

Heli được sử dụng cho năng lượng hạt nhân

Theo đề xuất của các nhà thiết kế, nhà máy điện này sẽ vượt xa tất cả các hệ thống trước đây về mức độ an toàn, hiệu quả kinh tế và nhiều thông số khác. Mặc dù có sự gia tăng sử dụng năng lượng mặt trời, năng lượng gió và sóng và các năng lượng thay thế khác, nhưng hàng thập kỷ tới chúng ta vẫn chưa thể từ bỏ năng lượng "cổ điển". Và tất nhiên ở đây, năng lượng nguyên tử là loại thân thiện nhất với môi trường.

Các nhà môi trường khẳng định rằng, các nhà máy nhiệt điện thải vào khí quyển hàng triệu tấn chất độc và khí nhà kính. Nhà máy thủy điện, đi cùng với các hồ chứa nước, làm thay đổi không thuận nghịch hàng chục km môi trường xung quanh, làm ảnh hưởng đến môi trường sống của hàng ngàn loài động thực vật, gây áp lực rất lớn đối với vỏ trái đất.

Với sơ đồ mới của Nhà máy điện nguyên tử mới sẽ loại bỏ các kết cấu của nhiều hệ thống máy điện hạt nhân trước đây. Về phía Mỹ, đối tác chính của dự án là Công ty General Atomics, còn về phía Nga là Cục Thiết kế thử nghiệm cơ khí chế tạo I.I Afrikantov, trực thuộc Cơ quan Liên bang về năng lượng nguyên tử.

Các chuyên gia đang nhìn thấy viễn cảnh của nhà máy nguyên tử mới khi được giới thiệu về mô hình và phương pháp vận hành.

Hệ thống của nhà máy là Tuabin khí – Lò phản ứng modun Helium (GT-MHR). Nhiều viện nghiên cứu của Nga và Mỹ, cũng như các công ty của Pháp và Nhật bản đang tham gia xây dựng đề án chung Nhà máy điện hạt nhân mới. Điểm mới của dự án là có hai lò phản ứng chính. Lò phản ứng hạt nhân làm mát bằng khí Heli và độ an toàn bên trong (tức là khi gia nhiệt càng mạnh thì phản ứng càng yếu) và chuyển đổi nhanh nhất năng lượng heli nóng thành điện năng nhờ có tuabin khí, gọi là chu kỳ kín Brayton. Bởi vì các hộp chất phóng xạ được chôn xuống đất nên không phải sử dụng thiết bị bổ sung (máy bơm, tuabin, ống trên mặt), điều đó công việc xây dựng sẽ đơn giản và giảm chi phí xây dựng và bảo trì.

Tất cả được đóng trong hộp kín. Vì vậy, ngay cả khi hệ thống điều khiển không hoạt động thì nhiên liệu vẫn sẽ không bị nóng chảy. Tất cả sẽ tự động mất đi và nguội từ từ do nhiệt phân tán vào đất nền bao quanh nhà máy.

Nhiên liệu cho nhà máy – đó là oxit và cacbua urani hoặc oxit plutoni chế biến thành dạng viên bi có đường kính 0,2 mm và được bọc bằng các lớp gốm có độ bền nhiệt khác nhau. Các kim loại có sức kháng cao "đỏ" vào que, chúng tạo thành một cụm. Các thông số vật lý (khối lượng của kết cấu, điều kiện xảy ra phản ứng) và các thông số hình học của các lò phản ứng (mật độ năng lượng tương đối thấp) được tính toán trước, để khi xảy ra sự cố bất kỳ, kể cả khí mát hoàn toàn nước làm mát thì những viên bi này không tan chảy.

Toàn bộ lò phóng xạ được chế tạo từ graphit – hoàn toàn không có các chi tiết nào bằng kim loại, còn hợp kim chịu nhiệt chỉ được dùng chế tạo vỏ ngoài. Khi nhiệt độ ở trung tâm nhà máy lên đến tối đa là 1.600 độ C, lò

phản ứng tự nó sẽ bắt đầu được làm mát, nhiệt được truyền vào đất nền xung quanh.

Nhà máy chủ yếu hoạt động là nhờ một tuabin khí - lò phản ứng heli kiểu mô-đun. GT-MHR là một lò phản ứng graphit-khí, gồm có hai modun: một khối lò phản ứng nhiệt độ cao và một khối biến đổi năng lượng. Trong khối thứ nhất gồm có lò phóng xạ và hệ thống điều khiển và bảo vệ an toàn lò; bloc thứ hai gồm có: một tuabin khí với máy phát điện, thiết bị thu hồi nhiệt, thiết bị làm mát. Sự biến đổi năng lượng thực hiện trong một chu kỳ Brighton mạch kín.

Cả hai modun của thiết bị phản ứng bố trí trong hầm betông cốt thép đứng, nằm dưới mặt đất. Những ưu điểm chính của việc sử dụng kết cấu này là hệ số hiệu dụng cao và không có khả năng phá huỷ lò phóng xạ trong trường hợp xảy ra sự cố. Nhược điểm của nhà máy, theo các nhà thiết kế là công suất không cao. Để thay thế một bloc VVEP-1000 yêu cầu phải có 4 bloc GT-MHR. Nhược điểm này đòi hỏi, một mặt phải sử dụng chất làm mát bằng khí, có nhiệt dung nhỏ so với nước hoặc natri, mặt khác, cường độ năng lượng của khu vực phóng xạ thấp do phải thực hiện các yêu cầu về an toàn lò phản ứng./.

Năng lượng hạt nhân

Phần 1: Những phương pháp sản xuất năng lượng hạt nhân

Ngoài thiên nhiên nguyên tử uranium có tất cả ba đồng vị : 99,3 phần trăm đồng vị ^{238}U , 0,7 phần trăm đồng vị ^{235}U , và một tỷ lệ không đáng kể đồng vị ^{234}U . Đồng vị ^{235}U là đồng vị khả phân tự nhiên duy nhất có khả năng sản xuất năng lượng và sinh ra neutron để duy trì dây chuyền phản ứng. Đồng vị ^{238}U là đồng vị phong phú[2] có thể hấp thụ neutron và, do đó, có khả năng làm tắt dây chuyền phản ứng nhưng, một khi hấp thụ một neutron, trở thành đồng vị khả phân ^{239}Pu .

Những hạt nhân deuterium và tritium hợp nhất với nhau cũng sinh ra năng lượng. Deuterium là một đồng vị của khí hydro có nhiều ngoài thiên nhiên, chủ yếu trong nước biển. Tritium là một đồng vị nhân tạo được chế tạo từ phản ứng phân hạch một hạt lithium với một neutron. Những nguyên tử lithium cũng có rất nhiều trong nước biển.

Nếu thực hiện được phản ứng hợp nhất hạt deuterium với hạt tritium một cách đại trà thì nhân loại sẽ có được một nguồn năng lượng gần như là vô tận. Nghiên cứu và phát triển phương pháp sản xuất năng lượng này phức tạp và tốn kém. Vì thế mà hầu như tất cả các nước công nghệ tiên tiến phải liên kết để chia với nhau chi phí nghiên cứu khai triển[3] : sáu cường quốc, Đại-hàn, Hoa-kỳ, Liên-hiệp Âu Châu, Nga, Nhật-bản và Trung-quốc, hiệp sức để khai triển máy hợp nhất hạt nhân ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor, Lò Phản ứng Thí nghiệm Nhiệt hạch Quốc tế). Khi đang viết bài này các cường quốc đó đang quyết định đặt trung tâm nghiên cứu ở Pháp hay ở Nhật.

Hiện nay chưa ai biết được khi nào chương trình nghiên cứu những quy trình hợp nhất hạt nhân sẽ đạt kết quả. Trong khi chờ đợi thời đại hoàng kim đó, năng lượng hạt nhân được sản xuất nhờ những phản ứng phân hạch hạt nhân.

Phương pháp phân hạch một hạt nhân hiển nhiên nhất là bắn một hạt nhỏ vào hạt nhân đó. Cụ thể thì chúng ta tăng tốc những proton trong một hệ tăng tốc rồi bắn những proton đó vào một lò phản ứng chứa uranium tự nhiên. Những hạt nhân uranium bị đập vỡ sinh ra năng lượng. Sau phản ứng phân hạch này thì những neutron bị bắn ra một phần bị hạt nhân ^{238}U hấp thụ để biến đồng vị phong phú đó thành đồng vị khả phân ^{239}Pu và một phần va chạm với những vật có mặt trong lò phản ứng, giảm tốc độ và sinh ra năng lượng sau khi đập vỡ những hạt ^{235}U có mặt trong uranium tự nhiên và những hạt ^{239}Pu sinh ra trước đây. Dây chuyền phản ứng có thể duy trì một cách tự nhiên. Nhưng nếu có triệu chứng sắp bị tắt thì chỉ cần bắn vào lò phản ứng thêm một tia proton từ hệ tăng tốc là có thể kích động lại dây chuyền phản ứng.

Quy trình hỗn hợp tăng tốc proton và phân hạch hạt nhân này mới được sáng chế. Chúng tôi không biết đã có nguyên mẫu nào chưa. Nhưng đã có những lò phản ứng điều hành như vậy mà không có bộ tăng tốc proton mà chúng ta gọi là những lò phản ứng neutron mau lẹ.

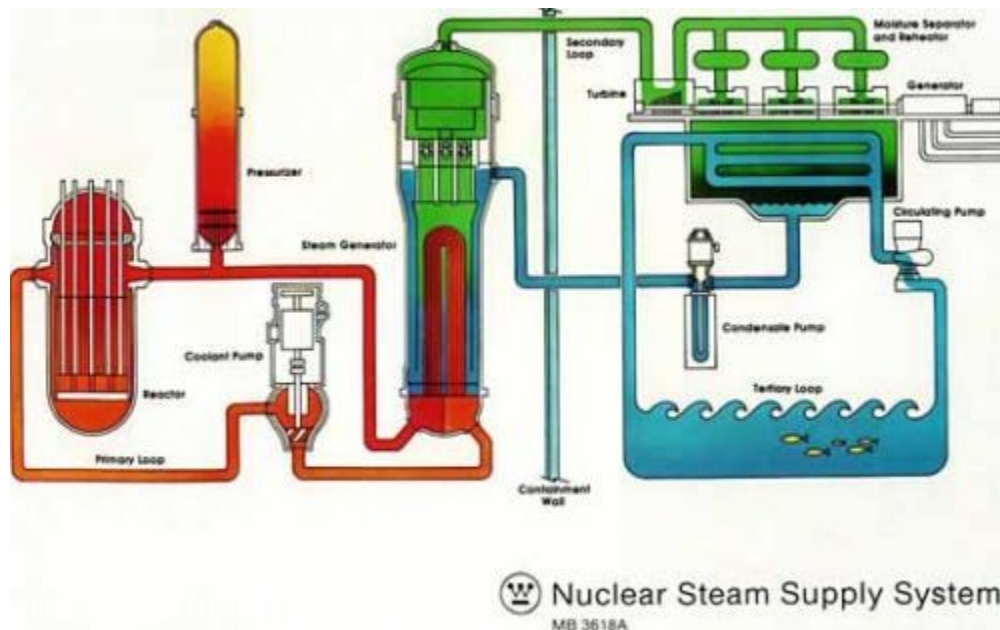
Thực ra một lò phản ứng neutron mau lẹ dùng cả neutron mau lẹ để sản xuất đồng vị ^{239}Pu , một đồng vị khả phân, lẫn neutron đã được giảm tốc để gây ra những phản ứng phân hạch và sinh ra năng lượng. Neutron bắn ra từ những phản ứng phân hạch có tốc độ 20.000 km/giây. Muốn có thể gây ra một phản ứng phân hạch với một hạt nhân ^{235}U khác thì neutron đó phải va chạm với một số hạt nhân có mặt trong lò phản ứng để cho tốc độ giảm xuống 2.000 m/giây.

Khi một lò phản ứng sản xuất những hạt ^{239}Pu với những phản ứng hấp thụ nhiều hơn là đập vỡ chúng với những phản ứng phân hạch thì chúng ta gọi là lò bội sinh. Những lò bội sinh tiêu thụ một phần plutonium được sản xuất như vậy và phần còn lại có thể dùng làm nhiên liệu cho những nhà máy hạt nhân chỉ chạy bằng những phản ứng phân hạch.

Những lò phản ứng neutron mau lẹ được khai triển từ đầu kỷ nguyên năng lượng hạt nhân. Hiện nay chỉ có những lò thí nghiệm vận hành mà thôi. Nhà máy điện hạt nhân thương mại theo công nghệ neutron mau lẹ duy nhất là nhà máy Superphenix ở Creys Malville bên Pháp. Nhà máy này chạy thử để hiệu chỉnh vài năm rồi bị chính phủ Pháp ra

lệnh ngưng hoạt động và tháo dỡ. Lý do chính là vấn đề chất lưu chuyển nhiệt từ lò lò phản ứng ra ngoài chưa được giải quyết ổn thỏa : chất lưu chuyển nhiệt là natri nấu chảy, một vật có phản ứng nổ khi chạm với nước. Có người nghĩ rằng thay thế natri bằng chì nấu chảy thì sẽ an toàn hơn. Lý do phụ là những xí nghiệp vũ khí dành plutonium để sản xuất bom nguyên tử và Thế giới hiện đang thiếu plutonium để khởi động đại tràng những nhà máy hạt nhân neutron mau lẹ[4].

Những lò phản ứng hỗn hợp và những lò neutron mau lẹ có thể tận dụng tất cả những đồng vị uranium ngoài thiên nhiên. Chúng cũng có thể tận dụng những đồng vị thorium cũng có rất nhiều ở ngoài thiên nhiên. Nhưng vì những khó khăn khai triển những lò loại đó nên những lò phản ứng có áp dụng công nghiệp đều là những lò phân hạch những đồng vị khả phân như đồng vị ^{235}U và những đồng vị của nguyên tử plutonium.



Như nói ở trên, những hạt neutron phải giảm tốc độ từ 20.000 km/giây xuống còn 2.000 m/giây. Những hạt nhân có thể giảm tốc độ của neutron gọi là những vật điều tiết. Để cho dây chuyền phản ứng được duy trì, những vật điều tiết không được hấp thụ neutron hay chỉ được hấp thụ rất ít thôi.

Những vật điều tiết tốt nhất là nước nhẹ, nước nặng, cacbon và khí oxy-cacbonic. Nước nhẹ là nước thường gồm bởi những phân tử H_2O . Nước nặng là nước gồm bởi những

phân tử D_2O . Nước này tương tự như nước thường chỉ khác là trong phân tử nước H_2O ion hydro H^+ được thay thế bằng ion deuterium D^+ . Nước tự nhiên gồm bởi nước nhẹ và một chút nước nặng. Muốn có nước nặng thì phải phân cất nước tự nhiên, tách những nguyên tử deuterium và oxy ra rồi kết hợp lại phân tử D_2O với những nguyên tử đó. Cacbon dùng để làm vật điều tiết là cacbon dưới dạng than chì. Còn khí oxy-cacbonic là kết quả của phản ứng oxy hóa than chì có mặt trong lò phản ứng. Nước, nặng hay nhẹ, và khí oxy cacbon còn có thể được dùng làm chất lưu chuyển nhiệt cho lò phản ứng.

Pháp có xây loại lò phản ứng gọi là UNGG (Unranium Naturel Graphite Gaz) dùng than chì làm vật điều tiết và khí oxy cacbon làm chất lỏng lưu chuyển nhiệt. Canada đã khai triển loại lò phản ứng dùng nước nặng gọi là CANDU (Canadian Deuterium Uranium). Những nhà máy này rất an toàn và chạy bằng uranium tự nhiên nên chi phí điều hành thấp. Nhưng những nhà máy này cần vốn đầu tư rất cao. Một nhà máy có đời sống kỹ thuật 40 năm phải hoạt động trong hơn một chục năm mới hoàn lại được năng lượng bỏ ra để xây ra nó ! Sau khi xây được vài nhà máy UNGG, Pháp ngưng không xây tiếp nữa và chuyển sang công nghệ lò phản ứng nước nhẹ. Còn Canada thì chỉ xuất khẩu được vài nhà máy CANDU thôi.

Song song người ta đã khai triển những lò phản ứng chạy bằng nước nhẹ.

Phân tử H_2O trong nước nhẹ hấp thụ một chút neutron và hàm lượng đồng vị ^{235}U trong uranium tự nhiên quá thấp để dây chuyền phản ứng có thể duy trì được. Vì thế những lò phản ứng dùng nước nhẹ cần đến một hỗn hợp uranium có hàm lượng đồng vị ^{235}U cao hơn uranium tự nhiên, khoảng từ 3 tới 5 phần trăm, để duy trì dây chuyền phản ứng hạt nhân. Chúng ta gọi những hỗn hợp đó là uranium được làm giàu.

Những lò PWR (Pressurized Water Reactor, Lò Phản ứng Nước Nén), HTR (High Temperature Reactor, Lò Phản ứng Nước Nóng) và BWR (Boiled Water Reactor, Lò Phản ứng Nước Sôi) là những lò phản ứng hạt nhân chạy bằng uranium đã được làm giàu. Liên Xô cũ có khai triển loại lò RBMK chạy bằng uranium đã được làm giàu và dùng than chì làm vật điều tiết và nước sôi làm chất lỏng lưu chuyển nhiệt[5]. Giữa những loại

lò đó thì lò PWR là thông dụng nhất vì có tỷ trọng khối lớn nên vừa rẻ lại vừa an toàn nhất.

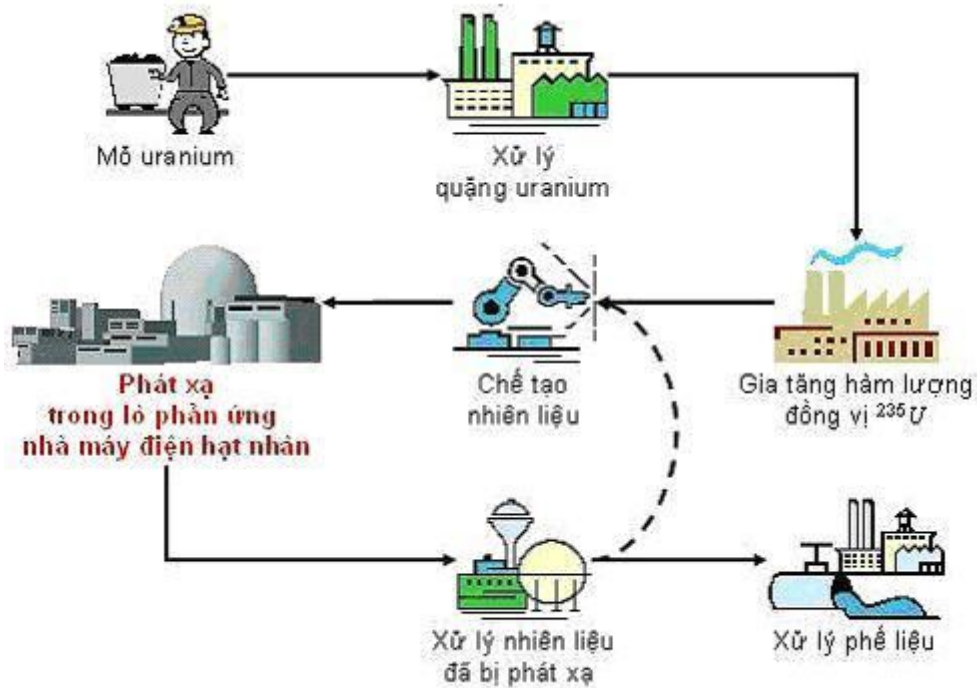
Những vấn đề công nghệ của ngành năng lượng hạt nhân

Rút cục hiện nay chỉ có những lò phản ứng chạy bằng nước nhẹ là thịnh hành. Nhiên liệu của những lò ấy là đồng vị ^{235}U của nguyên tử uranium và những đồng vị khả phân nhân tạo như là plutonium ^{239}Pu .

Như mọi công nghệ, công nghệ điện hạt nhân phải hòa nhập vào một chuỗi công nghệ. Muốn nắm được công nghệ điện hạt nhân phải nắm được ít nhiều những công nghệ lân cận. Chúng tôi không nói đến những công nghệ xoong chảo nặng, cơ khí nặng, luyện kim, hóa học hay tự động học mà nếu bỏ nhiều công học tập và nhiều vốn đầu tư thì một ngày nào đó cũng có thể nắm được. Ngoài những công nghệ đó còn phải nắm được những công nghệ của chu trình nhiên liệu.

Một nhà máy hạt nhân chỉ là một khâu trong hẳn một chuỗi công nghệ phức tạp gọi là chu trình nhiên liệu. Chu trình đó gồm bảy khâu :

1. Khai thác quặng Uranium
2. Xử lý quặng uranium,
3. Làm giàu quặng đồng vị ^{235}U ,
4. Chế tạo thanh nhiên liệu,
5. Phát xạ trong lò phản ứng nhà máy điện hạt nhân,
6. Xử lý nhiên liệu đã được phát xạ,
7. Xử lý phế liệu hạt nhân.



Chu trình nhiên liệu hạt nhân

Uranium nằm trong lòng đất từ mấy tỷ năm nay. Trong thời gian đó một số hạt nhân phân hạch và sinh ra khí radon. Khí radon là một vật phóng xạ. Khi đào mỏ thì khí radon bay ra. Nếu mỏ được khai thác trong hầm thì phải thổi gió mạnh vào hầm để thổi khí radon ra khỏi hầm và tránh cho nhân công đào mỏ bị nhiễm. Việc thổi gió vào hầm này không có gì là khó vì những hầm mỏ khác, được khai thác từ thời tiền cổ, cũng cần phải thổi gió như vậy. Đặc biệt những mỏ than đá cũng có khối lượng khí radon tương tự phát ra khi đào than[6].

Sau khi quặng được đào ra khỏi mỏ thì được lọc ra khỏi đất đá vụn. Sau khâu làm tinh khiết thì uranium ở dưới dạng oxy uranium UO_2 hình bánh nguyệt màu vàng xám nên được gọi là *yellow cake* (bánh màu vàng). Khâu này cũng không có gì khó vì đó là công nghệ cổ điển của ngành luyện kim.

Uranium tự nhiên chỉ có 0,7 phần trăm đồng vị ^{235}U . Hàm lượng này không đủ để duy trì dây chuyền phản ứng nên người ta phải gia tăng hàm lượng đó. Để làm việc đó oxy uranium UO_2 được đổi thành khí hexa fluorur uranium UF_6 qua một số quy trình hóa học.

Sau đó một phần phân tử UF_6 có đồng vị ^{238}U được loại ra làm tăng tỷ lệ những phân tử có đồng vị ^{235}U . Việc gia tăng hàm lượng đồng vị ^{235}U này gọi là việc làm giàu uranium. Vì trọng khối phân tử hexa fluorur uranium với đồng vị ^{235}U và trọng khối phân tử có đồng vị ^{238}U chỉ khác nhau không đáng kể nên việc làm giàu rất công phu và tốn kém.

Hiện có nhiều phương pháp tách phân như là phương pháp khuếch tán, phương pháp siêu quay rây hay là phương pháp laser. Chỉ có những cường quốc có vũ khí hạt nhân mới nắm được công nghệ này. Những nước này là Anh, Nga, Hoa-kỳ, Pháp và Trung-quốc. Ấn-độ và Pakistan gần đây cũng có thử vài quả bom nguyên tử nhưng chưa biết có đủ khả năng công nghệ để được coi là thành viên câu lạc bộ những nước có vũ khí hạt nhân hay không. Các nước đó ngăn cản không cho những nước khác mua hay để khai triển công nghệ làm giàu uranium viện cớ rằng họ muốn chống tăng sinh vũ khí hạt nhân.

Sau khâu làm giàu, uranium tự nhiên có hàm lượng đồng vị ^{235}U bị giảm đi. Người ta nói rằng uranium đã bị làm nghèo. Uranium này được để sang một bên chờ ngày công nghệ neutron mau lẹ được hiệu chỉnh và biến thành ^{239}Pu khả phân. Còn uranium với hàm lượng đồng vị ^{235}U được gia tăng, mà chúng ta gọi là uranium được làm giàu, thì được biến đổi trở lại thành oxy uranium UO_2 . Sau khi được vo thành viên, những viên oxy uranium được đổ vào trong lòng những thanh bằng một hợp kim zirconium gọi là zircalloy. Những thanh đó có những cánh để có thể tải nhiệt khi năng lượng sinh ra nhân những phản ứng hạt nhân. Chúng được gom lại thành bó trước khi đặt vào lò phản ứng. Việc chế tạo những viên UO_2 , những thanh và những bó nhiên liệu này cần phải được rất chính xác để không bị trục trặc khi đặt nhiên liệu vào lò phản ứng, khi rút chúng ra khỏi lò và để khi lò điều hành nhiệt năng có thể tỏa ra khỏi những thanh nhiên liệu một cách hài hòa.

Cũng vì viện cớ không cho tăng sinh vũ khí hạt nhân những nước có vũ khí hạt nhân cũng không bán cho những nước khác uranium đã được làm giàu. Vì không có khả năng tự quản lý uranium đã được làm giàu những nước không có vũ khí hạt nhân không còn lý do để khai triển công nghệ sản xuất những bó nhiên liệu hạt nhân nữa.

Về việc chọn lựa những loại nhà máy điện hạt nhân thì các nước không có vũ khí hạt nhân chỉ được mua hay, nếu có khả năng công nghệ, khai triển những lò phản ứng kiểu PWR thôi. Những nước có vũ khí hạt nhân đơn phương quyết định rằng tất cả những lò phản ứng hạt nhân khác đều có tiềm năng tăng sinh vũ khí hạt nhân.

Gần đây liên doanh Framatome Siemens chào hàng loại lò phản ứng gọi là EPR (European Pressurized Reactor, Lò Phản ứng Nước Nén Âu-châu). Họ giới thiệu loại lò đó là một thiết bị thể hệ thứ tư, tối tân hơn, tận dụng đồng vị ^{235}U hơn, có thể đốt nhiều nguyên tử uranium hơn và nhất là an toàn hơn. Thực ra đó chỉ là một lò thuộc loại PWR có tiến bộ một chút nhưng không phải là một cách mạng công nghệ. Những chuyên gia năng lượng hạt nhân gọi lò phản ứng thể hệ thứ tư là những lò neutron mau lẹ đang được triển khai !

Sau khi nhiên liệu UO_2 đã được phóng xạ và những đồng vị khả phân đã được tận dụng để sản xuất năng lượng, những bó thanh nhiên liệu được rút ra khỏi lò và đặt trong một bể nước kế cận với lò phản ứng chờ cho mức phóng xạ giảm xuống.

Khi phóng xạ giảm xuống đến mức không đáng kể thì những bó nhiên liệu được xẻ nhỏ và hòa tán trong những bể acid. Những nguyên tử được phân loại. Những nguyên tử uranium và plutonium được biến chế thành nhiên liệu cho một suất nữa. Những nhiên liệu đó gọi là MOX (Mixed Oxyd, Oxyd Hỗn hợp). Những sản phẩm phân hạch còn lại là những chất phóng xạ alpha, rất độc hại, với nửa đời sống[7] rất lâu dài. Vì thế chúng đặt ra vấn đề an toàn. Rất may là khối lượng những sản phẩm đó tương đối rất nhỏ nên có thể kiểm soát việc lưu trữ chúng. Ngoài ra một phần lớn sẽ có thể được xử lý trong những lò neutron mau lẹ tương lai khi những lò đó được hiệu chỉnh.

Cũng như khâu làm giàu uranium, những nước có vũ khí hạt nhân tổ chức độc quyền công nghệ xử lý nhiên liệu đã bị phóng xạ viện có nguy cơ tăng sinh vũ khí hạt nhân.

Phần 2: Những áp dụng tương lai của lò hơi hạt nhân

Chúng ta thường biết rằng những lò phản ứng hạt nhân được dùng trong giảng dạy, nghiên cứu khoa học kỹ thuật và sản xuất điện. Nhưng một lò phản ứng hạt nhân còn có

thể dùng vào nhiều việc khác. Trong bài này chúng tôi xin trình bày một số áp dụng tương lai của lò phản ứng hạt nhân. Sau khi nêu lên những ưu điểm của lò hơi hạt nhân, chúng tôi sẽ trình bày nhu cầu năng lượng và nguyên tắc kỹ thuật của mỗi áp dụng và những gì các lò hơi hạt nhân có thể đóng góp cho áp dụng đó.

Ưu điểm của lò hơi hạt nhân

Trong một lò phản ứng hạt nhân, nước có hai công dụng : (a) làm giảm tốc độ những neutron để chúng có thể đập vỡ những hạt nhân uranium U-235 và sinh ra năng lượng, và (b) chuyển ra khỏi lò năng lượng sinh ra từ những phản ứng hạt nhân. Những lò phản ứng hạt nhân thông dụng là những kiểu lò chạy bằng nước nhẹ gọi chung là *lò phản ứng nước nhẹ* (LWR, Light Water Reactor). Những lò đó sinh ra hơi nước hoặc trực tiếp ngay trong lò phản ứng, như những kiểu lò phản ứng nước sôi (BWR, Boiled Water Reactor), hoặc ở ngoài lò qua một bộ chuyển nhiệt, như những kiểu lò phản ứng nước nén (PWR, Pressurized Water Reactor). Vì vậy, một lò phản ứng hạt nhân thường cũng được gọi là *lò hơi hạt nhân*.

Hơi nước sinh ra có thể dùng để sản xuất điện, nhưng cũng có thể dùng trong mọi sinh hoạt cần đến hơi nước. Ngành năng lượng phân biệt mêga-watt dưới dạng nhiệt và mêga-watt dưới dạng điện. Khi chuyển từ dạng hơi nước sang dạng điện thì năng lượng khả dụng sẽ giảm vì phải chịu hiệu suất Carnot của vật lý và hiệu suất cơ học không hoàn hảo của các động cơ. Muốn có công suất một mêga-watt điện (viết tắt là MWe) thì phải sản xuất hai mêga-watt dưới dạng nhiệt (viết tắt là MWt) từ một lò hơi dùng năng lượng hóa thạch và ba mêga-watt dưới dạng nhiệt từ một lò hơi hạt nhân. Sai biệt về công suất đó là một nguồn lãng phí trong sử dụng năng lượng. Vậy, trên phương diện thực tiễn, nếu nhất thiết không cần phải dùng đến điện năng thì tốt hơn là dùng năng lượng trực tiếp dưới dạng hơi nước.

Một lò hơi hạt nhân có nhiều ưu điểm so với một lò hơi cổ điển :

1. Với cùng một công suất, thể tích cũng như khối lượng riêng của một lò hơi hạt nhân cao hơn.

2. Vì không cần đến bãi dự trữ nhiên liệu, diện tích cần thiết để lắp đặt và vận hành một lò hơi hạt nhân nhỏ hơn rất nhiều.
3. Một lò hơi hạt nhân an toàn và làm ít ô nhiễm hơn mọi phương tiện biến đổi năng lượng khác[1].
4. Công suất một lò hơi hạt nhân có thể lên tới 3.000 MWt và những lò đang được khai triển lại còn có công suất lớn hơn nữa.
5. Những kiểu lò hơi hạt nhân có công suất nhỏ, khoảng 100/200 MWt, đặc, và có nổi lò bất khả xâm trong một thùng giam hãm chỉ có một đầu vào và một đầu ra của mạch hơi nước đang được khai triển để có thể phổ biến những áp dụng của năng lượng hạt nhân mà không e ngại về tăng sinh vũ khí hạt nhân.

Nhờ đó chúng ta có thể nghĩ tới những áp dụng hoặc chưa phổ biến hoặc chưa được đưa vào thực hiện hay thử nghiệm :

1. Đặt một lò hơi hạt nhân ở những nơi đất hẹp người đông như là những khu công nghiệp hay là ngoại ô những thành phố.
2. Khai triển những áp dụng công nghiệp cần đến rất nhiều hơi nước hay nhiệt năng mà cho tới nay công suất của những lò hơi cổ điển không cho phép thực hiện.
3. Đặt lò hơi hạt nhân có công suất nhỏ để cung cấp năng lượng trên những nền di động như là tàu biển và dàn khai thác dầu khí.
4. Thay thế lò hơi cổ điển bằng lò hơi hạt nhân công suất nhỏ ở những nơi có ít nhu cầu nhiệt năng mà không sợ những vật liệu phân hạch bị đánh cắp.
5. Thay thế sản xuất nhiệt năng tập trung vào một lò hơi lớn bằng một mạng nhiệt năng liên kết với nhiều lò hơi hạt nhân nhỏ để có nhiều nguồn hơi nước bảo đảm cung cấp hơi liên tục.

Chạy tàu thủy

Vận tải là một ngành tiêu thụ một phần tư năng lượng của Thế-Giới, trong đó một phần mười dành cho tàu thủy. Những tàu nhỏ thường chạy bằng máy nổ có thể lên đến vài triệu mã lực. Những tàu cỡ trung bình, trọng tải từ 1.000 DWT đến 10/20.000 DWT, chạy bằng tua bin khí. Lớn hơn nữa thì có lò hơi với công suất 100/150 MWt. Lò hơi có thể là một lò chạy bằng năng lượng hóa thạch và, trên phương diện kỹ thuật, không gì cản trở thay thế lò cổ điển đó bằng một lò hạt nhân.

Vấn đề của một tàu thủy là thỉnh thoảng phải chờ ở hải cảng để được tiếp tế nhiên liệu. Với những tàu có trọng tải nhỏ hay vừa thì sự ràng buộc đó không quan trọng mấy. Nhưng với những tàu lớn thì sự ràng buộc đó là cả một sự tổn kém thời gian lẫn tiền của. Một tàu có lò hơi cổ điển phải được tiếp tế nhiên liệu trung bình mỗi 1.000 hải lý. Một tàu có lò hơi hạt nhân thì có thể chạy tới ít nhất 500.000 hải lý trước khi mới cần phải thay nồi lò phản ứng !

Những lò phản ứng dùng trên tàu biển thuộc loại nước nén hay là loại được làm nguội bằng kim loại lỏng. Để lò phản ứng có tích lượng riêng cao, nhiên liệu là uranium được làm giàu ở hàm lượng U-235 từ 40 đến hơn 95 phần trăm. Hàm lượng này vượt xa hàm lượng tối đa 20 phần trăm mà cơ quan IAEA (International Atomic Energy Agency, Cơ Quan Nguyên Tử Lực Quốc Tế) cho phép. Vì thế mà cho tới nay chỉ có những chiến hạm các nước đã có vũ khí hạt nhân và, trong số những tàu dân sự, vài tàu phá băng của Liên-Xô cũ là có lò hơi hạt nhân. Những tàu dân sự khác, như tàu Otto Hahn của Đức, Savannah của Hoa-Kỳ và Mutsu của Nhật, đều phải ngưng hoạt động sau vài trục trặc kỹ thuật.

Vận tải bằng đường biển là phương tiện tiết kiệm năng lượng nhất. Mặc dù trọng tải nhiều tàu biển rất lớn và, trong tương lai, sẽ còn lớn hơn, đòi hỏi về công suất cũng không là bao nhiêu. Một tàu trọng tải 100.000 DWT chỉ cần đến một công suất chừng 100/150 MW, nghĩa là công suất của một lò hơi cổ điển tầm thường và công suất của một lò hơi hạt nhân nhỏ. Những lò hơi hạt nhân nhỏ sẽ không có vấn đề với IAEA. Khi chúng được hiệu chỉnh thì có thể nghĩ tới trang bị những tàu biển dân sự.

Cung cấp nhiệt năng cho đô thị và khu công nghiệp

Ở đô thị, nhà của thường dân, những văn phòng cũng như những cơ sở thương mại đều có nhu cầu nước nóng gia dụng, tăng nhiệt độ không khí khi trời lạnh và giảm nhiệt độ không khí khi trời nóng. Một số quy trình sản xuất công nghiệp cũng có nhu cầu nhiệt năng trực tiếp dưới dạng hơi nước hay là từ hơi nước đã được ngưng. Những ngành công nghiệp như là hóa học hay chế biến thực phẩm tiêu thụ rất nhiều nhiệt năng.

Mỗi tòa nhà hay mỗi nhà máy có thể tự sản xuất nguồn nhiệt năng cần thiết. Nhưng mua nhiệt năng từ một cơ sở kinh doanh nhiệt năng thì sẽ làm cho tập thể tiết kiệm năng lượng cơ bản. Cơ sở này biến mọi vật liệu có thể đốt được thành nhiệt năng hay trích nhiệt năng từ bộ ngưng của một nhà máy điện để bán. Nhiệt năng đó có thể ở dưới dạng nước nóng ở áp suất cao để vẫn còn ở dạng nước quá nhiệt. Nước quá nhiệt đó được bơm vào một ống nước tới nơi tiêu thụ. Ở nơi tiêu thụ, nhiệt năng được chuyển sang những thiết bị chạy bằng nhiệt năng qua những bộ chuyển nhiệt. Sau đó, nước đã được làm nguội có áp suất đã được giảm đi quay trở về cơ sở sản xuất để được đun nóng và tăng áp suất trước khi đi một vòng nữa. Mạng ống nước nóng đó gọi là *mạng nhiệt năng*. Nếu mạng nhiệt năng bao trùm đầy đặc một đô thị hay một khu công nghiệp thì mua hơi nước sẽ rẻ hơn là tự sản xuất nhiệt năng vì cơ quan quản lý mạng nhiệt năng có khả năng chọn những nguồn năng lượng thích hợp nhất để sản xuất hơi.

Hiện nay nguồn năng lượng của những mạng nhiệt năng là cạn những thùng dầu, khí đồng hành[2], gỗ vụn, bã mía, rác đô thị, những chất thải khác có trữ lượng năng lượng cao,... Ít khi nào người ta dùng những nhiên liệu quý báu như là dầu hay khí đốt. Ở những khu mỏ than, người ta dùng than vụn hay than có trữ lượng năng lượng quá thấp để có thể thành thương phẩm. Ở một cảng dầu, người ta dùng cạn nạo từ những thùng chứa dầu của tàu biển hay ở trên đất liền. Ở những vùng khai thác rừng, người ta dùng gỗ vụn của những nhà máy cưa hay gom từ những công trường đốn gỗ. Ở các miền quê, người ta dùng bã mía, trấu thóc, rơm, vỏ dừa,... mọi vật liệu có thể sinh ra nhiệt lượng khi bị đốt. Một mạng nhiệt năng dùng những vật liệu đó thường nhằm mục đích chính giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường do phế liệu gây ra. Lợi tức của dịch vụ cung cấp hơi nước là một nguồn tài trợ đáng kể của dịch vụ thanh toán phế liệu của một địa phương.

Thực tế thì không bao giờ người ta lắp đặt một lò hơi chỉ để cung cấp mạng nhiệt năng của một đô thị hay một khu công nghiệp. Một đô thị hay một khu công nghiệp bao giờ cũng cần đến điện và nhiệt năng.

Để sản xuất điện với một lò hơi thì hơi phải ở nhiệt độ trên 300 C và áp suất trên 90 Mpa hay cao hơn nữa. Sau khi đi qua tua bin thì nhiệt độ và áp suất của hơi nước giảm. Nếu giảm chưa đủ thì có bộ ngưng làm giảm thêm. Làm như vậy thì tổn hao một nửa tới hai phần ba trữ lượng năng lượng cơ bản mà chúng ta có thể dùng để cung cấp năng lượng cho mạng nhiệt năng. Nhiệt năng cần thiết để đáp ứng những nhu cầu gia dụng hay công nghiệp thường ở nhiệt độ hơn 100 C một chút, quá lắm là lên tới 250 C, một nhiệt độ rất thấp so với nhiệt độ hơi nước của một nhà máy nhiệt điện. Áp suất chỉ cần đủ để nước giữ nước ở dạng quá nhiệt. Vì không cần đến nhiệt độ và áp suất cao, mạng nhiệt năng có thể dùng làm nguồn nước lạnh cho bộ ngưng của nhà máy điện. Như vậy, thay vì bỏ phí ra sông hay ra biển qua bộ ngưng, nhiệt năng tồn tại trong mạch của tua bin có thể được dùng trong mạng nhiệt năng.

Hiện nay các giám đốc nhà máy điện và chính quyền địa phương khai triển mạng nhiệt năng và cố gắng thu hút những ngành công nghiệp tiêu thụ nhiệt năng vào những khu công nghiệp xung quanh nhà máy điện của họ để tận dụng nguồn năng lượng. Một mạng nhiệt năng có công suất 1.000 MWt có thể cung cấp hơi cho những máy nước nóng và máy điều hòa nhiệt độ của tất cả những tòa nhà của một thành phố như Singapore. Đó là công suất một lò phản ứng hạt nhân công suất rất tầm thường.

Khi vận chuyển hơi nước trong những ống thì có thất thoát nhiệt năng. Vì thế, người ta tìm cách đặt cơ sở sản xuất nhiệt năng ở gần nơi tiêu thụ nhất, không quá 10 km. Vì những đòi hỏi về nhiệt độ và áp suất của một mạng không quá đáng, các lò phản ứng nước nhẹ hiện có mặt trên thị trường đều thích hợp hơn những lò cổ điển. Nếu dân địa phương chấp nhận rằng rủi ro của năng lượng hạt nhân thấp hơn là những ngành công nghiệp khác thì chúng ta có thể xây những nhà máy điện hạt nhân gần đô thị và sử dụng năng lượng hữu hiệu qua mạng nhiệt năng.

Khử muối trong nước biển và nước bị ô nhiễm

Nước là một thành phần quan trọng của đời sống. Thế mà hơn một nửa nhân loại không có nước ngọt trong sạch mặc dù một nửa nhân loại cư trú cách một bờ biển tối đa 50 km, nơi có 99 phần trăm nước của quả cầu. Cũng có nhiều người thiếu nước sinh hoạt mặc dù sống ở nơi có nước ngọt tự nhiên nhưng nguồn nước đã bị ô nhiễm. Cả tới ở Việt-Nam, dân những vùng ven biển cũng chỉ có thể dùng nước lợ. Khử muối trong nước biển hay nước đã bị ô nhiễm để có nước ngọt trong sạch là một đòi hỏi bức xúc của mọi chính quyền địa phương.

Công suất một nhà máy khử muối tùy ở dân số, đòi hỏi về tiện ích của dân địa phương và nhu cầu của những nhà máy. Hiện trên Thế-Giới có 12.500 nhà máy khử muối. Một nửa số nhà máy đó đặt ở Trung đông. Công suất trung bình của một nhà máy là 2.000 mét khối mỗi ngày. Nhưng có nhà máy sản xuất chỉ có 100 mét khối mỗi ngày và có nhà máy sản xuất tới 500.000 mét khối mỗi ngày.

Hồi tiền cổ những thủy thủ đã biết đặt một chất xốp để hấp thụ hơi nước bốc ra từ một nồi đun nước và sau đó ép chất xốp đó để lấy nước uống. Bây giờ thì chúng ta có bốn phương pháp khử muối : phương pháp cất đa ứng (MED, Multi Effect Distillation), phương pháp cất chộp đa cấp (MSF, Multi Stage Flash Distillation), phương pháp ép hơi (VC, Vapour Compression) và phương pháp thẩm thấu ngược (RO, Reverse Osmosis).

Phương pháp cất đa ứng dùng nhiệt năng ở nhiệt độ dưới 100 C và phương pháp cất chộp đa cấp, có hiệu suất cao hơn, dùng nhiệt năng ở 120/125 C. Hai phương pháp này cần đến 200 nhiệt năng cho mỗi mét khối nhưng thích ứng với những nhà máy có công suất lớn. Phương pháp ép hơi dùng nhiệt năng ở khoảng 50/80 C cho bộ cất đầu tiên và điện cho máy nén hơi nước của những bộ cất tiếp theo. Phương pháp này cần đến 20 vừa nhiệt năng vừa điện năng để xử lý một mét khối nước và thích ứng với những nhà máy công suất lớn và trung bình. Phương pháp thẩm thấu ngược, thích ứng với những nhu cầu nhỏ (một gia đình đến một chung cư), chỉ dùng điện để chạy máy nén nước và cần đến chừng 6 để xử lý mỗi mét khối nước.

Như với những mạng nhiệt năng, một lò hơi hạt nhân có thể cung cấp năng lượng cho một nhà máy khử muối công suất 100.000 mét khối nước mỗi ngày hay cao hơn. Tốt nhất

là lò hơi đó dùng để sản xuất điện và lấy nhiệt năng của bộ ngưng để khử muối. Tốt hơn nữa, nhiệt năng của bộ ngưng dùng để khử muối và để cung cấp mạng nhiệt năng.

Sản xuất khí hydro

Khí hydro đã được sản xuất đại trà từ đầu kỷ nguyên công nghiệp hóa học. Sản lượng toàn cầu của khí hydro là 10 triệu tấn mỗi năm, gia tăng 10 phần trăm mỗi năm. Một nửa lượng khí hydro dùng để sản xuất phân bón có azôt và nửa kia dùng để giảm hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu hydro cacbua ở những nhà máy lọc dầu.

Trong tương lai, khí hydro sẽ có thêm một thị trường vĩ đại. Đó là thị trường giao thông vận tải. Những phương tiện vận tải hiện nay thải ra khí mônô-ôxít-cácbon và những loại khí làm ô nhiễm môi trường khác. Để giải quyết vấn đề, có ý kiến dùng khí hydro làm nhiên liệu cho những phương tiện vận tải : đốt khí hydro chỉ thải ra có hơi nước. Nhưng cho tới nay chưa có thực hiện nào đáng kể vì nhiều vấn đề kỹ thuật về dự trữ, vận chuyển và phân bố khí hydro chưa được giải quyết ổn thỏa.

Sản xuất khí hydro có hai phương pháp được phổ biến : điện phân nước ở nhiệt độ xung quanh và cải hóa khí tự nhiên bằng hơi nước (steam reforming of natural gas). Những phương pháp phân tách hơi nước ở nhiệt độ trên 1.000 C ở điện thế cao hay phân tách hơi nước ở nhiệt độ trên 1.000 C qua một số giai đoạn phản ứng hóa học vẫn còn ở giai đoạn thử nghiệm. Phương pháp thịnh hành nhất là phương pháp cải hóa khí tự nhiên. Hiện nay, 95 phần trăm khí hydro được sản xuất theo phương pháp này vì nó cho phép sản xuất đại trà.

Nhưng phương pháp cải hóa khí tự nhiên sinh ra khí đi-ôxít-cácbon, một khí gây ra hiệu ứng nhà kính. Vấn đề đó chưa đặt ra vì tổng số khối lượng khí hydro đang được sản xuất hãy còn tương đối ít. Nhưng vấn đề sẽ đặt ra khi những phương tiện giao thông vận tải phải chuyển sang dùng khí hydro. Lúc đó, những lò hơi cổ điển khó mà có thể đạt được nhiệt độ 1.000 C cho những phương pháp phân tách hơi nước. Những lò hơi hạt nhân chạy ở những nhiệt độ khoảng đó thì mới đang được nghiên cứu nên chưa ai biết sẽ thực hiện được không.

Vậy chỉ còn phương pháp sản xuất khí hydrô bằng phương pháp điện phân nước. Mặc dù phương pháp này đã được khám phá từ hơn hai thế kỷ nay, có hiệu suất năng lượng cao và dễ được vận dụng nhưng cho tới nay ít được áp dụng vì không thích ứng với đòi hỏi của sản xuất khí ở quy mô lớn. Nhưng hạn chế này lại là một lợi thế khi khí hydrô được dùng đại trà làm nhiên liệu cho ngành giao thông vận tải. Theo phương pháp điện phân thì khí hydrô có thể được sản xuất một cách phân cấp. Chúng ta có thể biến đổi những trạm xăng hiện nay thành những cơ sở điện phân nước để cung cấp khí hydrô. Thậm chí mỗi tòa nhà cá nhân cũng có thể có một bộ điện phân. Như thế, việc cung cấp nhiên liệu sẽ an toàn hơn nhờ có nhiều đơn vị sản xuất nhỏ.

Như nói ở trên, sản xuất khí hydrô bằng phương pháp điện phân thì không khó mấy. Thiết kế một bộ điện phân cũng không có gì là khó. Vấn đề chính, nhưng ngoài đề tài của bài này, là khai triển phương pháp dự trữ an toàn khí hydrô trên phương tiện vận tải. Điện cần thiết cho những đơn vị sản xuất khí hydrô bằng những bộ điện phân nhỏ sẽ do mạng điện công cộng cung cấp. Những mạng điện công cộng có thể dùng điện sản xuất từ nhiều nguồn năng lượng cơ bản khác nhau. Trong tương lai, năng lượng cơ bản dùng để sản xuất điện của mạng điện Việt-Nam chủ yếu sẽ là thủy năng và năng lượng hạt nhân.

Khí hóa than

Trữ lượng than trong lòng đất có thể cung cấp năng lượng trong hai thế kỷ nữa theo nhịp tiêu thụ hiện nay của nhân loại. Nhưng đốt than thì làm ô nhiễm môi trường vì tạo ra nhiều bụi, khí đi-ôxít-cácbon, một khí gây ra hiệu ứng nhà kính, và khí đi-ôxít-sulfur, một khí gây ra mưa acid. Mặc dù khí hóa than cũng sinh ra đi-ôxít-cácbon nhưng lối dùng than kiểu này vừa tiện lợi lại vừa ít làm hại cho môi trường : ít ra chúng ta giảm lượng bụi và lượng khí đi-ôxít-sulfur. Ngoài ra, vận chuyển năng lượng dưới dạng khí thì dễ hơn vận chuyển dưới dạng than. Chúng ta có thể dùng khí sinh ra từ quy trình khí hóa than để đáp ứng những nhu cầu gia dụng hay công nghiệp cần đến năng lượng.

Phương pháp khí hóa than dựa trên tương tác giữa nguyên tử cacbon của than với hơi nước và khí oxy. Phản ứng này sinh ra một hỗn hợp khí hydrô, khí ôxít-cácbon, đi-ôxít-cácbon và khí hydrô có thể dùng làm nguồn năng lượng. Phản ứng đã được áp dụng vào

thế kỷ XIX để sản xuất khí đốt cho mạng khí đốt của đô thị trong những lò ga và vôi than đã được mang lên mặt đất.

Người ta sản xuất khí đốt như vậy trong một lò ga, vôi than bới từ lòng đất ra. Nhưng cũng có thể khí hóa than tại chỗ, nghĩa là ở ngay những lớp than trong lòng đất mà không cần phải moi ra ngoài trời.

Dưới mặt đất có nhiều lớp than đá khai thác không có lợi vì lớp than hoặc quá mỏng, hoặc quá vụn, hoặc quá sâu. Ở nhiều nước có những mỏ than bây giờ ngưng hoạt động vì than còn lại không bới khai thác nữa. Nhưng ở lòng đất vẫn còn rất nhiều than. Tỷ dụ ở Pháp, sau ba thế kỷ khai thác, tất cả những mỏ than đều ngưng hoạt động, các hố đã bị lấp, nhưng trong lòng đất vẫn còn những khối than khổng lồ tản mát xung quanh những đường hầm và những mạch khai thác cũ. Đất đá ở những khu khai thác cũ đã bị rạn nứt khi những thợ mỏ và máy móc đến đó đào bới. Lâu dần khí đốt, chủ yếu là khí mêthan, từ than đá còn lại tỏa ra. Có nhiều người dự định khoan một giếng để khai thác khí đó như là lấy khí đốt từ một túi khí tự nhiên. Nhưng năng lượng mót được như vậy không đáng kể so với năng lượng của than còn tại chỗ.

Từ lâu đã có ý kiến khai thác tiềm năng năng lượng còn lại đó bằng phương pháp khí hóa than. Vào những năm 1930, Liên-Xô có thử khí hóa than tại chỗ. Người ta đào hai giếng ở hai nơi của vùng mỏ. Khí ôxy và hơi nước được thổi vào một giếng. Khoảng cách giữa hai giếng có thể được coi là một lò ga khổng lồ. Khí đốt được lấy ra ở giếng kia. Khí đó thường được dùng để chạy một nhà máy điện. Phương pháp khí hóa than tại chỗ bị bỏ quên trong một thời gian. Gần đây, với triển vọng khan hiếm năng lượng và lo âu về môi trường tự nhiên, nhiều nước như Hoa-Kỳ, Úc, Anh,... lại bắt đầu chú ý đến.

Dùng lò chạy bằng năng lượng hóa thạch để khí hóa than tại chỗ hay trong một lò ga thì không có lợi mấy vì phải dùng một năng lượng hóa thạch để sản xuất hơi nước cho phản ứng khí hóa. Ngoài ra, quy mô sản xuất khí sẽ bị giới hạn bởi vì công suất nhiệt của một lò hơi cỡ điển không quá 1.000 MWt. Ngược lại, một lò hơi hạt nhân sẽ không dùng đến năng lượng hóa thạch và công suất có thể lên đến mấy nghìn mêga-watt nhiệt. Đây là một thị trường tiềm tàng cho những lò hơi hạt nhân có công suất lớn.

Khai thác mỏ dầu

Khi mới khai thác một túi dầu thì dầu phun ra khỏi giếng nhờ áp suất tự nhiên ở dưới đất. Nếu áp suất không đủ thì người ta dùng máy để bơm dầu lên. Sau đó, để tiếp tục lấy dầu, người ta nhồi nước vào trong túi dầu để làm tăng áp suất của túi. Với lo âu về khí đi-ôxít-cácbon gây ra hiệu ứng nhà kính, người ta đang nghĩ đến việc nhồi khí đó từ những nhà máy vào túi dầu để duy trì áp suất thay cho nước. Nhưng dù giữ áp suất để tiếp tục tăng áp suất bằng cách nào đi nữa thì cũng chỉ trích được có 30/35 phần trăm trữ lượng trong túi dầu. Phần còn lại vẫn còn bám vào những hạt khoáng vật trong túi dầu như là nước bám vào những sợi vải của một áo đã được vắt khô. Mặc dù những hạt nhỏ như hạt cát và phim dầu bám vào những hạt rất mỏng, nhưng số hạt nhiều không lường được nên khối lượng dầu còn lại rất lớn.

Ngày xưa, để tiếp tục khai thác túi dầu, người ta dùng thuốc tẩy để tách phim dầu khỏi những hạt khoáng vật đó. Có một phương pháp khác là bơm hơi nước vào túi dầu. Hơi nước cũng có tác động tách phim dầu khỏi những hạt khoáng vật. Làm như thế gọi là *khích thích túi dầu*. Những phương pháp này làm cho tỷ số dầu lấy ra được 40/50 phần trăm dầu hiện diện trong túi dầu[3]. Bây giờ, người ta chuyển sang phương pháp bơm hơi nước vì phương pháp này rẻ và tôn trọng môi trường hơn. Hơi nước có tác động làm cho phim dầu rời khỏi hạt khoáng vật và tụ lại ở phần trên của túi dầu để được bơm ra ngoài trời. Sau khi hơi ngưng lại thì nước ngưng sẽ đọng ở dưới túi dầu và tham gia vào việc tăng áp suất trong túi.

Hiện nay người ta đặt một lò hơi chung với dàn bơm dầu. Lò hơi đó chạy bằng khí đồng hành của giếng dầu hay bằng một phần dầu của giếng. Vì ở một dàn bơm dầu có ít chỗ nên chỉ có thể dùng được những lò hơi nhỏ với công suất thấp. Nhưng những lò hơi hạt nhân công suất nhỏ sắp tới có thể thay thế những lò hơi cổ điển, tăng khả năng sản xuất hơi và tăng lượng dầu trong túi dầu có thể bơm được.

Với triển vọng nguồn dầu sẽ cạn, người ta đang nghĩ đến những mỏ đá phiến hay những bãi cát có nhựa. Nhựa là một chất hydrô cácbua đặc trưng tự như nhựa dùng để tráng đường giao thông. Thực ra nhựa là một thể dầu có chuỗi cácbon rất dài nên đặc hơn dầu

cổ điển. Trong ngành dầu mỏ người ta gọi nhựa đó là dầu *không chính quy*. Người ta tính rằng trữ lượng năng lượng của những mỏ đá phiến hay bãi cát có nhựa tương đương với trữ lượng của những mỏ dầu.

Với dầu không chính quy thì nhựa bao bọc những viên đá phiến hay những hạt cát. Muốn lấy nhựa để mang vào chòi lọc dầu thì hay hạt cát. Nhựa bị hơi nóng làm chảy, rời khỏi viên đá hay hạt cát và tụ lại ở một điểm thuận tiện để có thể gom lại. Để biến nhựa thành những nhiên liệu thông thường có chuỗi cacbon ngắn hơn, người ta gây phản ứng cracking. Phản ứng này rất thông thường đối với những chuyên gia ngành dầu vì đã được áp dụng để lọc dầu thường rồi. Vấn đề là làm thế nào để có một nguồn hơi nước lớn và rẻ để khai thác mỏ. Với công nghệ hiện nay thì chỉ có những lò hơi hạt nhân lớn mới có thể giải quyết được.

Kết luận

Mỗi năm, lượng điện sản xuất trên Thế-Giới là 16.742 TW-h, trong đó phần của năng lượng hạt nhân là 2.635 TW-h (15,7 phần trăm) và lượng nhiệt năng là 3.345 TW-h, trong đó phần của năng lượng hạt nhân là 6 TW-h (0,2 phần trăm)[4]. Như chúng ta có thể thấy, phần của năng lượng hạt nhân dùng để sản xuất nhiệt năng gần như là không đáng kể. Những con số đó cho thấy triển vọng phát triển của những lò hơi hạt nhân dùng để sản xuất điện và, đặc biệt, dùng để cung cấp nhiệt năng cho những nhu cầu gia dụng và công nghiệp.

Như trình bày ở trên, chúng ta có thể khẳng định rằng công nghệ hạt nhân rút cục chỉ khác những công nghệ năng lượng khác ở một lò hơi đặc biệt chạy nhờ những phản ứng hạt nhân.

Lò hơi chỉ là một phần nhỏ của một hệ thống sản xuất và tiêu thụ năng lượng sinh ra từ những lò hơi cổ điển hay lò hơi hạt nhân. Những bộ phận khác đều không thuộc về công nghệ hạt nhân. Nghiên cứu thiết kế những hệ thống và bộ phận đó không cần phải hiểu biết gì về khoa học kỹ thuật hạt nhân cả. Mỗi hệ thống đều khác nhau vì những đòi hỏi về công suất năng lượng và đặc tính kỹ thuật của hơi nước đều khác nhau tùy ở mỗi tình huống cá biệt. Tay nghề của một cơ quan thiết kế công nghiệp biểu hiện ở khả năng kết

cấu những bộ phận làm sao để hệ thống năng lượng thích ứng với ba điều kiện : (a) cân bằng cung cấp với nhu cầu năng lượng trong không gian và thời gian, (b) sử dụng tối ưu nguồn năng lượng cơ bản và (c) giảm thiểu vi phạm môi trường.

Hiện chỉ có vài công ty hay tập đoàn nhiều công ty đa quốc gia có khả năng thiết kế và chế tạo lò hơi hạt nhân. Mỗi tập đoàn cũng chỉ có thể thiết kế được một hai mẫu lò thổi. Vậy Việt-Nam không còn cơ hội để vào cuộc nữa. Mọi đầu tư vào nhân lực và thiết bị nhằm mục đích đó là vô vọng. Quá lắm là Việt-Nam có thể tham gia vào dự án thiết kế của một tập đoàn có sẵn để đảm nhiệm một phần rất nhỏ của một dự án. Điều này không có gì là hổ thẹn vì nhiều nước có công nghiệp tân tiến hùng mạnh cũng chọn ở trong tình trạng này.

Những bộ phận cấu tạo hệ thống cung cấp và tiêu thụ năng lượng thì đa dạng. Trên Thế-Giới có nhiều công ty lớn nhỏ chế tạo những bộ phận đó. Có những bộ phận dễ thiết kế và chế tạo, có những bộ phận phức tạp hơn. Việt-Nam có thể vào thị trường đó. Mỗi xí nghiệp sẽ chọn bộ phận thích ứng với khả năng kỹ thuật của mình.

Ngoài ra, những tập đoàn thiết kế công nghiệp quốc tế không thể đáp ứng được tất cả nhu cầu xây dựng công nghiệp của Thế-Giới. Ngành này thường được coi là đòn bẩy để phát triển công nghệ của một nước. Vậy Việt-Nam nên gấp rút thành lập một tập đoàn lớn chuyên về thiết kế xây dựng công nghiệp. Tuy nhiên vẫn còn chỗ cho nhiều văn phòng thiết kế nhỏ. Đào tạo những chuyên gia cho ngành thiết kế xây dựng công nghiệp thì rất mau và không tốn kém mấy.

Theo Aivfweb (Đặng Đình Cung)

[1] Chúng tôi xin bàn về vấn đề an toàn và tôn trọng môi trường của năng lượng hạt nhân vào một dịp khác.

[2] Dầu bốc hơi một chút. Khí tỏa ra là một khí đốt chủ yếu gồm bởi khí mêthan. Người ta gọi khí đó là *khí đồng hành*. Nếu một túi dầu chỉ phát ra một ít khí đồng hành thôi thì người ta đốt khí ở ngọn một ống chỉ thiên để khỏi gây tai nạn nổ. Nhưng nếu dầu tỏa ra nhiều khí đồng hành thì lấy khí làm nguồn năng lượng như khí tự nhiên có thể là có lợi. Ở Việt-Nam, một số nhà máy nhiệt điện chạy một phần bằng khí đồng hành.

[3] Khi xưa những hãng dầu đều có công ty con sản xuất thuốc tẩy và bột giặt quần áo là vì vậy.

[4] Thống kê của IEA (International Energy Agency, Cơ Quan Năng Lượng Quốc Tế) trên trạm Internet

Cách nhìn mới về năng lượng hạt nhân

Bất chấp hình ảnh không thân thiện với môi trường của nó, năng lượng hạt nhân vẫn nhất định quay trở lại chương trình năng lượng của thế giới do nhu cầu cắt giảm sự phát thải cacbon dioxid. Paul Norman, Andrew Worrall và Kevin Hesketh mô tả cách mà thế hệ kế tiếp của các nhà máy điện hạt nhân sẽ sạch hơn và hiệu quả hơn bao giờ hết.

Sự ám lên toàn cầu có nguồn gốc ở một trong những ý tưởng cơ bản nhất của nền vật lí học Newton: không có tác dụng nào mà không có phản tác dụng. Nói đơn giản, chúng ta không thể cứ tiếp tục bơm cacbon dioxid và các chất độc hại khác sinh ra từ sự cháy của nhiên liệu hóa thạch vào môi trường của chúng ta mà không phải gánh chịu hậu quả. Các nhà khoa học môi trường đã cảnh báo vấn đề này nhiều lần, nhưng chỉ đến bây giờ chính quyền các nước mới có sự lưu tâm thích đáng tới vấn đề. Sự biến đổi khí hậu do con người tạo ra là một trong những đe dọa lớn nhất đến bộ mặt hành tinh của chúng ta, và người ta ước tính nó là nguyên

nhân gây ra hơn 160.000 cái chết trên thế giới mỗi năm do hạn hán, lũ lụt và mùa màng thất bát.



Nhưng việc giải quyết sự ấm lên toàn cầu mà chúng ta đối mặt là một bài toán nan giải. Các nhiên liệu hóa thạch cung cấp ít nhất là 85% tổng nhu cầu năng lượng của chúng ta, từ điện sử dụng trong nhà chúng ta cho tới việc sản xuất các sản phẩm hàng hóa và nguồn cung thực phẩm cho chúng ta. Các nguồn năng lượng có thể hồi phục, như các nguồn khai thác Mặt Trời, gió, và sóng biển, có thể giúp giảm bớt sự phụ thuộc của chúng ta vào nhiên liệu hóa thạch, nhưng tính chất không chắc chắn của chúng và thường có công suất thấp nên chúng chỉ có thể cung cấp

một phần nhỏ cho bài toán năng lượng. Thật vậy, đa số các dạng năng lượng có khả năng hồi phục đều có sự tác động đến môi trường đáng kể của riêng chúng – ví dụ như làm biến đổi cảnh quan, hoặc gây nguy hiểm cho cuộc sống hoang dã. Chúng cũng yêu cầu các nhà máy điện nhiên liệu hóa thạch phải sẵn sàng hoạt động khi công suất ra thấp, ví dụ như khi các tuabin gió không phát điện được trong những điều kiện nhất định.

May thay, có một lựa chọn khác để giải quyết cơn khủng hoảng năng lượng lờ mờ hiện ra trước mắt chúng ta: đó là năng lượng hạt nhân. Ở mức độ nguyên tử, năng lượng nhiệt giải phóng trong một sự kiện phân hạch là 200 eV, so với chỉ có vài eV phát sinh ra khi mỗi phân tử hydrocarbon bị phá vỡ bằng việc đốt nhiên liệu có chứa cacbon. Kết quả là một viên nhiên liệu lò phản ứng hạt nhân dài chỉ 1 cm có thể tạo ra lượng điện tương đương với 1,5 tấn than đá. Hơn nữa, nhà máy điện hạt nhân tạo ra lượng chất thải rất ít, ngược với lượng chất độc khổng lồ được bơm không qua kiểm tra vào môi trường bởi việc đốt nhiên liệu hóa thạch. Mặc dù chất thải hạt nhân thì độc hơn nhiều so với những

chất độc này, nhưng ít nhất nó có thể được cô lập hoàn toàn.

Năng lượng hạt nhân tiến lên giữ vai trò chủ đạo vào cuối thập niên 1950 và 1960, với việc xây dựng nhiều nhà máy điện hạt nhân trên khắp thế giới. Tuy nhiên, mối nguy hiểm đến môi trường đi kèm với chất thải hạt nhân luôn luôn là lí lẽ để chống lại năng lượng hạt nhân. Thêm với tai nạn Chernobyl năm 1986 và các tác động thị trường trong lĩnh vực năng lượng, nền công nghiệp hạt nhân đã đi vào thời suy tàn trong thập niên 1980 và 1990. Nhưng xu thế đó ngày nay hình như đang có sự chuyển biến. Hồi tháng năm, chẳng hạn, chính phủ Mỹ đã tỏ dấu hiệu mục tiêu của họ là xây dựng một hạm đội mới các nhà máy điện hạt nhân trên khắp đất nước, và một số nước khác, gồm Trung Quốc, Phần Lan, Pháp, Ấn Độ và Nga đã thông báo hoặc đã bắt tay vào xây dựng những lò phản ứng mới.

Không phải chỉ có sự khẩn thiết phải chiến đấu với sự biến đổi khí hậu chậm ngòi cho đợt hồi phục hạt nhân này. Các luận cứ kinh tế dựa trên sự tăng liên tục giá khí đốt và dầu

mở, cộng với sự quan tâm chiến lược trong việc đảm bảo mỗi nước có nguồn cung ứng năng lượng bền vững, cũng là những nhân tố chính. Trong thực tế, các luận cứ kinh tế và chiến lược mạnh mẽ cho thấy hiện nay không thể nào có được giải pháp thực tế cho bài toán năng lượng mà trong đó năng lượng hạt nhân không đóng vai trò chính một lần nữa. Và ở đâu có năng lượng hạt nhân, ở đó có các nhà vật lí.

Lịch sử điện hạt nhân

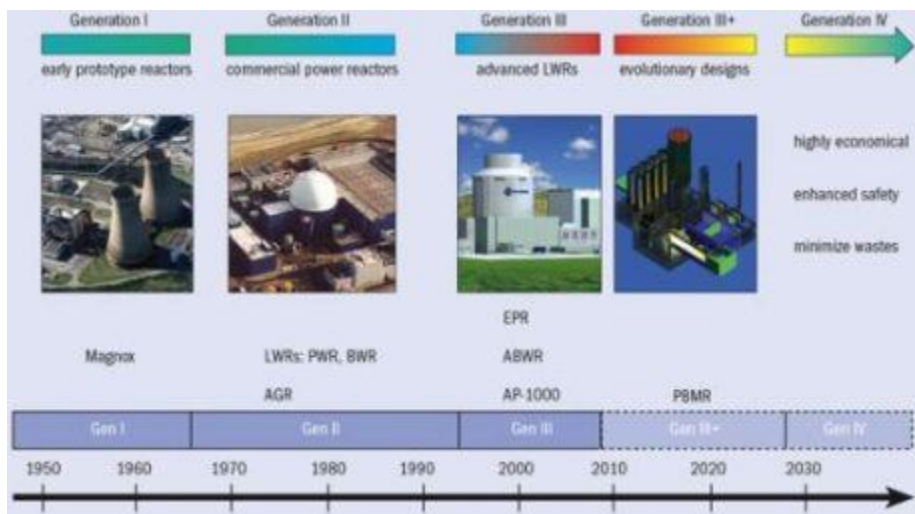
Lò phản ứng hạt nhân hoạt động bằng năng lượng giải phóng trong sự phân hạch hạt nhân. Quá trình này bao gồm việc bắn neutron vào hạt nhân uranium-235, hạt nhân này chuyển thành hạt nhân uranium-236 có năng lượng vượt mức đủ để trở nên biến dạng và tách thành hai mảnh vỡ phân hạch nặng cộng với hai hoặc ba neutron mới sinh trên mỗi sự kiện phân hạch. Sự hụt khối lượng nhỏ giữa những sản phẩm cuối cùng này và neutron ban đầu và hạt nhân uranium được giải phóng dưới dạng năng lượng theo phương trình nổi tiếng của Einstein.

Đa số năng lượng này tồn tại dưới dạng động năng của các

sản phẩm phân hạch, chúng làm phát ra rất nhiều nhiệt do va chạm với các nguyên tử xung quanh. Nhiệt này được mang ra ngoài bằng một chất lỏng làm nguội như cacbon dioxid hoặc nước (tạo thành mạch làm nguội chính) và được dùng để đun sôi hơi trong mạch thứ cấp tạo ra hơi nước làm quay tuabin và máy phát – tương tự như nhà máy điện sử dụng nhiên liệu hóa thạch. Trong số các neutron được giải phóng, một số sẽ thoát khỏi lò phản ứng, còn số khác bị hấp thụ, nhưng khoảng phân nửa sẽ làm tách thêm hạt nhân uranium, kích hoạt phản ứng dây chuyền. Để giữ quá trình này dưới sự kiểm soát, đa số lò phản ứng yêu cầu một bộ phận điều tiết – thường cấu tạo từ graphit hoặc nước vì nguyên tử nhẹ của chúng hấp thụ tốt động năng của các neutron.

Nhà máy điện hạt nhân thương mại đầu tiên trên thế giới khai trương ở Anh năm 1956 tại địa điểm Sellafield trên bờ biển Cumbrian, và nó chạy trong gần như nửa thế kỉ trước khi đóng cửa vào năm 2003. Bốn lò phản ứng Calder Hall thuộc loại Magnox, nghĩa là chúng sử dụng hợp kim magnesium “không oxi hóa” bọc các thanh nhiên liệu

uranium. Cũng giữ lại các sản phẩm phân hạch dễ biến đổi, như caesium và strontium, lớp phủ Magnox này có tiết diện hấp thụ neutron thấp và do đó làm giảm “sự hấp thụ kí sinh” neutron. Chế tạo từ graphit và chứa lỗ cho cả các thanh nhiên liệu và cho phép chất khí làm lạnh chảy, chất điều tiết làm chậm neutron bằng cách làm tán xạ đàn hồi sao cho phân bố động năng của chúng trở nên sánh được với phân bố động năng của chất khí ở trạng thái cân bằng nhiệt với graphit. Vì ở những năng lượng này, neutron có xác suất tương tác với phân tử cao hơn, nên lò phản ứng Magnox có thể sử dụng nhiên liệu chứa các mức xảy ra tự nhiên của uranium-235 (khoảng 0,7%), tránh phải dùng – và hao phí – uranium đã qua “làm giàu”.



Kể từ khi nhà máy điện hạt nhân thương mại đầu tiên mở cửa ở Anh vào năm 1956, các mẫu lò phản ứng đã tiến triển rất nhiều. Mặc dù sự khác biệt giữa các mẫu không rõ ràng cho lắm, nhưng Bộ Năng lượng Mĩ (DOE) đã phân loại chúng thành bốn thế hệ khi họ bắt đầu nhắm tới việc xây dựng các lò phản ứng mới trong giữa đến cuối thập niên 1990. Nhà máy Magnox buổi đầu, nhiều trong số đó vẫn đang hoạt động, được gán cho là thế hệ I, còn những mẫu kế vị của chúng trong thập niên 1970 và 1980 – các lò phản ứng nước nhẹ (LWR) - được gọi là thế hệ II. Những lò kiểu này tạo nên khối nhà máy điện hạt nhân trên khắp thế giới hiện nay, và nhiều lò vẫn đang được xây dựng thêm. Các mẫu thế hệ III, tương tự như các lò phản ứng thế hệ II nhưng có đặc điểm an toàn cải tiến, đang sẵn sàng được xây dựng, trong khi một số nước đang theo đuổi các mẫu “thế hệ III+” hơi cải tiến hơn một chút. Còn các mẫu thế hệ IV – trong đó DOE đã chọn 6 - hiện vẫn ở giai đoạn đầu, nhưng chúng hứa hẹn mang lại những nhà máy điện hạt nhân sạch hơn và kinh tế hơn vào giữa thế kỉ này.

Vào đầu thập niên 1970, nước Anh có 11 nhà máy điện hạt nhân Magnox (gồm tổng cộng 26 lò phản ứng) hoặc đang hoạt động hoặc đang trong giai đoạn xây dựng hoặc lên kế hoạch. Anh cũng đã xuất khẩu mẫu Magnox – từ đây gọi là “thế hệ I” – sang Nhật và Italy, mỗi nước một nhà máy điện hạt nhân. Tuy nhiên, trong một nỗ lực nhằm tăng tỉ lệ công suất điện trên công suất nhiệt thì Ủy ban Điện lực đã đưa ra ý tưởng về lò phản ứng cải tiến làm lạnh bằng chất khí (AGR) – bây giờ gọi là mẫu “thế hệ II”. Lò đầu tiên mở cửa vào giữa thập niên 1970, tất cả 7 nhà máy điện AGR (14 lò phản ứng) hiện vẫn đang hoạt động.

Chất điều tiết (graphit) và chất làm lạnh (cacbon dioxit) có mặt trong cả mẫu Magnox lẫn mẫu AGR. Tuy nhiên, AGR có hiệu suất nhiệt cao hơn do hoạt động ở nhiệt độ 600oC so với khoảng 370oC ở mẫu Magnox. Vì ở nhiệt độ cao, uranium chịu sự biến đổi pha tinh thể khiến nó nở ra, có khả năng làm suy yếu lớp phủ ngoài, nên AGR dùng uranium oxit làm nhiên liệu của chúng. Và vì Magnox trở nên mềm nhũn và có thể còn dễ nóng chảy trong không khí ở nhiệt độ AGR, nên thép sạch được dùng làm lớp phủ

thay thế. Vì thép sạch hấp thụ nhiều neutron hơn Magnox, nên AGR yêu cầu uranium có thành phần uranium-235 chiếm vài phần trăm, giá thành tăng thêm sẽ được lấy lại qua công suất năng lượng tăng của nhiên liệu.

Nước Anh cũng tiến hành nghiên cứu các mẫu “lò phản ứng nhanh” cho đến đầu thập niên 1990, ví dụ tại địa điểm Dounreay ở miền bắc Scotland. Những lò phản ứng này không có chất điều tiết và neutron giải phóng trong mỗi sự kiện phân hạch do đó vẫn giữ được động năng lớn của chúng. Kết quả là các lò phản ứng này có khả năng biến uranium suy kiệt (tức là uranium có hầu hết thành phần uranium-235 của nó đã bị xài hết) thành plutonium, chất này cũng có thể dùng làm nhiên liệu hạt nhân. Vì khi mỗi nguyên tử plutonium bị phá vỡ do phân hạch thì ít nhất một hoặc nhiều nguyên tử khác được tạo ra trong nhiên liệu đã qua sử dụng, nên lò phản ứng nhanh – hay lò phản ứng tái sinh – tạo ra nhiều chất dễ phân tách hơn nhiên liệu của nó, do đó có khả năng làm tăng kho dự trữ nhiên liệu hạt nhân lên rất lớn.

Vì các neutron năng lượng tính trong lò phản ứng nhanh có xác suất tương tác với hạt nhân khác thấp hơn, cho nên lò phản ứng yêu cầu chất liệu có thể phân hạch đậm đặc hơn và các chất có thể sống được trước dòng neutron rất lớn. Kết quả là lò phản ứng nhanh phức tạp hơn và đắt hơn lò phản ứng Magnox hoặc AGR, một phần là do chúng yêu cầu thêm một mạch làm lạnh nữa, và mẫu đó chưa hề được sử dụng về mặt thương mại.

Lò phản ứng nước nhẹ

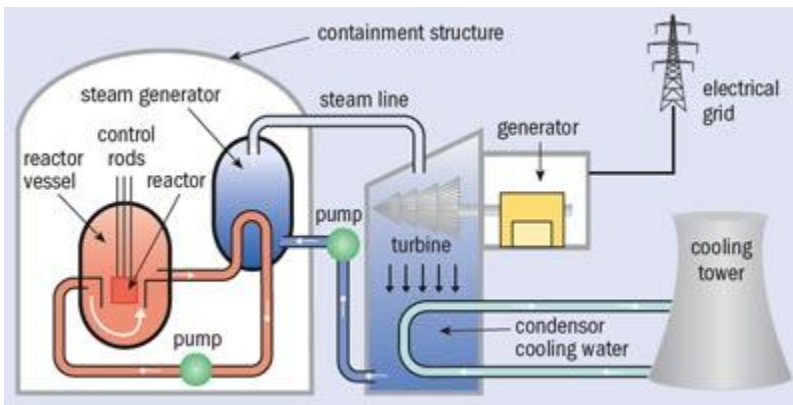
Tại một nơi khác trên thế giới, nước Pháp bắt đầu đi theo sự chỉ đạo của Anh bằng việc xây dựng các lò phản ứng tương tự như mẫu Magnox trong thập niên 1960. Trong khi đó, nước Mỹ nhận ra rằng lò phản ứng kinh tế nhất là các lò thường được gọi chung là lò phản ứng nước nhẹ (LWR). Các lò này dễ xây dựng và hoạt động hơn lò Magnox hoặc AGR, và chúng cũng có lợi hơn về mặt kinh tế. Chẳng hạn, nhiên liệu sử dụng được cải thiện qua nỗ lực chung của nhiều nước sao cho ngày nay nó có thể duy trì được công suất năng lượng có ích cao hơn nhiên liệu AGR, loại chỉ có

một mình nước Anh phát triển.

LWR sử dụng nước thường làm chất điều tiết và chất làm lạnh, chạy trên nhiên liệu uranium oxit làm giàu lên tới 5% uranium-235 và chứa trong một vỏ bọc hợp kim zirconium. LWR có hai loại cơ bản: lò phản ứng nước điều áp (PWR) và lò phản ứng nước sôi (BWR). PWR giữ nước trong mạch làm lạnh chính ở dạng lỏng và cho bốc hơi trong một mạch thứ hai điều hành ở áp suất thấp hơn. Ngược lại, BWR sử dụng một mạch áp suất hai pha nước-hơi nước, trong đó hơi nước từ lõi lò trực tiếp làm quay tuabin. Lợi thế của mẫu này là nó không yêu cầu một mạch làm lạnh thứ cấp và các chất trao đổi nhiệt đi kèm, các ống, van và bơm. Tuy nhiên, lợi thế này có xu hướng bị bù lại bởi sự tăng độ phức tạp ở những khía cạnh khác, nhất là việc duy trì và khởi động vì hơi nước đi qua tuabin có tính phóng xạ và do đó sẽ làm nhiễm bẩn chúng.

Nhiều ưu điểm của LWR đến từ lõi lò phản ứng rất rắn chắc của chúng, có thể là do nước là chất hiệu quả nhất trong số tất cả các chất điều tiết được sử dụng phổ biến để

làm chậm các neutron phân hạch. Ưu điểm này khiến LWR kinh tế hơn và dễ xây dựng và hoạt động hơn nhiều so với nhà máy điện hạt nhân Magnox và AGR (mặc dù AGR không yêu cầu mức độ làm giàu uranium cao như thế). Ví dụ, nồi áp suất trong đó lò phản ứng được chứa cộng với tất cả cấu trúc xung quanh đủ nhỏ để chế tạo trong một phân xưởng và vận chuyển đến địa điểm xây dựng, trong khi nồi áp suất Magnox và AGR quá lớn nên yêu cầu phải xây dựng tại chỗ.



Sự phát điện hạt nhân bắt đầu từ lõi của lò phản ứng, trong đó neutron được cho bắn vào hạt nhân uranium-235 làm cho chúng tách thành hạt nhân nhẹ hơn và neutron khác. Những neutron này phải được làm chậm bằng chất điều tiết sao cho chúng có thể khởi động các phản ứng phân hạch

khác và duy trì phản ứng dây chuyền. Trong trường hợp lò phản ứng nước điều áp (PWR, hình), nước được dùng làm chất điều tiết, trong khi graphit và nước nặng được sử dụng trong các mẫu lò khác. Các “thanh điều khiển” hấp thụ neutron có thể chèn vào lõi lò phản ứng lúc hoạt động, cho phép tốc độ phản ứng ngừng lại. Va chạm giữa các sản phẩm phân hạch và các nguyên tử xung quanh làm phát sinh nhiệt, nhiệt này có thể trích ra bằng một chất làm lạnh (nước trong trường hợp của PWR) lưu thông qua vùng lõi và làm bốc hơi nước trong mạch thứ cấp. Hơi nước làm quay tuabin và máy phát, máy phát được nối vào mạng lưới điện.

Mặc dù nước Anh đã thiết kế AGR để cạnh tranh với LWR, nhưng mẫu này sớm phải bỏ đi vì chi phí xây dựng đắt và khó điều hành hơn LWR. Với hiệu suất hoạt động hơi tệt của chúng, cuộc cạnh tranh với LWR nhanh chóng đi tới kết thúc – hơi giống như Boeing đấu với các nhà sản xuất máy bay cỡ nhỏ của Anh. Nước Anh nhận ra điều này bằng việc quyết định bỏ AGR theo PWR, và việc xây dựng nhà máy PWR đầu tiên và duy nhất của nước Anh (Sizewell B

ở bờ biển Suffolk – bắt đầu vào năm 1988. Thật vậy, trong số 436 lò phản ứng đang hoạt động hiện nay trên thế giới thì 357 lò là LWR, trong đó 264 là PWR, và đây cũng là loại lò đang được xây dựng chủ yếu hiện nay.

Các lò kiểu mới

Ngày nay, nhiều quốc gia đang phải đối mặt với vấn đề làm sao cân đối giữa nhu cầu năng lượng của họ đồng thời tạo ra ít cacbon dioxit hơn, và nước Anh cũng không ngoại lệ. Khi cựu thủ tướng Anh Tony Blair lên nắm quyền hồi năm 1997 – hai năm sau khi Sizewell đi vào hoạt động – ông quyết định “khoanh vùng” vấn đề năng lượng hạt nhân. Nhưng hiện nay rõ ràng là chính phủ Anh đã chấp nhận rằng cách duy nhất để đạt được mục tiêu nhiều tham vọng của mình trong việc cắt giảm sự phát thải cacbon dioxit là ít nhất phải duy trì cho được đóng góp 18% hiện nay mà năng lượng hạt nhân mang tới cho “tổ hợp năng lượng”.

Việc xây dựng một nhà máy điện hạt nhân không phải diễn ra trong ngày một ngày hai. Và nếu như chính phủ Anh

quyết định tiến tới một hạm đội nhà máy điện hạt nhân mới (một quyết định hiện nay đang thăm dò dư luận và sẽ cho kết quả cuối cùng vào tháng 10), thì họ cần phải quyết định là chọn công nghệ nào và ai sẽ xây dựng và điều hành nhà máy. Những lựa chọn vừa nói là tùy thuộc vào tác động thị trường, tùy thuộc vào nhà cung cấp lò phản ứng hoặc chủ sở hữu công nghệ nào đến chào hàng trước, và tùy thuộc tiêu chuẩn môi trường và tiêu chuẩn an toàn nghiêm ngặt. Tóm lại, mất khoảng 10 năm nữa thì một nhà máy điện hạt nhân mới có thể hòa vào lưới điện quốc gia.

Hai ứng viên sáng giá nhất cho các lò phản ứng xây mới ở Anh là các lò PWR, giống như Sizewell B : Areva EPR (lò phản ứng nước điều áp châu Âu) và Westinghouse AP-1000 (AP là viết tắt của “thụ động cải tiến” và 1000 biểu thị 1000MW công suất điện mà nhà máy có thể sản xuất). Các mẫu có triển vọng khác là lò phản ứng nước sôi cải tiến (ABWR), về cơ bản là một phiên bản tối ưu hóa của BWR, và lò phản ứng Candu cải tiến (ACR), dựa trên các lò phản ứng Candu rất thành công của Canada. Các lò này tương tự với PWR nhưng sử dụng nước nặng (D2O) làm

chất điều tiết. Nước nặng hầu như không bắt lấy neutron nào, nhưng vì nó chứa deuterium rất tốt trong việc làm chậm neutron. Điều này có nghĩa là sẽ có sẵn nhiều neutron phân hạch hơn, cho phép ACR hoạt động với nhiên liệu có mức làm giàu thấp.

Đặc điểm chung của tất cả các mẫu “thế hệ III” này là chúng hoạt động đơn giản: chúng yêu cầu ít can thiệp hơn, ít nhiên liệu hơn và dễ duy trì hơn các mẫu trước. Chúng cũng đã được cải tiến, các đặc điểm an toàn thụ động dựa trên các lực vật lý như hấp dẫn và đối lưu, có ít hoặc không cần đến các dụng cụ cơ học như bơm. Tuy nhiên, các nhóm vận động như CND và Hòa bình Xanh đã thực sự phớt lờ đi các đặc điểm đó và thay vào đó lại tập trung vào những lo lắng không ngừng tăng lên về chất thải hạt nhân mà một hệ thống nhà máy điện hạt nhân mới sẽ tạo ra.

Trong khi hiển nhiên là càng có nhiều nhà máy điện hạt nhân thì sẽ càng có nhiều chất thải hạt nhân, thì khối lượng chất thải phát sinh trên kWh công suất ra ở các mẫu mới sẽ ít hơn nhiều so với ở các mẫu trước đây. Chẳng hạn, một tổ

hợp 10 nhà máy LWR gigawatt mới sẽ phát ra gấp đôi lượng điện trong tuổi thọ 60 năm của chúng so với tổ hợp đó hiện nay, nhưng sẽ tạo ra chỉ khoảng thêm 10% chất thải phóng xạ mức độ cao trong cùng thời gian trên dưới những điều kiện hợp lý. Hơn nữa, các lò phản ứng mới này có thể cho phép chúng ta sử dụng kho dự trữ plutonium quân sự bằng cách dùng nhiên liệu “oxit hỗn hợp” chất tạo từ oxit uranium và plutonium.

Các mẫu AP-1000, EPR, ACR và BWR đều sử dụng cùng loại nhiên liệu, mạch áp suất, máy phát hơi nước và những thành phần chủ chốt khác như các lò phản ứng thế hệ I và thế hệ II đang hoạt động ngày nay. Các nhà máy mới xây dựng trên các mẫu này do đó sẽ được xây dựng ngay. Thật vậy, một nhà máy EPR đang được xây dựng ở Phần Lan (xem hình), với một cái ở Pháp sau đó, còn Trung Quốc đã đặt hàng vài lò AP-1000. Tuy nhiên, có lẽ trong vòng 20 năm tới, chúng ta sẽ có thể sẵn sàng xây dựng cái được gọi là mẫu lò phản ứng thế hệ IV.

Thế hệ IV

Vào cuối thập niên 1990, Bộ Năng lượng Mỹ đã chọn ra 6 mẫu thể hệ IV trong danh sách thu gọn hơn 100 ý tưởng nhằm “mở rộng khả năng sử dụng năng lượng hạt nhân”. Ba trong số các mẫu này là lò phản ứng nhanh, có chu trình nhiên liệu có chấp nhận được, trong đó plutonium-239 được tạo ra từ phản ứng bắt neutron uranium-238 và do đó có thể hoạt động trong nhiều trăm năm với nguồn dự trữ uranium hiện có. Ba mẫu lò phản ứng nhanh đó khác nhau chủ yếu ở việc chọn chất làm lạnh: đó là natri lỏng, chì lỏng và khí heli, một số trong đó là chất dẫn nhiệt tốt, còn một số thì khó giải quyết nếu như chúng rò rỉ.



Lò phản ứng EPR đầu tiên của thế giới đang được xây dựng ở địa điểm Olkiluoto, Phần Lan, và sẽ hoàn thành vào năm 2009.

Một mẫu thể hệ IV khác là lò phản ứng nước siêu tới hạn, trong đó nước ở trong pha siêu tới hạn của nó được dùng làm chất làm lạnh. Nước ở trạng thái này (tức là trạng thái trong đó không có sự phân biệt giữa thể lỏng và thể khí) có dung lượng nhiệt đặc biệt rất cao, cho hiệu suất nhiệt cao hơn so với các lò LWR hiện có.

Cũng còn có lò phản ứng nhiệt độ rất cao (VHTR), họ hàng với các lò phản ứng HTR hiện nay, như công nghệ giường thạch anh mà hiện Nam Phi đang theo đuổi. Các lò này thường sử dụng chất điều tiết graphit và chất khí làm lạnh và giữ được khả năng cho hiệu suất nhiệt cao. Hơn nữa, VHTR còn an toàn tới mức khó tin, vì thành phần phóng xạ của nhiên liệu bị chặn lại ngay cả khi lò phản ứng đạt tới quá nhiệt độ 1500°C (tức là trên 500°C so với nhiệt độ hoạt động bình thường).

Tuy nhiên, có lẽ mặt hấp dẫn nhất của mẫu VHTR là ở chỗ nó có thể tạo ra hydro thông qua sự điện phân trong nước hoặc phản ứng nhiệt hóa và do đó sẽ có chỗ đứng trong nền kinh tế hydro tương lai. Tạo ra hydro là một quá trình năng lượng tập trung cao độ, yêu cầu một lượng lớn điện năng hoặc nhiệt – cả hai đều dồi dào trong mẫu VHTR với hầu như không có sự phát sinh cacbon dioxit. Sản phẩm của hydro không ảnh hưởng tới hiệu suất của lò phản ứng, mặc dù nó thật sự làm giảm công suất điện phát ra. Việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch để tạo ra hydro là không thể bào chữa được về phương diện môi trường.

Mẫu thế hệ IV sau cùng – gọi là lò phản ứng muối nóng chảy – có tính cơ bản nhất. Ở đây, nhiên liệu ở dạng muối uranium lưu thông trong chất làm lạnh sao cho không có chất làm lạnh nào bị thất thoát làm ngừng trệ phản ứng dây chuyền. Công trình này được đưa vào thực tiễn như thế nào hiện nay vẫn chưa có quyết định chính thức, vì nghiên cứu về mẫu muối nóng chảy – và tất cả các mẫu thế hệ IV khác, trong thực tế - vẫn còn ở giai đoạn rất sớm. Không gì chắc chắn là cả 6 mẫu sẽ thành công trong cấu hình thương mại

thực tế. Một số rôt cuộc sẽ bị bỏ rơi khi một số lò phản ứng tỏ ra đứng vững hơn những lò khác. Lạc quan mà nói, sự nhiệt hạch hạt nhân sẽ bắt đầu có mặt vào cùng thời điểm và sẽ mang lai một chiều hướng mới cho năng lượng hạt nhân.

Sự phục hưng của năng lượng hạt nhân

Nền công nghiệp hạt nhân ở châu Âu (với ngoại lệ ở Pháp) và Mỹ đã bị đình trệ kể từ giữa thập niên 1980, với một số nhà máy mới hiện đang được đặt hàng. Xu hướng này một phần là do nỗ lực của các nhóm phản đối hạt nhân và cũng do sự cố Chernobyl năm 1986, nhưng tác động thị trường lại một lần nữa phát huy tác dụng. Ở Anh, chẳng hạn, do cạnh tranh với khí thiên nhiên, việc bãi bỏ quy định về thị trường năng lượng và sự bảo hộ dễ thay đổi của chính phủ đã gây khó khăn cho các nhà máy điện hạt nhân mới đảm bảo được nguồn đầu tư riêng cần thiết. Ở những nước khác, sự cạnh tranh với than đá rẻ tiền đã làm suy yếu sự ủng hộ cho các nhà máy điện hạt nhân, còn ở cả Anh và Mỹ, việc kéo dài thành công thời gian hoạt động của các nhà máy

điện hạt nhân hiện có, mìa may thay, lại làm cản trở việc xây dựng các nhà máy điện hạt nhân mới.

Tuy nhiên, ngày nay chúng ta đang bước vào một thời kì phục hưng của năng lượng hạt nhân. Mặc dù tự nó không phải là giải pháp hoàn chỉnh cho bài toán biến đổi khí hậu, nhưng năng lượng hạt nhân có thể giúp làm chậm lại sự ấm lên toàn cầu và cung cấp nguồn điện đáng tin cậy với tư cách là một phần của tổ hợp năng lượng gồm nhiều loại. Và trong cuộc đảo ngược thời vận, sự tăng giá khí đốt và dầu mỏ gần đây đã cho thấy nhà máy điện hạt nhân hiện nay là sự lựa chọn kinh tế nhất ở nhiều nước. Nhận thức được rằng dầu mỏ và khí đốt đang bắt đầu cạn kiệt, nước Anh và những chính phủ khác cần phải đi theo sự tiên phong của Trung Quốc, Pháp, Hàn Quốc và Nhật Bản trong việc theo đuổi một chương trình hạt nhân mới.

Vì vậy, chúng ta có thể mong đợi sẽ nhìn thấy một tổ hợp mới các lò phản ứng của Anh, có khả năng là hỗn hợp các mẫu EPR và AP-1000, sẽ đi vào hoạt động trong 10-15 năm tới và có lẽ sẽ chạy cho đến năm 2080. Trước ngày đó,

chúng ta cũng có thể nhìn thấy các lò phản ứng thế hệ IV, một trong số đó cũng có khả năng tạo ra hydro. Khi đó, năng lượng hạt nhân cùng với các dạng năng lượng có thể hồi phục sẽ giúp nước Anh cắt giảm sự phát thải cacbon dioxide của mình đến mức độ dễ chấp nhận hơn. Ngược lại, bằng việc thay thế tổ hợp hạt nhân hiện nay với các dạng có thể hồi phục cung cấp cùng tỉ trọng năng lượng (hiện chiếm khoảng 19% tổng lượng ở Anh), chúng ta sẽ không cắt giảm được chút nào sự phát khí thải cả.

Trước viễn cảnh nền công nghiệp hạt nhân có vẻ sáng sủa hơn nhiều so với 5 năm trước đây, các nhà vật lí đã có thể tìm thấy chính mình trong nhu cầu đang tăng trưởng. Lĩnh vực hạt nhân có tầm quan trọng toàn cầu và là một trong số ít lĩnh vực, trong đó các nhà vật lí thật sự sử dụng kĩ năng của họ bên ngoài hàn lâm viện. Kiến thức về khoa học vật liệu và sự truyền nhiệt bên trong lò phản ứng có thể chỉ quan trọng như sự hiểu biết về các phản ứng hạt nhân, và nền vật lí neutron, chủ đề được dạy trong các khóa đào tạo trên đại học.

Thật trớ trêu, quyết định thành công mới đây do Hòa bình Xanh mang lại hồi đầu năm nay chống lại tiến trình xét lại năng lượng của chính phủ Anh hình như cũng báo hiệu một sự hồi sinh của chương trình năng lượng hạt nhân của Anh, vì chính phủ phản ứng với một quyết tâm đanh thép rằng tiếp tục xét lại và khẳng định rằng năng lượng hạt nhân là cần thiết. Thật đáng tiếc, sự chống đối bởi các nhóm hòa bình chống lại các nhà máy điện hạt nhân chỉ mang lại nhiều nhà máy nhiên liệu hóa thạch hơn được xây dựng. Sự thành lập Phòng thí nghiệm Hạt nhân quốc gia ở Anh là một bằng chứng nữa cho sự hồi sinh hạt nhân, và dường như xu thế đang có biến chuyển và bây giờ chúng ta sẽ chào đón một cách hiểu mới về năng lượng hạt nhân.

Giữ lò phản ứng hạt nhân dưới sự điều khiển

Trái với những gì mà một số nhóm chống hạt nhân có thể làm cho bạn tin, các lò phản ứng hạt nhân không phải là những cỗ máy không ổn định sẵn sàng thoát khỏi tầm kiểm soát bất cứ lúc nào. Các nguyên lý vật lý âm học được sử dụng để đảm bảo an toàn cho các lò phản ứng được xây

dụng hợp thức. Ví dụ, trong lò phản ứng nước điều tiết, các neutron giải phóng trong sự phân hạch được làm chậm bằng va chạm với hạt nhân hydro và oxy (đa số được thực hiện chỉ bởi hydro), khiến chúng dễ bị bắt lấy hơn. Tuy nhiên, nếu vì một số nguyên nhân mà số phản ứng tăng lên, thì công suất nhiệt tăng thêm sẽ làm cho chất điều tiết giãn nở - do đó làm giảm tốc độ phản ứng và ngăn cản hệ thống ra khỏi tầm kiểm soát. Một cơ chế phản hồi tương tự gọi là mở rộng Doppler được mang lại bởi sự gia tăng hấp thụ neutron trong chất lò phản ứng khi chúng nóng lên, và mục tiêu là thiết kế một lò phản ứng trong đó một số cơ chế như thế kết hợp nhau để tạo ra hệ thống bền vững.



Một ví dụ về hệ thống được thiết kế kém là lò phản ứng RBMK của Nga. Năm 1986, một lò phản ứng như thế tại Chernobyl đã gây ra thảm họa hạt nhân tồi tệ nhất trong lịch sử. Các lò phản ứng này sử dụng graphit để điều tiết neutron và nước để làm lạnh hệ thống, chúng thông thường là sự chọn lựa tốt. Tuy nhiên, một sự kết hợp không may của hai lò khiến cho RBMK cực kì nguy hiểm: đa số sự điều tiết được cung cấp bởi graphit, còn nước chủ yếu đóng vai trò chất hấp thụ. Khi nước nóng đến sôi lên thì mật độ chất hấp thụ giảm. Điều này dẫn tới nhiều phản ứng hơn, càng làm sôi nhiều chất hấp thụ hơn nữa, gây ra một vòng phản hồi không lường trước được.

Một nhân tố khác góp mặt trong vụ tai nạn có liên quan tới các neutron phát ra bởi các sản phẩm phân hạch. Hai hoặc ba neutron giải phóng trong một sự kiện phân hạch được gọi là neutron nhanh, vì chúng phát ra tức thời tại điểm phân tách hoặc nhanh chóng “bốc hơi” ra khỏi sản phẩm phân hạch bị kích thích. Tuy nhiên, các sản phẩm phân hạch này lại tự phát ra neutron theo phân rã beta. Mặc dù có số lượng dưới 1% so với số neutron nhanh, nhưng các

“neutron chậm” này – có thể tiếp tục khởi động những phân hạch mới – đảm bảo rằng trong một lò phản ứng thông thường, các mức công suất trong log thay đổi rất chậm và an toàn. Nhưng tại Chernobyl, số lượng neutron tăng rất nhanh và không an toàn do chỉ một mình các neutron nhanh, làm cho lò phản ứng đi từ 10% công suất đầy đủ lên 100 lần công suất tổng trong 3 giây. Thiếu sót này chỉ có trong các lò phản ứng RBMK, có nghĩa là một vụ “Chernobyl khác” không thể nào xảy ra.

Vấn đề chất thải hạt nhân

Nhận thức chung của mọi người là các lò phản ứng hạt nhân làm phát sinh một lượng lớn chất thải phóng xạ, chất thải này khó quản lí an toàn, và nó khác với các loại chất thải độc hại khác phát sinh bởi nền công nghiệp. Thực tế thì khác: thể tích chất thải tương đối thấp, đặc biệt đối với chất thải mức cao gồm các sản phẩm phân hạch phóng xạ chủ yếu và các chất có tính phóng xạ cao hơn uranium (số lượng chỉ vài mét khối từ 1 GW PWR/năm). Trong khi chất thải mức cao này biểu hiện sự rủi ro đáng kể, thì nửa thế kỉ

kinh nghiệm cho thấy nó có thể được quản lí rất an toàn. Còn đối với thể tích lớn hơn nhiều của chất thải phóng xạ mức thấp, thì sự rủi ro tiềm ẩn của nó thay đổi từ rất thấp đến mức thực tế không đáng kể (lượng phóng xạ vượt mức trung bình mỗi ngày với một người công nhân tại kho chất thải mức thấp gần Sellafield, chẳng hạn, là vào bậc tương đương với việc ăn một quả hạch Brazil mỗi ngày!). Thật đáng tiếc, nước Anh, chẳng hạn, đã thất bại trong việc thực hiện nhiều tiến bộ tiến tới việc xây dựng các kho địa chất sau cùng cho chất thải hoạt tính phóng xạ cao của mình, chỉ mới có quyết định vào cuối năm ngoái rằng đây là cách tốt nhất để xử lí các chất như thế. Đây là một thách thức mang tính chính trị chứ không phải kĩ thuật, và một thách thức nữa là có nên xây dựng thêm các nhà máy điện hạt nhân hay không. Tương ứng là cho dù bạn ủng hộ điện hạt nhân hay chống lại nó, thì chất thải hiện có phải được xử lí thấu đáo và nó sẽ vẫn tồn tại ở gần như cùng bậc độ lớn ngay cả nếu như chúng ta không xây dựng thêm nhà máy điện hạt nhân nào.



Chất thải mức thấp như găng tay và quần áo cũ của công nhân làm việc tại nhà máy điện hạt nhân được đặt trong một cái thùng trước khi mang đi đóng gói cất đi (hình bên trái), còn chất thải mức trung bình như lớp bọc nhiên liệu được gói gọn trong bê tông (hình giữa). Chất thải mức cao, gồm các sản phẩm phân hạch và các nguyên tố siêu uranium, được tráng men, đặt vào trong một cái hũ thép không gỉ (hình bên phải), rồi chôn trong hầm mộ kỹ thuật.

Tóm lược về điện hạt nhân

- Nhà máy điện hạt nhân thương mại đầu tiên mở cửa ở Anh năm 1956 và ngày nay có trên 400 là phản ứng đang hoạt động trên khắp thế giới.
- Đa số các nhà máy này là lò phản ứng nước nhẹ, trong đó

nước được sử dụng vừa để làm lạnh lò phản ứng (từ đó trích lấy năng lượng làm quay tuabin) vừa để điều tiết neutron giải phóng trong sự phân hạch.

- Tạo ra một lượng rất lớn năng lượng mà không phát sinh chất khí nhà kính nào, điện hạt nhân có thể giữ một vai trò quan trọng trong cuộc chiến chống lại sự ấm lên toàn cầu.
- Mặc dù bị ngăn trở bởi hình ảnh chất thải phóng xạ, nhưng điện hạt nhân một lần nữa đã trở lại chương trình nghị sự của một số nước, trong đó có Anh.
- Các thế hệ lò phản ứng hạt nhân kế tiếp sẽ an toàn hơn và có tính thương mại hơn các mẫu hiện có và cũng sẽ tạo ra ít chất thải hơn.

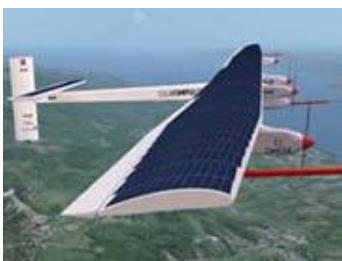
Paul Norman (Physics World, tháng 7/2007)

Các ứng dụng năng lượng độc đáo từ mặt trời

Trong cuộc chạy đua tìm kiếm những nguồn năng lượng mới nhằm thay thế cho nguồn năng lượng đang dần cạn kiệt trên trái đất, giới khoa học đã tìm mọi cách tận dụng nguồn năng lượng vô tận từ vũ trụ, mà đặc biệt là năng lượng mặt trời. Nguồn năng lượng đó đã giúp các nhà khoa học ứng dụng và vận hành thành công nhiều phát minh khoa học độc đáo, đồng thời mở ra những cơ hội khai thác năng lượng mới cho toàn nhân loại.

Trong tương lai, đây có thể sẽ là nguồn năng lượng của nhiều thiết bị di động chẳng hạn như: máy tính xách tay, điện thoại di động, camera, ipod hay thậm chí cả người máy. Những thiết bị này có thể được đem đi khắp nơi mà người sử dụng không cần phải lo lắng đến việc chúng bị hết pin hay phải tìm cách sạc năng lượng thường xuyên để duy trì hoạt động, bởi năng lượng mặt trời luôn được tìm thấy ở khắp mọi nơi.

Phát minh máy bay sử dụng năng lượng mặt trời



Máy bay sử dụng năng lượng mặt trời từ lâu đã được một số quốc gia như Anh, Mỹ, Nhật Bản... tìm cách phát triển và đã thu được thành công lớn. Chiếc máy bay chạy bằng năng lượng mặt trời hiện đại nhất hiện nay của Mỹ là loại máy bay với sải cánh dài 70 m, trọng lượng khoảng 1,6 tấn đã thực hiện thành công nhiều chuyến bay không cần đến bất kỳ một nhiên liệu nào khác.

Theo dự tính của các nhà khoa học Mỹ, đến năm 2011, nước này sẽ hoàn tất việc chế tạo máy bay sử dụng năng lượng mặt trời và thực hiện chuyến bay vòng quanh thế giới.

Điện thoại di động sử dụng năng lượng mặt trời



Thành công đầu tiên trong ứng dụng năng lượng mặt trời vào việc cung cấp năng lượng cho điện thoại di động thuộc về nhà cung cấp điện thoại di động Samsung, sau khi hãng này cho ra đời loại điện thoại di động thân thiện với môi trường được chế tạo từ nhựa tái chế, và đặc biệt là có thể gọi, hoặc nghe liên tục mà không cần sạc pin.

Thay vào đó, người sử dụng chỉ việc để mặt sau chiếc điện thoại tiếp xúc với ánh sáng mặt trời, và nó sẽ tự nạp năng lượng thông qua pin năng lượng mặt trời. Chiếc điện thoại này của Samsung được đánh giá là điểm nhấn của khoa học công nghệ trong thế kỷ XXI.

Năng lượng sạch trong sinh hoạt của con người

Tại một số nơi trên thế giới, năng lượng mặt trời đã bắt đầu được sử dụng để cung cấp điện năng cho các khu dân cư sinh sống. Ở Mỹ, Anh và Pháp... người ta đã lắp đặt những tấm pin thu năng lượng mặt trời trên những diện tích rộng hàng trăm hecta và chính "những cánh đồng pin" năng lượng mặt trời này đã cung cấp đủ năng lượng cho sinh hoạt của hơn 78.000 hộ gia đình. Mô hình này hiện đã phát huy hiệu quả tiết kiệm nhiên liệu và đang được nhân rộng trên khắp thế giới.

Trạm xe buýt chiếu sáng tự động



Ý tưởng này bắt đầu được đưa ra thực hiện tại Florence - Italia. Vào ban đêm, những trạm xe buýt này trở thành những công trình chiếu sáng công cộng hết sức thu hút và sang trọng. Ngoài ra, trong trạm xe buýt, còn cài đặt thêm hệ thống cho phép người đợi xe kết nối wifi và sử dụng điện thoại truy cập Internet miễn phí trong lúc chờ đợi.

Những ngôi nhà tí hon ứng dụng công nghệ tích trữ năng lượng mặt trời



Thực chất đó là những chiếc lều phục vụ những người đi picnic với hình dáng giống như quả cam. Đây là sản phẩm của Tập đoàn Kaleidoscope - Mỹ, được dùng cho những người yêu thích hoạt động du lịch và cắm trại. Khi đó, những chiếc lều với thiết bị chiếu sáng và thiết bị sưởi ấm sử dụng năng lượng mặt trời này sẽ là nơi để các vị khách du lịch dừng chân nghỉ ngơi. Ngoài ra, căn lều còn được trang bị nhiều tiện nghi độc đáo khác.

Trong hội trại đêm hè diễn ra nhân dịp Festival âm nhạc được tổ chức tại Mỹ, người chủ sở hữu căn lều này không thể tìm được trại của mình trong đám đông, ông đã tận dụng tính năng vô cùng độc đáo của chiếc lều ứng dụng năng lượng mặt trời, đó là gửi một tin nhắn kích hoạt bằng điện

thoại di động đến số điện thoại gắn trong lều để bật hệ thống đèn chiếu sáng tự động của căn lều. Nhờ đó, người chủ này đã dễ dàng tìm ra vị trí căn lều đặc biệt của mình trước sự ngạc nhiên của những người chứng kiến.

Siêu ô tô chạy bằng năng lượng mặt trời



Là sản phẩm của các nhà sản xuất ô tô Thụy Sĩ từng được trưng bày trong triển lãm xe ô tô tại Geneva. Chiếc ô tô này được phủ bởi một lớp film quang điện mỏng cho phép hấp thụ năng lượng từ mặt trời và có thể giúp nó vận hành liên tục trong 20 phút.

Tuy chỉ có thể tích trữ và cung cấp năng lượng trong một thời gian ngắn, song loại xe được đánh giá là thân thiện với môi trường này đang được các nhà khoa học tại nhiều quốc gia trên thế giới nghiên cứu phát triển.

Năng lượng hạt nhân

Bách khoa toàn thư mở Wikipedia

Bước tới: [menu](#), [tìm kiếm](#)



[Nhà máy điện hạt nhân Ikata](#), [lò phản ứng nước áp lực](#) làm lạnh bằng chất lỏng trao đổi nhiệt thứ cấp với đại dương.



[Trạm phát điện hơi nước Susquehanna](#), [lò phản ứng hơi nước](#). Các lò phản ứng được đặt trong các [tòa nhà bảo vệ](#) hình chữ nhật phía trước các [tháp làm lạnh](#).



Ba loại tàu năng lượng hạt nhân, từ trên xuống là: du thuyền [USS Bainbridge](#) và [USS Long Beach](#) với [USS Enterprise](#) là [hàng không mẫu hạm](#) vận hành bằng năng lượng hạt nhân đầu tiên năm 1964. Các thủy thủ vẽ công thức $E=mc^2$ của [Einstein](#) lên sàn tàu.

Năng lượng hạt nhân là một loại [công nghệ hạt nhân](#) được thiết kế để tách [năng lượng](#) hữu ích từ [hạt nhân nguyên tử](#) thông qua các [lò phản ứng hạt nhân](#) có kiểm soát. Phương pháp duy nhất được sử dụng hiện nay là [phân hạch hạt nhân](#), mặc dù các phương pháp khác có thể bao gồm [tổng hợp hạt nhân](#) và [phân rã phóng xạ](#). Tất cả các lò phản ứng với nhiều kích thước và mục đích sử dụng khác nhau^[1] đều dùng nước được nung nóng để tạo ra hơi nước và sau đó được chuyển thành cơ năng để phát [điện](#) hoặc tạo [lực đẩy](#). Năm 2007, 14% lượng điện trên thế giới được sản xuất từ năng lượng hạt nhân. Có hơn 150 tàu chạy bằng năng lượng hạt nhân và một vài [tên lửa đồng vị phóng xạ](#) đã được sản xuất.

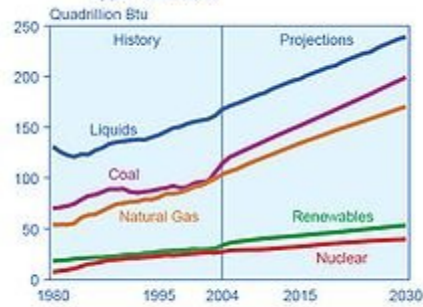
Mục lục

[\[ân\]](#)

- [1 Sử dụng](#)
- [2 Lịch sử](#)
 - [2.1 Nguồn gốc](#)
 - [2.2 Những năm trước đây](#)
 - [2.3 Sự phát triển](#)
- [3 Kinh tế](#)
- [4 Triển vọng](#)
- [5 Công nghệ lò phản ứng hạt nhân](#)
- [6 Tuổi thọ](#)
 - [6.1 Các nguồn nguyên liệu truyền thống](#)
 - [6.1.1 Breeding](#)
 - [6.1.2 Tổng hợp](#)
 - [6.2 Nước](#)
 - [6.3 Chất thải phóng xạ](#)
 - [6.3.1 Chất thải phóng xạ cao](#)
 - [6.3.2 Chất thải phóng xạ thấp](#)
 - [6.3.3 Chất thải phóng xạ và chất thải công nghiệp độc hại](#)
 - [6.4 Tái xử lý](#)
 - [6.4.1 Tách Urani](#)
- [7 Tranh luận về sử dụng năng lượng hạt nhân](#)
- [8 Xem thêm](#)
- [9 Tham khảo](#)
- [10 Liên kết ngoài](#)
 - [10.1 Trang web thông tin hạt nhân](#)
 - [10.2 Phản đối](#)
 - [10.3 Ủng hộ](#)

[\[sửa\]](#) Sử dụng

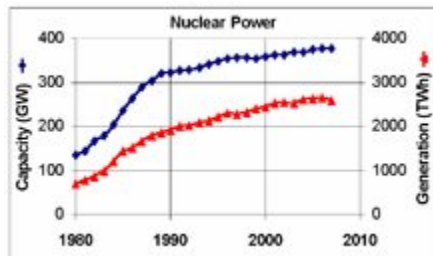
Figure 4. World Marketed Energy Use by Fuel Type, 1980-2030



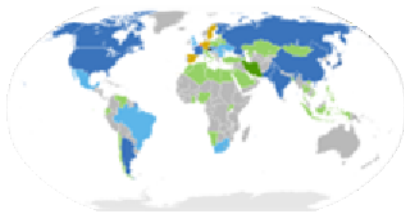
Sources: **History:** Energy Information Administration (EIA), *International Energy Annual 2004* (May-July 2006), web site www.eia.doe.gov/iea. **Projections:** EIA, *System for the Analysis of Global Energy Markets* (2007).



Lịch sử và dự án sử dụng năng lượng trên thế giới phân theo nguồn năng lượng giai đoạn 1980-2030, Nguồn: International Energy Outlook 2007, Cục Thông tin Năng lượng Hoa Kỳ (EIA).



Công suất lắp đặt và phát điện từ năng lượng hạt nhân, 1980 - 2007 (EIA).



Hiện trạng sử dụng năng lượng hạt nhân toàn cầu. Nhấn vào hình để xem chú dẫn.

Xem thêm: [Năng lượng hạt nhân theo quốc gia](#) và [Danh sách các lò phản ứng hạt nhân](#)

Đến năm 2005, năng lượng hạt nhân cung cấp 2,1% nhu cầu năng lượng của thế giới và chiếm khoảng 15% sản lượng điện thế giới, trong khi đó chỉ tính riêng [Hoa Kỳ](#), [Pháp](#), và [Nhật Bản](#) sản lượng điện từ hạt nhân chiếm 56,5% tổng nhu cầu điện của ba nước này^[2]. Đến năm 2007, theo báo cáo của [Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế](#) (IAEA) có 439 lò phản ứng hạt nhân đang hoạt động trên thế giới^[3], thuộc 31 quốc gia^[4].

Năm 2007, sản lượng điện hạt nhân trên thế giới giảm xuống còn 14%. Theo [IAEA](#), nguyên nhân chính của sự sụt giảm này là do một trận động đất xảy ra vào ngày [16 tháng 7](#) năm [2007](#) ở phía tây Nhật Bản, làm cho nước này ngưng tất cả 7 lò phản ứng của [nhà máy điện hạt nhân Kashiwazaki-Kariwa](#). Một vài nguyên nhân khác như "ngưng hoạt động bất thường" do thiếu nhiên liệu đã xảy ra ở Hàn Quốc và Đức. Thêm vào đó là sự

gia tăng [hệ số tải](#) của các lò phản ứng để đáp ứng nhu cầu sử dụng chỉ diễn ra trong một thời gian ngắn (cao điểm)^[5].

Hoa Kỳ sản xuất nhiều năng lượng hạt nhân nhất cung cấp 19%^[6] lượng điện tiêu thụ, trong khi đó tỷ lệ điện hạt nhân của Pháp là cao nhất trong sản lượng điện của nước này đạt 78% vào năm 2006^[7]. Trong toàn [Liên minh châu Âu](#), năng lượng hạt nhân cung cấp 30% nhu cầu điện^[8]. [Chính sách năng lượng hạt nhân](#) có sự khác biệt giữa các quốc gia thuộc Liên minh châu Âu, và một vài quốc gia khác như [Úc](#), [Estonia](#), và [Ireland](#), không có các trạm năng lượng hạt nhân hoạt động. Khi so sánh với các quốc gia khác thì Pháp có nhiều nhà máy điện hạt nhân, tổng cộng là 16 tổ hợp đang sử dụng.

Ở Hoa Kỳ, khi công nghiệp phát điện từ than và khí được quy hoạch đạt khoảng 85 tỷ đô la Mỹ vào năm 2013, thì các nhà máy phát điện hạt nhân được dự đoán đạt khoảng 18 triệu đô la Mỹ^[9].

Bên cạnh đó, một số tàu quân sự và dân dụng (như [tàu phá băng](#)) sử dụng [động cơ đẩy hạt nhân biển](#), một dạng của [động cơ đẩy hạt nhân](#)^[10]. Một vài động cơ đẩy không gian được phóng lên sử dụng các [lò phản ứng hạt nhân](#) có đầy đủ chức năng: loạt tên lửa của Liên Xô [RORSAT](#) và [SNAP-10A](#) của Hoa Kỳ.

Trên phạm vi toàn cầu, việc hợp tác nghiên cứu quốc tế đang tiếp tục triển khai để nâng cao độ an toàn của việc sản xuất và sử dụng năng lượng hạt nhân như các nhà máy [an toàn bị động](#)^[11], sử dụng [phản ứng tổng hợp hạt nhân](#), và sử dụng nhiệt của quá trình như trong [sản xuất hydro](#) để [loc nước biển](#), và trong hệ thống [sưởi khu vực](#).

[\[sửa\]](#) Lịch sử

[\[sửa\]](#) Nguồn gốc

[Phản ứng phân hạch hạt nhân](#) được [Enrico Fermi](#) thực hiện hành công vào năm 1934 khi nhóm của ông dùng neutron bắn phá hạt nhân [uranium](#)^[12]. Năm 1938, các nhà hóa học người Đức là [Otto Hahn](#)^[13] và [Fritz Strassmann](#), cùng với các nhà vật lý người Úc [Lise Meitner](#)^[14] và [Otto Robert Frisch](#) cháu của Meitner^[15], đã thực hiện các thí nghiệm tạo ra các sản phẩm của urani sau khi bị neutron bắn phá. Họ xác định rằng các neutron tương đối nhỏ có thể cắt các hạt nhân của các nguyên tử urani lớn thành hai phần khá bằng nhau, và đây là một kết quả đáng ngạc nhiên. Rất nhiều nhà khoa học, trong đó có [Leo Szilard](#) là một trong những người đầu tiên nhận thấy rằng nếu các phản ứng phân hạch sinh ra thêm neutron, thì một [phản ứng hạt nhân dây chuyền](#) kéo dài là có thể tạo ra được. Các nhà khoa học tâm đắc điều này ở một số quốc gia (như Hoa Kỳ, Vương quốc Anh, Pháp, Đức và Liên Xô) đã đề nghị với chính phủ của họ ủng hộ việc nghiên cứu phản ứng phân hạch hạt nhân.

Tại Hoa Kỳ, nơi mà Fermi và Szilard di cư đến đây, những kiến nghị trên đã dẫn đến sự ra đời của lò phản ứng đầu tiên mang tên [Chicago Pile-1](#), đạt được [khối lượng tới hạn](#) vào ngày [2 tháng 12](#) năm [1942](#). Công trình này trở thành một phần của [dự án Manhattan](#), là một dự án xây dựng các lò phản ứng lớn ở [Hanford Site](#) (thành phố trước đây của

[Hanford, Washington](#)) để làm giàu [plutoni](#) sử dụng trong các [vũ khí hạt nhân](#) đầu tiên được thả xuống các thành phố [Hiroshima](#) và [Nagasaki](#) ở Nhật Bản. Việc cố gắng [làm giàu urani](#) song song cũng được tiến hành trong thời gian đó.

Sau [thế chiến thứ 2](#), mối đe dọa về việc nghiên cứu lò phản ứng hạt nhân có thể là nguyên nhân thúc đẩy việc phổ biến công nghệ và vũ khí hạt nhân nhanh chóng^{[[cần dẫn nguồn](#)]}, kết hợp với những điều mà các nhà khoa học nghĩ, có thể là một đoạn đường phát triển dài để tạo ra bối cảnh mà theo đó việc nghiên cứu lò phản ứng phải được đặt dưới sự kiểm soát và phân loại chặt chẽ của chính phủ. Thêm vào đó, hầu hết việc nghiên cứu lò phản ứng tập trung chủ yếu vào các mục đích quân sự. Trên thực tế, không có gì là bí mật đối với công nghệ, và sau đó sinh ra một số nhánh nghiên cứu khi quân đội Hoa Kỳ từ chối tuân theo đề nghị của cộng đồng khoa học tại đất nước này trong việc mở rộng hợp tác quốc tế nhằm chia sẻ thông tin và kiểm soát các vật liệu hạt nhân. Năm 2006, các vấn đề này đã trở nên khép kín với Hội Năng lượng Hạt nhân Toàn cầu.

Điện được sản xuất đầu tiên từ lò phản ứng hạt nhân thực nghiệm [EBR-I](#) vào ngày 20 tháng 12 năm 1951 tại [Arco, Idaho](#), với công suất ban đầu đạt khoảng 100 kW (lò phản ứng Arco cũng là lò đầu tiên thí nghiệm về [làm lạnh từng phần](#) năm 1955). Năm 1952, một bản báo cáo của Hội đồng Paley (*Hội đồng Chính sách Nguyên liệu của Tổng thống*) cho Tổng thống [Harry Truman](#) đưa ra một đánh giá "tương đối bi quan" về năng lượng hạt nhân, và kêu gọi chuyển hướng nghiên cứu sang lĩnh vực [năng lượng Mặt Trời](#)^{[[16](#)]}. Bài phát biểu tháng 12 năm 1953 của Tổng thống [Dwight Eisenhower](#), nói về "[nguyên tử vì hòa bình](#)," nhấn mạnh việc khai thác nguyên tử để sản xuất điện và tạo một tiền lệ hỗ trợ mạnh mẽ từ chính phủ Hoa Kỳ cho việc sử dụng năng lượng hạt nhân trên toàn cầu.

[sửa] Những năm trước đây

Tập tin:Calderhall.jpeg

[Calder Hall](#) nuclear power station in the [United Kingdom](#) was the world's first nuclear power station to produce electricity in commercial quantities.^{[[17](#)]}



[Trạm năng lượng nguyên tử Shippingport](#) trên [Shippingport, Pennsylvania](#) là lò phản ứng thương mại đầu tiên ở Hoa Kỳ và được vận hành năm 1957.

Ngày [27 tháng 6](#) năm [1954](#), [nhà máy điện hạt nhân Obninsk](#) của [Liên Xô](#) trở thành nhà máy điện hạt nhân đầu tiên trên thế giới sản xuất điện hòa vào [mạng lưới](#) với công suất không tải khoảng 5 MW điện.^{[[18](#)][19](#)]}

Sau đó vào năm 1954, [Lewis Strauss](#) chủ tịch Ủy ban Năng lượng Nguyên tử Hoa Kỳ (U.S. AEC là tên gọi trước đây của Ủy ban Điều phối Hạt nhân Hoa Kỳ (*Nuclear Regulatory Commission*) và Bộ Năng lượng Hoa Kỳ) nói về điện trong tương lai sẽ "too cheap to meter"^[20] (quá rẻ để sử dụng). U.S. AEC đã đưa ra một vài bằng chứng để đặt đề cập đến vấn đề phân hạch hạt nhân lên Quốc Hội Hoa Kỳ chỉ trong vòng vài tháng trước đó, quy hoạch rằng "các chi phí có thể bị cắt giảm ... [xuống] ... khoảng bằng với chi phí phát điện từ các nguồn truyền thống...". Strauss lúc đó có thể đang mập mờ đề cập đến sự hợp hạch hydro vốn là một bí mật vào thời điểm đó hơn là sự phân hạch urani, nhưng dù gì chẳng nữa ý định của Strauss đã được làm sáng tỏ bởi cộng đồng với lời hứa giá năng lượng rất rẻ từ phân hạch hạt nhân. Sự thất vọng đã gia tăng sau đó khi các nhà máy điện hạt nhân không cung cấp năng lượng đủ để đạt được mục tiêu "too cheap to meter."^[21]

Năm 1955 "Hội nghị Geneva đầu tiên" của Liên Hiệp Quốc tập hợp phần lớn các nhà khoa học và kỹ sư bàn về khám phá công nghệ. Năm 1957 EURATOM thành lập Cộng đồng Kinh tế châu Âu (bây giờ là Liên minh châu Âu). Cũng cùng năm này cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế cũng được thành lập.

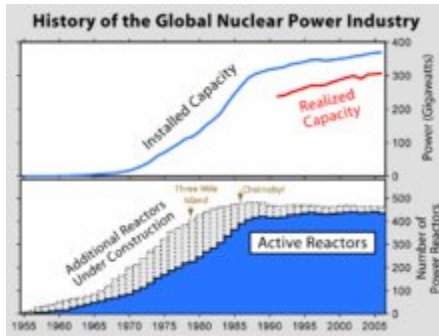
Nhà máy năng lượng nguyên tử thương mại đầu tiên trên thế giới, [Calder Hall](#) tại [Sellafield](#), England được khai trương vào năm 1956 với công suất ban đầu là 50 MW (sau này nâng lên 200 MW).^{[17][22]} Còn nhà máy phát điện thương mại đầu tiên vận hành ở Hoa Kỳ là lò phản ứng [Shippingport](#) (Pennsylvania, tháng 12 năm 1957).

Một trong những tổ chức đầu tiên phát triển năng lượng hạt nhân là Hải quân Hoa Kỳ, họ sử dụng năng lượng này trong các bộ phận đẩy của tàu ngầm và hàng không mẫu hạm. Nó được ghi nhận là an toàn hạt nhân, có lẽ vì các yêu cầu nghiêm ngặt của đô đốc [Hyman G. Rickover](#). Hải quân Hoa Kỳ vận hành nhiều lò phản ứng hạt nhân hơn các đội quân khác bao gồm cả quân đội Liên Xô,^[cần dẫn nguồn] mà không có các tình tiết chính được công khai. Tàu ngầm chạy bằng năng lượng hạt nhân đầu tiên [USS Nautilus \(SSN-571\)](#) được hạ thủy tháng 12 năm 1954^[23]. Hai tàu ngầm của Hoa Kỳ khác là [USS Scorpion](#) và [USS Thresher](#) đã bị mất trên biển. Hai tàu này bị mất do hỏng các chức năng hệ thống liên quan đến các lò phản ứng. Những vị trí này được giám sát và không ai biết sự rò rỉ xảy ra từ các lò phản ứng trên boong.

Quân đội Hoa Kỳ cũng có chương trình năng lượng hạt nhân bắt đầu từ năm 1954. Nhà máy điện hạt nhân SM-1, ở Ft. Belvoir, Va., là lò phản ứng đầu tiên ở Hoa Kỳ sản xuất điện hòa vào mạng lưới thương mại (VEPCO) tháng 4 năm 1957, trước Shippingport.

Enrico Fermi và [Leó Szilárd](#) vào năm 1955 cùng nhận [Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 2.708.656](#) về lò phản ứng hạt nhân, được cấp rất muộn cho công trình của họ đã thực hiện trong suốt dự án Manhattan.

[sửa] Sự phát triển



Lịch sử sử dụng năng lượng hạt nhân (trên) và số lượng các nhà máy điện hạt nhân hoạt động.

Công suất lắp đặt hạt nhân tăng tương đối nhanh chóng từ dưới 1 [gigawatt](#) (GW) năm 1960 đến 100 GW vào cuối thập niên 1970, và 300 GW vào cuối thập niên 1980. Kể từ cuối thập niên 1980 công suất toàn cầu tăng một cách chậm chạp và đạt 366 GW năm 2005. Giữa khoảng thời gian 1970 và 1990, có hơn 50 GW công suất đang trong quá trình xây dựng (đạt đỉnh trên 150 GW vào cuối thập niên 1970 đầu 1980) — năm 2005 có khoảng 25 GW công suất được quy hoạch. Hơn 2/3 các nhà máy hạt nhân được đặt hàng sau tháng 1 năm 1970 cuối cùng đã bị hủy bỏ. [\[23\]](#)



[Hệ thống cung cấp năng lượng công cộng Washington](#) Các nhà máy điện hạt nhân số 3 và 5 không bao giờ được hoàn thành.

Trong suốt thập niên 1970 và 1980 việc tăng chi phí (liên quan đến các giai đoạn xây dựng mở rộng do các thay đổi về mặt cơ chế và sự kiện tụng của các nhóm phản đối) [\[24\]](#) và giảm giá nhiên liệu hóa thạch làm cho các nhà máy năng lượng hạt nhân trong giai đoạn xây dựng không còn sức hấp dẫn. Vào thập niên 1980 (Hoa Kỳ) và 1990 (châu Âu), sự tăng trưởng tải lượng điện đạt ngưỡng và [tự do hóa điện năng](#) cũng bổ sung thêm một lượng lớn công suất tối thiểu mới vốn đã trở nên không còn hấp dẫn nữa.

Cuộc [khủng hoảng dầu hỏa năm 1973](#) tác động đến nhiều quốc gia nặng nhất là Pháp và Nhật Bản vốn là những nước phụ thuộc phần lớn vào lượng dầu hỏa để phát điện (tương ứng 39% ở Pháp và 73% ở Nhật) và đây cũng là động lực để các nước này đầu tư vào năng lượng hạt nhân [\[25\]](#)[\[26\]](#). Ngày nay, lượng điện từ năng lượng hạt nhân ở Pháp chiếm 80% và ở Nhật Bản là 30% trong sản lượng điện của các nước này.

Sự chuyển dịch của việc gia tăng sử dụng năng lượng hạt nhân trong cuối thế kỷ 20 xuất phát từ những lo sợ về các [tai nạn hạt nhân](#) tiềm ẩn như mức độ nghiêm trọng của các vụ tai nạn, [bức xạ](#) như mức độ ảnh hưởng của bức xạ ra cộng đồng, [phát triển hạt nhân](#), và ngược lại, đối với [chất thải hạt nhân](#) vẫn còn thiếu các dự án chứa chất thải sau cùng. Những rủi ro trước mắt đối với sức khỏe và an toàn của dân chúng như tai nạn năm [1979](#) tại [Three Mile Island](#) và [thảm họa Chernobyl](#) năm [1986](#) là vấn đề quan trọng thúc đẩy việc ngừng xây dựng các nhà máy điện hạt nhân mới ở một số quốc gia^[27], mặc dù các tổ chức chính sách công cộng Brookings Institution đề nghị rằng các lò phản ứng hạt nhân mới không được đặt hàng ở Hoa Kỳ bởi vì việc nghiên cứu của Viện này bao gồm phần chi phí chiếm 15–30% tuổi thọ của nó so với các nhà máy điện chạy bằng than và khí thiên nhiên^[28].

Không giống như tai nạn Three Mile Island, thảm họa Chernobyl nghiêm trọng hơn nhiều đã không làm tăng thêm các điều lệ ảnh hưởng đến các lò phản ứng phương Tây kể từ khi các lò phản ứng Chernobyl, là lò phản ứng theo thiết kế [RBMK](#), vẫn còn bàn cãi chỉ sử dụng ở Liên Xô, ví dụ như thiếu các [tòa nhà chống phóng xạ](#) "vững vàng".^[29] Một số lò phản ứng kiểu này vẫn được sử dụng cho đến ngày nay. Tuy nhiên, các thay đổi cũng đã được thực hiện ở các khâu phản ứng (sử dụng urani được làm giàu thấp) và hệ thống điều khiển (ngăn chặn sự vô hiệu hóa hệ thống an toàn) để giảm khả năng xuất hiện các tai nạn tương tự.

Sau đó, tổ chức quốc tế về nâng cao độ nhận thức an toàn và sự phát triển chuyên nghiệp trong vận hành các chức năng liên quan đến hạt nhân được thành lập với tên gọi [WANO](#); World Association of Nuclear Operators.

Ngược lại, các nước như [Ireland](#), New Zealand và [Ba Lan](#) đã cấm các chương trình hạt nhân trong khi [Úc](#) (1978), [Thụy Điển](#) (1980) and [Ý](#) (1987) (bị ảnh hưởng bởi Chernobyl) đã thực hiện trung cầu dân ý bỏ phiếu chống lại năng lượng hạt nhân.

[\[sửa\]](#) Kinh tế

*Bài chi tiết: [Kinh tế và nhà máy điện hạt nhân mới](#)
Xem thêm tranh cãi về năng lượng hạt nhân.*

Đặc điểm kinh tế của các nhà máy hạt nhân mới thường bị ảnh hưởng bởi chi phí đầu tư ban đầu. Tuy vậy, sẽ mang lại nhiều lợi nhuận hơn khi vận hành chúng càng lâu dài càng có thể cho đến khi chúng có khuynh hướng giảm công suất^[30]. Việc so sánh giá trị kinh tế của nhà máy hạt nhân so với các nguồn khác được đề cập ở bài chi tiết về [tranh cãi về năng lượng hạt nhân](#).

[\[sửa\]](#) Triển vọng



[Nhà máy điện hạt nhân Diablo Canyon](#) ở San Luis Obispo County, California, Hoa Kỳ

Xem thêm: [Chính sách năng lượng hạt nhân](#) và [Giảm thiểu sự ấm lên toàn cầu](#)

Năm 2007, [Watts Bar 1](#), đã hòa vào mạng lưới ngày 7 tháng 2 năm 1996, là lò phản ứng hạt nhân thương mại cuối cùng của Hoa Kỳ hòa vào lưới điện. Đây là một "dấu hiệu" của một chiến dịch thành công trên toàn cầu nhằm từng bước loại bỏ năng lượng hạt nhân. Tuy nhiên, thậm chí ở Hoa Kỳ và ở châu Âu, việc đầu tư nghiên cứu và [chu trình nguyên liệu hạt nhân](#) vẫn tiếp tục, và theo dự đoán của một số chuyên gia về công nghiệp hạt nhân^[31] cho rằng [khủng hoảng điện năng](#) sẽ làm giá nhiên liệu hóa thạch sẽ tăng, sự [ấm lên toàn cầu](#) và phát thải kim loại nặng từ việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch, các công nghệ mới như các nhà máy [an toàn thu động](#), và an ninh năng lượng quốc gia sẽ làm sống lại nhu cầu sử dụng các nhà máy điện hạt nhân.

Theo [Tổ chức Hạt nhân Thế giới](#), nhìn trên góc độ toàn cầu trong suốt thập niên 1980 cứ trung bình 17 ngày là có một lò phản ứng hạt nhân mới đưa vào hoạt động, và tỷ lệ đó có thể sẽ tăng lên 5 ngày vào năm 2015.^[32]

Một số quốc gia vẫn duy trì hoạt động phát triển năng lượng hạt nhân như Pakistan, Nhật Bản, Trung Quốc, và Ấn Độ, tất cả đều đang phát triển công nghệ nhiệt và neutron nhanh, Hàn Quốc (Nam Hàn) và Hoa Kỳ chỉ phát triển công nghệ nhiệt, Nam Phi và Trung Quốc đang phát triển các phiên bản [Lò phản ứng modun đáy cuối](#) (PBMR). Một số thành viên của Liên minh châu Âu thuyết phục thúc đẩy các chương trình hạt nhân, trong khi các thành viên khác vẫn tiếp tục cấm sử dụng năng lượng hạt nhân. Nhật Bản có một chương trình xây dựng hạt nhân còn hoạt động với một lò phản ứng mới được hòa vào mạng lưới năm 2005. Ở Hoa Kỳ, 3 côngxoocxiom hưởng ứng vào năm 2004 về những thúc giục của [Bộ Năng lượng Hoa Kỳ](#) trong [chương trình năng lượng hạt nhân 2010](#) và được trao chi phí cho hoạt động này — [Hành động chính sách năng lượng 2005](#) được ủy quyền bảo lãnh các khoản vay để xây dựng khoảng 6 lò phản ứng mới và cho phép Bộ Năng lượng xây dựng một lò phản ứng theo công nghệ Thế hệ IV [lò phản ứng nhiệt độ rất cao](#) để sản xuất cả điện năng và [thủy điện](#). Vào đầu thế kỷ 21, năng lượng hạt nhân có một sức hấp dẫn đặc biệt đối với Trung Quốc và Ấn Độ theo công nghệ [lò phản ứng breeder nhanh](#) vì nguồn năng lượng này giúp họ phát triển kinh tế một cách nhanh chóng (xem thêm [phát triển năng lượng](#)). Trong [chính sách năng lượng của Liên hiệp Vương quốc Anh](#) cũng nêu rằng có sự sụt giảm cung cấp năng lượng trong tương lai, để bù đắp vào sự thiếu hụt đó hoặc là xây dựng các nhà máy năng lượng hạt nhân mới hoặc là kéo dài tuổi thọ của các nhà máy hiện tại.^{[[cần dẫn nguồn](#)]}

Một trở ngại trong việc sản xuất các nhà máy điện hạt nhân là chỉ có 4 công ty toàn cầu ([Japan Steel Works](#), China First Industries, OMX Izhora và Doosan Heavy Industries) có khả năng sản xuất các vỏ bọc ^[33], bộ phận này có chức năng làm giảm rủi ro rò rỉ hạt nhân. Japan Steel Works chỉ có thể sản xuất 4 vỏ bọc lò phản ứng 1 năm, tuy nhiên sản lượng có thể tăng lên gấp đôi trong 2 năm tới. Các nhà sản xuất khác đang xem xét những lựa chọn khác nhau bao gồm cả việc tự làm các bộ phận của lò phản ứng cho riêng họ hoặc tìm kiếm cách khác để làm những bộ phận tương tự bằng cách sử dụng các phương pháp thay thế. ^[34] Các giải pháp khác bao gồm việc sử dụng các mẫu thiết kế không đòi hỏi các lớp vỏ bọc chịu áp suất riêng biệt như ở [lò phản ứng CANDU cải tiến](#), Canada hoặc [lò phản ứng nhanh làm lạnh bằng natri](#).

Các công ty khác có thể làm những xưởng luyện kim lớn đòi hỏi các vỏ bọc chịu áp suất như [OMZ](#) của Nga, là loại đang được nâng cấp có thể sản xuất từ 3 đến 4 vỏ bọc một năm; ^[35] [Doosan Heavy Industries Hàn Quốc](#); ^{[36][37]} và [Mitsubishi Heavy Industries](#) đang tăng công suất sản xuất các vỏ bọc chịu áp lực và các bộ phận lò hạt nhân lớn khác lên gấp đôi. ^[38] [Sheffield Forgemasters](#) của Anh đang đánh giá lợi nhuận của việc chế tạo các công cụ này đối với xưởng đúc vật liệu hạt nhân.

Theo báo cáo năm 2007 của tổ chức, [European Greens](#), chống hạt nhân tuyên bố rằng "thậm chí nếu Phần Lan và Pháp xây dựng một lò phản ứng nước áp lực kiểu châu Âu (EPR), thì Trung Quốc đã khởi động xây dựng thêm 20 nhà máy và Nhật Bản, Hàn Quốc hoặc đồng Âu sẽ thêm 1 hoặc hơn. Xu hướng chung trên toàn cầu về công suất năng lượng hạt nhân sẽ giảm trong vòng 2 đến 3 thập kỷ tới vì với khoảng thời gian dài từ hàng chục năm để xây dựng xong một nhà máy hạt nhân, nên về mặt thực tế thì khó có thể tăng sản lượng thậm chí duy trì vận hành các nhà máy hiện tại cho tới 20 năm tới, trừ khi tuổi thọ của các nhà máy có thể được tăng lên trên mức trung bình là 40 năm." ^[39] Thực tế, Trung Quốc lên kế hoạch xây dựng hơn 100 nhà máy, ^[40] trong khi ở Hoa Kỳ giấy phép của gần phân nửa các lò phản ứng đã được gia hạn đến 60 năm, ^[41] và các dự án xây mới 30 lò phản ứng đang được xem xét. ^[42] Hơn thế, U.S. NRC và Bộ Năng lượng Hoa Kỳ đã bước đầu đặt vấn đề cho phép gia hạn giấy phép lò phản ứng hạt nhân lên 60 năm, cấp lại cứ sau mỗi 20 năm nhưng phải chứng minh được độ an toàn, giảm tải phát thải chất không phải CO₂ từ các lò phản ứng hết tuổi thọ. Các lò này có thể góp phần vào cung cầu điện đang mất cân bằng nhằm phục vụ cho yêu cầu an toàn năng lượng Hoa Kỳ, nhưng có khả năng gia tăng phát thải [khí nhà kính](#). ^[43] Năm 2008, [IAEA](#) dự đoán rằng công suất điện hạt nhân có thể tăng gấp đôi vào năm 2030, mặc dù nó không đủ để tăng tỷ lệ điện hạt nhân trong ngành điện. ^[44]

[sửa] Công nghệ lò phản ứng hạt nhân

Bài chi tiết: [Công nghệ lò phản ứng hạt nhân](#)





[Nhà máy năng lượng hạt nhân Cattenom.](#)

Cũng giống như một số [trạm năng lượng nhiệt](#) phát điện bằng [nhiệt năng](#) từ việc đốt [nhiên liệu hóa thạch](#), các nhà máy năng lượng hạt nhân biến đổi năng lượng giải phóng từ hạt nhân nguyên tử thông qua [phản ứng phân hạch](#).

Khi một [hạt nhân nguyên tử](#) dùng để [phân hạch](#) tương đối lớn (thường là [urani 235](#) hoặc [plutoni-239](#)) hấp thụ [notron](#) sẽ tạo ra sự phân hạch nguyên tử. Quá trình phân hạch tách nguyên tử thành 2 hay nhiều [hạt nhân](#) nhỏ hơn kèm theo [động năng](#) (hay còn gọi là [sản phẩm phân hạch](#)) và cũng giải phóng [tia phóng xạ gamma](#) và [notron tự do](#).^[45] Một phần notron tự do này sau đó được hấp thụ bởi các nguyên tử phân hạch khác và tiếp tục tạo ra nhiều notron hơn.^[46] Đây là phản ứng tạo ra notron theo cấp số nhân.

[Phản ứng dây chuyền hạt nhân](#) này có thể được kiểm soát bằng cách sử dụng chất [hấp thụ notron](#) và bộ [điều hòa notron](#) để thay đổi tỷ lệ notron tham gia vào các phản ứng phân hạch tiếp theo.^[46] Các lò phản ứng hạt nhân hầu hết có các hệ thống vận hành bằng tay và tự động để tắt phản ứng phân hạch khi phát hiện các điều kiện không an toàn.^[47]

Hệ thống làm lạnh giải phóng nhiệt từ lõi lò phản ứng và vận chuyển nhiệt đến bộ phận phát điện từ nhiệt năng này hoặc sử dụng vào những mục đích khác. Đặc biệt chất làm lạnh nóng là nguồn nhiệt sẽ được dùng cho các [lò nung](#), và hơi nước nén từ lò nung sẽ làm quay các [tuốc bin hơi nước](#) vận hành các [máy phát điện](#).^[48]

Có nhiều kiểu lò phản ứng khác nhau sử dụng các nguyên liệu, chất làm lạnh và các cơ chế vận hành khác nhau. Một vài trong các mẫu này được thiết đạt yêu cầu kỹ thuật. Lò phản ứng dùng trong các [tàu ngầm hạt nhân](#) và các các tàu hải quân lớn, ví dụ, thường sử dụng nhiên liệu [urani được làm giàu rất cao](#). Việc sử dụng nguyên liệu urani làm giàu rất cao sẽ làm tăng mật độ năng lượng của lò phản ứng và gia tăng hệ số sử dụng của tải lượng nhiên liệu hạt nhân, nhưng giá của nó đắt và có nhiều rủi ro hơn so với các nguyên liệu hạt nhân khác.^[49]

Một số kiểu lò phản ứng mới dùng cho các nhà máy điện hạt nhân, như các [lò phản ứng hạt nhân thế hệ IV](#), là đối tượng nghiên cứu và có thể được sử dụng để thí nghiệm phát điện trong tương lai. Một vài trong số các kiểu mới này đang được thiết kế để đạt được các phản ứng phân hạch sạch hơn, an toàn hơn và ít rủi ro hơn đối với sự gia tăng nhanh chóng các vũ khí hạt nhân. Các nhà máy [an toàn thụ động](#) (như [lò phản ứng ESBWR](#)) đang được xây dựng^[50] và các kiểu khác đang được thuyết phục.^[51] Các [lò phản ứng hợp hạch](#) có thể có triển vọng trong tương lai nhằm giảm bớt hoặc loại bỏ những rủi ro liên quan đến phân hạch hạt nhân.^[52]

[\[sửa\]](#) Tuổi thọ



Chu trình nguyên liệu hạt nhân bắt đầu khi urani được khai thác, làm giàu, và chế tạo thành nguyên liệu hạt nhân, (1) đưa đến [nhà máy năng lượng hạt nhân](#). Sau khi sử dụng ở nhà máy, nguyên liệu đã qua sử dụng được đưa tới nhà máy tái xử lý (2) hoặc kho chứa cuối cùng (3). Trong [quá trình tái xử lý](#) 95% nguyên liệu đã sử dụng có thể được thu hồi để đưa trở lại nhà máy năng lượng (4).

Bài chi tiết: [Chu trình năng lượng hạt nhân](#)

Lò phản ứng hạt nhân là một phần trong chu trình năng lượng hạt nhân. Quá trình bắt đầu từ khai thác mỏ (xem [khai thác mỏ urani](#)). Các mỏ urani nằm dưới lòng đất, được khai thác theo phương thức [lộ thiên](#), hoặc các mỏ [đãi tại chỗ](#). Trong bất kỳ trường hợp nào, khi quặng urani được chiết tách, nó thường được chuyển thành dạng ổn định và nén chặt như [bánh vàng](#) (*yellowcake*), và sau đó vận chuyển đến nhà máy xử lý. Ở đây, bánh vàng được chuyển thành [urani hexaflorua](#), loại này sau đó lại được đem đi [làm giàu](#) để sử dụng cho các ngành công nghệ khác nhau. Urani sau khi được làm giàu chứa hơn 0,7% U-235 tự nhiên, được sử dụng để làm [cần nguyên liệu](#) trong lò phản ứng đặc biệt. Các cần nguyên liệu sẽ trải qua khoảng 3 chu trình vận hành (tổng cộng khoảng 6 năm) trong lò phản ứng, về mặt tổng quát chỉ có khoảng 3% lượng urani của nó tham gia vào phản ứng phân hạch, sau đó chúng sẽ được chuyển tới một [hố nguyên liệu đã sử dụng](#), ở đây các đồng vị có tuổi thọ thấp được tạo ra từ phản ứng phân hạch sẽ phân rã. Sau khoảng 5 năm trong hố làm lạnh, nguyên liệu tiêu thụ nguội đi và giảm tính phóng xạ đến mức có thể tách được, và nó được chuyển đến các thùng chứa khô hoặc đem tái xử lý.

[sửa] Các nguồn nguyên liệu truyền thống

Bài chi tiết: [Thị trường urani](#) và [Phát triển năng lượng hạt nhân](#)

[Urani](#) là một [nguyên tố](#) khá phổ biến trong vỏ Trái Đất cũng giống như [kẽm](#) hoặc [germani](#), và phổ biến gấp khoảng 35 lần so với [bac](#). Urani là thành phần trong hầu hết các đá và bụi. Thực tế rằng urani quá phân tán là một trở ngại bởi vì khai thác mỏ urani chỉ đạt hiệu quả kinh tế khi nó tập trung hàm lượng cao. Cho đến ngày nay, giá urani có thể thu lợi nhuận đạt khoảng 130 USD/kg, và lượng urani đủ để cung cấp cho các nhà máy hoạt động "ít nhất một thế kỷ" với tốc độ tiêu thụ như hiện nay.^{[53][54]} Điều này tương ứng với một mức tài nguyên chắc chắn cao hơn mức bình thường cho hầu hết các khoáng vật.

Điểm giống nhau cơ bản với các khoáng vật kim loại khác đó là giá tăng gấp đôi từ mức được kỳ vọng trong hiện tại có thể tạo ra mức tăng gấp 10 lần đối với tài nguyên đã cân nhắc. Tuy nhiên, giá năng lượng hạt nhân chiếm phần lớn trong công trình nhà máy năng lượng. Vì vậy, đóng góp của nguyên liệu vào giá điện toàn cầu chỉ là một phần tương đối nhỏ, thậm chí giá nhiên liệu leo thang có ảnh hưởng tương đối nhỏ đến giá thành phẩm. Ví dụ, giá urani tăng gấp đôi trên thị trường có thể tăng chi phí nguyên liệu đối với các lò phản ứng nước nhẹ lên 26% và giá điện khoảng 7%, trong khi đó việc tăng gấp đôi giá khí thiên nhiên có thể góp phần làm tăng thêm 70% vào giá điện. Ở mức giá nguyên liệu cao, việc khai thác các nguồn khí trong đá granit và dưới biển sẽ mang lại lợi nhuận.^{[55][56]}

Các [lò phản ứng nước nhẹ](#) hiện tại ít bị ảnh hưởng lớn từ nguyên liệu hạt nhân, vì quá trình phân hạch chỉ sử dụng rất ít đồng vị hiếm urani-235. [Tái xử lý hạt nhân](#) có thể sử dụng lại từ nguồn chất thải của lò này và đạt hiệu quả cao hơn đối với những lò được thiết kế sử dụng những nguồn nguyên liệu phổ biến.^[57]

[\[sửa\]](#) Breeding

Bài chi tiết: [Phản ứng Breeder](#)

Ngược lại với lò phản ứng nước nhẹ hiện nay sử dụng urani-235 (chiếm 0,7% tổng lượng urani tự nhiên), các lò phản ứng fast breeder sử dụng urani-238 (chiếm 99,3% urani tự nhiên). Người ta tính toán rằng lượng urani-238 đủ để sử dụng cho các nhà máy hạt nhân đến 5 tỷ năm.^[58]

Công nghệ breeder đã được sử dụng cho một số lò phản ứng, nhưng chi phí xử lý nguyên liệu cao đòi hỏi giá urani vượt hơn 200 USD/kg.^[59] Tháng 12 năm 2005, chỉ có một lò phản ứng loại này hoạt động là lò BN-600 ở Beloyarsk, Nga. Công suất điện đầu ra của nó là 600 MW — Nga cũng đã có kế hoạch xây thêm một lò khác tên BN-800, ở Beloyarsk. Tương tự, lò phản ứng [Monju](#) của Nhật Bản đã được lên kế hoạch để khởi công nhưng đã bị ngừng từ năm 1995, trong khi đó cả Trung Quốc và Ấn Độ cũng dự định xây các lò phản ứng kiểu này.

Một loại lò thay thế khác có thể sử dụng urani-233 sinh ra từ [thori](#) làm nguyên liệu phân hạch trong [chu trình nguyên liệu thori](#). Thori phổ biến hơn urani khoảng 3,5 lần trong vỏ Trái Đất, và có đặc điểm phân bố khác nhau. Nguồn nguyên liệu này sẽ làm tăng lượng nguyên liệu phân hạch lên đến 450%.^[60] Không giống quá trình biến đổi U-238 thành [plutoni](#), các lò phản ứng fast breeder không cần quy trình này — nó có thể thể hiện một cách đầy đủ hơn so với các nhà máy truyền thống. Ấn Độ đã thấy công nghệ này, khi mà họ có nguồn thori dồi dào hơn urani.

[\[sửa\]](#) Tổng hợp

Những người ủng hộ [năng lượng hợp hạch](#) đề nghị nên sử dụng [deuterium](#) hoặc [triti](#) là các [đồng vị](#) của [hidro](#), làm nguyên liệu và trong một vài kiểu lò phản ứng hiện nay cũng dùng [lithi](#) và [boron](#). Năng lượng đầu ra của chúng bằng với năng lượng đầu ra hiện tại

trên toàn cầu và nó sẽ không tăng thêm trong tương lai, và các nguồn tài nguyên lithi đã được phát hiện hiện tại có thể cung cấp cho ít nhất 3000 năm nữa, lithi từ nước biển khoảng 60 triệu năm, và quá trình tổng hợp phức tạp hơn chỉ sử dụng deuteri khai thác từ nước biển có thể cung cấp nguyên liệu cho 150 tỉ năm.^[61] Mặc dù quá trình này chưa trở thành thực tế nhưng các chuyên gia tin rằng tổng hợp hạt nhân là một nguồn năng lượng đầy hứa hẹn trong tương lai vì nó tạo ra các chất thải phóng xạ có thời gian sống ngắn, phát thải cacbon ít.

[sửa] Nước

Xem thêm: [Nước#Sử dụng trong công nghiệp](#) và [Tác động môi trường của năng lượng hạt nhân](#)

Cũng giống như tất cả các dạng nhà máy phát điện sử dụng [tuốc bin hơi nước](#), các nhà máy điện hạt nhân sử dụng rất nhiều nước để làm lạnh. [Sellafield](#), nhà máy này không còn sản xuất điện, sử dụng lượng nước tối đa là 18.184,4 m³ một ngày và 6.637,306 m³ nước được xử lý từ [nước thải](#) một năm để tạo hơi nước (số liệu từ Environment Agency).^{[[cần dẫn nguồn](#)]} Đối với hầu hết các nhà máy điện, 2/3 năng lượng tạo ra từ nhà máy điện hạt nhân trở thành nhiệt không có ích (xem [chu trình Carnot](#)), và lượng nhiệt đó được mang ra khỏi nhà máy ở dạng nước nóng (chúng vẫn không bị nhiễm phóng xạ). Nước giải phóng nhiệt bằng cách đưa vào các tháp làm lạnh ở đó hơi nước bốc lên và đọng sương rồi rơi xuống (mây) hoặc thải trực tiếp vào nguồn nước như ao làm lạnh, hồ, sông hay đại dương.^[62] Trong trường hợp có hạn hán sẽ là một khó khăn đối với các nhà máy do nguồn cung cấp nước làm lạnh bị cạn kiệt.^{[63][64]}

[Nhà máy điện hạt nhân Palo Verde](#) gần [Phoenix](#), AZ là nhà máy phát điện hạt nhân duy nhất không nằm gần nguồn nước lớn. Thay vào đó, nó sử dụng nước thải đã qua xử lý từ các đô thị lân cận để làm nước làm lạnh, với lượng nước thải khoảng 76.000.000 m³ mỗi năm.^{[[cần dẫn nguồn](#)]}

Giống như các nhà máy năng lượng truyền thống, các nhà máy năng lượng hạt nhân tạo ra một lượng lớn nhiệt thừa, nó bị thải ra khỏi [bộ phận ngưng tụ](#) sau khi qua [tuốc bin hơi nước](#). Bộ phận [phát điện kép](#) của các nhà máy có thể tận dụng nguồn nhiệt này theo như đề xuất của [Oak Ridge National Laboratory](#) (ORNL) trong quá trình cộng năng lượng^[65] để tăng hệ số sử dụng nhiệt. Ví dụ như sử dụng hơi nước từ các nhà máy năng lượng để sản xuất hidro.^[66]

[sửa] Chất thải phóng xạ

Xem thêm về nội dung này tại [Chất thải phóng xạ](#).

Việc lưu giữ và thải chất thải hạt nhân an toàn vẫn còn là một thách thức và chưa có một giải pháp thích hợp. Vấn đề quan trọng nhất là dòng chất thải từ các nhà máy năng lượng hạt nhân là nguyên liệu đã qua sử dụng. Một lò phản ứng công suất lớn tạo ra 3 mét khối (25–30 tấn) nguyên liệu đã qua sử dụng mỗi năm.^[67] Nó bao gồm urani không chuyển hóa được cũng như một lượng khá lớn các nguyên tử thuộc [nhóm Actini](#) (hầu hết là

[plutoni](#) và [curi](#)). Thêm vào đó, có khoảng 3% là các sản phẩm phân hạch. Nhóm actini (urani, plutoni, và curi) có tính phóng xạ lâu dài, trong khi đó các sản phẩm phân hạch có tính phóng xạ ngắn hơn.^[68]

[sửa] Chất thải phóng xạ cao

Xem thêm: [Chất thải phóng xạ cao](#)

Nguyên liệu đã qua sử dụng có tính phóng xạ rất cao và phải rất thận trọng trong khâu vận chuyển hay tiếp xúc với nó.^[cần dẫn nguồn] Tuy nhiên, nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng sẽ giảm khả năng phóng xạ sau hàng ngàn năm. Có khoảng 5% cần nguyên liệu đã phản ứng không thể sử dụng lại được nữa, vì vậy ngày nay các nhà khoa học đang thí nghiệm để tái sử dụng các cần này để giảm lượng chất thải. Trung bình, cứ sau 40 năm, [đòng phóng xạ](#) giảm 99,9% so với thời điểm loại bỏ nguyên liệu đã sử dụng, mặc dù nó vẫn còn phóng xạ nguy hiểm.^[57]

[Cần nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng](#) được chứa trong các bồn nước chống phóng xạ. Nước có chức năng làm lạnh đối với các sản phẩm phân hạch vẫn còn phân rã và che chắn tia phóng xạ ra môi trường. Sau vài chục năm các bồn chứa trở nên lạnh hơn, nguyên liệu ít phóng xạ hơn sẽ được chuyển đến nơi [chứa khô](#), ở đây nguyên liệu được chứa các thùng bằng thép và bê tông cho đến khi độ phóng xạ của nó giảm một cách tự nhiên ("phân rã") đến mức an toàn đủ để tiếp tục thực hiện các quá trình xử lý khác. Việc chứa tạm thời này kéo dài vài năm, vài chục năm thậm chí cả ngàn năm tùy thuộc vào loại nguyên liệu. Hầu hết các chất thải phóng xạ của Hoa Kỳ hiện tại được chứa ở các vị trí tạm thời có giám sát, trong khi các phương pháp thích hợp cho việc thải vĩnh cửu vẫn đang được bàn luận.

Cho đến năm 2007, Hoa Kỳ thải ra tổng cộng hơn 50,000 tấn nguyên liệu đã qua sử dụng từ các lò phản ứng hạt nhân.^[69] Phương pháp chứa dưới lòng đất ở [núi Yucca](#) ở Hoa Kỳ đã được đề xuất là cách chôn chất thải vĩnh viễn. Sau 10.000 năm phân rã phóng xạ, theo tiêu chuẩn [Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ](#), nguyên liệu hạt nhân đã qua sử dụng sẽ không còn là mối đe dọa đối với sức khỏe và an toàn của cộng đồng.^[cần dẫn nguồn]

Lượng chất thải có thể được giảm thiểu bằng nhiều cách, đặc biệt là [tái xử lý](#). Lượng chất thải còn lại sẽ có độ phóng xạ ổn định sau ít nhất 300 năm ngay cả khi loại bỏ các nguyên tố trong nhóm actini, và lên đến hàng ngàn năm nếu chưa loại bỏ các nguyên tố trên. {Fact} Trong trường hợp tách tất cả các nguyên tố trong nhóm actini và sử dụng các lò phản ứng **fast breeder** để phá hủy bằng [sự biến tố](#) một vài nguyên tố không thuộc nhóm actini có tuổi thọ dài hơn, chất thải phải được cách ly với môi trường vài trăm năm, cho nên chất thải này được xếp vào nhóm có tác động lâu dài. Các [lò phản ứng hợp hạch](#) có thể làm giảm số lượng chất thải này.^[70] Người ta cũng tranh luận rằng giải pháp tốt nhất đối với chất thải hạt nhân là chứa tạm thời trên mặt đất cho đến khi công nghệ phát triển thì các nguồn chất thải này sẽ trở nên có giá trị trong tương lai.

Theo một tin tức trên chương trình năm 2007 phát trên [60 Minutes](#), năng lượng hạt nhân làm cho nước Pháp có không khí sạch nhất trong các quốc gia công nghiệp, và có giá

điện rẽ nhất trong toàn châu Âu.^[71] Pháp tái xử lý chất thải hạt nhân của họ để giảm lượng chất thải và tạo ra nhiều năng lượng hơn.^[72] Tuy nhiên, các bài báo vẫn tiếp tục chỉ trích như "Ngày nay chúng ta tích trữ các thùng chứa chất thải bởi vì các nhà khoa học hiện tại không biết cách nào để giảm thiểu hoặc loại bỏ chất độc hại, nhưng *có lẽ* 100 năm nữa *có lẽ* các nhà khoa học sẽ... Chất thải hạt nhân là một vấn đề của nhà nước rất khó giải quyết và cũng là vấn đề chung không quốc gia nào có thể giải quyết được. Viễn cảnh hiện tại, đang đi theo gót chân [Asin](#) của ngành công nghiệp hạt nhân ... Nếu Pháp không thể giải quyết được vấn đề này, hãy cầu [Mandil](#), sau đó nói rằng 'Tôi không thấy chúng ta có thể tiếp tục chương trình hạt nhân của mình như thế nào.'^[72] Xa hơn nữa, việc tái xử lý sẽ lại có những chỉ trích khác như theo Hiệp hội Các vấn đề nhà Khoa học quan tâm (*Union of Concerned Scientists*).^[73]

[sửa] Chất thải phóng xạ thấp

Xem thêm: [Chất thải phóng xạ thấp](#)

Ngành công nghiệp hạt nhân cũng tạo ra một lượng lớn các chất thải phóng xạ cấp thấp ở dạng các công cụ bị nhiễm như quần áo, dụng cụ cầm tay, nước làm sạch, máy lọc nước, và các vật liệu xây lò phản ứng. Ở Hoa Kỳ, [Ủy ban điều phối hạt nhân](#) (*Nuclear Regulatory Commission*) đã cố gắng xét lại để cho phép giảm các vật liệu phóng xạ thấp đến mức giống với chất thải thông thường như thải vào bãi thải, tái sử dụng...^[cần dẫn nguồn] Hầu hết chất thải phóng xạ thấp có độ phóng xạ rất thấp và người ta chỉ quan tâm đến chất thải phóng xạ liên quan đến mức độ ảnh hưởng lớn của nó.^[74]

[sửa] Chất thải phóng xạ và chất thải công nghiệp độc hại

Ở các quốc gia có năng lượng hạt nhân, chất thải phóng xạ chiếm ít hơn 1% trong tổng lượng chất thải công nghiệp độc hại, là các chất độc hại trừ khi chúng phân hủy hoặc được xử lý khi đó thì trở nên ít độc hơn hoặc hoàn toàn không độc.^[57] Nhìn chung, năng lượng hạt nhân tạo ra ít chất thải hơn so với các nhà máy điện chạy bằng nhiên liệu hóa thạch. Các nhà máy đốt [than](#) đặc biệt tạo ra nhiều chất độc hại và một lượng tro phóng xạ mức trung bình do sự tập trung các kim loại xuất hiện trong tự nhiên và các vật liệu phóng xạ có trong than. Ngược lại với những điều mà người ta cho là đúng từ trước đến, năng lượng than thực tế tạo ra nhiều chất thải phóng xạ thải vào môi trường hơn năng lượng hạt nhân. Tính bình quân lượng ảnh hưởng đến dân số từ các nhà máy sử dụng cao gấp 100 lần so với các nhà máy hạt nhân.^[75]

[sửa] Tái xử lý

Xem thêm: [Tái xử lý hạt nhân](#)

Việc tái xử lý có khả năng thu hồi đến 95% từ urani và plutoni còn lại trong nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng, để trộn vào [hỗn hợp nguyên liệu oxit](#) mới. Công đoạn này làm giảm lượng phóng xạ có thời gian phân rã lâu tồn tại trong chất thải, khi tạo ra các sản phẩm phân hạch có thời gian sống ngắn, thể tích của nó giảm đến hơn 90%. Tái xử lý nguyên liệu hạt nhân dân dụng từ các lò phản ứng năng lượng đã được thực hiện trên phạm vi

rộng ở Anh, Pháp và (trước đây) Nga, sắp tới là Trung Quốc và có thể là Ấn Độ, và Nhật Bản đang thực hiện việc mở rộng quy mô trên toàn nước Nhật. Việc xử lý hoàn toàn là không thể thực hiện được bởi vì nó đòi hỏi các [lò phản ứng breeder](#), là loại lò chưa có giá trị thương mại. Pháp được xem là quốc gia khá thành công trong việc tái xử lý chất thải này, nhưng hiện tại chỉ thu hồi được khoảng 28% (về khối lượng) từ nguyên liệu sử dụng hàng năm, 7% trên toàn nước Pháp và 21% ở Nga.^[76]

Không giống các quốc gia khác, Hoa Kỳ đã dừng tái xử lý dân dụng từ năm 1976 đến năm 1981 cũng là một phần trong luật chống phát triển hạt nhân của quốc gia này, kể từ đó vật liệu được tái xử lý như plutoni có thể được dùng trong các vũ khí hạt nhân: tuy nhiên, tái xử lý hiện nay lại được cho phép tiến hành.^[77] Thậm chí, hiện tại nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng tất cả được xử lý như chất thải.^[78]

Tháng 2 năm 2006, một sáng kiến mới ở Hoa Kỳ do *Global Nuclear Energy Partnership* thông báo. Đó là sự cố gắng của quốc tế để tái xử lý nguyên liệu theo cách làm cho sự phát triển hạt nhân không thể thực hiện được, trong khi sản xuất năng lượng hạt nhân đang có ích đối với các quốc gia đang phát triển.^[79]

[\[sửa\]](#) Tách Urani

Bài chi tiết: [Tách urani](#)

Việc làm giàu urani tạo ra hàng tấn [urani đã tách ra](#) (DU), bao gồm U-238 đã tách hầu hết đồng vị U-235 dễ phân hạch. U-238 là kim loại thô có giá trị kinh tế — ví dụ như sản xuất máy bay, khiên chống phóng xạ, và vỏ bọc vì nó có tỷ trọng lớn hơn [chì](#). Urani đã tách cũng được sử dụng trong đạn dược như đầu đạn DU, vì khuynh hướng của urani là vỡ dọc theo các dải băng cắt đoạn nhiệt.^{[80][81]}

Một vài ý kiến cho rằng U-238 có thể gây ra các vấn đề về sức khỏe trong nhóm người tiếp xúc một cách quá mức với vật liệu này, như các đội xe chuyên chở và người dân sống trong các khu vực xung quanh nơi có lượng lớn đạn dược bằng DU được sử dụng như khiên, bom, đạn, đầu đạn hạt nhân. Vào tháng 1 năm 2003 [Tổ chức Y tế Thế giới](#) công bố một báo cáo rằng sự ô nhiễm từ đạn dược DU ở mức độ địa phương đến vài chục mét từ các vị trí gây ảnh hưởng và phóng xạ nhiễm vào thực vật và nguồn nước địa phương là *cực kỳ thấp*. Báo cáo cũng nêu rằng lượng DU sau khi đi vào theo đường tiêu hóa sẽ thải ra ngoài khoảng 70% sau 24 giờ và 90% sau vài ngày.^[82]

[\[sửa\]](#) Tranh luận về sử dụng năng lượng hạt nhân

Bài chi tiết: [Tranh cãi về năng lượng hạt nhân](#)

Các đề xuất sử dụng năng lượng hạt nhân thì cho rằng năng lượng hạt nhân là một nguồn [năng lượng bền vững](#) làm giảm [phát thải cacbon](#) và gia tăng an ninh năng lượng do giảm sự phụ thuộc vào nguồn [dầu mỏ](#) nước ngoài.^[83] Các đề xuất cũng nhấn mạnh rằng các rủi ro về lưu giữ chất thải phóng xạ là rất nhỏ và có thể giảm trong tương lai gần khi sử dụng công nghệ mới nhất trong các lò phản ứng mới hơn, và những ghi nhận về vận hành an

toàn ở phương Tây là một ví dụ khi so sánh với các loại nhà máy năng lượng chủ yếu khác.

Các ý kiến chỉ trích thì cho rằng năng lượng hạt nhân là nguồn năng lượng chứa đựng nhiều tiềm năng nguy hiểm và phải giảm tỷ lệ sản xuất năng lượng hạt nhân, đồng thời cũng tranh luận rằng liệu các rủi ro có thể được giảm thiểu bằng [công nghệ](#) mới không. Những ý kiến ủng hộ đưa ra quan điểm rằng năng lượng hạt nhân không gây ô nhiễm môi trường không khí, đối ngược hoàn toàn với việc sử dụng [nhiên liệu hóa thạch](#) và cũng là nguồn năng lượng có triển vọng thay thế nhiên liệu hóa thạch. Các ý kiến ủng hộ cũng chỉ ra rằng năng lượng hạt nhân chỉ là theo đuổi của các nước phương Tây để đạt được sự độc lập về năng lượng. Còn các ý kiến chỉ trích thì cho rằng vấn đề là ở chỗ lưu giữ [chất thải phóng xạ](#) như [ô nhiễm phóng xạ](#) do các tai họa, và những bất lợi của việc [phát triển hạt nhân](#) và [sản xuất điện tập trung](#).

Năng lượng hạt nhân không phải là giải pháp cho nguồn năng lượng sạch

Nỗ lực phục hồi

Trong nỗ lực phục hồi một ngành đang yếu và dần suy yếu, những người đề xuất dự án hạt nhân đã lấy vấn đề biến đổi khí hậu làm lý do tranh luận nhằm khôi phục ngành này. Ngành năng lượng hạt nhân đã rót hàng triệu đô-la vào một chiến dịch tiếp thị nhằm thay đổi hình ảnh về công nghệ từ quan niệm đây là ngành gây ô nhiễm và nguy hiểm sang ý nghĩ về một công nghệ sạch sẽ và an toàn. Để làm được điều này, họ phải vượt qua một vấn đề khó khăn: các trạm năng lượng hạt nhân vận hành trong năm 2010 cần phải giống như mô hình được vận hành từ những năm 70 của thế kỷ trước.

Các nhà máy này vẫn đang đóng góp vào khả năng phát triển sản xuất vũ khí hạt nhân ở một số nước. Họ vẫn thải ra lượng chất thải hạt nhân lớn có thể cần đến 100 ngàn năm mới có thể xử lý. Dù hiếm hoi nhưng chúng vẫn tiềm tàng nguy cơ có thể xảy ra những vụ tai nạn có sức hủy hoại nặng nề. Chi phí vốn đang tăng ở mức cao, được ước tính tăng lên gấp đôi trong vòng từ 5-7 năm. Các nhà máy này cũng thiếu nguồn quặng uranium chất lượng cao theo xu hướng chung trên toàn cầu. Mặc dù hiện có khá nhiều uranium chất lượng thấp, khả năng sử dụng nguyên liệu này khá hạn chế bởi số lượng nhiên liệu cần để khai thác và chế biến thải ra lượng CO₂ lớn.

Ngành hạt nhân và những người ủng hộ ngành này đang chuyển hướng chú ý từ những thực tế khắc nghiệt này bằng việc vẽ ra bức tranh thế hệ vũ khí hạt nhân mới sắp được phát minh. Họ tuyên bố rằng những lò phản ứng trên

lý thuyết sẽ an toàn hơn và sẽ thải ra chất thải cao cấp chỉ cần xử lý trong một vài thế kỷ. Trong thực tế, không có lò phản ứng hạt nhân như vậy tồn tại bởi hệ thống hiện tại không thể đạt tới giai đoạn này trong vòng 15 năm tới.

Lò phản ứng hạt nhân thế hệ thứ tư

Một trong những loại lò phản ứng hạt nhân thế hệ thứ tư này là lò phản ứng thorium, loại không cần các quặng uranium cao cấp khan hiếm. Loại lò này sử dụng thorium, một nguyên tố phổ biến hơn. Tuy nhiên, khác với uranium 235 được dùng trong các lò phản ứng hạt nhân truyền thống, thorium khó có thể phân tách để giải phóng năng lượng tách hạt nguyên tử hoặc trong bom hạt nhân. Ấn Độ hiện đang phát triển một quy trình để biến thorium thành uranium bằng cách cho nổ với neutron sinh ra trong lò phản ứng hạt nhân dùng nguyên liệu uranium truyền thống. Hệ thống này khá phức tạp và không tránh khỏi chi phí cao hơn lò phản ứng hạt nhân thông thường.

Một loại lò phản ứng thế hệ thứ tư khác được chào hàng là lò phản ứng nhanh đang được thử nghiệm vận hành. Loại lò này sử dụng uranium hiệu quả hơn lò phản ứng hạt nhân truyền thống và có thể sinh ra nhiều nhiên liệu hạt nhân hơn, dưới dạng plutonium hơn mức sử dụng thông thường. Như vậy, lò phản ứng loại này có thể giải quyết vấn đề khí CO₂, khí thải từ việc khai thác mỏ và chế biến quặng uranium mức thấp. Tuy nhiên, chi phí xây dựng và vận hành rất cao. Lò phản ứng hạt nhân này có thể sản xuất nhiều plutonium hơn lò truyền thống, đồng nghĩa với việc nó có thể tạo nên những tiếng nổ hạt nhân khủng khiếp từ các kho bom.

Dù vậy, những người ủng hộ việc sản xuất năng lượng hạt nhân cho rằng mọi người không nên lo lắng bởi người ta có thể chế tạo một hệ thống tái

ché tất cả những nhiên liệu đã đốt khó xử lý trở lại lò phản ứng hạt nhân mà không cần phân tách plutonium nguy hiểm và có thể tiếp cận với bom. Trong giai đoạn thử nghiệm này, chất thải hạt nhân tồn tại lâu dài, thường là phóng xạ và chứa plutonium sẽ được tách từ những sản phẩm nguyên tử phóng xạ. Sau đó, trên lý thuyết, chất thải hạt nhân khó phân hủy trở thành nhiên liệu hạt nhân và các sản phẩm nguyên tử tách biệt được chuyển sang giai đoạn xử lý 500 năm ở một địa điểm nhất định.

Một khi các sản phẩm của phản ứng phân tách hạt nhân được tách khỏi thành phần chất thải tồn tại lâu trong không khí, việc phá vỡ quy luật và chiết suất plutonium từ rác thải khó phân hủy sẽ dễ dàng hơn. Tuy nhiên, nếu chính phủ xử trí không đúng hướng, hệ thống này sẽ trở thành thảm họa khủng khiếp. Đó là nguyên nhân tại sao chính phủ Mỹ không tiếp tục nghiên cứu loại lò phản ứng này

Năng lượng tái sinh

Một vấn đề nghiêm trọng khác mà những người tiếp thị năng lượng hạt nhân đang phải đối mặt là sự cạnh tranh từ những nguồn năng lượng tái sinh khác đang áp dụng một số công nghệ chính có tỉ lệ tăng trưởng và vốn đầu tư hàng năm cùng khả năng tạo việc làm lớn. Ở Châu Âu, vào năm 2008 và năm 2009, năng lượng gió là nguồn cung cấp năng lượng lớn nhất trong các nhà máy sản xuất điện năng. Trung Quốc đã tăng gấp đôi năng lực sản xuất năng lượng gió hàng năm trong vòng 5 năm qua. Công nghệ mặt trời và gió có thể được phát triển nhanh chóng bởi nó đang được sản xuất. Năng lượng hạt nhân chỉ có thể phát triển chậm là tốt nhất vì chúng cần có các dự án xây dựng nhà máy khổng lồ.

Năng lượng hạt nhân và cách SX năng lượng này tại Việt nam

Hiện nay 17 phần trăm điện sản xuất trên Thế giới là năng lượng hạt nhân. Đó là một tỷ lệ trung bình. Những nhà máy điện hạt nhân sản xuất 30 phần trăm điện tiêu thụ ở các nước thuộc khối OCDE, những nước giàu nhất. Năng lượng hạt nhân đóng góp hơn ba phần tư nhu cầu điện và một nửa nhu cầu tất các loại năng lượng của nước Pháp. Ở Việt nam, nhu cầu điện tăng gấp hai lần tăng trưởng kinh tế và kinh tế Việt nam tăng trưởng 7 đến 8 phần trăm mỗi năm. Nhu cầu về năng lượng gia tăng trầm trọng và năng lượng hạt nhân là một thực tại. Chúng ta không thể nói suông sẽ được rằng nước Việt nam nên xây hay không xây nhà máy năng lượng hạt nhân.

Để đóng góp vào tham luận về năng lượng hạt nhân ở Việt nam, chúng tôi xin trình bày trong bài này[1]

- * những phương pháp sản xuất năng lượng hạt nhân,
- * những vấn đề công nghệ của ngành năng lượng hạt nhân.

Những phương pháp sản xuất năng lượng hạt nhân

Ngoài thiên nhiên nguyên tử uranium có tất cả ba đồng vị: 99,3 phần trăm đồng vị U-238, 0,7 phần trăm đồng vị U-235, và một tỷ lệ không đáng kể đồng vị U-234. Đồng vị U-235 là đồng vị khả phân hạch tự nhiên duy nhất có khả năng sản xuất năng lượng và sinh ra neutron để duy trì dây chuyền phản ứng. Đồng vị U-238 là đồng vị phong phú[2] có thể hấp thụ neutron và, do đó, có khả năng làm tắt dây chuyền phản ứng nhưng, một khi hấp thụ một neutron, trở thành đồng vị khả phân hạch Pu-239.

Những hạt nhân deuterium và tritium hợp nhất với nhau cũng sinh ra năng lượng. Deuterium là một đồng vị của khí hydro có nhiều ngoài thiên nhiên, chủ yếu trong nước biển. Tritium là một đồng vị nhân tạo được chế tạo từ phản ứng phân hạch một hạt lithium với một neutron. Những nguyên tử lithium cũng có rất nhiều trong nước biển.

Nếu thực hiện được phản ứng hợp nhất hạt deuterium với hạt tritium một cách đại trà thì nhân loại sẽ có được một nguồn năng lượng gần như là vô tận. Nghiên cứu và phát triển phương pháp sản xuất năng lượng này phức tạp và tốn kém. Vì thế mà hầu như tất cả các nước công nghệ tiên tiến phải liên kết để chia với nhau chi phí nghiên cứu khai triển[3]: sáu cường quốc,

Hàn quốc, Hoa kỳ, Liên hiệp Âu châu, Nga, Nhật bản và Trung quốc, hiệp sức để khai triển máy hợp nhất hạt nhân ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor, Lò Phản ứng Thí nghiệm Nhiệt hạch Quốc tế). Máy hiệp nhất nay đặt tại Cadarache, miền Nam nước Pháp.

Hiện nay chưa ai biết được khi nào chương trình nghiên cứu những quy trình hợp nhất hạt nhân đó sẽ đạt kết quả. Trong khi chờ đợi thời đại hoàng kim đó, năng lượng hạt nhân được sản xuất nhờ những phản ứng phân hạch hạt nhân.

Phương pháp phân hạch một hạt nhân hiển nhiên nhất là bắn một hạt nhỏ vào hạt nhân đó. Thí dụ chúng ta có thể tăng tốc những proton trong một hệ tăng tốc rồi bắn những proton đó vào một lò phản ứng chứa uranium tự nhiên. Những hạt nhân uranium bị đập vỡ sinh ra năng lượng. Sau phản ứng phân hạch này thì những neutron bị bắn ra một phần bị hạt nhân U-238 hấp thụ để biến đồng vị phong phú đó thành một đồng vị khả phân hạch Pu-239 và một phần va chạm với những vật có mặt trong lò phản ứng, giảm tốc độ và sinh ra năng lượng sau khi đập vỡ những hạt U-235 có mặt trong uranium tự nhiên và những hạt Pu-239 sinh ra trước đây. Dây chuyền phản ứng có thể duy trì một cách tự nhiên. Nhưng nếu có triệu chứng sắp bị tắt thì chỉ cần bắn vào lò phản ứng thêm một tia proton từ hệ tăng tốc là có thể kích động lại dây chuyền phản ứng.

Quy trình hỗn hợp tăng tốc proton và phân hạch hạt nhân này mới được sáng chế. Chúng tôi không biết đã có nguyên mẫu nào chưa. Nhưng đã có những lò phản ứng điều hành như vậy mà không có bộ tăng tốc proton mà chúng ta gọi là những lò phản ứng neutron nhanh.

Thực ra một lò phản ứng neutron nhanh dùng cả neutron nhanh để sản xuất đồng vị Pu-239, một đồng vị khả phân hạch, lần neutron đã được giảm tốc để gây ra những phản ứng phân hạch và sinh ra năng lượng. Neutron bắn ra từ những phản ứng phân hạch có tốc độ 20.000 kilô mét/giây. Muốn có thể gây ra một phản ứng phân hạch với một hạt nhân U-235 khác thì neutron đó phải va chạm với một số hạt nhân có mặt trong lò phản ứng để cho tốc độ giảm xuống 2.000 mét/giây. Đây là một đặc tính vật lý không có dẫn chứng lý thuyết nhưng đã được chứng minh qua thử nghiệm.

Khi một lò phản ứng sản xuất những hạt Pu-239 với những phản ứng hấp thụ nhiều hơn là đập vỡ chúng với những phản ứng phân hạch thì chúng ta gọi là lò bội sinh. Những lò bội sinh tiêu thụ một phân plutonium được sản xuất

như vậy và phần còn lại có thể dùng làm nhiên liệu cho những nhà máy hạt nhân chỉ chạy bằng những phản ứng phân hạch.

Những lò phản ứng neutron nhanh được khai triển từ đầu kỷ nguyên năng lượng hạt nhân. Hiện nay chỉ có những lò thí nghiệm vận hành mà thôi. Nhà máy điện hạt nhân thương mại theo công nghệ neutron nhanh duy nhất là nhà máy Superphenix ở Creys Malville bên Pháp. Nhà máy này chạy thử để hiệu chỉnh vài năm rồi bị chính phủ Pháp ra lệnh ngưng hoạt động và tháo dỡ. Lý do chính là vấn đề chất tải nhiệt từ lòng lò phản ứng ra ngoài chưa được giải quyết ổn thỏa: chất tải nhiệt là natri nấu chảy, một vật có phản ứng nổ khi chạm với nước. Có người nghĩ rằng thay thế natri bằng chì nấu chảy thì sẽ an toàn hơn. Lý do phụ là những xí nghiệp vũ khí dành plutonium để sản xuất bom nguyên tử và Thế giới hiện đang thiếu plutonium để khởi động đại trà những nhà máy hạt nhân neutron nhanh[4].

Những lò phản ứng hỗn hợp và những lò neutron nhanh có thể tận dụng tất cả những đồng vị uranium ngoài thiên nhiên. Chúng cũng có thể tận dụng những đồng vị thorium cũng có rất nhiều ở ngoài thiên nhiên. Nhưng vì những khó khăn khai triển của những lò loại đó nên những lò phản ứng có áp dụng công nghiệp đều là những lò phân hạch những đồng vị khả phân hạch như đồng vị U-235 và những đồng vị của nguyên tử plutonium.

Như nói ở trên, những hạt neutron phải giảm tốc độ từ 20.000 km/giờ xuống còn 2.000m/giờ. Những hạt nhân có thể giảm tốc độ của neutron gọi là những vật điều tiết. Để cho dây chuyền phản ứng được duy trì, những vật điều tiết không được hấp thụ neutron hay chỉ được hấp thụ rất ít thôi.

Những vật điều tiết tốt nhất là nước nhẹ, nước nặng, cacbon và khí oxy cacbonic. Nước nhẹ là nước thường gồm bởi những phân tử H₂O. Nước nặng là nước gồm bởi những phân tử D₂O. Nước này tương tự như nước thường chỉ khác là trong phân tử nước H₂O ion hydro H⁺ được thay thế bằng ion deuterium D⁺. Nước tự nhiên gồm bởi nước nhẹ và một chút nước nặng. Muốn có nước nặng thì phải phân cất nước tự nhiên, tách những nguyên tử deuterium ra rồi kết hợp lại phân tử D₂O với những nguyên tử đó. Cacbon dùng để làm vật điều tiết là cacbon dưới dạng than chì. Còn khí oxy cacbonic là kết quả của phản ứng oxy hóa than chì có mặt trong lò phản ứng. Nước nhẹ, nước nặng và khí oxy cacbon còn có thể được dùng làm chất tải nhiệt cho lò phản ứng.

Pháp có xây loại lò phản ứng gọi là UNGG (Unranium Naturel Graphite

Gaz) dùng than chì làm vật điều tiết và khí oxy cacbon làm chất lỏng tải nhiệt. Canada là nước đã khai triển loại lò phản ứng dùng nước nặng gọi là CANDU (Canadian Deuterium Uranium). Những nhà máy này rất an toàn và chạy bằng uranium tự nhiên nên chi phí điều hành thấp. Nhưng những nhà máy này cần vốn đầu tư rất cao. Một nhà máy có đời sống kỹ thuật 40 năm phải hoạt động trong hơn một chục năm mới hoàn lại được năng lượng bỏ ra để xây ra nó ! Sau khi xây được vài nhà máy UNGG, Pháp ngưng không xây tiếp nữa và chuyển sang công nghệ lò phản ứng nước nhẹ. Còn Canada thì chỉ xuất khẩu được vài nhà máy thôi.

Song song người ta đã khai triển những lò phản ứng chạy bằng nước nhẹ.

Phân tử H₂O trong nước nhẹ hấp thụ một chút neutron và hàm lượng đồng vị U-235 trong uranium tự nhiên quá thấp để duy trì phản ứng có thể duy trì được. Vì thế những lò phản ứng dùng nước nhẹ cần đến một hỗn hợp uranium có hàm lượng đồng vị U-235 cao hơn uranium tự nhiên, khoảng từ 3 tới 5 phần trăm, để duy trì dây chuyền phản ứng hạt nhân. Chúng ta gọi những hỗn hợp đó là uranium được làm giàu.

Những lò PWR (Pressurized Water Reactor, Lò Phản ứng Nước Nén), HTR (High Temperature Reactor, Lò Phản ứng Nước Nóng) và BWR (Boiled Water Reactor, Lò Phản ứng Nước Sôi) là những lò phản ứng hạt nhân chạy bằng uranium đã được làm giàu. Liên Xô cũ có khai triển loại lò RBMK chạy bằng uranium đã được làm giàu và dùng than chì làm vật điều tiết và nước sôi làm chất lỏng tải nhiệt[5]. Giữa những loại lò đó thì lò PWR là thông dụng nhất vì có tỷ trọng khối lớn nên vừa rẻ lại vừa an toàn nhất.

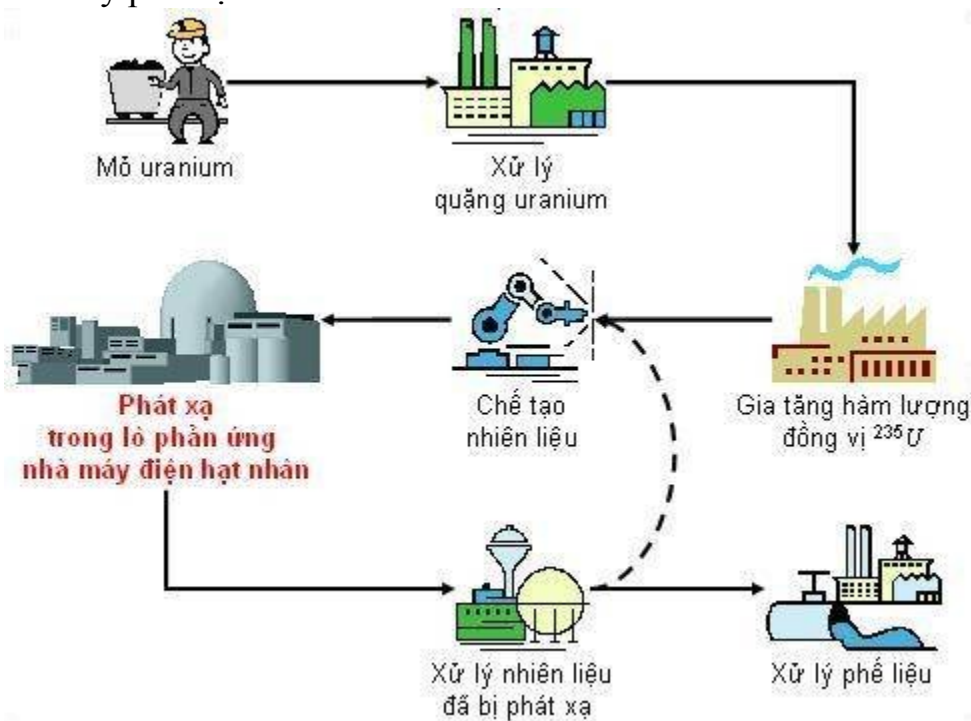
Những vấn đề công nghệ của ngành năng lượng hạt nhân

Rút cục hiện nay chỉ có những lò phản ứng chạy bằng nước nhẹ là thịnh hành. Nhiên liệu của những lò ấy là đồng vị U-235 của nguyên tử uranium và những đồng vị khả phân hạch nhân tạo như là plutonium Pu-239.

Như mọi công nghệ, công nghệ điện hạt nhân phải hòa nhập vào một chuỗi công nghệ. Muốn nắm được công nghệ điện hạt nhân phải nắm được ít nhiều những công nghệ lân cận. Chúng tôi không nói đến những công nghệ xoong chảo nặng, cơ khí nặng, luyện kim, hóa học hay tự động học mà nêu bỏ nhiều công học tập và nhiều vốn đầu tư thì một ngày nào đó cũng có thể nắm được. Ngoài những công nghệ đó còn phải nắm được những công nghệ của chu trình nhiên liệu.

Một nhà máy hạt nhân chỉ là một khâu trong hẳn một chuỗi công nghệ phức tạp gọi là chu trình nhiên liệu. Chu trình đó gồm bảy khâu:

1. đào mỏ,
2. xử lý quặng uranium,
3. gia tăng hàm lượng đồng vị U-235,
4. chế tạo nhiên liệu,
5. phát xạ trong lò phản ứng nhà máy điện hạt nhân,
6. xử lý nhiên liệu đã được phát xạ,
7. xử lý phế liệu.



Chu trình nhiên liệu hạt nhân

Uranium nằm trong lòng đất từ mấy tỷ năm nay. Trong thời gian đó một số hạt nhân phân hạch và sinh ra khí radon. Khí radon là một vật phóng xạ. Khi đào mỏ thì khí radon bay ra. Nếu mỏ được khai thác trong hầm thì phải thổi gió mạnh vào hầm để thổi khí radon ra khỏi hầm và tránh cho nhân công đào mỏ bị nhiễm. Việc thổi gió vào hầm này không có gì là khó vì những hầm mỏ khác, được khai thác từ thời tiền cổ, cũng cần phải thổi gió như vậy. Đặc biệt những mỏ than đá cũng có khối lượng khí radon tương tự phát ra khi đào than[6].

Sau khi quặng được đào ra khỏi mỏ thì được lọc ra khỏi đất đá vụn. Sau khâu

làm tinh khiết thì uranium ở dưới dạng oxy uranium UO_2 hình bánh nguyệt màu vàng xám nên được gọi là yellow cake (bánh màu vàng). Khâu này cũng không có gì khó vì đó là công nghệ cổ điển của ngành luyện kim.

Uranium tự nhiên chỉ có 0,7 phần trăm đồng vị U-235. Hàm lượng này không đủ để duy trì dây chuyền phản ứng nên người ta phải gia tăng hàm lượng đó. Để làm việc đó oxy uranium UO_2 được đổi thành khí hexa fluorur uranium UF_6 qua một số quy trình hóa học. Sau đó một phần phân tử UF_6 có đồng vị U-238 được loại ra làm tăng tỷ lệ những phân tử UF_6 có đồng vị U-235. Việc gia tăng hàm lượng đồng vị U-235 này gọi là việc làm giàu uranium. Vì trọng khối phân tử hexa fluorur uranium với đồng vị U-235 và trọng khối phân tử có đồng vị U-238 chỉ khác nhau không đáng kể nên việc làm giàu rất công phu và tốn kém.

Hiện có nhiều phương pháp tách phân như là phương pháp khuếch tán, phương pháp siêu quay rây hay là phương pháp laser. Chúng tôi không vào chi tiết những phương pháp đó mà chỉ mạn phép nói rằng chỉ có những cường quốc có vũ khí hạt nhân mới nắm được công nghệ này. Những nước này là Anh, Nga, Hoa kỳ, Pháp và Trung quốc. Ấn độ và Pakistan gần đây cũng có thử vài quả bom nguyên tử nhưng chưa biết có đủ khả năng công nghệ để được coi là thành viên câu lạc bộ những nước có vũ khí hạt nhân hay không. Khả năng những nước khác, không có vũ khí hạt nhân, để khai triển công nghệ làm giàu bị các nước đó ngăn cản viện cớ rằng họ muốn chống tăng sinh vũ khí hạt nhân.

Sau khâu làm giàu, uranium tự nhiên có hàm lượng đồng vị U-235 bị giảm đi. Người ta nói rằng uranium đã bị làm nghèo. Uranium này được để sang một bên chờ ngày công nghệ neutron nhanh được hiệu chỉnh và biến thành Pu-239 khả phân hạch. Còn uranium với hàm lượng đồng vị U-235 được gia tăng, gọi là uranium được làm giàu, thì được biến đổi trở lại thành oxy uranium UO_2 . Sau khi được vò thành viên, những viên oxy uranium được đổ vào trong lòng những thanh bằng một hợp kim zirconium gọi là zircalloy. Những thanh đó có những cánh để có thể tản nhiệt khi năng lượng sinh ra nhân những phản ứng hạt nhân. Chúng được gom lại thành bó trước khi đặt vào lò phản ứng. Việc chế tạo những viên UO_2 , những thanh và những bó nhiên liệu này cần phải được rất chính xác để không bị trục trặc khi đặt nhiên liệu vào lò phản ứng, khi rút chúng ra khỏi lò và để khi lò điều hành nhiệt năng có thể tỏa ra khỏi những thanh nhiên liệu một cách hài hòa.

Cũng vì viện cớ không cho tăng sinh vũ khí hạt nhân những nước có vũ khí

hạt nhân cũng không bán cho những nước khác uranium đã được làm giàu. Vì không có khả năng tự quản lý uranium đã được làm giàu những nước không có vũ khí hạt nhân không còn lý do để khai triển công nghệ sản xuất nhiên liệu hạt nhân nữa.

Về việc chọn lựa những loại nhà máy điện hạt nhân thì các nước không có vũ khí hạt nhân chỉ được mua hay, nếu có khả năng công nghệ, khai triển những lò phản ứng kiểu PWR thôi. Những nước có vũ khí hạt nhân đơn phương quyết định rằng tất cả những lò phản ứng hạt nhân khác đều có tiềm năng tăng sinh vũ khí hạt nhân.

Gần đây liên doanh Framatome Siemens chào hàng loại lò phản ứng gọi là EPR (European Pressurized Reactor, Lò Phản ứng Nước Nén Âu châu). Họ giới thiệu loại lò đó là một thiết bị thế hệ thứ tư, tối tân hơn, tận dụng đồng vị U-235 hơn, có thể đốt nhiều nguyên tử uranium hơn và nhất là an toàn hơn. Thực ra đó chỉ là một lò thuộc loại PWR có tiến bộ một chút nhưng không phải là một cách mạng công nghệ. Những chuyên gia năng lượng hạt nhân gọi lò phản ứng thế hệ thứ tư là những lò neutron nhanh đang được triển khai!

Sau khi nhiên liệu UO₂ đã được phát xạ và những đồng vị khả phân hạch đã được tận dụng để sản xuất năng lượng, những bó thanh nhiên liệu được rút ra khỏi lò và đặt trong một bể nước kề cận với lò phản ứng chờ cho mức phóng xạ giảm xuống.

Khi phóng xạ giảm xuống đến mức không còn nguy hiểm nữa thì những bó nhiên liệu được xẻ nhỏ và hòa tán trong những bể acid. Những nguyên tử được phân loại. Những nguyên tử uranium và plutonium được biến chế thành nhiên liệu cho một suất nữa. Những sản phẩm phân hạch còn lại là những chất phóng xạ alpha, rất độc hại, với nửa đời sống[7] rất lâu dài. Vì thế chúng đặt ra vấn đề an toàn. Rất may là khối lượng những sản phẩm đó tương đối rất nhỏ nên có thể kiểm soát việc lưu trữ chúng. Ngoài ra một phần lớn sẽ có thể được xử lý trong những lò neutron nhanh tương lai khi những lò đó được hiệu chỉnh.

Cũng như khâu làm giàu uranium, những nước có vũ khí hạt nhân tổ chức độc quyền công nghệ xử lý nhiên liệu đã bị phóng xạ viện có nguy cơ tăng sinh vũ khí hạt nhân.

Còn việc xử lý phế liệu thì chính sách của họ chưa rõ lắm. Chắc sẽ là phế

liệu của ai thì người ấy lo và mỗi nước phải tự khai triển hay mua công nghệ rất cầu kỳ này.

Kết luận

Nhiều người tưởng rằng nếu có tiền mua một nhà máy điện hạt nhân và thuê chuyên gia ngoại quốc đến dạy cho vài kỹ sư bản xứ điều hành nhà máy là đủ để đưa đất nước họ vào kỷ nguyên hạt nhân. Đó là một sai lầm có thể dẫn nước họ đến chỗ mất tự chủ.

Hiện nay những cường quốc hạt nhân viện cớ muốn giới hạn tăng sinh vũ khí hạt nhân nên:

- * chỉ cho phép xí nghiệp của họ bán những nhà máy loại PWR,
- * không cho phép chuyên gia công nghệ làm giàu uranium và xử lý nhiên liệu đã bị phát xạ.

Một nước mua một nhà máy điện hạt nhân mà không thuộc câu lạc bộ những nước có vũ khí hạt nhân sẽ bị ngoại bang bắt chẹt ở đầu vào, khi mua nhiên liệu để chạy nhà máy, cũng như ở ngõ ra, khi phải thải nhiên liệu đã bị phát xạ.

Một nước mà dân cũng như những người lãnh đạo không có kiến thức cao về công nghệ sẽ không biết mua công nghệ nào để cho thích ứng với nhu cầu phát triển kinh tế, khoa học và công nghệ của nước đó. Nước đó cũng có khả năng bị những xí nghiệp trong ngành hạt nhân lừa bịp.

Nếu bây giờ tay không mà bỏ tiền ra đào tạo chuyên gia cùng lúc nhờ nước ngoài xây một hai nhà máy điện PWR thì cũng có thể làm được. Nhưng cần phải vất vả trong 10 đến 15 năm, mới sẵn sàng. Nhưng 10/20 năm nữa thì những lò PWR sẽ tròn một nửa thế kỷ đời và rất có thể được thay thế bằng một loại lò khác tân tiến hơn. Nói một cách khác có nghĩa là những nước muốn có điện hạt nhân lần đầu tiên vào năm 2020 chạy theo một công nghệ lạc hậu.

Một ngày nào đó, Việt nam cũng phải đi vào công nghệ hạt nhân. Vấn đề là, trên thị trường công nghệ, chỉ có luật mua đi bán lại. Để vào kỷ nguyên năng lượng hạt nhân, Việt nam nhắm công nghệ nào, có gì để trao đổi và làm gì để duy trì nền độc lập?

theo DANG DINH CUNG, <http://vietsciences.free.fr/>, 30-6-2008

Các chỉ dẫn kèm theo bài

[1] do tác giả viết gọn bài nhằm mục đích giúp độc giả hiểu nguồn gốc và cơ sở khoa học của vấn đề, các bạn có thể tham khảo thêm tại bộ "Que sais je?" do Presses Universitaires de France xuất bản và tra những trạm Internet:

www.sfen.org, www.worldnuclear.org và www.people.howstuffworks.com.

[2] Một đồng vị khả phân hạch là một hạt nhân có thể bị đập vỡ bởi một neutron để sinh ra năng lượng, một số sản phẩm phân hạch và một số neutron. Một đồng vị phong phú có thể hấp thụ một neutron để trở thành một đồng vị khả phân hạch.

[3] Và chia sẻ lợi nhuận khi sẽ có kết quả !

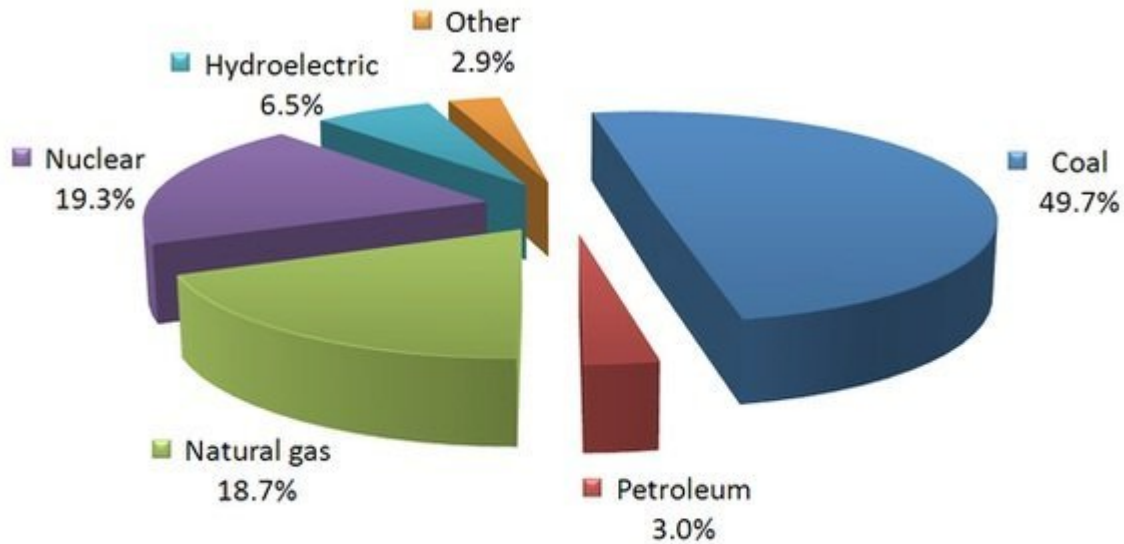
[4] Vì lý do đó mà plutonium là một đe dọa cho an ninh Thế giới chứ không thể là một đe dọa cho môi trường. Chúng tôi xin sẽ đề cập đến vấn đề này vào một dịp khác.

[5] Lò phản ứng hạt nhân bị nạn ở Tchernobyl là một lò RBMK.

[6] Mọi vật trên thế gian này đều phóng xạ ít hay nhiều. Nguyên tử những khoáng vật cũng tự nhiên phóng xạ và sinh ra khí radon. Khi đào mỏ dù là để lấy bất cứ một chất gì thì cũng giải phóng radon bị giam trong đá. Thổi gió vào hầm mỏ không những mang dưỡng khí cho công nhân thở mà còn thổi radon ra ngoài trời để làm giảm nguy cơ bị radon phát xạ.

[7] Cường độ những vật phóng xạ giảm đi một nửa sau một khoảng thời gian cố định gọi là nửa đời. Ví thế sau một thời gian ngắn hay lâu tất cả những đồng vị phóng xạ đều sẽ biến mất. Nửa đời những đồng vị khác nhau thất thường: có những đồng vị với nửa đời vài khắc giây đồng hồ và những đồng vị khác với nửa đời mấy tỷ năm và được coi là ổn định.

Năng Lượng Hạt nhân và những yếu tố tác động đến môi trường



•

Năng Lượng Hạt nhân và những yếu tố tác động đến môi trường

Tham khảo, tổng hợp từ nhiều tài liệu và Website_các Ban thông cảm hình ảnh không thể hiện thì_Ban nào biết chỉ giúp Sea---Ban có thể tìm hình ảnh với nội dung Ban đang đọc trên google.com

Tại sao phải sử dụng năng lượng hạt nhân

Ngày nay năng lượng hóa thạch càng ngày càng cạn kiệt dần do đó cần phải có một nguồn năng lượng mới để thay thế nó. Dạng năng lượng thay thế cho nhiên liệu hoá thạch là năng lượng mặt trời và năng lượng từ sức gió. Các dạng năng lượng mới này cần phải phát triển, khai thác để sử dụng. Tuy nhiên do giá thành cao và cần một diện tích lớn nên

các dạng năng lượng này chỉ cung cấp được 10% trong tổng số năng lượng cần thiết. Chính vì vậy, năng lượng mà nhân loại có thể sử dụng lâu dài trong thời gian tới phải dựa vào năng lượng nguyên tử. Mặc khác năng lượng nguyên tử có một số ưu điểm so với các nguồn năng lượng khác là:

- Đặc trưng thứ nhất của năng lượng nguyên tử là nguồn năng lượng sạch, không phát thải CO₂, SO_x, NO_x gây ô nhiễm không khí .
- Hơn nữa, vì Uranium có thể phát điện chỉ với một lượng rất nhỏ so với dầu nên có ưu điểm là dễ vận chuyển và bảo quản. Ví dụ, để vận hành nhà máy điện công suất 1000 MW trong vòng một năm thì phải cần tới hơn một triệu tấn dầu, trong khi đó đối với nhiên liệu Uranium thì chỉ cần vài chục tấn.
- Trong các nhà máy điện nguyên tử, khi nạp nhiên liệu vào lò phản ứng là có thể liên tục phát điện trong vòng 1 năm mà không cần phải thay thế nhiên liệu.
- Lượng chất thải phóng xạ phát sinh trong nhà máy điện nguyên tử rất ít so với lượng chất thải công nghiệp thông thường, do vậy có thể quản lý được một cách chặt chẽ, cất giữ và bảo quản an toàn.
- Chi phí xây dựng cho nhà máy điện nguyên tử so với nhà máy nhiệt điện tương đối cao

- Nhà máy điện nguyên tử được lựa chọn phương án thiết kế an toàn tối ưu. Nó được thiết kế để sao cho dù có phát sinh tai nạn thế nào chăng nữa cũng không gây thiệt hại, tổn thất cho tất cả cư dân sống xung quanh. Có thể nói rằng một nửa nhà máy điện nguyên tử là các thiết bị an toàn. Do đó, chi phí cao cho các thiết bị đó là đương nhiên. Hơn nữa, trong quá trình xây dựng, người ta tiến hành kiểm tra gắt gao ở từng công đoạn để đảm bảo an toàn nên thời gian xây dựng cũng khá dài

£ Nhà máy điện hạt nhân là gì?

Nhà máy điện nguyên tử hay nhà máy điện hạt nhân là một nhà máy tạo ra điện năng ở quy mô công nghiệp, sử dụng năng lượng thu được từ phản ứng hạt nhân tức là chuyển tải nhiệt năng thu được từ phản ứng phân hủy hạt nhân thành điện năng.

Trong lò phản ứng nguyên tử phân hủy hạt nhân với nguyên liệu ban đầu là đồng vị uran 235 và sản phẩm thu được sau phản ứng thường là các neutron và năng lượng nhiệt rất lớn. Nhiệt lượng này, theo hệ thống làm mát khép kín (để tránh tia phóng xạ rò rỉ ra ngoài) qua các máy trao đổi nhiệt, đun sôi nước, tạo ra hơi nước ở áp suất cao làm quay các turbin hơi nước, và do đó quay máy phát điện, sinh ra điện năng.

I. Nguyên nhiên liệu

I.1 Trên thế giới: :

+ Nguyên liệu thường được sử dụng trong các lò phản ứng hạt nhân là Uran-235, Uran 33, hoặc Plutoni-239.

+**Uranium** Đây là nguyên tố phóng xạ tự nhiên có nhiều trong quặng. Chúng được khai thác, tuyển, tinh chế và làm giàu để tạo thành urani 235 là chất có khả năng phân hạch cho năng lượng tốt nhất và tiếp tục được chuyển hóa tiếp thành ô xýt urani dưới dạng chất bột màu đen. Chất bột này được ép rồi nung thành những viên dài 1 cm, nặng khoảng 7 gam. Các viên này được xếp lần lượt vào ống kim loại dài khoảng 4 m bịt kín 2 đầu để tạo thành các thanh nhiên liệu. Mỗi nhà máy điện hạt nhân cần hơn 40.000 thanh nhiên liệu. Cứ 264 thanh được kết lại thành những bó hình vuông gọi là bó thanh nhiên liệu. Một lò phản ứng hạt nhân 900 MW cần khoảng 157 bó thanh nhiên liệu (chứa khoảng 11 triệu viên). Các bó này được sắp xếp thành tâm lò phản ứng. Các thanh phải nằm trong lò khoảng 3-4 năm để thực hiện sự phân hạch cung cấp một lượng nhiệt năng đủ làm sôi lượng nước rất lớn. Nguồn nước bốc hơi từ đây sẽ tạo ra nguồn năng lượng làm quay hệ thống tua bin để phát điện..

Uran ở trạng thái tự nhiên bao gồm 3 đồng vị: Đó là Uran 238. Dạng này chứa 99,28 % tổng số khối lượng, Uran 235 chiếm 0,71% và một lượng không đáng kể khoảng 0,006% Uran 234. Vì vậy nó có thể được xem là cả nguyên tố phân rã (vì hàm lượng Uran 235) và nguyên tố kết hợp (vì hàm lượng Uran 238). Uran chủ yếu được tách ra từ Pitchblen. Uranite autunait, Brannerite hoặc Torbernite. Nó cũng có thể thu được từ nguồn thứ cấp khác chẳng hạn từ cặn bã trong quá trình sản xuất Superphosphat hoặc cặn trong mỏ vàng. Quy trình thông thường là khử Tetrafluorit bằng canxi hoặc magie hoặc bởi điện phân.

Uran là nguyên tố phóng xạ yếu, rất nặng (tỷ trọng 19) và cứng, bề mặt màu xám bạc bóng nhẵn, nhưng bị xỉn đi khi tiếp xúc với Oxy của không khí thành dạng bột nó bị oxy hóa và bị đốt cháy nhanh chóng khi tiếp xúc với không khí.

Uran ở thị trường có dạng thỏi để sẵn được đánh bóng, gọt dũa, cán mỏng (để tạo ra thanh, ống, lá, dây...)

+ Plutoni công nghiệp thu được bằng bức xạ Uranni 238 trong một lò phản ứng hạt nhân,

Nó rất nặng (tỷ trọng 19,8), có tính phóng xạ và độc tính cao, bề ngoài tương tự Urani và dễ bị oxy hóa. Plutoni được đưa ra thành các hình thức thương phẩm tương tự như Uranium đã được làm giàu và đòi hỏi khi xử lý phải hết sức cẩn thận.

Các hợp chất Urani và Plutoni chủ yếu được sử dụng trong công nghiệp hạt nhân.

Theo các chuyên gia đánh giá thì trữ lượng Uran trên toàn thế giới khoảng là 24,5 triệu tấn và nếu sử dụng hoàn toàn vào sản xuất điện thì nó sẽ tạo ra một năng lượng tương đương với khoảng 440 TW năm

I.2 Ở Việt nam:

Urani trong một số mỏ và điểm quặng ở Việt Nam rất lớn, tính theo U308 dự báo là 218,167 tấn, trong đó cấp C1 là 113 tấn, cấp C2 là 16.563 tấn, cấp P1 là 15.153 tấn và cấp P2+P3 là 186.338 tấn. Các điểm mỏ quặng có trữ lượng lớn là Bắc Nậm Xe 9.800 tấn cấp C2, Nam Nậm Xe 321 tấn cấp C2, Nông Sơn 546 tấn cấp P1, Khe Hoa- Khe Cao 7.300 tấn các loại... Với trữ lượng này, Việt Nam có thể sử dụng nguồn nhiên liệu tại chỗ để sản xuất điện hạt nhân.

+ loại quặng 250 ppm : 62.800 tấn U_3O_8

+ loại quặng 500-600 ppm : 18.300 tấn U_3O_8

+ loại quặng 1000 ppm : 4700 tấn U_3O_8 .

II. Cơ sở lý thuyết NMDHN:

II.1 Quy trình xây dựng nhà máy: Nhiều yếu tố khác bảo đảm an toàn (như quản lý quá trình xây dựng, lắp đặt thiết bị, vận hành...) của nhà máy điện hạt nhân đều phải tuân thủ những quy trình đặc biệt nghiêm ngặt, mà bất cứ một sai sót nào cũng có thể tiềm ẩn nguy cơ gây mất an toàn.

Thí dụ đơn giản, nếu không giám sát kỹ khi xây dựng nhà máy, để xảy ra việc dùng sắt thép, xi măng không đủ tiêu chuẩn, hoặc bị rút ruột công trình thì sẽ là tai họa khôn lường.

Chúng ta đã có nhiều bài học về năng lực quản lý xây dựng các công trình lớn của quốc gia, để xảy ra nhiều hậu quả đáng tiếc như các sự cố gần đây (cầu Cần Thơ, hầm Thủ Thiêm v.v.). Xin lưu ý, nếu xảy ra tình trạng tương tự đối với công trình nhà máy điện hạt nhân thì hậu quả sẽ bi thảm và lâu dài hơn nhiều lần.

Tuy các tiêu chuẩn, quy trình kỹ thuật về các công việc này có thể ban hành khi đã chính thức quyết định chủ trương đầu tư nhà máy điện hạt nhân, nhưng cũng cần có danh mục và lộ trình cụ thể ban hành các tiêu chuẩn, quy trình kỹ thuật chuyên ngành.

Ngoài ra, trong những năm gần đây, để bảo đảm an toàn trong trường hợp bị khủng bố, trong thiết kế nhà máy điện hạt nhân còn phải tăng cường khả năng chống phá hoại (kể cả phá hoại theo kiểu 11/9 ở Hoa Kỳ năm 2001, tức là phải an toàn cả trong trường hợp bị máy bay đâm thẳng vào nhà máy) và tăng cường hệ thống bảo vệ an ninh nhiều vòng, chuẩn bị sẵn sàng hệ thống ứng phó sự cố hạt nhân.

Những công việc về bảo đảm an toàn nhà máy điện hạt nhân làm cho các yêu cầu kỹ thuật, tài chính đối với công trình tăng lên rất nhiều và đó là điều chủ đầu tư cần phải báo cáo Quốc hội ngay trong giai đoạn phê duyệt chủ trương đầu tư để Quốc hội cân nhắc, quyết định.

II.2 Cấu tạo của nhà máy điện hạt nhân

Nhà máy nhiệt điện bao gồm 4 phần chính

1. Trung tâm lò phản ứng hạt nhân (reactor core), nơi xảy ra phản ứng phân hạch
2. Máy phát điện chạy bằng hơi nước, nơi nhiệt sinh ra từ phân hạch hạt nhân

được dùng để tạo hơi.

3. Turbine, dùng hơi nước làm quay nó để chạy máy phát điện

4. Bộ phận ngưng tụ (condenser), làm lạnh hơi nước, chuyển nó trở lại thành pha lỏng

II.3 Lò phản ứng

II.3.1 Cấu tạo và chức năng của từng bộ phận 1-Lớp vỏ bảo vệ sinh học

2- Ống dẫn chất truyền nhiệt vào

3- Vỏ lò phản ứng hạt nhân

4- Ống dẫn chất truyền nhiệt ra

5 – Nắp lò phản ứng

6.7.8.9 – Hệ thống điều khiển phản ứng dây truyền .

10 – Gá đỡ trên.

11 – Vùng phản ứng (hoạt động)

12 – Thanh nhiên liệu

13 – Bộ phận làm mát lớp vỏ bảo vệ sinh học

14 – Gá đỡ dưới

II.3.2 Chức năng của từng bộ phận

Vùng hoạt động là bộ phận quan trọng nhất của lò hạt nhân vì ở đó xảy ra phản ứng dây chuyền, nó truyền một lượng nhiệt lớn cho chất truyền nhiệt mang ra ngoài

Hệ thống điều khiển bảo vệ dùng để điều khiển phản ứng dây chuyền. Hệ thống này được làm từ các vật liệu có khả năng hấp thụ các hạt neutron cao (Bo, Cd). Thanh điều khiển có thể di chuyển lên cao hoặc xuống thấp gần các thanh nhiên liệu nhờ các nam châm điện (trong trường hợp khẩn cấp, người ta ngắt điện và các chất hấp thụ neutron rơi vào tâm lò, làm ngừng phản ứng hạt nhân).

-Lớp vỏ bảo vệ sinh học: có nhiệm vụ làm giảm cường độ các tia phóng xạ đến mức độ cho phép .

-Thanh nhiên liệu : Nguyên liệu thường được sử dụng trong các lò phản ứng hạt nhân là Uran-235, Uran-233, hoặc Plutoni-239. Phản ứng dây truyền được xảy ra dưới tác động ban đầu của các neutron. Thanh nhiên liệu cho các lò phản ứng hạt nhân được làm thành dạng viên Uranium oxide hình trụ, hình cầu, tấm... Chúng được xếp vào các hộp zircalloy 4 (hợp kim của zirconium, rất bền, chịu được nhiệt độ cao và không hấp thụ neutron). Phổ biến nhất là dạng hình trụ, tập hợp thành bó vuông gồm khoảng 200 thanh. Người ta còn chừa một số vị trí trong đó để đặt các thanh điều khiển.

-Chất làm chậm với chức năng làm giảm tốc độ của các neutron sinh ra từ phản ứng phân hạch để dễ dàng tạo ra sự phân hạch tiếp theo. Thông thường sử dụng nước làm chất chậm

Chất phản xạ: Có nhiệm vụ làm tăng số lượng các hạt neutron trong vùng phản ứng, không cho các hạt neutron bắn ra ngoài, và làm các hạt neutron phân bố đều trong vùng phản ứng (hoạt động). Có thể kết hợp chất làm chậm và chất phản xạ (nước, graphite) hoặc có thể dùng Uran tự nhiên .

-Chất truyền nhiệt: Truyền nhiệt năng từ vùng phản ứng ra ngoài. Chất truyền nhiệt có thể chạy trong các ống áp lực, hoặc trực tiếp chạy qua vùng phản ứng. Chất truyền nhiệt thông thường được sử dụng là nước.

II.3.3 Năng lượng nguyên tử sinh ra như thế nào?

Năng lượng nguyên tử là năng lượng sinh ra khi có sự phân hạch hạt nhân hoặc tổng hợp hạt nhân

Dưới tác dụng của neutron, hạt nhân U -235 bị phân ra hai mảnh và hai mảnh này bay phân tán với tốc độ cao. Khi đó giải phóng một năng lượng cực lớn khoảng 200 MeV (200 triệu điện tử-vôn), đồng thời giải phóng 2-3 neutron mới, năng lượng này gọi là năng lượng nguyên tử.

Chính các neutron mới được giải phóng ra, mỗi neutron này sẽ tạo ra sự phân hạch hạt nhân tiếp theo. Và rồi lại có thêm 2 đến 3 neutron mới được giải phóng. Sự phân hạch hạt nhân một cách liên tục như vậy được gọi là phản ứng dây chuyền cần thiết để duy trì hoạt động của các lò phản ứng hạt nhân

Sơ đồ nhân trong phản ứng dây chuyền

Một trong các đặc tính của PUHN là số tăng K, là tỷ số giữa số neutron của các thế hệ nào đó với số neutron của thế hệ trước:

Nếu $K = 1$: Phản ứng dây chuyền sẽ được duy trì

Nếu $K > 1$: phản ứng sẽ tăng

Nếu $K < 1$: phản ứng dây chuyền sẽ không tồn tại

Trong lò phản ứng, phản ứng dây chuyền thực hiện trong MT gồm vật liệu phân hạch (Uran, plutoni....) các chất làm chậm (nước, graphic...), các chất tải nhiệt (nước, natri lỏng....) và vật liệu cấu trúc (nhôm, thép...)

II.3.34 Nguyên lý phát điện NM ĐHN:

-Vòng truyền nhiệt sơ cấp: Chất dẫn nhiệt được bơm vào vùng phản ứng, nhận năng lượng sinh ra từ phản ứng dây chuyền. Chất tải nhiệt vòng sơ cấp, được giữ ở trạng thái lỏng dưới áp suất cao, mang nhiệt từ lò hạt nhân tới thiết bị sinh hơi, tại đây diễn ra trao đổi nhiệt với vòng thứ cấp

-Vòng truyền nhiệt thứ cấp: Chất dẫn nhiệt được bơm vào vùng trao đổi nhiệt với vòng truyền nhiệt thứ nhất, nhận nhiệt năng đem đến bộ phận tạo hơi nước làm quay turbin.

II.3.5 Các mô hình sản xuất điện hạt nhân:

-Lò phản ứng nhanh làm mát bằng khí (gas-cooled fast reactor - GFR)

Lò GFR được thiết kế chủ yếu để sản xuất điện và quản lý các chất actinit, nhưng nó cũng có khả năng hỗ trợ sản xuất hydro. Đặc điểm của hệ thống chuẩn GFR: phổ neutron nhanh, lò phản ứng chu trình Brayton làm mát bằng heli, chu trình nhiên liệu kín để tái chế các actinit, và nhà máy hiệu suất 48%. Phương án bố trí hệ thống GFR đã được Cộng đồng Năng lượng nguyên tử châu Âu (Euratom), Pháp, Nhật Bản và Thụy Sĩ ký vào tháng 11/2006.

Một số dạng nhiên liệu (gốm, phần tử nhiên liệu, và các phần tử bọc gốm) hiện đang được xem xét dùng cho lò GFR có cùng điểm chung: Cho phép lò phản ứng vận hành ở nhiệt độ rất cao, nhưng vẫn đảm bảo bao bọc tốt các sản phẩm phân

hạch. Cấu hình phần lõi sẽ hoặc là các khối lắp ráp nhiên liệu dựa trên dạng chốt hoặc dạng đĩa, hoặc là các khối lăng trụ. Khả năng nâng cao tính năng hiện vẫn đang được nghiên cứu, cụ thể như sử dụng vật liệu có độ bền cao hơn, chịu tác động của neutron nhanh (lưu lượng tích phân theo thời gian) ở nhiệt độ rất cao, và phát triển tuabin làm mát bằng heli có khả năng sản xuất điện với hiệu suất cực cao. Các trị số mục tiêu của một số tham số chính, ví dụ như mật độ năng lượng và mức độ đốt kiệt nhiên liệu, là đủ để đạt tính năng hợp lý của công nghệ thế hệ I.

Hai công trình GFR đã được xây dựng ở Mỹ. Công trình đầu tiên mang tên Peach Bottom 1, tại quận York, bang Pennsylvania, là lò phản ứng thực nghiệm làm chậm bằng graphít, hoạt động từ năm 1967 tới năm 1974. Công trình kia là Nhà máy điện Fort Saint Vrain (bang Colorado). Lò này vận hành từ năm 1979 đến năm 1989, đốt nhiên liệu urani-thori ở nhiệt độ cao, và có khả năng sản xuất 330 MW. Các phần tử (thanh) nhiên liệu của nhà máy Fort Saint Vrain có tiết diện lục lăng, mật độ năng lượng đủ thấp để nếu có mất chất làm mát sơ cấp cũng không dẫn đến gây quá nhiệt trực tiếp lõi lò phản ứng. Người vận hành có vài tiếng đồng

hồ để đóng lò phản ứng trước khi lõi bị hư hại. Năm 1996, khu Fort Saint Vrain đã được cải tạo thành nhà máy tuabin khí chu trình hỗn hợp.

Trong số các công trình trình diễn khác về công nghệ GFR đang hoạt động phải kể đến lò phản ứng thử nghiệm nhiệt độ cao (high-temperature test reactor - HTTR) làm chậm bằng graphít của Nhật, công suất toàn phần 30 MW nhiệt đã đạt được từ năm 1999. Lò này sử dụng các khối lắp ráp nhiên liệu dài hình lục lăng, khác với các thiết kế lò phản ứng phân tử tầng (particle-bed reactor – PBR) đang cạnh tranh. Thử nghiệm chứng tỏ rằng lõi có thể đạt tới nhiệt độ đủ để sản xuất ra hydro.

Độc lập với các công trình trên là lò phản ứng môđun tầng sỏi (pebble-bed modular reactor - PBMR), công suất 300 MW nhiệt, sử dụng hệ thống biến đổi công suất tuabin khí chu trình kín, đang được công ty điện lực Eskom của Nam Phi thiết kế triển khai.

Cuối cùng, một consortium các viện nghiên cứu của Nga đã kết hợp với General Atomics thiết kế tuabin khí - lò phản ứng heli dạng môđun (GT-MHR), công suất 300-30 MW nhiệt. Toàn bộ nhà máy GT-MHR hầu như được chứa trong hai khoang áp lực thông nhau, tất cả nằm bên trong kết cấu bê tông ngầm dưới đất. Lõi của GT-MHR đang được thiết kế để sử dụng bất kỳ trong số nhiều loại nhiên liệu đa dạng (kể cả thori/uran hàm lượng cao và Th/U-233). Lò này còn có khả năng biến đổi plutoni phẩm cấp vũ khí hạt nhân hoặc plutoni phẩm cấp lò phản ứng thành điện năng.

-Lò phản ứng nhanh làm mát bằng chì (lead-cooled fast reactor - LFR)

Lò LFR là lò phản ứng phổ neutron nhanh, được thiết kế để sản xuất điện năng và hydro, đồng thời quản lý được các actinid. Ba khía cạnh kỹ thuật cơ bản của lò LFR là: sử dụng chì để làm mát, tuổi thọ lõi cao (15 đến 20 năm), và tính môđun và kích thước nhỏ (khả năng thích hợp để triển khai ở những lưới điện nhỏ hoặc vùng xa xôi hẻo lánh).

Lò LFR, như dự kiến trong Chương trình thế hệ IV của Ban Năng lượng hạt nhân của Bộ Năng lượng Mỹ, sẽ dựa trên ý tưởng thiết kế lò phản ứng nhỏ, an toàn, di động, và vận hành độc lập (SSTAR). Sứ mệnh chủ yếu của việc phát triển SSTAR là cung cấp nguồn bổ sung, đáp ứng nhu cầu tại các nước đang phát triển và cộng đồng người dân những vùng hẻo lánh, không tiếp cận được lưới điện. Các công nghệ LFR đã được trình diễn thành công trên quốc tế. Ví dụ đầu tiên là lò phản ứng nhanh BREST của Nga, tiêu thụ nhiên liệu plutoni phẩm cấp lò phản ứng đồng thời tạo ra chất này ở dạng nguyên liệu. Công nghệ BREST dựa trên 40 năm kinh nghiệm của Nga về làm mát bằng chì-bismut các lò phản ứng trên tàu ngầm cấp alpha.

-Lò phản ứng muối nóng chảy (molten salt reactor - MSR)

Lò MSR (xem hình 5) là lò nhiên liệu lỏng có thể sử dụng để đốt các actinide, sản xuất điện năng, hydro, và nhiên liệu phân hạch. Trong hệ thống này, nhiên liệu muối nóng chảy chảy qua các kênh lõi graphít. Nhiệt tạo ra trong muối nóng chảy được truyền sang hệ thống chất làm mát thứ cấp thông qua bộ trao đổi nhiệt trung gian, sau đó qua một bộ trao nhiệt nữa tới hệ thống biến đổi năng lượng. Các actinide và phần lớn các sản phẩm phân hạch tạo nên các florua trong chất lỏng làm mát. Nhiên liệu lỏng đồng nhất cho phép bổ sung actinide mà không yêu cầu phải chế tạo nhiên liệu.

Hình 5. Lò phản ứng muối nóng chảy

Trong những năm 1960, Mỹ đã phát triển lò phản ứng tái sinh muối nóng chảy như là phương án chính hỗ trợ cho lò phản ứng tái sinh truyền thống. Công tác nghiên cứu gần đây tập trung vào các chất làm mát florua lithi và berylli với thori hoà tan và nhiên liệu U 233. Bộ Năng lượng Mỹ có kế hoạch tiếp tục hợp tác trong tương lai với các chương trình lò phản ứng muối nóng chảy của Euratom.

-Lò phản ứng nhanh làm mát bằng natri (sodium-cooled fast reactor – SFR)

Hình 6. Lò phản ứng nhanh làm mát bằng natri

Mục tiêu ban đầu của chương trình lò SFR (xem hình 6) là quản lý các actinide, cắt giảm các sản phẩm thải, và tiêu thụ uran một cách hiệu quả hơn. Tuy nhiên theo dự kiến, các thiết kế lò trong tương lai không chỉ sản xuất ra điện năng mà còn cung cấp nhiệt, sản xuất hydro, và có thể còn để khử mặn nữa. Phổ neutron nhanh của lò SFR có thể cho phép sử dụng các vật liệu phân hạch hữu ích, kể cả uran yếu, một cách hiệu quả hơn nhiều so với các lò LWR hiện nay. Ngoài ra, hệ thống SFR có thể không cần phải nghiên cứu thiết kế nhiều như các hệ thống thế hệ IV khác.

So sánh các hệ thống GFR, LFR và SFR về tính sẵn sàng mặt kỹ thuật và về kinh nghiệm vận hành, có thể thấy SFR chính là lò phản ứng nhanh thế hệ IV được chọn để trước mắt triển khai. Quyết định này dựa trên 300 lò-năm kinh nghiệm vận hành các lò phản ứng neutron nhanh ở tám quốc gia.

Trong số các đặc điểm quan trọng về độ an toàn của hệ thống SFR phải kể đến thời gian đáp ứng nhiệt dài (lò phản ứng nóng lên chậm), độ dự phòng lớn giữa nhiệt độ vận hành và nhiệt độ sôi của chất làm mát (xác suất xảy ra sự cố sôi là thấp hơn), hệ thống sơ cấp làm việc gần với áp suất khí quyển, và hệ thống natri trung gian giữa natri hoạt tính phóng xạ trong hệ thống sơ cấp và nước và hơi nước trong nhà máy điện.

II.3.6 Số liệu lò phản ứng đang vận hành và đang xây dựng trên thế giới đến 12-2005:

Quốc gia	Lò đang vận hành		Lò đang xây dựng		Điện hạt nhân sản xuất năm 2005		Thời gian vận hành tổng cộng đến 12-2005	
	Số lò	Công suất MW (e)	Số lò	Công suất MW (e)	TW.h	% sản lượng điện	Năm	Tháng
Argentina	2	935	1	692	6,37	6,92	54	7
Armenia	1	376			2,50	42,74	38	3
Bỉ	7	5.801			45,34	55,63	205	7
Brazil	2	1.901			9,85	2,46	29	3
Bulgaria	4	2.722	2	1906	17,34	44,10	137	3
Canada	18	12.599			86,83	14,63	534	7
Trung Quốc	9	6.572	3	3.000	50,33	2,03	56	11
Séc	6	3.368			23,25	30,52	86	10
Phần Lan	4	2.676	1	1600	22,33	32,91	107	4
Pháp	59	63.363			430,90	78,46	1.464	2
Đức	17	20.339			154,61	30,98	683	5
Hungary	4	1.755			13,02	37,15	82	2
Ấn Độ	15	3.040	8	3602	15,73	2,83	252	0
Iran			1	915				
Nhật Bản	56	47.389	1	866	280,67	29,33	1.231	8
Triều Tiên			1	1.040				
Hàn Quốc	20	16.810			139,29	44,67	259	8
Lithuania	1	1.185			10,30	69,59	39	6
Mexico	2	1.310			10,80	5,01	27	11
Netherlands	1	449			3,77	3,91	61	0
Pakistan	2	425	1	300	2,41	2,80	39	10
Romani	1	655	1	655	5,11	8,58	9	6
Nga	31	21.743	4	3,775	137,27	15,78	870	4
Slovakia	6	2.442			16,34	56,06	112	6
Slovenia	1	656			5,61	42,36	24	3
Nam Phi	2	1.800			12,24	5,52	42	3
Tây Ban Nha	9	7.588			54,70	19,56	237	2
Thụy Điển	10	8.910			70,00	46,67	332	6

Thụy Sĩ	5	3.220			22,11	32,09	153	10
Ukraina	15	13.107	2	1.900	83,29	48,48	308	6
Anh	23	11.852			75,17	19,86	1.377	8
Mỹ	104	99.210			780,47	19,33	3079	8
Tổng	443	369.552	28	23.211	2626,35	19,28	12.086	2

III. Tác động của nhà máy hạt nhân đến môi trường;

III.1 Tác động của việc khai thác mỏ uran

Trong dây chuyền sản xuất nhiên liệu hạt nhân (xem hình 1), hai khâu khai thác và chế biến quặng urani có tác động xấu nhất đối với con người và môi trường. Quặng urani chủ yếu được khai thác bằng cách cổ điển ở mỏ lộ thiên hoặc mỏ ngầm. Nếu là mỏ lộ thiên, chỉ cần bóc lớp đất đá phủ tương đối mỏng để lấy quặng, còn mỏ ngầm thì phải đào hầm lò khá sâu qua lớp đá không quặng, có khi tới hai ba kilômet dưới lòng đất. Hàng triệu lít nước ô nhiễm bơm từ mỏ vào sông rạch, khiến lớp trầm tích ngày càng chứa nhiều chất phóng xạ hơn. Tuy việc thông khí ở mỏ giảm được phần nào tai hại cho sức khỏe công nhân, nhưng bụi phóng xạ và khí radon thổi ra ngoài lại làm tăng nguy cơ mắc bệnh ung thư phổi cho người dân sống gần đó. Đá thải chất thành gò lớn cũng hay có độ phóng xạ cao hơn các loại đá bình thường. Kể cả khi mỏ đã ngừng hoạt động, gò đá thải vẫn còn là mối đe dọa đối với môi trường và các khu dân cư lân cận vì khí radon, nước rỉ ô nhiễm có thể thoát ra ngoài.

Sau khi thu hoạch, quặng urani được đập vỡ rồi nghiền nhỏ ở phân xưởng gia công. Trong quá trình thủy luyện, người ta tách urani ra khỏi quặng bằng một dung dịch thường là axit sunfuric nhưng cũng có khi là dung dịch bazơ. Ngoài urani ra, chất lỏng dung dịch còn hoà tan nhiều kim loại nặng và asen nên phải lọc lấy urani lần nữa. Thành phẩm của khâu chế biến là “bánh vàng” (yellow cake) tức oxit urani U₃O₈ xen lẫn tạp chất. Nguy cơ lớn nhất ở khâu này là bụi phóng xạ. Bên cạnh đó, hàng chục triệu tấn phế liệu nhiễm chất phóng xạ cũng có thể gây tác động nặng nề. Quặng thải (tailings) mới đầu có trạng thái đặc sệt như bùn được bơm vào bồn lắng, tách lấy phần rắn đưa ra bãi phế liệu. Nó có trọng lượng lớn gần bằng trọng lượng quặng khai thác được và còn giữ khoảng 85 % lượng phóng xạ ban đầu vì ngoài trừ một ít urani (hàm lượng rất thấp do đa số mỏ chứa dưới 0,5 % U), quặng thải bao gồm tất cả các thành phần khác, trong đó có thori-230, radium-226... và cả dư lượng urani nữa. Ngoài ra, quặng thải còn chứa nhiều chất độc như kim loại nặng, asen... Vì thế, các bãi phế liệu là nguồn phóng xạ độc hại lâu dài. Tuy có chu kỳ bán rã tương đối ngắn (3,8 ngày), radon-222 không ngừng phát sinh từ Ra-226 (chu kỳ bán rã 1.600 năm), chất này lại luôn được bổ sung bởi phản ứng phân rã của Th-230 (chu kỳ bán rã 80.000 năm). Phải sau mấy trăm ngàn

năm, lượng phóng xạ và sự phát sinh khí radon mới giảm đáng kể. Ngoài ra, còn có khả năng nước rỉ chứa asen, urani v.v. - đặc biệt nguy hiểm trong môi trường axit vì các đồng vị phóng xạ ở dạng cơ động hơn bình thường - làm ô nhiễm cả nước ngầm lẫn nước bề mặt. Vì chu kỳ bán rã của nhiều chất phóng xạ quá dài nên để bảo đảm an toàn, bãi phế liệu phải được củng cố bằng đập đá hay bê-tông. Điều đó khó thực hiện ở những vùng chịu nhiều tác động xói mòn và thiên tai lũ lụt như Việt Nam. Trong quá khứ, nhiều vụ vỡ đê bảo hộ khiến hàng ngàn tấn bùn và hàng triệu lít nước ô nhiễm tràn ra ngoài, thí dụ như ở Hoa Kỳ năm 1977, 1979 và ở Canada năm 1984.

Sau khi ngừng khai thác, để phòng tai họa cho con người và môi trường, cần phải thu dọn, cải thiện tình trạng ô nhiễm ở mỏ và phân xưởng gia công, cũng như phải quản lý chặt chẽ một lượng phế thải (đá và quặng thải) hạt nhân không lồ. Chi phí xử lý sau khi khai thác tùy thuộc vào tiêu chuẩn bảo vệ môi trường. Đức phải chi 49 USD cho mỗi tấn phế thải hay 14 USD cho mỗi cân Anh U3O8 khai thác ở CHDC Đức cũ, trong khi các chi phí tương ứng của Canada là 0,48 USD/tấn phế thải và 0,12 USD/lb U3O8. Tổng chi phí xử lý mấy chục triệu tấn phế thải từ một mỏ urani sẽ lên tới hàng triệu, thậm chí hàng trăm triệu đô-la Mỹ. Càng để lâu, việc xử lý phế thải càng khó khăn và tốn kém hơn. Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế khuyến cáo ngay khi lập bản dự chi cho việc sản xuất urani nên tính cả kinh phí quản lý môi trường và chất thải trong quá trình khai thác cũng như sau đó.

Giữa bối cảnh môi trường sinh thái ở nước ta đang suy thoái nặng nề, mỗi tác động đáng kể vào tự nhiên đều đòi hỏi sự cân nhắc cẩn thận và những biện pháp phòng chống ô nhiễm chặt chẽ. Huống chi việc khai thác quặng urani lại thải ra một lượng phế liệu phóng xạ độc hại hết sức to lớn. Nếu không được xử lý kỹ lưỡng, nó là mối đe dọa nhiều mặt kéo dài hàng ngàn hàng vạn năm ("ngàn năm phế thải vẫn còn tro tro!"). Vì thế cho nên chừng nào nước ta chưa đào tạo đủ công nhân kỹ thuật, cán bộ quản lý có kỹ năng và tinh thần trách nhiệm cao, chưa có luật định nghiêm ngặt về bảo vệ môi trường như hiện nay, chúng ta khoan tiến hành việc sản xuất urani.

Đây là loài cá từng gây xôn xao ở Hàn Quốc vào năm 2005. Hiện tượng kỳ thú này là do xung quanh khu vực hồ nước ở TP Chongju, nơi phát hiện ra cá chép mặt người có nhiều nhà máy điện nguyên tử đang hoạt động. "Chất thải

nhiễm phóng xạ hạt nhân là nguyên nhân dẫn tới sự đột biến gene của động vật sống trong hồ."

III.2 Chất thải hạt nhân cũng là vấn đề khiến nhiều người lo lắng. Bài toán này sẽ được giải quyết như thế nào?

Chất thải phóng xạ hiện là một vấn đề chưa có được hướng giải quyết triệt để.

Sau ba năm sử dụng, các thanh nhiên liệu đã cháy được coi là chất thải hoạt độ cao. Tại nhiều nước các chất bó thanh nhiên liệu này được lưu giữ tại nhà máy (thời hạn có thể đến 50 năm) rồi được vận chuyển đến địa điểm lưu trữ lâu dài.

Tuy nhiên, chưa nước nào có được một địa điểm ổn định lưu giữ chất phóng xạ cao này trong thời gian dài (1.000 - 100.000 năm), mà mới chỉ ở mức độ mô phỏng trên mô hình (Pháp). Nhưng các nghiên cứu về xử lý và quản lý chất thải hoạt độ cao đang được nhiều nước trên thế giới quan tâm đầu tư nghiên cứu.

Hy vọng, với tiến bộ của khoa học kỹ thuật và công nghệ, sẽ sớm có giải pháp tối ưu cho vấn đề này trong thời gian tới.

“Một sai lầm nhỏ cũng có thể dẫn đến hậu quả lớn”

Khi phát triển các nhà máy điện hạt nhân, chúng ta sẽ phải phụ thuộc vào công nghệ của nước ngoài. Tính an toàn của những công trình này sẽ được bảo đảm như thế nào?

Xu hướng gần đây cho thấy lò nước nhẹ công suất lớn (bao gồm cả lò nước sôi và lò nước áp lực) đang chiếm ưu thế trong các dự án đang được xây dựng, cũng như các dự án có kế hoạch xây dựng.

Trên thế giới hiện hình thành 3 liên minh cung cấp thiết bị lớn là Westinghouse - Toshiba, Areva - Mitsubishi, General Electric - Hitachi. Ngoài ra, Atomstroi của Nga cũng là nhà thầu có nhiều dự án đang xây dựng ở nước ngoài.

Lựa chọn công nghệ phù hợp với các đặc thù của Việt Nam cũng sẽ là một thách thức lớn cho những người có trách nhiệm đặt nền móng cho ngành công nghiệp nguyên tử.

Tuy nhiên vận hành và bảo dưỡng nhà máy an toàn trong một thời gian dài từ 40 – 60 năm mới là nỗi quan tâm lo lắng nhất. Một sai lầm nhỏ cũng có thể dẫn đến những hậu quả và thiệt hại to lớn.

Không giống như các nhà máy điện khác, vấn đề an toàn ở đây bao gồm cả vấn đề bảo vệ nhà máy chống lại mối đe dọa phá hoại từ bên ngoài (đe dọa gây thảm họa phóng xạ), và bảo vệ nguyên liệu hạt nhân.

Sự hậu thuẫn và ủng hộ của các cường quốc, cũng như các nước trong khu vực là một yếu tố quan trọng đảm bảo an ninh của các công trình này. Thêm vào đó, đội ngũ cán bộ trong nước cũng phải được đào tạo để tiếp nhận công nghệ mới trong thời gian sớm nhất. Tất cả những vấn đề này trong kế hoạch cũng đang được cân nhắc :

III.3 Những tai nạn khủng khiếp: Một ngày cuối tháng 4-1986, lò số 4 của Nhà máy điện hạt nhân Tchernobyl có công suất 6.000 Megawatt, nằm gần thành phố Pripjat, Ukraina bị một tai nạn khủng khiếp.

Tai nạn được xếp ở cấp 7, cấp thang cao nhất theo quy định của INES (International Nuclear Event Scale); sức nổ rất mạnh, phát tán phóng xạ ra nhiều vùng ở nước Nga, các nước Bắc Âu, sang tận miền nam nước Pháp. Liều phóng xạ quá lớn (đến gần 1.600 rems, trong khi liều bức xạ tối đa được chấp nhận cho người dân thường phải ít hơn 50 rems) nên 49.000 dân thành phố Pripjat và 135.000 người trong phạm vi 30 ki lô mét chung quanh nhà máy phải di tản lập tức.

Nguyên nhân chính gây ra tai nạn này là do thiết kế thiếu bảo đảm và lỗi của công nhân vận hành. Sau đó khoảng gần 5.000 tấn cát, đất sét, chì... được máy bay trực thăng đổ xuống để làm giảm chất phóng xạ, rồi người ta dùng thép và bê tông để che lấp nhà máy. Kinh phí ban đầu cho việc cứu chữa này là hơn 550 triệu đô la Mỹ. Nhưng công trình này tiếp tục bị rạn nứt. Người ta dự kiến sẽ làm công trình thứ hai, tốn kém hơn nhiều.

Lúc đầu, vì sợ dân chúng hoang mang và thế giới trách móc nên số chính xác thiệt hại về con người không được công bố. Nhưng đến nay đã có vài ngàn trẻ em bị mô tuyến giáp trạng, mắc bệnh bạch huyết, ung thư và dị tật bẩm sinh; hậu quả tàn khốc của tai nạn Nhà máy điện hạt nhân Tchernobyl sau gần 20 năm vẫn âm thầm tiếp diễn.

Một tài liệu được công bố gần đây của tổ chức Greenpeace cho biết, trong số 600.000 người lính đến Tchernobyl để quét dọn, làm sạch chất phóng xạ, rất nhiều người đã bị chết, con số chính xác không được công bố rõ ràng.

Tại Mỹ, tháng 3-1979 một sự cố lớn cũng đã xảy ra ở lò Three Mile Island cách không xa thành phố Harrisburg, bang Pennsylvania. Tim lò nhà máy điện hạt nhân (công suất 900 megawatt) bị thiệt hại, nhiệt độ tăng vọt lên hơn 1.800 độ C, làm

phát tán phóng xạ. Nguyên nhân chính của tai nạn này là do lỗi của công nhân vận hành, không thực hiện đúng các quy cách hướng dẫn.

Một khảo cứu mới nhất của Viện Môi trường thành phố München, CHLB Đức, cho biết tại khu vực chung quanh các nhà máy điện hạt nhân còn hoạt động tại tiểu bang Bayern, người ta thống kê được nhiều trẻ em mắc bệnh ung thư hơn ở các vùng không có nhà máy điện hạt nhân. Số trẻ em sinh ra và lớn lên chung quanh ba nhà máy điện hạt nhân Grundremmingen, Isar và Grafenheinfeld (ba trong số mười chín nhà máy điện hạt nhân tại Đức còn được phép hoạt động cho đến hết năm 2020) bị mắc bệnh ung thư nhiều hơn 30% so với mức bình thường.

Cơ quan Liên bang Bảo vệ Phòng chống Nhiễm Phóng xạ của CHLB Đức nhận định nguyên nhân gây bệnh ung thư là do các trẻ em này bị nhiễm phóng xạ từ lúc sinh ra, đã sống và lớn lên ở gần các nhà máy điện hạt nhân.

III.4 Nguy cơ từ chất thải phóng xạ

Sự cố hạt nhân không chỉ xảy ra đối với nhà máy điện hạt nhân khi vận hành, mà còn tiềm ẩn nguy cơ khi vận chuyển nhiên liệu hạt nhân; đặc biệt là ở khâu xử lý chất thải hạt nhân (nhiên liệu đã qua sử dụng), có thể gây ô nhiễm môi trường.

IV. ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA ĐIỆN HẠT NHÂN:

IV.1 Ưu Điểm Của Điện Hạt Nhân:

1. Năng lượng hạt nhân là một giải pháp kinh tế, an toàn và là nguồn năng lượng sạch đảm bảo sự phát triển bền vững trong việc thoả mãn nhu cầu điện năng tăng mạnh trên toàn cầu.

- Vào năm 2050, tiêu thụ năng lượng hạt của chúng ta sẽ là gấp đôi và nhu cầu điện năng sẽ là gấp ba. Mức tiêu thụ ghê gớm đó, mà phần lớn ở các nước đang phát triển, không thể thoả mãn được nhờ “năng lượng mới” như gió, mặt trời, cho dù các nguồn này có thể đóng vai trò quan trọng ở một số vùng nào đó.

- Rất hiện thực, năng lượng hạt nhân là một công nghệ sạch, có khả năng mở rộng trên quy mô lớn để cung cấp nguồn điện ổn định, liên tục. Tài nguyên urani còn phong phú và triển vọng cung cấp nhiên liệu với giá ổn định và sáng sủa.

- Một phần ba dân số thế giới chưa được dùng điện, một phần ba nữa chỉ được dùng điện một cách hạn chế. Trong cuộc vật lộn đáp ứng nhu cầu điện năng của mình, một số nước đang phát triển đông dân có thể làm tăng phát thêm CO₂ ở toàn cầu.

- Urani là nguyên tố tự nhiên và phóng xạ tự nhiên của nó vẫn ở quanh chúng ta trong cuộc sống hàng ngày. - Nhiều nước có chính sách năng lượng gắn chặt với năng lượng hạt nhân, trong số đó có Trung Quốc, Ấn Độ, Hoa Kỳ, Nga, Nhật Bản, Hàn Quốc với tổng số dân chiếm nửa dân số toàn cầu. Thế giới có 441 tổ máy điện

hạt nhân đang hoạt động ở 30 quốc gia tạo ra sản lượng chiếm 17% tổng điện năng thế giới và 30 tổ máy nữa đang xây dựng.

2. Lò phản ứng hạt nhân thực sự không phát thải khí hiệu ứng nhà kính, sử dụng chúng để phát triển điện có thể giúp kiềm chế được mối nguy hiểm nóng lên toàn cầu và thay đổi khí hậu. Bất kỳ một chiến lược nào thực sự muốn ngăn chặn mối đe dọa chưa từng có này đều cần đến năng lượng hạt nhân.
- Carbon dioxide (CO₂) là chất chính yếu gây nên hiệu ứng nhà kính và hiện tượng ấm lên toàn cầu.

Nhiên liệu hoá thạch (than, dầu, khí) khi được dùng để sản xuất điện hay trong động cơ xe cộ và máy móc sẽ phát tán khí CO₂ trực tiếp vào không khí. Năng lượng hạt nhân ban đầu hầu như không thải khí CO₂ hay bất kỳ khí gây hiệu ứng nhà kính nào.

- Các chuyên gia khí hậu cảnh báo rằng chúng ta cần cắt giảm phát thải khí CO₂ toàn cầu từ 25 tỷ tấn hàng năm xuống còn 10 tỷ tấn, thậm chí cả khi tăng sản xuất năng lượng.

- Các nhà máy điện hạt nhân hàng năm giúp tránh thải 2,5 tỷ tấn CO₂ một lượng tương đương một nửa số khí thải của ngành vận tải thế giới. Mở rộng công suất hạt nhân đồng nghĩa giảm thải chất gây hiệu ứng nhà kính được nhiều hơn.

- Năng lượng hạt nhân còn giúp giảm bớt ô nhiễm không khí và bề mặt trái đất. Lò phản ứng hạt nhân không thải ra khói (Nguyên nhân gây ra sương mù và các bệnh về đường hô hấp) và chất khí tạo nên mưa axit (huỷ hoại rừng và ao hồ).

- Khi đánh giá tác động sinh thái của toàn bộ chu trình bằng các trọng số sử dụng tài nguyên, ảnh hưởng đến sức khoẻ, hậu quả của chất thải thì năng lượng hạt nhân vượt lên trên các phương án năng lượng thông thường khác và ngang bằng với năng lượng mới.

3. Chất thải phóng xạ không phải là một điểm mà là một đặc thù của năng lượng hạt nhân. So với lượng thải khổng lồ của năng lượng hoá thạch vào khí quyển, lượng chất thải hạt nhân nhỏ được quản lý tốt có thể cất giữ mà không gây hại cho con người mà môi trường.

- Chất thải phóng xạ được kiểm soát theo cách ngăn không để chúng bị đánh cắp hay làm ô nhiễm môi trường xung quanh. Phần lớn nhiên liệu đã được sử dụng được giữ tại nhà máy. Chất thải mức cao được xếp trong thùng thép dày chống ăn mòn và đặt sâu trong lòng đất nơi có liên tảo ổn định và được theo dõi cận thận. Các nhà khoa học đánh giá rằng các khu chôn đó giữ được hàng thiên niên kỷ.

- Chất thải phóng xạ mức cao của nhà máy tái chế biến nhiên liệu được gồm hoá

hay thuỷ tinh hoá. Hiện nay Hoa Kỳ, Phần Lan, Thuỷ Điển đang đi đầu về kỹ thuật chôn ngầm.

- Đã có hơn 100 lò phản ứng năng lượng chấm dứt hoạt động và đang trong thời kỳ thanh lý. Chín chiếc đã xong phần tháo dỡ hạt nhân.
- Tất cả các nước có sản xuất điện hạt nhân chịu hoàn toàn trách nhiệm quản lý an toàn chất thải sinh ra trong hoạt động hạt nhân của họ.
- Ở những nước sử dụng kỹ thuật hạt nhân, lượng chất thải phóng xạ không quá 1% chất thải công nghiệp độc hại khác. Có điều khác biệt là tính phóng xạ của nhất thải hạt nhân giảm dần theo thời gian do phân rã tự nhiên còn tính độc của các chất thải công nghiệp khác hầu như vĩnh viễn.
- Công nghiệp hạt nhân cam kết công khai minh bạch khi ra quyết định, Tạo sự đồng thuận với cộng đồng dân cư trong quản lý chất thải.

4. Điện hạt nhân có thành tích an toàn, xuất sắc hơn hẳn so với các công nghiệp năng lượng khác trong quảng kinh nghiệm vận hành trên 11.000 lò/năm.

- Tai nạn chernobyl năm 1986 tại Ukraine, tai nạn duy nhất gây chết người đã bồi nhọ hình ảnh năng lượng hạt nhân, loại lò này thiếu hẳn cấu trúc tường ngăn có tác dụng chặn chất phóng xạ không cho rò rỉ thoát ra ngoài trong trường hợp khẩn cấp và chắc chắn ngày nay nó sẽ không bao giờ được cấp giấy phép.

- Vụ chernobyl thúc đẩy thành lập liên đoàn các nhà vận hành hạt nhân thế giới, một tổ chức nghề nghiệp quan tâm tới tường lò phản ứng thương mại trên Thế giới và thông qua nó, chủ các công ty điện lực áp dụng những tiêu chuẩn thực tiễn tốt nhất như một phần văn hoá an toàn hạt nhân toàn cầu.

- Trong bất cứ hoàn cảnh nào, một lò hạt nhân không bao giờ xảy ra nổ như quả bom nguyên tử.

- Hồ sơ cho thấy rằng điện hạt nhân thương mại an toàn hơn rất nhiều so với các hệ thống dùng nhiên liệu hoá thạch cả về mặt rò rỉ ra cho con người trong khi sản xuất nhiên liệu, cả về mặt ảnh hưởng sức khoẻ và môi trường khi tiêu thụ. Những tai nạn chết người xảy ra thường xuyên trong các vụ vỡ đập thuỷ điện, nổ mỏ than hay cháy ống dẫn dầu.

- Chế độ quy phạm hạt nhân nghiêm ngặt cả ở tầm quốc gia và quốc tế đảm bảo an toàn cho người lao động, công chúng và môi trường. Mỗi nhà máy điện hạt nhân được yêu cầu dành ưu tiên hàng đầu cho các biện pháp an ninh và những kế hoạch cứu hộ nhằm bảo vệ công chúng trong tình huống xấu.

- Ngày nay, các lò phản ứng hạt nhân áp dụng triết lý “phòng thủ theo chiều sâu” nghĩa là gồm nhiều lớp bảo vệ vững chắc và các hệ thống an toàn dự phòng để ngăn chặn rò rỉ phóng xạ thậm chí trong điều kiện tai nạn xấu nhất.

5. Vận chuyển vật liệu hạt nhân, đặc biệt là nhiên liệu mới, nhiên liệu đã qua sử dụng và chất thải trong suốt bốn thập kỷ qua chưa hề gây rò thoát phóng xạ, thậm chí cả khi có tai nạn.

- Nguyên, vật liệu hạt nhân đã và đang được chuyên chở bằng đường bộ, đường sắt và đường biển. Ngành công nghiệp hạt nhân đã thực hiện trên 20.000 chuyến hàng chở hơn 50.000 tấn trên quãng đường tổng cộng khoảng 30 triệu kilomet.

- Nhưng quy định quốc gia và quốc tế khắt khe đòi hỏi việc vận chuyển phải sử dụng những thùng chứa được thiết kế đặc biệt có lớp vỏ thép dày, chịu được va chạm mạnh vách công được đập phá.

- Do có năng lượng khổng lồ khối nhiên liệu urani nhỏ nên năng lượng hạt nhân cần vận chuyển rất ít, trái lại những chuyến hàng nhiên liệu hoá thạch là một gánh nặng của hệ thống chuyên chở quốc tế với mối đe dọa môi trường, nhất là hiểm hoạ ô nhiễm dầu.

6. Nhà máy điện hạt nhân là thiết bị công nghiệp vững chắc, an toàn và được bảo vệ tốt nhất trên thế giới.

- Kể từ cuộc tấn công khủng bố 11-9-2001, những người vận hành lò và giới chức chính phủ toàn khắp thế giới đã xem xét lại vấn đề an ninh và đã nâng cấp hệ thống an ninh nhà máy điện hạt nhân.

- Nhà máy điện hạt nhân ở Hoa Kỳ sẽ không là hiểm hoạ đối với cư dân địa phương, thậm chí cả khi một máy bay cố tình đâm vào. Lớp vỏ thép và lớp bê tông được gia cố cùng cấu trúc bên trong hoàn toàn hạn chế tối thiểu không rò thoát phóng xạ trong trường hợp như vậy.

7. Phát điện bằng năng lượng hạt nhân không làm tăng nguy cơ phổ biến vũ khí hạt nhân.

- Chế độ thanh sát quốc tế mà LHQ được uỷ quyền thi hành và được hỗ trợ bởi hoạt động thanh tra đột xuất có thể phát hiện được mọi ý đồ muốn chuyển thiết bị và nhiên liệu hạt nhân dân sự sang mục đích quân sự.

- Việc phát hiện ra chương trình hạt nhân của Irắc vào đầu những năm 1990 cho thấy hệ thống giám sát phòng ngừa các chương trình hạt nhân bí mật vẫn còn khiếm khuyết. Ngày nay, cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế (IAEA) tăng cường năng lực kỹ thuật và mở rộng quyền lực thanh tra để phát hiện những chương trình hạt nhân bất hợp pháp.

- nhiên liệu hạt nhân chủ yếu là urani có độ giàu thấp không thể dùng chế tạo vũ

khí hạt nhân. Còn plutoni trong nhiên liệu đã cháy không đủ để làm vũ khí.

- Nhà máy điện hạt nhân có thể giúp loại trừ đầu đạn hạt nhân quân sự bằng cách đốt vật liệu phân hạch tháo ra từ các đầu đạn trong các lò phản ứng hạt nhân thông thường. Hiện nay, một số nhà máy điện hạt nhân của Hoa Kỳ đang sử dụng nhiên liệu lấy từ các vũ khí hạt nhân bị dỡ bỏ của Nga trong chương trình “biến mêgaton thành mêgawatt”.

8. Điện hạt nhân có khả năng cạnh tranh về kinh tế và sẽ cạnh tranh hơn khi tính đến chúng ta môi trường liên quan đến những tổn hại do phát thải cacbon.

- Ở bất kì đâu khi được sử dụng, năng lượng hạt nhân giúp đảm bảo sự tin cậy và an ninh năng lượng, đó lại là cơ sở cho kinh tế ổn định và tăng trưởng.

- Năng lượng hạt nhân cần sự ủng hộ của chính phủ nhưng không dựa vào trợ cấp của chính phủ. Trong khi đó, nhiên liệu hoá thạch được lợi nhờ những chi phí xử lý ô nhiễm mà chính phủ phải gánh nhưng không được tính vào kinh tế của năng lượng hoá thạch.

- Hạt nhân là ngành công nghiệp năng lượng duy nhất có trách nhiệm về tất cả chất thải của mình và tính đủ những chi phí đó trong giá bán điện. Năng lượng hạt nhân thậm chí còn cạnh tranh hơn nếu như tất cả các nguồn năng lượng đều chịu các loại chi phí chôn giữ chất thải và chi phí xã hội một cách bình đẳng.

- Trong 50 năm phục vụ, điện hạt nhân là nguồn “tải đáy” quan trọng của thế giới, ở liên minh Châu Âu (EU) năng lượng hạt nhân là nguồn điện lớn nhất, chiếm 35% tổng sản lượng. Ở Nhật Bản, tỷ trọng hạt nhân là 34,5% . Tỷ lệ này là 18% ở Pháp và 20% ở Hoa Kỳ.

- Thông qua cải tiến công nghệ và quá trình, hiệu suất làm việc của lò hạt nhân ngày càng cao. Năm 1980, nhà máy hạt nhân ở Hoa Kỳ chỉ sử dụng 54% công suất thiết kế nay đạt hơn 90%.

- Một khi được xây dựng, nhà máy điện hạt nhân được vận hành với hiệu quả kinh tế cao. Chi phí nhiên liệu ổn định và chiếm phần nhỏ trong chi phí vận hành. Ngược lại, điện sản xuất bằng khí có chi phí nhiên liệu cao và do đó giá thành trong tương lai khá ổn định.

9. Công nghệ năng lượng hạt nhân tiên tiến và đa dạng tạo điều kiện phát triển tương lai bền vững cả ở nước công nghiệp và nước đang phát triển. Lò phản ứng hạt nhân còn được dùng để khử mặn nước biển nhằm đáp ứng nhu cầu nước sạch ngày càng tăng trên thế giới. Những thế hệ lò phản ứng hạt nhân mới đang được kỳ vọng để sản xuất hiđrô và năng lượng lớn cung cấp nhiên liệu cho ô tô năng

lượng sạch.

- Một số thiết kế lò phản ứng áp dụng nguyên lý an toàn “thụ động”, thậm chí với trục trặc tồi tệ nhất và không có người vận hành hạt nhân, lò vẫn tự nguội. Những đặc điểm khác của thiết kế mới là nhiên liệu, vốn xây dựng, chi phí vận hành giảm nhưng lại cải thiện được độ tin cậy và khả năng chống phổ biến vũ khí. Công nghệ hạt nhân không ngừng được cải tiến.

- Trong tự nhiên, hidro không tồn tại ở dạng có thể dùng cho mục đích năng lượng nhưng khi được tách ra, nó trở thành nguồn nhiên liệu cho vận tải rất sạch đối với môi trường. Chỉ có năng lượng hạt nhân tỏ ra có thể sản xuất hidro trên quy mô lớn. Ở Hoa Kỳ, nhu cầu hidro dành cho vận tải khoảng 230.000 tấn/ngày. Các lò phản ứng hạt nhân tương lai hoạt động với nhiệt độ cao có thể sản xuất một khối lượng lớn như vậy một cách hiệu quả như sử dụng quá trình hoá nhiệt.

10. Thái độ tích cực của công chúng đối với năng lượng hạt nhân thực ra tốt hơn nhiều so với những gì mà người ta gán cho trong các cuộc tranh luận chung.

- Thủy Sĩ, trong một cuộc trưng cầu dân ý về những sáng kiến chống hạt nhân năm 2003, đã bỏ phiếu cho phương án giữ các nhà máy hạt nhân của mình. Những điều tra khác cho thấy hai phần ba người Mỹ ủng hộ sử dụng năng lượng hạt nhân, ở người Thủy Điển đây ý thức môi trường, 80% muốn duy trì hoặc mở rộng điện hạt nhân, gần ba phần tư dân Nhật Bản nhận thức được giá trị năng lượng hạt nhân.

- Nói chung dân chúng không được thông tin đúng về năng lượng hạt nhân. Các cuộc thăm dò dư luận cho thấy nhiều người vẫn tin rằng năng lượng hạt nhân làm trầm trọng hơn là giảm bớt mối nguy hiểm ám lên toàn cầu. Tuy nhiên, tiếng chuông báo động về thay đổi khí hậu vang lên ngày càng dồn dập khiến cho con người ngày càng hiểu năng lượng hạt nhân là một phương pháp an toàn và có tính xây dựng cao để khắc phục hiểm hoạ đang ngày một nghiêm trọng đối với sinh quyển trái đất.

11. Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong bảo vệ môi trường:

Kỹ thuật hạt nhân đã được ứng dụng ở Việt Nam trong lĩnh vực quan trắc cũng như xử lý một số loại ô nhiễm. Từ những năm 80 của thế kỷ XX, quan trắc phóng xạ môi trường đã được các chuyên gia môi trường Việt Nam thực hiện từ quan trắc môi trường nước, đất đến không khí và vẫn được tiến hành thường xuyên cho đến nay.

Nhờ ứng dụng kỹ thuật hạt nhân, Việt Nam đã xác lập được cơ sở dữ liệu ban đầu về phong phóng xạ môi trường trước khi có nhà máy điện hạt nhân.

Bên cạnh đó, các ứng dụng kỹ thuật hạt nhân cũng đã được nghiên cứu triển khai để xử lý các loại ô nhiễm môi trường khác.

Ngoài ra, một số ngành công nghiệp đã nghiên cứu thử nghiệm kỹ thuật bức xạ để xử lý ô nhiễm, cho kết quả khả quan.

Nhờ những kết quả đó mà Chính phủ đề ra các quyết sách quan trọng trong việc ứng dụng và phát triển năng lượng nguyên tử vì mục đích hoà bình, phục vụ nhiệm vụ phát triển kinh tế xã hội của đất nước.

IV. 2 ĐIỆN HẠT NHÂN VÀ NHỮNG THÁCH THỨC TO LỚN

1.Nguồn đầu tư lớn

Mặc dù đã được cải tiến bằng cách đơn giản và tiêu chuẩn hoá các thiết kế để giảm chi phí xây dựng và vận hành và sửa chữa, xây dựng nhà máy điện hạt nhân vẫn đòi hỏi một nguồn vốn rất lớn và thời gian xây dựng kéo dài với các công nghệ tiên tiến và phức tạp mà Việt Nam chưa nắm bắt được chắc chắn. Với một nguồn vốn đầu tư lớn tới hơn 2 tỷ dollars cho một tổ máy phát điện 1000 MW, việc quản lý chuẩn bị đầu tư và xây dựng tốt, nắm chắc quy trình và kỹ thuật xây dựng, đào tạo nhân lực cho quản lý vận hành an toàn là những thách thức to lớn để có được một nguồn cung cấp điện an toàn, ổn định và rẻ cho sự phát triển kinh tế của đất nước trong tương lai.

Kinh nghiệm của các nước khác trong xây dựng và vận hành NMDHN cho thấy với thiết kế kém chất lượng, thời gian xây dựng bị chậm trễ, sự lo lắng về vấn đề an toàn, giá thành của NM ĐHN sẽ có thể bị tăng cao lên rất nhiều so với dự kiến ban đầu. Sự hậu thuẫn và nhất quán về mặt chính trị và đường lối sẽ giảm tối đa được sự bất ổn, đảm bảo ổn định được giá thành trong quá trình chuẩn bị và xây dựng NM DDNT.

2.Lựa chọn công nghệ

Lựa chọn công nghệ phù hợp nhất cho Việt Nam, tính tới điều kiện đặc thù tự nhiên, kinh tế, xã hội, thể chế cũng sẽ là một thách thức lớn cho những người có trách nhiệm đặt nền móng cho ngành công nghiệp nguyên tử, bởi vì chi phí phê duyệt, xây dựng, vận hành và sửa chữa sẽ được giảm đáng kể cho các nhà máy tiếp theo.

Xu hướng gần đây cho thấy lò nước nhẹ công suất lớn (bao gồm cả lò nước sôi và lò nước áp lực) đang chiếm ưu thế trong các dự án đang được xây dựng, cũng như

các dự án có kế hoạch xây dựng. Trên thế giới hiện hình thành 3 liên minh cung cấp thiết bị lớn là Westinghouse-Toshiba (Mỹ), Areva (Pháp)-Mitsubishi (Nhật), General Electric-Hitachi, ngoài ra Atomstroi của Nga cũng là nhà thầu có nhiều dự án đang xây dựng ở nước ngoài. Với sự quay trở lại của điện hạt nhân tạo nên nhu cầu lớn về cung cấp thiết bị và nhân lực, Việt Nam cần phải tìm một hướng đi đúng trong việc lựa chọn công nghệ để có thể tranh thủ được sự hậu thuẫn tối đa về công nghệ và nhân lực. Điều này lại đặc biệt quan trọng nếu tính đến triển vọng xây dựng hàng loạt các nhà máy ĐHN tiếp theo để giảm chi phí.

3. An toàn

Xây dựng là một trong số các thách thức, tuy nhiên vận hành và bảo dưỡng NM ĐHN an toàn trong một thời gian dài từ 40 – 60 năm mới là nỗi quan tâm lo lắng nhất của các nhà hoạch định chính sách và các nhà đầu tư. Một sai lầm nhỏ cũng có thể dẫn đến những hậu quả và thiệt hại to lớn. Không giống như các nhà máy điện khác, vấn đề an toàn ở đây bao gồm cả vấn đề bảo vệ nhà máy chống lại mối đe dọa phá hoại từ bên ngoài (đe dọa gây thảm họa phóng xạ), và bảo vệ nguyên liệu hạt nhân và đảm bảo có được nguồn cung cấp nhiên liệu tin cậy và ổn định. Sự hậu thuẫn và ủng hộ của các cường quốc, cũng như các nước trong khu vực là một yếu tố quan trọng đảm bảo an ninh lâu dài và ổn định.

4. Chất thải phóng xạ

Chất thải phóng xạ hiện là một vấn đề chưa có được hướng giải quyết triệt để. Sau 3 năm sử dụng, các thanh nhiên liệu đã cháy được coi là chất thải hoạt độ cao. Thông thường hiện tại tại nhiều nước các chất bó thanh nhiên liệu đã cháy này được lưu giữ tại nhà máy (thời hạn có thể đến 50 năm) chờ đến khi được vận chuyển đến địa điểm cố định. Tuy nhiên, chưa nước nào có được một địa điểm ổn định lưu giữ chất phóng xạ cao này cho thời gian dài (1000 – 100000 năm), mà mới chỉ ở mức độ mô phỏng trên mô hình (Pháp), hoặc chuẩn bị xây dựng mặc dù gặp rất nhiều khó khăn và chống đối (Núi Yucca, Mỹ). Các nghiên cứu về xử lý và quản lý chất thải hoạt độ cao đang được nhiều nước trên thế giới quan tâm đầu tư nghiên cứu, hy vọng với tiến bộ của khoa học kỹ thuật và công nghệ thì sớm có giải pháp tối ưu trong tương lai gần đây.

5. Chấp thuận của công chúng

Sự đồng thuận của công chúng là một yếu tố quyết định sự thành công cho sự phát triển công nghiệp ĐHN. Kinh nghiệm của các nước (Mỹ, Philippines) cho thấy sự phản đối của công chúng có thể làm kéo dài thời gian xây dựng và tăng chi phí xây dựng, thậm chí dẫn tới phá sản chủ đầu tư hoặc không thể đưa vào vận hành được.

Qua các cuộc triển lãm và thăm dò dư luận tại HN, TPHCM, Ninh Thuận, Phú Yên gần đây cho thấy tỷ lệ ủng hộ của dân chúng rất cao (90% thấy sự cần thiết của ĐHN, 47,7% coi ĐHN là có ích và an toàn, chỉ có 4,6% coi ĐHN là nguy hiểm). Tuy nhiên sự ủng hộ này đang có nguy cơ bị dò rỉ và giảm sút do thiếu sự tuyên truyền và thông tin phổ biến. Ngành công nghiệp điện hạt nhân cần phải chứng minh cho công chúng thấy được ĐHN là rẻ, ít ô nhiễm, an toàn, tạo thu nhập và công ăn việc làm cho địa phương thì chắc chắn sẽ được sự đồng thuận cao.

V. Vấn đề xây dựng nhà máy ĐHN ở Việt Nam :

Chúng ta có nhất thiết phải xây dựng nhà máy ĐHN hay không, trong khi trên thế giới có những nước phản ứng với điện hạt nhân. Một số nước như Đức và Thụy Điển đã có kế hoạch đóng cửa các nhà máy sản xuất điện hạt nhân...

- Đối với Việt Nam, chúng ta phát triển ngành năng lượng hạt nhân theo chiến lược ứng dụng năng lượng nguyên tử vì mục đích hoà bình đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ ký quyết định ban hành ngày 03/01/2006.

Ngoài ra, trước tình hình nguồn nhiên liệu dùng cho sản xuất điện hiện nay đang cạn kiệt dần, chúng ta phát triển điện hạt nhân là để phục vụ một phần thiếu hụt cho chính nhu cầu của chúng ta. Chúng ta cần phải xây dựng không chỉ một mà nhiều nhà máy điện hạt nhân. Theo tính toán trong nghiên cứu tiền khả thi, đến năm 2020 chúng ta sẽ có khoảng từ 2.000 MW đến 4.000 MW điện hạt nhân. Khi đó sản lượng điện hạt nhân sẽ chiếm tỷ trọng từ 7-9 % trong tổng sản lượng điện năng lượng của Việt Nam.

V.1 Tiềm năng :

- Về nhiên liệu hạt nhân : qua nghiên cứu thăm dò, đánh giá trữ lượng tài nguyên urani và đất hiếm ở Việt Nam có thể thấy tổng trữ lượng urani trong một số mỏ và điểm quặng ở Việt Nam rất lớn, tính theo U308 dự báo là 218,167 tấn, trong đó cấp C1 là 113 tấn, cấp C2 là 16.563 tấn, cấp P1 là 15.153 tấn và cấp P2+P3 là 186.338 tấn. Các điểm mỏ quặng có trữ lượng lớn là Bắc Nậm Xe 9.800 tấn cấp C2, Nam Nậm Xe 321 tấn cấp C2, Nông Sơn 546 tấn cấp P1, Khe Hoa- Khe Cao 7.300 tấn các loại... Với trữ lượng này, Việt Nam có thể sử dụng nguồn nhiên liệu tại chỗ để sản xuất điện hạt nhân.

⇒ Chính vì vậy, các chuyên gia về năng lượng nguyên tử cho rằng việc xây dựng và vận hành nhà máy điện hạt nhân ở Việt Nam là hợp lý trong bối

cảnh điện hạt nhân đang trở thành giải pháp thích hợp để thế giới đối mặt với khủng hoảng năng lượng và giảm tải phát thải khí ô nhiễm

- Về hạ tầng cơ sở tương đối đầy đủ cũng như nền công nghiệp điện lực đang trên đà phát triển mạnh mẽ, Việt Nam có thể xây dựng và vận hành thành công các nhà máy điện nguyên tử trong tương lai. Về công nghệ, Việt Nam có nhiều sự lựa chọn, đặc biệt trong thời điểm hiện nay, nền công nghiệp hạt nhân trên thế giới đã gặt hái được nhiều thành tựu to lớn với những bước tiến quan trọng trong việc nghiên cứu và sản xuất ra thế hệ lò phản ứng tiên tiến ngày càng an toàn và hiệu quả.
- Vị trí mà Việt Nam dự định xây dựng nhà máy điện nguyên tử là vị trí đạt được những yêu cầu về an toàn, kinh tế, kỹ thuật theo tiêu chuẩn quốc tế. Với lãnh đạo địa phương, các nhà khoa học, các cán bộ quản lý trong lĩnh vực này của Việt Nam thì thấy họ là những người có trình độ và trách nhiệm cao. Cách tiếp cận lĩnh vực điện nguyên tử với những lộ trình rất chuẩn cũng đã khẳng định năng lực và tiềm năng phát triển điện nguyên tử của Việt Nam.
- Về chính trị : tương đối ổn định

⇒ Để những phát huy có hiệu quả những tiềm năng trên, theo tôi Việt Nam nên sớm thành lập Ủy ban Năng lượng Nguyên tử Quốc gia, xây dựng và hoàn chỉnh bộ Luật về năng lượng nguyên tử nhằm tạo hành lang pháp lý cho mọi hoạt động trong lĩnh vực này.

V.2 Hạn chế : Việt Nam cũng có những khó khăn riêng khi phát triển điện hạt nhân :

- Trước hết là vấn đề nguồn nhân lực có trình độ và kinh nghiệm còn thiếu.
- Thứ hai, cơ sở hạ tầng kỹ thuật và luật pháp còn thấp của chúng ta.
- Thứ ba, năng lực tài chính hạn chế.
- Thứ tư, sự chấp thuận của công chúng còn chưa có các nghiên cứu đầy đủ, đôi khi vẫn còn những thông tin phản đối của một số dân chúng.
- Thứ năm, ý thức chấp hành kỷ cương và văn hoá an toàn nói chung còn chưa cao.

V.3 Địa điểm xây dựng :

Việc chuẩn bị cho phát triển điện hạt nhân ở Việt Nam đã được dự kiến từ những năm của thập kỷ 90. Tuy nhiên do điều kiện kinh tế chính trị chưa thuận lợi nên mới chỉ tạm dừng ở nghiên cứu tổng quan. Công việc chuẩn bị đã được triển khai mạnh mẽ hơn kể từ sau 2002, khi Thủ Tướng chính phủ có ý kiến chỉ đạo lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi. Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi xây dựng nhà máy điện hạt nhân đầu tiên của Việt Nam do Viện năng lượng (Tập đoàn điện lực Việt nam) chủ trì phối hợp cùng một số cơ quan liên quan khác đã hoàn thành và trình Thủ tướng vào tháng 8/2005.

Cuối tháng 4/2008 Viện năng lượng đã được Bộ Công Thương và Tập đoàn điện lực Việt Nam tiếp tục giao nhiệm vụ lập Báo cáo đầu tư xây dựng nhà máy điện hạt nhân tại địa điểm Phước Dinh và Vĩnh Hải- Tỉnh Ninh Thuận, mỗi địa điểm dự kiến xây dựng 02 tổ máy, mỗi tổ máy có công suất 1000MW với tiến độ dự kiến tổ máy đầu tiên sẽ đi vào vận hành năm 2020.

Tổng mức đầu tư khoảng 3.562 triệu USD

Vì sao chúng ta lại chọn Ninh Thuận làm địa điểm tiến hành xây dựng NMDHN??

Ninh Thuận được đánh giá và đề xuất là :

- Có địa hình thuận lợi nhất_ Gần biển có thể xây dựng cảng, vận chuyển nguyên vật liệu, nước cung cấp xây dựng nhà máy và nước làm mát lò.
- Ngoài ra, các tỉnh phía Nam có nhu cầu tiêu thụ điện lớn và thiếu các nhà máy sản xuất điện.
- Ngoài Bắc, sau khi hoàn thành công trình Thủy điện Sơn La có thể đảm bảo đáp ứng khá tốt nhu cầu tiêu thụ điện của khu vực phía Bắc.

⇒ Do vậy, **xây dựng Nhà máy điện hạt nhân ở Ninh Thuận sẽ thuận lợi cho việc cung cấp điện ở phía Nam giảm thiểu tiêu hao điện** (Dự kiến khi nhà máy đi vào hoạt động, điện hạt nhân sẽ chiếm tỷ trọng khoảng 6-10% sản lượng điện của cả nước).

Sự khởi đầu là rất quan trọng bởi vì thành công sẽ giúp chúng ta tự tin hơn, còn với bất kỳ trục trặc hoặc gặp sự cố nào đó sẽ làm khó khăn hơn rất nhiều khả năng phát triển trong tương lai của ngành .

⇒ Mô hình nhà máy điện hạt nhân có thể sẽ được xây dựng tại tỉnh Ninh Thuận với :

- ✓..... Công suất 1000MWe, theo dự kiến, nó sẽ được vận hành và hoà vào điện lưới quốc gia vào năm 2020.

- ✓..... Mỗi năm, nhà máy điện hạt nhân sẽ sử dụng hết khoảng 27 tấn nhiên liệu Uranium được làm giàu, rồi thải ra khối lượng gần tương đương nhiên liệu chịu phóng xạ, trong đó, gần 26 tấn được gọi là nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, chỉ có khoảng hơn 900kg sản phẩm phân hạch và hơn 20 kg Actinid được coi là phế liệu có hoạt tính cao thải ra môi trường hàng năm.

⇒ Nếu nhà máy vận hành an toàn, mức độ ô nhiễm ít hơn nhiều so với các nhà máy nhiệt điện.

V.4 Các mô hình sản xuất ĐHN ở Việt Nam :

Mô hình sản xuất ĐHN ở Ninh Thuận : Sản xuất theo công nghệ AP:

- ✓..... Công nghệ AP-1000 xây dựng nhà máy điện hạt nhân có ưu điểm là giá thành điện sản xuất ra từ công nghệ này có giá cả cạnh tranh, giá xây dựng nhà máy không biến động lớn, có thể kiểm soát được.
- ✓..... Hệ thống công nghệ AP-1000 đồng bộ, tập trung do vậy khi vận hành, bảo dưỡng nhà máy đơn giản, không phức tạp, dễ sử dụng và kinh phí chi phí thấp hơn rất nhiều lần so với các nhà máy thế hệ trước.
- ✓..... Kích cỡ của nhà máy điện hạt nhân khi sử dụng công nghệ AP-1000 nhỏ gọn hơn so với nhà máy điện hạt nhân xây dựng bằng công nghệ thế hệ.
- ✓..... Độ lớn công suất của công nghệ AP-1000 chỉ có 1000 MW rất phù hợp với nhiều quốc gia nhất là đối với các quốc gia đang phát triển. Bởi khi xây dựng nhà máy điện hạt nhân công suất quá lớn thì khi có sự cố mất điện sẽ ảnh hưởng lớn đến nhu cầu sử dụng điện của toàn hệ thống quốc gia.

V.5 Xây dựng cơ sở hạ tầng :

Để chỉ đạo việc triển khai thực hiện xây dựng cơ sở hạ tầng cho điện hạt nhân và thực hiện chương trình phát triển điện hạt nhân dài hạn của quốc gia với các tổ máy được lần lượt xây dựng cùng với kế hoạch nội địa hoá và phát triển ngành công nghiệp điện hạt nhân, theo khuyến cáo của IAEA các quốc gia cần thành lập Ban điều hành chương trình điện hạt nhân (Nuclear Energy Program Implementing Organization – NEPIO) hay Ban Chỉ đạo Nhà nước về điện hạt nhân để chỉ đạo tất cả các công việc liên quan ngay từ lúc bắt đầu. Trước mắt, Ban Chỉ đạo sẽ xem xét và quyết định tất cả các vấn đề thuộc về cơ sở hạ tầng cho điện hạt nhân của quốc gia cần phải đạt được ở ba điểm mốc quan trọng trong chương trình phát triển điện hạt nhân:

- **Điểm mốc thứ 1:** Quốc gia đã có đủ điều kiện để đề ra quyết sách về phát triển điện hạt nhân.
- **Điểm mốc thứ 2:** Quốc gia đã có đủ điều kiện để lập hồ sơ mời thầu hoặc chọn đối tác xây dựng nhà máy điện hạt nhân đầu tiên.
- **Điểm mốc thứ 3:** Quốc gia đã có đủ điều kiện để khởi động và vận hành thương mại nhà máy điện hạt nhân đầu tiên.

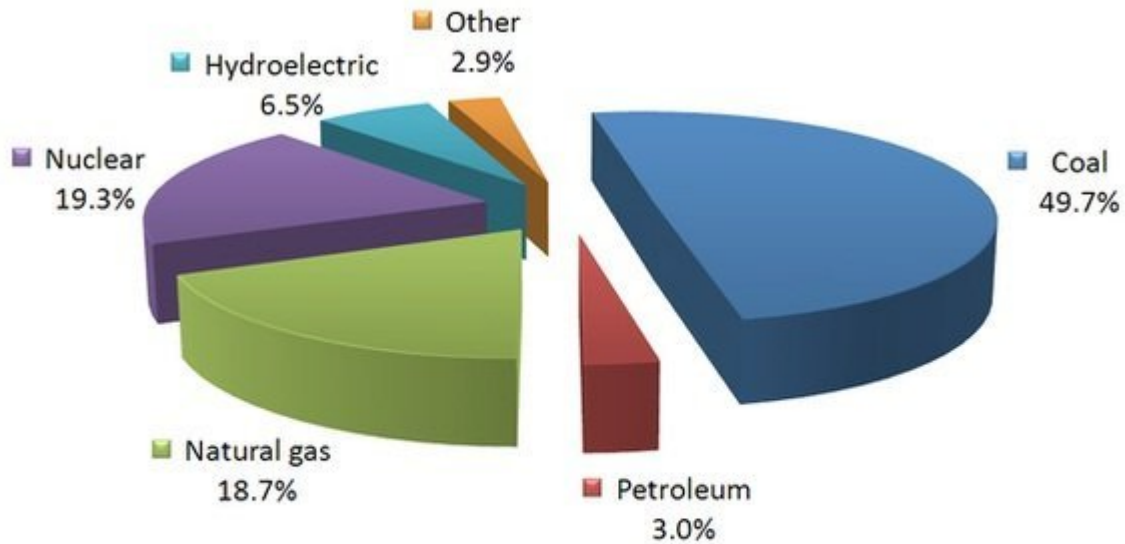
Các cơ sở hạ tầng này đang được các cơ quan có liên quan chuẩn bị, nhưng còn thiếu một sự chỉ đạo tập trung, quyết liệt để đạt được các điều kiện cho 3 mốc nêu

trên theo lộ trình xây dựng nhà máy điện hạt nhân. Vì vậy việc sớm thành lập Ban chỉ đạo là cần thiết và Ban chỉ đạo sẽ gồm một số tiểu ban quan trọng sau đây:

1. **Tiểu ban về pháp lý và tổ chức:** Chỉ đạo các hoạt động xây dựng và thực hiện các văn bản quy phạm pháp luật trong nước, ký kết và gia nhập các điều ước quốc tế, xây dựng hệ thống tổ chức và quản lý về phát triển và về đảm bảo an toàn cho điện hạt nhân của quốc gia.
2. **Tiểu ban về nhân lực:** Chỉ đạo các hoạt động xây dựng và tổ chức triển khai thực hiện kế hoạch đào tạo phát triển nguồn nhân lực cho điện hạt nhân.
3. **Tiểu ban về công nghệ và an toàn nhà máy điện hạt nhân:** Chỉ đạo các hoạt động xây dựng năng lực nghiên cứu triển khai về điện hạt nhân nhằm đánh giá, lựa chọn, tiếp thu, làm chủ và phát triển công nghệ nhà máy điện hạt nhân; công nghệ phân tích, đánh giá và thanh tra an toàn dự án điện hạt nhân; tư vấn chính sách và biện pháp đảm bảo an ninh cung cấp nhiên liệu, sử dụng tài nguyên uran trong nước cho phát triển điện hạt nhân, đảm bảo an toàn bức xạ, quản lý nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng và quản lý chất thải phóng xạ.
4. **Tiểu ban về môi trường và địa điểm:** Chỉ đạo các hoạt động quan trắc phóng xạ môi trường, đánh giá tác động môi trường của dự án điện hạt nhân và quy hoạch địa điểm xây dựng nhà máy điện hạt nhân cũng như cơ sở chôn cất chất thải phóng xạ hoạt độ thấp và trung bình của quốc gia.
5. **Tiểu ban về thông tin đại chúng:** Chỉ đạo và tổ chức các hoạt động thông tin tuyên truyền về điện hạt nhân để tạo sự ủng hộ của công chúng cho chủ trương phát triển điện hạt nhân của Nhà nước và định kỳ thực hiện công tác điều tra dư luận xã hội đối với chủ trương phát triển điện hạt nhân.
6. **Tiểu ban về an ninh hạt nhân và phòng chống khắc phục sự cố, tai nạn:** Chỉ đạo xây dựng và thực hiện các chương trình về đảm bảo an ninh và bảo vệ thực thể nhà máy điện hạt nhân, các thiết bị hạt nhân khác và nhiên vật liệu hạt nhân, đảm bảo an ninh trong vận chuyển và lưu giữ chất thải phóng xạ; kế hoạch và phương tiện kỹ thuật xử lý sự cố, tai nạn bức xạ và hạt nhân; xây dựng trung tâm ứng phó quốc gia về tình trạng khẩn cấp đối với sự cố, tai nạn bức xạ và hạt nhân.
7. **Tiểu ban về phát triển công nghiệp trong nước:** Chỉ đạo và tổ chức thực hiện đánh giá tiềm năng, xây dựng chính sách, quy hoạch và đầu tư phát triển các ngành công nghiệp trong nước có liên quan để có thể tham gia hiệu quả vào việc thực hiện các dự án xây dựng nhà máy điện hạt nhân ngay từ dự án đầu tiên và từng bước tiến đến hình thành ngành công nghiệp điện hạt nhân Việt Nam trong tương lai.
8. **Tiểu ban về dự án nhà máy điện hạt nhân đầu tiên:** Chỉ đạo các hoạt động chuẩn bị thực hiện dự án xây dựng nhà máy điện hạt nhân đầu tiên tại Phước Dinh và Vĩnh Hải (Ninh Thuận) với 4 tổ máy có công suất là 4000MW (4 x 1000MW); nâng cao năng lực quản lý dự án điện hạt nhân; nghiên cứu các

phương thức đầu tư và thu xếp tài chính cho dự án điện hạt nhân; nâng cao năng lực đàm phán và ký kết hợp đồng; phát triển hệ thống lưới điện quốc gia phù hợp với việc xây dựng nhà máy điện hạt nhân.

Năng Lượng Hạt nhân và những yếu tố tác động đến môi trường



Năng Lượng Hạt nhân và những yếu tố tác động đến môi trường

Tham khảo, tổng hợp từ nhiều tài liệu và Website_các Ban thông cảm hình ảnh không thể hiện thì_Ban nào biết chỉ giúp Sea---Ban có thể tìm hình ảnh với nội dung Ban đang đọc trên google.com

Tại sao phải sử dụng năng lượng hạt nhân

Ngày nay năng lượng hóa thạch càng ngày càng cạn kiệt dần do đó cần phải có một nguồn năng lượng mới để thay thế nó. Dạng năng lượng thay thế cho nhiên liệu hoá thạch là năng lượng mặt trời và năng lượng từ sức gió. Các dạng năng lượng mới này cần phải phát triển, khai thác để sử dụng. Tuy nhiên do giá thành cao và cần một diện tích lớn nên

các dạng năng lượng này chỉ cung cấp được 10% trong tổng số năng lượng cần thiết. Chính vì vậy, năng lượng mà nhân loại có thể sử dụng lâu dài trong thời gian tới phải dựa vào năng lượng nguyên tử. Mặc khác năng lượng nguyên tử có một số ưu điểm so với các nguồn năng lượng khác là:

- Đặc trưng thứ nhất của năng lượng nguyên tử là nguồn năng lượng sạch, không phát thải CO₂, SO_x, NO_x gây ô nhiễm không khí .
- Hơn nữa, vì Uranium có thể phát điện chỉ với một lượng rất nhỏ so với dầu nên có ưu điểm là dễ vận chuyển và bảo quản. Ví dụ, để vận hành nhà máy điện công suất 1000 MW trong vòng một năm thì phải cần tới hơn một triệu tấn dầu, trong khi đó đối với nhiên liệu Uranium thì chỉ cần vài chục tấn.
- Trong các nhà máy điện nguyên tử, khi nạp nhiên liệu vào lò phản ứng là có thể liên tục phát điện trong vòng 1 năm mà không cần phải thay thế nhiên liệu.
- Lượng chất thải phóng xạ phát sinh trong nhà máy điện nguyên tử rất ít so với lượng chất thải công nghiệp thông thường, do vậy có thể quản lý được một cách chặt chẽ, cất giữ và bảo quản an toàn.
- Chi phí xây dựng cho nhà máy điện nguyên tử so với nhà máy nhiệt điện tương đối cao

- Nhà máy điện nguyên tử được lựa chọn phương án thiết kế an toàn tối ưu. Nó được thiết kế để sao cho dù có phát sinh tai nạn thế nào chăng nữa cũng không gây thiệt hại, tổn thất cho tất cả cư dân sống xung quanh. Có thể nói rằng một nửa nhà máy điện nguyên tử là các thiết bị an toàn. Do đó, chi phí cao cho các thiết bị đó là đương nhiên. Hơn nữa, trong quá trình xây dựng, người ta tiến hành kiểm tra gắt gao ở từng công đoạn để đảm bảo an toàn nên thời gian xây dựng cũng khá dài

£ Nhà máy điện hạt nhân là gì?

Nhà máy điện nguyên tử hay nhà máy điện hạt nhân là một nhà máy tạo ra điện năng ở quy mô công nghiệp, sử dụng năng lượng thu được từ phản ứng hạt nhân tức là chuyển tải nhiệt năng thu được từ phản ứng phân hủy hạt nhân thành điện năng.

Trong lò phản ứng nguyên tử phân hủy hạt nhân với nguyên liệu ban đầu là đồng vị uran 235 và sản phẩm thu được sau phản ứng thường là các neutron và năng lượng nhiệt rất lớn. Nhiệt lượng này, theo hệ thống làm mát khép kín (để tránh tia phóng xạ rò rỉ ra ngoài) qua các máy trao đổi nhiệt, đun sôi nước, tạo ra hơi nước ở áp suất cao làm quay các turbin hơi nước, và do đó quay máy phát điện, sinh ra điện năng.

I. Nguyên nhiên liệu

I.1 Trên thế giới: :

+ Nguyên liệu thường được sử dụng trong các lò phản ứng hạt nhân là Uran-235, Uran 33, hoặc Plutoni-239.

+**Uranium** Đây là nguyên tố phóng xạ tự nhiên có nhiều trong quặng. Chúng được khai thác, tuyển, tinh chế và làm giàu để tạo thành urani 235 là chất có khả năng phân hạch cho năng lượng tốt nhất và tiếp tục được chuyển hóa tiếp thành ô xýt urani dưới dạng chất bột màu đen. Chất bột này được ép rồi nung thành những viên dài 1 cm, nặng khoảng 7 gam. Các viên này được xếp lần lượt vào ống kim loại dài khoảng 4 m bịt kín 2 đầu để tạo thành các thanh nhiên liệu. Mỗi nhà máy điện hạt nhân cần hơn 40.000 thanh nhiên liệu. Cứ 264 thanh được kết lại thành những bó hình vuông gọi là bó thanh nhiên liệu. Một lò phản ứng hạt nhân 900 MW cần khoảng 157 bó thanh nhiên liệu (chứa khoảng 11 triệu viên). Các bó này được sắp xếp thành tâm lò phản ứng. Các thanh phải nằm trong lò khoảng 3-4 năm để thực hiện sự phân hạch cung cấp một lượng nhiệt năng đủ làm sôi lượng nước rất lớn. Nguồn nước bốc hơi từ đây sẽ tạo ra nguồn năng lượng làm quay hệ thống tua bin để phát điện..

Uran ở trạng thái tự nhiên bao gồm 3 đồng vị: Đó là Uran 238. Dạng này chứa 99,28 % tổng số khối lượng, Uran 235 chiếm 0,71% và một lượng không đáng kể khoảng 0,006% Uran 234. Vì vậy nó có thể được xem là cả nguyên tố phân rã (vì hàm lượng Uran 235) và nguyên tố kết hợp (vì hàm lượng Uran 238). Uran chủ yếu được tách ra từ Pitchblen. Uranite autunait, Brannerite hoặc Torbernite. Nó cũng có thể thu được từ nguồn thứ cấp khác chẳng hạn từ cặn bã trong quá trình sản xuất Superphosphat hoặc cặn trong mỏ vàng. Quy trình thông thường là khử Tetrafluorit bằng canxi hoặc magie hoặc bởi điện phân.

Uran là nguyên tố phóng xạ yếu, rất nặng (tỷ trọng 19) và cứng, bề mặt màu xám bạc bóng nhẵn, nhưng bị xỉn đi khi tiếp xúc với Oxy của không khí thành dạng bột nó bị oxy hóa và bị đốt cháy nhanh chóng khi tiếp xúc với không khí.

Uran ở thị trường có dạng thỏi để sẵn được đánh bóng, gọt dũa, cán mỏng (để tạo ra thanh, ống, lá, dây...)

+ Plutoni công nghiệp thu được bằng bức xạ Uranni 238 trong một lò phản ứng hạt nhân,

Nó rất nặng (tỷ trọng 19,8), có tính phóng xạ và độc tính cao, bề ngoài tương tự Urani và dễ bị oxy hóa. Plutoni được đưa ra thành các hình thức thương phẩm tương tự như Uranium đã được làm giàu và đòi hỏi khi xử lý phải hết sức cẩn thận.

Các hợp chất Urani và Plutoni chủ yếu được sử dụng trong công nghiệp hạt nhân.

Theo các chuyên gia đánh giá thì trữ lượng Uran trên toàn thế giới khoảng là 24,5 triệu tấn và nếu sử dụng hoàn toàn vào sản xuất điện thì nó sẽ tạo ra một năng lượng tương đương với khoảng 440 TW năm

I.2 Ở Việt nam:

Urani trong một số mỏ và điểm quặng ở Việt Nam rất lớn, tính theo U308 dự báo là 218,167 tấn, trong đó cấp C1 là 113 tấn, cấp C2 là 16.563 tấn, cấp P1 là 15.153 tấn và cấp P2+P3 là 186.338 tấn. Các điểm mỏ quặng có trữ lượng lớn là Bắc Nậm Xe 9.800 tấn cấp C2, Nam Nậm Xe 321 tấn cấp C2, Nông Sơn 546 tấn cấp P1, Khe Hoa- Khe Cao 7.300 tấn các loại... Với trữ lượng này, Việt Nam có thể sử dụng nguồn nhiên liệu tại chỗ để sản xuất điện hạt nhân.

+ loại quặng 250 ppm : 62.800 tấn U_3O_8

+ loại quặng 500-600 ppm : 18.300 tấn U_3O_8

+ loại quặng 1000 ppm : 4700 tấn U_3O_8 .

II.Cơ sở lý thuyết NMDHN:

II.1 Quy trình xây dựng nhà máy: Nhiều yếu tố khác bảo đảm an toàn (như quản lý quá trình xây dựng, lắp đặt thiết bị, vận hành...) của nhà máy điện hạt nhân đều phải tuân thủ những quy trình đặc biệt nghiêm ngặt, mà bất cứ một sai sót nào cũng có thể tiềm ẩn nguy cơ gây mất an toàn.

Thí dụ đơn giản, nếu không giám sát kỹ khi xây dựng nhà máy, để xảy ra việc dùng sắt thép, xi măng không đủ tiêu chuẩn, hoặc bị rút ruột công trình thì sẽ là tai họa khôn lường.

Chúng ta đã có nhiều bài học về năng lực quản lý xây dựng các công trình lớn của quốc gia, để xảy ra nhiều hậu quả đáng tiếc như các sự cố gần đây (cầu Cần Thơ, hầm Thủ Thiêm v.v.). Xin lưu ý, nếu xảy ra tình trạng tương tự đối với công trình nhà máy điện hạt nhân thì hậu quả sẽ bi thảm và lâu dài hơn nhiều lần.

Tuy các tiêu chuẩn, quy trình kỹ thuật về các công việc này có thể ban hành khi đã chính thức quyết định chủ trương đầu tư nhà máy điện hạt nhân, nhưng cũng cần có danh mục và lộ trình cụ thể ban hành các tiêu chuẩn, quy trình kỹ thuật chuyên ngành.

Ngoài ra, trong những năm gần đây, để bảo đảm an toàn trong trường hợp bị khủng bố, trong thiết kế nhà máy điện hạt nhân còn phải tăng cường khả năng chống phá hoại (kể cả phá hoại theo kiểu 11/9 ở Hoa Kỳ năm 2001, tức là phải an toàn cả trong trường hợp bị máy bay đâm thẳng vào nhà máy) và tăng cường hệ thống bảo vệ an ninh nhiều vòng, chuẩn bị sẵn sàng hệ thống ứng phó sự cố hạt nhân.

Những công việc về bảo đảm an toàn nhà máy điện hạt nhân làm cho các yêu cầu kỹ thuật, tài chính đối với công trình tăng lên rất nhiều và đó là điều chủ đầu tư cần phải báo cáo Quốc hội ngay trong giai đoạn phê duyệt chủ trương đầu tư để Quốc hội cân nhắc, quyết định.

II.2 Cấu tạo của nhà máy điện hạt nhân

Nhà máy nhiệt điện bao gồm 4 phần chính

1. Trung tâm lò phản ứng hạt nhân (reactor core), nơi xảy ra phản ứng phân hạch
2. Máy phát điện chạy bằng hơi nước, nơi nhiệt sinh ra từ phân hạch hạt nhân

được dùng để tạo hơi.

3. Turbine, dùng hơi nước làm quay nó để chạy máy phát điện

4. Bộ phận ngưng tụ (condenser), làm lạnh hơi nước, chuyển nó trở lại thành pha lỏng

II.3 Lò phản ứng

II.3.1 Cấu tạo và chức năng của từng bộ phận 1-Lớp vỏ bảo vệ sinh học

2- Ống dẫn chất truyền nhiệt vào

3- Vỏ lò phản ứng hạt nhân

4- Ống dẫn chất truyền nhiệt ra

5 – Nắp lò phản ứng

6.7.8.9 – Hệ thống điều khiển phản ứng dây truyền .

10 – Gá đỡ trên.

11 – Vùng phản ứng (hoạt động)

12 – Thanh nhiên liệu

13 – Bộ phận làm mát lớp vỏ bảo vệ sinh học

14 – Gá đỡ dưới

II.3.2 Chức năng của từng bộ phận

Vùng hoạt động là bộ phận quan trọng nhất của lò hạt nhân vì ở đó xảy ra phản ứng dây chuyền, nó truyền một lượng nhiệt lớn cho chất truyền nhiệt mang ra ngoài

Hệ thống điều khiển bảo vệ dùng để điều khiển phản ứng dây chuyền. Hệ thống này được làm từ các vật liệu có khả năng hấp thụ các hạt neutron cao (Bo, Cd). Thanh điều khiển có thể di chuyển lên cao hoặc xuống thấp gần các thanh nhiên liệu nhờ các nam châm điện (trong trường hợp khẩn cấp, người ta ngắt điện và các chất hấp thụ neutron rơi vào tâm lò, làm ngừng phản ứng hạt nhân).

-Lớp vỏ bảo vệ sinh học: có nhiệm vụ làm giảm cường độ các tia phóng xạ đến mức độ cho phép .

-Thanh nhiên liệu : Nguyên liệu thường được sử dụng trong các lò phản ứng hạt nhân là Uran-235, Uran-233, hoặc Plutoni-239. Phản ứng dây truyền được xảy ra dưới tác động ban đầu của các neutron. Thanh nhiên liệu cho các lò phản ứng hạt nhân được làm thành dạng viên Uranium oxide hình trụ, hình cầu, tấm... Chúng được xếp vào các hộp zircalloy 4 (hợp kim của zirconium, rất bền, chịu được nhiệt độ cao và không hấp thụ neutron). Phổ biến nhất là dạng hình trụ, tập hợp thành bó vuông gồm khoảng 200 thanh. Người ta còn chừa một số vị trí trong đó để đặt các thanh điều khiển.

-Chất làm chậm với chức năng làm giảm tốc độ của các neutron sinh ra từ phản ứng phân hạch để dễ dàng tạo ra sự phân hạch tiếp theo. Thông thường sử dụng nước làm chất chậm

Chất phản xạ: Có nhiệm vụ làm tăng số lượng các hạt neutron trong vùng phản ứng, không cho các hạt neutron bắn ra ngoài, và làm các hạt neutron phân bố đều trong vùng phản ứng (hoạt động). Có thể kết hợp chất làm chậm và chất phản xạ (nước, graphite) hoặc có thể dùng Uran tự nhiên .

-Chất truyền nhiệt: Truyền nhiệt năng từ vùng phản ứng ra ngoài. Chất truyền nhiệt có thể chạy trong các ống áp lực, hoặc trực tiếp chạy qua vùng phản ứng. Chất truyền nhiệt thông thường được sử dụng là nước.

II.3.3 Năng lượng nguyên tử sinh ra như thế nào?

Năng lượng nguyên tử là năng lượng sinh ra khi có sự phân hạch hạt nhân hoặc tổng hợp hạt nhân

Dưới tác dụng của neutron, hạt nhân U -235 bị phân ra hai mảnh và hai mảnh này bay phân tán với tốc độ cao. Khi đó giải phóng một năng lượng cực lớn khoảng 200 MeV (200 triệu điện tử-vôn), đồng thời giải phóng 2-3 neutron mới, năng lượng này gọi là năng lượng nguyên tử.

Chính các neutron mới được giải phóng ra, mỗi neutron này sẽ tạo ra sự phân hạch hạt nhân tiếp theo. Và rồi lại có thêm 2 đến 3 neutron mới được giải phóng. Sự phân hạch hạt nhân một cách liên tục như vậy được gọi là phản ứng dây chuyền cần thiết để duy trì hoạt động của các lò phản ứng hạt nhân

Sơ đồ nhân trong phản ứng dây chuyền

Một trong các đặc tính của PUHN là số tăng K, là tỷ số giữa số neutron của các thế hệ nào đó với số neutron của thế hệ trước:

Nếu $K = 1$: Phản ứng dây chuyền sẽ được duy trì

Nếu $K > 1$: phản ứng sẽ tăng

Nếu $K < 1$: phản ứng dây chuyền sẽ không tồn tại

Trong lò phản ứng, phản ứng dây chuyền thực hiện trong MT gồm vật liệu phân hạch (Uran, plutoni....) các chất làm chậm (nước, graphic...), các chất tải nhiệt (nước, natri lỏng....) và vật liệu cấu trúc (nhôm, thép...)

II.3.34 Nguyên lý phát điện NM ĐHN:

-Vòng truyền nhiệt sơ cấp: Chất dẫn nhiệt được bơm vào vùng phản ứng, nhận năng lượng sinh ra từ phản ứng dây chuyền. Chất tải nhiệt vòng sơ cấp, được giữ ở trạng thái lỏng dưới áp suất cao, mang nhiệt từ lò hạt nhân tới thiết bị sinh hơi, tại đây diễn ra trao đổi nhiệt với vòng thứ cấp

-Vòng truyền nhiệt thứ cấp: Chất dẫn nhiệt được bơm vào vùng trao đổi nhiệt với vòng truyền nhiệt thứ nhất, nhận nhiệt năng đem đến bộ phận tạo hơi nước làm quay turbin.

II.3.5 Các mô hình sản xuất điện hạt nhân:

-Lò phản ứng nhanh làm mát bằng khí (gas-cooled fast reactor - GFR)

Lò GFR được thiết kế chủ yếu để sản xuất điện và quản lý các chất actinit, nhưng nó cũng có khả năng hỗ trợ sản xuất hydro. Đặc điểm của hệ thống chuẩn GFR: phổ neutron nhanh, lò phản ứng chu trình Brayton làm mát bằng heli, chu trình nhiên liệu kín để tái chế các actinit, và nhà máy hiệu suất 48%. Phương án bố trí hệ thống GFR đã được Cộng đồng Năng lượng nguyên tử châu Âu (Euratom), Pháp, Nhật Bản và Thụy Sĩ ký vào tháng 11/2006.

Một số dạng nhiên liệu (gốm, phần tử nhiên liệu, và các phần tử bọc gốm) hiện đang được xem xét dùng cho lò GFR có cùng điểm chung: Cho phép lò phản ứng vận hành ở nhiệt độ rất cao, nhưng vẫn đảm bảo bao bọc tốt các sản phẩm phân

hạch. Cấu hình phần lõi sẽ hoặc là các khối lắp ráp nhiên liệu dựa trên dạng chốt hoặc dạng đĩa, hoặc là các khối lăng trụ. Khả năng nâng cao tính năng hiện vẫn đang được nghiên cứu, cụ thể như sử dụng vật liệu có độ bền cao hơn, chịu tác động của neutron nhanh (lưu lượng tích phân theo thời gian) ở nhiệt độ rất cao, và phát triển tuabin làm mát bằng heli có khả năng sản xuất điện với hiệu suất cực cao. Các trị số mục tiêu của một số tham số chính, ví dụ như mật độ năng lượng và mức độ đốt kiệt nhiên liệu, là đủ để đạt tính năng hợp lý của công nghệ thế hệ I.

Hai công trình GFR đã được xây dựng ở Mỹ. Công trình đầu tiên mang tên Peach Bottom 1, tại quận York, bang Pennsylvania, là lò phản ứng thực nghiệm làm chậm bằng graphít, hoạt động từ năm 1967 tới năm 1974. Công trình kia là Nhà máy điện Fort Saint Vrain (bang Colorado). Lò này vận hành từ năm 1979 đến năm 1989, đốt nhiên liệu urani-thori ở nhiệt độ cao, và có khả năng sản xuất 330 MW. Các phần tử (thanh) nhiên liệu của nhà máy Fort Saint Vrain có tiết diện lục lăng, mật độ năng lượng đủ thấp để nếu có mất chất làm mát sơ cấp cũng không dẫn đến gây quá nhiệt trực tiếp lõi lò phản ứng. Người vận hành có vài tiếng đồng

hồ để đóng lò phản ứng trước khi lõi bị hư hại. Năm 1996, khu Fort Saint Vrain đã được cải tạo thành nhà máy tuabin khí chu trình hỗn hợp.

Trong số các công trình trình diễn khác về công nghệ GFR đang hoạt động phải kể đến lò phản ứng thử nghiệm nhiệt độ cao (high-temperature test reactor - HTTR) làm chậm bằng graphít của Nhật, công suất toàn phần 30 MW nhiệt đã đạt được từ năm 1999. Lò này sử dụng các khối lắp ráp nhiên liệu dài hình lục lăng, khác với các thiết kế lò phản ứng phân tử tầng (particle-bed reactor – PBR) đang cạnh tranh. Thử nghiệm chứng tỏ rằng lõi có thể đạt tới nhiệt độ đủ để sản xuất ra hydro.

Độc lập với các công trình trên là lò phản ứng môđun tầng sỏi (pebble-bed modular reactor - PBMR), công suất 300 MW nhiệt, sử dụng hệ thống biến đổi công suất tuabin khí chu trình kín, đang được công ty điện lực Eskom của Nam Phi thiết kế triển khai.

Cuối cùng, một consortium các viện nghiên cứu của Nga đã kết hợp với General Atomics thiết kế tuabin khí - lò phản ứng heli dạng môđun (GT-MHR), công suất 300-30 MW nhiệt. Toàn bộ nhà máy GT-MHR hầu như được chứa trong hai khoang áp lực thông nhau, tất cả nằm bên trong kết cấu bê tông ngầm dưới đất. Lõi của GT-MHR đang được thiết kế để sử dụng bất kỳ trong số nhiều loại nhiên liệu đa dạng (kể cả thori/uran hàm lượng cao và Th/U-233). Lò này còn có khả năng biến đổi plutoni phẩm cấp vũ khí hạt nhân hoặc plutoni phẩm cấp lò phản ứng thành điện năng.

-Lò phản ứng nhanh làm mát bằng chì (lead-cooled fast reactor - LFR)

Lò LFR là lò phản ứng phổ neutron nhanh, được thiết kế để sản xuất điện năng và hydro, đồng thời quản lý được các actinid. Ba khía cạnh kỹ thuật cơ bản của lò LFR là: sử dụng chì để làm mát, tuổi thọ lõi cao (15 đến 20 năm), và tính môđun và kích thước nhỏ (khả năng thích hợp để triển khai ở những lưới điện nhỏ hoặc vùng xa xôi hẻo lánh).

Lò LFR, như dự kiến trong Chương trình thế hệ IV của Ban Năng lượng hạt nhân của Bộ Năng lượng Mỹ, sẽ dựa trên ý tưởng thiết kế lò phản ứng nhỏ, an toàn, di động, và vận hành độc lập (SSTAR). Sứ mệnh chủ yếu của việc phát triển SSTAR là cung cấp nguồn bổ sung, đáp ứng nhu cầu tại các nước đang phát triển và cộng đồng người dân những vùng hẻo lánh, không tiếp cận được lưới điện. Các công nghệ LFR đã được trình diễn thành công trên quốc tế. Ví dụ đầu tiên là lò phản ứng nhanh BREST của Nga, tiêu thụ nhiên liệu plutoni phẩm cấp lò phản ứng đồng thời tạo ra chất này ở dạng nguyên liệu. Công nghệ BREST dựa trên 40 năm kinh nghiệm của Nga về làm mát bằng chì-bismut các lò phản ứng trên tàu ngầm cấp alpha.

-Lò phản ứng muối nóng chảy (molten salt reactor - MSR)

Lò MSR (xem hình 5) là lò nhiên liệu lỏng có thể sử dụng để đốt các actinide, sản xuất điện năng, hydro, và nhiên liệu phân hạch. Trong hệ thống này, nhiên liệu muối nóng chảy chảy qua các kênh lõi graphít. Nhiệt tạo ra trong muối nóng chảy được truyền sang hệ thống chất làm mát thứ cấp thông qua bộ trao đổi nhiệt trung gian, sau đó qua một bộ trao nhiệt nữa tới hệ thống biến đổi năng lượng. Các actinide và phần lớn các sản phẩm phân hạch tạo nên các florua trong chất lỏng làm mát. Nhiên liệu lỏng đồng nhất cho phép bổ sung actinide mà không yêu cầu phải chế tạo nhiên liệu.

Hình 5. Lò phản ứng muối nóng chảy

Trong những năm 1960, Mỹ đã phát triển lò phản ứng tái sinh muối nóng chảy như là phương án chính hỗ trợ cho lò phản ứng tái sinh truyền thống. Công tác nghiên cứu gần đây tập trung vào các chất làm mát florua lithi và berylli với thori hoà tan và nhiên liệu U 233. Bộ Năng lượng Mỹ có kế hoạch tiếp tục hợp tác trong tương lai với các chương trình lò phản ứng muối nóng chảy của Euratom.

-Lò phản ứng nhanh làm mát bằng natri (sodium-cooled fast reactor – SFR)

Hình 6. Lò phản ứng nhanh làm mát bằng natri

Mục tiêu ban đầu của chương trình lò SFR (xem hình 6) là quản lý các actinide, cắt giảm các sản phẩm thải, và tiêu thụ uran một cách hiệu quả hơn. Tuy nhiên theo dự kiến, các thiết kế lò trong tương lai không chỉ sản xuất ra điện năng mà còn cung cấp nhiệt, sản xuất hydro, và có thể còn để khử mặn nữa. Phổ neutron nhanh của lò SFR có thể cho phép sử dụng các vật liệu phân hạch hữu ích, kể cả uran yếu, một cách hiệu quả hơn nhiều so với các lò LWR hiện nay. Ngoài ra, hệ thống SFR có thể không cần phải nghiên cứu thiết kế nhiều như các hệ thống thế hệ IV khác.

So sánh các hệ thống GFR, LFR và SFR về tính sẵn sàng mặt kỹ thuật và về kinh nghiệm vận hành, có thể thấy SFR chính là lò phản ứng nhanh thế hệ IV được chọn để trước mắt triển khai. Quyết định này dựa trên 300 lò-năm kinh nghiệm vận hành các lò phản ứng neutron nhanh ở tám quốc gia.

Trong số các đặc điểm quan trọng về độ an toàn của hệ thống SFR phải kể đến thời gian đáp ứng nhiệt dài (lò phản ứng nóng lên chậm), độ dự phòng lớn giữa nhiệt độ vận hành và nhiệt độ sôi của chất làm mát (xác suất xảy ra sự cố sôi là thấp hơn), hệ thống sơ cấp làm việc gần với áp suất khí quyển, và hệ thống natri trung gian giữa natri hoạt tính phóng xạ trong hệ thống sơ cấp và nước và hơi nước trong nhà máy điện.

II.3.6 Số liệu lò phản ứng đang vận hành và đang xây dựng trên thế giới đến 12-2005:

Quốc gia	Lò đang vận hành		Lò đang xây dựng		Điện hạt nhân sản xuất năm 2005		Thời gian vận hành tổng cộng đến 12-2005	
	Số lò	Công suất MW (e)	Số lò	Công suất MW (e)	TW.h	% sản lượng điện	Năm	Tháng
Argentina	2	935	1	692	6,37	6,92	54	7
Armenia	1	376			2,50	42,74	38	3
Bỉ	7	5.801			45,34	55,63	205	7
Brazil	2	1.901			9,85	2,46	29	3
Bulgaria	4	2.722	2	1906	17,34	44,10	137	3
Canada	18	12.599			86,83	14,63	534	7
Trung Quốc	9	6.572	3	3.000	50,33	2,03	56	11
Séc	6	3.368			23,25	30,52	86	10
Phần Lan	4	2.676	1	1600	22,33	32,91	107	4
Pháp	59	63.363			430,90	78,46	1.464	2
Đức	17	20.339			154,61	30,98	683	5
Hungary	4	1.755			13,02	37,15	82	2
Ấn Độ	15	3.040	8	3602	15,73	2,83	252	0
Iran			1	915				
Nhật Bản	56	47.389	1	866	280,67	29,33	1.231	8
Triều Tiên			1	1.040				
Hàn Quốc	20	16.810			139,29	44,67	259	8
Lithuania	1	1.185			10,30	69,59	39	6
Mexico	2	1.310			10,80	5,01	27	11
Netherlands	1	449			3,77	3,91	61	0
Pakistan	2	425	1	300	2,41	2,80	39	10
Romani	1	655	1	655	5,11	8,58	9	6
Nga	31	21.743	4	3,775	137,27	15,78	870	4
Slovakia	6	2.442			16,34	56,06	112	6
Slovenia	1	656			5,61	42,36	24	3
Nam Phi	2	1.800			12,24	5,52	42	3
Tây Ban Nha	9	7.588			54,70	19,56	237	2
Thụy Điển	10	8.910			70,00	46,67	332	6

Thụy Sĩ	5	3.220			22,11	32,09	153	10
Ukraina	15	13.107	2	1.900	83,29	48,48	308	6
Anh	23	11.852			75,17	19,86	1.377	8
Mỹ	104	99.210			780,47	19,33	3079	8
Tổng	443	369.552	28	23.211	2626,35	19,28	12.086	2

III. Tác động của nhà máy hạt nhân đến môi trường;

III.1 Tác động của việc khai thác mỏ uran

Trong dây chuyền sản xuất nhiên liệu hạt nhân (xem hình 1), hai khâu khai thác và chế biến quặng urani có tác động xấu nhất đối với con người và môi trường. Quặng urani chủ yếu được khai thác bằng cách cổ điển ở mỏ lộ thiên hoặc mỏ ngầm. Nếu là mỏ lộ thiên, chỉ cần bóc lớp đất đá phủ tương đối mỏng để lấy quặng, còn mỏ ngầm thì phải đào hầm lò khá sâu qua lớp đá không quặng, có khi tới hai ba kilômet dưới lòng đất. Hàng triệu lít nước ô nhiễm bơm từ mỏ vào sông rạch, khiến lớp trầm tích ngày càng chứa nhiều chất phóng xạ hơn. Tuy việc thông khí ở mỏ giảm được phần nào tai hại cho sức khỏe công nhân, nhưng bụi phóng xạ và khí radon thổi ra ngoài lại làm tăng nguy cơ mắc bệnh ung thư phổi cho người dân sống gần đó. Đá thải chất thành gò lớn cũng hay có độ phóng xạ cao hơn các loại đá bình thường. Kể cả khi mỏ đã ngừng hoạt động, gò đá thải vẫn còn là mối đe dọa đối với môi trường và các khu dân cư lân cận vì khí radon, nước rỉ ô nhiễm có thể thoát ra ngoài.

Sau khi thu hoạch, quặng urani được đập vỡ rồi nghiền nhỏ ở phân xưởng gia công. Trong quá trình thủy luyện, người ta tách urani ra khỏi quặng bằng một dung dịch thường là axit sunfuric nhưng cũng có khi là dung dịch bazơ. Ngoài urani ra, chất lỏng dung dịch còn hoà tan nhiều kim loại nặng và asen nên phải lọc lấy urani lần nữa. Thành phẩm của khâu chế biến là “bánh vàng” (yellow cake) tức oxit urani U₃O₈ xen lẫn tạp chất. Nguy cơ lớn nhất ở khâu này là bụi phóng xạ. Bên cạnh đó, hàng chục triệu tấn phế liệu nhiễm chất phóng xạ cũng có thể gây tác động nặng nề. Quặng thải (tailings) mới đầu có trạng thái đặc sệt như bùn được bơm vào bồn lắng, tách lấy phần rắn đưa ra bãi phế liệu. Nó có trọng lượng lớn gần bằng trọng lượng quặng khai thác được và còn giữ khoảng 85 % lượng phóng xạ ban đầu vì ngoài trừ một ít urani (hàm lượng rất thấp do đa số mỏ chứa dưới 0,5 % U), quặng thải bao gồm tất cả các thành phần khác, trong đó có thori-230, radium-226... và cả dư lượng urani nữa. Ngoài ra, quặng thải còn chứa nhiều chất độc như kim loại nặng, asen... Vì thế, các bãi phế liệu là nguồn phóng xạ độc hại lâu dài. Tuy có chu kỳ bán rã tương đối ngắn (3,8 ngày), radon-222 không ngừng phát sinh từ Ra-226 (chu kỳ bán rã 1.600 năm), chất này lại luôn được bổ sung bởi phản ứng phân rã của Th-230 (chu kỳ bán rã 80.000 năm). Phải sau mấy trăm ngàn

năm, lượng phóng xạ và sự phát sinh khí radon mới giảm đáng kể. Ngoài ra, còn có khả năng nước rỉ chứa asen, urani v.v. - đặc biệt nguy hiểm trong môi trường axit vì các đồng vị phóng xạ ở dạng cơ động hơn bình thường - làm ô nhiễm cả nước ngầm lẫn nước bề mặt. Vì chu kỳ bán rã của nhiều chất phóng xạ quá dài nên để bảo đảm an toàn, bãi phế liệu phải được củng cố bằng đập đá hay bê-tông. Điều đó khó thực hiện ở những vùng chịu nhiều tác động xói mòn và thiên tai lũ lụt như Việt Nam. Trong quá khứ, nhiều vụ vỡ đê bảo hộ khiến hàng ngàn tấn bùn và hàng triệu lít nước ô nhiễm tràn ra ngoài, thí dụ như ở Hoa Kỳ năm 1977, 1979 và ở Canada năm 1984.

Sau khi ngừng khai thác, để phòng tai họa cho con người và môi trường, cần phải thu dọn, cải thiện tình trạng ô nhiễm ở mỏ và phân xưởng gia công, cũng như phải quản lý chặt chẽ một lượng phế thải (đá và quặng thải) hạt nhân không lồ. Chi phí xử lý sau khi khai thác tùy thuộc vào tiêu chuẩn bảo vệ môi trường. Đức phải chi 49 USD cho mỗi tấn phế thải hay 14 USD cho mỗi cân Anh U3O8 khai thác ở CHDC Đức cũ, trong khi các chi phí tương ứng của Canada là 0,48 USD/tấn phế thải và 0,12 USD/lb U3O8. Tổng chi phí xử lý mấy chục triệu tấn phế thải từ một mỏ urani sẽ lên tới hàng triệu, thậm chí hàng trăm triệu đô-la Mỹ. Càng để lâu, việc xử lý phế thải càng khó khăn và tốn kém hơn. Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế khuyến cáo ngay khi lập bản dự chi cho việc sản xuất urani nên tính cả kinh phí quản lý môi trường và chất thải trong quá trình khai thác cũng như sau đó.

Giữa bối cảnh môi trường sinh thái ở nước ta đang suy thoái nặng nề, mỗi tác động đáng kể vào tự nhiên đều đòi hỏi sự cân nhắc cẩn thận và những biện pháp phòng chống ô nhiễm chặt chẽ. Huống chi việc khai thác quặng urani lại thải ra một lượng phế liệu phóng xạ độc hại hết sức to lớn. Nếu không được xử lý kỹ lưỡng, nó là mối đe dọa nhiều mặt kéo dài hàng ngàn hàng vạn năm ("ngàn năm phế thải vẫn còn tro tro!"). Vì thế cho nên chừng nào nước ta chưa đào tạo đủ công nhân kỹ thuật, cán bộ quản lý có kỹ năng và tinh thần trách nhiệm cao, chưa có luật định nghiêm ngặt về bảo vệ môi trường như hiện nay, chúng ta khoan tiến hành việc sản xuất urani.

Đây là loài cá từng gây xôn xao ở Hàn Quốc vào năm 2005. Hiện tượng kỳ thú này là do xung quanh khu vực hồ nước ở TP Chongju, nơi phát hiện ra cá chép mặt người có nhiều nhà máy điện nguyên tử đang hoạt động. "Chất thải

nhiễm phóng xạ hạt nhân là nguyên nhân dẫn tới sự đột biến gene của động vật sống trong hồ."

III.2 Chất thải hạt nhân cũng là vấn đề khiến nhiều người lo lắng. Bài toán này sẽ được giải quyết như thế nào?

Chất thải phóng xạ hiện là một vấn đề chưa có được hướng giải quyết triệt để.

Sau ba năm sử dụng, các thanh nhiên liệu đã cháy được coi là chất thải hoạt độ cao. Tại nhiều nước các chất bó thanh nhiên liệu này được lưu giữ tại nhà máy (thời hạn có thể đến 50 năm) rồi được vận chuyển đến địa điểm lưu trữ lâu dài.

Tuy nhiên, chưa nước nào có được một địa điểm ổn định lưu giữ chất phóng xạ cao này trong thời gian dài (1.000 - 100.000 năm), mà mới chỉ ở mức độ mô phỏng trên mô hình (Pháp). Nhưng các nghiên cứu về xử lý và quản lý chất thải hoạt độ cao đang được nhiều nước trên thế giới quan tâm đầu tư nghiên cứu.

Hy vọng, với tiến bộ của khoa học kỹ thuật và công nghệ, sẽ sớm có giải pháp tối ưu cho vấn đề này trong thời gian tới.

“Một sai lầm nhỏ cũng có thể dẫn đến hậu quả lớn”

Khi phát triển các nhà máy điện hạt nhân, chúng ta sẽ phải phụ thuộc vào công nghệ của nước ngoài. Tính an toàn của những công trình này sẽ được bảo đảm như thế nào?

Xu hướng gần đây cho thấy lò nước nhẹ công suất lớn (bao gồm cả lò nước sôi và lò nước áp lực) đang chiếm ưu thế trong các dự án đang được xây dựng, cũng như các dự án có kế hoạch xây dựng.

Trên thế giới hiện hình thành 3 liên minh cung cấp thiết bị lớn là Westinghouse - Toshiba, Areva - Mitsubishi, General Electric - Hitachi. Ngoài ra, Atomstroi của Nga cũng là nhà thầu có nhiều dự án đang xây dựng ở nước ngoài.

Lựa chọn công nghệ phù hợp với các đặc thù của Việt Nam cũng sẽ là một thách thức lớn cho những người có trách nhiệm đặt nền móng cho ngành công nghiệp nguyên tử.

Tuy nhiên vận hành và bảo dưỡng nhà máy an toàn trong một thời gian dài từ 40 – 60 năm mới là nỗi quan tâm lo lắng nhất. Một sai lầm nhỏ cũng có thể dẫn đến những hậu quả và thiệt hại to lớn.

Không giống như các nhà máy điện khác, vấn đề an toàn ở đây bao gồm cả vấn đề bảo vệ nhà máy chống lại mối đe dọa phá hoại từ bên ngoài (đe dọa gây thảm họa phóng xạ), và bảo vệ nguyên liệu hạt nhân.

Sự hậu thuẫn và ủng hộ của các cường quốc, cũng như các nước trong khu vực là một yếu tố quan trọng đảm bảo an ninh của các công trình này. Thêm vào đó, đội ngũ cán bộ trong nước cũng phải được đào tạo để tiếp nhận công nghệ mới trong thời gian sớm nhất. Tất cả những vấn đề này trong kế hoạch cũng đang được cân nhắc :

III.3 Những tai nạn khủng khiếp: Một ngày cuối tháng 4-1986, lò số 4 của Nhà máy điện hạt nhân Tchernobyl có công suất 6.000 Megawatt, nằm gần thành phố Pripjat, Ukraina bị một tai nạn khủng khiếp.

Tai nạn được xếp ở cấp 7, cấp thang cao nhất theo quy định của INES (International Nuclear Event Scale); sức nổ rất mạnh, phát tán phóng xạ ra nhiều vùng ở nước Nga, các nước Bắc Âu, sang tận miền nam nước Pháp. Liều phóng xạ quá lớn (đến gần 1.600 rems, trong khi liều bức xạ tối đa được chấp nhận cho người dân thường phải ít hơn 50 rems) nên 49.000 dân thành phố Pripjat và 135.000 người trong phạm vi 30 ki lô mét chung quanh nhà máy phải di tản lập tức.

Nguyên nhân chính gây ra tai nạn này là do thiết kế thiếu bảo đảm và lỗi của công nhân vận hành. Sau đó khoảng gần 5.000 tấn cát, đất sét, chì... được máy bay trực thăng đổ xuống để làm giảm chất phóng xạ, rồi người ta dùng thép và bê tông để che lấp nhà máy. Kinh phí ban đầu cho việc cứu chữa này là hơn 550 triệu đô la Mỹ. Nhưng công trình này tiếp tục bị rạn nứt. Người ta dự kiến sẽ làm công trình thứ hai, tốn kém hơn nhiều.

Lúc đầu, vì sợ dân chúng hoang mang và thế giới trách móc nên số chính xác thiệt hại về con người không được công bố. Nhưng đến nay đã có vài ngàn trẻ em bị mô tuyến giáp trạng, mắc bệnh bạch huyết, ung thư và dị tật bẩm sinh; hậu quả tàn khốc của tai nạn Nhà máy điện hạt nhân Tchernobyl sau gần 20 năm vẫn âm thầm tiếp diễn.

Một tài liệu được công bố gần đây của tổ chức Greenpeace cho biết, trong số 600.000 người lính đến Tchernobyl để quét dọn, làm sạch chất phóng xạ, rất nhiều người đã bị chết, con số chính xác không được công bố rõ ràng.

Tại Mỹ, tháng 3-1979 một sự cố lớn cũng đã xảy ra ở lò Three Mile Island cách không xa thành phố Harrisburg, bang Pennsylvania. Tim lò nhà máy điện hạt nhân (công suất 900 megawatt) bị thiệt hại, nhiệt độ tăng vọt lên hơn 1.800 độ C, làm

phát tán phóng xạ. Nguyên nhân chính của tai nạn này là do lỗi của công nhân vận hành, không thực hiện đúng các quy cách hướng dẫn.

Một khảo cứu mới nhất của Viện Môi trường thành phố München, CHLB Đức, cho biết tại khu vực chung quanh các nhà máy điện hạt nhân còn hoạt động tại tiểu bang Bayern, người ta thống kê được nhiều trẻ em mắc bệnh ung thư hơn ở các vùng không có nhà máy điện hạt nhân. Số trẻ em sinh ra và lớn lên chung quanh ba nhà máy điện hạt nhân Grundremmingen, Isar và Grafenheinfeld (ba trong số mười chín nhà máy điện hạt nhân tại Đức còn được phép hoạt động cho đến hết năm 2020) bị mắc bệnh ung thư nhiều hơn 30% so với mức bình thường.

Cơ quan Liên bang Bảo vệ Phòng chống Nhiễm Phóng xạ của CHLB Đức nhận định nguyên nhân gây bệnh ung thư là do các trẻ em này bị nhiễm phóng xạ từ lúc sinh ra, đã sống và lớn lên ở gần các nhà máy điện hạt nhân.

III.4 Nguy cơ từ chất thải phóng xạ

Sự cố hạt nhân không chỉ xảy ra đối với nhà máy điện hạt nhân khi vận hành, mà còn tiềm ẩn nguy cơ khi vận chuyển nhiên liệu hạt nhân; đặc biệt là ở khâu xử lý chất thải hạt nhân (nhiên liệu đã qua sử dụng), có thể gây ô nhiễm môi trường.

IV. ƯU ĐIỂM VÀ NHƯỢC ĐIỂM CỦA ĐIỆN HẠT NHÂN:

IV.1 Ưu Điểm Của Điện Hạt Nhân:

1. Năng lượng hạt nhân là một giải pháp kinh tế, an toàn và là nguồn năng lượng sạch đảm bảo sự phát triển bền vững trong việc thoả mãn nhu cầu điện năng tăng mạnh trên toàn cầu.

- Vào năm 2050, tiêu thụ năng lượng hạt của chúng ta sẽ là gấp đôi và nhu cầu điện năng sẽ là gấp ba. Mức tiêu thụ ghê gớm đó, mà phần lớn ở các nước đang phát triển, không thể thoả mãn được nhờ “năng lượng mới” như gió, mặt trời, cho dù các nguồn này có thể đóng vai trò quan trọng ở một số vùng nào đó.

- Rất hiện thực, năng lượng hạt nhân là một công nghệ sạch, có khả năng mở rộng trên quy mô lớn để cung cấp nguồn điện ổn định, liên tục. Tài nguyên urani còn phong phú và triển vọng cung cấp nhiên liệu với giá ổn định và sáng sủa.

- Một phần ba dân số thế giới chưa được dùng điện, một phần ba nữa chỉ được dùng điện một cách hạn chế. Trong cuộc vật lộn đáp ứng nhu cầu điện năng của mình, một số nước đang phát triển đông dân có thể làm tăng phát thêm CO₂ ở toàn cầu.

- Urani là nguyên tố tự nhiên và phóng xạ tự nhiên của nó vẫn ở quanh chúng ta trong cuộc sống hàng ngày. - Nhiều nước có chính sách năng lượng gắn chặt với năng lượng hạt nhân, trong số đó có Trung Quốc, Ấn Độ, Hoa Kỳ, Nga, Nhật Bản, Hàn Quốc với tổng số dân chiếm nửa dân số toàn cầu. Thế giới có 441 tổ máy điện

hạt nhân đang hoạt động ở 30 quốc gia tạo ra sản lượng chiếm 17% tổng điện năng thế giới và 30 tổ máy nữa đang xây dựng.

2. Lò phản ứng hạt nhân thực sự không phát thải khí hiệu ứng nhà kính, sử dụng chúng để phát triển điện có thể giúp kiềm chế được mối nguy hiểm nóng lên toàn cầu và thay đổi khí hậu. Bất kỳ một chiến lược nào thực sự muốn ngăn chặn mối đe dọa chưa từng có này đều cần đến năng lượng hạt nhân.
- Carbon dioxide (CO₂) là chất chính yếu gây nên hiệu ứng nhà kính và hiện tượng ấm lên toàn cầu.

Nhiên liệu hoá thạch (than, dầu, khí) khi được dùng để sản xuất điện hay trong động cơ xe cộ và máy móc sẽ phát tán khí CO₂ trực tiếp vào không khí. Năng lượng hạt nhân ban đầu hầu như không thải khí CO₂ hay bất kỳ khí gây hiệu ứng nhà kính nào.

- Các chuyên gia khí hậu cảnh báo rằng chúng ta cần cắt giảm phát thải khí CO₂ toàn cầu từ 25 tỷ tấn hàng năm xuống còn 10 tỷ tấn, thậm chí cả khi tăng sản xuất năng lượng.

- Các nhà máy điện hạt nhân hàng năm giúp tránh thải 2,5 tỷ tấn CO₂ một lượng tương đương một nửa số khí thải của ngành vận tải thế giới. Mở rộng công suất hạt nhân đồng nghĩa giảm thải chất gây hiệu ứng nhà kính được nhiều hơn.

- Năng lượng hạt nhân còn giúp giảm bớt ô nhiễm không khí và bề mặt trái đất. Lò phản ứng hạt nhân không thải ra khói (Nguyên nhân gây ra sương mù và các bệnh về đường hô hấp) và chất khí tạo nên mưa axit (huỷ hoại rừng và ao hồ).

- Khi đánh giá tác động sinh thái của toàn bộ chu trình bằng các trọng số sử dụng tài nguyên, ảnh hưởng đến sức khoẻ, hậu quả của chất thải thì năng lượng hạt nhân vượt lên trên các phương án năng lượng thông thường khác và ngang bằng với năng lượng mới.

3. Chất thải phóng xạ không phải là một điểm mà là một đặc thù của năng lượng hạt nhân. So với lượng thải khổng lồ của năng lượng hoá thạch vào khí quyển, lượng chất thải hạt nhân nhỏ được quản lý tốt có thể cất giữ mà không gây hại cho con người mà môi trường.

- Chất thải phóng xạ được kiểm soát theo cách ngăn không để chúng bị đánh cắp hay làm ô nhiễm môi trường xung quanh. Phần lớn nhiên liệu đã được sử dụng được giữ tại nhà máy. Chất thải mức cao được xếp trong thùng thép dày chống ăn mòn và đặt sâu trong lòng đất nơi có liên tảo ổn định và được theo dõi cận thận. Các nhà khoa học đánh giá rằng các khu chôn đó giữ được hàng thiên niên kỷ.

- Chất thải phóng xạ mức cao của nhà máy tái chế biến nhiên liệu được gồm hoá

hay thuỷ tinh hoá. Hiện nay Hoa Kỳ, Phần Lan, Thuỷ Điển đang đi đầu về kỹ thuật chôn ngầm.

- Đã có hơn 100 lò phản ứng năng lượng chấm dứt hoạt động và đang trong thời kỳ thanh lý. Chín chiếc đã xong phần tháo dỡ hạt nhân.
- Tất cả các nước có sản xuất điện hạt nhân chịu hoàn toàn trách nhiệm quản lý an toàn chất thải sinh ra trong hoạt động hạt nhân của họ.
- Ở những nước sử dụng kỹ thuật hạt nhân, lượng chất thải phóng xạ không quá 1% chất thải công nghiệp độc hại khác. Có điều khác biệt là tính phóng xạ của nhất thải hạt nhân giảm dần theo thời gian do phân rã tự nhiên còn tính độc của các chất thải công nghiệp khác hầu như vĩnh viễn.
- Công nghiệp hạt nhân cam kết công khai minh bạch khi ra quyết định, Tạo sự đồng thuận với cộng đồng dân cư trong quản lý chất thải.

4. Điện hạt nhân có thành tích an toàn, xuất sắc hơn hẳn so với các công nghiệp năng lượng khác trong quảng kinh nghiệm vận hành trên 11.000 lò/năm.

- Tai nạn chernobyl năm 1986 tại Ukraine, tai nạn duy nhất gây chết người đã bồi nhọ hình ảnh năng lượng hạt nhân, loại lò này thiếu hẳn cấu trúc tường ngăn có tác dụng chặn chất phóng xạ không cho rò rỉ thoát ra ngoài trong trường hợp khẩn cấp và chắc chắn ngày nay nó sẽ không bao giờ được cấp giấy phép.

- Vụ chernobyl thúc đẩy thành lập liên đoàn các nhà vận hành hạt nhân thế giới, một tổ chức nghề nghiệp quan tâm tới tường lò phản ứng thương mại trên Thế giới và thông qua nó, chủ các công ty điện lực áp dụng những tiêu chuẩn thực tiễn tốt nhất như một phần văn hoá an toàn hạt nhân toàn cầu.

- Trong bất cứ hoàn cảnh nào, một lò hạt nhân không bao giờ xảy ra nổ như quả bom nguyên tử.

- Hồ sơ cho thấy rằng điện hạt nhân thương mại an toàn hơn rất nhiều so với các hệ thống dùng nhiên liệu hoá thạch cả về mặt rò rỉ ra cho con người trong khi sản xuất nhiên liệu, cả về mặt ảnh hưởng sức khoẻ và môi trường khi tiêu thụ. Những tai nạn chết người xảy ra thường xuyên trong các vụ vỡ đập thuỷ điện, nổ mỏ than hay cháy ống dẫn dầu.

- Chế độ quy phạm hạt nhân nghiêm ngặt cả ở tầm quốc gia và quốc tế đảm bảo an toàn cho người lao động, công chúng và môi trường. Mỗi nhà máy điện hạt nhân được yêu cầu dành ưu tiên hàng đầu cho các biện pháp an ninh và những kế hoạch cứu hộ nhằm bảo vệ công chúng trong tình huống xấu.

- Ngày nay, các lò phản ứng hạt nhân áp dụng triết lý “phòng thủ theo chiều sâu” nghĩa là gồm nhiều lớp bảo vệ vững chắc và các hệ thống an toàn dự phòng để ngăn chặn rò rỉ phóng xạ thậm chí trong điều kiện tai nạn xấu nhất.

5. Vận chuyển vật liệu hạt nhân, đặc biệt là nhiên liệu mới, nhiên liệu đã qua sử dụng và chất thải trong suốt bốn thập kỷ qua chưa hề gây rò thoát phóng xạ, thậm chí cả khi có tai nạn.

- Nguyên, vật liệu hạt nhân đã và đang được chuyên chở bằng đường bộ, đường sắt và đường biển. Ngành công nghiệp hạt nhân đã thực hiện trên 20.000 chuyến hàng chở hơn 50.000 tấn trên quãng đường tổng cộng khoảng 30 triệu kilomet.

- Nhưng quy định quốc gia và quốc tế khắt khe đòi hỏi việc vận chuyển phải sử dụng những thùng chứa được thiết kế đặc biệt có lớp vỏ thép dày, chịu nhưỡng va chạm mạnh váchông được đập phá.

- Do có năng lượng khổng lồ khối nhiên liệu urani nhỏ nên năng lượng hạt nhân cần vận chuyển rất ít, trái lại những chuyến hàng nhiên liệu hoá thạch là một gánh nặng của hệ thống chuyên chở quốc tế với mối đe dọa môi trường, nhất là hiểm hoạ ô nhiễm dầu.

6. Nhà máy điện hạt nhân là thiết bị công nghiệp vững chắc, an toàn và được bảo vệ tốt nhất trên thế giới.

- Kể từ cuộc tấn công khủng bố 11-9-2001, những người vận hành lò và giới chức chính phủ toàn khắp thế giới đã xem xét lại vấn đề an ninh và đã nâng cấp hệ thống an ninh nhà máy điện hạt nhân.

- Nhà máy điện hạt nhân ở Hoa Kỳ sẽ không là hiểm hoạ đối với cư dân địa phương, thậm chí cả khi một máy bay cố tình đâm vào. Lớp vỏ thép và lớp bê tông được gia cố cùng cấu trúc bên trong hoàn toàn hạn chế tối thiểu không rò thoát phóng xạ trong trường hợp như vậy.

7. Phát điện bằng năng lượng hạt nhân không làm tăng nguy cơ phổ biến vũ khí hạt nhân.

- Chế độ thanh sát quốc tế mà LHQ được uỷ quyền thi hành và được hỗ trợ bởi hoạt động thanh tra đột xuất có thể phát hiện được mọi ý đồ muốn chuyển thiết bị và nhiên liệu hạt nhân dân sự sang mục đích quân sự.

- Việc phát hiện ra chương trình hạt nhân của Irắc vào đầu những năm 1990 cho thấy hệ thống giám sát phòng ngừa các chương trình hạt nhân bí mật vẫn còn khiếm khuyết. Ngày nay, cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế (IAEA) tăng cường năng lực kỹ thuật và mở rộng quyền lực thanh tra để phát hiện những chương trình hạt nhân bất hợp pháp.

- nhiên liệu hạt nhân chủ yếu là urani có độ giàu thấp không thể dùng chế tạo vũ

khí hạt nhân. Còn plutoni trong nhiên liệu đã cháy không đủ để làm vũ khí.

- Nhà máy điện hạt nhân có thể giúp loại trừ đầu đạn hạt nhân quân sự bằng cách đốt vật liệu phân hạch tháo ra từ các đầu đạn trong các lò phản ứng hạt nhân thông thường. Hiện nay, một số nhà máy điện hạt nhân của Hoa Kỳ đang sử dụng nhiên liệu lấy từ các vũ khí hạt nhân bị dỡ bỏ của Nga trong chương trình “biến mêgaton thành mêgawatt”.

8. Điện hạt nhân có khả năng cạnh tranh về kinh tế và sẽ cạnh tranh hơn khi tính đến chúng ta môi trường liên quan đến những tổn hại do phát thải cacbon.

- Ở bất kì đâu khi được sử dụng, năng lượng hạt nhân giúp đảm bảo sự tin cậy và an ninh năng lượng, đó lại là cơ sở cho kinh tế ổn định và tăng trưởng.

- Năng lượng hạt nhân cần sự ủng hộ của chính phủ nhưng không dựa vào trợ cấp của chính phủ. Trong khi đó, nhiên liệu hoá thạch được lợi nhờ những chi phí xử lý ô nhiễm mà chính phủ phải gánh nhưng không được tính vào kinh tế của năng lượng hoá thạch.

- Hạt nhân là ngành công nghiệp năng lượng duy nhất có trách nhiệm về tất cả chất thải của mình và tính đủ những chi phí đó trong giá bán điện. Năng lượng hạt nhân thậm chí còn cạnh tranh hơn nếu như tất cả các nguồn năng lượng đều chịu các loại chi phí chôn giữ chất thải và chi phí xã hội một cách bình đẳng.

- Trong 50 năm phục vụ, điện hạt nhân là nguồn “tải đáy” quan trọng của thế giới, ở liên minh Châu Âu (EU) năng lượng hạt nhân là nguồn điện lớn nhất, chiếm 35% tổng sản lượng. Ở Nhật Bản, tỷ trọng hạt nhân là 34,5% . Tỷ lệ này là 18% ở Pháp và 20% ở Hoa Kỳ.

- Thông qua cải tiến công nghệ và quá trình, hiệu suất làm việc của lò hạt nhân ngày càng cao. Năm 1980, nhà máy hạt nhân ở Hoa Kỳ chỉ sử dụng 54% công suất thiết kế nay đạt hơn 90%.

- Một khi được xây dựng, nhà máy điện hạt nhân được vận hành với hiệu quả kinh tế cao. Chi phí nhiên liệu ổn định và chiếm phần nhỏ trong chi phí vận hành. Ngược lại, điện sản xuất bằng khí có chi phí nhiên liệu cao và do đó giá thành trong tương lai khá ổn định.

9. Công nghệ năng lượng hạt nhân tiên tiến và đa dạng tạo điều kiện phát triển tương lai bền vững cả ở nước công nghiệp và nước đang phát triển. Lò phản ứng hạt nhân còn được dùng để khử mặn nước biển nhằm đáp ứng nhu cầu nước sạch ngày càng tăng trên thế giới. Những thế hệ lò phản ứng hạt nhân mới đang được kỳ vọng để sản xuất hiđrô và năng lượng lớn cung cấp nhiên liệu cho ô tô năng

lượng sạch.

- Một số thiết kế lò phản ứng áp dụng nguyên lý an toàn “thụ động”, thậm chí với trục trặc tồi tệ nhất và không có người vận hành hạt nhân, lò vẫn tự nguội. Những đặc điểm khác của thiết kế mới là nhiên liệu, vốn xây dựng, chi phí vận hành giảm nhưng lại cải thiện được độ tin cậy và khả năng chống phổ biến vũ khí. Công nghệ hạt nhân không ngừng được cải tiến.

- Trong tự nhiên, hidro không tồn tại ở dạng có thể dùng cho mục đích năng lượng nhưng khi được tách ra, nó trở thành nguồn nhiên liệu cho vận tải rất sạch đối với môi trường. Chỉ có năng lượng hạt nhân tỏ ra có thể sản xuất hidro trên quy mô lớn. Ở Hoa Kỳ, nhu cầu hidro dành cho vận tải khoảng 230.000 tấn/ngày. Các lò phản ứng hạt nhân tương lai hoạt động với nhiệt độ cao có thể sản xuất một khối lượng lớn như vậy một cách hiệu quả như sử dụng quá trình hoá nhiệt.

10. Thái độ tích cực của công chúng đối với năng lượng hạt nhân thực ra tốt hơn nhiều so với những gì mà người ta gán cho trong các cuộc tranh luận chung.

- Thủy Sĩ, trong một cuộc trưng cầu dân ý về những sáng kiến chống hạt nhân năm 2003, đã bỏ phiếu cho phương án giữ các nhà máy hạt nhân của mình. Những điều tra khác cho thấy hai phần ba người Mỹ ủng hộ sử dụng năng lượng hạt nhân, ở người Thủy Điện đây ý thức môi trường, 80% muốn duy trì hoặc mở rộng điện hạt nhân, gần ba phần tư dân Nhật Bản nhận thức được giá trị năng lượng hạt nhân.

- Nói chung dân chúng không được thông tin đúng về năng lượng hạt nhân. Các cuộc thăm dò dư luận cho thấy nhiều người vẫn tin rằng năng lượng hạt nhân làm trầm trọng hơn là giảm bớt mối nguy hiểm ám lên toàn cầu. Tuy nhiên, tiếng chuông báo động về thay đổi khí hậu vang lên ngày càng dồn dập khiến cho con người ngày càng hiểu năng lượng hạt nhân là một phương pháp an toàn và có tính xây dựng cao để khắc phục hiểm hoạ đang ngày một nghiêm trọng đối với sinh quyển trái đất.

11. Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong bảo vệ môi trường:

Kỹ thuật hạt nhân đã được ứng dụng ở Việt Nam trong lĩnh vực quan trắc cũng như xử lý một số loại ô nhiễm. Từ những năm 80 của thế kỷ XX, quan trắc phóng xạ môi trường đã được các chuyên gia môi trường Việt Nam thực hiện từ quan trắc môi trường nước, đất đến không khí và vẫn được tiến hành thường xuyên cho đến nay.

Nhờ ứng dụng kỹ thuật hạt nhân, Việt Nam đã xác lập được cơ sở dữ liệu ban đầu về phong phóng xạ môi trường trước khi có nhà máy điện hạt nhân.

Bên cạnh đó, các ứng dụng kỹ thuật hạt nhân cũng đã được nghiên cứu triển khai để xử lý các loại ô nhiễm môi trường khác.

Ngoài ra, một số ngành công nghiệp đã nghiên cứu thử nghiệm kỹ thuật bức xạ để xử lý ô nhiễm, cho kết quả khả quan.

Nhờ những kết quả đó mà Chính phủ đề ra các quyết sách quan trọng trong việc ứng dụng và phát triển năng lượng nguyên tử vì mục đích hoà bình, phục vụ nhiệm vụ phát triển kinh tế xã hội của đất nước.

IV. 2 ĐIỆN HẠT NHÂN VÀ NHỮNG THÁCH THỨC TO LỚN

1.Nguồn đầu tư lớn

Mặc dù đã được cải tiến bằng cách đơn giản và tiêu chuẩn hoá các thiết kế để giảm chi phí xây dựng và vận hành và sửa chữa, xây dựng nhà máy điện hạt nhân vẫn đòi hỏi một nguồn vốn rất lớn và thời gian xây dựng kéo dài với các công nghệ tiên tiến và phức tạp mà Việt Nam chưa nắm bắt được chắc chắn. Với một nguồn vốn đầu tư lớn tới hơn 2 tỷ dollars cho một tổ máy phát điện 1000 MW, việc quản lý chuẩn bị đầu tư và xây dựng tốt, nắm chắc quy trình và kỹ thuật xây dựng, đào tạo nhân lực cho quản lý vận hành an toàn là những thách thức to lớn để có được một nguồn cung cấp điện an toàn, ổn định và rẻ cho sự phát triển kinh tế của đất nước trong tương lai.

Kinh nghiệm của các nước khác trong xây dựng và vận hành NMDHN cho thấy với thiết kế kém chất lượng, thời gian xây dựng bị chậm trễ, sự lo lắng về vấn đề an toàn, giá thành của NM ĐHN sẽ có thể bị tăng cao lên rất nhiều so với dự kiến ban đầu. Sự hậu thuẫn và nhất quán về mặt chính trị và đường lối sẽ giảm tối đa được sự bất ổn, đảm bảo ổn định được giá thành trong quá trình chuẩn bị và xây dựng NM DDNT.

2.Lựa chọn công nghệ

Lựa chọn công nghệ phù hợp nhất cho Việt Nam, tính tới điều kiện đặc thù tự nhiên, kinh tế, xã hội, thể chế cũng sẽ là một thách thức lớn cho những người có trách nhiệm đặt nền móng cho ngành công nghiệp nguyên tử, bởi vì chi phí phê duyệt, xây dựng, vận hành và sửa chữa sẽ được giảm đáng kể cho các nhà máy tiếp theo.

Xu hướng gần đây cho thấy lò nước nhẹ công suất lớn (bao gồm cả lò nước sôi và lò nước áp lực) đang chiếm ưu thế trong các dự án đang được xây dựng, cũng như

các dự án có kế hoạch xây dựng. Trên thế giới hiện hình thành 3 liên minh cung cấp thiết bị lớn là Westinghouse-Toshiba (Mỹ), Areva (Pháp)-Mitsubishi (Nhật), General Electric-Hitachi, ngoài ra Atomstroi của Nga cũng là nhà thầu có nhiều dự án đang xây dựng ở nước ngoài. Với sự quay trở lại của điện hạt nhân tạo nên nhu cầu lớn về cung cấp thiết bị và nhân lực, Việt Nam cần phải tìm một hướng đi đúng trong việc lựa chọn công nghệ để có thể tranh thủ được sự hậu thuẫn tối đa về công nghệ và nhân lực. Điều này lại đặc biệt quan trọng nếu tính đến triển vọng xây dựng hàng loạt các nhà máy ĐHN tiếp theo để giảm chi phí.

3. An toàn

Xây dựng là một trong số các thách thức, tuy nhiên vận hành và bảo dưỡng NM ĐHN an toàn trong một thời gian dài từ 40 – 60 năm mới là nỗi quan tâm lo lắng nhất của các nhà hoạch định chính sách và các nhà đầu tư. Một sai lầm nhỏ cũng có thể dẫn đến những hậu quả và thiệt hại to lớn. Không giống như các nhà máy điện khác, vấn đề an toàn ở đây bao gồm cả vấn đề bảo vệ nhà máy chống lại mối đe dọa phá hoại từ bên ngoài (đe dọa gây thảm họa phóng xạ), và bảo vệ nguyên liệu hạt nhân và đảm bảo có được nguồn cung cấp nhiên liệu tin cậy và ổn định. Sự hậu thuẫn và ủng hộ của các cường quốc, cũng như các nước trong khu vực là một yếu tố quan trọng đảm bảo an ninh lâu dài và ổn định.

4. Chất thải phóng xạ

Chất thải phóng xạ hiện là một vấn đề chưa có được hướng giải quyết triệt để. Sau 3 năm sử dụng, các thanh nhiên liệu đã cháy được coi là chất thải hoạt độ cao. Thông thường hiện tại tại nhiều nước các chất bó thanh nhiên liệu đã cháy này được lưu giữ tại nhà máy (thời hạn có thể đến 50 năm) chờ đến khi được vận chuyển đến địa điểm cố định. Tuy nhiên, chưa nước nào có được một địa điểm ổn định lưu giữ chất phóng xạ cao này cho thời gian dài (1000 – 100000 năm), mà mới chỉ ở mức độ mô phỏng trên mô hình (Pháp), hoặc chuẩn bị xây dựng mặc dù gặp rất nhiều khó khăn và chống đối (Núi Yucca, Mỹ). Các nghiên cứu về xử lý và quản lý chất thải hoạt độ cao đang được nhiều nước trên thế giới quan tâm đầu tư nghiên cứu, hy vọng với tiến bộ của khoa học kỹ thuật và công nghệ thì sớm có giải pháp tối ưu trong tương lai gần đây.

5. Chấp thuận của công chúng

Sự đồng thuận của công chúng là một yếu tố quyết định sự thành công cho sự phát triển công nghiệp ĐHN. Kinh nghiệm của các nước (Mỹ, Philippines) cho thấy sự phản đối của công chúng có thể làm kéo dài thời gian xây dựng và tăng chi phí xây dựng, thậm chí dẫn tới phá sản chủ đầu tư hoặc không thể đưa vào vận hành được.

Qua các cuộc triển lãm và thăm dò dư luận tại HN, TPHCM, Ninh Thuận, Phú Yên gần đây cho thấy tỷ lệ ủng hộ của dân chúng rất cao (90% thấy sự cần thiết của ĐHN, 47,7% coi ĐHN là có ích và an toàn, chỉ có 4,6% coi ĐHN là nguy hiểm). Tuy nhiên sự ủng hộ này đang có nguy cơ bị dò rỉ và giảm sút do thiếu sự tuyên truyền và thông tin phổ biến. Ngành công nghiệp điện hạt nhân cần phải chứng minh cho công chúng thấy được ĐHN là rẻ, ít ô nhiễm, an toàn, tạo thu nhập và công ăn việc làm cho địa phương thì chắc chắn sẽ được sự đồng thuận cao.

V. Vấn đề xây dựng nhà máy ĐHN ở Việt Nam :

Chúng ta có nhất thiết phải xây dựng nhà máy ĐHN hay không, trong khi trên thế giới có những nước phản ứng với điện hạt nhân. Một số nước như Đức và Thụy Điển đã có kế hoạch đóng cửa các nhà máy sản xuất điện hạt nhân...

- Đối với Việt Nam, chúng ta phát triển ngành năng lượng hạt nhân theo chiến lược ứng dụng năng lượng nguyên tử vì mục đích hoà bình đến năm 2020 đã được Thủ tướng Chính phủ ký quyết định ban hành ngày 03/01/2006.

Ngoài ra, trước tình hình nguồn nhiên liệu dùng cho sản xuất điện hiện nay đang cạn kiệt dần, chúng ta phát triển điện hạt nhân là để phục vụ một phần thiếu hụt cho chính nhu cầu của chúng ta. Chúng ta cần phải xây dựng không chỉ một mà nhiều nhà máy điện hạt nhân. Theo tính toán trong nghiên cứu tiền khả thi, đến năm 2020 chúng ta sẽ có khoảng từ 2.000 MW đến 4.000 MW điện hạt nhân. Khi đó sản lượng điện hạt nhân sẽ chiếm tỷ trọng từ 7-9 % trong tổng sản lượng điện năng lượng của Việt Nam.

V.1 Tiềm năng :

- Về nhiên liệu hạt nhân : qua nghiên cứu thăm dò, đánh giá trữ lượng tài nguyên urani và đất hiếm ở Việt Nam có thể thấy tổng trữ lượng urani trong một số mỏ và điểm quặng ở Việt Nam rất lớn, tính theo U308 dự báo là 218,167 tấn, trong đó cấp C1 là 113 tấn, cấp C2 là 16.563 tấn, cấp P1 là 15.153 tấn và cấp P2+P3 là 186.338 tấn. Các điểm mỏ quặng có trữ lượng lớn là Bắc Nậm Xe 9.800 tấn cấp C2, Nam Nậm Xe 321 tấn cấp C2, Nông Sơn 546 tấn cấp P1, Khe Hoa- Khe Cao 7.300 tấn các loại... Với trữ lượng này, Việt Nam có thể sử dụng nguồn nhiên liệu tại chỗ để sản xuất điện hạt nhân.

⇒ Chính vì vậy, các chuyên gia về năng lượng nguyên tử cho rằng việc xây dựng và vận hành nhà máy điện hạt nhân ở Việt Nam là hợp lý trong bối

cảnh điện hạt nhân đang trở thành giải pháp thích hợp để thế giới đối mặt với khủng hoảng năng lượng và giảm tải phát thải khí ô nhiễm

- Về hạ tầng cơ sở tương đối đầy đủ cũng như nền công nghiệp điện lực đang trên đà phát triển mạnh mẽ, Việt Nam có thể xây dựng và vận hành thành công các nhà máy điện nguyên tử trong tương lai. Về công nghệ, Việt Nam có nhiều sự lựa chọn, đặc biệt trong thời điểm hiện nay, nền công nghiệp hạt nhân trên thế giới đã gặt hái được nhiều thành tựu to lớn với những bước tiến quan trọng trong việc nghiên cứu và sản xuất ra thế hệ lò phản ứng tiên tiến ngày càng an toàn và hiệu quả.
- Vị trí mà Việt Nam dự định xây dựng nhà máy điện nguyên tử là vị trí đạt được những yêu cầu về an toàn, kinh tế, kỹ thuật theo tiêu chuẩn quốc tế. Với lãnh đạo địa phương, các nhà khoa học, các cán bộ quản lý trong lĩnh vực này của Việt Nam thì thấy họ là những người có trình độ và trách nhiệm cao. Cách tiếp cận lĩnh vực điện nguyên tử với những lộ trình rất chuẩn cũng đã khẳng định năng lực và tiềm năng phát triển điện nguyên tử của Việt Nam.
- Về chính trị : tương đối ổn định

⇒ Để những phát huy có hiệu quả những tiềm năng trên, theo tôi Việt Nam nên sớm thành lập Ủy ban Năng lượng Nguyên tử Quốc gia, xây dựng và hoàn chỉnh bộ Luật về năng lượng nguyên tử nhằm tạo hành lang pháp lý cho mọi hoạt động trong lĩnh vực này.

V.2 Hạn chế : Việt Nam cũng có những khó khăn riêng khi phát triển điện hạt nhân :

- Trước hết là vấn đề nguồn nhân lực có trình độ và kinh nghiệm còn thiếu.
- Thứ hai, cơ sở hạ tầng kỹ thuật và luật pháp còn thấp của chúng ta.
- Thứ ba, năng lực tài chính hạn chế.
- Thứ tư, sự chấp thuận của công chúng còn chưa có các nghiên cứu đầy đủ, đôi khi vẫn còn những thông tin phản đối của một số dân chúng.
- Thứ năm, ý thức chấp hành kỷ cương và văn hoá an toàn nói chung còn chưa cao.

V.3 Địa điểm xây dựng :

Việc chuẩn bị cho phát triển điện hạt nhân ở Việt Nam đã được dự kiến từ những năm của thập kỷ 90. Tuy nhiên do điều kiện kinh tế chính trị chưa thuận lợi nên mới chỉ tạm dừng ở nghiên cứu tổng quan. Công việc chuẩn bị đã được triển khai mạnh mẽ hơn kể từ sau 2002, khi Thủ Tướng chính phủ có ý kiến chỉ đạo lập báo cáo nghiên cứu tiền khả thi. Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi xây dựng nhà máy điện hạt nhân đầu tiên của Việt Nam do Viện năng lượng (Tập đoàn điện lực Việt nam) chủ trì phối hợp cùng một số cơ quan liên quan khác đã hoàn thành và trình Thủ tướng vào tháng 8/2005.

Cuối tháng 4/2008 Viện năng lượng đã được Bộ Công Thương và Tập đoàn điện lực Việt Nam tiếp tục giao nhiệm vụ lập Báo cáo đầu tư xây dựng nhà máy điện hạt nhân tại địa điểm Phước Dinh và Vĩnh Hải- Tỉnh Ninh Thuận, mỗi địa điểm dự kiến xây dựng 02 tổ máy, mỗi tổ máy có công suất 1000MW với tiến độ dự kiến tổ máy đầu tiên sẽ đi vào vận hành năm 2020.

Tổng mức đầu tư khoảng 3.562 triệu USD

Vì sao chúng ta lại chọn Ninh Thuận làm địa điểm tiến hành xây dựng NMDHN??

Ninh Thuận được đánh giá và đề xuất là :

- Có địa hình thuận lợi nhất_ Gần biển có thể xây dựng cảng, vận chuyển nguyên vật liệu, nước cung cấp xây dựng nhà máy và nước làm mát lò.
- Ngoài ra, các tỉnh phía Nam có nhu cầu tiêu thụ điện lớn và thiếu các nhà máy sản xuất điện.
- Ngoài Bắc, sau khi hoàn thành công trình Thủy điện Sơn La có thể đảm bảo đáp ứng khá tốt nhu cầu tiêu thụ điện của khu vực phía Bắc.

⇒Do vậy, **xây dựng Nhà máy điện hạt nhân ở Ninh Thuận sẽ thuận lợi cho việc cung cấp điện ở phía Nam giảm thiểu tiêu hao điện** (Dự kiến khi nhà máy đi vào hoạt động, điện hạt nhân sẽ chiếm tỷ trọng khoảng 6-10% sản lượng điện của cả nước).

Sự khởi đầu là rất quan trọng bởi vì thành công sẽ giúp chúng ta tự tin hơn, còn với bất kỳ trục trặc hoặc gặp sự cố nào đó sẽ làm khó khăn hơn rất nhiều khả năng phát triển trong tương lai của ngành .

⇒Mô hình nhà máy điện hạt nhân có thể sẽ được xây dựng tại tỉnh Ninh Thuận với :

- ✓..... Công suất 1000MWe, theo dự kiến, nó sẽ được vận hành và hoà vào điện lưới quốc gia vào năm 2020.

- ✓..... Mỗi năm, nhà máy điện hạt nhân sẽ sử dụng hết khoảng 27 tấn nhiên liệu Uranium được làm giàu, rồi thải ra khối lượng gần tương đương nhiên liệu chịu phóng xạ, trong đó, gần 26 tấn được gọi là nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng, chỉ có khoảng hơn 900kg sản phẩm phân hạch và hơn 20 kg Actinid được coi là phế liệu có hoạt tính cao thải ra môi trường hàng năm.

⇒ Nếu nhà máy vận hành an toàn, mức độ ô nhiễm ít hơn nhiều so với các nhà máy nhiệt điện.

V.4 Các mô hình sản xuất ĐHN ở Việt Nam :

Mô hình sản xuất ĐHN ở Ninh Thuận : Sản xuất theo công nghệ AP:

- ✓..... Công nghệ AP-1000 xây dựng nhà máy điện hạt nhân có ưu điểm là giá thành điện sản xuất ra từ công nghệ này có giá cả cạnh tranh, giá xây dựng nhà máy không biến động lớn, có thể kiểm soát được.
- ✓..... Hệ thống công nghệ AP-1000 đồng bộ, tập trung do vậy khi vận hành, bảo dưỡng nhà máy đơn giản, không phức tạp, dễ sử dụng và kinh phí chi phí thấp hơn rất nhiều lần so với các nhà máy thế hệ trước.
- ✓..... Kích cỡ của nhà máy điện hạt nhân khi sử dụng công nghệ AP-1000 nhỏ gọn hơn so với nhà máy điện hạt nhân xây dựng bằng công nghệ thế hệ.
- ✓..... Độ lớn công suất của công nghệ AP-1000 chỉ có 1000 MW rất phù hợp với nhiều quốc gia nhất là đối với các quốc gia đang phát triển. Bởi khi xây dựng nhà máy điện hạt nhân công suất quá lớn thì khi có sự cố mất điện sẽ ảnh hưởng lớn đến nhu cầu sử dụng điện của toàn hệ thống quốc gia.

V.5 Xây dựng cơ sở hạ tầng :

Để chỉ đạo việc triển khai thực hiện xây dựng cơ sở hạ tầng cho điện hạt nhân và thực hiện chương trình phát triển điện hạt nhân dài hạn của quốc gia với các tổ máy được lần lượt xây dựng cùng với kế hoạch nội địa hoá và phát triển ngành công nghiệp điện hạt nhân, theo khuyến cáo của IAEA các quốc gia cần thành lập Ban điều hành chương trình điện hạt nhân (Nuclear Energy Program Implementing Organization – NEPIO) hay Ban Chỉ đạo Nhà nước về điện hạt nhân để chỉ đạo tất cả các công việc liên quan ngay từ lúc bắt đầu. Trước mắt, Ban Chỉ đạo sẽ xem xét và quyết định tất cả các vấn đề thuộc về cơ sở hạ tầng cho điện hạt nhân của quốc gia cần phải đạt được ở ba điểm mốc quan trọng trong chương trình phát triển điện hạt nhân:

- **Điểm mốc thứ 1:** Quốc gia đã có đủ điều kiện để đề ra quyết sách về phát triển điện hạt nhân.
- **Điểm mốc thứ 2:** Quốc gia đã có đủ điều kiện để lập hồ sơ mời thầu hoặc chọn đối tác xây dựng nhà máy điện hạt nhân đầu tiên.
- **Điểm mốc thứ 3:** Quốc gia đã có đủ điều kiện để khởi động và vận hành thương mại nhà máy điện hạt nhân đầu tiên.

Các cơ sở hạ tầng này đang được các cơ quan có liên quan chuẩn bị, nhưng còn thiếu một sự chỉ đạo tập trung, quyết liệt để đạt được các điều kiện cho 3 mốc nêu

trên theo lộ trình xây dựng nhà máy điện hạt nhân. Vì vậy việc sớm thành lập Ban chỉ đạo là cần thiết và Ban chỉ đạo sẽ gồm một số tiểu ban quan trọng sau đây:

1. **Tiểu ban về pháp lý và tổ chức:** Chỉ đạo các hoạt động xây dựng và thực hiện các văn bản quy phạm pháp luật trong nước, ký kết và gia nhập các điều ước quốc tế, xây dựng hệ thống tổ chức và quản lý về phát triển và về đảm bảo an toàn cho điện hạt nhân của quốc gia.
2. **Tiểu ban về nhân lực:** Chỉ đạo các hoạt động xây dựng và tổ chức triển khai thực hiện kế hoạch đào tạo phát triển nguồn nhân lực cho điện hạt nhân.
3. **Tiểu ban về công nghệ và an toàn nhà máy điện hạt nhân:** Chỉ đạo các hoạt động xây dựng năng lực nghiên cứu triển khai về điện hạt nhân nhằm đánh giá, lựa chọn, tiếp thu, làm chủ và phát triển công nghệ nhà máy điện hạt nhân; công nghệ phân tích, đánh giá và thanh tra an toàn dự án điện hạt nhân; tư vấn chính sách và biện pháp đảm bảo an ninh cung cấp nhiên liệu, sử dụng tài nguyên uran trong nước cho phát triển điện hạt nhân, đảm bảo an toàn bức xạ, quản lý nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng và quản lý chất thải phóng xạ.
4. **Tiểu ban về môi trường và địa điểm:** Chỉ đạo các hoạt động quan trắc phóng xạ môi trường, đánh giá tác động môi trường của dự án điện hạt nhân và quy hoạch địa điểm xây dựng nhà máy điện hạt nhân cũng như cơ sở chôn cất chất thải phóng xạ hoạt độ thấp và trung bình của quốc gia.
5. **Tiểu ban về thông tin đại chúng:** Chỉ đạo và tổ chức các hoạt động thông tin tuyên truyền về điện hạt nhân để tạo sự ủng hộ của công chúng cho chủ trương phát triển điện hạt nhân của Nhà nước và định kỳ thực hiện công tác điều tra dư luận xã hội đối với chủ trương phát triển điện hạt nhân.
6. **Tiểu ban về an ninh hạt nhân và phòng chống khắc phục sự cố, tai nạn:** Chỉ đạo xây dựng và thực hiện các chương trình về đảm bảo an ninh và bảo vệ thực thể nhà máy điện hạt nhân, các thiết bị hạt nhân khác và nhiên vật liệu hạt nhân, đảm bảo an ninh trong vận chuyển và lưu giữ chất thải phóng xạ; kế hoạch và phương tiện kỹ thuật xử lý sự cố, tai nạn bức xạ và hạt nhân; xây dựng trung tâm ứng phó quốc gia về tình trạng khẩn cấp đối với sự cố, tai nạn bức xạ và hạt nhân.
7. **Tiểu ban về phát triển công nghiệp trong nước:** Chỉ đạo và tổ chức thực hiện đánh giá tiềm năng, xây dựng chính sách, quy hoạch và đầu tư phát triển các ngành công nghiệp trong nước có liên quan để có thể tham gia hiệu quả vào việc thực hiện các dự án xây dựng nhà máy điện hạt nhân ngay từ dự án đầu tiên và từng bước tiến đến hình thành ngành công nghiệp điện hạt nhân Việt Nam trong tương lai.
8. **Tiểu ban về dự án nhà máy điện hạt nhân đầu tiên:** Chỉ đạo các hoạt động chuẩn bị thực hiện dự án xây dựng nhà máy điện hạt nhân đầu tiên tại Phước Dinh và Vĩnh Hải (Ninh Thuận) với 4 tổ máy có công suất là 4000MW (4 x 1000MW); nâng cao năng lực quản lý dự án điện hạt nhân; nghiên cứu các

phương thức đầu tư và thu xếp tài chính cho dự án điện hạt nhân; nâng cao năng lực đàm phán và ký kết hợp đồng; phát triển hệ thống lưới điện quốc gia phù hợp với việc xây dựng nhà máy điện hạt nhân.

PHẦN II

ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Năng lượng mặt trời (NLMT) là nguồn năng lượng mà con người biết sử dụng từ rất sớm, nhưng ứng dụng năng lượng mặt trời vào các công nghệ sản xuất và trên quy mô rộng thì mới chỉ thực sự vào cuối thế kỷ 18 và cũng chủ yếu ở những nước nhiều năng lượng mặt trời, những vùng sa mạc. Từ sau các cuộc khủng hoảng năng lượng thế giới năm 1968 và 1973, năng lượng mặt trời càng được đặc biệt quan tâm. Các nước công nghiệp phát triển đã đi tiên phong trong việc nghiên cứu ứng dụng năng lượng mặt trời. Các ứng dụng năng lượng mặt trời phổ biến hiện nay bao gồm 2 lĩnh vực chủ yếu. Thứ nhất là năng lượng mặt trời được biến đổi trực tiếp thành điện năng nhờ các tế bào quang điện bán dẫn, hay còn gọi là Pin mặt trời, các Pin mặt trời sản xuất ra điện năng một cách liên tục chừng nào còn có bức xạ mặt trời chiếu tới. Lĩnh vực thứ hai đó là sử dụng năng lượng mặt trời dưới dạng nhiệt năng, ở đây, chúng ta dùng các thiết bị thu bức xạ nhiệt mặt trời và tích trữ nó dưới dạng nhiệt năng để dùng vào các mục đích khác nhau.

Việt Nam là nước có tiềm năng về NLMT, trải dài từ vĩ độ 8" Bắc đến 23" Bắc, nằm trong khu vực có cường độ bức xạ mặt trời tương đối cao, với trị số tổng xạ khá lớn từ 100-175 kcal/cm².năm. Do đó việc sử dụng NLMT ở nước ta sẽ đem lại hiệu quả kinh tế lớn. Thiết bị sử dụng năng lượng mặt trời ở Việt Nam hiện nay chủ yếu là hệ thống cung cấp điện dùng pin mặt trời, hệ thống nấu cơm có gương phản xạ, hệ thống cung cấp nước nóng, chưng cất nước dùng NLMT, dùng NLMT chạy các động cơ nhiệt (động cơ Stirling), và ứng dụng NLMT để làm lạnh là đề tài hấp dẫn có tính thời sự đã và đang được nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước nghiên cứu.



CHƯƠNG 3

PIN MẶT TRỜI

Pin mặt trời là phương pháp sản xuất điện trực tiếp từ năng lượng mặt trời qua thiết bị biến đổi quang điện. Pin mặt trời có ưu điểm là gọn nhẹ có thể lắp bất kỳ ở đâu có ánh sáng mặt trời, đặc biệt là trong lĩnh vực tàu vũ trụ. Ứng dụng năng lượng mặt trời dưới dạng này được phát triển với tốc độ rất nhanh, nhất là ở các nước phát triển. Ngày nay con người đã ứng dụng pin mặt trời trong lĩnh vực hàng không vũ trụ, để chạy xe và trong sinh hoạt thay thế dần nguồn năng lượng truyền thống.

3.1. CẤU TẠO VÀ HOẠT ĐỘNG CỦA PIN MẶT TRỜI

Pin mặt trời làm việc theo nguyên lý là biến đổi trực tiếp năng lượng bức xạ mặt trời thành điện năng nhờ hiệu ứng quang điện.

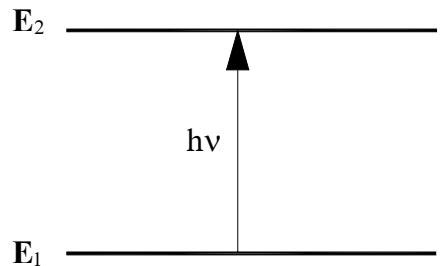
3.1.1. Hiệu ứng quang điện

Hiệu ứng quang điện được phát hiện đầu tiên năm 1839 bởi nhà vật lý Pháp Alexandre Edmond Becquerel. Tuy nhiên cho đến 1883 một pin năng lượng mới được tạo thành, bởi Charles Fritts, ông phủ lên mạch bán dẫn selen một lớp cực mỏng vàng để tạo nên mạch nối. Thiết bị chỉ có hiệu suất 1%, Russell Ohl xem là người tạo ra pin năng lượng mặt trời đầu tiên năm 1946. Sau đó Sven Ason Berglund đã có các phương pháp liên quan đến việc tăng khả năng cảm nhận ánh sáng của pin.

Xét một hệ hai mức năng lượng điện tử (hình 3.1) $E_1 < E_2$, bình thường điện tử chiếm mức năng lượng thấp hơn E_1 . Khi nhận bức xạ mặt trời, lượng tử ánh sáng photon có năng lượng $h\nu$ (trong đó h là hằng số Planck, ν là tần số ánh sáng) bị điện tử hấp thụ và chuyển lên mức năng lượng E_2 . Ta có phương trình cân bằng năng lượng:

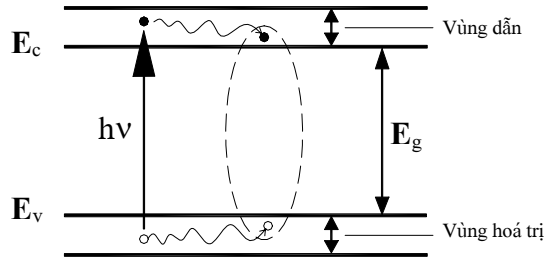
$$h\nu = E_2 - E_1 \quad (3.1)$$

Trong các vật thể rắn, do tương tác rất mạnh của mạng tinh thể lên điện tử vòng ngoài, nên các mức năng lượng của nó bị tách ra nhiều mức năng lượng sát nhau và tạo thành các **vùng năng lượng** (hình 3.2). Vùng năng lượng thấp bị các điện tử chiếm đầy khi ở trạng thái cân bằng gọi là **vùng hoá trị**, mà mặt trên của nó có mức năng



Hình 3.1. Hệ 2 mức năng lượng

lượng E_v . Vùng năng lượng phía trên tiếp đó hoàn toàn trống hoặc chỉ bị chiếm một phần gọi là **vùng dẫn**, mặt dưới của vùng có năng lượng là E_c . Cách ly giữa 2 vùng hóa trị và vùng dẫn là một vùng cấm có độ rộng với năng lượng là E_g , trong đó không có mức năng lượng cho phép nào của điện tử.



Hình 3.2 Các vùng năng lượng

Khi nhận bức xạ mặt trời, photon có năng lượng $h\nu$ tới hệ thống và bị điện tử ở vùng hoá trị thấp hấp thụ và nó có thể chuyển lên vùng dẫn để

trở thành điện tử tự do e^- , để lại ở vùng hoá trị một lỗ trống có thể coi như hạt mang điện dương, ký hiệu là h^+ . Lỗ trống này có thể di chuyển và tham gia vào quá trình dẫn điện.

Hiệu ứng lượng tử của quá trình hấp thụ photon có thể mô tả bằng phương trình:



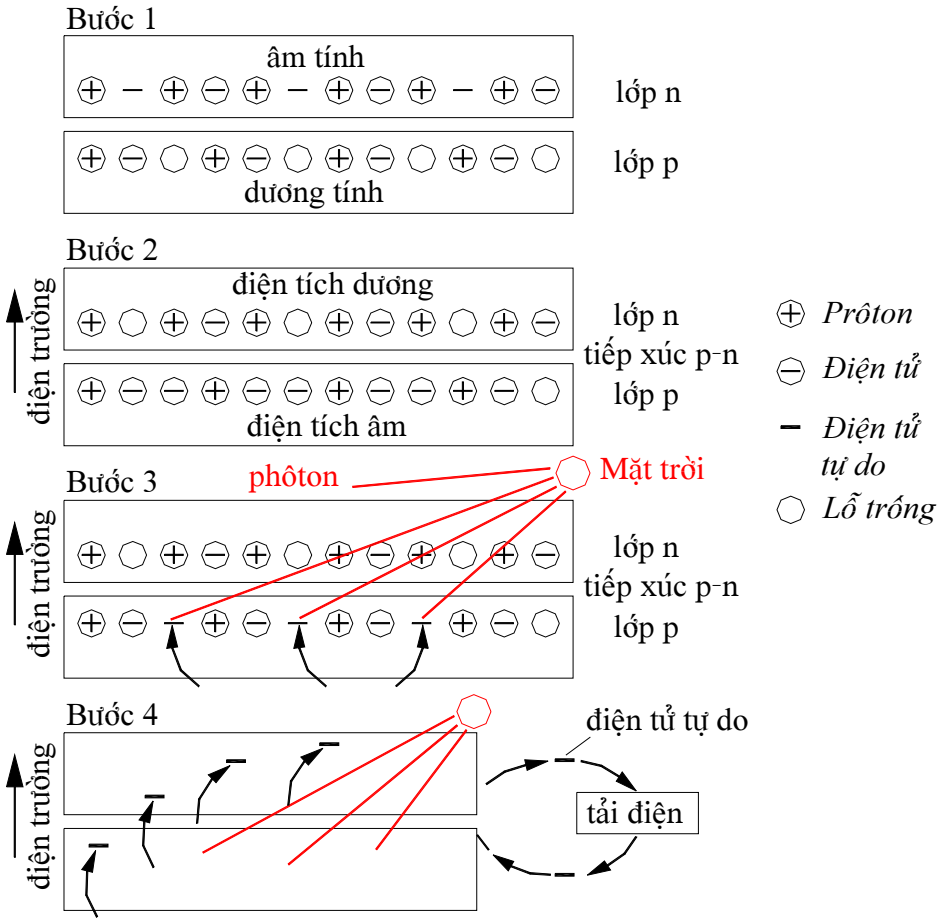
Điều kiện để điện tử có thể hấp thụ năng lượng của photon và chuyển từ vùng hoá trị lên vùng dẫn, tạo ra cặp điện tử - lỗ trống là $h\nu = hc/\lambda \geq E_g = E_c - E_v$. Từ đó có thể tính được bước sóng tối hạn λ_c của ánh sáng để có thể tạo ra cặp $e^- - h^+$:

$$\lambda_c = \frac{hc}{E_c - E_v} = \frac{hc}{E_g} = \frac{1,24}{E_g}, [\mu\text{m}] \quad (3.3)$$

Trong thực tế các hạt dẫn bị kích thích e^- và h^+ đều tự phát tham gia vào quá trình phục hồi, chuyển động đến mặt của các vùng năng lượng: điện tử e^- giải phóng năng lượng để chuyển đến mặt của vùng dẫn E_c , còn lỗ trống h^+ chuyển đến mặt của E_v , quá trình phục hồi chỉ xảy ra trong khoảng thời gian rất ngắn $10^{-12} \div 10^{-1}$ giây và gây

ra dao động mạnh (photon). Năng lượng bị tổn hao do quá trình phục hồi sẽ là $E_{ph} = hv - E_g$.

Tóm lại khi vật rắn nhận tia bức xạ mặt trời, điện tử ở vùng hoá trị hấp thụ năng lượng photon hv và chuyển lên vùng dẫn tạo ra cặp hạt dẫn điện tử - lỗ trống $e^- - h^+$, tức là đã tạo ra một điện thế. Hiện tượng đó gọi là *hiệu ứng quang điện bên trong*.



Hình 3.3 Nguyên lý hoạt động của pin mặt trời

3.1.2. Hiệu suất của quá trình biến đổi quang điện

Ta có thể xác định hiệu suất giới hạn về mặt lý thuyết η của quá trình biến đổi quang điện của hệ thống 2 mức như sau:

$$\eta = \frac{E_g \int_0^{\lambda_c} J_o(\lambda) d\lambda}{\int_0^{\infty} J_o(\lambda) \left[\frac{hc}{\lambda} \right] d\lambda} \quad (3.4)$$

Trong đó:

$J_o(\lambda)$ là mật độ photon có bước λ

$J_o(\lambda)d\lambda$ là tổng số photon tới có bước sóng trong khoảng $\lambda \div \lambda + d\lambda$

hc/λ là năng lượng của photon

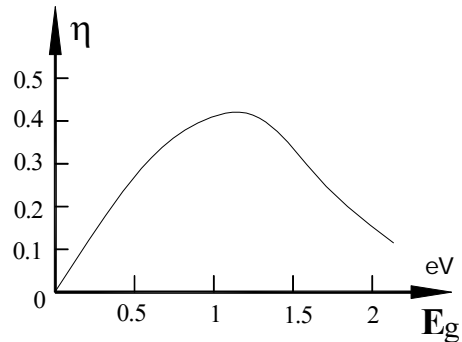
$$E_g = \int_0^{\lambda_c} J_o(\lambda) d\lambda \quad \text{là năng}$$

lượng hữu ích mà điện tử hấp thụ của photon trong quá trình quang điện,

$$\int_0^{\infty} J_o(\lambda) \left[\frac{hc}{\lambda} \right] d\lambda \quad \text{là tổng}$$

năng lượng của các photon tới hệ.

Như vậy hiệu suất η là một hàm của E_g (hình 3.4).



Hình 3.4. Quan hệ $\eta(E_g)$

Bằng tính toán lý thuyết đối với chất bán dẫn Silicon thì hiệu suất $\eta \leq 0,44$.

3.1.3. Cấu tạo pin mặt trời

Hiện nay vật liệu chủ yếu cho pin mặt trời là các silic tinh thể. Pin mặt trời từ tinh thể silic chia ra thành 3 loại:

- Một tinh thể hay đơn tinh thể module sản xuất dựa trên quá trình Czochralski. đơn tinh thể loại này có hiệu suất tới 16%. Chúng thường rất đắt tiền do được cắt từ các thỏi hình ống, các tấm đơn thể này có các mặt trống ở góc nối các module.
- Đa tinh thể làm từ các thỏi đúc-đúc từ silic nung chảy cẩn thận được làm nguội và làm rắn. Các pin này thường rẻ hơn các đơn tinh thể, tuy nhiên hiệu suất kém hơn. Tuy nhiên chúng có thể tạo thành các tấm vuông che phủ bề mặt nhiều hơn đơn tinh thể bù lại cho hiệu suất thấp của nó.
- Dải silic tạo từ các miếng phim mỏng từ silic nóng chảy và có cấu trúc đa tinh thể. Loại này thường có hiệu suất thấp nhất, tuy nhiên loại này rẻ nhất trong các loại vì không cần phải cắt từ thỏi silicon.



Hình 3.5. Pin mặt trời

Một lớp tiếp xúc bán dẫn **pn** có khả năng biến đổi trực tiếp năng lượng bức xạ mặt trời thành điện năng nhờ hiệu ứng quang điện bên trong gọi là pin mặt trời. Pin mặt trời được sản xuất và ứng dụng phổ biến hiện nay là các pin mặt trời được chế tạo từ vật liệu tinh thể bán dẫn silicon (Si) có hoá trị 4. Từ tinh thể Si tinh khiết, để có vật liệu tinh thể bán dẫn Si loại **n**, người ta pha tạp chất donor là photpho có hoá trị 5. Còn có thể có vật liệu bán dẫn tinh thể loại **p** thì tạp chất acceptor được dùng để pha vào Si là Bo có hoá trị 3. Đối với pin mặt trời từ vật liệu tinh thể Si khi bức xạ mặt trời chiếu đến thì hiệu điện thế hở mạch giữa 2 cực khoảng 0,55V và dòng điện đoản mạch của nó

khi bức xạ mặt trời có cường độ 1000W/m^2 vào khoảng $25 \div 30 \text{ mA/cm}^2$.

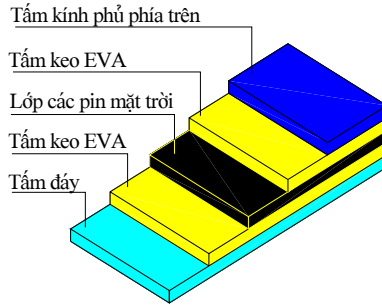
Hiện nay người ta đã chế tạo pin mặt trời bằng vật liệu Si vô định hình (a-Si). So với pin mặt trời tinh thể Si thì pin mặt trời a-Si giá thành rẻ hơn nhưng hiệu suất thấp hơn và kém ổn định.

Ngoài Si, hiện nay người ta đang nghiên cứu và thử nghiệm các loại vật liệu khác có nhiều triển vọng như Sunfit cadmi-đồng (CuCds), galium-arsenit (GaAs) ...

Công nghệ chế tạo pin mặt trời gồm nhiều công đoạn khác nhau, ví dụ để chế tạo pin mặt trời từ Silicon đa tinh thể cần qua các công đoạn như hình 3.6 cuối cùng ta được module.



Hình 3.6. Quá trình tạo module



Hình 3.7. Cấu tạo module

3.2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI

Hệ thống điện mặt trời là một hệ thống bao gồm một số các thành phần như; các tấm pin mặt trời (máy phát điện), các tải tiêu thụ điện, các thiết bị tích trữ năng lượng và các thiết bị điều phối năng lượng,...

Thiết kế một hệ thống điện mặt trời là xây dựng một quan hệ tương thích giữa các thành phần của hệ về mặt định tính và định lượng, để đảm bảo một sự truyền tải năng lượng hiệu quả cao từ máy phát - pin mặt trời đến các tải tiêu thụ.

Không như các hệ năng lượng khác, "nhiên liệu" của máy phát điện là bức xạ mặt trời, nó luôn thay đổi phức tạp theo thời gian, theo địa phương và phụ thuộc vào các điều kiện khí hậu, thời tiết,...



Hình 3.8. Hệ thống pin mặt trời.

nên với cùng một tải điện yêu cầu, có

thể có một số thiết kế khác nhau tùy theo các thông số riêng của hệ. Vì vậy, nói chung không nên áp dụng các hệ thiết kế "mẫu" dùng cho tất cả hệ thống điện mặt trời.

Thiết kế một hệ thống điện mặt trời bao gồm nhiều công đoạn, từ việc lựa chọn sơ đồ khối, tính toán dung lượng dàn pin mặt trời và bộ acquy, thiết kế các thiết bị điện tử điều phối như các bộ điều khiển, đổi điện,... đến việc tính toán lắp đặt các hệ giá đỡ pin mặt trời, hệ định hướng dàn pin mặt trời theo vị trí mặt trời, nhà xưởng đặt thiết bị, acquy,... Trong tài liệu này chúng tôi chỉ giới thiệu những công đoạn quan trọng nhất như lựa chọn sơ đồ khối, tính toán dung lượng dàn pin mặt trời, dung lượng acquy và lắp đặt hệ thống.

Trong hai thành phần được quan tâm ở đây - dàn pin mặt trời và bộ acquy - là hai thành phần chính của hệ thống và chiếm một tỷ trọng lớn nhất trong chi phí cho một hệ thống điện mặt trời. Cùng một phụ tải tiêu thụ, có nhiều phương án lựa chọn hệ thống điện mặt trời trong đó giữa dung lượng dàn pin mặt trời và bộ acquy có quan hệ tương hỗ sau:

- Tăng dung lượng acquy thì giảm được dung lượng dàn pin mặt trời;
- Tăng dung lượng dàn pin mặt trời, giảm được dung lượng acquy.

Tuy nhiên, nếu lựa chọn dung lượng dàn pin mặt trời quá nhỏ, thì acquy sẽ bị phóng kiệt hoặc luôn luôn bị "đói", dẫn đến hư hỏng. Ngược lại nếu dung lượng dàn pin mặt trời quá lớn sẽ gây ra lãng phí lớn. Do vậy phải lựa chọn thích hợp để hệ thống hoạt động có hiệu quả nhất.

Trong thực tế có những hệ thống điện mặt trời nằm trong những tổ hợp hệ thống năng lượng, gồm hệ thống điện mặt trời, máy phát điện gió, máy phát diesel,... Trong hệ thống đó, điện năng từ hệ thống điện mặt trời được "hòa" vào lưới điện chung của tổ hợp hệ thống.

3.2.1. Các thông số cần thiết để thiết kế hệ thống điện mặt trời

Để thiết kế, tính toán một hệ thống điện mặt trời trước hết cần một số thông số chính sau đây:

- Các yêu cầu và các đặc trưng của phụ tải;
- Vị trí lắp đặt hệ thống.

Yêu cầu và các đặc trưng của phụ tải

Đối với các phụ tải, cần phải biết các thông số sau:

- Gồm bao nhiêu thiết bị, các đặc trưng điện của mỗi thiết bị như công suất tiêu thụ, hiệu điện thế và tần số làm việc, hiệu suất của các thiết bị điện,...
- Thời gian làm việc của mỗi thiết bị bao gồm thời gian biểu và quãng thời gian trong ngày, trong tuần, trong tháng,...
- Thứ tự ưu tiên của các thiết bị. Thiết bị nào cần phải hoạt động liên tục và yêu cầu độ ổn định cao, thiết bị nào có thể ngừng tạm thời.

Các thông số trên trước hết cần thiết cho việc lựa chọn sơ đồ khối. Ví dụ nếu tải làm việc vào ban đêm thì hệ cần phải có thành phần tích trữ năng lượng, tải làm việc với điện xoay chiều hiệu điện thế cao thì cần dùng các bộ đổi điện. Ngoài ra các thông số này cũng chính là cơ sở để tính toán định lượng dung lượng của hệ thống.

Vị trí lắp đặt hệ thống

Yêu cầu này xuất phát từ việc thu nhập các số liệu về bức xạ mặt trời và các số liệu thời tiết khí hậu khác. Như đã trình bày, bức xạ mặt trời phụ thuộc vào từng địa điểm trên mặt đất và các điều kiện tự nhiên của địa điểm đó. Các số liệu về bức xạ mặt trời và khí hậu, thời tiết được các trạm khí tượng ghi lại và xử lý trong các khoảng thời gian rất dài, hàng chục, có khi hàng trăm năm. Vì các thông số này biến đổi rất phức tạp, nên với mục đích thiết kế đúng hệ thống điện mặt trời cần phải lấy số liệu ở các trạm khí tượng đã hoạt động trên mười năm. Cường độ bức xạ mặt trời tại một điểm bất kỳ trên trái đất chúng ta có thể xác định theo mục 2.2. Khi thiết kế hệ thống điện mặt

trời, rõ ràng để cho hệ có thể cung cấp đủ năng lượng cho tải trong suốt cả năm, ta phải chọn giá trị cường độ tổng xạ của tháng thấp nhất trong năm làm cơ sở. Tất nhiên khi đó, ở các tháng mùa hè năng lượng của hệ sẽ dư thừa và có thể gây lãng phí lớn nếu không dùng thêm các tải phụ. Ta không thể dùng các bộ tích trữ năng lượng như acquy để tích trữ điện năng trong các tháng mùa hè để dùng trong các tháng mùa đông vì không kinh tế. Để giải quyết vấn đề trên người ta có thể dùng thêm một nguồn điện dự phòng (ví dụ máy phát diezen, máy nổ) cấp điện thêm cho những tháng có cường độ bức xạ mặt trời thấp hoặc sử dụng công nghệ nguồn tổ hợp (hybrid system technology). Trong trường hợp này có thể chọn cường độ bức xạ trung bình trong năm để tính toán và do đó giảm được dung lượng dàn pin mặt trời.

Ngoài ra còn một thông số khác liên quan đến bức xạ mặt trời là số ngày không có nắng trung bình trong năm. Nếu không tính đến thông số này, vào mùa mưa, có thể có một số ngày không có nắng, acquy sẽ bị kiệt và tải phải ngừng hoạt động. Muốn cho tải có thể làm việc liên tục trong các ngày không có nắng cần phải tăng thêm dung lượng acquy dự trữ điện năng

Vị trí lắp đặt hệ thống điện mặt trời còn dùng để xác định góc nghiêng của dàn pin mặt trời sao cho khi đặt cố định hệ thống có thể nhận được tổng cường độ bức xạ lớn nhất.

Nếu gọi β là góc nghiêng của dàn pin mặt trời so với mặt phẳng ngang (hình 3.9), thì thông thường ta chọn

$$\beta = \varphi \pm 10^\circ$$



Hình 3.9. Góc nghiêng β của hệ thống

với φ là vĩ độ nơi lắp đặt. Còn hướng, nếu ở bán cầu Nam thì quay về hướng Bắc, nếu ở bán cầu Bắc thì quay về hướng Nam.

Ngoài ra việc đặt nghiêng dàn pin còn có một ý nghĩa khác đó là khả năng tự làm sạch. Khi có mưa, do mặt dàn pin nghiêng nên nước mưa sẽ tẩy rửa bụi bẩn bám trên mặt pin, làm tăng khả năng hấp thụ bức xạ mặt trời của dàn pin.

Ở các vị trí lắp đặt khác nhau, nhiệt độ môi trường cũng khác nhau và do đó nhiệt độ làm việc của pin mặt trời cũng khác nhau. Thông thường nhiệt độ làm việc của pin mặt trời cao hơn nhiệt độ môi trường ($20 \div 25^{\circ}\text{C}$) và tùy thuộc vào tốc độ gió. Vì khi nhiệt độ tăng, hiệu suất của module pin Mặt trời η_M giảm và có thể biểu diễn bằng quan hệ sau:

$$\eta_M(T) = \eta_M(T_C) \cdot \{1 + P_C \cdot (T - T_C)\} \quad (3.5)$$

ở đây : $\eta_M(T)$ là hiệu suất của module ở nhiệt độ T;

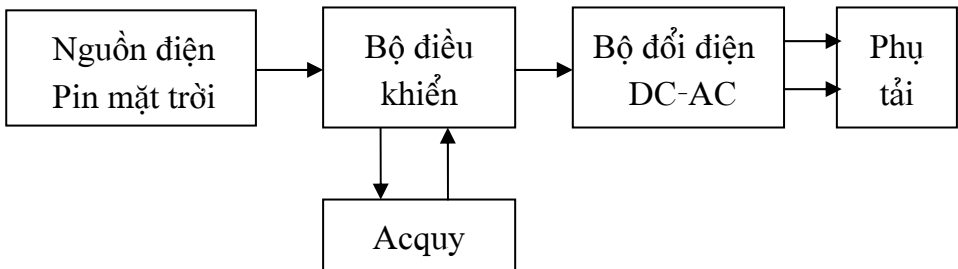
$\eta_M(T_C)$ là hiệu suất của module ở nhiệt độ chuẩn $T_C = 25^{\circ}\text{C}$;

P_C là hệ số nhiệt độ của module. Trong tính toán thực tế thường lấy giá trị gần đúng bằng $P_C = -0,005/^{\circ}\text{C}$.

3.2.2. Các bước thiết kế hệ thống điện mặt trời

3.2.2.1. Lựa chọn sơ đồ khối

Từ sự phân tích các yêu cầu và các đặc trưng của các phụ tải điện ta sẽ chọn một sơ đồ khối thích hợp. Hình 3.10 là sơ đồ khối thường dùng đối với các hệ thống điện mặt trời.



Hình 3.10. Sơ đồ khối hệ thống điện mặt trời

Các khối đưa vào trong hệ thống đều gây ra tổn hao năng lượng. Vì vậy cần lựa chọn sơ đồ khối sao cho số khối hay thành phần trong hệ là ít nhất. Ví dụ, nếu tải là các thiết bị 12 VDC (đèn 12 VDC, radio, TV đen trắng có ổ cắm điện 12 VDC,... thì không nên dùng bộ biến đổi điện.

3.3.2. Tính toán hệ nguồn điện pin mặt trời

Có nhiều phương pháp tính toán, thiết kế hệ nguồn điện pin mặt trời. Ở đây chỉ nêu một phương pháp thông dụng nhất chủ yếu dựa trên sự cân bằng điện năng trung bình hàng ngày. Theo phương pháp này, các tính toán hệ nguồn có thể được tiến hành qua nhiều bước theo thứ tự sau.

1- Tính phụ tải điện yêu cầu

Phụ tải điện có thể tính theo hàng ngày và sau đó có thể tính theo tháng hoặc năm.

Giả sử hệ cần cấp điện cho các tải T_1, T_2, T_3, \dots có các công suất tiêu thụ tương ứng P_1, P_2, P_3, \dots và thời gian làm việc hàng ngày của chúng là $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots$

Tổng điện năng phải cấp hàng ngày cho các tải bằng tổng tất cả điện năng của các tải:

$$E_{ng} = P_1\tau_1 + P_2\tau_2 + P_3\tau_3 + \dots = \sum_{i=1}^n P_i\tau_i \quad (3.6)$$

Từ E_{ng} nếu nhân với số ngày trong tháng hoặc trong năm ta sẽ tính được nhu cầu điện năng trong các tháng hoặc cả năm.

2- Tính năng lượng điện mặt trời cần thiết $E_{cấp}$

Năng lượng điện hàng ngày cần pin mặt trời cần phải cấp cho hệ, $E_{cấp}$ được xác định theo công thức:

$$E_{cấp} = \frac{E_{ng}}{\eta} \quad (3.7)$$

Trong đó
$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \dots \eta_n = \prod_{i=1}^n \eta_i \quad (3.8)$$

với η_1 = hiệu suất của thành phần thứ nhất, ví dụ bộ biến đổi điện;
 η_2 = hiệu suất của thành phần thứ hai, ví dụ bộ điều khiển;
 η_3 = hiệu suất nạp/ phóng điện của bộ acquy, v.v...

3- Tính công suất dàn pin mặt trời W_p (Peak Watt)

Công suất dàn pin mặt trời thường được tính ra công suất đỉnh hay cực đại (Peak Watt, kí hiệu là W_p), tức là công suất mà dàn pin phát ra ở điều kiện chuẩn:

$$E_0 = 1000 \text{ W/m}^2 \text{ và ở nhiệt độ chuẩn } T_0 = 25^\circ\text{C}.$$

Ta tính cho trường hợp dàn pin mặt trời phải đảm bảo đủ năng lượng cho tải liên tục cả năm. Khi đó cường độ bức xạ mặt trời dùng để tính phải là cường độ bức xạ hàng ngày trung bình của tháng thấp nhất trong năm.

Nếu gọi $E_{\beta\Sigma}$ tổng cường độ bức xạ trên mặt phẳng đặt nghiêng một góc β so với mặt phẳng ngang được tính theo mục 2.2. Thì công suất dàn pin mặt trời tính ra Peak Watt (W_p) sẽ là:

$$E_{(WP)} = \frac{E_{\text{cấp}} \cdot 1000 \text{ Wh} / \text{m}^2}{E_{\beta\Sigma}}, [W_P] \quad (3.9)$$

trong đó cường độ tổng xạ trên mặt nghiêng $E_{\beta\Sigma}$ tính theo Wh/m^2 . ngày và ta đã đặt cường độ tổng xạ chuẩn $E_0 = 1000 \text{ W}/\text{m}^2$.

Dung lượng dàn pin mặt trời $E_{(WP)}$ tính theo công thức trên chỉ đủ cấp cho tải ở nhiệt độ chuẩn $T_0 = 25^\circ\text{C}$. Khi làm việc ngoài trời, do nhiệt độ của các pin mặt trời cao hơn nhiệt độ chuẩn, nên hiệu suất biến đổi quang điện của pin và modun pin mặt trời bị giảm. Để hệ thống làm việc bình thường ta phải tăng dung lượng tấm pin lên. Gọi dung lượng của dàn pin có kể đến hiệu ứng nhiệt độ là $E_{(WP, T)}$ thì

$$E_{(WP, T)} = \frac{E_{(WP)}}{\eta_m(T)}, [W_P] \quad (3.10)$$

trong đó $\eta_m(T)$ là hiệu suất của module ở nhiệt độ T

Trong thực tế để thiết kế dàn pin mặt trời có công suất phù hợp với phụ tải còn phụ thuộc rất nhiều yếu tố cụ thể. Do vậy ngoài $E_{(WP,T)}$ được tính theo công thức trên còn phải dựa nhiều vào kinh nghiệm của người thiết kế.

4- Tính số modul mắc song song và nối tiếp

Trước hết cần lựa chọn loại modul thích hợp có các đặc trưng cơ bản là:

- Thế làm việc tối ưu V_{md} ;
- Dòng điện làm việc tối ưu I_{md} ;
- Công suất đỉnh P_{md} .

Số modul cần phải dùng cho hệ thống được tính từ tỷ số:

$$N = \frac{E_{(WP,T)}}{P_{md}} \quad \text{với} \quad N = N_{nt} \cdot N_{ss}. \quad (3.11)$$

N_{nt} là số modul mắc nối tiếp trong mỗi dãy được xác định từ điện thế yêu cầu của hệ V:

$$N_{nt} = \frac{V}{V_{md}} \quad (3.12)$$

N_{ss} là số dãy modul ghép song song được xác định từ dòng điện toàn phần của hệ I:

$$N_{ss} = \frac{I}{I_{md}} \quad (3.13)$$

Trong tính toán ở trên, ta đã bỏ qua điện trở dây nối, sự hao phí năng lượng do bụi phủ trên dàn pin mặt trời,... Nếu cần phải tính đến các hao phí đó, người ta thường đưa vào một hệ số K và dung lượng dàn pin mặt trời khi đó sẽ là:

$$K \cdot E_{(WP,T)} \quad (3.14)$$

Với K được chọn trong khoảng (1 ÷ 1,2) tùy theo các điều kiện thực tế, và thường được gọi là các hệ số an toàn của hệ.

5- Dung lượng của bộ acquy tính theo ampe-giờ, Ah

Dung lượng của Bộ acquy tính ra Ah phụ thuộc vào hiệu điện thế làm việc của hệ V, số ngày cần dự trữ năng lượng (số ngày không có nắng) D, hiệu suất nạp phóng điện của acquy η_b , độ sâu phóng điện thích hợp DOS (khoảng $0,6 \div 0,7$) và được tính theo công thức sau:

$$C = \frac{E_{out} \cdot D}{Vx\eta_b \cdot DOS}, \text{ [Ah]} \quad (3.15)$$

Nếu V là hiệu điện thế làm việc của hệ thống nguồn, còn v là hiệu điện thế của mỗi bình acquy, thì số bình mắc nối tiếp trong bộ là:

$$n_{nt} = \frac{V}{v} \quad (3.16)$$

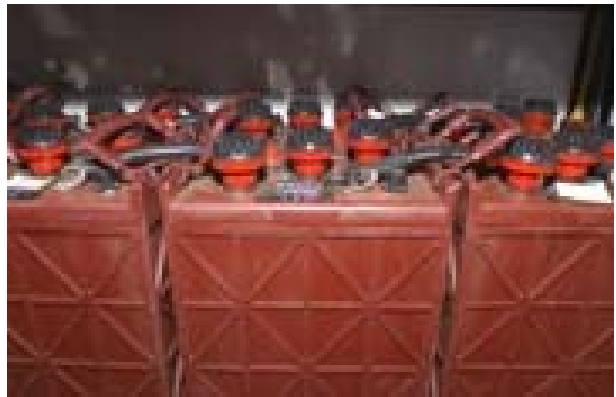
Số dãy bình mắc song song là:

$$n_{ss} = \frac{C}{C_b} \quad (3.17)$$

trong đó mỗi bình có dung lượng C_b tính ra Ah. Tổng số bình acquy được xác định như sau:

$$n = \frac{C}{C_b} \cdot \frac{V}{v} \quad (3.18)$$

Trong công thức trên D là số ngày dự phòng không có nắng được lựa chọn dựa trên số liệu khí tượng về số ngày không có nắng trung bình trong tháng đã nói ở trên và vào yêu cầu thực tế của tải tiêu thụ. Tuy nhiên không nên chọn D quá lớn,



Hình 3.11. Bộ acquy

ví dụ > 10 ngày, vì khi đó dung lượng acquy sẽ rất lớn, vừa tốn kém về chi phí, lại vừa làm cho acquy không khi nào được nạp đầy, gây hư hỏng cho acquy. Thông thường D được chọn trong khoảng từ 3 đến 10 ngày.

3.2.2.2. Các bộ điều phối năng lượng

Trong hệ nguồn pin mặt trời tổng quát được cho trong sơ đồ khối hình 3.10. Các bộ điều phối năng lượng gồm có Bộ điều khiển quá trình nạp - phóng điện cho acquy và bộ biến đổi điện DC-AC. Để thiết kế, chế tạo và lắp đặt các bộ điều phối này cần xác định một số thông số cơ bản dưới đây.

Bộ điều khiển nạp - phóng điện

Bộ điều khiển là một thiết bị điện tử có chức năng kiểm soát tự động các quá trình nạp và phóng điện của bộ acquy. Bộ điều khiển theo dõi trạng thái của acquy thông qua hiệu điện thế trên các điện cực của nó.



Hình 3.12. Bộ điều khiển nạp phóng

Các thông số kỹ thuật chính dưới đây cần phải được quan tâm.

- Ngưỡng điện thế cắt trên V_{max} :

Ngưỡng điện thế cắt trên V_{max} là giá trị hiệu điện thế trên hai cực của bộ acquy đã được nạp điện đầy, dung lượng đạt 100%. Khi đó nếu tiếp tục nạp điện cho acquy thì acquy sẽ bị quá đầy, dung dịch acquy sẽ bị sôi dẫn đến sự bay hơi nước và làm hư hỏng các bản cực. Vì vậy khi có dấu hiệu acquy đã được nạp đầy, hiệu điện thế trên các cực bộ acquy đạt đến $V = V_{max}$, thì bộ điều khiển sẽ tự động cắt hoặc hạn chế dòng nạp điện từ dàn pin mặt trời. Sau đó khi hiệu điện thế bộ acquy

giảm xuống dưới giá trị ngưỡng, bộ điều khiển lại tự động đóng mạch nạp lại.

- *Ngưỡng cắt dưới V_{\min} :*

Ngưỡng cắt dưới V_{\min} là giá trị hiệu điện thế trên hai cực bộ acquy khi acquy đã phóng điện đến giá trị cận dưới của dung lượng acquy (ví dụ, đối với acquy chì-axit, khi trong acquy chỉ còn lại 30% dung lượng). Nếu tiếp tục sử dụng acquy thì nó sẽ bị phóng điện *quá kiệt*, dẫn đến hư hỏng acquy. Vì vậy, khi bộ điều khiển nhận thấy hiệu điện thế bộ acquy $V \leq V_{\min}$ thì nó sẽ tự động cắt mạch tải tiêu thụ. Sau đó nếu hiệu điện thế bộ acquy tăng lên trên giá trị ngưỡng, bộ điều khiển lại tự động đóng mạch nạp lại.

Đối với acquy chì-axit, hiệu điện thế chuẩn trên các cực của một bình là $V = 12$ V, thì thông thường người ta chọn $V_{\max} = (14,0 \div 14,5)$ V, còn $V_{\min} = (10,5 \div 11,0)$ V.

- Điện thế trễ ΔV : là giá trị khoảng hiệu điện thế là hiệu số của các giá trị điện thế cắt trên hay cắt dưới và điện thế đóng mạch lại của Bộ điều khiển, tức là:

$$\Delta V = V_{\max} - V_d \text{ hay } \Delta V = V_{\min} - V_d$$

với V_d là giá trị điện thế đóng mạch trở lại của bộ điều khiển. Thông thường ΔV khoảng $1 \div 2$ V.

- *Công suất P của bộ điều khiển:* thông thường nằm trong dải:

$$1,3 P_L \leq P \leq 2 P_L$$

trong đó P_L là tổng công suất các tải có trong hệ nguồn, $P_L = \sum P_i$, $i = 1, 2, \dots$

- *Hiệu suất của bộ điều khiển* phải càng cao càng tốt, ít nhất cũng phải đạt giá trị lớn hơn 85%.

Bộ biến đổi điện DC-AC

Bộ biến đổi điện có chức năng biến đổi dòng điện một chiều (DC) từ dàn pin mặt trời hoặc từ bộ acquy thành dòng điện xoay chiều (AC). Các thông số kỹ thuật chính cần quan tâm bao gồm:

- Thế vào V_{in} một chiều;
- Thế ra V_{out} xoay chiều;
- Tần số và dạng dao động điện;
- Công suất yêu cầu cũng được xác định như đối với bộ điều khiển, nhưng ở đây chỉ tính các tải của riêng bộ biến đổi điện;

- Hiệu suất biến đổi η phải đạt yêu cầu $\eta \geq 85\%$ đối với trường hợp sóng điện xoay chiều có dạng vuông góc hay biến điệu và $\eta \geq 75\%$ đối với bộ biến đổi có sóng điện ra hình sin. Việc dùng bộ biến đổi điện có tín hiệu ra dạng xung vuông, biến điệu hay hình sin lại phụ

thuộc vào tải tiêu thụ. Nếu tải chỉ là ti vi, radio, tăng âm,... thì chỉ cần dùng loại sóng ra dạng xung vuông hay biến điệu.

Nhưng nếu tải

là các động cơ điện, quạt điện,... tức là những thiết bị có cuộn cảm thì phải dùng các bộ biến đổi có sóng ra dạng sin.

Vì hiệu điện thế trong hệ nguồn điện pin mặt trời thay đổi theo cường độ bức xạ và trạng thái nạp của acquy, nên các điện thế vào và ra của bộ điều khiển cũng như bộ biến đổi điện phải được thiết kế trong một khoảng dao động khá rộng nào đó. Ví dụ đối với hệ nguồn làm việc với điện thế $V = 12V$ thì bộ điều khiển và bộ đổi điện phải làm việc được trong dải điện thế từ $V_{min} = 10 V$ đến $V_{max} = 15 V$.

Để có thể dễ dàng kiểm tra, theo dõi quá trình hoạt động của hệ nói chung và của từng thành phần nói riêng cần phải lắp đặt thêm các bộ chỉ thị như:



Hình 3.13. Bộ chuyển đổi

- Chỉ thị điện thế ra, dòng ra của tấm pin mặt trời;
- Chỉ thị dòng và điện thế nạp acquy;
- Chỉ thị dòng và điện thế cấp cho tải;
- Chỉ thị mức độ nạp hoặc phóng điện cho acquy;
- Chỉ thị nhiệt độ của tấm pin mặt trời, của acquy hoặc của các thành phần khác trong hệ thống.

Nhờ các chỉ thị này ta có thể nhanh chóng xác định được trạng thái làm việc của hệ, giúp tìm các hư hỏng trong hệ một cách dễ dàng hơn. Không nhất thiết phải lắp đặt tất cả các chỉ thị trên mà có thể chỉ cần một số chỉ thị quan trọng nhất tùy thuộc đặc điểm của hệ nguồn

Để bảo vệ dàn pin mặt trời khỏi các hư hỏng trong các trường hợp một hoặc một vài pin hay modun trong dàn pin bị hư hỏng, bị bóng che, bị bụi bẩn bao phủ,... người ta dùng các diot bảo vệ mắc song song và. Cần phải lựa chọn các diot thích hợp, tức là chịu được dòng điện và hiệu điện thế cực đại trong mạch của diot. Sự đưa vào các diot bảo vệ trong mạch gây ra một tổn hao năng lượng của hệ và sụt thế trong mạch. Vì vậy cần phải tính đến các tổn hao này khi thiết kế, tính toán hệ năng lượng.

Hộp nối và dây nối điện

Khi lắp đặt các modun hay dàn pin mặt trời, bộ acquy, các bộ điều phối trong hệ với nhau người ta dùng các hộp nối có các đầu nối riêng, tháo lắp dễ dàng. Khi cần kiểm tra sửa chữa, nhờ các hộp nối và đầu nối này, có thể tách riêng từng thành phần hoặc các phần khác nhau trong một thành phần. Các hộp nối và đầu nối của modun pin mặt trời cần được bảo vệ cẩn thận vì nó phải làm việc lâu dài ở ngoài trời.

Các hệ thống pin mặt trời bao giờ cũng có một phân hoặc toàn bộ hệ làm việc với các hiệu điện thế thấp (ví dụ hiệu điện thế của tấm pin mặt trời và acquy thường là 12 V, 24 V, 48 V...) nên dòng điện trong mạch lớn. Vì vậy các dây nối trong hệ phải dùng loại tiết diện đủ

lớn và bằng vật liệu có độ dẫn điện cao để giảm tổn hao năng lượng trên các dây. Việc lựa chọn tiết diện dây dẫn phụ thuộc vào cường độ dòng điện và vào vật liệu dây dẫn (Bảng 3.1).

Bảng 3.1. Quan hệ giữa cường độ dòng điện và tiết diện dây dẫn

TT	Tiết diện dây dẫn (mm ²)	Cường độ dòng điện (A) đối với các vật liệu		
		Cu	Al	Fe
1	1,0	11	8	7
2	1,5	14	11	8
3	2,5	20	16	9
4	4,0	25	20	10
5	6,0	31	24	12
6	10,0	43	34	17
7	16,0	75	60	30
8	25,0	100	80	35

3.3. ỨNG DỤNG PIN MẶT TRỜI

Pin mặt trời là phương pháp sản xuất điện trực tiếp từ NLMT qua thiết bị biến đổi quang điện. Pin mặt trời có ưu điểm là gọn nhẹ có thể lắp bất kỳ ở đâu có ánh sáng mặt trời, đặc biệt là trong lĩnh vực tàu vũ trụ. Ứng dụng NLMT dưới dạng này được phát triển với tốc độ rất nhanh, nhất là ở các nước phát triển. Ngày nay con người đã ứng dụng pin mặt trời trong rất nhiều dụng cụ cá nhân như



Hình 3.14. Xe dùng pin mặt trời

máy tính, đồng hồ và các đồ dùng hàng ngày. Pin mặt trời còn dùng để chạy xe ô tô thay thế dần nguồn năng lượng truyền thống, dùng thắp sáng đèn đường, đèn sân vườn và sử dụng trong từng hộ gia đình. Trong công nghiệp người ta cũng bắt đầu lắp đặt các hệ thống điện dùng pin mặt trời với công suất lớn.

Hiện nay giá thành thiết bị pin mặt trời còn khá cao, trung bình hiện



nay khoảng 5USD/WP, nên ở những nước đang phát triển pin mặt trời hiện mới chỉ có khả năng duy nhất là cung cấp năng lượng điện sử dụng cho các vùng sâu, xa nơi mà đường điện quốc gia chưa có.

Ở Việt Nam, với sự hỗ trợ của một số tổ chức quốc tế đã thực hiện công việc xây dựng các trạm điện dùng pin mặt trời có công suất khác nhau phục vụ nhu cầu sinh hoạt và văn hoá của

Hình 3.15. Đèn dùng pin mặt trời

các địa phương vùng sâu, vùng xa, nhất là đồng bằng sông Cửu Long và Tây Nguyên. Tuy nhiên hiện nay pin mặt trời vẫn đang còn là món hàng xa xỉ đối với các nước nghèo như chúng ta.

Trên thế giới người ta bắt đầu xây dựng các nhà máy quang điện mặt trời với công suất lớn.



Hình 3.16. Lắp pin mặt trời ở nhà



Hình 3.17. Hệ thống điện mặt trời ở Los Angeles

Một nhà máy điện mặt trời quy mô lớn công suất 154MW nối với lưới điện quốc gia với trị giá 420 triệu Đôla, đây là nhà máy quang điện lớn nhất và hiệu quả nhất thế giới sẽ được xây dựng ở Tây Bắc bang Victoria - Australia. Nhà máy này sẽ sử dụng công nghệ tập trung quang năng bằng kính hướng nhật (HCPV) (Các tấm gương dò theo hướng mặt trời). Nhà máy sẽ bao gồm nhiều bãi đặt kính hướng nhật thu ánh nắng mặt trời vào các bình chứa. Các thiết bị thu này chứa nhiều module gồm nhiều dãy tấm pin mặt trời hiệu suất siêu cao sẽ chuyển trực tiếp ánh sáng mặt trời thành điện năng.

Nguồn gốc của năng lượng hạt nhân

Năng lượng hạt nhân được tạo ra như thế nào?

Về căn bản năng lượng hạt nhân được lấy từ việc chia tách hạt nhân nguyên tử trong lò phản ứng hạt nhân. Có 3 phương pháp chính để có thể lấy được loại năng lượng này: phân hạch hạt nhân, tổng hợp hạt nhân và phân rã phóng xạ. Tuy nhiên, cho đến nay, chỉ có phương pháp phân hạch hạt nhân là được sử dụng một cách rộng rãi trên toàn thế giới.



Phân hạch hạt nhân còn gọi là phản ứng phân rã nguyên tử. Trong phân rã nguyên tử, hạt nhân nguyên tử bị chia làm hai hoặc nhiều hạt nhỏ hơn và một số phần thừa (neutron, photon...). Quá trình này tỏa ra một lượng năng lượng đáng kể - đây chính là nguồn năng lượng hạt nhân mà chúng ta đang đề cập đến.

Hiện năng phản ứng hạt nhân được sử dụng rộng rãi nhất là chuyển hóa từ đồng vị Uranium 235 lên Uranium 236 rồi phân tách thành Kr 92 và Ba 141. Quá trình này tạo ra một lượng năng lượng vô cùng lớn.

Nói thêm một chút, nhắc đến năng lượng hạt nhân chắc chắn các bạn sẽ nhớ ngay đến vũ khí hạt nhân hay bom nguyên tử. Liên tưởng này là rất có lý khi năng lượng trong hai vấn đề được tạo ra theo một nguyên lý y như nhau.

Trở lại với các lò phản ứng hạt nhân. Thật ra, cách thức hoạt động của các lò phản ứng hạt nhân không hề phức tạp như các bạn tưởng. Về căn bản, con người sử dụng năng lượng thu được sau các phản ứng hạt nhân, đun nóng nước, tạo ra hơi nước nhằm quay các tuốc bin và tạo ra điện. Quá trình này về căn bản giống hệt nhiệt điện chạy bằng than đang khá phổ biến ở nước ta, chỉ khác là năng lượng hạt nhân lớn hơn rất nhiều lần.

Hiện có 3 công nghệ xây dựng và sử dụng lò hạt nhân khác nhau được sử dụng trên toàn thế giới. Phần lớn các lò hạt nhân hiện nay đều thuộc thế hệ 3 và có rất ít nhà máy điện hạt nhân vẫn còn sử dụng công nghệ thế hệ hai. Các lò phản ứng "đời đầu" đã bị ngừng xây dựng sau thảm họa hạt nhân khủng khiếp ở Chernobyl năm 1986. Mỗi loại lò phản ứng có nguyên liệu, thành phần thiết bị,

chất làm lạnh khác nhau nhưng ~~g~~ như hoạt động ở cùng một cơ chế.



Về căn bản, khi một hạt nhân tương đối lớn (Urani 235 hoặc Plutoni 239) hấp thụ neutron sẽ tạo ra sự phân hạch nguyên tử. Quá trình phân

tách nguyên tử thành 2 hay nhiều hạt nhỏ hơn và "thải" ra động năng kèm theo tia gamma và neutron tự do. Các neutron này lại bị hấp thụ bởi các nguyên tử phân hạch khác và tạo ra nhiều neutron hơn. Quá trình này diễn ra theo cấp số nhân và tạo nguồn năng lượng khổng lồ. Con người kiểm soát quá trình này bằng cách sử dụng các chất hấp thụ neutron và bộ điều hòa để khống chế, kiểm soát lượng neutron tham gia vào phản ứng phân hạch.

Một phần hết sức quan trọng khác của lò hạt nhân là hệ thống làm mát. Hệ thống này có nhiệm vụ giải phóng nhiệt từ quá trình phân rã hạt nhân để sử dụng cho các mục đích khác nhau (tạo điện, lực đẩy...).

Như đã nói ở trên, với mỗi mục đích người ta sử dụng các loại nguyên liệu và hệ thống khác nhau. Ví dụ, nguyên liệu sử dụng trong tàu hải quân, tàu ngầm... sẽ sử dụng Uranium được làm giàu ở mức độ rất cao sẽ làm tăng mật độ năng lượng và tăng hệ số sử dụng của chúng. Tuy nhiên, nó có giá thành đắt hơn và nguy hiểm hơn các lò phản ứng hạt nhân thông thường.



Vì sao con người tranh cãi về việc dùng hay không dùng điện hạt nhân?

Những lợi ích và sự "khủng khiếp" của điện hạt nhân là không phải bàn cãi. Quá trình này đem lại cho con người một lượng năng lượng khổng lồ, sạch và quan trọng hơn, gần như vô tận.

Đầu tiên là về yếu tố "khổng lồ". Một nhà máy điện hạt nhân cỡ lớn như nhà máy điện Fukushima I (vừa bị nổ ở Nhật) có công suất 4,7 GW trong khi thủy điện lớn nhất của Việt Nam chỉ có công suất khoảng 2 GW. Hãy nhớ, Fukushima I chỉ là 1 trong 6 nhà máy điện ở khu vực này của Nhật, diện tích sử dụng của cả 6 nhà máy hạt nhân này vẫn nhỏ hơn thủy điện Hòa Bình của Việt Nam. Hãy nhớ, công trình thủy điện lớn nhất thế giới, đập Tam Điệp của Trung Quốc cũng chỉ có công suất khoảng 18 GW. Hãy nhớ, diện tích của đập này là khoảng 1045 km², trong khi Fukushima 1 có diện tích chưa đến 1km².

Hay một ví dụ dễ hiểu hơn, nếu mặt trời của chúng ta hiện nay làm bằng than đá loại tốt nhất, nó sẽ chỉ cháy thêm được khoảng 10 triệu năm trong khi, theo dự đoán của loài người, mặt trời còn tồn tại khoảng hơn 4 tỷ năm nữa trước khi tắt hoàn toàn, nguồn năng lượng khổng lồ này đến từ phản ứng hợp hạch Hydro thành Heli.



Thứ hai là yếu tố môi trường, đây là điều khiến nhiều người tranh cãi trong việc nên hay không nên sử dụng năng lượng hạt nhân. Quá trình sản xuất điện hạt nhân thải ra một lượng chất thải phóng xạ bao gồm: Urani không chuyển hóa được, một số nguyên tử thuộc nhóm Actini (chủ yếu là Plutoni và Curi). Các chất thải này hiện chưa có cách xử lý triệt để và là nguy cơ cho sự an toàn của con người. Nguy cơ ô nhiễm môi trường của các nhà máy điện hạt nhân còn đến từ lượng phóng xạ tỏa ra từ quá trình phân rã hạt nhân, tuy nhiên, con người đã có thể kiểm soát chúng khá tốt.

Ngoài hai yếu tố trên ra, quá trình sản xuất điện hạt nhân hầu như không ảnh hưởng xấu đến môi trường, vì vậy, đây được đánh giá là một loại năng lượng khá sạch, ít nhất là vượt trội so với việc sử dụng các loại nhiên liệu hóa thạch. Theo tính toán, chi phí xử lý chất thải của một nhà máy điện hạt nhân là cực kỳ nhỏ so với một nhà máy nhiệt điện chạy than cùng công suất.

Thứ ba là giá thành. Thực ra, còn rất nhiều tranh cãi về giá thành của điện hạt nhân. Chi phí xây dựng và bắt đầu một nhà máy hạt nhân là tương đối lớn: một lò cỡ trung bình như lò sắp được xây dựng tại Ninh Thuận, Việt Nam là khoảng 2 tỷ USD chưa kể kinh phí đào tạo nhân lực, chuyển giao công nghệ, quy trình... Tuy nhiên, chi phí trên mỗi đơn vị năng lượng giảm dần. Nếu tận dụng hết một vòng đời (khoảng 60 năm) của nhà máy điện nguyên tử, giá thành mỗi kWh điện sẽ thấp hơn cả thủy điện.

Thực tế đã chứng minh, năng lượng hạt nhân là một điều thần kỳ thực sự mà con người đã có được. Nó đem lại những lợi ích to lớn về năng lượng đặc biệt cho các quốc gia không có nhiều tài nguyên để sản xuất năng lượng như Nhật chẳng hạn. Nó đem lại sức mạnh, sự vượt trội cho hải quân Mỹ, Nga, giúp con người và kỹ thuật vươn xa hơn nhiều. Tuy nhiên, bên cạnh đó, khả năng hủy diệt của loại năng lượng này cũng khiến người ta sợ hãi.

Ứng dụng năng lượng mặt trời phục vụ sinh hoạt

Để tiết kiệm nguồn nhiên liệu, nâng cao chất lượng đời sống, sinh hoạt của bộ đội, Bộ Quốc phòng chỉ đạo các cơ quan, đơn vị đẩy mạnh nghiên cứu **thiết kế**, xây dựng các công trình ứng dụng **năng lượng mặt trời** hợp lý, hiệu quả sử dụng cao.

Cục Khoa học-Công nghệ-Môi trường Bộ Quốc phòng đã chủ trì phối hợp, quản lý đầu tư cho các đơn vị toàn quân. 5 năm qua, đã có hàng chục công trình ứng dụng **năng lượng mặt trời** hoàn thành, đưa vào khai thác hiệu quả. Ứng dụng **năng lượng** mặt trời phục vụ sinh hoạt Viết bình luận Lưu bài này

Cục Khoa học-Công nghệ-Môi trường Bộ Quốc phòng chủ trì nghiên cứu, triển khai công nghệ ứng dụng **năng lượng** mặt trời cho các đơn vị ở đảo Mê, đảo Ne, đảo Cồn Cỏ thuộc Quân khu 4. Công trình bao gồm lắp đặt hệ thống pin thu nạp năng lượng mặt trời, gồm 80 tấm pin, công suất thu nạp mỗi tấm đạt 45W/h. Các thiết bị dễ sử dụng, bảo đảm thấp sáng cho bộ đội. Cơ quan cục chủ động quản lý, chỉ đạo các đơn vị toàn quân khảo sát, lập thiết kế, xây dựng công trình công nghệ ứng dụng năng lượng mặt trời bằng ngân sách Bộ Quốc phòng đầu tư, bảo đảm tiến độ, chất lượng. Phòng Khoa học-Công nghệ-Môi trường Binh chủng Đặc công phối hợp với ngành Tài nguyên-Môi trường địa phương xây dựng các công trình ứng dụng năng lượng mặt trời để đun nước nóng phục vụ bộ đội. Đến nay, đã xây dựng được công trình ứng dụng năng lượng mặt trời công suất từ 500 lít đến 1.500

lít nước nóng mỗi ngày tại Trường Sĩ quan Đặc công và Đoàn đặc công 5. Phòng Khoa học-Công nghệ-Môi trường Binh chủng Tăng-Thiết giáp phối hợp với Phân viện Công nghệ mới và **bảo vệ** môi trường (Viện Khoa học và Công nghệ quân sự) lắp đặt hệ thống **điện** mặt trời công suất 0,5kW/h và hệ thống đun nước nóng công suất 750 lít/ngày tại Trường Sĩ quan Tăng-Thiết giáp.

Phòng Khoa học-Công nghệ-Môi trường Trường Sĩ quan Lục quân 2 phối hợp với Công ty công nghệ Trường Long xây dựng các hệ thống đun nước nóng bằng năng lượng mặt trời lắp đặt tại 6 cơ quan, đơn vị học viên. Ban Doanh trại, Phòng Hậu cần Học viện Lục quân đã khảo sát, lắp 28 giàn năng lượng mặt trời công suất 5.500 lít nước nóng mỗi ngày và đang triển khai lắp đặt 10 giàn thu năng lượng mặt trời, công suất đạt 300 lít nước nóng mỗi ngày phục vụ cán bộ, học viên, góp phần nâng cao sức khỏe bộ đội

Chiều rộng của nó vào khoảng 20 cm khi nó được phóng ra. Trong quá trình di chuyển, chiều rộng của tia laser tăng liên tục. Máy phóng được đặt dưới đất và chịu sự điều khiển trực tiếp hoặc từ xa của một người.

Đích đến của tia laser là những phi cơ không người lái. Chúng vận hành theo chế độ tự động và được trang bị pin mặt trời. Khoảng cách từ điểm phóng tới điểm đích vào khoảng một km.

Vào thời điểm tia laser tới pin mặt trời, cường độ của nó mạnh hơn **ánh sáng** mặt trời khoảng 10 lần. Tuy nhiên, mắt người không thể thấy nó.

Khi tia laser tiếp xúc với pin mặt trời, những photon trong tia laser được chuyển thành **điện** theo cách thức mà pin mặt trời biến ánh sáng thành điện. Nhưng do tia laser chỉ có một bước sóng ánh sáng duy nhất nên quá trình

chuyển đổi nó thành điện hiệu quả hơn nhiều so với việc chuyển đổi ánh sáng mặt trời – vốn có nhiều bước sóng – thành điện. Ánh sáng mặt trời (hay ánh sáng trắng) được tạo nên bởi nhiều ánh sáng đơn sắc. Mỗi ánh sáng đơn sắc có một bước sóng riêng.

Ứng dụng năng lượng mặt trời vào nuôi tôm

Năng lượng mặt trời (NLMT) từ lâu đã được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực và mang lại nhiều lợi ích thiết thực, bởi đó là nguồn **năng lượng** sạch. Mới đây, Tập đoàn Solar Air LLC của Mỹ đã giới thiệu một ứng dụng mới của NLMT trong nuôi tôm. Cụ thể là ứng dụng NLMT để tạo oxy cho mô hình nuôi tôm công nghiệp, thay thế máy chạy bằng dầu diesel.

Ứng dụng NLMT trong thời gian gần đây được các hộ nuôi tôm ở 2 tỉnh Bạc Liêu và Cà Mau áp dụng. Ở Bạc Liêu, ứng dụng được áp dụng tại trang trại nuôi tôm sú của ông Võ Hồng Ngoãn (xã Vĩnh Trạch Đông, thị xã Bạc Liêu). Kết quả cho thấy, việc ứng dụng NLMT để nuôi tôm là một giải pháp **bảo vệ** môi trường ao nuôi, giảm chi phí sản xuất, tăng lợi nhuận cho người nuôi.

Theo tập đoàn Solar Air LLC, hệ thống tạo khí oxy bằng NLMT sẽ giúp giảm thiểu sự ô nhiễm và các chất gây bẩn trong ao hồ nuôi trồng thủy sản.

Giải pháp này loại bỏ khả năng gây ô nhiễm từ các nguồn **năng lượng** khác như dầu diesel, khí nén... Khi sử dụng cho nuôi tôm công nghiệp thì hoàn toàn không sử dụng hệ thống quạt vận hành bằng dầu diesel hoặc **điện**, qua đó sẽ giảm được chi phí sản xuất cho người nuôi tôm.

Theo tính toán của nhà sản xuất, trên diện tích ao nuôi khoảng 0,5 ha, nếu

dùng máy chạy dầu diesel để vận hành dàn quạt, chi phí sản xuất trung bình mỗi vụ nuôi khoảng 30 triệu đồng. Còn nếu dùng hệ thống tạo khí oxy được ứng dụng bằng NLMT, chi phí sản xuất sẽ không đáng kể do không tốn chi phí nhiên liệu, máy và nhiều dụng cụ khác.

Ông Nguyễn Tân Tiến, người đại diện cho tập đoàn Solar Air LLC tại Việt Nam cho biết, nhà sản xuất sẽ bảo hành 20 năm đối với tấm thu NLMT; 5 - 10 năm đối với các linh kiện khác...

Tuy vậy, theo ông Võ Hồng Ngoãn, ngoài những ưu điểm trên thì việc ứng dụng NLMT để nuôi tôm vẫn còn nhiều điểm cần được nhà sản xuất nghiên cứu, cải thiện mới thích nghi được với mô hình nuôi tôm công nghiệp ở đồng bằng sông Cửu Long.

Cũng phải kể đến những vấn đề như nếu gặp thời tiết thất thường, mưa bão liên tục trong một thời gian dài thì liệu hệ thống này có nạp đủ năng lượng để hoạt động hay không? Nếu gặp sự cố về kỹ thuật trong lúc tôm gần thu hoạch thì sẽ xử lý ra sao...?.

Theo ông Tạ Minh Phú - Phó Giám đốc Sở NN&PTNT Bạc Liêu, đây là một hệ thống mới, chi phí đầu tư ban đầu khá cao so với khả năng của nhiều người nuôi tôm trong tỉnh hiện nay (trên 200 triệu đồng cho một hệ thống NLMT đủ sức phục vụ ao nuôi với diện tích 0,5 ha).

Mặc dù nhà sản xuất đã đưa ra phương thức bán trả góp với đề nghị khoảng 6 triệu đồng/tháng trong thời gian khoảng 3 năm, nhưng với nhiều nông dân thì đây vẫn còn là mức cao. Sở NN&PTN Bạc Liêu cũng khuyến cáo người

dân cần tính toán và cân nhắc kỹ trước khi đi đến quyết định đầu tư vào ứng dụng này

Năng lượng hạt nhân (phần I)

Bách khoa toàn thư mở Wikipedia



Nhà máy điện hạt nhân Ikata, lò phản ứng nước áp lực làm lạnh bằng chất lỏng trao đổi nhiệt thứ cấp với đại dương.



Trạm phát điện hơi nước Susquehanna, lò phản ứng hơi nước. Các lò phản ứng được đặt trong các tòa nhà bảo vệ hình chữ nhật phía trước các tháp làm lạnh.

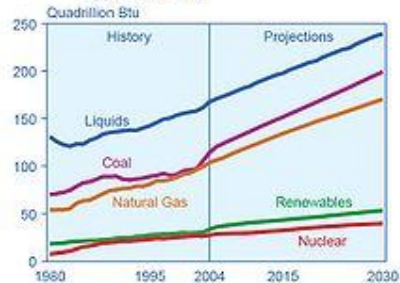


Ba loại tàu năng lượng hạt nhân, từ trên xuống là: du thuyền USS Bainbridge và USS Long Beach với USS Enterprise là hàng không mẫu hạm vận hành bằng năng lượng hạt nhân đầu tiên năm 1964. Các thủy thủ vẽ công thức $E=mc^2$ của Einstein lên sàn tàu.

Năng lượng hạt nhân là một loại công nghệ hạt nhân được thiết kế để tách năng lượng hữu ích từ hạt nhân nguyên tử thông qua các lò phản ứng hạt nhân có kiểm soát. Phương pháp duy nhất được sử dụng hiện nay là phân hạch hạt nhân, mặc dù các phương pháp khác có thể bao gồm tổng hợp hạt nhân và phân rã phóng xạ. Tất cả các lò phản ứng với nhiều kích thước và mục đích sử dụng khác nhau^[1] đều dùng nước được nung nóng để tạo ra hơi nước và sau đó được chuyển thành cơ năng để phát điện hoặc tạo lực đẩy. Năm 2007, 14% lượng điện trên thế giới được sản xuất từ năng lượng hạt nhân. Có hơn 150 tàu chạy bằng năng lượng hạt nhân và một vài tên lửa đồng vị phóng xạ đã được sản xuất.

Sử dụng

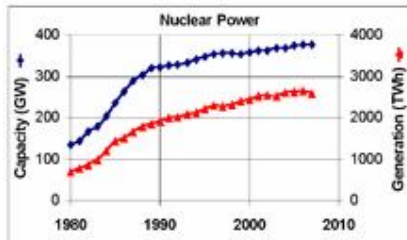
Figure 4. World Marketed Energy Use by Fuel Type, 1980-2030



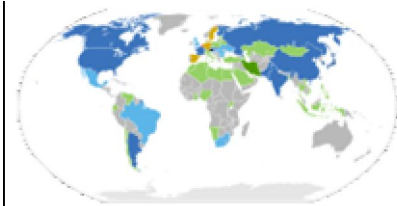
Sources: **History:** Energy Information Administration (EIA), *International Energy Annual 2004* (May-July 2006), web site www.eia.doe.gov/iea. **Projections:** EIA, *System for the Analysis of Global Energy Markets* (2007).



Lịch sử và dự án sử dụng năng lượng trên thế giới phân theo nguồn năng lượng giai đoạn 1980-2030, Nguồn: International Energy Outlook 2007, Cục Thông tin Năng lượng Hoa Kỳ (EIA).



Công suất lắp đặt và phát điện từ năng lượng hạt nhân, 1980 - 2007 (EIA).



Hiện trạng sử dụng năng lượng hạt nhân toàn cầu. Nhấn vào hình để xem chú dẫn.

Xem thêm: [Năng lượng hạt nhân theo quốc gia](#) và [Danh sách các lò phản ứng hạt nhân](#)

Đến năm 2005, năng lượng hạt nhân cung cấp 2,1% nhu cầu năng lượng của thế giới và chiếm khoảng 15% sản lượng điện thế giới, trong khi đó chỉ tính riêng [Hoa Kỳ](#), [Pháp](#), và [Nhật Bản](#) sản lượng điện từ hạt nhân chiếm 56,5% tổng nhu cầu điện của ba nước này^[2]. Đến năm 2007, theo báo cáo của [Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế \(IAEA\)](#) có 439 lò phản ứng hạt nhân đang hoạt động trên thế giới^[3], thuộc 31 quốc gia^[4].

Năm 2007, sản lượng điện hạt nhân trên thế giới giảm xuống còn 14%. Theo [IAEA](#), nguyên nhân chính của sự sụt giảm này là do một trận động đất xảy ra vào ngày 16 tháng 7 năm 2007 ở phía tây Nhật Bản, làm cho nước này ngưng tất cả 7 lò phản ứng của [nhà máy điện hạt nhân Kashiwazaki-Kariwa](#). Một vài nguyên nhân khác như "ngưng hoạt động bất thường" do thiếu nhiên liệu đã xảy ra ở Hàn Quốc và Đức. Thêm vào đó là sự gia tăng hệ số tải của các lò phản ứng để đáp ứng nhu cầu sử dụng chỉ diễn ra trong một thời gian ngắn (cao điểm)^[5].

Hoa Kỳ sản xuất nhiều năng lượng hạt nhân nhất cung cấp 19%^[6] lượng điện tiêu thụ, trong khi đó tỷ lệ điện hạt nhân của Pháp là cao nhất trong sản lượng điện của nước này đạt 78% vào năm 2006^[7]. Trong toàn [Liên minh châu Âu](#), năng lượng hạt nhân cung cấp 30% nhu cầu điện^[8]. [Chính sách năng lượng hạt nhân](#) có sự khác biệt giữa các quốc gia thuộc Liên minh châu Âu, và một vài quốc gia khác như [Úc](#), [Estonia](#), và [Ireland](#), không có các trạm năng lượng hạt nhân hoạt động. Khi so sánh với các quốc gia khác thì Pháp có nhiều nhà máy điện hạt nhân, tổng cộng là 16 tổ hợp đang sử dụng.

Ở Hoa Kỳ, khi công nghiệp phát điện từ than và khí được quy hoạch đạt khoảng 85 tỷ đô la Mỹ vào năm 2013, thì các nhà máy phát điện hạt nhân được dự đoán đạt khoảng 18 triệu đô la Mỹ^[9].

Bên cạnh đó, một số tàu quân sự và dân dụng (như [tàu phá băng](#)) sử dụng [động cơ đẩy hạt nhân biển](#), một dạng của [động cơ đẩy hạt nhân](#)^[10]. Một vài động cơ đẩy không gian được phóng lên sử dụng các [lò phản ứng hạt nhân](#) có đầy đủ chức năng: loạt tên lửa của Liên Xô [RORSAT](#) và [SNAP-10A](#) của Hoa Kỳ.

Trên phạm vi toàn cầu, việc hợp tác nghiên cứu quốc tế đang tiếp tục triển khai để nâng cao độ an toàn của việc sản xuất và sử dụng năng lượng hạt nhân như các nhà máy [an toàn bị động](#)^[11], sử dụng [phản ứng](#)

tổng hợp hạt nhân, và sử dụng nhiệt của quá trình như trong sản xuất hydro để lọc nước biển, và trong hệ thống sưởi khu vực.

Lịch sử

Nguồn gốc

Phản ứng phân hạch hạt nhân được Enrico Fermi thực hiện hành công vào năm 1934 khi nhóm của ông dùng neutron bắn phá hạt nhân uranium^[12]. Năm 1938, các nhà hóa học người Đức là Otto Hahn^[13] và Fritz Strassmann, cùng với các nhà vật lý người Úc Lise Meitner^[14] và Otto Robert Frisch cháu của Meitner^[15], đã thực hiện các thí nghiệm tạo ra các sản phẩm của urani sau khi bị neutron bắn phá. Họ xác định rằng các neutron tương đối nhỏ có thể cắt các hạt nhân của các nguyên tử urani lớn thành hai phần khá bằng nhau, và đây là một kết quả đáng ngạc nhiên. Rất nhiều nhà khoa học, trong đó có Leo Szilard là một trong những người đầu tiên nhận thấy rằng nếu các phản ứng phân hạch sinh ra thêm neutron, thì một phản ứng hạt nhân dây chuyền kéo dài là có thể tạo ra được. Các nhà khoa học tâm đắc điều này ở một số quốc gia (như Hoa Kỳ, Vương quốc Anh, Pháp, Đức và Liên Xô) đã đề nghị với chính phủ của họ ủng hộ việc nghiên cứu phản ứng phân hạch hạt nhân.

Tại Hoa Kỳ, nơi mà Fermi và Szilard di cư đến đây, những kiến nghị trên đã dẫn đến sự ra đời của lò phản ứng đầu tiên mang tên Chicago Pile-1, đạt được khối lượng tới hạn vào ngày 2 tháng 12 năm 1942. Công trình này trở thành một phần của dự án Manhattan, là một dự án xây dựng các lò phản ứng lớn ở Hanford Site (thành phố trước đây của Hanford, Washington) để làm giàu plutoni sử dụng trong các vũ khí hạt nhân đầu tiên được thả xuống các thành phố Hiroshima và Nagasaki ở Nhật Bản. Việc cố gắng làm giàu urani song song cũng được tiến hành trong thời gian đó.

Sau thế chiến thứ 2, mối đe dọa về việc nghiên cứu lò phản ứng hạt nhân có thể là nguyên nhân thúc đẩy việc phổ biến công nghệ và vũ khí hạt nhân nhanh chóng^[cần dẫn nguồn], kết hợp với những điều mà các nhà khoa học nghĩ, có thể là một đoạn đường phát triển dài để tạo ra bối cảnh mà theo đó việc nghiên cứu lò phản ứng phải được đặt dưới sự kiểm soát và phân loại chặt chẽ của chính phủ. Thêm vào đó, hầu hết việc nghiên cứu lò phản ứng tập trung chủ yếu vào các mục đích quân sự. Trên thực tế, không có gì là bí mật đối với công nghệ, và sau đó sinh ra một số nhánh nghiên cứu khi quân đội Hoa Kỳ từ chối tuân theo đề nghị của cộng đồng khoa học tại đất nước này trong việc mở rộng hợp tác quốc tế nhằm chia

sẽ thông tin và kiểm soát các vật liệu hạt nhân. Năm 2006, các vấn đề này đã trở nên khép kín với Hội Năng lượng Hạt nhân Toàn cầu.

Điện được sản xuất đầu tiên từ lò phản ứng hạt nhân thực nghiệm EBR-I vào ngày 20 tháng 12 năm 1951 tại Arco, Idaho, với công suất ban đầu đạt khoảng 100 kW (lò phản ứng Arco cũng là lò đầu tiên thí nghiệm về làm lạnh từng phần năm 1955). Năm 1952, một bản báo cáo của Hội đồng Paley (Hội đồng Chính sách Nguyên liệu của Tổng thống) cho Tổng thống Harry Truman đưa ra một đánh giá "trọng đại bi quan" về năng lượng hạt nhân, và kêu gọi chuyển hướng nghiên cứu sang lĩnh vực năng lượng Mặt Trời^[16]. Bài phát biểu tháng 12 năm 1953 của Tổng thống Dwight Eisenhower, nói về "nguyên tử vì hòa bình," nhấn mạnh việc khai thác nguyên tử để sản xuất điện và tạo một tiền lệ hỗ trợ mạnh mẽ từ chính phủ Hoa Kỳ cho việc sử dụng năng lượng hạt nhân trên toàn cầu.

Những năm trước đây

Tập tin:Calderhall.jpeg

Calder Hall nuclear power station in the United Kingdom was the world's first nuclear power station to produce electricity in commercial quantities.^[17]



Trạm năng lượng nguyên tử Shippingport trên Shippingport, Pennsylvania là lò phản ứng thương mại đầu tiên ở Hoa Kỳ và được vận hành năm 1957.

Ngày 27 tháng 6 năm 1954, nhà máy điện hạt nhân Obninsk của Liên Xô trở thành nhà máy điện hạt nhân đầu tiên trên thế giới sản xuất điện hòa vào mạng lưới với công suất không tải khoảng 5 MW điện.^{[18][19]}

Sau đó vào năm 1954, Lewis Strauss chủ tịch Ủy ban Năng lượng Nguyên tử Hoa Kỳ (U.S. AEC là tên gọi trước đây của Ủy ban Điều phối Hạt nhân Hoa Kỳ (*Nuclear Regulatory Commission*) và Bộ Năng lượng Hoa Kỳ) nói về điện trong tương lai sẽ "too cheap to meter"^[20] (quá rẻ để sử dụng). U.S. AEC đã đưa ra một vài bằng chứng dè dặt đề cập đến vấn đề phân hạch hạt nhân lên Quốc Hội Hoa Kỳ chỉ trong vòng vài tháng

trước đó, quy hoạch rằng "các chi phí có thể bị cắt giảm ... [xuống] ... khoảng bằng với chi phí phát điện từ các nguồn truyền thống...". Strauss lúc đó có thể đang mập mờ đề cập đến sự hợp hạch hydro vốn là một bí mật vào thời điểm đó hơn là sự phân hạch urani, nhưng dù gì chẳng nữa ý định của Strauss đã được làm sáng tỏ bởi cộng đồng với lời hứa giá năng lượng rất rẻ từ phân hạch hạt nhân. Sự thất vọng đã gia tăng sau đó khi các nhà máy điện hạt nhân không cung cấp năng lượng đủ để đạt được mục tiêu "too cheap to meter."^[21]

Năm 1955 "Hội nghị Geneva đầu tiên" của Liên Hiệp Quốc tập hợp phần lớn các nhà khoa học và kỹ sư bàn về khám phá công nghệ. Năm 1957 EURATOM thành lập Cộng đồng Kinh tế châu Âu (bây giờ là Liên minh châu Âu). Cũng cùng năm này cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế cũng được thành lập.

Nhà máy năng lượng nguyên tử thương mại đầu tiên trên thế giới, Calder Hall tại Sellafield, England được khai trương vào năm 1956 với công suất ban đầu là 50 MW (sau này nâng lên 200 MW).^{[17][22]} Còn nhà máy phát điện thương mại đầu tiên vận hành ở Hoa Kỳ là lò phản ứng Shippingport (Pennsylvania, tháng 12 năm 1957).

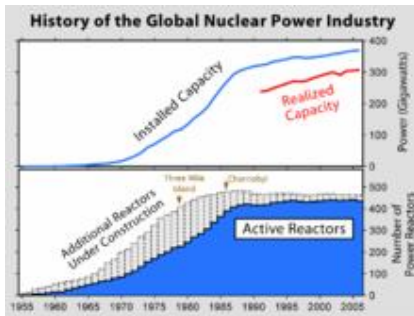
Một trong những tổ chức đầu tiên phát triển năng lượng hạt nhân là Hải quân Hoa Kỳ, họ sử dụng năng lượng này trong các bộ phận đẩy của tàu ngầm và hàng không mẫu hạm. Nó được ghi nhận là an toàn hạt nhân, có lẽ vì các yêu cầu nghiêm ngặt của đô đốc Hyman G. Rickover. Hải quân Hoa Kỳ vận hành nhiều lò phản ứng hạt nhân hơn các đội quân khác bao gồm cả quân đội Liên Xô,^[cần dẫn nguồn] mà không có các tình tiết chính được công khai. Tàu ngầm chạy bằng năng lượng hạt nhân đầu tiên USS Nautilus (SSN-571) được hạ thủy tháng 12 năm 1954^[23]. Hai tàu ngầm của Hoa Kỳ khác là USS Scorpion và USS Thresher đã bị mất trên biển. Hai tàu này bị mất do hỏng các chức năng hệ thống liên quan đến các lò phản ứng. Những vị trí này được giám sát và không ai biết sự rò rỉ xảy ra từ các lò phản ứng trên boong.

Quân đội Hoa Kỳ cũng có chương trình năng lượng hạt nhân bắt đầu từ năm 1954. Nhà máy điện hạt nhân SM-1, ở Ft. Belvoir, Va., là lò phản ứng đầu tiên ở Hoa Kỳ sản xuất điện hòa vào mạng lưới thương mại (VEPCO) tháng 4 năm 1957, *trước* Shippingport.

Enrico Fermi và Leó Szilárd vào năm 1955 cùng nhận Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 2.708.656 về lò phản ứng hạt nhân, được cấp rất muộn cho công trình của họ đã thực hiện trong suốt dự án Manhattan.

Năng lượng hạt nhân (phần II)

Sự phát triển



Lịch sử sử dụng năng lượng hạt nhân (trên) và số lượng các nhà máy điện hạt nhân hoạt động.

Công suất lắp đặt hạt nhân tăng tương đối nhanh chóng từ dưới 1 gigawatt (GW) năm 1960 đến 100 GW vào cuối thập niên 1970, và 300 GW vào cuối thập niên 1980. Kể từ cuối thập niên 1980 công suất toàn cầu tăng một cách chậm chạp và đạt 366 GW năm 2005. Giữa khoảng thời gian 1970 và 1990, có hơn 50 GW công suất đang trong quá trình xây dựng (đạt đỉnh trên 150 GW vào cuối thập niên 1970 đầu 1980) — năm 2005 có khoảng 25 GW công suất được quy hoạch. Hơn 2/3 các nhà máy hạt nhân được đặt hàng sau tháng 1 năm 1970 cuối cùng đã bị hủy bỏ.^[23]



Hệ thống cung cấp năng lượng công cộng Washington Các nhà máy điện hạt nhân số 3 và 5 không bao giờ được hoàn thành.

Trong suốt thập niên 1970 và 1980 việc tăng chi phí (liên quan đến các giai đoạn xây dựng mở rộng do các thay đổi về mặt cơ chế và sự kiện tụng của các nhóm phản đối)^[24] và giảm giá nhiên liệu hóa thạch làm cho các nhà máy năng lượng hạt nhân trong giai đoạn xây dựng không còn sức hấp dẫn. Vào thập niên 1980 (Hoa Kỳ) và 1990 (châu Âu), sự tăng trưởng tải lượng điện đạt ngưỡng và tự do hóa điện năng cũng bổ sung

thêm một lượng lớn công suất tối thiểu mới vốn đã trở nên không còn hấp dẫn nữa.

Cuộc khủng hoảng dầu hỏa năm 1973 tác động đến nhiều quốc gia nặng nhất là Pháp và Nhật Bản vốn là những nước phụ thuộc phần lớn vào lượng dầu hỏa để phát điện (tương ứng 39% ở Pháp và 73% ở Nhật) và đây cũng là động lực để các nước này đầu tư vào năng lượng hạt nhân^{[25][26]}. Ngày nay, lượng điện từ năng lượng hạt nhân ở Pháp chiếm 80% và ở Nhật Bản là 30% trong sản lượng điện của các nước này.

Sự chuyên dịch của việc gia tăng sử dụng năng lượng hạt nhân trong cuối thế kỷ 20 xuất phát từ những lo sợ về các tai nạn hạt nhân tiềm ẩn như mức độ nghiêm trọng của các vụ tai nạn, bức xạ như mức độ ảnh hưởng của bức xạ ra cộng đồng, phát triển hạt nhân, và ngược lại, đối với chất thải hạt nhân vẫn còn thiếu các dự án chứa chất thải sau cùng. Những rủi ro trước mắt đối với sức khỏe và an toàn của dân chúng như tai nạn năm 1979 tại Three Mile Island và thảm họa Chernobyl năm 1986 là vấn đề quan trọng thúc đẩy việc ngừng xây dựng các nhà máy điện hạt nhân mới ở một số quốc gia^[27], mặc dù các tổ chức chính sách công cộng Brookings Institution đề nghị rằng các lò phản ứng hạt nhân mới không được đặt hàng ở Hoa Kỳ bởi vì việc nghiên cứu của Viện này bao gồm phần chi phí chiếm 15–30% tuổi thọ của nó so với các nhà máy điện chạy bằng than và khí thiên nhiên^[28].

Không giống như tai nạn Three Mile Island, thảm họa Chernobyl nghiêm trọng hơn nhiều đã không làm tăng thêm các điều lệ ảnh hưởng đến các lò phản ứng phương Tây kể từ khi các lò phản ứng Chernobyl, là lò phản ứng theo thiết kế RBMK, vẫn còn bàn cãi chỉ sử dụng ở Liên Xô, ví dụ như thiếu các tòa nhà chống phóng xạ "vững vàng".^[29] Một số lò phản ứng kiểu này vẫn được sử dụng cho đến ngày nay. Tuy nhiên, các thay đổi cũng đã được thực hiện ở các khâu phản ứng (sử dụng urani được làm giàu thấp) và hệ thống điều khiển (ngăn chặn sự vô hiệu hóa hệ thống an toàn) để giảm khả năng xuất hiện các tai nạn tương tự.

Sau đó, tổ chức quốc tế về nâng cao độ nhận thức an toàn và sự phát triển chuyên nghiệp trong vận hành các chức năng liên quan đến hạt nhân được thành lập với tên gọi WANO; World Association of Nuclear Operators.

Ngược lại, các nước như Ireland, New Zealand và Ba Lan đã cấm các chương trình hạt nhân trong khi Úc (1978), Thụy Điển (1980) and Ý (1987) (bị ảnh hưởng bởi Chernobyl) đã thực hiện trưng cầu dân ý bỏ phiếu chống lại năng lượng hạt nhân.

Kinh tế

*Bài chi tiết: [Kinh tế và nhà máy điện hạt nhân mới](#)
[Xem thêm tranh cãi về năng lượng hạt nhân.](#)*

Đặc điểm kinh tế của các nhà máy hạt nhân mới thường bị ảnh hưởng bởi chi phí đầu tư ban đầu. Tuy vậy, sẽ mang lại nhiều lợi nhuận hơn khi vận hành chúng càng lâu dài càng có thể cho đến khi chúng có khuynh hướng giảm công suất^[30]. Việc so sánh giá trị kinh tế của nhà máy hạt nhân so với các nguồn khác được đề cập ở bài chi tiết về [tranh cãi về năng lượng hạt nhân](#).

Triển vọng



 [Nhà máy điện hạt nhân Diablo Canyon](#) ở San Luis Obispo County, California, Hoa Kỳ

[Xem thêm: Chính sách năng lượng hạt nhân và Giảm thiểu sự ấm lên toàn cầu](#)

Năm 2007, [Watts Bar 1](#), đã hòa vào mạng lưới ngày 7 tháng 2 năm 1996, là lò phản ứng hạt nhân thương mại cuối cùng của Hoa Kỳ hòa vào lưới điện. Đây là một "dấu hiệu" của một chiến dịch thành công trên toàn cầu nhằm từng bước loại bỏ năng lượng hạt nhân. Tuy nhiên, thậm chí ở Hoa Kỳ và ở châu Âu, việc đầu tư nghiên cứu và [chu trình nguyên liệu hạt nhân](#) vẫn tiếp tục, và theo dự đoán của một số chuyên gia về công nghiệp hạt nhân^[31] cho rằng [khủng hoảng điện năng](#) sẽ làm giá nhiên liệu hóa thạch sẽ tăng, sự [ấm lên toàn cầu](#) và phát thải kim loại nặng từ việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch, các công nghệ mới như các nhà máy [an toàn thụ động](#), và an ninh năng lượng quốc gia sẽ làm sống lại nhu cầu sử dụng các nhà máy điện hạt nhân.

Theo [Tổ chức Hạt nhân Thế giới](#), nhìn trên góc độ toàn cầu trong suốt thập niên 1980 cứ trung bình 17 ngày là có một lò phản ứng hạt nhân mới đưa vào hoạt động, và tỷ lệ đó có thể sẽ tăng lên 5 ngày vào năm 2015.^[32]

Một số quốc gia vẫn duy trì hoạt động phát triển năng lượng hạt nhân như Pakistan, Nhật Bản, Trung Quốc, và Ấn Độ, tất cả đều đang phát triển công nghệ nhiệt và neutron nhanh, Hàn Quốc (Nam Hàn) và Hoa Kỳ chỉ phát triển công nghệ nhiệt, Nam Phi và Trung Quốc đang phát triển các phiên bản Lò phản ứng modun đáy cuối (PBMR). Một số thành viên của Liên minh châu Âu thuyết phục thúc đẩy các chương trình hạt nhân, trong khi các thành viên khác vẫn tiếp tục cấm sử dụng năng lượng hạt nhân. Nhật Bản có một chương trình xây dựng hạt nhân còn hoạt động với một lò phản ứng mới được hòa vào mạng lưới năm 2005. Ở Hoa Kỳ, 3 côngxooxiom hưởng ứng vào năm 2004 về những thúc giục của Bộ Năng lượng Hoa Kỳ trong chương trình năng lượng hạt nhân 2010 và được trao chi phí cho hoạt động này — Hành động chính sách năng lượng 2005 được ủy quyền bảo lãnh các khoản vay để xây dựng khoảng 6 lò phản ứng mới và cho phép Bộ Năng lượng xây dựng một lò phản ứng theo công nghệ Thế hệ IV lò phản ứng nhiệt độ rất cao để sản xuất cả điện năng và thủy điện. Vào đầu thế kỷ 21, năng lượng hạt nhân có một sức hấp dẫn đặc biệt đối với Trung Quốc và Ấn Độ theo công nghệ lò phản ứng breeder nhanh vì nguồn năng lượng này giúp họ phát triển kinh tế một cách nhanh chóng (xem thêm phát triển năng lượng). Trong chính sách năng lượng của Liên hiệp Vương quốc Anh cũng nêu rằng có sự sụt giảm cung cấp năng lượng trong tương lai, để bù đắp vào sự thiếu hụt đó hoặc là xây dựng các nhà máy năng lượng hạt nhân mới hoặc là kéo dài tuổi thọ của các nhà máy hiện tại. ^{[[cần dẫn nguồn](#)]}

Một trở ngại trong việc sản xuất các nhà máy điện hạt nhân là chỉ có 4 công ty toàn cầu (Japan Steel Works, China First Industries, OMX Izhora và Doosan Heavy Industries) có khả năng sản xuất các vỏ bọc ^[33], bộ phận này có chức năng làm giảm rủi ro rò rỉ hạt nhân. Japan Steel Works chỉ có thể sản xuất 4 vỏ bọc lò phản ứng 1 năm, tuy nhiên sản lượng có thể tăng lên gấp đôi trong 2 năm tới. Các nhà sản xuất khác đang xem xét những lựa chọn khác nhau bao gồm cả việc tự làm các bộ phận của lò phản ứng cho riêng họ hoặc tìm kiếm cách khác để làm những bộ phận tương tự bằng cách sử dụng các phương pháp thay thế. ^[34] Các giải pháp khác bao gồm việc sử dụng các mẫu thiết kế không đòi hỏi các lớp vỏ bọc chịu áp suất riêng biệt như ở lò phản ứng CANDU cải tiến, Canada hoặc lò phản ứng nhanh làm lạnh bằng natri.

Các công ty khác có thể làm những xưởng luyện kim lớn đòi hỏi các vỏ bọc chịu áp suất như OMZ của Nga, là loại đang được nâng cấp có thể sản xuất từ 3 đến 4 vỏ bọc một năm; ^[35] Doosan Heavy Industries Hàn Quốc; ^{[36][37]} và Mitsubishi Heavy Industries đang tăng công suất sản xuất các vỏ bọc chịu áp lực và các bộ phận lò hạt nhân lớn khác lên gấp đôi. ^[38]

Sheffield Forgemasters của Anh đang đánh giá lợi nhuận của việc chế tạo các công cụ này đối với xưởng đúc vật liệu hạt nhân.

Theo báo cáo năm 2007 của tổ chức, European Greens, chống hạt nhân tuyên bố rằng "thậm chí nếu Phần Lan và Pháp xây dựng một lò phản ứng nước áp lực kiểu châu Âu (EPR), thì Trung Quốc đã khởi động xây dựng thêm 20 nhà máy và Nhật Bản, Hàn Quốc hoặc đông Âu sẽ thêm 1 hoặc hơn. Xu hướng chung trên toàn cầu về công suất năng lượng hạt nhân sẽ giảm trong vòng 2 đến 3 thập kỷ tới vì với khoảng thời gian dài từ hàng chục năm để xây dựng xong một nhà máy hạt nhân, nên về mặt thực tế thì khó có thể tăng sản lượng thậm chí duy trì vận hành các nhà máy hiện tại cho tới 20 năm tới, trừ khi tuổi thọ của các nhà máy có thể được tăng lên trên mức trung bình là 40 năm."^[39] Thực tế, Trung Quốc lên kế hoạch xây dựng hơn 100 nhà máy,^[40] trong khi ở Hoa Kỳ giấy phép của gần phân nửa các lò phản ứng đã được gia hạn đến 60 năm,^[41] và các dự án xây mới 30 lò phản ứng đang được xem xét.^[42] Hơn thế, U.S. NRC và Bộ Năng lượng Hòa Kỳ đã bước đầu đặt vấn đề cho phép gia hạn giấy phép lò phản ứng hạt nhân lên 60 năm, cấp lại cứ sau mỗi 20 năm nhưng phải chứng minh được độ an toàn, giảm tải phát thải chất không phải CO₂ từ các lò phản ứng hết tuổi thọ. Các lò này có thể góp phần vào cung cầu điện đang mất cân bằng nhằm phục vụ cho yêu cầu an toàn năng lượng Hoa Kỳ, nhưng có khả năng gia tăng phát thải khí nhà kính.^[43] Năm 2008, IAEA dự đoán rằng công suất điện hạt nhân có thể tăng gấp đôi vào năm 2030, mặc dù nó không đủ để tăng tỷ lệ điện hạt nhân trong ngành điện.^[44]

Công nghệ lò phản ứng hạt nhân

Bài chi tiết: Công nghệ lò phản ứng hạt nhân



Nhà máy năng lượng hạt nhân Cattenom.

Cũng giống như một số trạm năng lượng nhiệt phát điện bằng nhiệt năng từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch, các nhà máy năng lượng hạt nhân biến đổi năng lượng giải phóng từ hạt nhân nguyên tử thông qua phản ứng phân hạch.

Khi một hạt nhân nguyên tử dùng để phân hạch tương đối lớn (thường là urani 235 hoặc plutoni-239) hấp thụ notron sẽ tạo ra sự phân hạch nguyên

tử. Quá trình phân hạch tách nguyên tử thành 2 hay nhiều hạt nhân nhỏ hơn kèm theo đông năng (hay còn gọi là sản phẩm phân hạch) và cũng giải phóng tia phóng xạ gamma và notron tự do.^[45] Một phần notron tự do này sau đó được hấp thụ bởi các nguyên tử phân hạch khác và tiếp tục tạo ra nhiều notron hơn.^[46] Đây là phản ứng tạo ra notron theo cấp số nhân.

Phản ứng dây chuyền hạt nhân này có thể được kiểm soát bằng cách sử dụng chất hấp thụ notron và bộ điều hòa notron để thay đổi tỷ lệ notron tham gia vào các phản ứng phân hạch tiếp theo.^[46] Các lò phản ứng hạt nhân hầu hết có các hệ thống vận hành bằng tay và tự động để tắt phản ứng phân hạch khi phát hiện các điều kiện không an toàn.^[47]

Hệ thống làm lạnh giải phóng nhiệt từ lõi lò phản ứng và vận chuyển nhiệt đến bộ phận phát điện từ nhiệt năng này hoặc sử dụng vào những mục đích khác. Đặc biệt chất làm lạnh nóng là nguồn nhiệt sẽ được dùng cho các lò nung, và hơi nước nén từ lò nung sẽ làm quay các tốc bin hơi nước vận hành các máy phát điện.^[48]

Có nhiều kiểu lò phản ứng khác nhau sử dụng các nguyên liệu, chất làm lạnh và các cơ chế vận hành khác nhau. Một vài trong các mẫu này được thiết kế yêu cầu kỹ thuật. Lò phản ứng dùng trong các tàu ngầm hạt nhân và các các tàu hải quân lớn, ví dụ, thường sử dụng nhiên liệu urani được làm giàu rất cao. Việc sử dụng nguyên liệu urani làm giàu rất cao sẽ làm tăng mật độ năng lượng của lò phản ứng và gia tăng hệ số sử dụng của tải lượng nhiên liệu hạt nhân, nhưng giá của nó đắt và có nhiều rủi ro hơn so với các nguyên liệu hạt nhân khác.^[49]

Một số kiểu lò phản ứng mới dùng cho các nhà máy điện hạt nhân, như các lò phản ứng hạt nhân thế hệ IV, là đối tượng nghiên cứu và có thể được sử dụng để thí nghiệm phát điện trong tương lai. Một vài trong số các kiểu mới này đang được thiết kế để đạt được các phản ứng phân hạch sạch hơn, an toàn hơn và ít rủi ro hơn đối với sự gia tăng nhanh chóng các vũ khí hạt nhân. Các nhà máy an toàn thụ động (như lò phản ứng ESBWR) đang được xây dựng^[50] và các kiểu khác đang được thuyết phục.^[51] Các lò phản ứng hợp hạch có thể có triển vọng trong tương lai nhằm giảm bớt hoặc loại bỏ những rủi ro liên quan đến phân hạch hạt nhân.^[52]

Tuổi thọ



Chu trình nguyên liệu hạt nhân bắt đầu khi urani được khai thác, làm giàu, và chế tạo thành nguyên liệu hạt nhân, (1) đưa đến nhà máy năng lượng hạt nhân. Sau khi sử dụng ở nhà máy, nguyên liệu đã qua sử dụng được đưa tới nhà máy tái xử lý (2) hoặc kho chứa cuối cùng (3). Trong quá trình tái xử lý 95% nguyên liệu đã sử dụng có thể được thu hồi để đưa trở lại nhà máy năng lượng (4).

Bài chi tiết: [Chu trình năng lượng hạt nhân](#)

Lò phản ứng hạt nhân là một phần trong chu trình năng lượng hạt nhân. Quá trình bắt đầu từ khai thác mỏ (xem [khai thác mỏ urani](#)). Các mỏ urani nằm dưới lòng đất, được khai thác theo phương thức lộ thiên, hoặc các mỏ đài tại chỗ. Trong bất kỳ trường hợp nào, khi quặng urani được chiết tách, nó thường được chuyển thành dạng ổn định và nén chặt như bánh vàng (yellowcake), và sau đó vận chuyển đến nhà máy xử lý. Ở đây, bánh vàng được chuyển thành urani hexaflorua, loại này sau đó lại được đem đi làm giàu để sử dụng cho các ngành công nghệ khác nhau. Urani sau khi được làm giàu chứa hơn 0,7% U-235 tự nhiên, được sử dụng để làm cần nguyên liệu trong lò phản ứng đặc biệt. Các cần nguyên liệu sẽ trải qua khoảng 3 chu trình vận hành (tổng cộng khoảng 6 năm) trong lò phản ứng, về mặt tổng quát chỉ có khoảng 3% lượng urani của nó tham gia vào phản ứng phân hạch, sau đó chúng sẽ được chuyển tới một hố nguyên liệu đã sử dụng, ở đây các đồng vị có tuổi thọ thấp được tạo ra từ phản ứng phân hạch sẽ phân rã. Sau khoảng 5 năm trong hố làm lạnh, nguyên liệu tiêu thụ nguội đi và giảm tính phóng xạ đến mức có thể xách được, và nó được chuyển đến các thùng chứa khô hoặc đem tái xử lý.

Năng lượng hạt nhân (phần III)

Các nguồn nguyên liệu truyền thống

Bài chi tiết: [Thị trường urani](#) và [Phát triển năng lượng hạt nhân](#)

Urani là một nguyên tố khá phổ biến trong vỏ Trái Đất cũng giống như kẽm hoặc germani, và phổ biến gấp khoảng 35 lần so với bạc. Urani là thành phần trong hầu hết các đá và bụi. Thực tế rằng urani quá phân tán là một trở ngại bởi vì khai thác mỏ urani chỉ đạt hiệu quả kinh tế khi nó tập trung hàm lượng cao. Cho đến ngày nay, giá urani có thể thu lợi nhuận đạt khoảng 130 USD/kg, và lượn urani đủ để cung cấp cho các nhà máy hoạt động "ít nhất một thế kỷ" với tốc độ tiêu thụ như hiện nay.^{[53][54]} Điều này tương ứng với một mức tài nguyên chắc chắn cao hơn mức bình thường cho hầu hết các khoáng vật. Điểm giống nhau cơ bản với các khoáng vật kim loại khác đó là giá tăng gấp đôi từ mức được kỳ vọng trong hiện tại có thể tạo ra mức tăng gấp 10 lần đối với tài nguyên đã cân nhắc. Tuy nhiên, giá năng lượng hạt nhân chiếm phần lớn trong công trình nhà máy năng lượng. Vì vậy, đóng góp của nguyên liệu vào giá điện toàn cầu chỉ là một phần tương đối nhỏ, thậm chí giá nhiên liệu leo thang có ảnh hưởng tương đối nhỏ đến giá thành phẩm. Ví dụ, giá urani tăng gấp đôi trên thị trường có thể tăng chi phí nguyên liệu đối với các lò phản ứng nước nhẹ lên 26% và giá điện khoảng 7%, trong khi đó việc tăng gấp đôi giá khí thiên nhiên có thể góp phần làm tăng thêm 70% vào giá điện. Ở mức giá nguyên liệu cao, việc khai thác các nguồn khí trong đá granit và dưới biển sẽ mang lại lợi nhuận.^{[55][56]}

Các lò phản ứng nước nhẹ hiện tại ít bị ảnh hưởng lớn từ nguyên liệu hạt nhân, vì quá trình phân hạch chỉ sử dụng rất ít đồng vị hiếm urani-235. Tái xử lý hạt nhân có thể sử dụng lại từ nguồn chất thải của lò này và đạt hiệu quả cao hơn đối với những lò được thiết kế sử dụng những nguồn nguyên liệu phổ biến.^[57]

Breeding

Bài chi tiết: [Phản ứng Breeder](#)

Ngược lại với lò phản ứng nước nhẹ hiện nay sử dụng urani-235 (chiếm 0,7% tổng lượng urani tự nhiên), các lò phản ứng fast breeder sử dụng urani-238 (chiếm 99,3% urani tự nhiên). Người ta tính toán rằng lượng urani-238 đủ để sử dụng cho các nhà máy hạt nhân đến 5 tỷ năm.^[58]

Công nghệ breeder đã được sử dụng cho một số lò phản ứng, nhưng chi phí xử lý nguyên liệu cao đòi hỏi giá urani vượt hơn 200 USD/kg.^[59] Tháng 12 năm 2005, chỉ có một lò phản ứng loại này hoạt động là lò BN-

600 ở Beloyarsk, Nga. Công suất điện đầu ra của nó là 600 MW — Nga cũng đã có kế hoạch xây thêm một lò khác tên BN-800, ở Beloyarsk. Tương tự, lò phản ứng Monju của Nhật Bản đã được lên kế hoạch để khởi công nhưng đã bị ngừng từ năm 1995, trong khi đó cả Trung Quốc và Ấn Độ cũng dự định xây các lò phản ứng kiểu này.

Một loại lò thay thế khác có thể sử dụng urani-233 sinh ra từ thori làm nguyên liệu phân hạch trong chu trình nguyên liệu thori. Thori phổ biến hơn urani khoảng 3,5 lần trong vỏ Trái Đất, và có đặc điểm phân bố khác nhau. Nguồn nguyên liệu này sẽ làm tăng lượng nguyên liệu phân hạch lên đến 450%.^[60] Không giống quá trình biến đổi U-238 thành plutoni, các lò phản ứng fast breeder không cần quy trình này — nó có thể thể hiện một cách đầy đủ hơn so với các nhà máy truyền thống. Ấn Độ đã thấy công nghệ này, khi mà họ có nguồn thori dồi dào hơn urani.

Tổng hợp

Những người ủng hộ năng lượng hợp hạch đề nghị nên sử dụng deuterium hoặc triti là các đồng vị của hidro, làm nguyên liệu và trong một vài kiểu lò phản ứng hiện nay cũng dùng lithi và boron. Năng lượng đầu ra của chúng bằng với năng lượng đầu ra hiện tại trên toàn cầu và nó sẽ không tăng thêm trong tương lai, và các nguồn tài nguyên lithi đã được phát hiện hiện tại có thể cung cấp cho ít nhất 3000 năm nữa, lithi từ nước biển khoảng 60 triệu năm, và quá trình tổng hợp phức tạp hơn chỉ sử dụng deuteri khai thác từ nước biển có thể cung cấp nguyên liệu cho 150 tỉ năm.^[61] Mặc dù quá trình này chưa trở thành thực tế nhưng các chuyên gia tin rằng tổng hợp hạt nhân là một nguồn năng lượng đầy hứa hẹn trong tương lai vì nó tạo ra các chất thải phóng xạ có thời gian sống ngắn, phát thải cacbon ít.

Nước

Xem thêm: Nước#Sử dụng trong công nghiệp và Tác động môi trường của năng lượng hạt nhân

Cũng giống như tất cả các dạng nhà máy phát điện sử dụng tuốc bin hơi nước, các nhà máy điện hạt nhân sử dụng rất nhiều nước để làm lạnh. Sellafield, nhà máy này không còn sản xuất điện, sử dụng lượng nước tối đa là 18.184,4 m³ một ngày và 6.637,306 m³ nước được xử lý từ nước thải một năm để tạo hơi nước (số liệu từ Environment Agency).^[cần dẫn nguồn] Đối với hầu hết các nhà máy điện, 2/3 năng lượng tạo ra từ nhà máy điện hạt nhân trở thành nhiệt không có ích (xem chu trình Carnot), và lượng nhiệt đó được mang ra khỏi nhà máy ở dạng nước nóng (chúng vẫn không bị nhiễm phóng xạ). Nước giải phóng nhiệt bằng cách

đưa vào các tháp làm lạnh ở đó hơi nước bốc lên và đọng sương rồi rơi xuống (mây) hoặc thả trực tiếp vào nguồn nước như ao làm lạnh, hồ, sông hay đại dương.^[62] Trong trường hợp có hạn hán sẽ là một khó khăn đối với các nhà máy do nguồn cung cấp nước làm lạnh bị cạn kiệt.^{[63][64]}

Nhà máy điện hạt nhân Palo Verde gần Phoenix, Arizona là nhà máy phát điện hạt nhân duy nhất không nằm gần nguồn nước lớn. Thay vào đó, nó sử dụng nước thải đã qua xử lý từ các đô thị lân cận để làm nước làm lạnh, với lượng nước thải khoảng 76.000.000 m³ mỗi năm.^[cần dẫn nguồn]

Giống như các nhà máy năng lượng truyền thống, các nhà máy năng lượng hạt nhân tạo ra một lượng lớn nhiệt thừa, nó bị thải ra khỏi bộ phận ngưng tụ sau khi qua tuốc bin hơi nước. Bộ phận phát điện kép của các nhà máy có thể tận dụng nguồn nhiệt này theo như đề xuất của Oak Ridge National Laboratory (ORNL) trong quá trình cộng năng lượng^[65] để tăng hệ số sử dụng nhiệt. Ví dụ như sử dụng hơi nước từ các nhà máy năng lượng để sản xuất hidro.^[66]

Chất thải phóng xạ

Xem thêm về nội dung này tại Chất thải phóng xạ.

Việc lưu giữ và thải chất thải hạt nhân an toàn vẫn còn là một thách thức và chưa có một giải pháp thích hợp. Vấn đề quan trọng nhất là dòng chất thải từ các nhà máy năng lượng hạt nhân là nguyên liệu đã qua sử dụng. Một lò phản ứng công suất lớn tạo ra 3 mét khối (25–30 tấn) nguyên liệu đã qua sử dụng mỗi năm.^[67] Nó bao gồm urani không chuyển hóa được cũng như một lượng khá lớn các nguyên tử thuộc nhóm Actini (hầu hết là plutoni và curi). Thêm vào đó, có khoảng 3% là các sản phẩm phân hạch. Nhóm actini (urani, plutoni, và curi) có tính phóng xạ lâu dài, trong khi đó các sản phẩm phân hạch có tính phóng xạ ngắn hơn.^[68]

Chất thải phóng xạ cao

Xem thêm: Chất thải phóng xạ cao

Nguyên liệu đã qua sử dụng có tính phóng xạ rất cao và phải rất thận trọng trong khâu vận chuyển hay tiếp xúc với nó.^[cần dẫn nguồn] Tuy nhiên, nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng sẽ giảm khả năng phóng xạ sau hàng ngàn năm. Có khoảng 5% cần nguyên liệu đã phản ứng không thể sử dụng lại được nữa, vì vậy ngày nay các nhà khoa học đang thí nghiệm để tái sử dụng các cần này để giảm lượng chất thải. Trung bình, cứ sau 40 năm, dòng phóng xạ giảm 99,9% so với thời điểm loại bỏ nguyên liệu đã sử dụng, mặc dù nó vẫn còn phóng xạ nguy hiểm.^[57]

Cần nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng được chứa trong các bồn nước chống phóng xạ. Nước có chức năng làm lạnh đối với các sản phẩm phân hạch vẫn còn phân rã và che chắn tia phóng xạ ra môi trường. Sau vài chục năm các bồn chứa trở nên lạnh hơn, nguyên liệu ít phóng xạ hơn sẽ được chuyển đến nơi chứa khô, ở đây nguyên liệu được chứa các thùng bằng thép và bê tông cho đến khi độ phóng xạ của nó giảm một cách tự nhiên ("phân rã") đến mức an toàn đủ để tiếp tục thực hiện các quá trình xử lý khác. Việc chứa tạm thời này kéo dài vài năm, vài chục năm thậm chí cả ngàn năm tùy thuộc vào loại nguyên liệu. Hầu hết các chất thải phóng xạ của Hoa Kỳ hiện tại được chứa ở các vị trí tạm thời có giám sát, trong khi các phương pháp thích hợp cho việc thải vĩnh cửu vẫn đang được bàn luận.

Cho đến năm 2007, Hoa Kỳ thải ra tổng cộng hơn 50,000 tấn nguyên liệu đã qua sử dụng từ các lò phản ứng hạt nhân.^[69] Phương pháp chứa dưới lòng đất ở núi Yucca ở Hoa Kỳ đã được đề xuất là cách chôn cất thải vĩnh viễn. Sau 10.000 năm phân rã phóng xạ, theo tiêu chuẩn Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ, nguyên liệu hạt nhân đã qua sử dụng sẽ không còn là mối đe dọa đối với sức khỏe và an toàn của cộng đồng.^[cần dẫn nguồn]

Lượng chất thải có thể được giảm thiểu bằng nhiều cách, đặc biệt là tái xử lý. Lượng chất thải còn lại sẽ có độ phóng xạ ổn định sau ít nhất 300 năm ngay cả khi loại bỏ các nguyên tố trong nhóm actini, và lên đến hàng ngàn năm nếu chưa loại bỏ các nguyên tố trên. {{Fact}} Trong trường hợp tách tất cả các nguyên tố trong nhóm actini và sử dụng các lò phản ứng **fast breeder** để phá hủy bằng sự biến tổ một vài nguyên tố không thuộc nhóm actini có tuổi thọ dài hơn, chất thải phải được cách ly với môi trường vài trăm năm, cho nên chất thải này được xếp vào nhóm có tác động lâu dài. Các lò phản ứng hợp hạch có thể làm giảm số lượng chất thải này.^[70] Người ta cũng tranh luận rằng giải pháp tốt nhất đối với chất thải hạt nhân là chứa tạm thời trên mặt đất cho đến khi công nghệ phát triển thì các nguồn chất thải này sẽ trở nên có giá trị trong tương lai.

Theo một tin tức trên chương trình năm 2007 phát trên 60 Minutes, năng lượng hạt nhân làm cho nước Pháp có không khí sạch nhất trong các quốc gia công nghiệp, và có giá điện rẻ nhất trong toàn châu Âu.^[71] Pháp tái xử lý chất thải hạt nhân của họ để giảm lượng chất thải và tạo ra nhiều năng lượng hơn.^[72] Tuy nhiên, các bài báo vẫn tiếp tục chỉ trích như "Ngày nay chúng ta tích trữ các thùng chứa chất thải bởi vì các nhà khoa học hiện tại không biết cách nào để giảm thiểu hoặc loại bỏ chất độc hại, nhưng *có lẽ* 100 năm nữa *có lẽ* các nhà khoa học sẽ... Chất thải hạt nhân là một vấn đề của nhà nước rất khó giải quyết và cũng là vấn đề chung không quốc gia

nào có thể giải quyết được. Viễn cảnh hiện tại, đang đi theo gót chân Asin của ngành công nghiệp hạt nhân ... Nếu Pháp không thể giải quyết được vấn đề này, hãy cầu Mandil, sau đó nói rằng 'Tôi không thấy chúng ta có thể tiếp tục chương trình hạt nhân của mình như thế nào.'^[72] Xa hơn nữa, việc tái xử lý sẽ lại có những chỉ trích khác như theo Hiệp hội Các vấn đề nhà Khoa học quan tâm (*Union of Concerned Scientists*).^[73]

Chất thải phóng xạ thấp

Xem thêm: Chất thải phóng xạ thấp

Ngành công nghiệp hạt nhân cũng tạo ra một lượng lớn các chất thải phóng xạ cấp thấp ở dạng các công cụ bị nhiễm như quần áo, dụng cụ cầm tay, nước làm sạch, máy lọc nước, và các vật liệu xây lò phản ứng. Ở Hoa Kỳ, Ủy ban điều phối hạt nhân (*Nuclear Regulatory Commission*) đã cố gắng xét lại để cho phép giảm các vật liệu phóng xạ thấp đến mức giống với chất thải thông thường như thải vào bãi thải, tái sử dụng...
.^[cần dẫn nguồn] Hầu hết chất thải phóng xạ thấp có độ phóng xạ rất thấp và người ta chỉ quan tâm đến chất thải phóng xạ liên quan đến mức độ ảnh hưởng lớn của nó.^[74]

Chất thải phóng xạ và chất thải công nghiệp độc hại

Ở các quốc gia có năng lượng hạt nhân, chất thải phóng xạ chiếm ít hơn 1% trong tổng lượng chất thải công nghiệp độc hại, là các chất độc hại trừ khi chúng phân hủy hoặc được xử lý khi đó thì trở nên ít độc hơn hoặc hoàn toàn không độc.^[57] Nhìn chung, năng lượng hạt nhân tạo ra ít chất thải hơn so với các nhà máy điện chạy bằng nhiên liệu hóa thạch. Các nhà máy đốt than đặc biệt tạo ra nhiều chất độc hại và một lượng tro phóng xạ mức trung bình do sự tập trung các kim loại xuất hiện trong tự nhiên và các vật liệu phóng xạ có trong than. Ngược lại với những điều mà người ta cho là đúng từ trước đến, năng lượng than thực tế tạo ra nhiều chất thải phóng xạ thải vào môi trường hơn năng lượng hạt nhân. Tính bình quân lượng ảnh hưởng đến dân số từ các nhà máy sử dụng cao gấp 100 lần so với các nhà máy hạt nhân.^[75]

Tái xử lý

Xem thêm: Tái xử lý hạt nhân

Việc tái xử lý có khả năng thu hồi đến 95% từ urani và plutoni còn lại trong nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng, để trộn vào hỗn hợp nguyên liệu oxit mới. Công đoạn này làm giảm lượng phóng xạ có thời gian phân rã lâu tồn tại trong chất thải, khi tạo ra các sản phẩm phân hạch có thời gian sống ngắn, thể tích của nó giảm đến hơn 90%. Tái xử lý nguyên liệu hạt

nhân dân dụng từ các lò phản ứng năng lượng đã được thực hiện trên phạm vi rộng ở Anh, Pháp và (trước đây) Nga, sắp tới là Trung Quốc và có thể là Ấn Độ, và Nhật Bản đang thực hiện việc mở rộng quy mô trên toàn nước Nhật. Việc xử lý hoàn toàn là không thể thực hiện được bởi vì nó đòi hỏi các lò phản ứng breeder, là loại lò chưa có giá trị thương mại. Pháp được xem là quốc gia khá thành công trong việc tái xử lý chất thải này, nhưng hiện tại chỉ thu hồi được khoảng 28% (về khối lượng) từ nguyên liệu sử dụng hàng năm, 7% trên toàn nước Pháp và 21% ở Nga.^[76]

Không giống các quốc gia khác, Hoa Kỳ đã dừng tái xử lý dân dụng từ năm 1976 đến năm 1981 cũng là một phần trong luật chống phát triển hạt nhân của quốc gia này, kể từ đó vật liệu được tái xử lý như plutoni có thể được dùng trong các vũ khí hạt nhân: tuy nhiên, tái xử lý hiện nay lại được cho phép tiến hành.^[77] Thậm chí, hiện tại nguyên liệu hạt nhân đã sử dụng tất cả được xử lý như chất thải.^[78]

Tháng 2 năm 2006, một sáng kiến mới ở Hoa Kỳ do *Global Nuclear Energy Partnership* thông báo. Đó là sự cố gắng của quốc tế để tái xử lý nguyên liệu theo cách làm cho sự phát triển hạt nhân không thể thực hiện được, trong khi sản xuất năng lượng hạt nhân đang có ích đối với các quốc gia đang phát triển.^[79]

Tách Urani

Bài chi tiết: Tách urani

Việc làm giàu urani tạo ra hàng tấn urani đã tách ra (DU), bao gồm U-238 đã tách hầu hết đồng vị U-235 để phân hạch. U-238 là kim loại thô có giá trị kinh tế — ví dụ như sản xuất máy bay, khiên chống phóng xạ, và vỏ bọc vì nó có tỷ trọng lớn hơn chì. Urani đã tách cũng được sử dụng trong đạn dược như đầu đạn DU, vì khuynh hướng của urani là vỡ dọc theo các dải băng cắt đoạn nhiệt.^{[80][81]}

Một vài ý kiến cho rằng U-238 có thể gây ra các vấn đề về sức khỏe trong nhóm người tiếp xúc một cách quá mức với vật liệu này, như các đội xe chuyên chở và người dân sống trong các khu vực xung quanh nơi có lượng lớn đạn dược bằng DU được sử dụng như khiên, bom, đạn, đầu đạn hạt nhân. Vào tháng 1 năm 2003 Tổ chức Y tế Thế giới công bố một báo cáo rằng sự ô nhiễm từ đạn dược DU ở mức độ địa phương đến vài chục mét từ các vị trí gây ảnh hưởng và phóng xạ nhiễm vào thực vật và nguồn nước địa phương là *cực kỳ thấp*. Báo cáo cũng nêu rằng lượng DU sau khi đi vào theo đường tiêu hóa sẽ thải ra ngoài khoảng 70% sau 24 giờ và 90% sau vài ngày.^[82]

Tranh luận về sử dụng năng lượng hạt nhân

Bài chi tiết: [Tranh cãi về năng lượng hạt nhân](#)

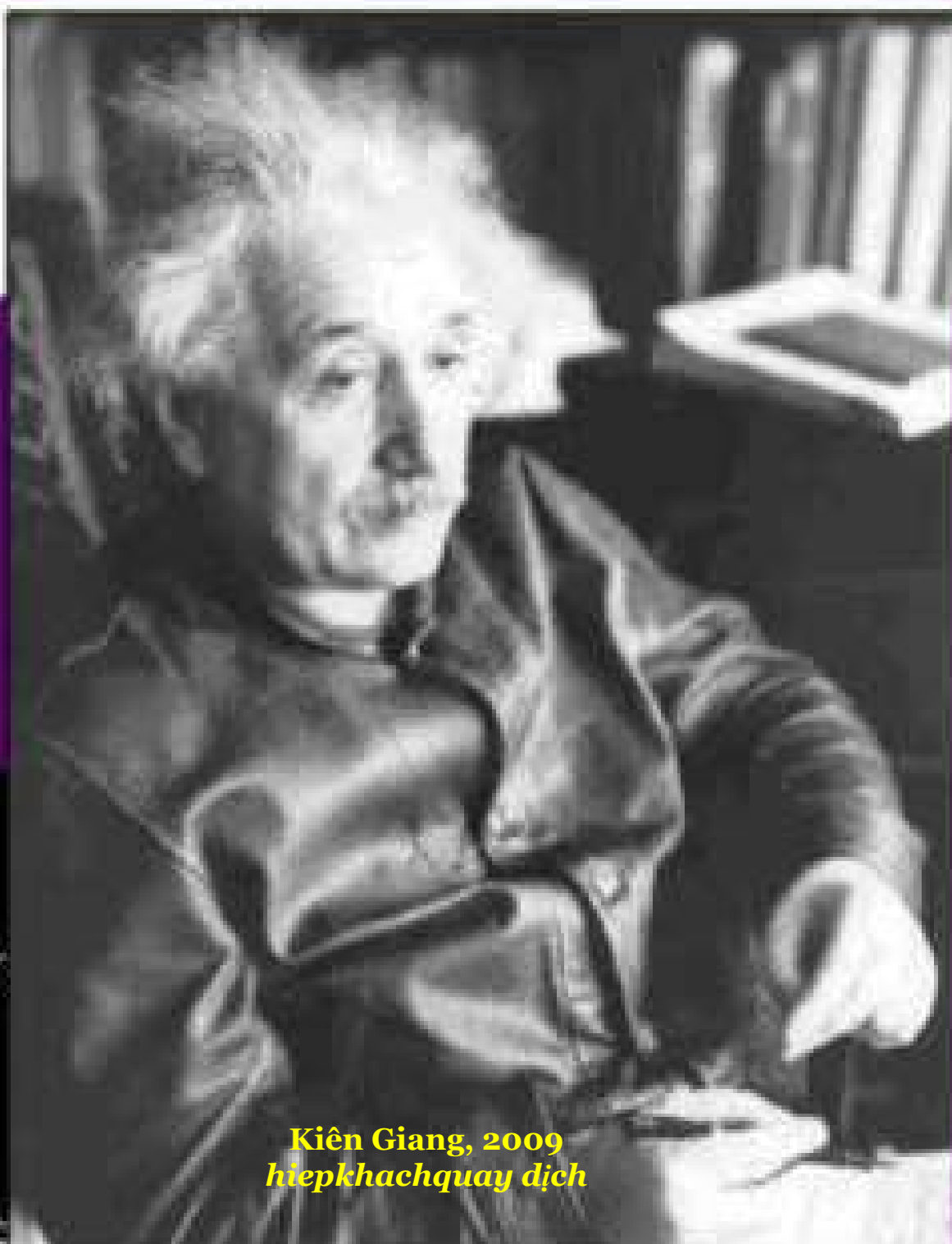
Các đề xuất sử dụng năng lượng hạt nhân thì cho rằng năng lượng hạt nhân là một nguồn năng lượng bền vững làm giảm phát thải cacbon và gia tăng an ninh năng lượng do giảm sự phụ thuộc vào nguồn dầu mỏ nước ngoài.^[83] Các đề xuất cũng nhấn mạnh rằng các rủi ro về lưu giữ chất thải phóng xạ là rất nhỏ và có thể giảm trong tương lai gần khi sử dụng công nghệ mới nhất trong các lò phản ứng mới hơn, và những ghi nhận về vận hành an toàn ở phương Tây là một ví dụ khi so sánh với các loại nhà máy năng lượng chủ yếu khác.

Các ý kiến chỉ trích thì cho rằng năng lượng hạt nhân là nguồn năng lượng chứa đựng nhiều tiềm năng nguy hiểm và phải giảm tỷ lệ sản xuất năng lượng hạt nhân, đồng thời cũng tranh luận rằng liệu các rủi ro có thể được giảm thiểu bằng công nghệ mới không. Những ý kiến ủng hộ đưa ra quan điểm rằng năng lượng hạt nhân không gây ô nhiễm môi trường không khí, đối ngược hoàn toàn với việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch và cũng là nguồn năng lượng có triển vọng thay thế nhiên liệu hóa thạch. Các ý kiến ủng hộ cũng chỉ ra rằng năng lượng hạt nhân chỉ là theo đuổi của các nước phương Tây để đạt được sự độc lập về năng lượng. Còn các ý kiến chỉ trích thì cho rằng vấn đề là ở chỗ lưu giữ chất thải phóng xạ như ô nhiễm phóng xạ do các tai họa, và những bất lợi của việc phát triển hạt nhân và sản xuất điện tập trung.

Các tranh cãi về kinh tế và an toàn được xem là hai mặt của vấn đề tranh luận.

Lịch sử

Năng lượng hạt nhân



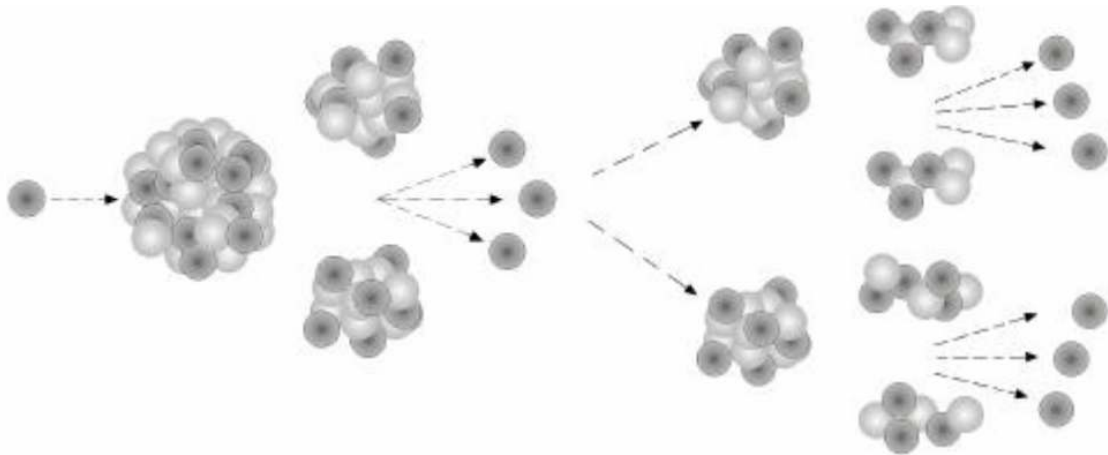
Kiên Giang, 2009
hiepkhachquay dịch

Lịch sử năng lượng hạt nhân

Mặc dù chúng nhỏ bé, nhưng các nguyên tử có một lượng lớn năng lượng giữ chúng lại với nhau. Các đồng vị nhất định của một số nguyên tố có khả năng phân tách và sẽ giải phóng năng lượng của chúng dưới dạng nhiệt. Sự phân tách này được gọi là sự phân hạch. Nhiệt giải phóng trong sự phân hạch có thể dùng để giúp phát điện trong các nhà máy điện.

Uranium 235 (U-235) là một trong các đồng vị dễ dàng phân hạch. Trong khi phân hạch, các nguyên tử U-235 hấp thụ các neutron chậm. Sự hấp thụ này làm cho U-235 trở nên không bền và phân tách thành hai nguyên tử nhẹ gọi là các sản phẩm phân hạch.

Tổng khối lượng của các sản phẩm phân hạch nhỏ hơn khối lượng của U-235 ban đầu. Sự suy giảm khối lượng xảy ra vì một phần vật chất đã chuyển hóa thành năng lượng. Năng lượng được giải phóng dưới dạng nhiệt. Hai hoặc ba neutron được giải phóng kèm theo với nhiệt. Các neutron này có thể va chạm với những nguyên tử khác, gây ra nhiều sự phân hạch hơn.



Một chuỗi phân hạch liên tiếp được gọi là phản ứng dây chuyền. Nếu đủ lượng uranium được mang lại với nhau dưới những điều kiện nhất định, thì sẽ xảy ra một phản ứng dây chuyền liên tục. Hiện tượng này gọi là phản ứng dây chuyền tự duy trì. Một phản ứng dây chuyền tự duy trì sinh ra lượng nhiệt rất lớn, có thể dùng để giúp phát điện.

Nhà máy điện hạt nhân phát điện theo kiểu giống như các nhà máy điện hơi nước khác. Nước được đun nóng, và hơi nước bốc lên từ nước sôi làm quay tuabin và phát điện. Sự khác biệt chủ yếu ở các loại nhà máy điện hơi nước là nguồn sinh nhiệt. Trong nhà máy điện hạt nhân, nhiệt phát ra từ phản ứng dây chuyền tự duy trì làm sôi nước. Trong các nhà máy khác, người ta đốt than đá, dầu lửa, hoặc khí thiên nhiên để đun sôi nước.

Lời nói đầu

Khái niệm nguyên tử đã tồn tại trong nhiều thế kỉ. Nhưng chỉ gần đây, chúng ta mới bắt đầu hiểu được sức mạnh khủng khiếp chứa trong khối lượng nhỏ xíu ấy.

Trong những năm ngay trước và trong Thế chiến thứ hai, nghiên cứu hạt nhân chủ yếu tập trung vào phát triển các loại vũ khí phòng thủ. Sau đó, các nhà khoa học tập trung vào các công dụng hòa bình của công nghệ hạt nhân. Một công dụng quan trọng của năng lượng hạt nhân là phát điện. Sau nhiều năm nghiên cứu, các nhà khoa học đã ứng dụng thành công công nghệ hạt nhân cho nhiều mục đích khoa học, y khoa, và công nghiệp khác.

Tập sách mỏng này trình bày sơ lược lịch sử những khám phá của chúng ta về nguyên tử. Chúng ta bắt đầu với ý tưởng của các nhà triết học Hi Lạp cổ đại. Sau đó, chúng ta dõi theo hành trình đến với những nhà khoa học đầu tiên khám phá ra hiện tượng phóng xạ. Cuối cùng, chúng ta đến với công dụng hiện đại của nguyên tử là một nguồn năng lượng vô giá.

Tập sách mỏng này cũng trình bày một biên niên sử chi tiết của lịch sử điện hạt nhân và một bảng thuật ngữ. Chúng tôi hi vọng bảng thuật ngữ sẽ giải thích được một số khái niệm có thể mới mẻ đối với một số độc giả và việc nghiên cứu phần biên niên sử sẽ khuyến khích quý độc giả tìm hiểu thêm các tài nguyên được liệt kê trong danh sách tham khảo. Như thế, bạn sẽ có thể tự khám phá những nỗ lực của nước Mỹ nhằm phát triển và làm chủ thứ công nghệ đầy sức mạnh này.

Giới thiệu

Bản tính con người vốn thích kiểm nghiệm, quan sát và mơ ước. Lịch sử năng lượng hạt nhân là câu chuyện giấc mơ nhiều thế kỉ đã trở thành hiện thực.

Các nhà triết học Hi Lạp cổ đại là những người đầu tiên phát triển quan niệm rằng toàn thể vật chất cấu thành từ những hạt không nhìn thấy gọi là nguyên tử. Từ nguyên tử phát sinh từ tiếng Hi Lạp, atomos, nghĩa là không thể chia cắt. Các nhà khoa học vào thế kỉ 18 và 19 đã làm hồi sinh khái niệm này dựa trên những thí nghiệm của họ. Vào năm 1900, các nhà khoa học biết rằng nguyên tử chứa những lượng lớn năng lượng. Nhà vật lí người Anh Ernest Rutherford được gọi là cha đẻ của ngành khoa học hạt nhân vì sự đóng góp của ông cho lí thuyết cấu trúc nguyên tử. Vào năm 1904, ông đã viết:

Nếu người ta có thể điều khiển tốc độ phân rã của các nguyên tố phóng xạ, thì người ta có thể thu được một lượng lớn năng lượng từ một lượng nhỏ vật chất.

Albert Einstein đã phát triển lí thuyết của ông về mối quan hệ giữa năng lượng và khối lượng vào năm sau đó. Biểu thức toán học ấy là $E = mc^2$, hay “năng lượng bằng khối lượng nhân với bình phương tốc độ ánh sáng”. Mất gần 35 năm để người ta chứng minh cho lí thuyết của Einstein.

Khám phá ra sự phân hạch

Năm 1934, nhà vật lý Enrico Fermi đã chỉ đạo các thí nghiệm ở Rome chứng tỏ rằng neutron có khả năng phân tách nhiều loại nguyên tử. Các kết quả khiến cả Fermi cũng lấy làm ngạc nhiên. Khi ông dùng neutron bắn phá uranium, ông không được những nguyên tố mà ông trông đợi. Các nguyên tố này nhẹ hơn nhiều so với uranium.



Enrico Fermi, nhà vật lý người Italy, đã lãnh đạo một đội khoa học tạo ra được phản ứng hạt nhân dây chuyền tự duy trì đầu tiên.

Mùa thu năm 1938, các nhà vật lý người Đức Otto Hahn và Fritz Strassman đã bắn các neutron phát ra từ một nguồn chứa các nguyên tố radium và beryllium vào uranium (số nguyên tử 92). Họ thật bất ngờ tìm thấy các nguyên tố nhẹ hơn, ví dụ như barium (số nguyên tử 56), trong chất liệu còn lại.

Những nguyên tố này có khối lượng nguyên tử khoảng bằng phân nửa của uranium. Trong những thí nghiệm trước đó, chất liệu còn lại chỉ hơi nhẹ hơn uranium một tí.

Hahn và Strassman đã liên hệ với Lise Meitner ở Copenhagen trước khi đưa ra công bố khám phá của họ. Bà là một đồng nghiệp người Áo buộc phải chạy trốn khỏi chế độ phát xít Đức. Bà làm việc với Niels Bohr và người cháu trai, Otto R. Fritsch. Meitner và Fritsch nghĩ barium và các nguyên tố nhẹ kia trong chất liệu còn lại thu được từ uranium phân rã – hay phân hạch. Tuy nhiên, khi bà cộng số nguyên tử của các sản phẩm phân hạch, thì chúng không bằng khối lượng tổng của uranium. Meitner đã sử dụng lý thuyết của Einstein chứng tỏ rằng phần khối lượng bị mất đã biến đổi thành năng lượng. Phát kiến này đã chứng tỏ sự phân hạch tồn tại và xác nhận lý thuyết của Einstein.

Phản ứng dây chuyền tự duy trì đầu tiên

Năm 1939, Bohr đến Mỹ. Ông chia sẻ với Einstein các khám phá Hahn-Strassman-Meitner. Bohr cũng gặp Fermi tại một hội nghị về vật lý lý thuyết ở thủ đô Washington. Họ đã thảo luận về khả năng hấp dẫn của một phản ứng dây chuyền tự duy trì. Trong một quá trình như vậy, các nguyên tử có thể phân tách để giải phóng những lượng lớn năng lượng.

Các nhà khoa học trên khắp thế giới bắt đầu tin rằng một phản ứng dây chuyền tự duy trì là có thể. Nó sẽ xảy ra nếu như đủ lượng uranium được mang vào dưới những điều kiện thích hợp. Lượng uranium cần thiết để tạo ra một phản ứng dây chuyền tự duy trì được gọi là khối lượng tới hạn.

Fermi và người phụ tá của ông, Leo Szilard, đã đề xuất một mẫu có thể cho một lò phản ứng uranium dây chuyền vào năm 1941. Mô hình của họ gồm uranium đặt trong một đụn graphite tạo thành một khung chất liệu có thể phân hạch kiểu hình lập phương.



Leo Szilard

Đầu năm 1942, một nhóm nhà khoa học do Fermi đứng đầu đã tập trung tại trường Đại học Chicago để phát triển các lý thuyết của họ. Tháng 11 năm 1942, mọi thứ đã sẵn sàng cho việc bắt đầu xây dựng lò phản ứng hạt nhân đầu tiên trên thế giới, cái trở nên nổi tiếng là Cột Chicago 1. Cái cột được dựng đứng trên mảnh sân hình quả bí bên dưới sân vận động của trường Đại học Chicago. Ngoài uranium và graphite, nó còn chứa các thanh điều khiển bằng cadmium. Cadmium là một nguyên tố kim loại hấp thụ neutron. Khi có mặt các thanh cadmium trong cột, thì sẽ có ít neutron làm phân hạch các nguyên tử uranium hơn. Việc này làm phản ứng dây chuyền chậm lại. Khi các thanh bị lấy ra, thì sẽ có nhiều neutron sẵn sàng làm phân tách các nguyên tử hơn. Phản ứng dây chuyền sẽ tăng tốc.

Vào buổi sáng ngày 2 tháng 12 năm 1942, các nhà khoa học đã sẵn sàng để bắt đầu một trình diễn của Cột Chicago 1. Fermi ra lệnh rút các thanh điều khiển ra mỗi lần một vài inch trong vài giờ sau đó. Cuối cùng, lúc 3:25 chiều, giờ Chicago, phản ứng hạt nhân trở thành tự duy trì. Fermi và nhóm của ông đã chuyển hóa thành công lý thuyết khoa học thành thực tại công nghệ. Thế giới đã bước vào kỉ nguyên hạt nhân.

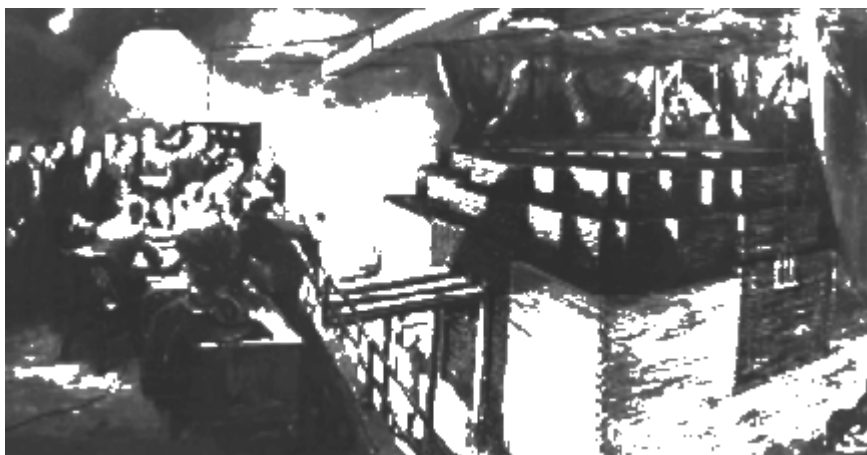
Sự phát triển năng lượng hạt nhân cho các mục đích hòa bình

Lò phản ứng hạt nhân đầu tiên chỉ mới là cái khởi đầu. Đa phần nghiên cứu nguyên tử lúc đầu tập trung vào việc phát triển một loại vũ khí hiệu quả dùng trong Thế chiến thứ hai. Công việc được thực hiện dưới cái tên mật danh là *Dự án Manhattan*.



Lise Meitner và Otto R. Frisch

Tuy nhiên, một số nhà khoa học lại nghiên cứu việc xây dựng các lò tái sinh, lò phản ứng tạo ra chất liệu có khả năng phân hạch trong phản ứng dây chuyền. Do đó, chúng sẽ tạo ra nhiều chất liệu phân hạch là chúng sử dụng vào.



Enrico Fermi đứng đầu một nhóm nhà khoa học đang khởi động phản ứng hạt nhân dây chuyền tự duy trì đầu tiên. Sự kiện lịch sử ấy, xảy ra hôm 02/12/1942, được tái hiện trong bức tranh này.

Sau chiến tranh, chính quyền Mỹ khuyến khích phát triển năng lượng hạt nhân cho các mục đích dân sự hòa bình. Quốc hội Mỹ đã thành lập Ủy ban Năng lượng Nguyên tử (AEC) vào năm 1946. AEC đã ủy quyền xây dựng Lò Tái sinh Thực nghiệm I tại một địa

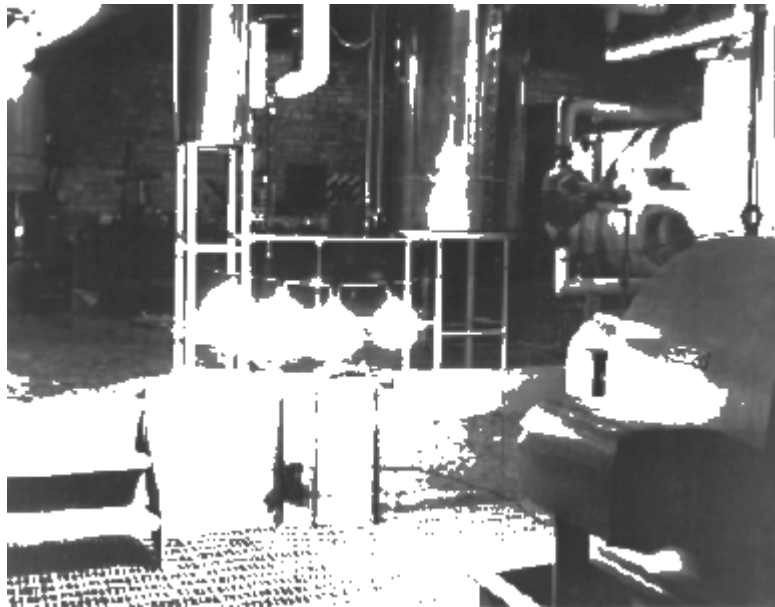
điểm ở Idaho. Lò phản ứng ấy phát điện lần đầu tiên từ năng lượng hạt nhân vào ngày 20 tháng 12 năm 1951.

Một mục tiêu chính trong nghiên cứu hạt nhân vào giữa thập niên 1950 là chứng tỏ rằng năng lượng hạt nhân có thể phát điện dùng cho mục đích thương mại. Nhà máy phát điện thương mại đầu tiên chạy bằng năng lượng hạt nhân đặt tại Shippingport, Pennsylvania. Nó đạt tới công suất thiết kế trọn vẹn vào năm 1957. Các lò phản ứng nước nhẹ kiểu như Shippingport sử dụng nước bình thường để làm nguội lõi lò phản ứng trong phản ứng dây chuyền. Chúng là mẫu thiết kế tốt nhất khi ấy cho nhà máy điện hạt nhân.

Ngành công nghiệp bí mật ngày càng liên quan nhiều hơn đến việc phát triển các lò phản ứng nước nhẹ sau khi Shippingport đi vào hoạt động. Các chương trình năng lượng hạt nhân đã chuyển sự tập trung sang việc phát triển các công nghệ lò phản ứng khác.

Ngành công nghiệp điện hạt nhân ở Mỹ phát triển nhanh chóng trong thập niên 1960. Các công ti thực dụng đã nhìn thấy dạng sản xuất điện này thật kinh tế, sạch về mặt môi trường, và an toàn. Tuy nhiên, vào thập niên 1970 và 1980, sự tăng trưởng bị chậm lại. Nhu cầu điện giảm đi và các lo ngại về điện hạt nhân ngày càng tăng, ví dụ như sự an toàn lò phản ứng, vấn đề chất thải, và những xem xét môi trường khác.

Tuy nhiên, nước Mỹ vẫn có số lượng nhà máy điện hạt nhân đang hoạt động nhiều gấp đôi so với bất kì nước nào trên thế giới vào năm 1991, chiếm hơn một phần tư số lượng nhà máy đang hoạt động trên thế giới. Năng lượng hạt nhân cung cấp gần 22% điện năng sản xuất ở nước Mỹ.



Lò phản ứng Tái sinh Thực nghiệm I phát ra điện năng thấp sáng 4 bóng đèn 200W vào hôm 20/12/1951. Đây là dấu mốc khởi đầu của nền công nghiệp điện hạt nhân.

Cuối năm 1991, 31 quốc gia khác cũng có nhà máy điện hạt nhân đang khai thác thương mại hoặc đang xây dựng. Đó là một sự chuyển giao công nghệ điện hạt nhân rộng khắp và ấn tượng.

Trong thập niên 1990, nước Mỹ phải đối mặt trước một vài vấn đề năng lượng chính, và đã phát triển một vài mục tiêu chính cho năng lượng hạt nhân, đó là:

- Duy trì sự an toàn cao và các chuẩn thiết kế;
- Giảm rủi ro kinh tế;

- Giảm rủi ro điều tiết;
- Thiết lập một chương trình chất thải hạt nhân mức cao thật hiệu quả.

Một vài trong số những mục tiêu năng lượng hạt nhân này đã đưa vào Chính sách Năng lượng năm 1992, được kí thành luật [nước Mỹ] vào tháng 10 cùng năm.

Nước Mỹ đang hành động để đạt tới những mục tiêu này theo nhiều phương thức khác nhau. Chẳng hạn, Bộ Năng lượng Mỹ gánh vác một số nỗ lực chung với ngành công nghiệp hạt nhân để phát triển thế hệ tiếp theo của các nhà máy điện hạt nhân. Những nhà máy đã và đang được thiết kế ngày một an toàn hơn và hiệu quả hơn. Đây cũng là một nỗ lực nhằm làm cho nhà máy điện hạt nhân dễ xây dựng hơn bằng cách chuẩn hóa thiết kế và đơn giản hóa các đòi hỏi bản quyền, mà không giảm bớt các tiêu chuẩn an toàn.

Trong lĩnh vực quản lý chất thải, các kỹ sư đang phát triển những phương pháp mới và những địa điểm mới dùng cất trữ chất thải phóng xạ tạo ra bởi các nhà máy điện hạt nhân và những quá trình hạt nhân khác. Mục tiêu của họ là giữ chất thải hạt nhân cách xa môi trường sống và con người trong những khoảng thời gian rất lâu.

Các nhà khoa học cũng đang nghiên cứu năng lượng nhiệt hạch hạt nhân. Sự nhiệt hạch xảy ra khi các nguyên tử liên kết lại – hay hợp nhất – thay vì phân tách ra. Nhiệt hạch là năng lượng đã cấp nguồn cho mặt trời. Trên Trái đất, nhiên liệu nhiệt hạch hứa hẹn nhất là deuterium, một dạng hydrogen. Nó có trong nước và dồi dào. Nó cũng tạo ra chất thải kém độ phóng xạ hơn so với sự phân hạch. Tuy nhiên, các nhà khoa học vẫn chưa thể sản xuất năng lượng có ích từ sự nhiệt hạch và vẫn đang trong tiến trình nghiên cứu của họ.



Ở Oak Ridge, Tennessee, các công nhân đang đóng gói các đồng vị, chúng chủ yếu dùng trong khoa học, công nghiệp, và y khoa.

Nghiên cứu trong những lĩnh vực hạt nhân khác vẫn tiếp tục trong thập niên 1990. Công nghệ hạt nhân giữ vai trò quan trọng trong y khoa, công nghiệp, khoa học, và thực phẩm và nông nghiệp, cũng như phát điện. Ví dụ, các bác sĩ sử dụng các đồng vị phóng xạ để nhận dạng và nghiên cứu các nguyên nhân gây bệnh. Họ còn dùng chúng để tăng hiệu quả điều trị y khoa truyền thống. Trong công nghiệp, các đồng vị phóng xạ được dùng để đo những chiều dày vi mô, dò tìm những dị thường trong vỏ bọc kim loại, và kiểm tra các mối hàn. Các nhà khảo cổ sử dụng kỹ thuật hạt nhân để xác định niên đại các vật thời tiền sử một cách chính xác và định vị các khiếm khuyết ở các tượng đài và nhà cửa. Bức xạ hạt nhân được dùng để bảo quản thực phẩm. Nó giữ được nhiều vitamin hơn so với đóng hộp, đông lạnh hoặc sấy khô.

Nghiên cứu hạt nhân còn mang lợi ích cho nhân loại theo nhiều kiểu. Nhưng ngày nay, ngành công nghiệp hạt nhân phải đối mặt trước những vấn đề lớn, rất phức tạp. Làm thế nào chúng ta có thể giảm tối thiểu các rủi ro? Tương lai sẽ tùy thuộc vào kỹ nghệ tiên tiến, nghiên cứu khoa học, và sự tham gia của mọi công dân đã giác ngộ.

Biên niên các nghiên cứu và phát triển năng lượng hạt nhân

Thập niên 1940

02/12/1942. Phản ứng hạt nhân dây chuyền tự duy trì đầu tiên xảy ra tại trường Đại học Chicago.

16/07/1945. Đặc vụ Manhattan của quân đội Mỹ thử quả bom nguyên tử đầu tiên tại Alamogordo, New Mexico, dưới tên gọi mật *Dự án Manhattan*.

06/08/1945. Quả bom nguyên tử mang tên *Thằng gày* thả xuống Hiroshima, Nhật Bản. Ba ngày sau, một quả bom nữa, *Gã béo*, thả xuống Nagasaki, Nhật Bản. Nước Nhật đầu hàng hôm 15/08, kết thúc Thế chiến thứ hai.

01/08/1946. Chương trình hành động Năng lượng nguyên tử 1946 [của Mỹ] lập ra Ủy ban Năng lượng nguyên tử (AEC) để điều khiển sự phát triển năng lượng hạt nhân và khảo sát những ứng dụng hòa bình của năng lượng hạt nhân.

06/10/1947. AEC lần đầu tiên nghiên cứu khả năng sử dụng hòa bình của năng lượng nguyên tử, đưa ra một bản báo cáo vào năm sau đó.

01/03/1949. AEC công bố chọn một địa điểm ở Idaho xây dựng nhà máy thử nghiệm lò phản ứng quốc gia.

Thập niên 1950

20/12/1951. Ở Arco, Idaho, Lò phản ứng tái sinh thực nghiệm 1 lần đầu tiên sản sinh điện năng từ năng lượng hạt nhân, thấp sáng bốn bóng đèn.

14/06/1952. Con tàu ngầm hạt nhân đầu tiên của Hải quân, Nautilus, đặt tại Groton, Connecticut.

30/03/1953. Nautilus bắt đầu khởi động những đơn vị hạt nhân đầu tiên của nó.

08/12/1953. Tổng thống Eisenhower đọc bài phát biểu “Nguyên tử cho Hòa bình” trước Liên hiệp quốc. Ông kêu gọi sự hợp tác quốc tế mạnh mẽ hơn nữa nhằm phát triển năng lượng nguyên tử vì mục đích hòa bình.

30/08/1954. Tổng thống Eisenhower kí Luật Năng lượng nguyên tử năm 1954, lần bổ sung quan trọng đầu tiên của Luật Năng lượng nguyên tử ban đầu, cho phép chương trình năng lượng hạt nhân dân sự tiếp cận gần hơn với công nghệ hạt nhân.

10/01/1955. AEC công bố Chương trình Lò phản ứng cấp điện, theo đó AEC và ngành công nghiệp sẽ hợp tác trong việc xây dựng và điều hành các lò phản ứng điện hạt nhân thực nghiệm.

17/07/1955. Arco, Idaho, thị tứ 1000 dân, trở thành thị tứ đầu tiên được cấp điện bằng năng lượng hạt nhân, lò phản ứng nước sôi thực nghiệm BORAX III.

08-20/08/1955. Geneva, Thụy Sĩ, chủ trì Hội nghị quốc tế lần thứ nhất của Liên hiệp quốc về Công dụng hòa bình của năng lượng nguyên tử.

12/07/1957. Tổ hợp hạt nhân dân sự đầu tiên cấp điện bởi Lò phản ứng thí nghiệm Natri ở Santa Susana, California. Nhà máy ấy cấp điện cho đến năm 1966.

02/09/1957. Đạo luật Price-Anderson đảm bảo tài chính cho dân chúng và giấy phép AEC cùng các nhà thầu nếu xảy ra một tai nạn bất ngờ tại một nhà máy điện hạt nhân.

01/10/1957. Liên hiệp quốc thành lập Cơ quan Năng lượng Nguyên tử quốc tế (IAEA) ở Vienna, Áo, để xúc tiến việc sử dụng hòa bình của năng lượng hạt nhân và chống sự truyền bá vũ khí hạt nhân trên khắp thế giới.



Tàu ngầm nguyên tử đầu tiên, Nautilus.

02/12/1957. Nhà máy điện hạt nhân quy mô lớn đầu tiên trên thế giới bắt đầu hoạt động tại Shippingport, Pennsylvania. Nhà máy đạt tới công suất trọn vẹn ba tuần sau đó và cấp điện cho khu vực Pittsburgh.

22/05/1958. Bắt đầu chế tạo con tàu buôn chạy bằng năng lượng hạt nhân đầu tiên trên thế giới, N.S. Savannah, ở Camden, New Jersey. Con tàu được hạ thủy ngày 21/07/1959.

15/10/1959. Nhà máy điện hạt nhân Dresden-1 ở Illinois, nhà máy điện hạt nhân đầu tiên ở nước Mỹ xây dựng ngoài ngân sách nhà nước, đạt tới phản ứng hạt nhân tự duy trì.

Thập niên 1960

19/08/1960. Nhà máy điện hạt nhân thứ ba của Mỹ, Nhà máy điện hạt nhân Yankee Rowe, đạt tới phản ứng hạt nhân tự duy trì.

Đầu những năm 1960. Lần đầu tiên các nhà máy điện hạt nhân cỡ nhỏ được sử dụng ở những nơi xa xôi để cấp điện cho các trạm khí tượng và hải đăng trong hàng hải.



N.S. Savannah

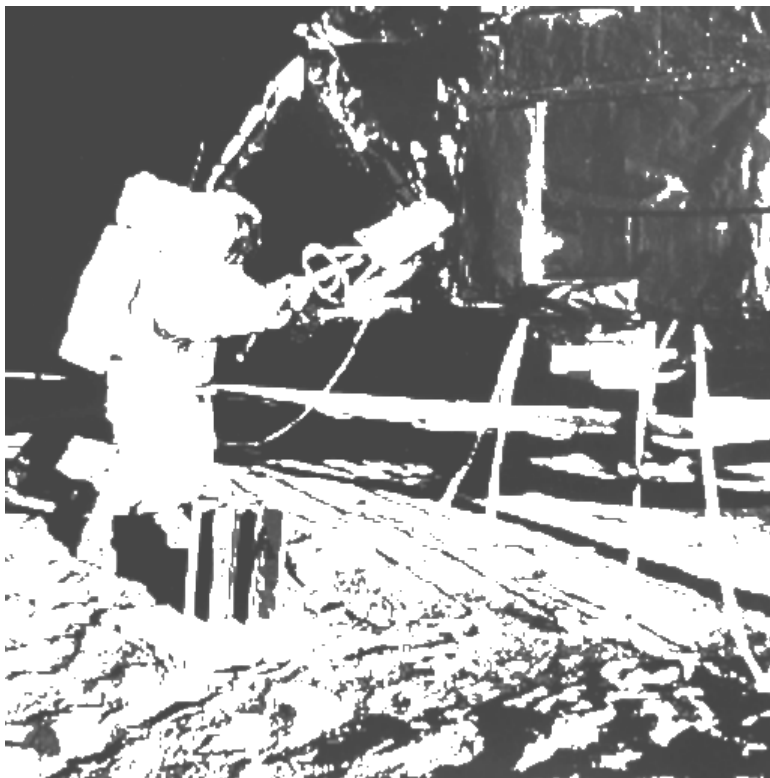
22/11/1961. Hải quân Mỹ hạ thủy con tàu lớn nhất thế giới, U.S.S Enterprise. Nó là một tàu sân bay cấp điện hạt nhân có khả năng ở tốc độ lên tới 30 knot với quãng đường lên tới 400.000 dặm (740.800 km) mà không cần nạp lại nhiên liệu.

26/08/1964. Tổng thống Lyndon B. Johnson kí Đạo luật Quyền tư hữu Các chất liệu Hạt nhân đặc biệt, cho phép ngành công nghiệp điện hạt nhân được sở hữu nhiên liệu trong các đơn vị nhà máy của mình. Sau ngày 30/06/1973, quyền tư hữu nhiên liệu uranium là bắt buộc.

12/12/1963. Công ti Điện và Bóng đèn Trung Jersey công bố được ủy nhiệm nhà máy điện hạt nhân Oyster Creek, lần đầu tiên một nhà máy hạt nhân được xem là một lựa chọn mang tính kinh tế so với một nhà máy nhiên liệu hóa thạch.

03/10/1964. Ba con tàu nổi trên biển cấp điện bằng hạt nhân, Enterprise, Long Beach, và Bainbridge, hoàn thành “Cuộc hành quân biển”, một hành trình vòng quanh thế giới.

03/04/1965. Lò phản ứng hạt nhân đầu tiên trong không gian (SNAP-10A) được nước Mĩ phóng lên quỹ đạo. SNAP là viết tắt của *Systems for Nuclear Auxiliary Power* (Hệ thống phát điện hạt nhân hỗ trợ).



Một pin nguyên tử đã hoạt động liên tục trên mặt trăng trong ba năm. Nhà máy điện hạt nhân đến mặt trăng lần đầu tiên vào hôm 19/11/1969, khi các nhà du hành Apollo 12 triển khai máy phát hạt nhân SNAP-27 của AEC trên bề mặt mặt trăng.

Thập niên 1970

05/03/1970. Mĩ, Anh, Liên Xô và 45 quốc gia khác phê chuẩn Hiệp ước Không phổ biến Vũ khí hạt nhân.

1971. 22 nhà máy điện hạt nhân thương mại hoạt động trên khắp nước Mĩ. Chúng sản ra 2,4% điện năng của nước Mĩ lúc ấy.

1973. Các công ti Mĩ đăng kí 41 nhà máy điện hạt nhân, con số kỉ lục trong một năm.

1974. Nhà máy điện hạt nhân 1000MW đầu tiên đi vào phục vụ - Commonwealth Edison's Zion 1.

11/10/1974. Đạo luật Cơ cấu lại Năng lượng năm 1974 phân chia các chức năng AEC giữa hai cơ quan mới – Ban điều hành Nghiên cứu và Phát triển Hạt nhân (ERDA) thực hiện chức năng nghiên cứu và phát triển, và Ủy ban Điều phối Hạt nhân (NRC) đảm đương vai trò điều phối điện hạt nhân.

07/04/1977. Tổng thống Jimmy Carter công bố nước Mỹ sẽ hoãn vô thời hạn các kế hoạch tái xử lý nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng.

04/08/1977. Tổng thống Carter kí Đạo luật Tổ chức Bộ Năng lượng, chuyển các chức năng ERDA sang cơ quan mới – Bộ Năng lượng (DOE).

01/10/1977. DOE bắt đầu hoạt động.

28/03/1979. Tai nạn thảm khốc nhất trong lịch sử điện hạt nhân thương mại của nước Mỹ xảy ra tại nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island ở gần Harrisburgh, Pennsylvania. Tai nạn có nguyên do mất chất lỏng làm nguội từ lõi lò phản ứng do trục trặc kỹ thuật và lỗi con người. Không ai bị tổn thương và không có sự chiếu xạ quá mức nào từ vụ tai nạn. Cuối năm ấy, NRC đã đưa ra các quy định an toàn lò phản ứng nghiêm khắc hơn và các thủ tục thanh kiểm tra chặt chẽ hơn nhằm tăng cường sự an toàn của hoạt động của lò phản ứng.

1979. 72 lò phản ứng được cấp phép, sản xuất 12% điện năng thương mại của nước Mỹ.

Thập niên 1980

26/03/1980. DOE khởi động chương trình nghiên cứu và phát triển Three Mile Island nhằm phát triển công nghệ tháo rời và lấy nhiên liệu ra khỏi lò phản ứng đã bị phá hủy. Chương trình tiếp tục trong 10 năm và đã mang lại nhiều tiến bộ quan trọng trong việc phát triển công nghệ an toàn hạt nhân mới.

01/10/1982. Sau 22 năm phục vụ, nhà máy điện Shippingport ngừng hoạt động. Việc tháo dỡ hoàn thành trong năm 1989.

07/01/1983. Luật chính sách chất thải hạt nhân (NWPAA) đưa ra một chương trình tìm một địa điểm chôn cất chất thải hạt nhân có độ phóng xạ cao, trong đó có nhiên liệu đã qua sử dụng từ nhà máy điện hạt nhân ra. Đạo luật cũng đề ra mức phí đối với những người sở hữu và những người tạo ra chất thải phóng xạ và nhiên liệu đã qua sử dụng, họ phải trả các chi phí của chương trình.

1983. Điện hạt nhân phát ra sản lượng nhiều hơn điện khí.

1984. Nguyên tử trở thành nguồn điện năng lớn thứ hai, sau than đá. 83 lò phản ứng điện hạt nhân cung cấp khoảng 14% điện năng tiêu thụ ở nước Mỹ.

1985. Viện Điều phối Năng lượng Hạt nhân thành lập một trường đào tạo cấp quốc gia nhằm đào tạo nhân lực cho các nhà máy điện hạt nhân.

1986. Nhà máy hạt nhân Perry ở Ohio trở thành nhà máy điện hạt nhân thứ 100 của Mỹ đi vào hoạt động.

26/04/1986. Sai lầm trong điều khiển đã gây ra hai vụ nổ tại nhà máy điện hạt nhân Chernobyl số 4 ở Liên Xô cũ. Lò phản ứng đặt trong một tòa nhà chứa không tương xứng, và những lượng lớn bức xạ đã thoát ra ngoài. Một nhà máy có thiết kế như vậy sẽ không được cấp phép ở Mỹ.

22/12/1987. Luật Chính sách Chất thải Hạt nhân (NWPAA) được sửa đổi. Thượng viện yêu cầu DOE chỉ nghiên cứu tiềm năng của đỉnh núi Yucca, Nevada, địa điểm dành để chôn cất chất thải hạt nhân phóng xạ cao.

1988. Nhu cầu điện năng ở Mỹ cao hơn 50% so với năm 1973.

1989. 109 nhà máy điện hạt nhân cung cấp 19% điện năng sử dụng ở nước Mỹ; 46 nhà máy đi vào phục vụ trong thập niên này.

18/04/1989. NRC đề xuất một kế hoạch chứng nhận thiết kế lò phản ứng, và giấy phép xây dựng và hoạt động kết hợp.

Thập niên 1990

03/1990. DOE công bố một sáng kiến chung nhằm cải thiện tình hình an toàn hoạt động của các nhà máy điện hạt nhân ở Liên Xô cũ.

1990. 110 nhà máy điện hạt nhân ở Mỹ lập kỉ lục về lượng điện phát ra, vượt qua tổng công suất của tất cả các nhà máy chạy nhiên liệu cộng lại

19/04/1990. Kịch bản nhiên liệu bị phá hủy cuối cùng tháo dỡ từ nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island được chuyển tới một cơ sở trực thuộc DOE ở Idaho để nghiên cứu và cất trữ tạm thời. Năm này cũng kết thúc chương trình nghiên cứu và phát triển Three Mile Island kéo dài 10 năm của DOE.



Nhà máy điện hạt nhân tại Fort Calhoun, Nebraska

1991. 111 nhà máy điện hạt nhân hoạt động ở Mỹ có tổng công suất lên tới 99.673 MW. Chúng sản xuất gần 22% điện năng thương mại ở nước Mỹ.

1992. 110 nhà máy điện hạt nhân sản xuất gần 22% tổng điện năng của nước Mỹ.

26/02/1992. DOE kí thỏa thuận hợp tác với ngành công nghiệp hạt nhân đồng tài trợ cho việc phát triển các thiết kế chuẩn cho các lò phản ứng nước nhẹ tiên tiến.

24/10/1992. Đạo luật Chính sách Năng lượng 1992 được kí thành luật. Đạo luật đã mang lại một số thay đổi quan trọng trong tiến trình cấp phép cho nhà máy điện hạt nhân.

02/12/1992. Lễ kỉ niệm lần thứ 50 thí nghiệm Fermi lịch sử được truyền hình đến khắp thế giới.

30/03/1993. Tập đoàn thiết bị hạt nhân Mỹ, Advanced Reactor Cooperation (ARC) kí một hợp đồng với Tập đoàn Điện lực Westinghouse thực hiện nghiên cứu kĩ thuật cho một lò phản ứng nước áp lực tiên tiến, đã chuẩn hóa, công suất 600MW. Tài trợ cho nhà máy thế hệ mới này là ARC, Westinghouse và DOE.

06/09/1993. Tập đoàn thiết bị hạt nhân Mỹ, ARC, kí một hợp đồng với Công ty Điện lực General Electric cùng chia sẻ chi phí, các chi tiết kĩ thuật cho một nhà máy điện hạt nhân

tiên tiến, quy mô lớn. Kỹ thuật được tài trợ dưới một chương trình hợp tác giữa các công ti thuộc ARC, General Electric, và DOE.

Thuật ngữ

cadmium. Một kim loại mềm, màu trắng xanh. Các thanh điều khiển trong những lò phản ứng điện hạt nhân đầu tiên được chế tạo bằng cadmium, vì nó hấp thụ neutron.

deuterium. Một đồng vị của hydrogen dùng trong sự nhiệt hạch.

dự án Manhattan. Tên mã cho chương trình sản xuất bom nguyên tử phát triển trong Thế chiến thứ hai. Cái tên phát sinh từ nơi điều hành dự án, Hạt kĩ thuật Manhattan.

đồng vị. Một dạng của một nguyên tố chứa một số neutron không bình thường trong hạt nhân của nó.

đồng vị phóng xạ. Một đồng vị có khả năng phóng xạ của một nguyên tố.

khối lượng tới hạn. Lượng uranium cần thiết để gây ra một phản ứng dây chuyền tự duy trì.

lò phản ứng nước nhẹ (LWR). Kiểu lò phản ứng điện hạt nhân tiêu biểu. Nó sử dụng nước bình thường (nước nhẹ) để tạo ra hơi nước. Hơi nước làm quay tuabin và phát điện.

lò phản ứng tái sinh. Một lò phản ứng hạt nhân tạo ra nhiều nhiên liệu hơn nó sử dụng. Nó được thiết kế sao cho một trong các sản phẩm phân hạch của U-235 dùng trong sự phân hạch là plutonium-239 (Pu-239). Pu-239 cũng là một đồng vị có khả năng phân hạch.

nguồn radium-beryllium. Hỗn hợp của các nguyên tố radium và beryllium. Radium là một kim loại hiếm, màu trắng xám, có khả năng phát quang, có hoạt tính phóng xạ cao. Beryllium là một kim loại nhẹ, màu thép xám, nhiệt độ nóng chảy cao, chống ăn mòn.

nguyên tử. Đơn vị nhỏ nhất của một nguyên tố. Nó cấu thành từ electron, proton, và neutron. Proton và neutron tạo thành hạt nhân nguyên tử. Các electron thì quay xung quanh hạt nhân.

phản ứng dây chuyền. Một sự phân hạch liên tục của các nguyên tử.

phản ứng dây chuyền tự duy trì. Một chuỗi phản ứng diễn ra liên tiếp.

sản phẩm phân hạch. Các hạt nhân nhẹ thu được từ sự phân hạch. Tổng khối lượng của các sản phẩm phân hạch nhỏ hơn khối lượng của toàn bộ nguyên tử ban đầu, vì đã có sự giải phóng năng lượng và neutron.

sự nhiệt hạch. Quá trình trong đó các nguyên tử hợp nhất lại, tạo ra năng lượng.

sự phân hạch. Quá trình trong đó hạt nhân của một nguyên tử phân tách và tạo ra nhiệt.

uranium. Một kim loại nặng, màu trắng bạc, có tính phóng xạ.

uranium-235 (U-235). Một đồng vị của uranium dùng làm nhiên liệu trong nhà máy điện hạt nhân.

Tài liệu tham khảo

Cantelon, Philip, và Robert C. Williams.

Crisis Contained: The Department of Energy at Three Mile Island: A History. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, 1980.

Cohen, Bernard L.

Before It's Too Late, A Scientist's Case for Nuclear Energy. New York: Plenum Press, 1983.

Edelson, Edward.

The Journalist's Guide to Nuclear Energy. Nuclear Energy Institute, 1994.

Glasstone, Samuel.

Sourcebook on Atomic Energy. Princeton: D. Van Nostrand Company, 3rd ed., 1979.

Groves, Leslie R.

Now It Can Be Told, The Story of the Manhattan Project. New York: Harper, 1975.

Hewlett, Richard, và Oscar Anderson.

The New World, 1939-1946. Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press, 1990. Vol I.

Hewlett, Richard, và Francis Duncan.

Atomic Shield, 1947-1952. Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press, 1990. Vol. II.

Holl, Jack M., Roger M. Anders, Alice L. Buck, và Prentice D. Dean.

United States Civilian Nuclear Power Policy, 1954-1984 : A History. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, 1985.

Kruschke, Earl Roger và Byron M. Jackson.

Nuclear Energy Policy: A Reference Handbook. Santa Barbara, Calif.: ABCCLIO, 1990.

Mazuzan, George, và J. Samuel Walker.

Controlling the Atom: The Beginnings of Nuclear Regulation, 1946-1962. University of California Press, 1985.

Rhodes, Richard

The Making of the Atomic Bomb, Touchstone, 1988.

Rhodes, Richard

Nuclear Renewal: Common Sense about Energy, Viking, 1993.

Smyth, Henry D.

Atomic Energy for Military Purposes. Princeton: Princeton University Press, 1976.

