

## Nhà máy điện hạt nhân hoạt động ra sao?

Có thể khi mới nghe hai tiếng "hạt nhân" có thể trong đầu bạn đã lóe lên những hình ảnh trái ngược, có thể là những nhà máy bê tông kiên cố tỏa hơi lên mây hay ghê hơn là một thảm họa và đám mây hình nấm bốc cao lên bầu trời? [...]



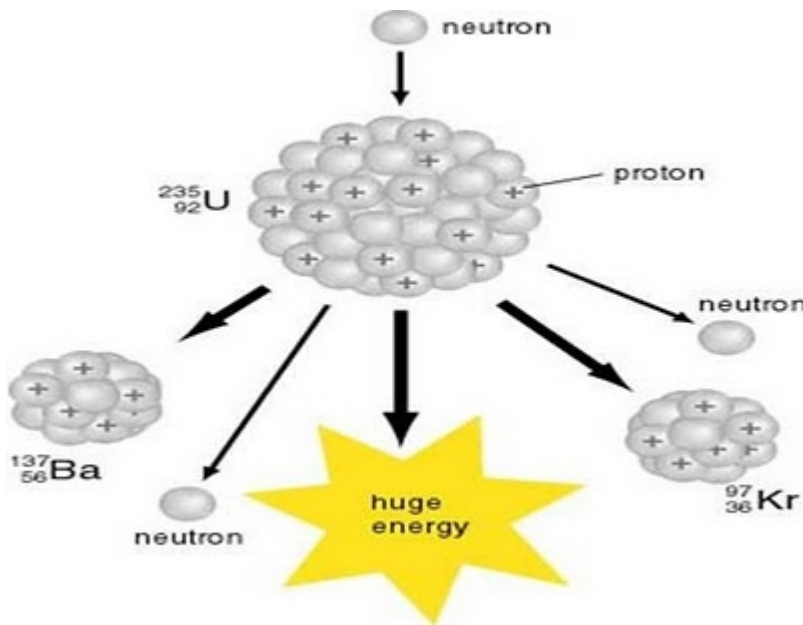
Một số người khen ngợi kỹ thuật mới này nhằm vào giá thành hạ, là loại ít khí thải nhằm thay thế cho các thứ nhiên liệu hóa thạch, trong khi đó những người khác lại đang lo sợ tới những hậu quả xấu từ những chất thải hạt nhân và cùng các tai nạn, chẳng hạn như các vụ Three Mile Island (Hoa Kỳ) và Chernobyl (Liên xô). Có nhiều điều bàn cãi về vai trò của điện năng nguyên tử ảnh hưởng tới đời sống con người, nhưng dù sao chúng ta cũng nên tìm hiểu một ít về bề trong các nhà máy điện hạt nhân có những gì?

### Chúng ta có tổng cộng 430 nhà máy điện hạt nhân

Tính tới tháng 7 năm 2008, chúng ta có tổng cộng 430 nhà máy điện hạt nhân trên thế giới cung cấp tới 15% tổng số điện năng thế giới của năm 2007. Trong số 31 nước có nhà máy điện hạt nhân thì có nhiều nước lệ thuộc nhiều vào lượng điện hạt nhân cung cấp, lấy thí dụ, nước Pháp 77% lượng điện tiêu thụ do điện hạt nhân cung ứng (NEI). Lithuania đứng hạng nhì khoảng 65%. Tại Hoa Kỳ, có tới 104 nhà máy điện hạt nhân sản xuất tới 20% lượng điện toàn quốc, trong đó có vài tiểu bang tỷ lệ dùng lại cao hơn các tiểu bang khác.

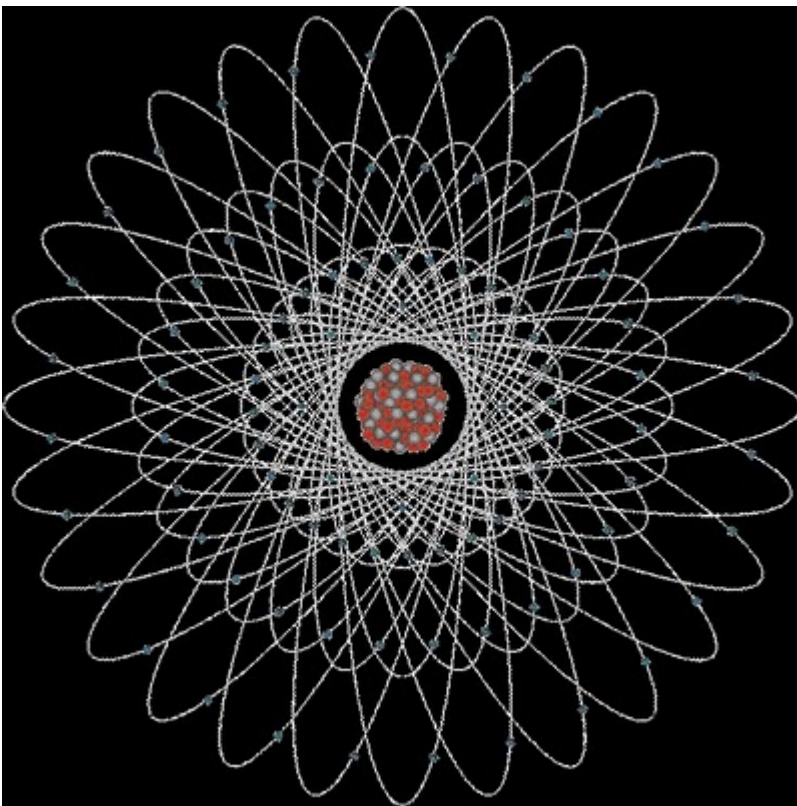
Ngoài năng lượng thiên tạo khổng lồ từ hai chữ "hạt nhân" vốn sẵn cho nhà máy điện hạt nhân, cơ cấu hoạt động của nhà máy điện hạt nhân cũng khác xa với nhà máy nhiệt điện chạy bằng than đá. Cả hai đều làm nóng nước để tạo nên áp suất cao từ hơi nước và từ đó sẽ khởi động turbine. Cốt lõi khác nhau giữa 2 nhà máy này là từ phương pháp đun nóng nước. Một bên thì cổ lỗ xỉ đốt cháy các nhiên liệu hóa thạch, một bên thì lệ thuộc vào phản ứng hạch tâm với sự bắn phá các nguyên tử để tạo nên nhiệt năng. Trong chương này chúng ta thử tìm hiểu tiến trình của phản ứng hạch tâm ra làm sao, chúng ta sẽ xem cái gì xảy ra trong và ngoài nhà máy điện hạt nhân và thử luận bàn về bệnh hay chống nhà máy điện hạt nhân.





## PHẢN ỨNG HẠCH TÂM (Nuclear Fission)

Từ nhà viết truyện hài cho đến nhà vật lý lý thuyết cứ khi nghĩ đến vai trò hạch nhân, tách đôi nhân của nguyên tử thường cho rằng đây là vai trò hiện đại thay quyền tạo hóa của con người, và con người ta dễ quên rằng thật ra phản ứng hạch nhân xảy ra tự nhiên hàng ngày vậy thôi. URANIUM, chẳng hạn, liên miên bất tận tự chịu đựng phản ứng hạch nhân với tốc độ rất chậm. Đây là lý do tại sao chúng ta khám phá các nguyên tố này có phát tán phóng xạ, và đây là lý do tự nhiên cho phản ứng phân hạch mà các nhà máy hạt nhân đang cần.



Uranium là nguyên tố thông dụng trên địa cầu chúng ta. Nó hiện hữu từ khi hành tinh chúng ta được thành lập. Uranium 238 (U-238) có thời gian half life (thời gian cần có cho một nửa số lượng các nguyên tử mục nát) rất dài có thể tới 4,5 tỷ năm. Đó là lý do nó tồn tại với số lượng lớn. U-238 đạt tới 99% số lượng Uranium trên địa cầu, trong khi đó Uranium 235 (U-235) chỉ có khoảng 0,7% của số còn lại trong tự nhiên thôi. Uranium 234 lại còn hiếm hơn nữa, thành lập từ sự thoái hóa U-238 mà ra. U-238 tiếp tục qua nhiều giai tầng thoái hóa (decay) trong suốt cuộc đời của nó cho đến thời điểm cuối cùng ổn định thành chì (lead), như thế U-234 là một giai tầng trong suốt tiến trình thoái hóa (decay) này của U-238.

U-235 có một thuộc tính đặc biệt vì nó vừa là nguyên liệu cho cả hai nhà máy điện hạt nhân vừa làm bom hạt nhân. U-235 thoái hóa tự nhiên cũng giống U-238 nhưng U-235 chỉ hợp với phản ứng phân hạch: một neutron tự do sẽ bắn vào nhân của U-235 và bị thu hút ngay tạo nên tình trạng bất ổn định và bị chẻ đôi (splited) ra tức thời.

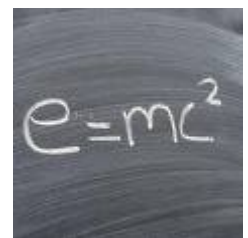
Xác xuất nguyên tử U-235 bắt giữ neutron tự do đang bắn vọt qua rất cao. Sự thật, trong điều kiện các lò phản ứng một neutron khi bị tách ra do phản ứng phân hạch này sẽ tiếp tục gây ra phản ứng dây chuyền ngay tức khắc bằng cách gây ra cả loạt phân hạch liên tục nhau.

Ngay vừa khi các nhân nguyên tử tóm được neutron tự do này nhân này sẽ bị chẻ đôi ra thành hai nguyên tử nhẹ hơn và lại bắn ra hai hay ba neutron tự do khác (tùy thuộc vào cách mà nguyên tử U-235 bị tách ra). Nói thì chậm nhưng tiến trình thu giữ và bị chẻ đôi này rất nhanh ngoài trí tưởng tượng chúng ta, thời gian chỉ vài picoseconds. (1 picosecond =  $1/10^{12}$  [1 giây chia ra  $10^{12}$  (lũy thừa 12) lần])

Sự phân rã của một nguyên tử U 235 phóng thích khoảng 200 MeV (triệu elctron volts). Coi bộ không bao nhiêu nhưng với vô số nguyên tử (Atom) Uranium trong 1 pound uranium. Số lượng này thực sự rất lớn khi so sánh 1 pound uranium đã tinh luyện (làm giàu) nó cung cấp một năng lượng đồ sộ tương đương với 1 triệu gallons dầu khí.

Sự tách đôi của một nhân nguyên tử phóng thích một nhiệt năng khổng lồ cùng tia phóng xạ gamma tia phóng xạ tạo ra từ quang tử (photons) năng lượng cao. Hai nguyên tử mới do sự bắn phá kể trên lại phóng thích ra tia beta (âm điện tử siêu nhanh) cùng tia gamma của chính nó như vừa nói trên.

Năng lượng phóng thích từ phản ứng phân hạch tạo ra hai nguyên tử nhẹ hơn và một số trung hòa tử (neutron) phân ly khối lượng so với nguyên tử U-235 nguyên thủy sẽ ít hơn. Khối lượng bị biến mất này vì nó đã chuyển biến thành năng lượng với phương trình EINSTEIN:



E = năng lượng (Joules)

m = khối lượng nguyên liệu đã mất (kg)

c = tốc độ ánh sáng (299.792.458 m/sec) [hay gần bằng 300.000.000 mét/giây]

Muốn nhà máy điện hạt nhân hoạt động phải tinh luyện hay làm giàu tới trên 3% U-235 mới hoạt động. Còn so với vũ khí hạt nhân thì lượng U-235 phải làm giàu (enriched) ít nhất 90% mới thực hiện nổi.

### Còn Plutonium thì sao?

Uranium 235 không phải là nguyên liệu duy nhất cho nhà máy điện hạt nhân. Có một nguyên tử khác cho phản ứng phân hạch nữa đó là plutonium 239. Plutonium 239 tạo thành từ sự bắn phá U-238 bằng các trung hòa tử, phản ứng năng gập trong các lò phản ứng hạt nhân.

### 3 tình trạng BẤT ĐẠT, ĐẠT, VÀ SIÊU ĐẠT

[subcritical, critical, supercritical]

Khi một nguyên tử U-235 bị tách đôi, có hai hay 3 trung hòa tử (neutron) bị phân ly. Nếu không còn nguyên tử U-235 gần đó, những trung hòa tử tự do này sẽ bay thẳng vào khoảng không tạo thành tia Neutron. Tuy nhiên, nếu còn nhiều U-235 khác xung quanh thì

các trung hòa tử này có cơ hội bắn phá (collide). Một hay hai trung hòa tử sẽ tung vào nguyên tử U-235 kế đó? Câu trả lời tùy thuộc vào tình trạng của lò phản ứng này mà thôi.

### Tình trạng Đạt (Critical)

Nếu trung bình chúng ta có đích xác 1 trung hòa tử bắn vào nhân của U-235 khác để gây ra phân hạch, chúng ta nói khối lượng uranium này ổn định. Và khối lượng sẽ tồn tại trong nhiệt độ ổn định.

### Tình trạng Bất Đạt (Sub-Critical)

Nếu, trung bình ít hơn 1 trung hòa tử tự do sẽ bắn phá vào U-235 kế tục, và khối lượng sẽ bất ổn định. Sau này, phản ứng phân hạch sẽ chấm dứt .

### Tình trạng Siêu Đạt (Supercritical)

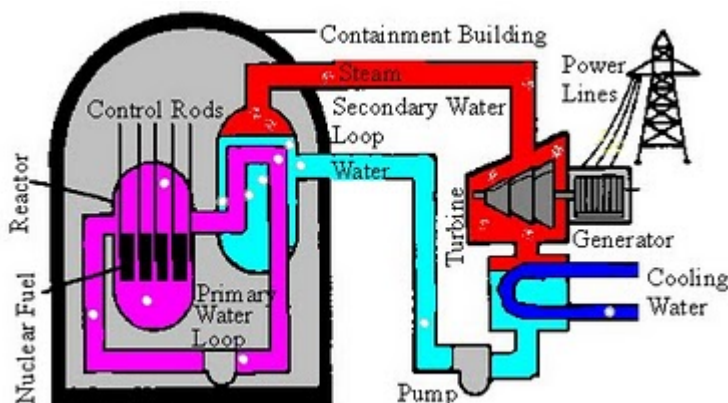
Nếu trung bình nhiều hơn 1 từ những trung hòa tử tự do này bắn vào các nguyên tử U-235 khác tức là tình trạng siêu đạt nó sẽ làm lò phản ứng này bị nóng lên .

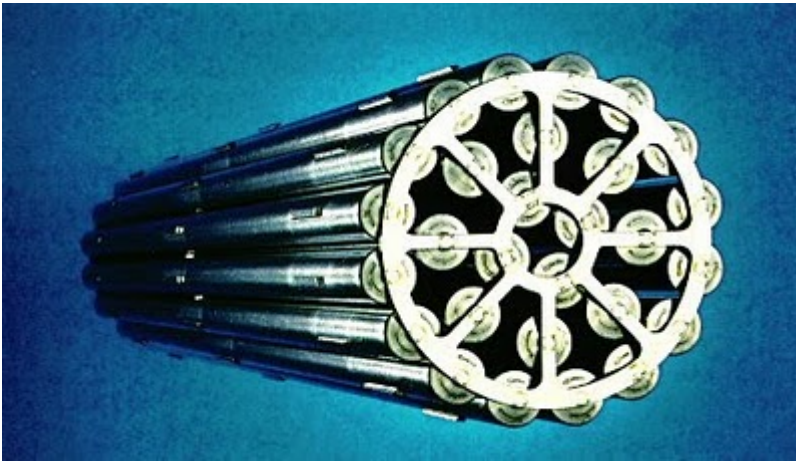
Trong thiết kế bom hạt nhân, các kỹ sư rất cần các nguyên liệu Siêu Đạt này ngõ hầu tất cả các nguyên tử U-235 đều bị bắn phá sạch trong 1 microsecond (1 phần ngàn giây). Bạn hãy tưởng tượng các hạt bắp trong túi giấy cùng nổ một lần để tránh tình trạng ghê sợ này.

Tuy thế, trong lò phản ứng điều các bạn muốn hay ngay cả thế giới đều mong muốn là tất cả các nguyên tử đều bị chẻ tung ra Một Lần. Nhưng vùng trung tâm của lò phản ứng lại cần tình trạng siêu đạt nhẹ nhàng thôi. Các thanh nhiên liệu điều phối sẽ tạo điều kiện cho các nhân viên điều khiển cách để hấp thụ bớt các trung hòa tử tự do sao cho tình trạng lò phản ứng chỉ ở vào tình trạng ĐẠT (critical) mà thôi.

### Làm thế nào để các kỹ sư có thể duy trì tình trạng ĐẠT của uranium?

Số lượng của Uranium trong toàn khối nguyên liệu (tỷ lệ làm giàu) đóng vai trò quan trọng cũng như tạo hình cho khối năng lượng này. Nếu hình dạng là tấm nguyên liệu rất mỏng, đa số các trung hòa tử tự do sẽ bay mất vào không gian hơn là bắn vào các nguyên tử U-235 khác. Khối cầu là hình dạng tối ưu và bạn cần 2 pounds (0,9kg) của U-235 để đi tới tình trạng Đạt. Nếu với Pu-239 trình trạng Đạt chỉ cần tới 10 ounces (283grams) thôi.

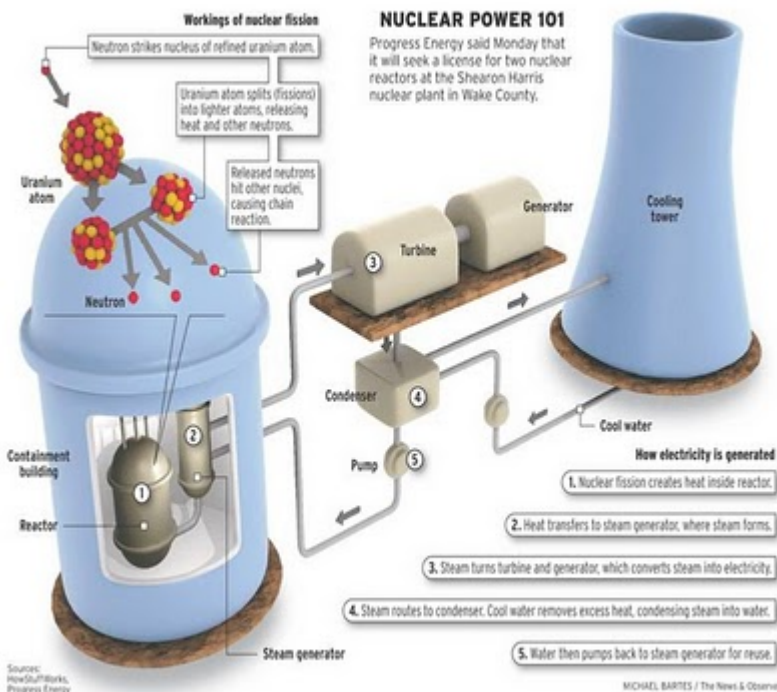




Uranium rod : Thanh nhiên liệu Uranium

Nếu chỉ đơn giản vậy thôi cứ để yên vậy uranium sẽ quá nóng và cuối cùng nóng chảy ra. Muốn tránh tình trạng quá nóng, chúng ta phải có nhiều THANH ĐIỀU PHỐI tạo ra từ những chất liệu có tính hấp thụ các neutron và những thanh này lại được nhét vào trong các thanh nhiên liệu cùng với kỹ thuật người ta có thể gia tăng hay giảm hiệu năng hấp thụ của các thanh điều phối này. Việc tăng giảm hiệu năng hấp thụ từ các thanh điều phối này cho phép các điều khiển viên kiểm soát được tỷ lệ phản ứng hạt nhân.

Khi một nhân viên điều khiển muốn các thanh nhiên liệu cung ứng tối đa nhiệt năng thì các thanh điều phối này được rút ra khỏi các thanh nhiên liệu. Trái lại muốn bớt nhiệt năng thì các thanh điều phối này được thả sâu vào trong các thanh nhiên liệu uranium nói trên. Cho đến khi các thanh điều phối ấn sâu hoàn toàn vào các thanh nhiên liệu Uranium thì xem như phản ứng bị đóng lại hoàn toàn dành cho trường hợp tai nạn nhà máy hay khi thay thế nhiên liệu hạt nhân.



Những thanh nhiên liệu uranium có tác nhân như là nguồn nhiệt rất lớn cho lò phản ứng. Nó đun nóng nguồn nước tạo thành hơi. Các luồng hơi chạy thẳng vào các tua-bin làm quay động cơ thế là tạo ra điện năng. (Nhân loại từng biết cách tận dụng tính năng sức

mạnh của hơi nước hàng trăm năm rồi, chuyện này thiết tưởng không có gì mới lạ . Vấn đề là nguồn năng lượng để làm nóng nước mới là vấn đề – *người dịch*)

Tại vài nhà máy điện hạt nhân khác, luồng hơi nước từ lò phản ứng đầu tiên sẽ đi qua bộ phận trung gian hay còn gọi là thứ cấp, luồng năng lượng này lại làm bốc hơi lò nước thứ cấp luồng hơi thứ cấp này mới đi tới chuyển vận turbine. Lợi điểm phương pháp này là chúng ta tránh được nước hay hơi có nhiễm phóng xạ giai đoạn 1 không bao giờ tiếp xúc với turbine. Cũng thế, có vài nhà máy khác chất lỏng làm nguội (coolant fluid) trực tiếp tiếp xúc với các thanh hạt nhân được thay bằng khí (carbon dioxide) hay kim loại lỏng (sodium potassium). Những nhà máy như vậy cho phép các thanh nhiên liệu hoạt động ở nhiệt độ cao hơn nhiều.

### Bên ngoài nhà máy điện hạt nhân thì sao?



### Những lớp đúc bằng bê tông kiên cố

Khi bạn hiểu rõ nhà máy chạy bằng nguyên tử năng thì bạn sẽ thấy nó ít khác so với các nhà máy nhiệt điện chạy bằng than đá hay dầu cặn, ngoại trừ cái khác lớn nhất là nguồn năng lượng để làm hơi nước. Nhưng chính cái khác này lại phóng thích ra các tia phóng xạ nguy hiểm mà chúng ta cần phải đề phòng.

Những lớp đúc bằng bê tông kiên cố để che chở các nồi áp suất cho lò phản ứng, dùng che chắn các tia phóng xạ. Các lớp vỏ bọc bê tông này lại được che chở bằng các vại chứa bằng thép to lớn hơn. Các nồi chứa này dùng là nơi trung tâm cho phản ứng nói trên. Cùng lúc đó các trang bị dụng cụ các nhân viên dùng khi thay thế nhiên liệu hay sửa chữa lò phản ứng. Các bể chứa bằng thép có tính cách làm rào cản ngăn ngừa các rò rỉ hơi hay chất lỏng có phóng xạ từ nhà máy xì ra.

Vòng ngoài cùng của nhà máy cũng là bê tông, lại che chở cho các vại thép khổng lồ kia. Cấu trúc bê tông khổng lồ này dùng đối phó với các trường hợp các biến cố lớn như động đất hay phi cơ lao vào. Cấu trúc bê tông vòng ngoài cùng này cũng để ngăn ngừa các tia phóng xạ hay các luồng hơi nước có phóng xạ rò rỉ khi nhà máy gặp nạn. Tai nạn nhà máy điện hạt nhân Chernobyl bị rò rỉ phóng xạ cũng do không có xây dựng vòng bê tông thứ cấp này.

Nhân viên điều khiển trong nhà máy có thể điều phối mọi hoạt động nếu có trục trặc xảy ra. Các cơ sở hạt nhân điển hình khác đều có vành đai an ninh cũng như gia tăng nhân viên bảo vệ các chất liệu các vật liệu nhạy cảm .

Mỗi khi bạn hiểu ra vấn đề này rồi, thì nhà máy điện hạt nhân dĩ nhiên lại có kẻ bênh người chống thôi.

### Các lý do bênh và chống

Dù bạn đang nhìn vào viễn ảnh của nhà máy điện hạt nhân với một tương lai hứa hẹn hay lo lắng cho ngày tận thế không xa, dù phía nào bạn cũng khó thay đổi ý tưởng. Dù sao chẳng nữa, sự thật khách quan nhà máy điện đang cho nhân loại nhiều ích lợi cũng như lắm thứ lo ngại.

Điều lợi ích nhất đến với chúng ta rằng, nhà máy hạt nhân rõ ràng giúp chúng ta hết lệ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch. Rõ ràng các nhà máy điện chạy bằng than đá và khí đốt thiên nhiên đã thải quá nhiều khí carbonic vào khí quyển làm tăng nhanh sự kiện khí hậu thay đổi. Nhà máy điện hạt nhân ra đời đã giảm thiểu tối đa khí thải CO<sub>2</sub>.

Theo Viện Năng Lượng Hạt Nhân, năng lượng do toàn thể nhà máy điện hạt nhân toàn thế giới giúp chúng ta tránh được 2 tỷ tấn carbon dioxide hàng năm nếu cứ lệ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch (fossil fuel) Thật ra biết điều hành nhà máy điện hạt nhân tốt chúng ta còn có ít lượng phóng xạ vào bầu trời hơn cả nhà máy điện chạy bằng than đá nữa! (nguồn: Hvistendahl).

Từ chuyện thoát khỏi sự lệ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch, giá thành từ năng lượng hạt nhân rõ ràng sẽ không còn bị ảnh hưởng từ sự thay đổi giá cả về nguồn dầu và than.

Đứng về phía chống đối, nhiên liệu hạt nhân dù không có CO<sub>2</sub>, chúng cũng đem lại cho chúng ta nhiều vấn đề lo ngại. Lịch sử chứng minh, việc khai khoáng các nguồn quặng Uranium không phải là việc làm an toàn. Ngay cả việc chuyên chở các nhiên liệu hạt nhân tới hay đi từ các nhà máy cũng gặp nhiều rủi ro. Và còn nữa, một khi dùng xong các nguồn nhiên liệu phóng xạ này không thể "thần nhiên" vứt nó vào bãi rác thành phố được. Vì rằng các chất thải này còn chứa các phóng xạ có khả năng chết người.

Trung bình một nhà máy điện hạt nhân hàng năm thải ra 20 tấn chất thải hạt nhân, có tính phóng xạ cao. Nếu tính toán đàng hoàng với toàn bộ các nhà máy điện hạt nhân trên toàn thế giới con số chất thải này có khả năng leo lên đến con số 2000 tấn hàng năm (nguồn: NEI)

Cứ thế các tấn chất thải hạt nhân tiếp tục tỏa nhiệt cùng phóng xạ cho đến khi nó làm thủng các thùng chứa và có khả năng "liếm" vào các sinh vật lân cận. Còn thêm một nỗi lo nữa, những nhà máy điện hạt nhân còn sinh ra một vấn đề lớn khác là là các vật thải có nhiễm xạ mức độ thấp; đó là các dụng cụ và vật liệu bị NHIỄM XẠ.

Chúng ta cho cho rằng các chất thải đó sẽ theo tiến trình phân rã (decay) tới mức phóng xạ an toàn cho chúng ta chẳng nữa thì chúng ta phải mất tới hàng chục ngàn năm chờ đợi! Và ngay cả khi có phóng xạ mức độ cho phép, tạm gọi là an toàn thì chúng ta cần tới hàng thế kỷ để đạt tới mức độ chấp nhận.

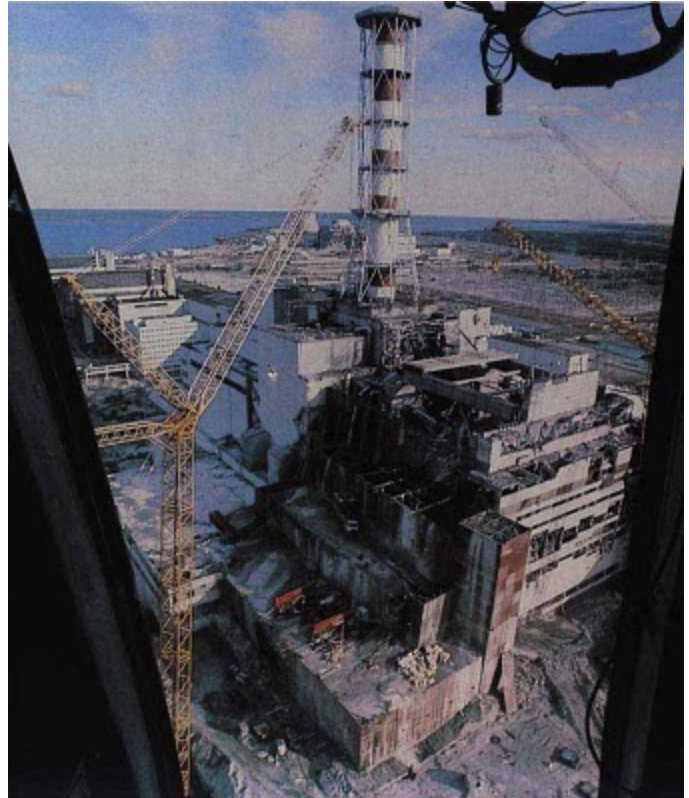
Hiện tại kỹ nghệ hạt nhân có dùng phương pháp làm nguội các chất thải hạt nhân vài năm trước khi trộn chúng với thủy tinh và tồn trữ trong môi trường lạnh và trong các cấu trúc thật kiên cố. Tương lai, rất nhiều chất thải phóng xạ sẽ bị chôn vùi thật sâu trong lòng đất. Tuy nhiên, hiện nay khối lượng chất thải này phải được canh phòng cùng bảo vệ là việc cần yếu để đề phòng quân phá hoại.

Nội các việc đã kể trên rõ ràng giá thành một nhà máy điện hạt nhân tăng lên vùn vụt!?

### Kiến trúc sơ sài Chernobyl nên bị thảm nạn

Nhà máy Chernobyl còn một vấn đề lo ngại khác, mỗi khi vận hành sai hoạt động từ nhà máy điện hạt nhân, thì chuyện gì sẽ xảy ra cho con người? Rõ ràng là thảm họa. Tai nạn Chernobyl là một thí dụ điển hình.

Năm 1986, nhà máy điện hạt nhân tại Ukraina nổ tung văng vãi ra 50 tấn chất liệu có phóng xạ ra bên ngoài làm nhiễm xạ tới hàng triệu mẫu rừng. Thảm nạn này còn bắt buộc ít nhất 30.000 dân phải di cư, và sau này lần lượt gây nên hàng ngàn cái chết do bệnh ung thư hay các bệnh liên quan đến phóng xạ nguyên tử (nguồn: History Chanel).



Tai nạn Chernobyl nguyên do từ cấu trúc và điều hành kém. Trong khi các nhà máy điện hạt nhân cần sự cẩn tắc không ngơi nghỉ của con người để giữ an toàn hoạt động cho các lò máy. Các nhà máy tối tân khác cũng cần sự giám sát thường xuyên để tránh trường hợp nhà máy bị ngưng hoạt động thình lình. Thảm nạn Chernobyl vẫn còn là một vết thương đậm nét của kỹ nghệ điện hạt nhân, còn phủ một màn đen nghi ngại cho mỗi sinh mà kỹ thuật cao đang cống hiến cho con người.



Nguyên tác:  
How Nuclear Power Works  
Xuân Khê dịch thuật cùng biên soạn