi khí hậu toàn cầu. Tuy nhiên, vẫn còn những trở ngại để truyền bá rộng khắp những công nghệ đã được phát triển, trong đó có ứng dụng công nghệ nano. Một trong những trở ngại lớn được thấy rõ, đó là vẫn còn thiếu một chế độ quy định thật minh bạch nhằm vào những mối lo ngại về những rủi ro tiềm tàng đối với sức khỏe con người và những rủi ro môi trường khác liên quan đến một số công nghệ nano. Vẫn còn chưa rõ, liệu những rủi ro đã lĩnh hội được có quan hệ gì với những tiến bộ về công nghệ nano được ứng dụng để giảm nhẹ hiện tượng biến đổi khí hậu hay không. Do vậy, cần phải có những nghiên cứu tiếp tục về những rủi ro này, đồng thời phải so sánh chúng với những giải pháp công nghệ khác đã được đề xuất để ứng phó với biến đổi khí hậu, ví dụ như giải pháp sử dụng năng lượng hạt nhân.

Những phân tích chi tiết hơn về những lợi ích nhận được từ việc phát triển công nghệ nano trong bối cảnh biến đổi khí hậu cũng cần được tiến hành. Những nghiên cứu như vậy cần phải xem xét cách thức khắc phục các trở ngại đối với việc sử dụng rộng khắp các công nghệ này, độ tin cậy trong việc cung ứng các nguyên liệu thô cũng như những yếu tố khác, như các chính sách và biện pháp khuyến khích của Chính phủ.

Người biên soạn: Nguyễn Lê Hằng và Kiều Gia Như

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Miguel Esteban Christian Webersik David Leary Dexter Thompson-Pomeroy *Innovation in Responding to Climate Change: Nanotechnology, Ocean Energy and Forestry*, UNU-IAS Report
2. Intergovernmental Panel on Climate Change, *Summary for Policymakers of the Synthesis of the IPCC Fourth Assessment Report*, (IPCC, 2007)
3. Institute of Global Environmental Strategies, *Climate Change in the Asia-Pacific: Re-Uniting Climate Change and Sustainable Development*, in IGES White Paper (Hayama: 2008),
4. Michael Berger, *Nanotechnology solutions to climate change*, Nanowerk LLC, 2008
5. Nagaraju Rao, *Nanocatalysis: Applications in the chemical industry*”, *Nanotech Insights*, 4/2010
6. Y. R. Mahajan, *Nanotechnology to mitigate global warming*, *Nanotech Insights*, 6/2010
7. Oakdene Hollins, *Environmentally Beneficial Nanotechnologies*, 2007, Australian Research Council Nanotechnology Network,
8. Commonwealth Department of Industry, *Tourism and Resources, Smaller, Cleaner, Cheaper, Faster, Smarter. Nanotechnology Applications and Opportunities for*
9. Kuzma, K and VerHage, P (2006) “Nanotechnology in Agriculture and Food Production. Anticipated Applications”.
10. Nguyễn Đức Ngữ, *"Biến đổi khí hậu toàn cầu - Một thách thức đối với phát triển bền vững Hà Nội"*, Trung tâm Khoa học, Công nghệ Khí tượng Thủy văn và Môi trường.