

NĂNG LƯỢNG SẠCH TỪ KHÍ HOÁ THAN

ThS. NGUYỄN NGỌC PHÚ
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

1. Giới thiệu về khí hóa than

Thế giới đang phải đối mặt với khủng hoảng năng lượng do sự gia tăng về nhu cầu năng lượng, gia tăng về mức độ nguy hiểm của nguồn năng lượng hạt nhân trong khi dầu mỏ đang dần cạn kiệt và năng lượng tái tạo lại quá đắt. Than đang được coi là nguồn năng lượng hóa thạch tương đối rẻ và dồi dào nhưng ô nhiễm môi trường lại là rào cản vô cùng lớn. Do vậy biến đổi than thành nguồn năng lượng sạch hơn, hiệu quả hơn là thực sự cần thiết.

Khí hóa than đã được nghiên cứu phát triển từ lâu mặc dù đã có rất nhiều trở ngại nảy sinh do những biến động về kinh tế và chính trị của thế giới. Tuy nhiên hiện nay xu hướng tìm các nguồn năng lượng tái tạo, năng lượng sinh học hoặc chí ít là năng lượng sạch hơn đang được đặc biệt quan tâm. Các nguồn năng lượng sạch có được từ việc biến đổi nhiên liệu hóa thạch như than đã và đang là mối quan tâm rất lớn của các nhà khoa học và các nhà hoạch định chính sách, một phần là do tài nguyên than của thế giới tương đối dồi dào nhưng quan trọng hơn là năng lượng từ nhiên liệu than biến đổi sạch hơn, hiệu quả hơn. Trên các nguyên tắc của biến đổi than thành khí tổng hợp, các khối chất hữu cơ hay các sinh khối cũng đang được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi để chuyển đổi thành khí tổng hợp sạch hơn, dễ sử dụng hơn, có khả năng tái tạo.

Mục đích của khí hóa than, kể cả các vật liệu hữu cơ, là biến đổi hầu hết các chất rắn cháy được có trong thành phần của chúng thành dạng khí đốt nhân tạo gồm chủ yếu là CO, H₂, CH₄. So với than và sinh khối, sản phẩm dạng khí này có thể dễ dàng lưu giữ, vận chuyển, dễ sử dụng, cho hiệu quả nhiệt cao và quan trọng hơn cả là chúng thân thiện với môi trường hơn. Khi sử dụng các vật liệu hữu cơ hay sinh khối thay thế than trong quá trình khí hóa sẽ tạo ra nguồn năng lượng có khả năng tái tạo rất cao do các sinh khối có thể tái tạo được. Theo Miller (2005), vào những năm 1600, nhà hóa học Bỉ tên là Jan van Helmont nhận thấy khí ga thoát ra khi than bị đốt nóng và sau đó năm 1792, một kỹ sư người Xcốtlen tên là Murdoch đã sử dụng nồi chưng cất thép để nhiệt phân than thành khí tổng hợp và sử dụng nó để chiếu

sáng nhà mình. Theo Robert L. Hirsch (2005), công nghệ khí hóa than lại được xem xét lại trong và sau khủng hoảng dầu mỏ 1980 khi đó giá dầu tăng từ 20 USD lên trên 80 USD và do các lo ngại về sự cạn kiệt của dầu khí thiên nhiên.

Những năm 1990, một số nhà máy nhiệt điện có công suất từ 200-400 MWh được xây dựng trên thế giới sử dụng công nghệ khí hóa than để thay thế hoặc kết hợp với phương pháp đốt truyền thống để phát điện. Tới đầu những năm 2000 có khoảng 168 dự án khí hóa than trên khắp các châu lục từ Châu Âu, Châu Mỹ, Australia và Trung Quốc đã, đang và sắp đi vào hoạt động. Các dự án nghiên cứu phát triển đang tập trung nghiên cứu cải tiến công nghệ nhằm giảm suất đầu tư từ 1200 USD/kW (năm 2004) xuống 900-1000 USD/kW (năm 2010) và xuống mức 800 USD/kW vào năm 2020 và khi đó công nghệ khí hóa than và sinh khối sẽ càng trở lên hấp dẫn hơn.

Việt Nam chưa có nhà máy nhiệt điện hoặc cơ sở chế biến than nào sử dụng công nghệ khí hóa than, tuy nhiên bước đầu đã có một số công ty áp dụng công nghệ này cho các quá trình sản xuất của mình, ví dụ Công ty CP Gốm Tiên Sơn của Viglacera đã ứng dụng lò khí hóa than đầu tiên. Ứng dụng này được cho là khá hiệu quả nhờ cho sản phẩm chất lượng cao hơn, tiết kiệm được chi phí năng lượng và cho phép có được nguồn nhiên liệu thân thiện hơn với môi trường.

2. Cơ sở lý thuyết của quá trình khí hóa than và chất hữu cơ

Quá trình khí hóa than trong đại đa số các trường hợp thực chất có thể xem như là quá trình đốt cháy than không hoàn toàn, trong đó một phần không khí được cung cấp để đốt cháy một phần của than, tạo ra nhiệt lượng làm bay hơi các chất bốc, bay hơi nhựa than và là quá trình nhiệt phân phần lớn các chất rắn còn lại trong than thành các chất khí của cacbon và hydro. Một số quá trình khí hóa sử dụng nhiệt gián tiếp có trong khí nóng và hơi nước nhằm mục đích giảm bớt sự đốt cháy của than cấp liệu lấy nhiệt và cung cấp thêm nguồn hydro và như vậy có thể gia

tăng thu hoạch của sản phẩm khí chứa nhiều hơn các hydro cacbon. Quá trình khí hóa có thể biểu diễn đơn

giản bằng các phản ứng cơ bản giữa than và chất oxy hóa hoặc với giữa các sản phẩm như trong Bảng 1.

Bảng 1. Các phản ứng khí hóa than.

Phản ứng giữa các pha	Hiệu ứng tăng T, °C	Hiệu ứng tăng áp suất	Cân bằng động học	Nhiệt phản ứng
Pha rắn-pha khí				
$C + O_2 \rightarrow CO$ (cháy một phần)	Sang phải	Sang trái	Nhanh	Toả nhiệt
$C + O_2 \rightarrow CO_2$ (cháy hoàn toàn)	----	----	Rất nhanh	+ Q
$C + CO_2 \rightarrow CO$ (tái hợp)	→	←	Chậm	- Q
$C + H_2O \rightarrow CO + H_2$ (HK hơi nước)	→	←	Vừa phải	- Q
$C + H_2 \rightarrow CH_4$ (khí hóa hydro)	←	→	Chậm	+ Q
Pha khí-khí				
$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$	←	----	Vừa phải	+ Q
$CO + H_2 \rightarrow CH_4 + H_2O$	←	→	Chậm	+ Q

Trong quá trình hoá khí than, đầu tiên than bị khử chất bốc và phần than còn lại sẽ phải trải qua một số phản ứng trong Bảng 1. Bảng này biểu diễn các phản ứng trên quan điểm định tính, nhiệt học, động học và cân bằng phản ứng. Nhiệt lượng phản ứng chỉ rõ là các phản ứng đốt là toả nhiệt (và rất nhanh) trong khi một số phản ứng khác lại thu nhiệt (và chậm hơn). Trong các quá trình khí hóa than thông thường thì nhiệt yêu cầu cho các phản ứng thu nhiệt được cấp bằng cách đốt một phần than nguyên liệu như trong quá trình khí hóa than tại vĩa. Quan hệ hằng số cân bằng phản ứng khí hóa than K_p theo nhiệt độ T được thể hiện ở H.1.

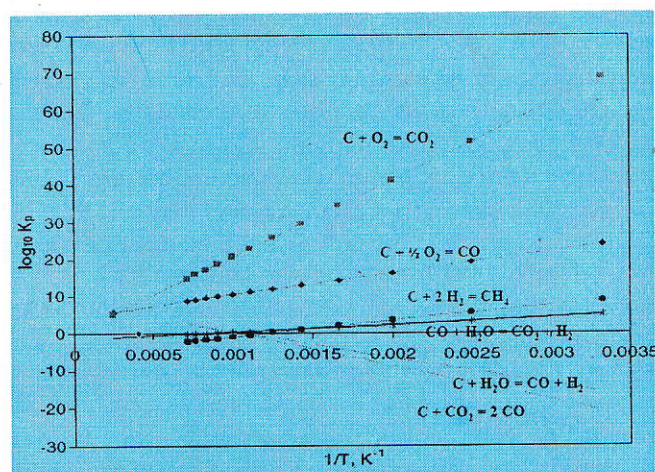
Theo Lee, 2007, phản ứng khí hóa hydro tạo metan có $K_p > 1$ hay $\log_{10} K_p > 0$ sẽ có lợi ở nhiệt độ thấp trong khi các phản ứng khí hóa dioxit cacbon và khí hóa hơi nước có $K_p < 1$ hay $\log_{10} K_p < 0$ xảy ra thuận lợi hơn ở nhiệt độ cao.

3. Yếu tố ảnh hưởng tới thành phần và nhiệt trị của khí sản phẩm

Chất oxy hóa sử dụng trong các phản ứng khí hóa than và sinh khối có thể là không khí, oxy, hơi nước, hay hydro sạch tùy thuộc vào điều kiện khí hóa và nhiệt lượng cuối của khí sản phẩm.

Các phản ứng khí hóa than rất nhạy với nhiệt độ và áp suất của hệ thống. Từ Bảng 1 có thể thấy nhiệt độ cao và áp suất thấp rất phù hợp đối với sự thành tạo các sản phẩm khí hóa than, ngoại trừ sự thành tạo metan do sự thành tạo của metan lại chỉ tốt ở nhiệt độ thấp và áp suất cao. Cả nhiệt độ và áp suất đều ảnh hưởng tới thành phần của các sản phẩm khí cuối cùng. Các hệ thống khí hóa than có thể hoạt động ở áp suất khí quyển hoặc ở điều kiện áp suất tăng. Theo quan điểm nhiệt động học thì than là graphit hoặc cacbon tinh khiết, nhưng thực tế than lại là hỗn hợp của cacbon và các tạp chất đi kèm, cộng thêm các khuyết

tật cấu trúc. Vì các tạp chất và các khuyết tật này theo bản chất lại có thể có vai trò xúc tác do vậy tốc độ tuyệt đối của phản ứng thay đổi và phụ thuộc vào số lượng và bản chất của các tạp chất và các khuyết tật và các đặc tính vật lý như bề mặt và cấu trúc lỗ hổng vì các đặc tính này quyết định khả năng tiếp cận của các tác nhân oxy hóa. Các đặc tính này lại phụ thuộc vào bản chất của than gốc và các điều kiện khử chất bốc. Bản chất của than như thành phần hóa, hoạt tính, độ ẩm, cỡ hạt của than cấp liệu ảnh hưởng nhiều tới sản phẩm khí hóa. Than nâu có hoạt tính cao nhất có thể khí hóa ở nhiệt độ thấp tới 650 °C. Than bán bitum và than bitum rồi đến than antraxit có hoạt tính thấp dần nên đòi hỏi nhiệt độ phản ứng cao hơn.



H.1. Hằng số cân bằng phản ứng khí hóa than (K_p).

Quá trình khí hóa than có thể thực hiện theo hai phương pháp: (1) khí hóa than trực tiếp tại các vĩa than hay khí hóa than ngầm dưới đất. Phương pháp này có thể được coi là phương pháp khai thác than đặc biệt cho phép thu được sản phẩm sạch từ than mà không cần phải đào lò và không

cần con người có mặt dưới lòng đất; và (2) khí hóa than trong các lò phản ứng tại các nhà máy chế biến hoặc hộ sử dụng than. Phương pháp này linh hoạt và phù hợp với nhiều hộ chế biến hoặc sử dụng than nhưng đòi hỏi phải khai thác, chế biến và vận chuyển than tới lò phản ứng.

Quá trình khí hóa các sinh khối thực hiện trong các lò phản ứng có nguyên tắc và cấu tạo tương tự với các lò phản ứng khí hóa than. Khí hóa các sinh khối đang được coi là một trong các phương pháp hứa hẹn cho phép tạo nguồn năng lượng tái tạo, sạch, rẻ tiền và thân thiện môi trường. Tuy nhiên cũng cần phải lưu ý rằng không nên khuyến khích nghiên cứu phát triển và ứng dụng các lò phản ứng khí hóa nhỏ lẻ do thiếu khả năng kiểm soát ô nhiễm môi trường và vấn đề này thường bị bỏ ngỏ.

4. Một số vấn đề môi trường liên quan tới khí hóa than

Sản phẩm khí hóa than cuối cùng tương đối thân thiện với môi trường là điều không cần bàn cãi. Tuy nhiên cũng cần phải để ý rằng trong quá trình khí hóa than có rất nhiều các yếu tố gây nguy hại cho môi trường nếu không được kiểm soát đúng đắn. Các yếu tố nguy hại chính bao gồm: (1) các khí độc NO_x , SO_x , H_2S ; (2) bụi (3) tro và bùn của các quá trình khí hóa. Ngoài ra trong thành phần thải còn có mặt các kim loại nặng, kim loại phóng xạ tùy thuộc vào bản chất của than và khu vực thành tạo. Các yếu tố nguy hại với môi trường có thể thâm nhập vào môi trường xung quanh dưới dạng khí thải, bụi, hòa tan và pha rắn trong các dòng chảy trên mặt và dòng chảy ngầm.

Xét trên quan điểm bảo vệ môi trường thì chỉ có các cơ sở khí hóa than hoặc sinh khối tập trung mới có đủ năng lực để kiểm soát các ô nhiễm môi trường do chi phí đầu tư và chi phí sản xuất để xử lý môi trường vô cùng tốn kém. Các yếu tố khí độc hại có thể được kiểm soát khá tốt nhờ các lò phản ứng hiện đại với công suất lớn và hiệu quả cao, nhờ các thiết bị xử lý bụi và khí hiện đại có thể làm việc ngay cả khi ở nhiệt độ cao và nhờ các khu vực chứa và xử lý tro và các chất thải rắn của các lò phản ứng. Biện pháp tập trung sẽ giảm thiểu số lượng nguồn phát tán các yếu tố nguy hại với môi trường.

5. Kết luận

Nguồn năng lượng sạch từ khí hóa và lỏng hóa than đã và đang là mối quan tâm rất lớn của các nhà khoa học và các nhà hoạch định chính sách do tài nguyên than tương đối dồi dào. Sản phẩm của quá trình khí hóa than và sinh khối đang sạch hơn, dễ sử dụng hơn và hiệu quả hơn. Than là hỗn hợp của cacbon và các tạp chất đi kèm, cộng thêm các khuyết tật cấu trúc, vì vậy các tạp chất và các

khuyết tật này làm thay đổi tốc độ của các phản ứng khí hóa. Số lượng và bản chất của các tạp chất và các khuyết tật và các đặc tính vật lý như bề mặt và cấu trúc lỗ hổng của than Việt Nam cần phải được nghiên cứu kỹ lưỡng và hệ thống hơn nhằm thiết lập hệ thống dữ liệu cho phép hiểu rõ ảnh hưởng của các yếu tố này tới quá trình khí hóa, than cũng như phục vụ cho mục đích thiết kế các hệ thống khí hóa than sau này.

Các chất hữu cơ hay sinh khối thu gom trong các quá trình sản xuất nông lâm nghiệp có khả năng khí hóa giống như than. Do vậy không nên coi các sinh khối là nguồn năng lượng phụ mà nên coi đây là nguồn năng lượng có tính tái tạo, ưu việt hơn hẳn than. Trên quan điểm này có thể xây dựng chính sách hỗ trợ nghiên cứu phát triển năng lượng sinh khối. Nếu phát triển công nghệ khí hóa than và sinh khối không có chiến lược dẫn tới việc sử dụng tràn lan các lò phản ứng nhỏ lẻ sẽ làm tăng các nguồn phát tán yếu tố nguy hại trong khi vấn đề kiểm soát ô nhiễm môi trường của các cơ sở như vậy thường bị bỏ qua do vô tình hoặc hữu ý. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Survey of energy resources (PDF), 21, World Energy Council (WEC), 7. ISBN 0946121265. Retrieved on 2007-11-24.
2. Bruce G. Miller, Coal Energy Systems, Elsevier Academic Press, 2005.
3. Lee S, Speight J. and Loyalka S., Handbook of alternative fuel technologies, CRC Press, 2007.
4. Robert L. Hirsch, Roger Bezdek and Robert Wendling, MISI, Peaking of world oil production: impacts, mitigation and risk management, 2005.
5. http://en.wikipedia.org/wiki/Coal_gasification#Environmental_effects.

Người biên tập: Trần Văn Trạch

SUMMARY

After Fukushima nuclear disaster, the world realised that coal is a relatively safe, cheap and abundant source of fossil energy. However, pollution caused by conventional combustion of coal is a great challenging barrier, therefore, conversion of coal into a more efficient and cleaner source of energy become more critical. The aim of this paper is to review aspects of practical and theoretical basis of coal gasification, and also its R&D related concerns.