

DIỄN ĐÀN CÔNG NGHIỆP
NGUYÊN TỬ NHẬT BẢN

VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ
VIỆT NAM

Y. Iwakoshi

HỎI & ĐÁP

về

Năng lượng nguyên tử

Hà Nội, 5 - 2004

LỜI GIỚI THIỆU

Phát minh ra năng lượng nguyên tử (NLNT) là một thành tựu vĩ đại của nhân loại trong thế kỷ 20. NLNT đã đem lại cho con người những lợi ích to lớn trong các lĩnh vực của đời sống kinh tế - xã hội. Điện hạt nhân là một ứng dụng quan trọng của NLNT. Hiện nay trên thế giới 441 lò phản ứng năng lượng đang hoạt động cung cấp 16% sản lượng điện toàn cầu và 32 lò phản ứng năng lượng mới đang được xây dựng. Mặc dù nhận thức được những ưu việt của điện hạt nhân ở cả giới kỹ thuật lẫn giới chính trị, nhưng điện hạt nhân vẫn chưa phải là một lựa chọn được ủng hộ toàn cầu cho một tương lai năng lượng bền vững. Một bộ phận không nhỏ công chúng vẫn còn do dự hoặc phản đối việc tăng cường điện hạt nhân, thậm chí một số còn phản đối việc tiếp tục duy trì mức sử dụng hiện nay. Trong khi đó nhiều tổ chức khác nhau lại lên tiếng ủng hộ vai trò của điện hạt nhân. Vì vậy việc cung cấp những thông tin khoa học, khách quan về điện hạt nhân cho công chúng là rất cần thiết.

Nhân dịp Triển lãm quốc tế về công nghệ điện hạt nhân được tổ chức tại Hà Nội từ 26/5-29/5/2004, Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam trân trọng giới thiệu cuốn sách **"Hỏi và Đáp về Năng lượng nguyên tử"** do ông Y. Iwakoshi, chuyên gia của Diễn đàn Công nghiệp nguyên tử Nhật Bản (JAIF) làm việc tại Việt Nam trong khuôn khổ hợp tác giữa Viện NLNTVN và JAIF. Cuốn sách được biên tập dưới dạng các câu hỏi và trả lời về các vấn đề liên quan đến năng lượng, năng lượng nguyên tử, lò phản ứng hạt nhân, điện hạt nhân, an toàn nhà máy điện hạt nhân, chất thải phóng xạ, nhiên liệu hạt nhân, xây dựng và vận hành nhà máy điện hạt nhân, tháo dỡ nhà máy điện hạt nhân, các nguồn năng lượng mới và những loại lò phản ứng của tương lai.

Chúng tôi hy vọng cuốn sách sẽ góp phần giải đáp một phần những ý kiến của bạn đọc liên quan đến điện hạt nhân.

Viện NLNTVN trân trọng giới thiệu với bạn đọc cuốn sách này và mong tiếp tục được trao đổi những thông tin toàn diện hơn về điện hạt nhân.

Vương Hữu Tấn

Viện trưởng

Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam



Ông IWAKOSHI YONESUKE

Sinh năm 1926

Năm 1951: Tốt nghiệp Khoa công nghệ, Trường Đại học Tokyo

Năm 1957: Công tác tại Công ty Điện nguyên tử Nhật Bản, trong thời gian 40 năm làm các công việc: xây dựng, vận hành, bảo dưỡng nhà máy điện nguyên tử.

Năm 1999 đến nay: Làm việc tại Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam trong khuôn khổ hợp tác giữa Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam và Diễn đàn Công nghiệp năng lượng nguyên tử Nhật Bản.

MỤC LỤC

	Trang
Chương 1: Năng lượng	11
1.1 Năng lượng là gì?	11
1.2 Năng lượng có thể thu được từ đâu?	11
1.3 Nhiên liệu hoá thạch là gì?	12
1.4 Từ trước đến nay nhân loại đã sử dụng năng lượng như thế nào?	12
1.5 Năng lượng hoá thạch còn có thể sử dụng được bao lâu nữa?	14
1.6 Nhiên liệu hoá thạch gây ra những ảnh hưởng gì?	16
1.7 Mưa axit là gì?	16
1.8 Sự ấm lên của Trái Đất là gì?	17
1.9 Trên quan điểm an ninh năng lượng, tại sao năng lượng nguyên tử là cần thiết?	18
1.10 Năng lượng nguyên tử có những ưu điểm gì?	19
Chương 2: Năng lượng nguyên tử	22
2.1 Vật chất là gì?	22
2.2 Nguyên tử, hạt nhân, điện tử là gì?	23
2.3 Năng lượng nguyên tử là gì?	24
2.4 Năng lượng nguyên tử sinh ra như thế nào?	24
2.5 Phản ứng phân hạch hạt nhân là gì?	25
2.6 Phản ứng tổng hợp hạt nhân là gì?	26

2.7	Phản ứng phân hạch hạt nhân dây chuyền là gì?	28
2.8	Tới hạn là gì?	28
2.9	Trên Trái Đất, uranium có trữ lượng khoảng bao nhiêu và phân bố ở những khu vực nào?	28
2.10	Plutonium là gì?	29
Chương 3: Lò phản ứng hạt nhân		32
3.1	Cấu tạo của lò phản ứng hạt nhân như thế nào?	32
3.2	Lò phản ứng hạt nhân sử dụng nhiên liệu gì?	32
3.3	Chất làm chậm của lò phản ứng hạt nhân là gì?	33
3.4	Chất tải nhiệt của lò phản ứng hạt nhân là gì?	34
3.5	Chất điều khiển của lò phản ứng hạt nhân là gì?	34
3.6	Có những loại lò phản ứng hạt nhân nào?	35
3.7	Lò khí	35
3.8	Lò nước nặng	36
3.9	Lò nước nhẹ	36
3.10	Nhà máy nhiệt điện và nhà máy điện hạt nhân khác nhau ở điểm gì?	37
Chương 4: Tình hình năng lượng nguyên tử của một số nước trên thế giới		42
4.1	Mỹ	42
4.2	Anh	43

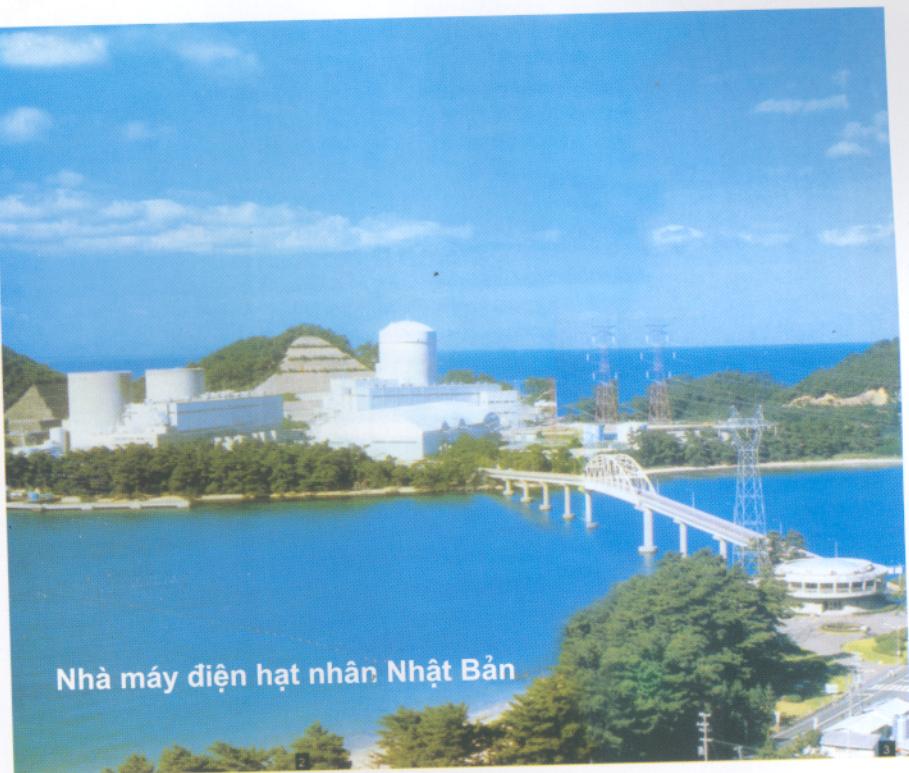
4.3	Pháp	43
4.4	Đức	44
4.5	Nhật Bản	45
4.6	Trung Quốc	46
4.7	Nga	47
Chương 5: Sử dụng năng lượng nguyên tử vì hoà bình và vì mục đích quân sự		50
5.1	Có những Hiệp ước Quốc tế nào phòng chống việc sử dụng năng lượng nguyên tử vào mục đích quân sự?	50
5.2	Lò phản ứng hạt nhân và bom nguyên tử khác nhau như thế nào?	51
5.3	Kinh nghiệm qua việc nhiễm phóng xạ do bom nguyên tử ở Nhật Bản.	53
5.4	Có thể chế tạo được bom nguyên tử từ nhiên liệu đã qua sử dụng của lò nước nhẹ hay không?	56
Chương 6: Tia phóng xạ		58
6.1	Có những loại tia phóng xạ nào?	58
6.2	Tia phóng xạ tự nhiên có khác nhau theo khu vực hay không?	59
6.3	Đo đạc và quản lý tia phóng xạ như thế nào?	60
6.4	Tia phóng xạ có ảnh hưởng như thế nào với sinh vật?	62
6.5	Có sự khác nhau giữa tia phóng xạ tự nhiên và tia phóng xạ nhân tạo không?	64
6.6	Tia phóng xạ được ứng dụng trong ngành y tế như thế nào?	65

6.7	Tia phóng xạ được ứng dụng trong ngành nông nghiệp như thế nào?	66
6.8	Tia phóng xạ được ứng dụng trong ngành công nghiệp như thế nào?	66
6.9	Tia phóng xạ được ứng dụng trong bảo vệ môi trường như thế nào?	67
Chương 7: Tính an toàn của nhà máy điện hạt nhân		69
7.1	Nhà máy điện hạt nhân được thiết kế theo những nguyên tắc nào để đảm bảo an toàn?	69
7.2	Mức độ phóng xạ đến đâu thì được coi là an toàn?	72
7.3	An toàn cho nhà máy điện hạt nhân được xác nhận như thế nào?	74
7.4	Dù nói là an toàn thế nào đi nữa, trên thế giới đã xảy ra tai nạn và sự cố của các nhà máy điện hạt nhân. Vì sao lại xảy ra tai nạn tại nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island của Mỹ?	74
7.5	Tại sao lại xảy ra tai nạn ở nhà máy điện hạt nhân Chernobyl của Liên Xô cũ?	76
7.6	Tai nạn tới hạn JCO của Nhật Bản tại sao lại xảy ra?	78
7.7	Có tiêu chí nào để đánh giá mức độ tai nạn nguyên tử không?	80
7.8	Con người thường có những sai sót trong vận hành nhà máy điện hạt nhân. Có đối sách nào cho vấn đề này?	82

7.9	Rạn nứt do ăn mòn ứng suất (<i>Stress Corrosion Cracking: SCC</i>) là hiện tượng gì?	83
7.10	Những biện pháp nào được áp dụng để phòng chống hiện tượng SCC?	84
7.11	Điều gì sẽ xảy ra nếu máy bay dân dụng đâm vào nhà máy điện hạt nhân?	84
7.12	Ai bồi thường những thiệt hại do nhà máy điện hạt nhân gây ra?	85
Chương 8: Chất thải phóng xạ		88
8.1	Chất thải phóng xạ của nhà máy điện hạt nhân sinh ra như thế nào?	88
8.2	Xử lý chất thải phóng xạ dạng khí như thế nào?	88
8.3	Xử lý chất thải phóng xạ dạng lỏng như thế nào?	89
8.4	Xử lý chất thải phóng xạ dạng rắn như thế nào?	89
8.5	Người ta có những biện pháp gì để làm giảm lượng chất thải phóng xạ?	90
8.6	Nơi bảo quản chất thải phóng xạ nên ở bên trong hay bên ngoài nhà máy điện hạt nhân?	90
Chương 9: Nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng		93
9.1	Nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng là gì?	93
9.2	Bảo quản nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng như thế nào?	93
9.3	Cất giữ, bảo quản nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng bằng thùng khô (<i>Dry Cask</i>) như thế nào?	94

9.4	Vận chuyển nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng như thế nào?	94
9.5	Tái xử lý nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng như thế nào?	95
9.6	Chất thải phóng xạ hoạt độ cao được bảo quản như thế nào?	95
Chương 10: Xây dựng, vận hành và bảo dưỡng nhà máy điện hạt nhân		98
10.1	Địa điểm xây dựng nhà máy điện hạt nhân được lựa chọn dựa theo những tiêu chuẩn nào?	98
10.2	Khảo sát môi trường, địa điểm, xây dựng nhà máy điện hạt nhân được tiến hành như thế nào?	99
10.3	Thời gian xây dựng xong một nhà máy điện hạt nhân, tiêu chuẩn là bao nhiêu năm?	100
10.4	Công tác tổ chức như thế nào và số cán bộ nhân viên của nhà máy điện hạt nhân là bao nhiêu người?	101
10.5	Công tác huấn luyện cho nhân viên vận hành nhà máy điện hạt nhân được thực hiện như thế nào?	102
10.6	Công tác kiểm tra của nhà máy điện hạt nhân được thực hiện như thế nào?	102
10.7	Tính kinh tế của nhà máy điện hạt nhân như thế nào?	103
10.8	Thực hiện nội địa hoá khi xây dựng nhà máy điện hạt nhân như thế nào?	107

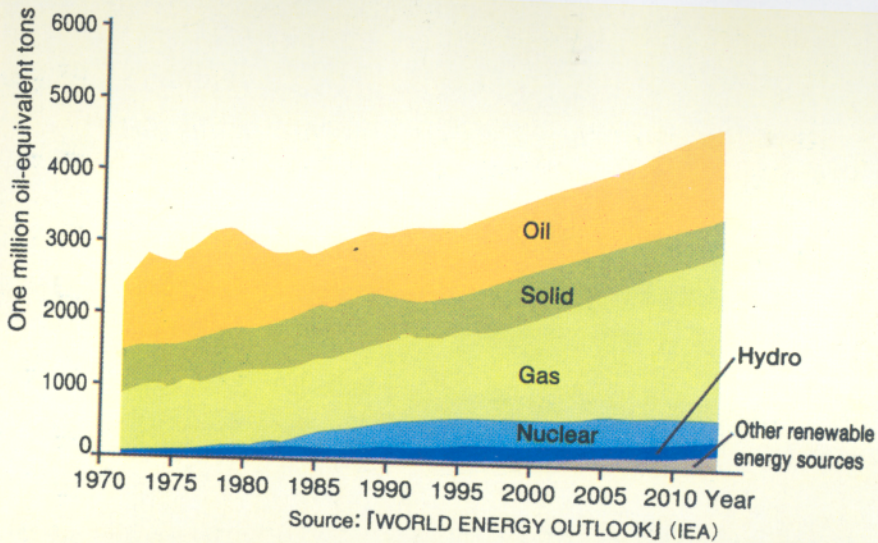
Chương 11: Tháo dỡ nhà máy điện hạt nhân	110
11.1 Tuổi thọ của nhà máy điện hạt nhân là bao nhiêu năm?	110
11.2 Khi hết thời hạn hoạt động, nhà máy điện hạt nhân được tháo dỡ như thế nào?	110
Chương 12: Các nguồn năng lượng mới	112
12.1 Điện mặt trời là gì?	112
12.2 Phát điện bằng sức gió như thế nào?	113
12.3 Phát điện bằng năng lượng địa nhiệt như thế nào?	113
12.4 Ý nghĩa của việc phát triển các nguồn năng lượng mới trong tương lai là gì?	114
Chương 13: Một số loại lò phản ứng hạt nhân của tương lai	116
13.1 Những loại lò phản ứng hạt nhân được phát triển trong thời gian tới là những loại lò nào?	116
13.2 Lò phản ứng hạt nhân tái sinh nhanh là gì?	116
13.3 Lò phản ứng tổng hợp hạt nhân (nhiệt hạch) là gì?	118
13.4 Trong tương lai, con người cần đảm bảo nguồn năng lượng như thế nào?	119



Nhà máy điện hạt nhân Nhật Bản



Cấu trúc bên trong
nhà máy điện hạt nhân



Số liệu về nguồn cung cấp vùng
hướng sơ cấp trên toàn thế giới

Oil



1,019.56 billion barrels

Coal



1,031.6 billion tons

Natural gas



144 trillion m³

Uranium*



4.36 million tons

* Note: 1 barrel is approximately 159 liters
Sources: "FY 1997 Energy Statistics"

*: Direct disposal of spent fuel

Dự trữ các nguồn năng lượng trên toàn thế giới

Chương 1

NĂNG LƯỢNG

1.1. Năng lượng là gì?

Năng lượng được định nghĩa là năng lực làm vật thể hoạt động. Có nhiều dạng năng lượng như: động năng làm dịch chuyển vật thể, nhiệt năng làm tăng nhiệt độ của vật thể, v.v...

Trong thời kỳ sơ khai của loài người, nhiệt sinh ra do đốt than hoặc khí chỉ được sử dụng trực tiếp vào việc sưởi ấm và nấu nướng. Sau đó, nhiệt được dùng để chạy máy móc và xe cộ. Ngoài ra, nhiệt còn làm chạy tuabin máy phát điện để sản xuất điện năng. Điện năng rất tiện lợi, có thể sử dụng ngay lập tức chỉ bằng việc ấn nút nên được sử dụng rất rộng rãi.

Trong xã hội văn minh ngày nay, con người không thể sống thiếu năng lượng. Nhưng do nguồn năng lượng là hữu hạn nên nhân loại phải sử dụng năng lượng một cách hiệu quả và không lãng phí.

1.2. Năng lượng có thể thu được từ đâu?

Năng lượng có thể thu được từ các nguồn như dưới đây:

- Gỗ

- Sức nước
- Sức gió
- Địa nhiệt
- Ánh sáng mặt trời
- Than đá, dầu, khí tự nhiên (*nhiên liệu hoá thạch*)
- Uranium (*nhiên liệu hạt nhân*).

1.3. Nhiên liệu hoá thạch là gì?

Tài nguyên thiên nhiên như than đá, dầu, khí có được do thực vật và vi sinh vật sinh trưởng từ xa xưa, trải qua những biến động của vỏ Trái Đất trong một thời gian dài, được gọi là nhiên liệu hoá thạch.

Dầu mỏ là một dạng quan trọng của nhiên liệu hoá thạch, tập trung chủ yếu ở khu vực Trung Đông. Người ta dự báo rằng trong tương lai gần, dầu mỏ vốn được xem là một tài nguyên chiến lược về năng lượng sẽ trở nên khan hiếm. Do vậy chúng ta không nên sử dụng lãng phí tài nguyên thiên nhiên của nước mình mà nên giữ gìn và sử dụng một cách thận trọng.

1.4. Từ trước đến nay nhân loại đã sử dụng năng lượng như thế nào?

Tổ tiên của chúng ta đã biết sử dụng lửa từ hàng trăm nghìn năm trước. Khi con người còn sinh hoạt trong hang

động thì lửa được sử dụng để chiếu sáng, sưởi ấm và nấu nướng. Nguồn năng lượng động lực trong thời kỳ đó là sức người và gia súc.

Sau đó, nhờ sử dụng lửa, tổ tiên chúng ta đã làm ra được đồ gốm và các công cụ bằng kim loại. Với những công cụ đó, con người đã thực hiện được các hoạt động sản xuất như canh tác, trồng trọt và chăn nuôi, qua đó các cộng đồng xã hội được hình thành. Có thể nói rằng lửa chính là xuất phát điểm của nền văn minh nhân loại.

Vào cuối thế kỷ 18, ở Anh đã phát minh ra máy hơi nước dùng nhiên liệu than đá. Từ đó, cuộc cách mạng về năng lượng động lực bùng nổ và dẫn đến cuộc cách mạng công nghiệp.

Hơn nữa, với kỹ thuật của động cơ đốt trong và sử dụng điện ở thế kỷ 19, nhiều phát minh có tính bước ngoặt đã ra đời, đẩy mạnh sự phát triển của khoa học kỹ thuật, tạo ra một xã hội thịnh vượng và tiện nghi như ngày nay.

Hiện tại, ở các nước phát triển tiên tiến, tiêu thụ năng lượng bình quân trên đầu người cao hơn 50 lần so với xã hội cổ đại và cao hơn 10 lần so với thời điểm trước cuộc cách mạng công nghiệp.

Thế nhưng từ giữa thế kỷ 20, nhu cầu sử dụng năng lượng tăng lên một cách nhanh chóng, đây là nguyên nhân khiến chúng ta không thể thờ ơ với vấn đề ô nhiễm môi trường

Trái Đất. Hơn nữa, dân số tăng lên càng làm tăng thêm lo lắng về sự cạn kiệt của tài nguyên năng lượng.

Để duy trì cuộc sống văn minh, con người cần sử dụng năng lượng, nhưng đã đến lúc chúng ta cần phải xem xét lại mối quan hệ giữa năng lượng và môi trường.

1.5. Năng lượng hoá thạch còn có thể sử dụng bao lâu nữa?

Cho đến nay, con người đã sử dụng một lượng rất lớn nhiên liệu hoá thạch như than đá và dầu để đẩy mạnh quá trình phát triển kinh tế và hiện đang phải phụ thuộc vào nguồn nhiên liệu hoá thạch, chiếm khoảng 80% nguồn cung cấp năng lượng sơ cấp.

1. Người ta cho rằng còn có thể khai thác dầu trong 40 năm nữa. Số năm có thể khai thác này được tính bằng cách chia trữ lượng đã biết cho sản lượng khai thác hàng năm hiện nay.

Trữ lượng dầu là hữu hạn và nếu lượng tiêu thụ dầu của thế giới trong thời gian tới vẫn tăng thì dần dần chúng ta sẽ phải phụ thuộc vào dầu giá cao. Khi giá cả thị trường tăng lên, việc ứng dụng kỹ thuật khai thác tiên tiến hơn để lấy được dầu từ những địa tầng sâu hơn cũng được đẩy mạnh và như vậy trữ lượng dầu có khả năng khai thác cũng sẽ tăng lên. Nhưng nếu khai thác đến một nửa trữ lượng của mỗi mỏ

thì dù trữ lượng còn đó cũng sẽ dẫn đến suy giảm năng suất và có thể chuyển sang sụt giảm sản lượng.

Do vậy, sản lượng dầu chất lượng tốt trên toàn thế giới sẽ chuyển sang khuynh hướng giảm trong một thời kỳ sớm hơn so với số năm có thể khai thác, làm giảm khả năng duy trì sản lượng theo nhu cầu.

Điều đó có nghĩa là chúng ta lo lắng cả về việc tăng giá lẫn việc không đảm bảo được sản lượng cần thiết. Hơn nữa, hai phần ba tài nguyên dầu lại tập trung chủ yếu ở khu vực Trung Đông, khu vực vốn không ổn định về chính trị.

2. Số năm có thể khai thác của khí tự nhiên dự đoán là khoảng 60 năm. Tài nguyên khí tự nhiên, so với tài nguyên dầu có ưu điểm là có thể đảm bảo được một lượng nhất định trong khu vực Đông Nam Á và thời gian khai thác cũng lâu hơn. Thực tế là gần 70% trữ lượng được đảm bảo phụ thuộc vào khu vực Trung Đông và Liên Xô cũ, không thể không tính đến những tác động và ảnh hưởng của tình hình quốc tế.

3. Người ta cho rằng số năm còn có thể khai thác than là khoảng 230 năm. Nhưng vì lượng khí đioxit các bon (CO_2) thải ra trong quá trình sinh năng lượng lại lớn hơn so với các nhiên liệu hoá thạch khác nên khi sử dụng nguồn nhiên liệu này cần tính đến việc phòng chống các hiện tượng về môi trường như sự ấm lên của Trái Đất.

1.6. Nhiên liệu hoá thạch gây ra những ảnh hưởng gì?

Nhiên liệu hoá thạch như dầu, than, khí tự nhiên khi đốt cháy sẽ thải ra CO_2 , ôxít sunphua (SO_x), ôxít nitơ (NO_x). Khi nồng độ của CO_2 trong không khí tăng lên thì nhiệt độ Trái Đất sẽ tăng lên. Người ta dự đoán rằng nếu nhân loại cứ tiếp tục đốt các nhiên liệu hoá thạch như hiện nay và khí CO_2 vẫn tiếp tục tăng lên thì sau 100 năm, nhiệt độ trung bình của Trái Đất sẽ tăng lên 2 độ và gây ảnh hưởng rất lớn đối với Trái Đất.

Ngoài ra, SO_x , NO_x là nguyên nhân tạo ra hiện tượng mưa axit, gây ra những tác hại to lớn đối với động thực vật trên Trái Đất.

1.7. Mưa axit là gì?

Sau những năm 50, tác hại của mưa axit ở các nước Bắc Âu đã dần trở thành một vấn đề làm người ta hết sức quan tâm. SO_x , NO_x trong khí thải từ các nhà máy và ô tô của lục địa Châu Âu đã tạo ra các phản ứng hoá học trong không khí, sau đó di chuyển về phía bắc rồi tạo ra mưa axit làm tiêu diệt các cánh rừng, tiêu diệt các sinh vật trong ao hồ và gây tác hại to lớn cho sản xuất nông nghiệp. Hiện tượng này sau đó liên tiếp xuất hiện ở khu vực Trung Âu cho đến tận

khu vực Bắc Mỹ và gần đây đã xuất hiện ở cả những khu vực công nghiệp tập trung của Trung Quốc.

Như vậy, tác hại do ô nhiễm không khí đã vượt ra khỏi biên giới quốc gia và lan ra một khu vực rộng lớn. Đối sách phòng chống hiện tượng này là cần phải có sự hợp tác của cộng đồng quốc tế.

1.8. Sự ấm lên của Trái Đất là gì?

Những loại khí như CO_2 thải ra trong quá trình đốt nhiên liệu hoá thạch là nguyên nhân lớn nhất cho vấn đề ấm lên của Trái Đất.

Khi nồng độ khí CO_2 trong không khí tăng lên, theo hiệu ứng nhà kính thì nhiệt độ trên toàn Trái Đất sẽ tăng dần lên, khi đó sẽ xuất hiện những khu vực khí hậu bị thay đổi. Có nguy cơ thực vật bị ảnh hưởng, sản xuất nông nghiệp bị tác động làm giảm sản lượng, còn các vùng đất khô cằn sẽ dần dần bị sa mạc hoá.

Hơn nữa, có một tai hoạ nữa là các khối băng ở Nam và Bắc Cực sẽ tan ra và nhấn chìm lục địa.

Liên quan tới vấn đề này, “Hiệp ước khung về biến đổi khí hậu” quy định khung quốc tế về những đối sách cho sự biến đổi khí hậu có nguy cơ gây ảnh hưởng cho hệ sinh thái tự nhiên và con người đã có hiệu lực vào năm 1994. Hội nghị các nước ký kết tổ chức lần thứ 3 (COP3) tại Kyoto năm 1997

đã thông qua bản Nghị định thư Kyoto về mục tiêu giảm thiểu các loại khí gây hiệu ứng nhà kính của các nước phát triển.

1.9. Trên quan điểm an ninh năng lượng, tại sao năng lượng nguyên tử là cần thiết?

Năng lượng đang sử dụng trên thế giới hiện nay nếu quy ra dầu là gần 8,5 tỷ tấn, trong đó 40% là dầu, than khoảng 26% và khí thiên nhiên khoảng 24%.

Lượng tiêu thụ năng lượng khác nhau tùy theo mỗi quốc gia. Ở các nước đang phát triển, cũng có nhiều nước mà lượng tiêu thụ năng lượng bình quân trên đầu người thấp hơn 1/10 so với ở các nước phát triển. Nhưng sự gia tăng dân số và tăng trưởng kinh tế của các nước đang phát triển làm người ta dự báo rằng trong thời gian tới nhu cầu năng lượng của thế giới tăng lên sẽ tập trung chủ yếu ở các quốc gia đang phát triển.

Tổng dân số thế giới năm 1996 vào khoảng 5,8 tỷ người, nhưng được dự báo đến năm 2025 là 8 tỷ và sẽ đạt tới 9,8 tỷ vào năm 2050, trong đó dân số của các nước đang phát triển sẽ chiếm khoảng 80%. Giả sử, tiêu thụ năng lượng của các nước đang phát triển sẽ tăng gấp 2 lần so với hiện nay thì chúng ta sẽ phải đối mặt với một thời kỳ rất khó khăn trong việc đáp ứng cung và cầu của năng lượng hoá thạch mà chủ yếu là dầu mỏ dễ sử dụng. Và rồi nguồn tài nguyên có hạn này đến một ngày nào đó sẽ rơi vào tình trạng cạn kiệt.

Dạng năng lượng có thể 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 được 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.

Năng lượng nguyên tử là năng lượng phát sinh do sự phân hạch của Uranium, là món quà quý giá mà thiên nhiên tặng cho con người. Chúng ta phải sử dụng món quà này vào mục đích hoà bình, an toàn và cần coi đó như một nguồn năng lượng quý giá.

1.10. Năng lượng nguyên tử có những ưu điểm gì?

Đặc trưng thứ nhất của năng lượng nguyên tử là nguồn năng lượng sạch, không phát thải CO_2 , SO_x , NO_x gây ô nhiễm không khí.

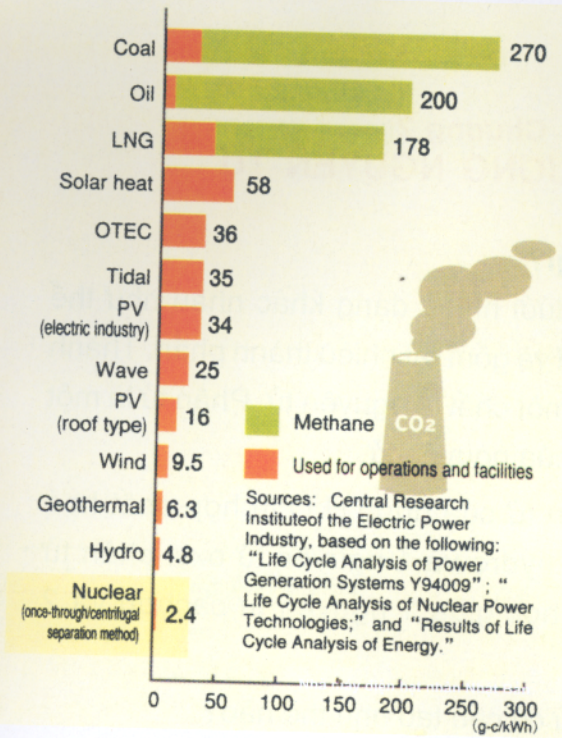
Các nước cung cấp Uranium, nhiên liệu cho điện hạt nhân chủ yếu là Canada, Australia, đều là những nước có tình hình chính trị ổn định và có thể cung cấp ổn định.

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.

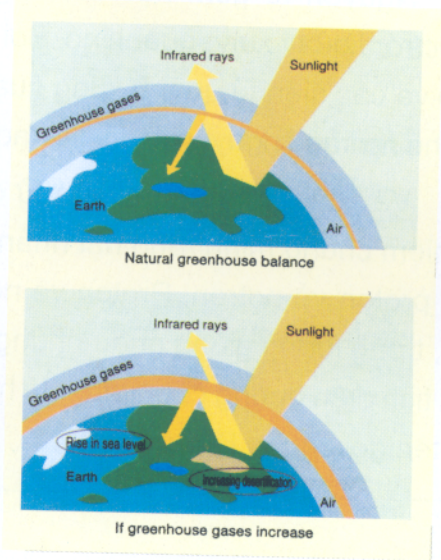
Trong các nhà máy điện hạt nhân khi nạp nhiên liệu vào lò phản ứng là có thể liên tục phát điện trong vòng 1 năm mà không cần phải thay thế nhiên liệu.

Lượng chất thải phóng xạ phát sinh trong nhà máy điện hạt nhân 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.



Số liệu về phát thải các khí gây hiệu ứng nhà kính từ các dạng năng lượng khác nhau

Cơ chế của hiệu ứng nhà kính



Chương 2 NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ

2.1. Vật chất là gì?

Vật chất tồn tại dưới nhiều dạng khác nhau như thể rắn, thể lỏng hay thể khí và gồm rất nhiều thành phần. Thành phần nhỏ bé nhất của một chất là nguyên tử. Phân tử là một dạng liên kết hoá học của nguyên tử.

Chẳng hạn, phân tử của nước H_2O là hợp chất hoá học giữa 2 nguyên tử hydro và 1 nguyên tử oxy, phân tử CO_2 là hợp chất hoá học giữa 1 nguyên tử cacbon và 2 nguyên tử oxy.

Vậy thì nguyên tử có cấu tạo như thế nào?

Nguyên tử gồm hạt nhân nguyên tử và các điện tử (*electron*) quay xung quanh nó. Bởi vì hạt nhân nguyên tử rất nhỏ và các điện tử quay xung quanh nó ở vị trí khá xa nên có thể nói rằng nguyên tử có cấu tạo chỉ toàn là khoảng trống.

Vậy thì hạt nhân nguyên tử có cấu tạo ra sao? Thực nghiệm chứng minh rằng hạt nhân tạo nên bởi dày đặc các hạt proton và nơtron. Proton và nơtron như 2 anh em sinh đôi, trọng lượng giống nhau nhưng chỉ khác ở chỗ proton là hạt tích điện dương còn nơtron là hạt không tích điện, chúng có tên gọi chung là nucleon.

Như vậy, về cơ bản vật chất được cấu thành từ proton, neutron và electron và với các cách kết hợp rất đa dạng.

2.2. Nguyên tử, hạt nhân, điện tử là gì?

Hiện nay trên Trái Đất tồn tại nhiều loại nguyên tố trong tự nhiên. Nguyên tố nhẹ nhất là Hydro. Hạt nhân nguyên tử Hydro gồm 1 proton. Thông thường, điện tích dương của hạt nhân và điện tích âm của các điện tử bằng nhau, khi đó nguyên tử sẽ trung hoà về điện.

Nguyên tố được phân biệt theo số proton nằm trong hạt nhân, số đó được gọi là số nguyên tử.

Số nguyên tử của nguyên tử Hydro là 1, số nguyên tử của Uranium là 92. Ngoài ra, người ta gọi tổng số proton và neutron trong hạt nhân nguyên tử là trọng lượng nguyên tử hay số khối. Đến đây, chúng ta hãy thử cùng xem xét về cấu tạo của hạt nhân nguyên tử Uranium có số nguyên tử là 92 và trọng lượng nguyên tử là 238. Bởi vì số nguyên tử là 92 nên nó có 92 proton. Phần còn lại là neutron, tổng số của proton và neutron là 238 nên số neutron sẽ là $238 - 92 = 146$.

Mặc dù cùng là Uranium nhưng trong tự nhiên còn tồn tại loại Uranium có số khối là 235 với số neutron ít hơn 3 neutron so với loại Uranium có số khối là 238. Hai loại Uranium này có tính chất hoá học hoàn toàn giống nhau còn trọng lượng chỉ khác nhau một chút. Để phân biệt nó, người ta biểu thị là ^{238}U , ^{235}U và được gọi là các đồng vị (*Isotope*).

Số lượng điện tử quay xung quanh hạt nhân cũng có khi tăng hoặc giảm. Nếu số điện tử tăng thì nguyên tử mang điện tích âm và nếu giảm thì mang điện tích dương. Khi đó, người ta gọi nguyên tử mang điện tích là ion.

Sự thay đổi về hoá học thông thường là do sự tương tác lẫn nhau của điện tử quay xung quanh hạt nhân và nó không làm thay đổi cấu trúc hạt nhân.

2.3. Năng lượng nguyên tử là gì?

Năng lượng sinh ra khi đốt dầu, than, khí và năng lượng sinh ra khi chất nổ phát nổ được gọi là năng lượng sinh ra bởi phản ứng hoá học, là năng lượng sinh ra bởi sự chuyển động của các điện tử quay xung quanh hạt nhân.

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

Năng lượng của 1g Uranium phân hạch tương đương với năng lượng thu được khi đốt 2.000 kg dầu hoặc 3 tấn than đá.

2.4. Năng lượng nguyên tử sinh ra như thế nào?

Trong hạt nhân nguyên tử, các nucleon (*không phân biệt proton hay neutron*), khi ở khoảng cách rất bé, sẽ hút nhau rất mạnh. Nhờ năng lượng liên kết này mà proton và neutron kết hợp với nhau ổn định trong hạt nhân.

Khi phân hạch hạt nhân hay tổng hợp hạt nhân thì năng lượng liên kết của hạt nhân sẽ được giải phóng ra gọi là năng lượng nguyên tử.

2.5. Phản ứng phân hạch hạt nhân là gì?

Uranium trong thiên nhiên cấu tạo bởi 99.3% ^{238}U và 0.7% ^{235}U .

Có một quy luật đối với những nguyên tử phân hạch thông thường: những nguyên tử mà số khối là số lẻ sẽ có sự phân hạch tương đối dễ. Như với Uranium, ^{235}U phân hạch dễ hơn ^{238}U .

Để tạo ra sự phân hạch của ^{235}U , cần phải làm cho neutron đi vào hạt nhân của nó. Vì hạt nhân nguyên tử rất nhỏ nên neutron có tốc độ cao mặc dù có thể đến gần hạt nhân nhưng nhiều khi lại bay qua bên cạnh mà không trúng hạt nhân và cơ hội xâm nhập vào bên trong hạt nhân rất ít. Nếu làm giảm tốc độ của neutron và kéo dài thời gian tồn tại của nó ở bên cạnh hạt nhân thì xác suất va chạm với hạt nhân sẽ trở nên cao hơn. Người ta gọi neutron đã bị giảm tốc độ là neutron nhiệt (*Thermal Neutron*).

Neutron nhiệt sẽ gây ra phản ứng phân hạch (*Nuclear Fission*) khi va chạm với một hạt nhân nguyên tử ^{235}U , các mảnh vỡ đó bay phân tán với tốc độ cao. Khi đó đã giải phóng ra một năng lượng cực lớn đồng thời sinh ra 2 đến 3 neutron mới. Năng lượng đó được gọi là năng lượng nguyên tử. Người

ta gọi mảnh vỡ phát sinh do phân hạch là sản phẩm phân hạch (*Fission Product*).

Phần lớn sản phẩm phân hạch có tính phóng xạ. Sau đây là một số sản phẩm phân hạch tiêu biểu:

Strontium-90 ($Sr-90$): Chu kỳ bán rã khoảng 30 năm, khi hấp thụ vào cơ thể sẽ đọng ở xương và việc loại bỏ ra ngoài là khá khó khăn.

Iodine-131 (^{131}I): Chu kỳ bán rã khoảng 8 ngày, khi hấp thụ vào cơ thể sẽ tập trung ở tuyến giáp trạng.

Cesium-137 (^{137}Cs): Chu kỳ bán rã khoảng 30 năm, dù có hấp thụ vào cơ thể cũng sẽ bài tiết tương đối sớm ra ngoài qua đường tiêu hoá.

2.6. Phản ứng tổng hợp hạt nhân là gì?

Hạt nhân Hydro cấu tạo bởi 1 proton. Hạt nhân nguyên tử đơteron, đồng vị của Hydro cấu tạo bởi 1 proton và 1 nơtron. Trong toàn bộ Hydro tự nhiên có khoảng 1/60.000 đơteron.

Nếu kết hợp 2 nguyên tử đơteron thì sẽ hình thành một hạt nhân gồm 2 proton và 2 nơtron. Đây là hạt nhân nguyên tử Heli. Khi tạo ra Heli bằng cách kết hợp 2 đơteron như vậy sẽ giải phóng ra năng lượng cực lớn. Hiện tượng này được gọi là sự tổng hợp hạt nhân (*Nuclear Fusion*).

Hạt nhân của nguyên tử Heli có cấu tạo rất ổn định và năng lượng liên kết nhỏ nên năng lượng liên kết dư sẽ được

giải phóng. Như chúng ta đều biết, trung tâm của mặt trời là nhà máy của các phản ứng nhiệt hạch. Mặt trời nguyên thủy là một khối Hydro cực lớn. Khi co lại thì nhiệt độ và áp lực của tâm cao dần lên và khi đạt đến giá trị đủ lớn thì Hydro kết hợp và tạo ra Heli. Mặt trời toả sáng là do năng lượng được giải phóng.

Để thực hiện được phản ứng tổng hợp hạt nhân trên Trái Đất, nhiệt độ cần thiết là khoảng 100 triệu độ. Tất nhiên trong trạng thái như vậy thì hạt nhân nguyên tử và các điện tử (*electron*) trở nên hỗn loạn. Vật chất với trạng thái như vậy được gọi là plasma. Plasma mang điện tích nên có thể nhốt trong chân không bằng điện từ trường mạnh. Điện từ trường có thể tạo ra bằng kỹ thuật siêu dẫn (*superconductivity*).

Để phát triển quá trình tổng hợp hạt nhân (*tạo ra phản ứng nhiệt hạch*) có điều khiển cần tiền đầu tư rất lớn. Một số phương pháp có khả năng duy trì được sự tổng hợp hạt nhân trên Trái Đất hiện đang trong quá trình nghiên cứu, cụ thể là đang có kế hoạch kiểm chứng một phương thức Tokamak thông qua sự hợp tác của các nhà khoa học quốc tế. Dưới sự hỗ trợ của Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA), kế hoạch lò thử nghiệm phản ứng tổng hợp hạt nhân quốc tế (*ITER-International Thermonuclear Experimental Reactor*) đang được triển khai với sự hợp tác của các nước Mỹ, Nhật Bản, Nga và các nước Châu Âu.

Lò phản ứng nhiệt hạch có thể trở thành hiện thực vào thế kỷ 22. Nếu nhân loại thành công thì chúng ta sẽ có một nguồn năng lượng vô hạn bởi vì nguyên liệu cho phản ứng nhiệt hạch là Hydro tồn tại vô hạn trên Trái Đất.

2.7. Phản ứng phân hạch hạt nhân dây chuyền là gì?

Uranium 235 khi phân hạch sẽ có 2 đến 3 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.

2.8. Tới hạn là gì?

Tới hạn là trạng thái phản ứng phân hạch hạt nhân dây chuyền được duy trì ổn định. Trong lò phản ứng hạt nhân, người ta có thể khống chế được trạng thái tới hạn của lò phản ứng bằng các thanh điều khiển.

2.9. Trên Trái Đất, Uranium có trữ lượng khoảng bao nhiêu và phân bố ở những khu vực nào?

Uranium phân bố rất rộng trên Trái Đất. Trữ lượng có khả năng khai thác đã xác nhận là khoảng 4 triệu tấn và có thể khai thác trong khoảng 60 năm.

Vì tài nguyên Uranium phân bố chủ yếu ở các quốc gia có tình hình chính trị ổn định nên ít có nguy cơ bị tác động bởi tình hình quốc tế.

Dưới đây là một số nước có trữ lượng Uranium lớn (% toàn thế giới):

Australia	21%
Kazakhstan	19%
Canada	10%
Nam Phi	8%
Mỹ	8%
Namibia	7%
Brazil	6%
Nga	4%

2.10. Plutonium là gì?

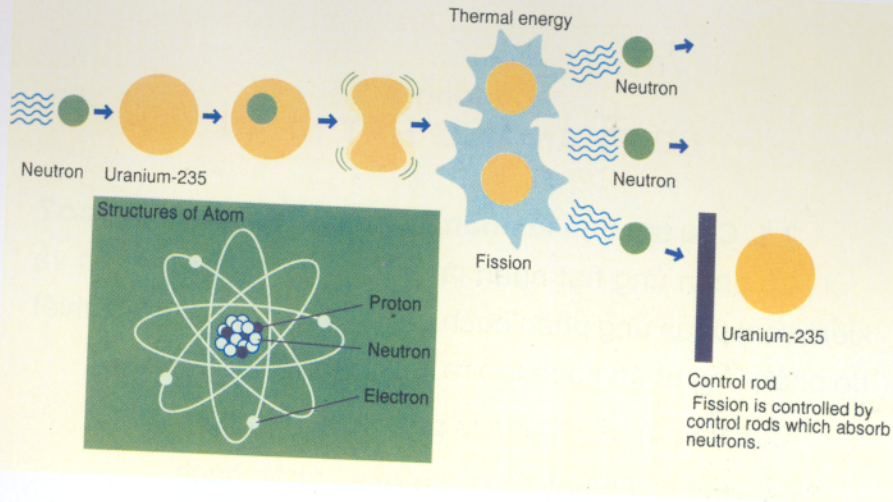
Plutonium (Pu) là nguyên tố phóng xạ nhân tạo không tồn tại trong thiên nhiên. ^{238}U hấp thụ neutron và trở thành ^{239}U , hạt nhân mới này giải phóng tia beta và trở thành hạt nhân ^{239}Np rồi lại phát ra tia beta một lần nữa để trở thành ^{239}Pu . ^{239}Pu có khả năng phân hạch nên có thể sử dụng làm nhiên liệu cho lò phản ứng.

Plutonium là chất phóng xạ phát ra tia alpha. Vì sức xuyên thấu của tia alpha yếu nên có thể chặn được thậm chí chỉ bằng một tờ giấy. Vì thế, việc che chắn tia alpha khá

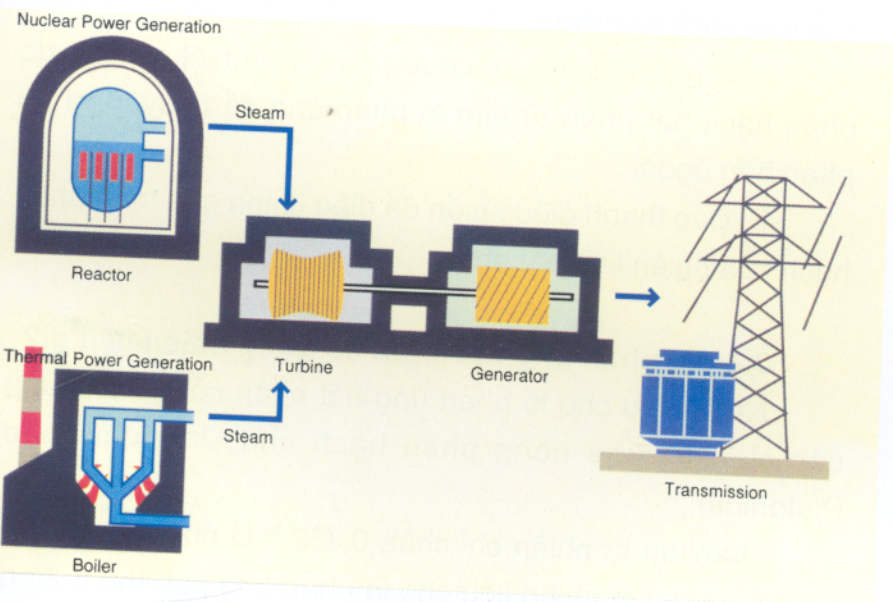
đơn giản. Ảnh hưởng của Pu đáng ngại nhất là khi vào bên trong cơ thể. Nhiễm xạ tia alpha có thể gây ung thư ở phổi, xương, gan.

Do vậy khi sử dụng Pu, điều cơ bản là phải đóng kín nguồn Pu không để hấp thụ vào trong cơ thể. Khi làm việc với Pu, người ta sử dụng các thao tác từ xa, thao tác trong các hộp găng tay (*glove box*) kín, không tiếp xúc trực tiếp với chúng.

²³⁹Pu là nguyên liệu làm bom nguyên tử nên cần phải quản lý hết sức chặt chẽ.



Phản ứng phân hạch và cơ chế điều khiển



Lò phản ứng hạt nhân và so sánh với nhà máy nhiệt điện

Chương 3 LÒ PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

3.1. Cấu tạo của lò phản ứng hạt nhân như thế nào?

Lò phản ứng hạt nhân là thiết bị có thể điều khiển và kiểm soát phản ứng phân hạch để thu được năng lượng nhiệt do phản ứng phân hạch tạo ra.

Các yếu tố cấu thành lò phản ứng bao gồm:

1. Nhiên liệu hạt nhân tạo ra sự phân hạch.
2. 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.
3. Chất tải nhiệt với chức năng thu nhiệt sinh ra do phân hạch hạt nhân từ tâm lò phản ứng để chuyển ra bộ phận bên ngoài.
4. Các thanh điều khiển để điều chỉnh quá trình phân hạch của nhiên liệu hạt nhân.

3.2. Lò phản ứng hạt nhân sử dụng nhiên liệu gì?

Nhiên liệu cho lò phản ứng hạt nhân có thể sử dụng các chất có khả năng phân hạch như Uranium hoặc Plutonium.

Uranium tự nhiên chỉ chứa 0,7% ^{235}U phân hạch nên chỉ sử dụng làm nhiên liệu cho lò phản ứng hấp thụ neutron

và sử dụng chúng một cách hiệu quả như lò nước nặng hoặc lò phản ứng làm nguội bằng khí và dùng chất làm chậm là than chì.

Nước nhẹ có thể dễ điều chế và rẻ tiền nhưng khả năng hấp thụ neutron lớn nên không thể sử dụng Uranium tự nhiên làm nhiên liệu cho lò phản ứng nước nhẹ.

Lò phản ứng nước nhẹ sử dụng nhiên liệu Uranium được làm giàu trên dưới 4% ở dạng ôxit Uranium. Còn Pu thì thích hợp làm nhiên liệu cho lò phản ứng tái sinh nhanh.

3.3. Chất làm chậm của lò phản ứng hạt nhân là gì?

Để dễ dàng tạo ra phản ứng phân hạch hạt nhân dây chuyền, cần phải hãm bớt neutron tốc độ cao thành neutron nhiệt.

Như vậy, vật liệu làm chậm neutron được gọi là chất làm chậm.

Tính chất của chất làm chậm như sau:

- a) Hấp thụ neutron hiệu quả.
- b) Giảm tốc độ của neutron với hiệu suất cao.

Vì vậy, vật liệu thích hợp cho chất làm chậm thường là những nguyên tố có số nguyên tử nhỏ.

Các loại chất làm chậm thông thường:

1. Nước nhẹ (*nước thông thường*) có hiệu suất làm chậm rất tốt, giá thành rẻ nhưng có nhược điểm là hấp thụ nơtron một cách lãng phí.

2. Nước nặng cũng có hiệu suất làm chậm tốt do không hấp thụ nơtron một cách lãng phí nên có thể nói đây là chất giảm tốc lý tưởng nhưng giá thành rất cao và khó điều chế.

3. Than chì (*Graphite*) tuy hiệu suất làm chậm thấp nhưng lại ít hấp thụ nơtron và giá tương đối rẻ.

3.4. Chất tải nhiệt của lò phản ứng hạt nhân là gì?

Chất thu nhiệt sinh ra trong lò phản ứng và chuyển ra bên ngoài được gọi là chất tải nhiệt.

Lò phản ứng nước nhẹ dùng chất tải nhiệt là nước nhẹ; lò nước nặng dùng chất tải nhiệt là nước nặng; còn lò khí thì sử dụng chất tải nhiệt là khí CO_2 hoặc Heli và lò tái sinh nhanh thì sử dụng chất tải nhiệt là Natri.

3.5. Chất điều khiển của lò phản ứng hạt nhân là gì?

Chất điều khiển có tác dụng điều chỉnh công suất của lò phản ứng (*tốc độ phản ứng phân hạch*) và có khả năng hấp thụ nơtron.

Chất điều khiển được sử dụng phổ biến là Boron hoặc Cadmium.

3.6. Có những loại lò phản ứng hạt nhân nào?

Lò phản ứng hạt nhân được phân loại theo nhiên liệu hạt nhân, chất làm chậm và chất tải nhiệt.

Dưới đây là một số loại lò phản ứng hạt nhân hiện nay đang được sử dụng trên thế giới:

- Lò khí.
- Lò nước nặng.
- Lò nước nhẹ.
- Lò phản ứng hạt nhân tái sinh nhanh.

Ngoài ra còn có một số loại lò phản ứng hạt nhân khác được thiết kế nhưng vẫn chưa được đưa vào sử dụng.

3.7. Lò khí

Lò khí là loại lò sử dụng khí làm chất tải nhiệt, loại lò này chủ yếu phát triển ở Anh. Chất làm chậm là than chì và nhiên liệu có thể sử dụng Uranium tự nhiên.

Lúc đầu, loại lò này được dùng để sản xuất Pu (cho mục đích quân sự) và dùng không khí làm chất tải nhiệt.

Để phát triển loại lò này thành lò phản ứng phát điện, cần phải nâng nhiệt và áp lực của khí - chất tải nhiệt. Vì không thể sử dụng được không khí nên khí CO_2 được dùng làm chất tải nhiệt. Từ đó đã ra đời loại lò khí kiểu Anh sử dụng trong nhà máy điện hạt nhân.

Để cạnh tranh được với lò nước nhẹ đang dần trở nên phổ biến, người ta nâng thêm nhiệt độ và áp lực của khí (chất tải nhiệt). Tuy nhiên nhiệt độ của khí CO_2 tăng cao tới mức độ nào đó sẽ không ổn định và vì thế mà không thể sử dụng được. Người ta đã phát triển loại lò khí tiên tiến hơn sử dụng chất tải nhiệt là Heli có thể ổn định ngay cả khi nhiệt độ cao nhưng lại gặp khó khăn về kỹ thuật và kinh tế nên không thể cạnh tranh được với lò nước nhẹ.

Tuy vậy, các kinh nghiệm về lò khí vẫn được người ta vận dụng và việc phát triển lò khí nhiệt độ cao hiện vẫn đang được triển khai. Lò này sử dụng chất tải nhiệt là Heli nhằm nâng nhiệt độ của khí đầu ra của lò lên hơn 750°C và nâng cao hiệu suất nhiệt. Loại lò này cũng đang có kế hoạch sử dụng đa mục đích như sử dụng trong công nghiệp hoá học.

3.8. Lò nước nặng

Lò nước nặng là lò phản ứng sử dụng nước nặng làm chất làm chậm. Loại lò này chủ yếu do Canada phát triển. So với nước nhẹ, nước nặng hấp thụ rất ít neutron nên có thể sử dụng Uranium tự nhiên làm nhiên liệu.

3.9. Lò nước nhẹ

Lò nước nhẹ là lò phản ứng sử dụng nước nhẹ làm chất làm chậm và chất tải nhiệt.

Có 2 loại lò nước nhẹ là PWR (*Pressurized Water Reactor - Lò nước áp lực*) và BWR (*Boiling Water Reactor - Lò nước sôi*).

PWR được phát triển cho mục đích quân sự, ví dụ như tạo sức đẩy cho tàu thuyền mà đặc biệt là sử dụng cho tàu ngầm. Hệ thống thứ nhất của lò phản ứng được thiết kế không làm sôi nước mà truyền nhiệt sang hệ thống thứ 2 để tạo hơi nước, do vậy hơi nước làm quay tuabin không bị nhiễm xạ.

BWR ngay từ đầu đã được phát triển cho mục đích hoà bình là phát điện. Nước được làm sôi trong hệ thống thứ nhất của lò phản ứng và dùng hơi nước đó làm quay tuabin, do vậy tuabin bị nhiễm xạ trong khi vận hành. Nhưng do không có hệ thống thứ 2 nên cấu tạo lò đơn giản.

Uranium tự nhiên không thể sử dụng làm nhiên liệu cho lò nước nhẹ. Nhiên liệu sử dụng là dạng oxit Uranium làm giàu thấp, khoảng 4%.

3.10. Nhà máy nhiệt điện và nhà máy điện hạt nhân khác nhau ở điểm gì?

Nhà máy điện hạt nhân nếu tính từ việc làm sôi nước, chuyển thành hơi nước và dùng hơi nước làm quay tuốcbin thì hoàn toàn giống như nhà máy nhiệt điện (*than, dầu, khí tự nhiên*). Điểm khác nhau là ở chỗ: nhiên liệu làm sôi nước trong nhà máy nhiệt điện là nhiên liệu hoá thạch còn trong

nhà máy điện hạt nhân thì nhiên liệu sử dụng là Uranium và nước được đun sôi bên trong lò phản ứng.

Nhiên liệu của nhà máy điện hạt nhân là Uranium. Tuy là nhiên liệu cháy nhưng vì năng lượng nguyên tử là năng lượng phát sinh do phản ứng phân hạch nên không cần oxy, chính vì thế mà hoàn toàn không thải ra các chất gây ô nhiễm môi trường như các loại khí CO_2 , NO_x , SO_x .

Năng lượng nguyên tử là nguồn năng lượng rất lớn nên chỉ với một lượng nhỏ nhiên liệu mà vẫn thu được năng lượng lớn. Nhiên liệu cần thiết cho một nhà máy điện hạt nhân có công suất 1000 MW vận hành trong suốt 1 năm là:

Nhiên liệu	Khối lượng	Phương tiện vận chuyển	Số lượng
Than đá	2.200.000 tấn	Tàu trọng tải 200.000 tấn	11 tàu
Dầu	1.400.000 tấn	Thùng chứa 200.000 tấn	7 thùng
Khí thiên nhiên	1.100.000 tấn	Thùng chứa 200.000 tấn	5,5 thùng
Uran giàu	30 tấn	Xe tải 10 tấn	3 xe

Như vậy, nhiên liệu cho năng lượng nguyên tử dễ vận chuyển và cất giữ.

Lượng chất thải phóng xạ phát sinh trong nhà máy điện hạt nhân cũng rất ít. Chúng ta hãy cùng thử so sánh với chất thải thông thường và chất thải công nghiệp. Năm 1955, lượng chất thải bình quân của một người Nhật Bản trong 1 năm là 3.900 kg. Trong khi đó lượng chất thải phóng xạ phát sinh từ toàn bộ các nhà máy điện hạt nhân chưa đến 0,104 kg. Có nghĩa là chất thải từ nhà máy điện hạt nhân tuy phải mất công xử lý phóng xạ nhưng vì lượng ít nên quản lý cũng dễ dàng.

Nhà máy điện hạt nhân 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 chẳng nữa cũng không gây thiệt hại, tổn thất cho cư dân sống xung quanh. Có thể nói rằng một nửa nhà máy điện hạt nhân 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. Việt Nam nếu xây dựng sẽ cần khoảng 5 năm.

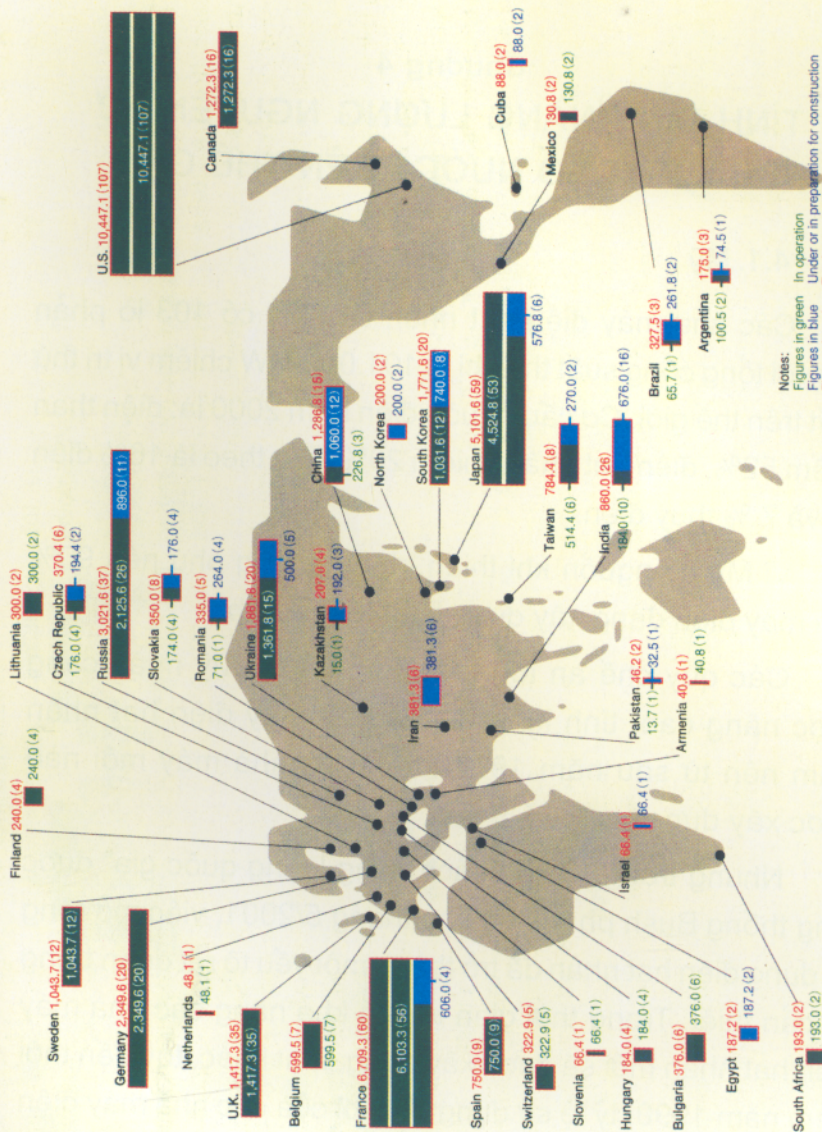
Chi phí xây dựng cho nhà máy điện hạt nhân so với nhà máy nhiệt điện tương đối cao. Nhưng khi xây dựng xong và bước vào vận hành thì nhà máy điện hạt nhân có những ưu điểm như sau:

Ở nhà máy điện hạt nhân việc thay đổi công suất ứng với phụ tải khá đơn giản về mặt kỹ thuật, hơn nữa do tỷ lệ chi phí nhiên liệu trong giá thành thấp nên có lợi về kinh tế trong

vận hành phụ tải đầy. Nếu vận hành liên tục toàn bộ công suất trong suốt một năm và 24h/ngày thì có thể khai thác được 100% ưu thế của nhà máy điện hạt nhân.

Tuổi thọ thiết kế của nhà máy điện hạt nhân là 50 năm. Nếu bảo dưỡng đầy đủ sẽ có thể kéo dài vận hành tới 60 năm. Nếu vận hành trong thời gian dài và sớm kết thúc thời gian hoàn vốn thiết bị thì chi phí phát điện sẽ giảm.

Nếu suy nghĩ một cách tổng thể các vấn đề nêu trên và có cái nhìn lâu dài thì điện hạt nhân so với nhiệt điện có thể cạnh tranh về mặt kinh tế.



Notes:
 Figures in green In operation
 Figures in blue Under or in preparation for construction
 Figures in red Total
 Unit: 10,000kW. Figures in parentheses are reactor units as of December, 1997
 Source: Japan Atomic Industrial Forum, Inc.
 "Nuclear Power Plants in the World in 1997"

Phân bố nhà máy điện hạt nhân trên thế giới

Chương 4

TÌNH HÌNH NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ CỦA MỘT SỐ NƯỚC TRÊN THẾ GIỚI

4.1. Mỹ

Các nhà máy điện hạt nhân của Mỹ có 103 lò phản ứng với tổng công suất thiết bị là 101.000 MW chiếm vị trí thứ nhất trên thế giới. Cơ cấu nguồn điện năm 2000 là: điện than chiếm 52%, điện hạt nhân chiếm 20%, tiếp theo là 16% điện khí và 7 % thủy điện.

Vì Mỹ có nguồn khí thiên nhiên phong phú nên 90% nhà máy điện đang xây dựng là nhiệt điện khí.

Các quy chế an toàn lò phản ứng ở Mỹ ngày càng được nâng cao, tính kinh tế của nhà máy điện hạt nhân giảm nên từ sau năm 1974 không có nhà máy mới nào được xây dựng.

Nhưng trong “Chính sách năng lượng quốc gia” được tổng thống Bush phát biểu vào tháng 5/2001, việc mở rộng sử dụng điện hạt nhân đã trở thành một yếu tố rất quan trọng và cần thiết. Trong thời gian tới, có khả năng các nhà máy điện hạt nhân mới sẽ được xây dựng. Mặt khác, tuy đến thời điểm năm 1990, tỷ lệ sử dụng thiết bị của các nhà máy điện hạt nhân đang vận hành đã giảm xuống dưới 65% nhưng

sau đó lại tăng dần lên và đến năm 2000 đã đạt kỷ lục cao nhất là 89,6%.

Hiệu suất vận hành và tuổi thọ của lò phản ứng tăng lên nên chi phí phát điện của các nhà máy điện hạt nhân năm 1999 là 1,83 cent/kWh, rẻ hơn cả điện than là 2,07 cent/kWh.

4.2. Anh

Đến cuối năm 2000, Anh có 33 lò phản ứng hạt nhân với tổng công suất 13.000 MW. Tỷ lệ phát điện bằng năng lượng nguyên tử là 22%.

Anh là nước bắt đầu việc phát triển các nhà máy điện hạt nhân thương mại sớm nhất trên thế giới. Đây là loại lò Uranium thiên nhiên làm mát bằng khí. Vì tính kinh tế của loại lò này không cao nên đã tiếp tục phát triển lò tải nhiệt bằng khí dạng cải tiến nhưng chưa đạt đến mức độ cạnh tranh được với lò nước nhẹ.

Năm 1995, lò nước nhẹ áp lực (PWR) đầu tiên đã bắt đầu vận hành thương mại nhưng hiện nay, trong kế hoạch không có nhà máy điện hạt nhân nào đang được xây dựng.

4.3. Pháp

Pháp hiện có 58 lò phản ứng PWR phát điện với tổng công suất thiết bị là 63.000 MW chiếm vị trí thứ 2 trên thế giới sau Mỹ.

Điện hạt nhân chiếm 76% trong tổng lượng phát điện, tỷ lệ cao nhất thế giới. Tỷ lệ tự cung cấp năng lượng từ 23% vào năm 1973 đã vượt 50% vào năm 2000. Hơn nữa, Pháp là nước xuất khẩu điện, năm 2000 Pháp đã xuất khẩu 72,2 tỷ kWh điện hạt nhân sang các nước xung quanh như Thụy Sĩ, Italia, Anh và tăng hơn 9 tỷ kWh so với năm 1999. Theo khảo sát dư luận gần đây, 68% người ủng hộ sử dụng năng lượng nguyên tử, 88% người cho rằng năng lượng nguyên tử rất có hiệu quả trong việc giảm thiểu hiệu ứng nhà kính.

4.4. Đức

Với tổng công suất thiết bị khoảng 22.000 MW của 19 lò phản ứng phát điện đang vận hành, cơ cấu nguồn điện năm 2000 của Đức là: 33% điện hạt nhân 24% điện than, 27% điện than nâu, 7% điện khí và 2% điện năng lượng gió.

Trong cuộc bầu cử năm 1998, Đảng Dân chủ xã hội (SPD) vốn mang quan điểm phản đối điện hạt nhân đã đánh bại Liên minh Dân chủ xã hội Cơ đốc giáo (CDU) có quan điểm ủng hộ điện hạt nhân và thành lập chính quyền liên minh với Đảng xanh, lập ra nội các Schroeder. Chính phủ liên hiệp này có chính sách loại bỏ năng lượng nguyên tử. Kết quả thỏa thuận giữa chính phủ và giới công nghiệp, đặc biệt là giới công nghiệp điện về việc đóng cửa các nhà máy điện hạt nhân theo từng giai đoạn

đã đạt được thoả thuận như sau: các nhà máy điện hiện đang vận hành sẽ tiếp tục hoạt động và sẽ đóng cửa dần dần khi hết tuổi thọ.

Trong tình hình này, khi Liên minh Dân chủ xã hội Cơ đốc giáo (CDU/CSU), đảng đối lập lớn nhất phản đối việc loại bỏ năng lượng nguyên tử trở lại nắm chính quyền, họ sẽ huỷ bỏ các điều khoản do chính phủ liên hiệp hiện nay ban hành và sẽ làm rõ phương châm ủng hộ năng lượng nguyên tử.

4.5. Nhật Bản

Tại thời điểm năm 2000, Nhật Bản có 51 lò phản ứng phát điện đang vận hành, công suất thiết bị là 45.000 MW, trở thành nước sử dụng điện hạt nhân đứng thứ 3 trên thế giới sau Mỹ và Pháp. Trong số 51 lò phản ứng, 28 lò theo công nghệ BWR và 23 lò theo công nghệ PWR.

Ở Nhật Bản, việc phát triển điện hạt nhân do các Công ty điện lực tư nhân tiến hành. Sau khi lập ra Công ty Điện nguyên tử Nhật Bản (JAPC), 9 công ty điện lực tập trung nguồn nhân lực và xây dựng thể chế phát triển điện hạt nhân. Đầu tiên JAPC đã đưa vào áp dụng loại lò làm mát bằng khí từ Anh, tiếp đó là BWR từ Mỹ.

Các chuyên gia điện hạt nhân sau khi được đào tạo ở JAPC đã trở về công ty điện lực của mình và xây dựng các

nhà máy điện hạt nhân. Như vậy, ngành điện hạt nhân của Nhật Bản đã phát triển đặc biệt ấn tượng.

Nhật Bản là nước nghèo tài nguyên năng lượng và phải dựa vào nhập khẩu khoảng 80% tài nguyên năng lượng. Đặc biệt, dầu mỏ chiếm 52,4% tổng cung năng lượng sơ cấp và hầu như phải nhập khẩu, trong đó 80% nguồn nhập là từ khu vực Trung Đông.

Do vậy, ở Nhật Bản để đảm bảo ổn định năng lượng, năng lượng nguyên tử là hết sức cần thiết. Tuy điện hạt nhân đang duy trì 1/3 nhu cầu điện lực nhưng trong thời gian tới vẫn cần tăng hơn nữa con số này. Mặt khác, để sử dụng một cách hiệu quả nhiên liệu Uranium, Nhật Bản vẫn kiên trì chính sách tái xử lý nhiên liệu để có thể sử dụng được nguồn Pu,

Ngoài ra, việc phát triển các loại lò nước nặng, lò tái sinh nhanh, lò khí nhiệt độ cao hiện đang được các cơ quan, tổ chức của chính phủ triển khai.

4.6. Trung Quốc

Tại thời điểm cuối năm 2000, Trung Quốc có 3 lò phản ứng phát điện với tổng công suất 2.300 MW và 8 lò đang được xây dựng có tổng công suất 6.600 MW.

Trung Quốc áp dụng nhiều loại lò từ nước ngoài, ví dụ như PWR từ Pháp và Nga và lò nước nặng từ Canada và

hiện đang phát triển cả loại PWR nội địa bằng công nghệ trong nước.

Ba phần tư điện của Trung Quốc là từ nguồn than đá, vì năng lượng quá phụ thuộc vào than đá nên vấn đề ô nhiễm không khí và mưa axit đang đang trở nên khá nghiêm trọng.

Hiện nay, nguồn điện hạt nhân rất thấp, chỉ chiếm 1%. Người ta cho rằng trong thời gian tới cần triển khai điện hạt nhân nhiều hơn. Tuy nhiên, hiện nay Trung Quốc đặt trọng điểm vào khai thác thủy điện nên tốc độ phát triển điện hạt nhân sẽ bị chậm đi một chút.

4.7. Nga

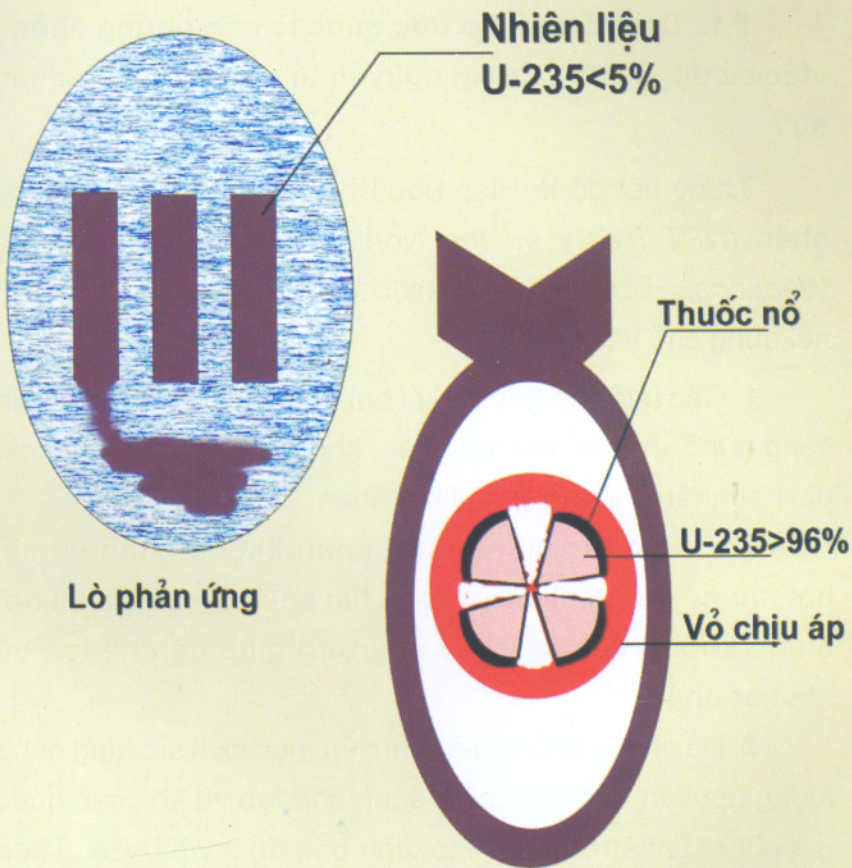
Tại thời điểm cuối năm 2000, Nga có 29 lò phản ứng phát điện đang vận hành với tổng công suất thiết bị là 21.000 MW đứng vị trí thứ 5 trên thế giới.

Lịch sử phát triển điện hạt nhân ở Nga bắt đầu từ việc vận hành nhà máy điện hạt nhân (6000 kW) đầu tiên trên thế giới ở Obninsk vào năm 1954. Trong thời kỳ chiến tranh lạnh, Nga đã phát huy nội lực trong công tác nghiên cứu phát triển.

Năng lượng nguyên tử không những được Nga áp dụng trong các nhà máy phát điện thông thường mà còn sử dụng rộng rãi như lò phản ứng chuyên cung cấp nhiệt, lò phản ứng công suất thấp cho các khu vực xa xôi, tàu phá băng nguyên tử. Mặt khác, để sử dụng hữu hiệu nguồn tài nguyên,

Nga cũng đang kiên trì chính sách cho chu trình nhiên liệu mà cụ thể là có lịch sử phát triển lò phản ứng nhanh và kinh nghiệm vận hành phong phú.

Do tai nạn lò phản ứng Chernobyl xảy ra vào năm 1986 và những khó khăn về kinh tế, do sự sụp đổ của Liên Xô cũ năm 1991, mặc dù không có những tiến triển trong ngành năng lượng nguyên tử như trước kia, Nga vẫn không từ bỏ chính sách phát triển năng lượng nguyên tử.



Cấu trúc Lò phản ứng hạt nhân và Bom nguyên tử

hạt nhân trong các hoạt động liên quan tới sử dụng năng lượng nguyên tử vì mục đích hoà bình.

5.2. Lò phản ứng hạt nhân và bom nguyên tử khác nhau như thế nào?

Lò phản ứng hạt nhân (*Nuclear Reactor*) là thiết bị mà hiện tượng phân hạch được kiểm soát và thu được nguồn năng lượng ổn định.

Bom nguyên tử (*Atomic Bomb*) gây ra phản ứng phân hạch dây chuyền trong một thời điểm, tạo ra nguồn năng lượng cực lớn trong thời gian ngắn với mục đích sát thương sinh vật, phá huỷ nhà cửa và công trình kiến trúc, v.v...

Lò phản ứng hạt nhân dù trong tình huống tai nạn nào cũng không nổ như bom nguyên tử.

Có 2 loại bom nguyên tử là bom Uranium và bom Plutonium. Trái bom ném xuống thành phố Hiroshima là bom Uranium, còn trái bom ném xuống thành phố Nagasaki là bom Plutonium.

^{235}U là nhiên liệu của bom Uranium còn ^{239}Pu là nhiên liệu của bom Plutonium.

Vậy thì người ta đã làm như thế nào để lấy ra được ^{235}U thuần chất vốn chỉ chiếm 0.7% trong Uranium thiên nhiên?

^{238}U và ^{235}U giống nhau về mặt hóa học nên không thể phân chia chúng bằng phương pháp hoá học. Do chỉ khác

nhau một chút về trọng lượng nên người ta lợi dụng điểm này mà nghĩ ra cách phân chia theo phương pháp vật lý.

Phương pháp được đưa ra ban đầu là phương pháp khuếch tán khí (gas). Trước tiên, Uranium được chuyển thành thể khí (UF_6). Qua các tấm ngăn có nhiều lỗ nhỏ và khuếch tán Uranium ở thể khí thì chỉ một ít ^{235}U có trọng lượng nhẹ hơn sẽ đi qua các tấm ngăn. Làm như vậy khoảng vài nghìn lần sẽ lấy được ^{235}U thuần chất. Phương pháp này tiêu tốn rất nhiều điện nên không kinh tế.

Thế còn ^{239}Pu được tạo ra như thế nào? ^{239}Pu không tồn tại trong thiên nhiên mà chỉ có thể tạo ra bằng cách làm nơtron va chạm vào ^{238}U . Để làm được điều này cần phải có lò phản ứng hạt nhân. Xây dựng lò phản ứng mà nhiên liệu là Uranium thiên nhiên và chất làm chậm là than chì (*graphite*), sau đó lấy ra một ít nhiên liệu đã cháy rồi xử lý về mặt hóa học để tách Pu.

Nếu độ cháy sâu lớn hơn một chút thì ^{240}Pu và ^{241}Pu sẽ được tạo ra, đây là Pu chất lượng kém.

Vào cuối đại chiến thế giới II, nước Mỹ đã chế tạo ra 2 loại bom nguyên tử bằng phương pháp này.

Các chất phân hạch như ^{235}U và ^{239}Pu có một khối lượng được gọi là khối lượng tới hạn (*Critical Mass*). Nếu vượt quá khối lượng này thì phản ứng dây chuyền (*Chain Reaction*) xảy ra.

Nguyên tắc đơn giản về bom nguyên tử là chỉ cần có từ 2 khối lượng chưa tới hạn (*Sub Critical*) trở lên và cho chập lại làm một trong thời điểm ngắn bằng sức nổ của khối thuốc nổ thông thường, khi đó khối lượng tổng cộng sẽ vượt qua lượng tới hạn và bom nguyên tử phát nổ.

5.3. Kinh nghiệm qua việc nhiễm phóng xạ do bom nguyên tử ở Nhật Bản

Quả bom nguyên tử ném xuống thành phố Hiroshima phát nổ ở khoảng cách 500m trên không so với mặt đất.

1. Ban đầu một lượng lớn nơtron được giải phóng. Do nơtron không mang điện tích nên nó có thể xuyên qua bức tường bê tông mỏng một cách dễ dàng. Những người trong nhà (*gần tâm bom nổ*) bị nhiễm một lượng nơtron lớn và chết ngay.

2. Tiếp đó là cuộc tấn công của ánh sáng và sóng nhiệt. Những người ở bên ngoài bị sóng nhiệt bao phủ, bỏng toàn thân và chết rất đau đớn thảm khốc.

3. Cuối cùng là tấn công của sóng xung kích (*shock-wave*). Các công trình xây dựng, nhà cửa hầu như bị phá huỷ và thổi bay.

Hiroshima trở thành tan hoang chỉ trong chốc lát. Người ta cho rằng có lẽ trong vài chục năm cây cỏ cũng không mọc lên được và con người cũng không thể sống được. Lý do là hoạt độ phóng xạ không bị mất đi trong một thời gian dài. Nhưng thật ra có phải như vậy không?

Uranium khi phân hạch sẽ sinh những sản phẩm phân hạch. Số khối của Uranium là 235 nên một nửa của nó là khoảng 117. Nhưng vật chất có số khối khoảng 117 lại không được hình thành mà phần lớn là tạo ra chất có số khối là 90 và 140.

Đó là ^{90}Sr (Strontium) và ^{137}Cs (Cesium). Hai chất này có chu kỳ bán rã là 30 năm. Có nghĩa là qua 30 năm sẽ còn một nửa. Hơn nữa 2 chất này phát ra tia β . Vì tia β là tia electron nên các bộ phận bên ngoài bị nhiễm thì cũng không phải lo lắng nhiều lắm. Nhưng nếu xâm nhập vào bên trong cơ thể thì các bộ phận bên trong bị nhiễm xạ β và cơ thể con người sẽ bị tổn thương. ^{137}Cs được đào thải ra khỏi cơ thể nhưng ^{90}Sr thì tích tụ vào xương nên nó là chất đáng sợ nhất.

Trên thực tế, trái với người ta dự đoán, sau một thời gian ngắn thì cây cỏ cũng đã mọc lên và con người cũng đã có thể sống được. Hiện nay, Hiroshima đã phát triển thành một thành phố lớn với khoảng 1 triệu dân.

Vậy thì điều này có ý nghĩa như thế nào?

Thực ra, tia phóng xạ đã không gây ra tác hại cho sinh vật tới mức mà người ta nghĩ lúc ban đầu. Hay nói khác đi, sinh vật vẫn tồn tại mạnh mẽ ở mức độ nào đó đối với tia phóng xạ.

Có người nói rằng nếu nhiễm xạ sẽ bị ung thư.

Bom nguyên tử ở Hiroshima cũng là thử nghiệm để biết xem những người bị nhiễm xạ về sau sẽ ra sao. Ở Nhật Bản, người ta đã tiến hành điều tra trong suốt 50 năm toàn bộ những người bị nhiễm phóng xạ ở 2 thành phố Hiroshima và Nagasaki. Kết quả là:

a) Ung thư tuyến giáp rất ít.

b) Ung thư máu (*được gọi là bệnh máu trắng*) phát sinh sau khoảng 15 năm, con số đó ít hơn nhiều so với dự đoán. Đây là sự thực về mặt y học.

Có người nói rằng để đề phòng cho tai nạn nhà máy điện hạt nhân cần phải chuẩn bị sẵn thuốc lốt ở các thôn xã gần đó. Thực tế, do ung thư tuyến giáp rất ít nên điều đó là không cần thiết, trừ trẻ em.

Báo chí đưa tin rằng rất nhiều trẻ em Ucraina (có thể là khu vực thiếu lốt) bị nhiễm phóng xạ do tai nạn Chernobyl và đã mắc bệnh máu trắng. Không có việc mắc bệnh máu trắng sau khoảng 5 đến 6 năm bị nhiễm xạ. Hơn nữa, cũng không có ảnh hưởng về di truyền. Đây là sự nhầm lẫn của báo chí.

Người ta còn nói rằng do đột biến sẽ phát sinh dị dạng ở thực và động vật. Ngay cả điều này cũng khó mà có được từ ví dụ ở Hiroshima và Nagasaki.

Trong việc đưa tin của truyền hình và báo chí, có quá nhiều điều nhầm lẫn về năng lượng nguyên tử. Đây là do

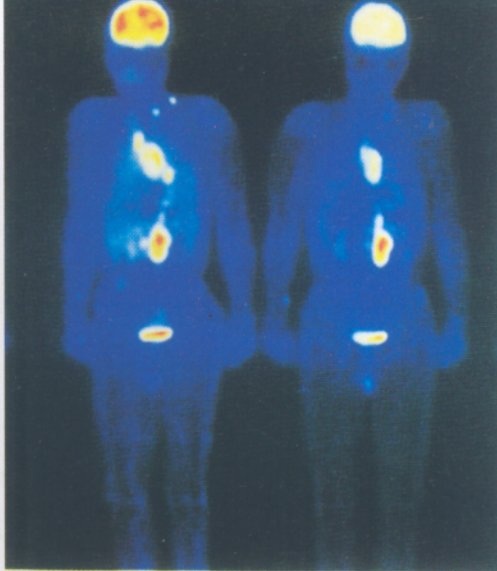
các nhà báo không hiểu và đăng thành bài báo xuất phát từ cảm hứng của mình.

Nếu có kiến thức đúng đắn sẽ hiểu được sự nhầm lẫn của truyền thông, nhưng nếu không có kiến thức đúng đắn sẽ tin ngay vào những thông tin đó. Đây là khó khăn trong công tác thông tin đại chúng về năng lượng nguyên tử.

5.4. Có thể chế tạo được bom nguyên tử từ nhiên liệu đã qua sử dụng của lò nước nhẹ hay không?

Ở lò nước nhẹ, nhiên liệu được đốt cháy toàn bộ trong thời gian dài và ^{239}Pu chuyển thành các nguyên tố đồng vị không mong muốn như ^{240}Pu và ^{241}Pu . Đồng thời lượng tạp chất tăng lên. Giả sử cứ cố chế tạo bom nguyên tử từ ^{239}Pu thì cũng có thể làm được nhưng phải có công nghệ kỹ thuật rất cao.

Trên thực tế, các nước có vũ khí hạt nhân và cả các nước đã bí mật có kế hoạch sử dụng năng lượng nguyên tử vào quân sự đều không sử dụng Pu chất lượng kém từ lò phản ứng phát điện thương mại. Mặc dù vậy, chúng ta cũng cần phải quản lý một cách chặt chẽ lượng Pu từ nhiên liệu đã sử dụng. Trên thực tế, Pu được IAEA quản lý rất chặt chẽ.



Tia phóng xạ ứng dụng trong chẩn đoán bệnh

Chương 6

TIA PHÓNG XẠ

6.1. Có những loại tia phóng xạ nào?

Có các loại tia phóng xạ như sau:

Tia alpha là hạt mang điện tích dương, dễ dàng bị chặn lại bởi tờ giấy hoặc da người. Nếu hấp thụ vào cơ thể qua đường hô hấp hay đường tiêu hoá, những chất phát tia alpha sẽ gây tác hại cho cơ thể.

Tia beta là các điện tử, sức xuyên thấu của nó mạnh hơn so với tia alpha nhưng có thể bị chặn lại bằng tấm kính mỏng hoặc tấm kim loại. Sẽ nguy hiểm nếu hấp thụ vào cơ thể những chất phát ra tia beta.

Tia gamma và tia X tương tự sóng radio và tia sáng, nhưng là sóng điện từ có bước sóng ngắn. Vì sức xuyên thấu của nó rất lớn nên chỉ có thể chặn lại bằng vật liệu có nguyên tử lượng lớn như chì hoặc bê tông, nước.

Nơtron là hạt không mang điện tích nên có sức xuyên thấu rất lớn. Tuy không gây ion hóa trực tiếp nhưng khi tương tác với nguyên tử, chúng có thể sinh ra tia alpha, beta, các tia gamma, tia X. Có thể chặn tia nơtron bằng lớp nước dày, paraffin hay tấm bê tông dày.

Tia phóng xạ ion hoá phát ra từ chất phóng xạ sẽ giảm dần theo thời gian vì các nguyên tử của chúng dần dần bị biến đổi thành các nguyên tử ổn định khác. Thời gian mà hoạt độ phát tia phóng xạ giảm xuống một nửa được gọi là chu kỳ bán rã. Chu kỳ bán rã của các chất phóng xạ khác nhau nhiều, có loại chưa đầy 1 giây và cũng có loại lên tới vài triệu năm.

6.2. Tia phóng xạ tự nhiên có khác nhau theo khu vực hay không?

Mỗi người trung bình trong một năm nhận khoảng 1,1mSv tia phóng xạ tự nhiên (nếu gộp cả 1,3mSv nhận từ Radon trong không khí thì con số này trở thành 2,4mSv). Trong đó, khoảng 0,38mSv là từ không gian như các tia vũ trụ, khoảng 0,46mSv từ đất, ngoài ra còn có khoảng 0,24mSv được phát ra từ cơ thể thông qua đồ ăn uống hàng ngày.

Dù phải nhận một lượng tia phóng xạ tự nhiên như vậy nhưng sinh vật vẫn sống bình thường. Chính vì vậy chúng ta có thể hiểu là nếu ở mức độ này thì sẽ không có vấn đề gì. Hơn nữa, mức độ của tia phóng xạ tự nhiên cũng khác nhau tùy theo khu vực. Có những nơi ở Trung Quốc hay Ấn Độ, giá trị này lên tới khoảng 10mSv một năm. Vậy thì phải chăng những người sống ở khu vực có mức độ phóng xạ tự nhiên cao như thế sẽ bị ung thư? Và phải chăng là tuổi thọ trung

bình sẽ ngăn? Kết quả những cuộc điều tra từ trước tới nay cho thấy những hiện tượng như thế không hề xuất hiện.

Do vậy, có thể hiểu rằng, nhiễm xạ ở mức độ gấp 10 lần phóng xạ tự nhiên trung bình cũng không có ảnh hưởng xấu nào đến sức khỏe con người.

Tiện thể chúng ta hãy cùng xem xét về tia phóng xạ liên quan tới y tế và những lượng tia phóng xạ khác. Kiểm tra dạ dày bằng chụp tia X sẽ nhận 0,6mSv/lần, kiểm tra chụp tia X cắt lớp vùng ngực sẽ nhận 6,9mSv/lần, du lịch đi bằng máy bay khứ hồi New York - Tokyo sẽ nhận 0,19mSv.

6.3. Đo đạc và quản lý tia phóng xạ như thế nào?

Nồng độ vật chất phóng xạ thải ra từ nhà máy điện hạt nhân được quản lý để luôn bảo đảm dưới mức mà Ủy ban quốc tế về phòng chống tia phóng xạ (*ICRP- International Commission on Radiological Protection*) quy định.

ICRP quy định giới hạn của lượng tia phóng xạ cho cư dân sống xung quanh khu vực nhà máy điện hạt nhân như một nguyên tắc là 1mSv/năm.

Lượng tia phóng xạ tự nhiên trung bình mà con người nhận trong một năm là 1mSv, do đó dù nhận một lượng tia phóng xạ hơn như vậy cũng không gây hại gì cho sức khỏe.

Nhưng mặt khác cũng có phương châm sau: Lượng chất thải phóng xạ phải “thấp trong giới hạn có thể thực hiện được”.

Tiếng Anh là “As Low as Reasonably Achievable”, viết tắt là “ALARA”.

Việc đo đạc, theo dõi một cách liên tục và thường xuyên lượng tia phóng xạ và nồng độ chất phóng xạ được gọi là công tác quan trắc (*monitoring*). Khi vận hành nhà máy điện hạt nhân những chất phóng xạ phát ra khu vực bên ngoài nhà máy là vô cùng nhỏ và không gây hại nhưng để xác nhận điều đó, công tác quan trắc môi trường vẫn được tiến hành thường xuyên.

Điều đó có nghĩa phải tiến hành quan trắc thổ nhưỡng, đáy biển, nông sản, thủy sản, gia súc nuôi để xác nhận chất phóng xạ phát sinh ra có gây ảnh hưởng đến môi trường xung quanh hay không và sau đó công bố các dữ liệu thu được qua công tác quan trắc đó.

Tại nhà máy điện hạt nhân người ta quy định “Khu vực quản lý” để tiến hành việc quản lý tia phóng xạ nghiêm ngặt đối với nhân viên làm việc liên quan tới tia phóng xạ (*nhân viên bức xạ*). Lượng tia phóng xạ mà nhân viên bức xạ nhận, được đo đếm bằng các dụng cụ như liều kế nhiệt huỳnh quang (*Thermo luminescence Dosimeter*) và tấm phim (*Film Badge*). Giá trị đó được khống chế dưới mức 50mSv trong một năm. Ngoài ra, lượng tia phóng xạ bên trong cũng được đo đếm bằng liều kế toàn thân (*Whole Body Counter*).

Hơn nữa, để không mang chất phóng xạ ở bên trong khu vực quản lý (*controled area*) ra bên ngoài, khi vào trong khu vực quản lý sẽ phải thay quần áo và giày chuyên dụng, khi ra ngoài phải qua kiểm tra xem có nhiễm chất phóng xạ hay không bằng máy phát hiện và đo phóng xạ (*Survey Meter*).

6.4. Tia phóng xạ có ảnh hưởng như thế nào đối với sinh vật?

Hoạt độ phóng xạ là khả năng phát ra tia phóng xạ của nguồn phóng xạ. Đơn vị của nó là Becquerel (*viết tắt là Bq*). Đơn vị lớn hơn là Curi (*viết tắt là Ci*; $1Ci=3,7 \cdot 10^{10}Bq$). Đơn vị biểu thị ảnh hưởng của tia phóng xạ đối với con người là Sievert (Sv). Các đơn vị nhỏ hơn là mSv ($1Sv=10^3mSv=10^6\mu Sv$).

Hoạt độ phóng xạ 1 Bq là khả năng của nguồn phóng xạ mà 1 hạt nhân nguyên tử biến đổi trong 1 giây sau đó sinh ra 1 tia phóng xạ. Còn muốn biết xem con người bị nhiễm phóng xạ đến mức độ nào thì quy đổi ra đơn vị mSv.

Khi nhận một lượng tia phóng xạ trong thời gian ngắn thì cơ thể con người sẽ có những biểu hiện như sau:

- Mức 0,2Sv : không có biểu hiện bệnh lý gì
- Mức 0,5Sv : giảm cầu lymph trong máu

- Mức 3Sv : làm rụng tóc
- Mức 5Sv : tỷ lệ tử vong là 50%
- Mức 10 Sv : tỷ lệ tử vong gần 100%

Như vậy, mức độ nhiễm xạ của cơ thể con người (còn được gọi là liều chiếu) được đo bằng millisievert (mSv), tương tự đơn vị đo như lít, kg được quốc tế công nhận.

Ngược lại dòng thời gian của lịch sử, sinh vật trên Trái Đất tiến hóa được là nhờ có nước. Từ xa xưa, Trái Đất không có oxy nhưng dưới biển có rất nhiều tảo sinh sôi. Sự quang hợp của tảo biển đã sinh ra oxy. Lượng oxy trong không khí ngày càng tăng lên và oxy ở tầng trên biển thành tầng ozon. Nhờ có tầng ozon này mà tia tử ngoại (có khả năng gây tổn thương cho sinh vật) từ vũ trụ chiếu xuống Trái Đất bị hạn chế đi. Sinh vật đã có thể tiến từ biển lên đất liền và tiến hóa như ngày nay.

Tia tử ngoại là sóng điện từ, về ý nghĩa rộng nó cũng được coi là tia phóng xạ. Một lượng tia tử ngoại phù hợp rất cần thiết cho cơ thể, nó tạo ra vitamin. Người dân nhiều nước rất thích tắm nắng. Nhưng nếu nhận một lượng lớn tia tử ngoại sẽ có khả năng bị ung thư da.

Quay trở lại thời điểm sinh vật tiến hóa lên đất liền cách đây vài trăm triệu năm, khi đó lượng tia phóng xạ trên Trái Đất lớn rất nhiều so với bây giờ. Có giả thuyết cho rằng, nhờ tia phóng xạ gây đột biến gen mà sinh vật có thể trở nên

thích ứng với môi trường và tiến hóa được một cách nhanh chóng (*ngược lại thì bị diệt vong*). Nói khác đi, sinh vật nhờ lợi dụng một cách tài tình tia phóng xạ mà có được quá trình tiến hóa.

6.5. Có sự khác nhau giữa tia phóng xạ tự nhiên và tia phóng xạ nhân tạo không?

Thử lấy ví dụ 2 chất phóng xạ: chất phóng xạ tự nhiên Kalium 40 và chất phóng xạ nhân tạo Cobalt 60. Cả hai nguyên tố này đều phát ra tia gamma. Dù lượng tia phóng xạ có giống nhau nhưng cường độ năng lượng (tia gamma) tia phóng xạ phát ra lại khác nhau. Hơn nữa, trong trường hợp xâm nhập vào bên trong cơ thể sinh vật thì mức độ tích lũy bên trong cơ thể của Kalium và Cobalt là khác nhau. Và do vậy mà mức độ ảnh hưởng của chúng sẽ khác nhau.

Thế nhưng đơn vị sievert được sử dụng phổ biến để tính toán ảnh hưởng của tia phóng xạ đối với cơ thể con người trên cơ sở tính đến sự khác nhau về chủng loại và số lượng của các tia phóng xạ. Do vậy, nếu đánh giá lượng tia phóng xạ mà cơ thể con người nhận bằng đơn vị sievert thì dù nó là tia phóng xạ tự nhiên hay nhân tạo, ảnh hưởng đối với cơ thể con người hoàn toàn như nhau nếu số đơn vị này bằng nhau.

6.6. Tia phóng xạ được ứng dụng trong ngành y tế như thế nào?

Ứng dụng tia phóng xạ trong chẩn đoán bệnh được bắt đầu bằng việc chụp X quang vùng ngực, dạ dày, xương. Sau đó đến các ứng dụng khác như chụp X quang bằng máy tính (*X ray CT- Computer Tomography*) và pozitron CT, v.v...

Chụp X quang cắt lớp bằng máy tính (*X ray CT*) là việc chẩn đoán bệnh bằng chụp cắt lớp. Đầu tiên, chiếu tia X từ nhiều hướng vào cơ thể sau đó đo đặc cường độ của tia X vào cơ thể bằng máy đo kiểm nghiệm, sử dụng các dữ liệu đó cùng với máy tính để tái hiện qua màn hình theo 3 chiều. Chụp X quang bằng máy tính được sử dụng trong việc chẩn đoán tổn thương mạch máu não, các khối u não.

Hơn nữa, việc chẩn đoán bệnh bằng việc cho vào cơ thể người bệnh nguyên tố đồng vị phóng xạ như một dạng thuốc y tế, sau đó đo đặc tia phóng xạ phát ra rồi phân tích trên máy tính và đưa ra hình ảnh về cơ năng của cơ quan nội tạng cũng đã được áp dụng trong thực tiễn.

Việc chữa chạy bệnh ung thư bằng chiếu xạ tia X, tia gamma cũng đã được áp dụng, hơn nữa công tác nghiên cứu chữa ung thư bằng sử dụng tia nơtron, tia proton và tia hạt nặng hiện nay cũng đang được triển khai và mở rộng.

Ngoài ra, người ta còn kiểm tra các chức năng sinh lý bằng máy chụp PET (*Positron Emission Tomography*) để từ đó hiểu được tình trạng của ổ bệnh.

6.7. Tia phóng xạ được ứng dụng trong ngành nông nghiệp như thế nào?

Cải thiện giống nông sản bằng chiếu xạ tia gamma từ nguồn Cobalt 60 và Cesium 137 sẽ tạo ra được những giống mới như giống mại có khả năng chịu gió, hoa quả có khả năng chống sâu, bệnh tốt hơn, v.v... đồng thời, khi xử lý chiếu xạ các giống hoa sẽ gây ra đột biến để có những loại hoa nhiều màu sắc đẹp và hình dáng độc đáo.

Đối với việc diệt trừ sâu phá hoại mùa màng và cây trồng, người ta chiếu xạ vào sâu hại làm chúng mất khả năng sinh sản.

Chiếu xạ thực phẩm giúp ngăn chặn mọc mầm, bảo quản hoa quả, diệt khuẩn và sát trùng.

6.8. Tia phóng xạ được ứng dụng trong ngành công nghiệp như thế nào?

Người ta sử dụng các tia gamma, tia proton để đo đặc chính xác độ dày của vật liệu, mật độ, hàm lượng nước. Kiểm tra không phá huỷ cũng đã được sử dụng rộng rãi khi kiểm tra sự nứt vỡ của các bộ phận quan trọng mà không làm phá

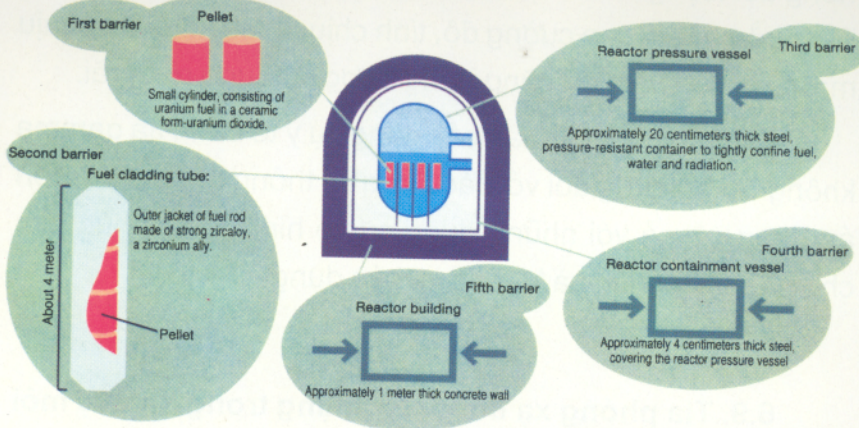
hồng đối tượng kiểm tra. Hơn nữa, phương pháp chiếu xạ vật liệu nhằm nâng cao cường độ, tính chịu nhiệt, khả năng chịu mài mòn của vật liệu cũng đang được sử dụng rộng rãi.

Sát trùng, diệt khuẩn các dụng cụ y tế bằng tia gamma không chỉ áp dụng đối với các dụng cụ thông thường mà còn áp dụng với cả với những dụng cụ có hình dáng phức tạp, cho phép tẩy sạch và khử trùng các dụng cụ y tế.

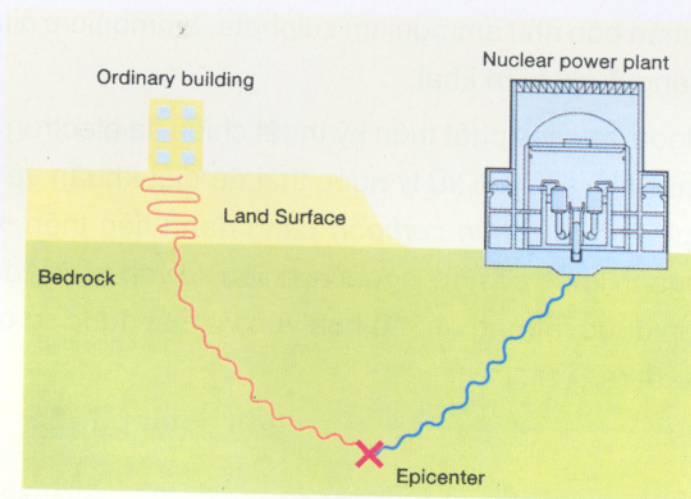
6.9. Tia phóng xạ được ứng dụng trong bảo vệ môi trường như thế nào?

Việc xử lý khói thải từ các lò đốt than và xử lý rác thải bằng tia electron sẽ loại trừ được các loại khí gây ô nhiễm môi trường như khí SO_x , NO_x . Các phương pháp chế biến thành phân bón như ammonium sulphate, ammonium nitrate cũng đang được triển khai.

Ngoài ra, việc phát triển kỹ thuật chiếu tia electron vào bùn thải sinh ra từ nơi xử lý nước thải để diệt khuẩn và làm thành phân trộn (*phân compôt*) cũng đang tiến triển. Còn trong ngành khảo cổ học, người ta chiếu xạ vào cổ vật để có thể chụp được rõ ràng những hoa văn và biết được sự phân bố của vết rạn nứt.



Nguyên lý bảo vệ an toàn theo chiều sâu (5 lớp bảo vệ).



Earthquake forces on bedrock are only a third to a half those on land surfaces.

Thiết kế nhà máy điện hạt nhân đảm bảo an toàn đối với động đất.

Chương 7

TÍNH AN TOÀN CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

7.1. Nhà máy điện hạt nhân được thiết kế theo những nguyên tắc nào để đảm bảo an toàn?

Do có rất nhiều chất phóng xạ nguy hiểm ở trong lò nên lò phản ứng hạt nhân được thiết kế rất công phu nhằm đảm bảo các chất nguy hiểm đó vẫn được "nhốt chặt" bên trong thiết bị, bên trong nhà máy và không thoát được ra bên ngoài nếu xảy ra tai nạn.

Nguyên tắc quan trọng trước hết là không để xảy ra tai nạn. Để làm được điều này, điều chủ yếu là phòng chống tới mức tối đa những rủi ro có khả năng gây tai nạn như hỏng hóc hoặc hư hại máy móc, thiết bị.

Thiết kế đầy đủ, chính xác, thực hiện công tác quản lý chất lượng nghiêm ngặt và kiểm tra theo dõi thường xuyên để đề phòng phát sinh những bất thường và sai sót, hỏng hóc. Ở nhà máy điện hạt nhân khi vận hành bình thường thì hầu như không cần những thao tác trực tiếp của nhân viên, tình trạng các bộ phận của lò phản ứng được tổng hợp và hiển thị ở phòng điều khiển trung tâm để các nhân viên vận

hành có thể thường xuyên đánh giá tình trạng hoạt động của lò một cách chính xác. Hơn nữa, để tránh những thao tác sai hoặc nhầm lẫn gây ảnh hưởng lớn đến an toàn, lò phản ứng được thiết kế với hệ thống an toàn 2 lần (*Fail Safe System*), hệ thống khóa liên động (*Interlock System*).

Hệ thống an toàn 2 lần (*Fail Safe System*) là hệ thống được thiết kế dựa trên nguyên tắc nếu một bộ phận của hệ thống gặp hỏng hóc thì lập tức chuyển sang trạng thái an toàn. Ví dụ, khi mất điện thì ngay lập tức thanh điều khiển được tự động đưa vào.

Hệ thống khóa liên động (*Interlock System*) là hệ thống được thiết kế để phòng chống trục trặc, sự cố phát sinh do thao tác nhầm lẫn, ví dụ như nhân viên vận hành nhầm lẫn định rút thanh điều khiển ra thì cũng không thể rút được.

Điều quan trọng tiếp theo là nếu phát sinh trục trặc bất thường thì cũng không để sự cố lan rộng. Người ta áp dụng những đối sách an toàn sau:

1. Thiết kế để có thể phát hiện sớm những bất thường:

Ở nhà máy điện hạt nhân để có thể phát hiện và kiểm tra được những bất thường như trường hợp phát sinh rò rỉ từ hệ thống ống dẫn ngay khi mới phát sinh và ở mức độ nhỏ,

người ta lắp đặt các loại thiết bị kiểm tra giám sát tự động và khi cần thiết sẽ áp dụng những biện pháp thích hợp như ngừng lò phản ứng.

2. Thiết kế để có thể ngừng lò khẩn cấp:

Khi phát hiện thấy có bất thường như áp lực trong lò phản ứng đột ngột tăng cao cần áp dụng biện pháp khẩn cấp, người ta lắp đặt các thiết bị phát hiện và thiết bị ngừng lò khẩn cấp để có thể cùng một lúc cho các thanh điều khiển vào lò phản ứng và ngừng tự động lò phản ứng. Các thiết bị quan trọng đó có đầy đủ độ tin cậy, nhiều tầng và độc lập. Công phu tới mức lắp đặt cả thiết bị mà trong trường hợp hy hữu thanh điều khiển không hoạt động thì ngay lập tức một lượng lớn dung dịch axit boric có khả năng hấp thụ neutron sẽ được rót vào để ngừng lò phản ứng.

3. Thiết kế phòng chống rò rỉ chất phóng xạ - “làm lạnh, nhốt chặt”:

Để đề phòng khả năng tai nạn như nước tải nhiệt sơ cấp bị tổn thất, mất mát thì người ta lắp đặt hệ thống thiết bị làm lạnh tâm lò phản ứng (*vùng hoạt*) khẩn cấp (*ECCS: Emergency Core Cooling System*) và thùng chứa lò phản ứng (*Reactor Containment Vessel*). Khi sự cố xảy ra, cùng với việc xả nước làm nguội lò phản ứng thì hệ thống phun

hơi của thùng chứa lò sẽ làm lạnh và hóa lỏng hơi nước thoát ra thùng chứa lò, làm giảm áp lực trong thùng chứa lò và giảm thiểu nhanh chóng chất phóng xạ ở dạng khí.

Lượng khí còn lại sẽ nhờ hệ thống lọc khẩn cấp làm giảm chất phóng xạ. Dù trường hợp thể nào chẳng nữa thì về cơ bản, các chất phóng xạ cũng được nhốt chặt bên trong thùng chứa lò phản ứng để không thoát ra bên ngoài.

7.2. Mức độ phóng xạ đến đâu thì được coi là an toàn?

1. Về mặt lịch sử:

An toàn lò phản ứng thời kỳ đầu chắc chắn là chưa đầy đủ, nhiều sự cố phát sinh. Người ta đưa ra những đối sách và biện pháp sao cho những sự cố và tai nạn như vậy sẽ không xảy ra lần thứ hai, các thiết bị an toàn cũng được liên tiếp bổ sung. Trên 50% thiết bị lò phản ứng là những thiết bị an toàn, và chi phí đã tăng lên rất lớn. Nếu để cho an toàn hơn thì chi phí sẽ phải cao hơn. Không có giới hạn. Vậy thì có thể lấy cân bằng giữa rủi ro và lợi ích ở đâu?

2. So sánh giữa tai nạn lò phản ứng với các tai nạn khác:

Không có khả năng xác suất tử vong bằng 0 do tai nạn lò phản ứng. Với kiến thức hiện nay thì liệu có thể cho phép ở mức độ thấp như thế nào? Nếu xác suất tai nạn hạt nhân

bằng xác suất tai nạn máy bay thì dĩ nhiên là không thể chấp nhận được. Trong cuộc sống thường ngày chẳng ai nghĩ tới việc mình bị chết do thiên thạch rơi từ trên trời xuống nên nếu xác suất tai nạn hạt nhân bằng xác suất thiên thạch rơi thì phải chăng sẽ được chấp nhận?

3. Đánh giá về nguy cơ rủi ro theo lý thuyết xác suất:

Phương pháp này đã được xác lập một cách đầy đủ. Nếu hiểu cặn kẽ về thiết kế hệ thống thì sẽ tính toán được một cách dễ dàng xác suất hỏng hóc của hệ thống đó. Nếu giá trị tính toán mà thấp hơn chỉ số an toàn thì ta có thể nói rằng hệ thống đó được thiết kế đủ an toàn.

4. Tính an toàn nội tại:

Nếu hệ số độ phản ứng của lò là hệ số âm thì mặc dù công suất có thay đổi nhưng do sẽ tự nhiên trở về với giá trị ban đầu nên lò phản ứng sẽ không hoạt động bất thường được. Tính chất này được gọi là tính an toàn nội tại.

Đối với hệ thống tải nhiệt bằng tuần hoàn cưỡng bức, nếu bơm hỏng thì khả năng tải nhiệt sẽ giảm xuống. Còn đối với hệ thống tải nhiệt bằng tuần hoàn tự nhiên thì do không lắp đặt bơm nên có thể sẽ an toàn hơn. Đối với hệ thống tải nhiệt sử dụng nước thì có thể hệ thống thụ động theo trọng lực an toàn hơn so với hệ thống dẫn nước bằng bơm.

Tính an toàn nội tại và nguyên tắc thụ động là những tiêu chuẩn đánh giá an toàn.

7.3. An toàn cho nhà máy điện hạt nhân được xác nhận như thế nào?

Do các tiêu chuẩn và hướng dẫn thẩm định đánh giá an toàn được quy định thành văn bản rõ ràng nên nếu thực thi theo các tiêu chuẩn đó, ta có thể xác nhận được thiết kế có an toàn hay không.

Tiếp đến là các máy móc có được chế tạo theo đúng như thiết kế hay không? Hơn nữa, chúng có được lắp đặt theo đúng thiết kế tại đúng nơi hay không? Các máy móc đó có vận hành được theo chức năng như thiết kế hay không?

Do thực hiện rất nhiều khâu kiểm tra và chạy thử trong mỗi giai đoạn xây dựng nên có thể xác nhận được tính an toàn của toàn bộ nhà máy.

7.4. Dù nói là an toàn thế nào đi nữa, trên thế giới đã xảy ra tai nạn và sự cố của các nhà máy điện hạt nhân. Vì sao lại xảy ra tai nạn tại nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island của Mỹ?

Ngày 28/3/1979, tại tổ máy số 2 nhà máy điện hạt nhân Three Miles Island (TMI) thuộc bang Pensylvenia đã xảy ra tai nạn làm chất phóng xạ thoát ra môi trường xung quanh khiến một bộ phận dân cư phải di tản. TMI-2 là công nghệ PWR với công suất 950 MW.

Nguyên nhân của tai nạn này là do bơm cấp nước chính bị ngừng hoạt động. Thông thường thì bơm cấp nước phụ sẽ khởi động nên không có vấn đề gì nhưng khi đó van đầu ra của bơm cấp nước phụ lại đang bị đóng nên đã không thể phát huy được tác dụng. Ngoài ra, nhân viên vận hành lại ngừng hệ thống tải nhiệt tâm lò khẩn cấp (ECCS) đã bắt đầu vận hành tự động và van áp lực đáng lẽ cần phải được đóng khi áp lực lò phản ứng giảm lại ở trạng thái mở. Đó là một loạt các hỏng hóc của máy móc và thao tác sai chổng chéo lên nhau. Do đó, nước là chất tải nhiệt sơ cấp lò phản ứng bị giảm đi, bộ phận phía trên của tâm lò bị mất nước gây tổn thất nhiên liệu và làm chảy một phần cấu trúc bên trong lò.

Theo đánh giá, cư dân sống trong phạm vi 80km từ nhà máy phải nhận tia phóng xạ ở mức độ 0,01mSv trên đầu người, nhưng cũng không đáng kể nếu so với lượng phóng xạ tự nhiên nhận trong 1 năm (2,4 mSv).

Nếu nhìn tai nạn này từ góc độ khác thì có thể đánh giá như sau:

a) Nhân viên vận hành phán đoán nhầm:

- Có thể đóng van áp lực bằng tay nhưng lại không đóng trong một thời gian khá lâu.
- Cho rằng có đủ nước trong lò.
- Ngừng sớm thiết bị làm mát tâm lò khẩn cấp.

b) Nhân viên vận hành vi phạm nguyên tắc:

Vận hành khi vẫn đóng van đầu ra của bơm cá nước phụ.

c) Khiếm khuyết trong thiết kế:

- Van áp lực vẫn không được đóng lại khi áp lực giảm
- Nước tràn ra từ bể chứa dịch thải của toà nhà ph dẫn nước đọng bên trong thùng chứa lò và chảy xuống sàn

7.5. Tại sao lại xảy ra tai nạn ở nhà máy điện hạt nhân Chernobyl của Liên Xô cũ?

Ngày 26/4/1986, xảy ra tai nạn tại tổ máy số 4 nhà máy điện hạt nhân Chernobyl cách thủ đô Kiev nước Cộng hoà Ucraina thuộc Liên Xô cũ khoảng 130 km về phía bắc.

Lò phản ứng này có công suất 3200 MW sử dụng than chì làm chất làm chậm và chất tải nhiệt là nước nhẹ. Đây là loại lò phản ứng đặc thù do Nga phát triển.

Tai nạn này xảy ra khi đang tiến hành thử nghiệm ngừng nguồn điện cung cấp từ bên ngoài để xem với vòng quay quán tính của tuabin máy phát điện sẽ thu được bao nhiêu điện năng.

Từ một loạt các sai sót như việc nhân viên vận hành thao tác vi phạm nguyên tắc vận hành làm cho thiết bị ngừng lò tự động không hoạt động, quá ưu tiên cho việc hoàn thành thử nghiệm, làm khác với kế hoạch, lò phản ứng chạy ở công

suất thấp không ổn định, rồi vi phạm tới cả nguyên tắc về các thanh điều khiển. Do đó, công suất của lò phản ứng tăng lên nhanh chóng, nhiên liệu bị quá nhiệt, phát sinh hơi nước dữ dội dẫn đến phá hỏng ống áp lực, một phần lò phản ứng và khu nhà lò.

Theo các nhà chức trách, có 31 người chết trong tai nạn này (*trong đó, một người chết do bỏng khi đang dập lửa và một người khác mất tích*) và 203 người nhập viện do bị nhiễm phóng xạ cấp tính. Do lò phản ứng và khu nhà bị phá hỏng nên các chất phóng xạ bên trong lò phản ứng thoát ra ngoài. Ngay sau khi tai nạn xảy ra, khoảng 135.000 cư dân trong vòng bán kính 30 km từ nhà máy đã phải đi lánh nạn.

Người ta đánh giá lượng tia phóng xạ mà những cư dân này phải nhận là 16.000 sievert, nếu tính bình quân thì mỗi người nhận 120mSv và cao hơn khoảng 50 lần so với lượng tia phóng xạ nhận từ tự nhiên (*khoảng 2,4 mSv*).

Chất phóng xạ vượt qua biên giới làm ô nhiễm một phạm vi rộng lớn, sang các nước Châu Âu tiếp giáp với Liên Xô cũ.

Nếu nhìn tai nạn này từ góc độ khác thì có thể đánh giá như sau:

a) *Sự khiếm khuyết của hệ thống quản lý:*

- Lập kế hoạch thử nghiệm mà không có sự đồng ý của Ủy ban Giám sát năng lượng nguyên tử quốc gia.

- Vì ưu tiên thử nghiệm nên trình tự thử nghiệm liên tiếp bị thay đổi do sự phán đoán của nhân viên vận hành.

b) Sự khiếm khuyết của chức năng đóng kín các chất phóng xạ: Không có vỏ lò phản ứng.

c) Vi phạm nguyên tắc vận hành, nhân viên vận hành thiếu kiến thức:

- Ngắt thiết bị làm lạnh tâm lò khẩn cấp rồi vận hành.
- Thử nghiệm với công suất thấp hơn kế hoạch.
- Rút các thanh điều khiển trên mức được quy định.
- Không để thiết bị ngừng tự động lò phản ứng hoạt động.

d) Khiếm khuyết quan trọng về mặt thiết kế:

- Khi công suất thấp, lò vận hành không ổn định. Nếu công suất tăng lên một chút và lượng hơi nước tăng lên thì công suất sẽ tăng lên nhanh chóng.
- Mất thời gian khi đưa các thanh điều khiển vào.

7.6. Tai nạn tới hạn JCO của Nhật Bản tại sao lại xảy ra?

Ở Nhật Bản, mặc dù đã áp dụng những biện pháp bảo đảm nghiêm ngặt về an toàn, thế nhưng tại sao lại xảy ra tai nạn tới hạn ở cơ sở gia công xử lý Uranium của công ty JCO tại Tokaimura?

1. Nơi xảy ra tai nạn không phải là nhà máy điện hạt nhân mà ở một cơ sở nhỏ thử nghiệm xử lý Uranium làm giàu cao.

2. Tai nạn xảy ra là lúc đang tiến hành xử lý Uranium làm giàu khoảng 20% sử dụng cho lò phản ứng tái sinh nhanh. Đây là việc xử lý tạm thời trong thời gian từ 2 đến 3 năm 1 lần, do vậy nên ít người có kinh nghiệm. *(Khi độ làm giàu cao thì khả năng xảy ra tai nạn tới hạn cũng lớn hơn).*

3. Ở cơ sở này, độ lớn và hình dạng của các thùng chứa được thiết kế sao cho làm việc ở mức độ nào chẳng nữa cũng không xảy ra tới hạn. Do vậy, nếu sử dụng các trang thiết bị này thì tai nạn tới hạn đã không xảy ra.

4. Nếu sử dụng các trang thiết bị an toàn này thì thời gian xử lý sẽ lâu hơn. Công ty đã chạy theo năng suất, bỏ qua các trang thiết bị này và sử dụng phương pháp xử lý đơn giản để rút ngắn thời gian làm việc *(Vi phạm quy tắc).*

5. Lãnh đạo của công ty đã ngầm cho phép nhân viên của mình thực hiện công việc này *(Vi phạm an toàn).*

6. Cho một lượng lớn dung dịch Uranium làm giàu cao vào thùng chứa vượt quá dung lượng cho phép dẫn đến tai nạn tới hạn.

Bài học từ tai nạn này đã dạy cho chúng ta thêm một lần nữa về quan điểm ưu tiên an toàn và giáo dục an toàn thường xuyên quan trọng như thế nào.

7.7. Có tiêu chí nào để đánh giá mức độ của tai nạn nguyên tử không?

Sự cố, hỏng hóc trực tiếp ở nhà máy điện hạt nhân (*khác với tai nạn giao thông*) mang tính chất kỹ thuật hay chuyên môn. Việc đánh giá mức độ sự cố khá phức tạp dẫn đến những lo lắng không cần thiết.

Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) đánh giá mức độ nghiêm trọng của tai nạn hạt nhân theo Tiêu chuẩn INES (*International Nuclear Event Scale*) với 8 cấp (*từ 0 đến 7*).

Cấp 0: sự kiện không ảnh hưởng gì về an toàn.

Cấp 1: sự kiện bất thường gây ảnh hưởng đến công việc vận hành nhưng không làm ảnh hưởng ở bên trong và bên ngoài cơ sở hạt nhân.

Cấp 2: gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến các biện pháp bảo đảm an toàn và nhân viên làm việc nhưng không gây ảnh hưởng ra bên ngoài cơ sở hạt nhân.

Cấp 3: là hiện tượng bất thường nghiêm trọng, có một lượng rất nhỏ chất phóng xạ thoát ra bên ngoài cơ sở hạt nhân. ở bên trong cơ sở hạt nhân bị ô nhiễm nghiêm trọng bởi chất phóng xạ, nhân viên tác nghiệp bị nhiễm xạ xuất hiện những tổn thương cấp tính do tia phóng xạ.

Cấp 4: là tai nạn không dẫn tới nguy cơ lớn đối với bên ngoài cơ sở hạt nhân, nhưng có một lượng nhỏ chất phóng xạ thoát ra bên ngoài cơ sở hạt nhân. Tâm lò phản ứng bị

phá hỏng ở một mức độ nào đó, nhân viên bên trong cơ sở bị nhiễm một lượng tia phóng xạ lớn dẫn đến tử vong.

Cấp 5: là tai nạn dẫn đến nguy cơ lớn đối với môi trường bên ngoài cơ sở hạt nhân, một lượng giới hạn chất phóng xạ thoát ra bên ngoài cơ sở hạt nhân. Tâm lò phản ứng và tường chắn phóng xạ bị phá hỏng nghiêm trọng, *(tai nạn ở nhà máy điện hạt nhân Three Mile Island của Mỹ, năm 1979).*

Cấp 6: là tai nạn lớn. Có một lượng chất phóng xạ tương đối lớn thoát ra bên ngoài cơ sở hạt nhân.

Cấp 7: là tai nạn nghiêm trọng. Một lượng chất phóng xạ lớn thoát ra bên ngoài cơ sở hạt nhân, *(tai nạn chernobyl ở Liên Xô cũ, năm 1986).*

Từ cấp 1 đến cấp 3 là sự cố hạt nhân, từ cấp 4 đến cấp 7 là tai nạn hạt nhân.

Tai nạn tối hạn ở Tokaimura xảy ra ngày 30/9/1999 là tai nạn cấp 4, nghĩa là cấp thấp nhất của tai nạn hạt nhân.

INES được sử dụng như một công cụ hữu hiệu cung cấp thông tin chính xác cho công chúng về mức độ nghiêm trọng của sự kiện hạt nhân. INES giúp cho công chúng, các phương tiện thông tin đại chúng hiểu một cách thống nhất về các sự kiện hạt nhân.

Hệ thống dịch vụ thông tin INES hiện có đại diện ở 60 quốc gia trên toàn thế giới.

7.8. Con người thường có những sai sót trong vận hành nhà máy điện hạt nhân. Có đối sách nào cho vấn đề này?

Năng lượng nguyên tử với những lĩnh vực ứng dụng rộng lớn của nó, từ việc tạo năng lượng cho tới những ứng dụng của tia phóng xạ; tất cả đều được quy định chặt chẽ thông qua các tiêu chuẩn và quy tắc nghiêm ngặt. Luật pháp quy định nghĩa vụ tuân thủ các tiêu chuẩn và quy tắc đó. Nhà nước lập ra các cơ quan và tổ chức để kiểm tra, giám định thường xuyên tình hình tuân thủ các tiêu chuẩn và quy tắc này. Đồng thời, phải thường xuyên tiến hành giáo dục an toàn đối với những nhân viên làm việc tại các cơ sở hạt nhân.

Dù vậy, con người vẫn có khả năng phạm lỗi. Gần đây, người ta đã áp dụng những đối sách tinh vi để phòng ngừa tối đa lỗi do con người như bố trí lắp đặt các công tắc thao tác, màu sắc, hình dạng của công tắc, v.v...

Có 2 nguyên nhân chính dẫn đến sự cố và tai nạn hạt nhân, đó là nguyên nhân kỹ thuật và vấn đề con người. Về mặt kỹ thuật, các chuyên gia điện hạt nhân đã khẳng định sẽ không xảy ra tai nạn hạt nhân như kiểu Chernobyl. Vấn đề mấu chốt là xác lập hệ thống các quy tắc và duy trì trình độ chuyên môn để có thể tuân thủ những yêu cầu nghiêm ngặt về an toàn cũng như việc giáo dục cho các nhà quản lý, các nhân viên vận hành để họ gìn giữ và tuân thủ các quy tắc đó.

Kinh nghiệm vận hành Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt trong suốt 20 năm qua đã phản ánh trình độ cao của các cán bộ và nhân viên Việt Nam trong công việc vận hành, quản lý và bảo dưỡng lò phản ứng (*mô hình thu nhỏ của nhà máy điện hạt nhân*).

Trong khoảng 15 năm tới cho đến khi có điện hạt nhân chúng ta cần phải sử dụng một cách hiệu quả quỹ thời gian này, học hỏi những thành công và thất bại của thế giới để có những kinh nghiệm và công nghệ kỹ thuật ưu việt nhất.

7.9. Rạn nứt do ăn mòn ứng suất (*Stress Corrosion Cracking: SCC*) là hiện tượng gì?

SCC là hiện tượng trong các cấu trúc như ống thép không gỉ có một số chỗ mà ứng suất tập trung bị suy giảm, ăn mòn và gây ra rạn nứt.

Thép không gỉ là hợp kim tạo thành từ sắt (Fe), Crôm (Cr) và Carbon (C), không bị gỉ và là vật liệu rất ưu việt có độ cứng cao. Tuy nhiên chỉ có một khuyết điểm là trong điều kiện nào đó sẽ gây ra SCC. Điều này dễ xảy ra ở những chỗ ứng suất dư như xung quanh các mối hàn hoặc ở những chỗ nước đọng. Rạn nứt phát sinh từ phía bên trong ống, đi qua cấu trúc các hạt kết tinh của thép rồi lan ra phía bên ngoài ống. Người ta cũng biết rằng, nếu hàm lượng carbon trong thép không gỉ thấp thì SCC sẽ khó xảy ra hơn.

7.10. Những biện pháp nào được áp dụng để phòng chống hiện tượng SCC?

Người ta áp dụng một số biện pháp như sau:

1. Chế tạo vật liệu thép không gỉ có hàm lượng carbon thấp.

Ví dụ:

SUS 304 → SUS 304L

SUS 316 → SUS 316L

2. Giảm bớt tác động nhiệt khi hàn bằng cách thu hẹp chỗ hàn và dùng hàn tự động.

3. Hạn chế các chỗ nước đọng trong ống.

7.11. Điều gì sẽ xảy ra nếu máy bay dân dụng đâm vào nhà máy điện hạt nhân?

Nhà máy điện hạt nhân được xây dựng vô cùng chắc chắn, tâm lò phản ứng mang nhiên liệu hạt nhân được bảo vệ bên trong vỏ lò bằng thép dày 20cm. Thùng lò phản ứng còn được bao bọc bởi bức tường chắn tia phóng xạ bằng bê tông cốt thép dày tới 2 mét. Hơn nữa, ở phía bên ngoài còn có thùng chứa lò phản ứng.

Giả sử nhà máy điện hạt nhân bị tấn công bằng tên lửa, khi đó tên lửa có thể xuyên qua thùng chứa lò phản ứng nhưng không thể xuyên qua bức tường chắn tia phóng xạ dày 2 mét bằng bê tông cốt thép. Dù máy bay phản lực cỡ

lớn rơi xuống nhà máy điện hạt nhân từ độ cao 10.000 mét cũng không thể phá hỏng thùng áp lực lò phản ứng. Tâm lò phản ứng rất vững chắc, nếu có thể giữ được chức năng làm lạnh tâm lò thì sẽ không xảy ra thảm họa lớn làm chất phóng xạ thoát ra môi trường bên ngoài như tai nạn Chernobyl.

Có nghĩa là khi đó chức năng của nhà máy điện bị mất nhưng hầu như không gây hại cho cư dân xung quanh.

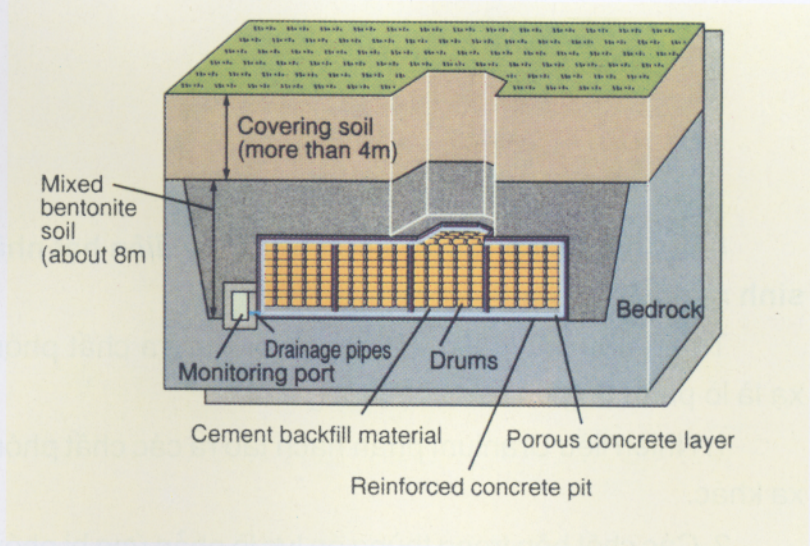
Nếu máy bay hàng không dân dụng bị không tặc tấn công và sử dụng máy bay chứa đầy nhiên liệu để đâm vào nhà máy điện hạt nhân thì sẽ ra sao? Về điều này thì không thể trả lời được do chẳng có ai ước tính và cũng không có phân tích gì. Có lẽ, nhà máy điện hạt nhân sẽ bị thiệt hại khá nhiều, nhưng chất phóng xạ phát tán có thể được khống chế và ngăn chặn lại trong phạm vi giới hạn nhỏ nhất.

7.12. Ai bồi thường những thiệt hại do nhà máy điện hạt nhân gây ra?

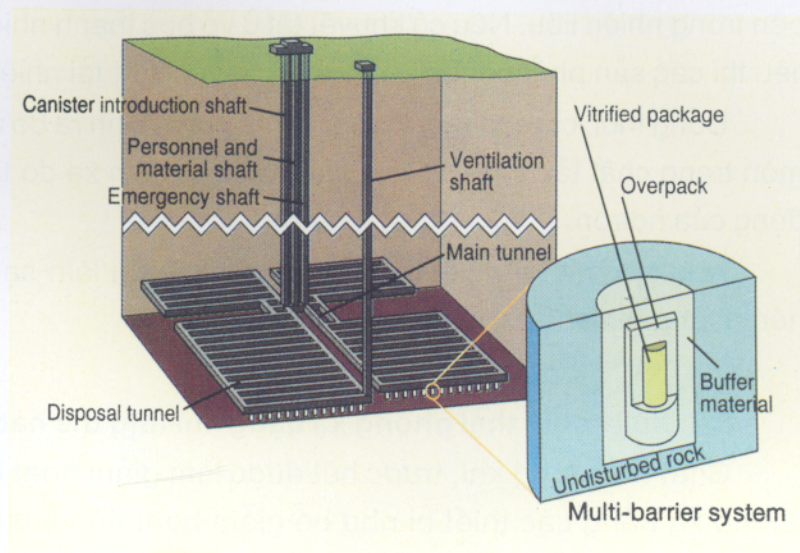
Giả sử xảy ra tai nạn như Chernobyl trong khi vận hành nhà máy điện hạt nhân và cư dân xung quanh phải chịu tổn hại. Khi đó thiệt hại sẽ do ai bồi thường? Thông thường thì công ty vận hành nhà máy điện đó sẽ có trách nhiệm bồi thường. Vì số tiền bồi thường rất lớn nên công ty chịu trách nhiệm vận hành xây dựng ra một chế độ bảo hiểm mới gọi là “Bảo hiểm trách nhiệm bồi thường thiệt hại năng lượng

nguyên tử” và ký kết hợp đồng bảo hiểm đó. Ví dụ trong chế độ bảo hiểm của Nhật Bản, số tiền bảo hiểm lên tới 60 tỷ Yên. Trường hợp số tiền bồi thường vượt quá số tiền bảo hiểm, chính phủ sẽ giúp đỡ để bổ sung tiền bồi thường.

Do vậy, trước khi vận hành nhà máy điện hạt nhân cần xây dựng Luật liên quan tới bồi thường thiệt hại năng lượng nguyên tử.



Cấu trúc và vị trí chôn chất thải phóng xạ mức thấp và trung bình



Cấu trúc và vị trí chôn chất thải phóng xạ mức cao

Chương 8

CHẤT THẢI PHÓNG XẠ

8.1. Chất thải phóng xạ của nhà máy điện hạt nhân sinh ra như thế nào?

Trong nhà máy điện hạt nhân nơi sinh ra chất phóng xạ là lò phản ứng do các hoạt động sau:

1. Nhiên liệu Uranium phân hạch tạo ra các chất phóng xạ khác.

2. Các chất bên trong thùng áp lực lò phản ứng bị phóng xạ hoá do tác động của nơtron và tạo ra chất phóng xạ.

Thông thường, các sản phẩm phân hạch bị nhốt kín bên trong nhiên liệu. Nếu có khuyết tật ở vỏ bọc thanh nhiên liệu thì các sản phẩm phân hạch sẽ rò rỉ vào chất tải nhiệt.

Đồng thời, chỉ cần một lượng nhỏ tạp chất sinh ra do ăn mòn trong chất tải nhiệt, chúng cũng sẽ bị nhiễm xạ do tác động của nơtron.

Nhưng chất tải nhiệt được đưa qua thiết bị làm sạch nên những tạp chất này sẽ bị loại trừ.

8.2. Xử lý chất thải phóng xạ dạng khí như thế nào?

Chất thải dạng khí, trước hết được làm giảm hoạt độ phóng xạ bằng các thiết bị như bể giảm hoạt độ và thiết

bị lưu giữ khí hiếm bằng than hoạt tính, sau đó đi qua các thiết bị lọc để loại bỏ các chất dạng hạt, kiểm tra nồng độ phóng xạ và nếu xác nhận đã an toàn sẽ được thải ra không khí.

8.3. Xử lý chất thải phóng xạ dạng lỏng như thế nào?

Chất thải lỏng, nếu có độ phóng xạ cực thấp như nước thải sau khi giặt, thì kiểm tra nồng độ phóng xạ và nếu được xác nhận là an toàn sẽ được thải ra biển.

Còn các chất thải dạng lỏng khác, sau khi được lọc và khử muối bằng các thiết bị lọc và nhựa trao đổi ion hoặc được cô đặc bằng thiết bị bay hơi, nước sẽ được tái sử dụng còn dịch cô đặc được trộn vào bê tông và nhựa đường rồi đổ vào các thùng phuy chuyên dụng để cất giữ bảo quản trong kho chất thải phóng xạ dạng rắn.

8.4. Xử lý chất thải phóng xạ dạng rắn như thế nào?

Trong các loại chất thải rắn, những loại có hoạt độ phóng xạ tương đối cao như cặn lọc, nhựa trao đổi ion đã qua sử dụng được giữ trong các thùng chứa trong một thời gian dài, đến khi hoạt độ phóng xạ giảm xuống, chúng được đổ vào các thùng phuy chuyên dụng.

Còn những chất thải rắn có hoạt độ phóng xạ thấp như giấy, vải sẽ được nén lại rồi đem đốt, tro được đựng trong các thùng và bảo quản an toàn trong kho chất thải phóng xạ dạng rắn.

8.5. Người ta có những biện pháp gì để làm giảm lượng chất thải phóng xạ?

Việc đảm bảo tính bền vững của nhiên liệu là quan trọng nhất. Nếu nhiên liệu không bị hỏng thì các sản phẩm phân hạch phóng xạ sẽ bị nhốt kín bên trong các vỏ bọc thanh nhiên liệu, lượng thoát ra bên ngoài rất ít.

Một cách hữu hiệu nữa là giảm thiểu lượng chất ăn mòn thoát ra từ các thùng chứa, ống, bơm, van của hệ thống sơ cấp lò phản ứng. Để làm được điều này, người ta sử dụng vật liệu chống ăn mòn mạnh và áp dụng những kỹ thuật mới nhất trong việc quản lý chất lượng nước để hạn chế tối đa khả năng ăn mòn. Hơn nữa, việc lựa chọn vật liệu có hàm lượng Cobalt ít cũng hết sức quan trọng.

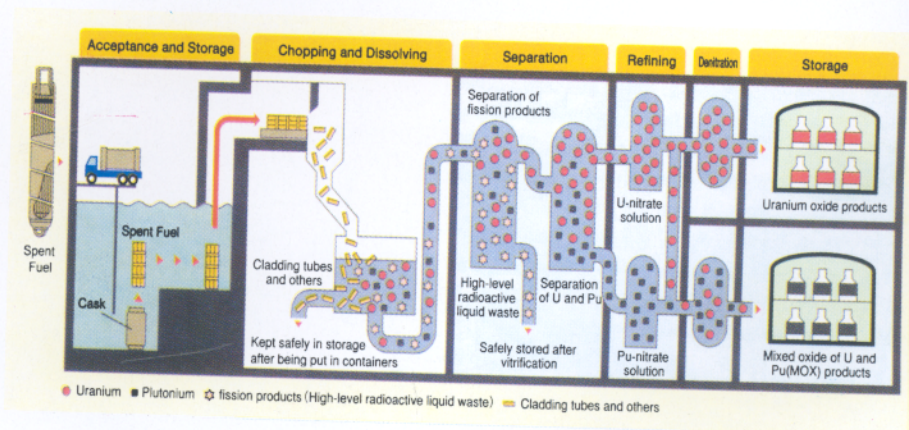
8.6. Nơi bảo quản chất thải phóng xạ nên ở bên trong hay bên ngoài nhà máy điện hạt nhân?

Chất thải phóng xạ nên cất giữ bảo quản tối đa bên trong khu vực nhà máy để có thể quản lý và bảo quản một cách an toàn.

Điều rất quan trọng là tính toán lượng chất thải phóng xạ sinh ra trong thời gian vận hành để lựa chọn địa điểm đủ rộng cho cất giữ chất thải.



Phương tiện vận chuyển nhiên liệu hạt nhân đã sử dụng bằng đường biển



Sơ đồ tái xử lý nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng

Chương 9

NHIÊN LIỆU HẠT NHÂN ĐÃ QUA SỬ DỤNG

9.1. Nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng là gì?

Nhiên liệu hạt nhân sau khi đã được lắp đặt vào lò phản ứng có thể sử dụng trong thời gian một năm, sau đó thay thế 25% bằng nhiên liệu mới mỗi năm và lại tiếp tục vận hành được 1 năm tiếp theo. Người ta gọi những nhiên liệu đã qua phản ứng được lấy ra từ lò phản ứng là nhiên liệu đã sử dụng.

9.2. Bảo quản nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng như thế nào?

Trong nhiên liệu đã sử dụng có chất phóng xạ sinh ra do quá trình phân hạch. Các sản phẩm phân hạch này, sau khi được lấy ra từ lò phản ứng vẫn tiếp tục phân rã và sinh ra năng lượng. Năng lượng này ở dạng nhiệt và được gọi là nhiệt phân rã (*Decay Heat*).

Nhiên liệu đã sử dụng có hoạt độ phóng xạ khá mạnh và phát nhiệt nên chúng được ngâm giữ trong các bể nước thường. Nước là chất phù hợp nhất để ngăn chặn tia phóng xạ và thu nhiệt.

Nhiên liệu đã sử dụng bị hỏng được chứa trong các thùng chứa kín và ngâm trong các bể nước nhằm tránh ô nhiễm phóng xạ.

9.3. Cất giữ, bảo quản nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng bằng thùng khô (Dry Cask) như thế nào?

Lượng chất thải phóng xạ tăng lên theo từng năm, khi bể chứa chất thải xây dựng ban đầu hết chỗ chứa, cần tăng thêm các bể chứa mới.

Có hai cách cất giữ bảo quản nhiên liệu hạt nhân đã sử dụng là phương pháp ngâm trong bể nước và phương pháp cất giữ bằng thùng khô.

Trong phương pháp cất giữ bằng thùng khô, nhiên liệu đã sử dụng được ngâm trong bể nước vài năm (*nhiet phân rã đã giảm*), sau đó cho vào các thùng kín và cất trong các kho trên mặt đất. Phương pháp này kinh tế hơn phương pháp cất giữ trong bể nước.

9.4. Vận chuyển nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng như thế nào?

Nhiên liệu đã sử dụng được vận chuyển sau khi đã cho vào các thùng chứa chắc chắn. Các thùng này được kiểm tra về khả năng chịu va đập, chịu lửa và nước để xác định mức độ an toàn.

Khi vận chuyển trên đất liền, người ta gửi trước bản kế hoạch vận chuyển tới chính quyền địa phương và vận chuyển có xe cảnh sát dẫn đường. Còn khi vận chuyển trên biển thì các thùng chất thải được chất lên tàu biển tại cầu cảng của nhà máy.

9.5. Tái xử lý nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng như thế nào?

Trong nhiên liệu đã sử dụng có 1% ^{235}U chưa phân hạch và 1% Pu mới tạo ra cần được thu hồi để tái sử dụng. Đây là quá trình tái xử lý nhiên liệu đã sử dụng.

Công đoạn tái xử lý bắt đầu từ việc lấy các thanh nhiên liệu qua sử dụng đã được làm mát trong bể nước, cắt nhỏ ra và hoà tan các viên nhiên liệu bằng axit. Sau đó là phân tách các sản phẩm phân hạch bằng dung môi hữu cơ và tách Uranium và Plutonium để thu hồi. Sản phẩm phân hạch còn lại sau khi thu hồi Uranium và Plutonium được thuỷ tinh hoá ở dạng chất thải phóng xạ hoạt độ cao.

9.6. Chất thải phóng xạ hoạt độ cao được bảo quản như thế nào?

Chất thải phóng xạ hoạt độ cao chủ yếu là những sản phẩm phân hạch còn lại sau khi thu hồi Uranium và Plutonium từ nhiên liệu đã sử dụng tại cơ sở tái xử lý. Do có nồng

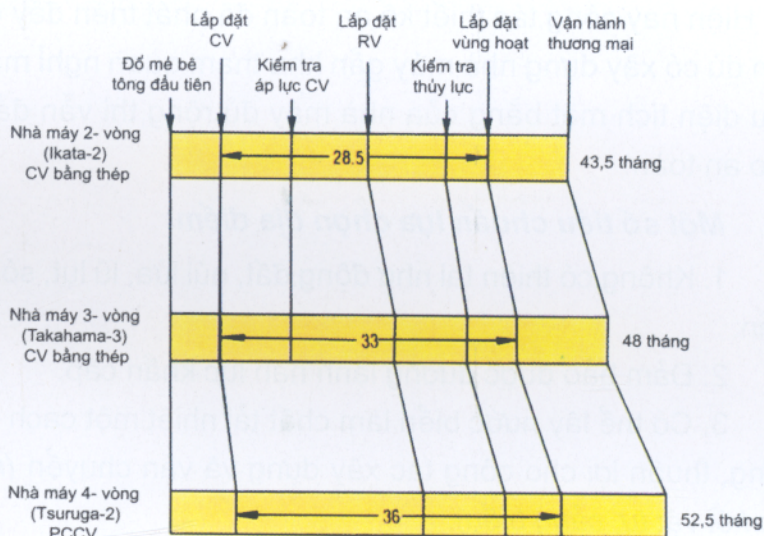
độ chất phóng xạ cao nên được gọi là chất thải phóng xạ hoạt độ cao.

So với chất thải phóng xạ hoạt độ thấp, chất thải phóng xạ hoạt độ cao tuy số lượng không nhiều nhưng chứa khá nhiều chất phóng xạ có chu kỳ bán rã dài ngày. Vì vậy cần được bảo quản cách ly với môi trường và con người trong một thời gian dài.

Chất thải phóng xạ hoạt độ cao được trộn với thủy tinh, nấu chảy rồi rót vào các thùng chứa bằng thép không gỉ gọi là canister, sau đó làm mát. Vì khối thủy tinh này phát nhiệt nên phải bảo quản tạm thời trong thời gian 30-50 năm tại cơ sở xử lý để làm mát, sau đó chôn cất ở độ sâu vài trăm mét.



Toàn cảnh công trường xây lắp nhà máy điện hạt nhân



Chú thích: CV: nhà lò, RV: thùng lò

Tiến độ trung bình xây lắp nhà máy điện hạt nhân

Chương 10

XÂY DỰNG, VẬN HÀNH VÀ BẢO DƯỠNG NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

10.1. Địa điểm xây dựng nhà máy điện hạt nhân được lựa chọn dựa theo những tiêu chuẩn nào?

Nguyên tắc lớn nhất của nhà máy điện hạt nhân là dù gặp bất kỳ tai nạn ở mức độ nào chẳng nữa cũng không gây ra tác hại do tia phóng xạ cho cư dân xung quanh nhà máy. Trong giai đoạn đầu phát triển điện hạt nhân người ta cho rằng nhà máy nên được xây ở những khu vực xa dân cư. Hiện nay công tác thiết kế an toàn đã phát triển đầy đủ nên dù có xây dựng nhà máy gần khu tham quan nghỉ mát, nếu diện tích mặt bằng của nhà máy đủ rộng thì vẫn đảm bảo an toàn.

Một số tiêu chuẩn lựa chọn địa điểm:

1. Không có thiên tai như động đất, núi lửa, lũ lụt, sóng thần.
2. Đảm bảo được đường lánh nạn lúc khẩn cấp.
3. Có thể lấy nước biển làm chất tải nhiệt một cách dễ dàng, thuận lợi cho công tác xây dựng và vận chuyển (nơi tập kết vật tư, cảng biển).
4. Nền móng đảm bảo.

thiết bị hút thải nước biển dùng làm mát, bãi tập kết vận chuyển đường biển.

3. Khí quyển:

Thu thập các số liệu theo thời gian về tốc độ gió, hướng gió, nhiệt độ, phân bố nhiệt độ theo độ cao, theo thời tiết, v.v...

Các tài liệu này được sử dụng vào việc tính toán sự khuếch tán của phóng xạ khi xảy ra tai nạn tại nhà máy.

Đây là một phần quan trọng của công tác đánh giá an toàn nhà máy điện hạt nhân.

10.3. Thời gian xây dựng xong một nhà máy điện hạt nhân, tiêu chuẩn là bao nhiêu năm?

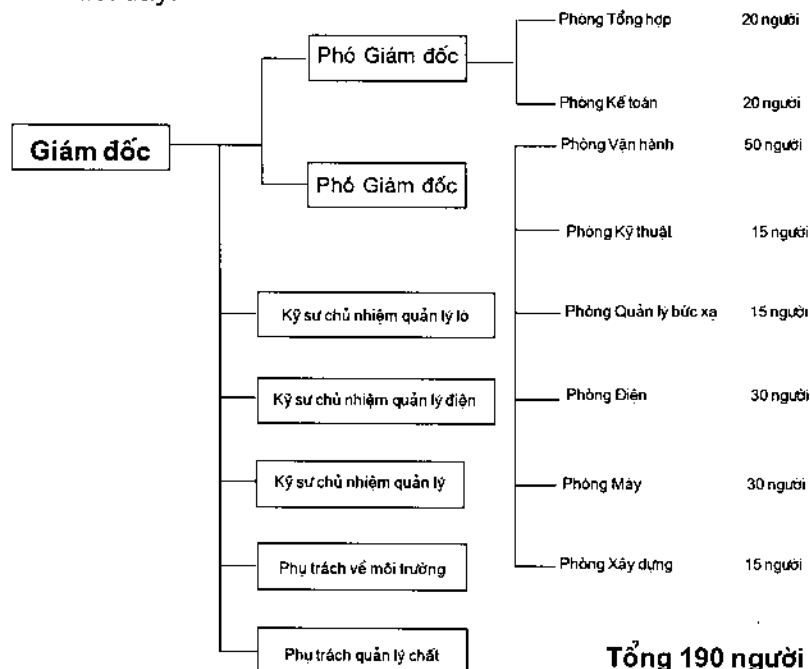
Công việc sau khi lựa chọn địa điểm là khảo sát và đánh giá địa điểm. Thời gian này khoảng 3 năm. Khi khảo sát địa điểm xong sẽ bắt tay vào thiết kế khái niệm (*Conceptual Design*) nhà máy. Căn cứ theo thiết kế khái niệm, công tác thẩm định an toàn sẽ được triển khai. Thời gian từ khi kết thúc khảo sát địa điểm đến khi kết thúc thẩm định an toàn ít nhất là 4 năm. Chỉ có thể bắt tay vào thi công xây dựng sau khi hoàn tất công tác thẩm định an toàn.

Thời gian xây dựng nhà máy điện hạt nhân thông thường là khoảng 5 năm.

Do vậy, từ khi quyết định địa điểm cho đến khi bắt đầu vận hành nhà máy điện hạt nhân ít nhất cũng mất 12 năm, thông thường là 15 năm.

10.4. Công tác tổ chức như thế nào và số cán bộ nhân viên cần thiết của nhà máy điện hạt nhân là bao nhiêu người?

Tổ chức tiêu chuẩn và số cán bộ nhân viên theo hình dưới đây:



10.5. Công tác huấn luyện cho nhân viên vận hành nhà máy điện hạt nhân được thực hiện như thế nào?

Công tác huấn luyện cho nhân viên vận hành về cơ bản do công ty xây dựng nhà máy điện và công ty điện lực thực hiện.

Việc các cán bộ nhân viên của nhà máy tương lai tham gia vào quá trình xây dựng là một hình thức huấn luyện hiệu quả nhất. Việc tham gia vào toàn bộ công tác kiểm tra tổng hợp của toàn thể nhà máy cũng như vận hành thử từng hệ thống, kiểm tra từng đơn vị máy móc và lắp đặt máy móc sẽ tích lũy được kinh nghiệm công tác.

Công tác huấn luyện cho các nhân viên của nhà máy sẽ dễ dàng hơn nếu sớm xây dựng trong khu vực nhà máy một cơ sở huấn luyện bảo dưỡng và lắp đặt các mô hình dùng cho công tác huấn luyện vận hành.

Điều quan trọng nhất là đảm bảo huấn luyện nhân viên theo đúng kế hoạch.

10.6. Công tác kiểm tra của nhà máy điện hạt nhân được thực hiện như thế nào?

Công tác kiểm tra của nhà máy điện hạt nhân được chia thành 2 phần. Thứ nhất là kiểm tra vận hành hàng ngày và thứ hai là ngừng vận hành để kiểm tra định kỳ hàng năm.

Công tác kiểm tra hàng ngày do các nhân viên của nhà máy thực hiện. Khi phát hiện thấy có hiện tượng bất thường thì các đơn vị sửa chữa thường trú tại nhà máy sẽ tiến hành sửa chữa. Sửa chữa quy mô lớn được thực hiện khi tiến hành kiểm tra định kỳ.

Thời gian kiểm tra định kỳ thông thường từ 1 đến 2 tháng. Trong thời gian này, nhiên liệu đã sử dụng được tháo ra để thay thế các nhiên liệu mới. Đồng thời cũng tháo dỡ và kiểm tra các máy móc lớn như tuabin và máy phát điện. Ngoài ra còn tiến hành kiểm tra không phá mẫu (NDT) đối với các bộ phận quan trọng liên quan tới an toàn như các bộ phận bên trong lò phản ứng để xác nhận có bất thường hay không.

10.7. Tính kinh tế của nhà máy điện hạt nhân như thế nào?

Dựa theo báo cáo của OECD NEA (*Organisation for Economic Cooperation & Development Nuclear Energy Agency*) tháng 12/1998, các chuyên gia Nhật Bản đã tính toán chi phí xây dựng cho 1 kW điện hạt nhân ở Việt Nam là 1.800 USD.

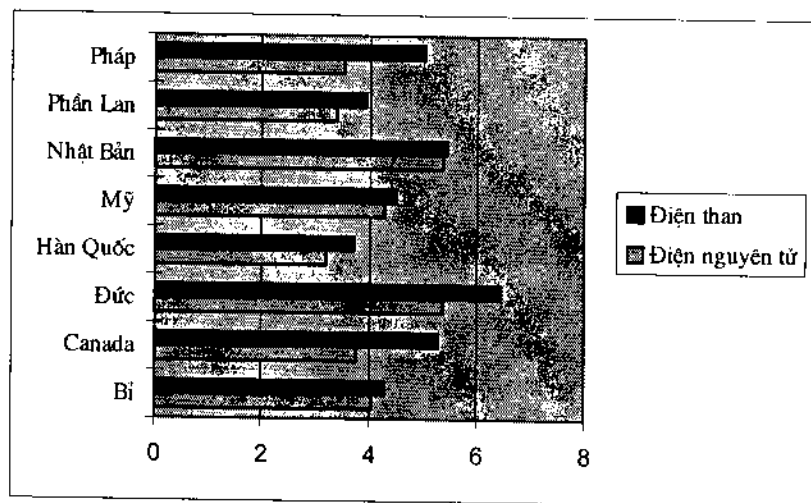
Do yêu cầu cao về an toàn nên chi phí xây dựng nhà máy điện hạt nhân thường cao hơn so với các loại nhà máy nhiệt điện như than, dầu, khí, v.v... Nhưng các

chi phí về nguyên liệu, vận hành, bảo dưỡng lại thấp và thời gian vận hành nhiều hơn nên ở nhiều nước, giá thành 1 kWh điện hạt nhân rẻ hơn so với nhiệt điện. Ở Việt Nam, giá thành 1 kWh điện hạt nhân xấp xỉ điện than nhập, cao hơn khoảng 0,5 cent so với điện than nội địa và cao hơn gần 1 cent so với điện khí hỗn hợp; *(với giá đầu tư 1.800 USD/ 1kW công suất, tuy nhiên hiện nay nhiều công ty chào giá thấp hơn nhiều)*.

Các nghiên cứu và khảo sát cho thấy, chi phí sản xuất điện hạt nhân hoàn toàn có thể cạnh tranh được với các dạng nhiệt điện truyền thống, còn về chi phí đầu tư thì điện hạt nhân có thể cạnh tranh được với thủy điện trên thị trường Việt Nam trong tương lai.

Dưới đây là bảng so sánh giá thành kWh điện hạt nhân với điện than ở một số nước (đơn vị tính: US cent/kWh).

Quốc gia	Điện hạt nhân	Điện than
Bỉ	4,04	4,3
Canada	3,77	5,3
Đức	5,36	6,46
Hàn Quốc	3,2	3,73
Mỹ	4,3	4,5
Nhật Bản	5,36	5,43
Phần Lan	3,39	3,96
Pháp	3,54	5,04



Như đã nói ở trên, các nguồn điện truyền thống đều gây ảnh hưởng (đặc biệt là ảnh hưởng lâu dài) đối với môi trường. Để khắc phục những ảnh hưởng này, cần phải có chi

phí gọi là chi phí ngoại (*external costs*) (*chi phí phòng chống phá hoại môi trường*). Các chuyên gia của Liên Hợp Quốc đã tính toán chi tiết cho các nhà máy nhiệt điện với các điều kiện công nghệ tốt nhất của Châu Âu, kết quả cho thấy các chi phí này khá nhiều (*Tài liệu: IAEA, Báo cáo ở Hội thảo liên vùng về lập kế hoạch và phân tích hệ thống điện, Bangkok, 16~18/11/1999*).

Do vậy, khi tính toán chi phí sản xuất sản xuất điện, cần thiết phải tính tới cả chi phí ngoại. Nếu tính thêm hiệu ứng ấm lên của Trái Đất, thì rõ ràng điện hạt nhân có thể cạnh tranh với điện than ở quy mô toàn thế giới.

Trong điều kiện hoạt động bình thường, chi phí ngoại của điện hạt nhân rất ít. Báo cáo của I.F.Vladu ở Hội thảo nói trên đã thống kê về chi phí ngoại cho những tai nạn nghiêm trọng, có người chết, kết quả như ở bảng dưới đây. (Số liệu từ năm 1970 đến 1992: điện hạt nhân chỉ có duy nhất một trường hợp có người thiệt mạng là tai nạn ở Chernobyl. Các tác giả đã tính với ECU, nhưng ở đây dùng US cent, vì 1ECU=1 đến 1.25 USD).

Nguồn điện		Chi phí ngoại (cent/kWh)	Số người chết (Tính tương đương GW. năm)
Than đá	Anh	0,6	12
	Đức	1,5	37
Dầu		1,2	32
Khí		0,1	2
Thủy điện		0,22	1
Điện hạt nhân		0,04	1

Ghi chú: “Chi phí ngoại” là một khái niệm mới. Do vậy, các số liệu đưa ra ở đây chỉ để tham khảo. Cách tính của các chuyên gia cũng còn chưa thống nhất nên những kết quả đưa ra còn có sai khác về trị tuyệt đối. Tuy nhiên, tỷ lệ so sánh chi phí ngoại của các nguồn điện rất đáng tin cậy.

10.8. Thực hiện nội địa hoá khi xây dựng nhà máy điện hạt nhân như thế nào?

Con đường ngắn nhất để nội địa hoá nhà máy điện hạt nhân là việc tiếp thu học tập những công nghệ kỹ thuật tiên tiến từ nước ngoài trong toàn bộ các ngành công nghiệp. Muốn vậy cần thực hiện những công việc sau:

1. Tăng cường đầy đủ các khoa công nghiệp ở các trường đại học, cao đẳng hoặc trung học chuyên nghiệp để đào tạo kỹ thuật viên.

2. Đảm bảo nơi làm việc cho các kỹ thuật viên cũng như chế độ đãi ngộ.

3. Áp dụng những chính sách tạo điều kiện thuận lợi thành lập công ty liên doanh với nước ngoài để từ đó tiếp thu và chuyển giao công nghệ từ nước ngoài.

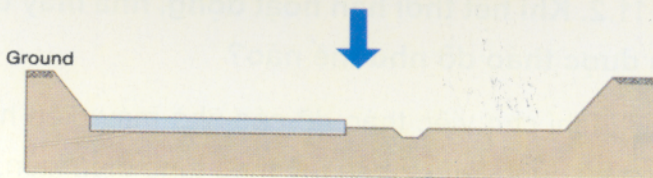
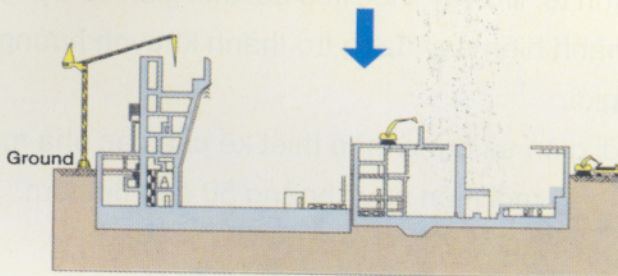
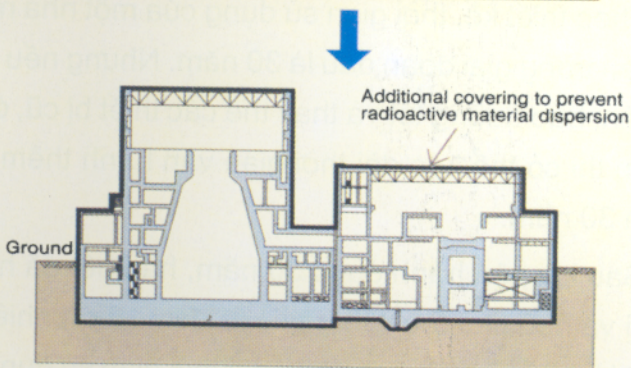
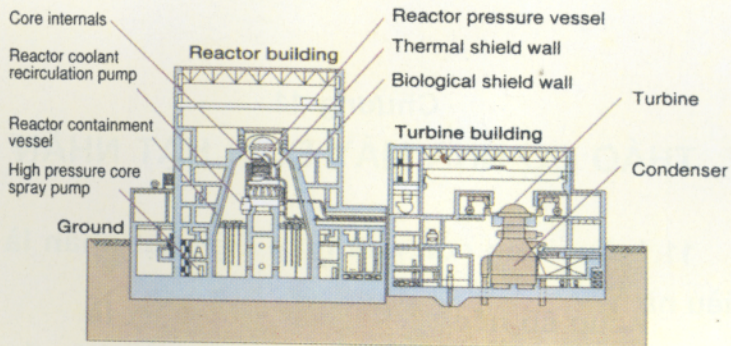
Việc áp dụng những chính sách cơ bản như vậy sẽ nâng dần tỷ lệ nội địa hoá theo từng giai đoạn như sau:

1. Ximăng, cốt thép, vật liệu thép, ống dẫn, dây điện.

2. Các máy móc nhỏ như các van, máy bơm, bộ phận phối điện.

3. Những máy móc cỡ lớn như tuabin, máy phát điện, máy biến áp.

4. Bó nhiên liệu hạt nhân.



Sơ đồ tháo dỡ nhà máy điện hạt nhân đã hết thời gian sử dụng

Chương 11

THÁO DỠ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

11.1. Tuổi thọ của nhà máy điện hạt nhân là bao nhiêu năm?

Theo thiết kế, thời gian sử dụng của một nhà máy điện hạt nhân trong giai đoạn đầu là 30 năm. Nhưng nếu kiểm tra cẩn thận, bảo dưỡng tốt và thay thế các thiết bị cũ, đảm bảo an toàn thì có thể kéo dài thời gian vận hành thêm khoảng 20 đến 30 năm.

Sau khi vận hành được 30 năm, hầu hết đã hoàn vốn thiết bị và nếu tiếp tục vận hành sẽ đem lại rất nhiều lợi ích về mặt kinh tế. Do vậy, việc kéo dài thời gian sử dụng và tiếp tục vận hành hiện nay đang trở thành xu hướng chung trên thế giới.

Thời gian sử dụng theo thiết kế của các nhà máy điện hạt nhân xây mới hiện nay khoảng 50 đến 60 năm.

11.2. Khi hết thời hạn hoạt động, nhà máy điện hạt nhân được tháo dỡ như thế nào?

Chi phí cho việc tháo dỡ các nhà máy điện hạt nhân hết hạn sử dụng khác nhau tùy theo từng điều kiện, thường

chiếm khoảng 15% chi phí xây dựng. Phương pháp tiêu chuẩn tháo dỡ lò phản ứng như sau:

❖ *Giai đoạn 1:*

Tháo dỡ toàn bộ nhiên liệu đã sử dụng, sau đó chuyển ra bên ngoài khu vực. Lò phản ứng có hoạt độ phóng xạ sẽ được đóng chặt bên trong nhà lò và bảo quản 5 đến 10 năm.

❖ *Giai đoạn 2:*

Tháo dỡ và huỷ bỏ các thiết bị không có hoạt độ phóng xạ.

❖ *Giai đoạn 3:*

Tháo dỡ và huỷ bỏ các thiết bị lò phản ứng có hoạt độ phóng xạ đã giảm.

Tổng lượng chất thải, phế thải tháo dỡ là khoảng 500 đến 550 nghìn tấn đối với trường hợp lò phản ứng nước nhẹ công suất 1100 MW. Trong đó, người ta tính ra chất thải phóng xạ hoạt độ thấp khoảng 10 nghìn tấn (dưới 3% tổng trọng lượng chất thải tháo dỡ), chất thải hoạt độ phóng xạ tương đối cao như các thiết bị bên trong lò phản ứng là khoảng 200 tấn (dưới 0,1% tổng lượng chất thải tháo dỡ).

Do đó, trong số chất thải từ việc tháo dỡ lò phản ứng nhà máy điện hạt nhân thì có khoảng 95% là chất thải có thể xử lý giống như các chất thải công nghiệp thông thường.

Hiện nay, người ta đã xây dựng được phương pháp tháo dỡ nhà máy điện hạt nhân mà không làm phát tán chất phóng xạ.

Chương 12

CÁC NGUỒN NĂNG LƯỢNG MỚI

12.1. Điện mặt trời là gì?

Sinh vật trên Trái Đất nhờ năng lượng mặt trời mà tiếp tục tiến hoá để trở thành trạng thái như bây giờ. Người ta đã phát minh ra thiết bị phát điện dựa trên nguyên tắc: ánh sáng mặt trời chiếu lên các tấm bán dẫn, electron (*điện tử*) được sinh ra và tạo ra dòng điện.

Nhưng năng lượng của ánh sáng mặt trời có mật độ rất thấp nên để thu được nguồn điện đủ, cần phải có một diện tích lớn. Năng lượng mặt trời được áp dụng thực tế vào hệ thống điện sử dụng cho nhà ở nhưng giá thành phát điện khá cao nên cần có sự hỗ trợ của nhà nước cho việc phổ cập nguồn năng lượng này.

Để có thể thu được một lượng điện bằng với lượng điện sản xuất hàng năm của nhà máy điện hạt nhân công suất 1 triệu kW, nếu sử dụng điện mặt trời cần phải có một diện tích rộng 130km², gấp 360 lần so với diện tích cần thiết để xây dựng nhà máy điện hạt nhân.

Điện mặt trời không có được vào ban đêm, công suất cũng bị tác động bởi thời tiết và nhiệt độ nên tỷ lệ sử dụng thiết bị hàng năm rất thấp, khoảng 12%.

12.2. Phát điện bằng sức gió như thế nào?

Phát điện bằng sức gió là sử dụng sức gió tự nhiên làm quay các cánh quạt để phát điện.

Để phát được điện cần phải có tốc độ gió trên 5 m/s. Gần đây, công suất và tính kinh tế của điện gió đã được nâng cao hơn, giá thành phát điện chỉ còn gấp 2 lần so với nhiệt điện. Thiết bị phát điện gió cỡ 250 kW có chiều cao 30 m và đường kính của cánh quạt là 28 m. Để lắp 2 thiết bị cần một diện tích khoảng 50m x 100 m. Có nghĩa là cần diện tích gấp 100 lần của nhà máy nhiệt điện.

Tỷ lệ sử dụng thiết bị hàng năm trong trường hợp xây dựng ở những nơi thường xuyên có gió thổi mạnh là khoảng 20-30%. Nhật Bản hiện đang xây dựng nhà máy điện gió công suất 2000 kW, chiều cao của tháp là 100 m với tiền đầu tư là 500 triệu Yên.

12.3. Phát điện bằng năng lượng địa nhiệt như thế nào?

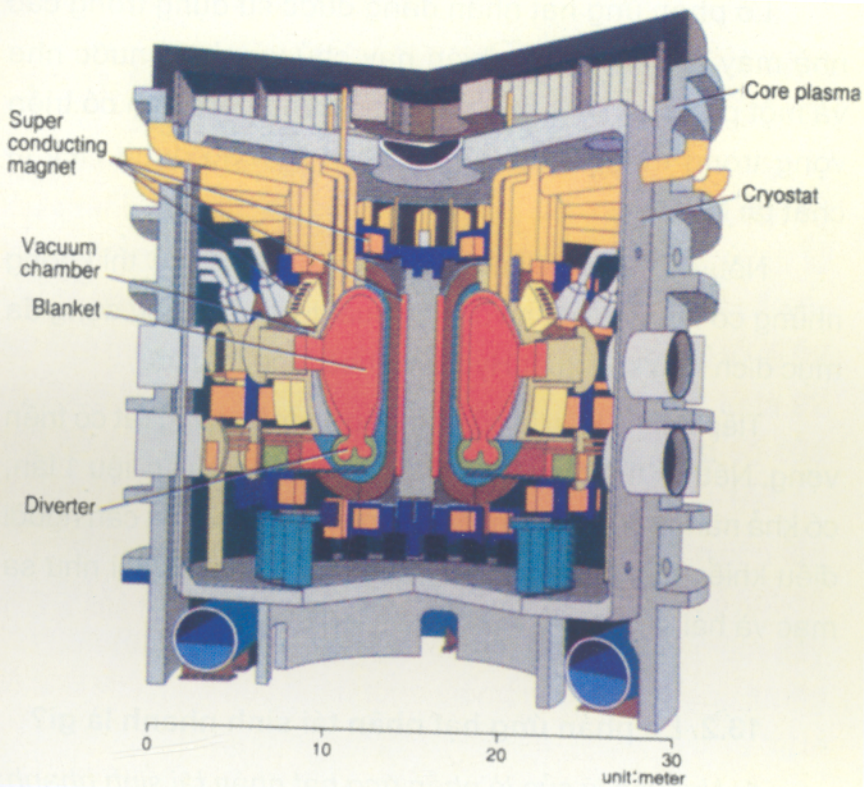
Dưới tầng sâu của Trái Đất có nguồn nhiệt magma. Ở khu vực gần núi lửa, có những nơi magma dâng lên đến tận gần mặt đất. Người ta lợi dụng sức nóng của magma làm sôi nước để quay tuabin phát điện. Đây gọi là phát điện bằng địa nhiệt.

Kỹ thuật phát điện bằng địa nhiệt đã có ở các nước tiên tiến. Tuy nhiên, nhà máy điện địa nhiệt công suất lớn cho thương mại vẫn chưa được xây dựng.

12.4. Ý nghĩa của việc phát triển các nguồn năng lượng mới trong tương lai là gì?

Một vấn đề lớn của nhân loại trong thời gian tới là ngăn chặn sự ấm lên của Trái Đất. Năng lượng nguyên tử là nguồn năng lượng hữu hiệu nhất cho vấn đề này. Các nguồn năng lượng mới như năng lượng mặt trời và năng lượng gió cũng có vai trò như vậy.

Các nguồn năng lượng mới chưa có ưu thế về mặt kinh tế, hơn nữa lại cần diện tích sử dụng lớn nên trước mắt, lắp đặt chúng rải rác ở gần nơi tiêu thụ là hợp lý.



Lò phản ứng tổng hợp hạt nhân

Chương 13

MỘT SỐ LOẠI Lò PHẢN ỨNG HẠT NHÂN CỦA TƯƠNG LAI

13.1. Những loại lò phản ứng hạt nhân được phát triển trong thời gian tới là những loại lò nào?

Lò phản ứng hạt nhân đang được sử dụng trong các nhà máy điện hạt nhân hiện nay chủ yếu là lò nước nhẹ và một phần lò nước nặng. Lò phản ứng hạt nhân có triển vọng trong tương lai là lò khí nhiệt độ cao dùng Heli là chất tải nhiệt.

Nếu sử dụng Heli nhiệt độ cao gần 1.000°C thì không những có thể phát điện với hiệu suất tốt mà còn sử dụng đa mục đích như sản xuất Hydro và hoá lỏng than đá.

Tiếp đến là kiểu lò cỡ nhỏ siêu an toàn cũng rất có triển vọng. Nếu có thể phát triển được loại lò nạp nhiên liệu 1 lần, có khả năng vận hành an toàn trong 10 năm không cần người điều khiển thì có thể sử dụng cho những nơi xa xôi như sa mạc và hải đảo.

13.2. Lò phản ứng hạt nhân tái sinh nhanh là gì?

1. Nguyên lý của lò phản ứng hạt nhân tái sinh nhanh:

Lò phản ứng hạt nhân tái sinh nhanh sử dụng nhiên liệu Plutonium. Plutonium khi phân hạch bằng neutron tốc độ cao sẽ có khoảng 3 neutron mới được sinh ra. Số lượng neutron sinh ra do 1 lần phân hạch ở đây là nhiều nhất. Nếu sử dụng khéo 3 neutron thì có thể tạo ra lượng Plutonium nhiều hơn so với lượng Plutonium đã đốt cháy.

2. Ý nghĩa của việc phát triển lò phản ứng hạt nhân tái sinh nhanh:

So với trường hợp chỉ sử dụng một lần nhiên liệu Uranium ở lò nước nhẹ, khi sử dụng nhiều lần ở lò tái sinh nhanh có thể thu được năng lượng lớn hơn 50 lần.

Số năm có thể khai thác Uranium sử dụng ở lò nước nhẹ vào khoảng 70 năm, nếu có thể sử dụng được chúng bằng lò tái sinh nhanh thì nhân loại có thể sử dụng năng lượng nguyên tử trong thời gian khoảng 3000 năm.

3. Cơ chế của lò phản ứng hạt nhân tái sinh nhanh:

Vì lò tái sinh nhanh sử dụng neutron nhanh nên không cần chất làm chậm. Chất tải nhiệt là Natri. Điểm nóng chảy của Na là 98°C và điểm sôi là 881°C nên có thể sử dụng dưới dạng dịch lỏng ở nhiệt độ cao.

Vì Na có phản ứng khi tiếp xúc với không khí nên bề mặt của Na cần được phủ bằng khí trơ (Argon).

Có 3 hệ thống là hệ thống Na thứ nhất, hệ thống Na thứ hai và hệ thống hơi nước thứ ba.

4. Tính kinh tế của lò tái sinh nhanh:

Chi phí xây dựng của lò tái sinh nhanh gấp từ 1,5 đến 2 lần so với lò nước nhẹ.

Hiện tại, về kinh tế thì chưa thể cạnh tranh với lò nước nhẹ nhưng trong tương lai, khi nguồn tài nguyên Uranium hết dần, giá Uranium tăng lên, có lẽ khi đó lò tái sinh nhanh có thể cạnh tranh được với lò nước nhẹ.

13.3. Lò phản ứng tổng hợp hạt nhân (nhiệt hạch) là gì?

Tổng hợp hạt nhân là hiện tượng hạt nhân nguyên tử có khối lượng nhẹ như Hydro hoặc Heli kết hợp với nhau và biến thành nguyên tử nặng hơn. Tổng khối lượng trước phản ứng lớn hơn sau phản ứng. Sự chênh lệch khối lượng đó được giải phóng dưới dạng năng lượng. Năng lượng của mặt trời là năng lượng tổng hợp hạt nhân.

Để tạo ra phản ứng tổng hợp hạt nhân trên Trái Đất, rất nhiều hoạt động nghiên cứu đang được tiến hành ở nhiều nước tiên tiến nhưng có rất nhiều vấn đề cần phải giải quyết. Có lẽ thời điểm để lò phản ứng tổng hợp hạt nhân trở thành hiện thực là khoảng 100 năm nữa.

13.4. Trong tương lai, con người cần đảm bảo nguồn năng lượng như thế nào?

Hiện nay, năng lượng mà chúng ta sử dụng phụ thuộc chủ yếu vào nguồn nhiên liệu hoá thạch như dầu mỏ, than đá và khí tự nhiên. Tuy nhiên, nguồn tài nguyên này là hữu hạn, hơn nữa khi thu được năng lượng từ nhiên liệu hoá thạch, một lượng lớn các loại khí gây hiệu ứng nhà kính như CO_2 được thải ra. Vì thế mà khí hậu Trái Đất đang ngày càng ấm lên.

Dân số thế giới 50 năm trước là khoảng 2,5 tỷ nhưng nay đã vào khoảng 6 tỷ và dự báo sẽ lên tới 9 tỷ vào năm 2050. Ngoài vấn đề dân số thế giới tăng, do khả năng phát triển kinh tế của khu vực Châu Á nên tiêu thụ năng lượng của thế giới trong tương lai được dự báo sẽ tập trung chủ yếu vào khu vực này.

Trong tình hình như vậy, để đảm bảo cung cấp năng lượng ổn định trong tương lai, mỗi người cần nhận thức sâu sắc sự cần thiết của việc tiết kiệm năng lượng. Điều quan trọng hơn cả là cần nỗ lực sử dụng năng lượng một cách hợp lý, không lãng phí.

Tiếp đến, việc phát triển các nguồn năng lượng mới như điện mặt trời và điện gió không thải CO_2 khi phát điện cũng cần được đẩy mạnh hơn nữa để tăng thêm tỷ trọng của chúng trong toàn bộ cơ cấu năng lượng thế giới.

Như vậy, chúng ta có thể hiểu tầm quan trọng của nguồn năng lượng ưu việt, không thải khí CO_2 mà có thể thu được năng lượng cực lớn, đó là năng lượng nguyên tử.

Nhưng ngay cả đối với điện hạt nhân nếu chỉ sử dụng 1 lần nhiên liệu bằng lò nước nhẹ thì tài nguyên Uranium cũng sẽ hết trong 70 năm nữa. Do vậy trong tương lai gần, cần xây dựng chu trình nhiên liệu hạt nhân từ việc tái xử lý nhiên liệu và áp dụng công nghệ lò phản ứng hạt nhân tái sinh nhanh.

HỎI VÀ ĐÁP VỀ NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ

Tác giả: Y.Iwakoshi

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Vương Hữu Tấn

Viện trưởng

Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

Biên tập:

Ban Kế hoạch và Hợp tác quốc tế

Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

Trình bày, bìa:

Trịnh Đăng Hiệu

In 3.000 cuốn, khổ 14,5 x 20,5 cm, tại Công ty In Công Đoàn Việt Nam
167 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội. Giấy phép xuất bản số: 96/QĐ-CXB
cấp ngày 19/5/2004. In xong và nộp lưu chiểu ngày 25/5/2004.

Safety

