

Chương 5

NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

5.1. Nguyên tắc thiết kế nhà máy điện hạt nhân

Nguyên tắc quan trọng nhất là không để xảy ra tai nạn, cho nên điều chủ yếu là phòng chống tới mức tối đa những rủi ro có khả năng gây tai nạn.

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. 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.



5.1. Nguyên tắc thiết kế nhà máy điện hạt nhân

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, hệ thống khoá liên động.

- Hệ thống an toàn hai lần 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.

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

5.1. Nguyên tắc thiết kế nhà máy điện hạt nhân

Ngời ta áp dụng những đối sách an toàn sau:

1. Phát hiện sớm những bất thường

nhà máy điện hạt nhân để có thể phát hiện và kiểm tra được những bất thường ngời ta lắp đặt các thiết bị kiểm tra giám sát tự động và khi cần thiết sẽ áp dụng những biện pháp thích hợp nh ngừng lò phản ứng.

2. Có thể ngừng lò khẩn cấp

Ngời 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. Chúng có đầy đủ độ tin cậy, nhiều tầng và độc lập. Nếu thanh điều khiển không hoạt động thì ngay lập tức một lượng lớn dung dịch axit boric sẽ được rót vào để ngừng lò.

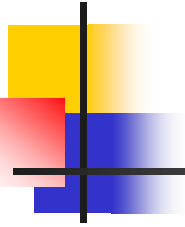
5.1. Nguyên tắc thiết kế nhà máy điện hạt nhân

3. Phòng chống rò rỉ chất phóng xạ

Do có 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 sẽ bị giữ bên trong thiết bị, bên trong nhà máy và không thoát ra được bên ngoài nếu xảy ra tai nạn.

Để đề phòng khả năng tai nạn như không đủ nước tải nhiệt, người ta lắp hệ thống thiết bị làm lạnh tâm lò khẩn cấp và thùng chứa lò phản ứng, các chất phóng xạ cũng được nhốt chặt bên trong thùng chứa lò phản ứng.

5.1. Nguyên tắc thiết kế nhà máy điện hạt nhân



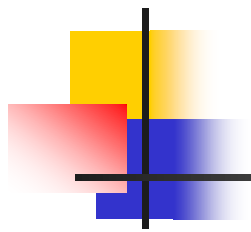
Hạn chế hiện nay trong việc xây dựng NMĐHN do 4 vấn đề:

- *Chi phí*: Nhà máy điện hạt nhân có chi phí trong suốt thời gian hoạt động lớn.
- *Độ an toàn*: Nhà máy điện hạt nhân được cho là không an toàn, ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe của con người.
- *Sự phát triển*: Công nghệ hạt nhân có thể dẫn đến việc chế tạo những vũ khí hạt nhân làm ảnh hưởng đến tình hình.
- *Phế liệu*: Cần được quản lý một cách chặt chẽ trong một thời gian dài, bảo quản tối đa trong khu vực nhà máy.

5.2. Cấu trúc và phân loại nhà máy điện hạt nhân

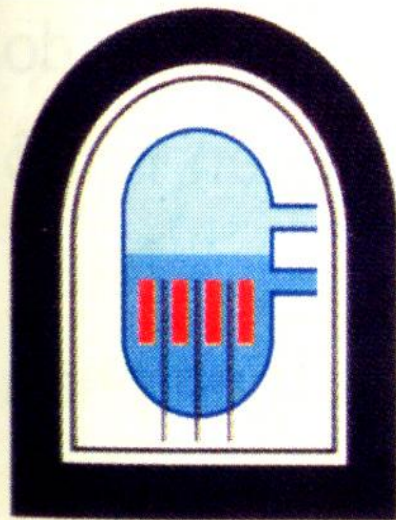
5.2.1. Cấu trúc nhà máy điện hạt nhân

Sau vùng hoạt là nơi diễn ra các phản ứng hạt nhân và sản ra nhiệt năng, là thiết bị trao đổi nhiệt để sinh hơi đưa vào tua bin để sản ra điện năng. Qua thiết bị trao đổi nhiệt giữa chất tải nhiệt từ tâm lò phản ứng và hệ thống nước tuần hoàn ở vòng 2, nước ở đây nhận được nhiệt độ do nước (hay chất làm chậm) ở vòng 1 truyền cho biến thành hơi nước có áp lực cao được đưa vào tua bin làm quay tua bin của máy phát điện. Sau khi qua tua bin hơi nước được đưa qua bình ngưng để trở thành nước và lại được đưa trở lại bình trao đổi nhiệt để duy trì quá trình trao đổi nhiệt cho liên tục.



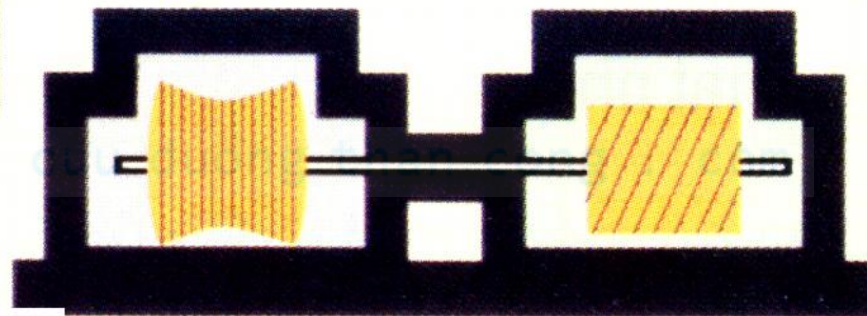
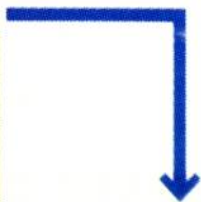
Để phục vụ cho sự tuần hoàn nước, người ta phải dùng một hệ thống bơm công bức. Ngoài ra còn phải có một hệ thống điện tự dùng cho nhà máy điện hạt nhân. Mọi thông số vật lý và kỹ thuật trong hoạt động của lò đều được thông báo và hiện số lên các đồng hồ đo. Nhà máy điện hạt nhân còn phải có các hệ thống thiết bị an toàn mới đảm bảo cho nhà máy hoạt động an toàn và có hiệu quả. Ngoài ra còn phải có các thiết bị kiểm soát độ nhiễm xạ thoát ra môi trường ngoài để có biện pháp xử lý và ngăn chặn. Sau một thời gian hoạt động, nhiên liệu bị cháy dần nên còn phải nghiên cứu việc thay thanh nhiên liệu sao cho tối ưu.

Lò phản ứng hạt nhân



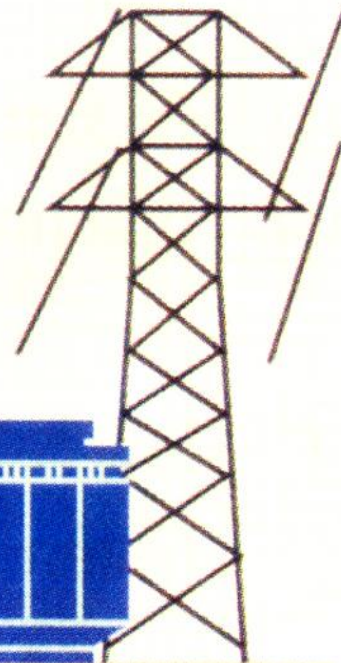
lò phản ứng

sinh hơi



tuabin

máy phát



Nhà máy nhiệt điện



bình chứa nhiên liệu

sinh hơi

5.2.2. Yêu cầu của các vật liệu trong lò phản ứng

a. Yêu cầu đối với các vật liệu trong vùng hoạt.

* Vỏ của các thanh nhiên liệu:

Vật liệu làm vỏ có 4 yêu cầu chính:

- 1. Chiếm neutron ít nhất nên phải mỏng nhất có thể.
- 2. Bền về cơ học, vỏ bọc và thanh nhiên liệu nói chung có hình dáng và kích thước không đổi.
- 3. Tính dẫn nhiệt cao, truyền nhiệt lâu mà không có những ứng suất nhiệt quá lớn trên vỏ.
- 4. Không bị chất làm lạnh làm rỉ và ăn mòn.



* Chất làm chậm và chất phản xạ:

Hai loại chất này phải chứa ít tạp chất nhất. Chất phản xạ và chất làm chậm phải bền đối với tác động của bức xạ và bền đối với quá trình iôn hoá.

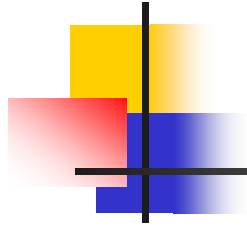
* Các vật liệu hấp thụ của hệ thống điều khiển và bảo vệ:

Các chất này phải có tiết diện hấp thụ nơtron nhiệt cao. Trong các lò nhiệt (chạy bằng nơtron nhiệt) ta đòi hỏi chúng phải hầu như "đen" nghĩa là tất cả các nơtron đi qua mặt của nó đều bị hấp thụ trong nó. Trong nhiều trường hợp nó còn phải có khả năng hấp thụ nơtron trên nhiệt.



* Vỏ lò:

Vỏ lò và nắp lò trong khi lò làm việc chịu tác dụng của các ứng suất cơ học do áp suất thừa trong lò, do tải trọng nhiệt trong các chế độ nhiệt dừng và không dừng, lại còn luôn luôn bị sự chiếu xạ neutron nên phải có tính bền cao đối với độ đàn hồi lớn. Chịu sự chiếu xạ neutron trong toàn bộ thời gian lò hoạt động (tới 30 năm) không được gây ra một sự gãy nứt nào, do đó phải rất bền đối với phóng xạ, không bị rỉ, vì chỉ cần một chỗ bị rỉ là có thể làm xuất hiện nơi tập trung các ứng suất.



b. Những đòi hỏi cho vật liệu ở các nơi nằm ngoài vùng hoạt.

Đối với vật liệu làm ống dẫn nước và ống dẫn hơi phải có độ bền cao, có khả năng chống nứt nẻ lớn, phải ít bị rỉ vì các chất rỉ đi vào chất tải nhiệt sẽ làm ảnh hưởng xấu tới trạng thái phóng xạ của lò, có nguy cơ tạo ra cặn bám trên mặt các thanh nhiên liệu.

c. Những đòi hỏi cho vật liệu dùng trong xây dựng lò.

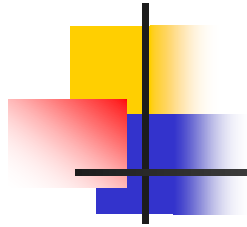
Để làm các vật liệu cấu tạo trong xây dựng lò, người ta dùng kim loại và hợp kim của chúng vì chúng khá bền khi chịu sự đàn hồi cao, bền khi bị biến dạng đàn hồi.



5.2.3. Nhiên liệu hạt nhân

Nhiên liệu hạt nhân được chế tạo dưới dạng các thanh đốt, trong đó có nhồi các viên nhiên liệu nhúng viên thuốc. Các thanh nhiên liệu này được bó lại thành từng bó, chúng được nhúng vào vùng hoạt của lò phản ứng. Giữa bó thanh nhiên liệu là một khe hở để chất tải nhiệt đi qua lấy nhiệt ra ngoài. Nếu lò là lò nhiệt thì trong vùng hoạt của lò còn phải có chất làm chậm neutron. Để làm giảm thể tích của vùng hoạt của lò và do đó giảm cả các kích thước ngoài của lò, người ta thường dùng nhiên liệu đã được làm giàu (hàm lượng U^{235} cao hơn 0,73%).

5.2.4. Tái chế các thanh nhiên liệu đã qua sử dụng



Sự cháy nhiên liệu và sự tích lũy các sản phẩm phân hạch đã làm giảm độ phản ứng của lò, do đó người ta phải cho vào một số nhiên liệu nhiều hơn số cần thiết để duy trì phản ứng dây chuyền và có thể rút dần các thanh này ra. Song vì các thanh rút ra còn chứa nhiều urani còn có khả năng phân hạch nên cần tìm cách tái chế các thanh này. Tái chế nhiên liệu là tách urani khỏi các sản phẩm phân hạch có trong thanh nhiên liệu đã cháy. Việc tách một cách an toàn các sản phẩm phân hạch phóng xạ khỏi nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng là một vấn đề phức tạp và quan trọng của ngành năng lượng hạt nhân.

5.3. Xây dựng, vận hành nhà máy điện hạt nhân

5.3.1. Địa điểm xây dựng nhà máy điện hạt nhân

Tiêu chuẩn lựa chọn địa điểm xây dựng NMĐHN:

1. Không có thiên tai như động đất, núi lửa, lũ lụt, sóng thần
2. Đảm bảo được phòng tránh nạn khi 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.
4. Nền móng đảm bảo.
5. Đảm bảo nguồn nước ngọt.
6. Giao thông thuận lợi.
7. Gần đường tải điện.
8. Góp phần phát triển địa phương.

5.3.2. Khảo sát môi trường, địa điểm xây dựng nhà máy điện hạt nhân

- 1. Mặt đất: Khảo sát về địa hình, địa chất, các tài liệu thu được sẽ sử dụng vào thiết kế nhà máy.
- 2. Đại dương: Khảo sát các vấn đề: dòng hải lưu, sự lên xuống của thủy triều, nhiệt độ nước biển, địa hình và địa chất của đáy biển. Căn cứ theo những tài liệu thu được, có thể tính được độ khuếch tán của nước thải nhiệt từ nhà máy và bảo toàn được môi trường 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,...

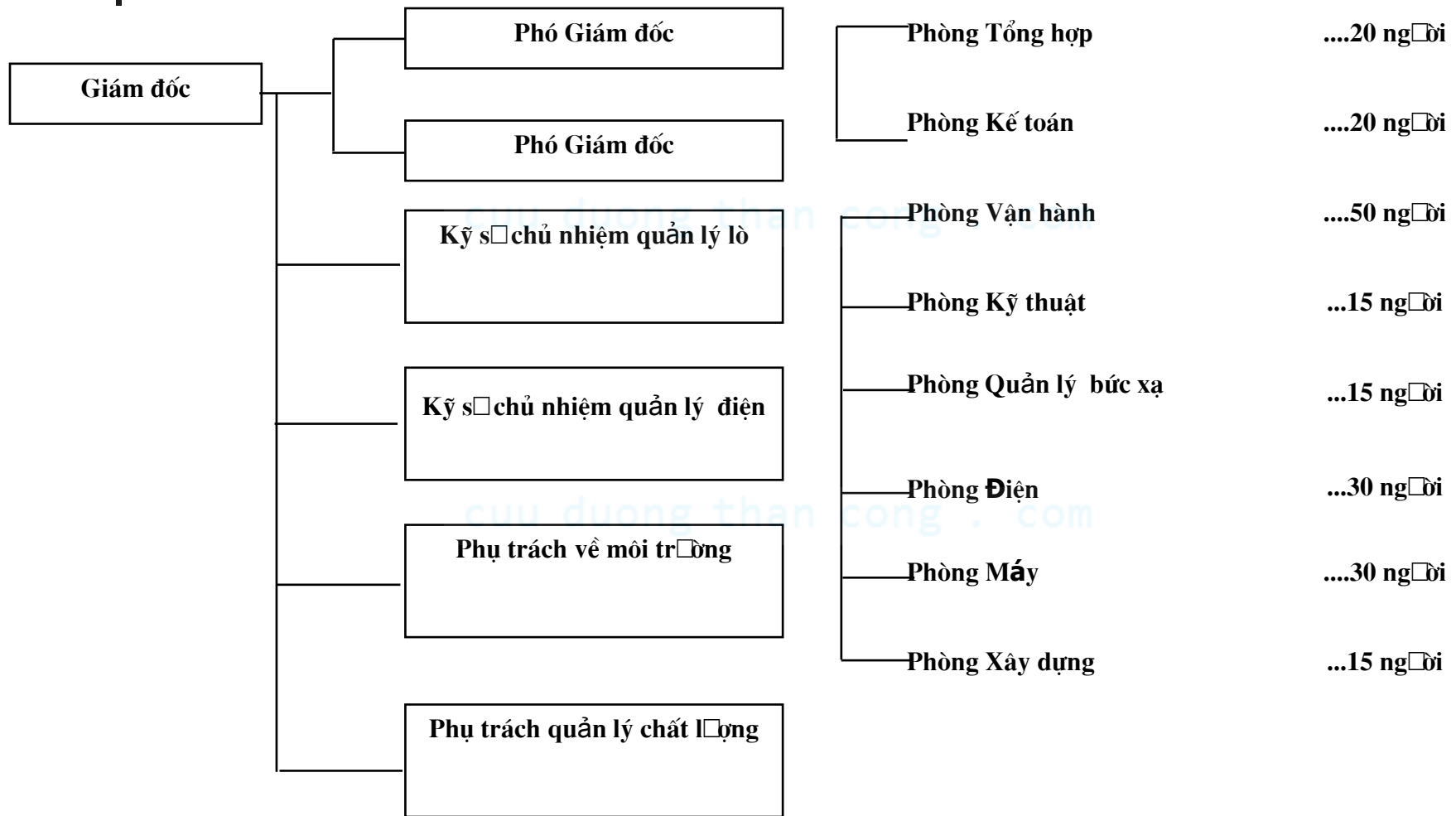


5.4. Thời gian xây dựng xong một NMĐHN

- Lựa chọn địa điểm cần khảo sát, đánh giá địa điểm:
Khoảng 3 năm.
- Thiết kế sơ bộ nhà máy sau đó thẩm định an toàn:
Khoảng 4 năm.
- Thời gian xây dựng nhà máy điện hạt nhân:
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.

5.5. Công tác tổ chức cán bộ của NMĐHN



5.6. Đánh giá hoạt động của NMĐHN

Để quản lý hoạt động và đánh giá hoạt động của nhà máy điện hạt nhân người ta phải biết được tình trạng của lò phản ứng hạt nhân của nhà máy điện hạt nhân về mặt vật lý: lò có hoạt động bình thường không, các thông số vật lý hiện thời ra sao, phân bố thông lượng nơtron trong lò, độ phản ứng ρ , mức độ cháy của nhiên liệu, mức độ lò bị nhiễm độc bởi các sản phẩm phân hạch (chủ yếu gây ra bởi hai nguyên tố xenon và samari), các vấn đề nhiệt thủy động của lò (phân bố nhiệt, tốc độ dòng chảy ở các hệ thống tải nước vòng 1, vòng 2) v.v...



5.7. THẢO DỮ NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

5.7.1. Tuổi thọ của nhà máy điện hạt nhân

- Theo thiết kế, thời gian sử dụng của một nhà máy điện hạt nhân trong giai đoạn đầu là 30 năm, nhưng có thể kéo dài thời gian vận hành thêm khoảng 20 đến 30 năm.
- Sau khi vận hành được 30 năm, hầu hết các nhà máy điện hạt nhân đã hoàn vốn thiết bị và nếu tiếp 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.