

KHẢ NĂNG TÀNG TRỮ CO₂ TRONG CÁC MỎ DẦU KHÍ Ở VIỆT NAM

PHẠM KIỀU QUANG, PHẠM THU TRANG

Viện Dầu khí Việt Nam

Email: quangpk@vpi.pvn.vn

Trong mỏ dầu khí, CO₂ có thể được bơm ép trở lại vỉa để góp phần nâng cao hệ số thu hồi dầu (EOR). Tuy nhiên, không phải dự án khai thác mỏ dầu khí nào cũng có thể áp dụng thành công giải pháp này. Trong khi, CO₂ có nhiều tác hại đến môi trường khi vượt quá ngưỡng cho phép. Có nhiều biện pháp để giảm thiểu phát thải CO₂ ra môi trường, trong đó có việc tàng trữ CO₂ trong các mỏ dầu khí song cần phải xem xét biện pháp này có tính khả thi về kinh tế hay không. Trong bài báo này sẽ phân tích bài toán kinh tế để xem xét tính khả thi về mặt kinh tế của việc tàng trữ CO₂ trong các mỏ dầu khí.

1. Đặt vấn đề

Các mỏ dầu khí đã và đang khai thác hoặc đã cạn kiệt là những khu vực có các điều kiện tốt cho việc tàng trữ CO₂, do: 1 - Hoạt động khảo sát thăm dò dầu và khí đã cung cấp tài liệu chi tiết về đặc điểm địa chất của các bể chứa dầu/khí và các mô hình máy tính giúp dự đoán sự vận động của dầu/khí trong bể chứa có thể áp dụng để dự đoán động thái dài hạn của CO₂ khi được tàng trữ; 2 - Có sẵn các vỉa chứa dầu/ khí đã được phát hiện hoặc đang khai thác, đây là dầu khí được bảo tồn hàng triệu năm trong các vỉa chứa; 3 - Có thể có các vỉa chứa dầu/khí đã cạn, sắp cạn hay bị dừng khai thác vì việc tiếp tục khai thác không còn kinh tế

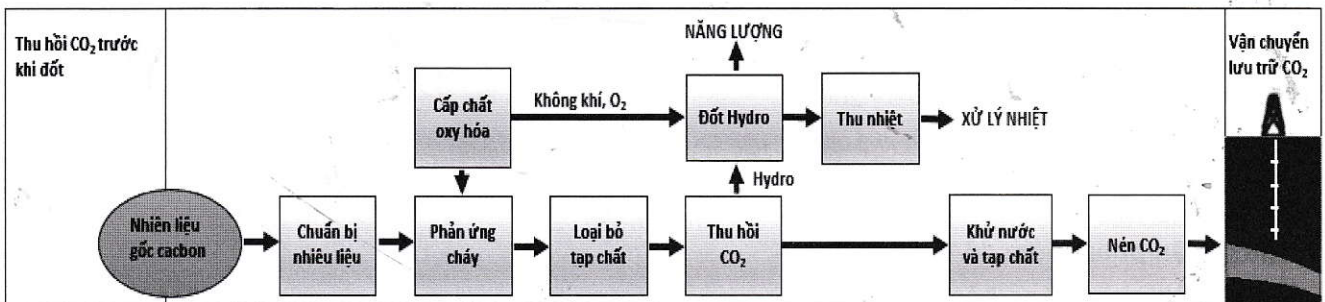
nữa; 4 - Có thể tận dụng cơ sở hạ tầng khai thác dầu/ khí sẵn có để triển khai quá trình tàng trữ CO₂; 5 - Có thể bù đắp một phần chi phí từ doanh thu khai thác dầu và khí đốt. Kể cả khi không có lợi nhuận vẫn có thể bơm CO₂ vào các mỏ dầu khí đã hoàn toàn cạn kiệt để lưu trữ lâu dài [1], [3], [6].

2. Tổng quan về thu hồi và tàng trữ carbon dioxide - CO₂ (CCS)

Thuật ngữ "thu hồi và tàng trữ carbon dioxide", (Carbon Dioxide Capture and Storage-CCS), được dùng để chỉ các công nghệ giúp thu hồi tới 90 % lượng khí thải carbon dioxide từ việc sử dụng các nhiên liệu hóa thạch trong nhà máy điện và khu công nghiệp và làm giảm phát thải khí carbon dioxide vào bầu khí quyển [5]. Quy trình CCS bao gồm ba bước chính: 1 - Thu hồi carbon dioxide; 2 - Vận chuyển carbon dioxide; 3 - Tàng trữ carbon dioxide một cách an toàn ở dưới đất, trong các mỏ dầu khí đã khai thác hết hoặc trong các vỉa mặn sâu (saline aquifer formations) [5].

2.1. Thu hồi carbon dioxide

Trước tiên, các công nghệ thu hồi cho phép tách carbon dioxide (CO₂) từ nhiên liệu hóa thạch được sử dụng trong nhà máy điện và khu công nghiệp bởi một trong ba phương pháp sau: thu khí CO₂ trước khi đốt, thu khí CO₂ sau khi đốt và thu khí CO₂ nhờ đốt oxy.



H.1. Quá trình thu hồi CO₂ trước khi đốt [4]

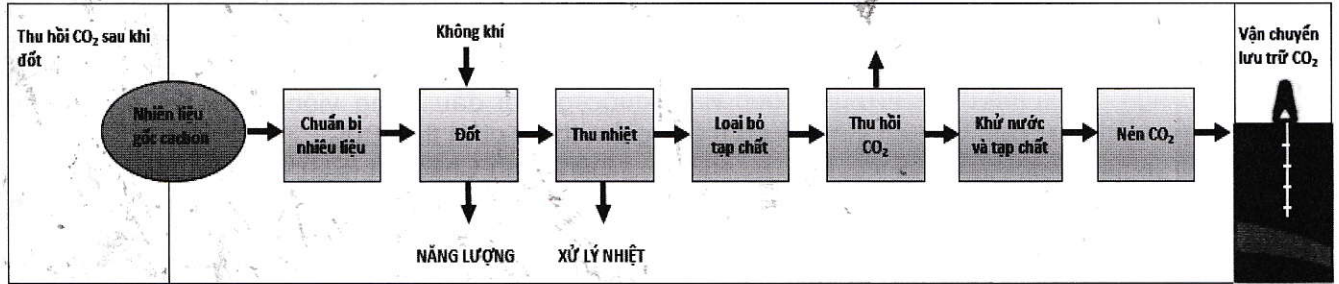
a. Thu CO₂ trước khi đốt (Pre-Combustion Capture)

Đây là quá trình tách CO₂ từ nhiên liệu bằng cách kết hợp nó với không khí hoặc hơi nước để đốt cháy và lưu giữ luồng CO₂ đã được tách ra. Hiện nay, người ta thường dùng công nghệ cải hóa khí tự nhiên bằng hơi nước, trong đó hơi nước được sử dụng để tách hydro từ khí tự nhiên. Tuy nhiên, nếu không có quy định ràng buộc về pháp lý hoặc hỗ trợ về tài chính thì các nhà máy sẽ không

áp dụng các biện pháp thu hồi CO₂ trước khi đốt trong hệ thống năng lượng của mình [4].

Kỹ thuật thu hồi khí CO₂ trước khi đốt ứng dụng trong công nghệ sản xuất nhiên liệu lỏng từ than đá sẽ làm giảm tổng lượng CO₂ thải ra, mặc dù sau đó chất khí này vẫn là sản phẩm tất yếu khi các loại nhiên liệu lỏng được tiêu thụ trong vận tải hoặc phát điện.

b. Thu CO₂ sau khi đốt (Post-Combustion Capture)



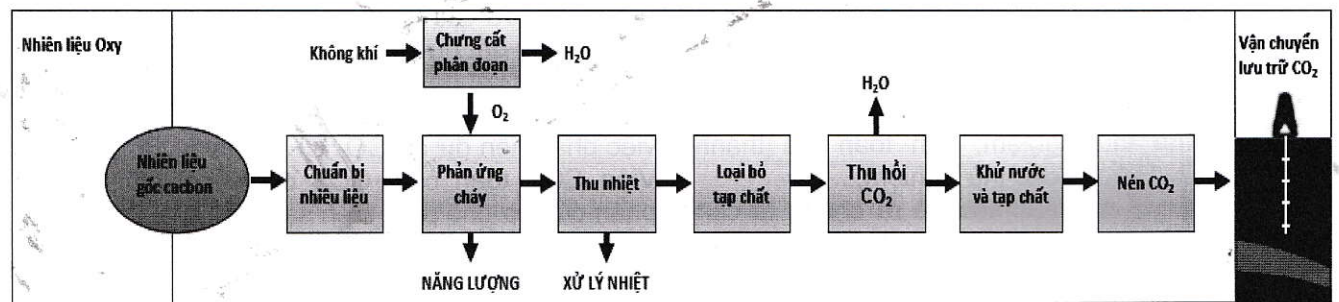
H.2. Quá trình thu hồi CO₂ sau khi đốt [4]

Quá trình đốt nhiên liệu sẽ tạo ra các khí thải, trong đó CO₂ sẽ được tách từ các ống khói sau khi đốt các nhiên liệu hóa thạch hoặc sinh khối. Hiện nay, có rất nhiều công nghệ khác nhau để tách CO₂ như phương pháp lọc dùng màng mỏng áp suất cao (high pressure membrane filtration), quá trình sử dụng các dung môi hóa học để hấp thụ hoặc phân giải (adsorption/desorption processes)

và tách đông lạnh (cryogenic separation).

c. Thu CO₂ nhờ đốt nhiên liệu bằng Oxy (Oxy-fuel Combustion System)

Trong quá trình này Oxy sẽ được dùng làm nhiên liệu đốt để thải ra một hỗn hợp khí với thành phần chủ yếu là CO₂ và nước dễ dàng phân tách, sau đó CO₂ có thể được nén, vận chuyển và lưu trữ [4].



H.3. Quá trình thu hồi CO₂ nhờ đốt Oxy [4]

2.2. Tầng trữ CO₂ (CO₂ Storage)

CO₂ được tàng trữ trong các vỉa địa chất rỗng nằm sâu dưới lòng đất hàng km. Nơi chứa thích hợp bao gồm các mỏ dầu và khí đã cạn kiệt, các vỉa mặn sâu hoặc các mỏ dầu đã trưởng thành, những mỏ dầu có thể áp dụng việc bơm ép CO₂ để gia tăng thu hồi dầu. Mỹ là nước dẫn đầu thế giới về công nghệ bơm ép CO₂ trở lại mỏ để nâng cao thu hồi dầu với khoảng 48 triệu tấn CO₂ được bơm lại mỏ mỗi năm cho mục đích nâng cao thu hồi dầu. Các mỏ dầu khí đã cạn kiệt thường được sử dụng cho dự án CCS bởi vì nó có nhiều thông tin

về địa chất và đã có các đánh giá về thủy lực. Các vỉa mặn sâu có sức chứa tiềm năng rất lớn cho carbon dioxide trong thời gian dài nhưng hiện tại thường thiếu các thông tin cần thiết.

Cơ chế tàng trữ CO₂ trong các vỉa chứa khí trong lòng đất có thể được xem như là việc thay thế một cách đơn giản khí và lưu trữ tự nhiên có trong vỉa bằng chất lỏng siêu tới hạn CO₂. Nói cách khác, áp suất vỉa chứa suy giảm do quá trình khai thác dầu khí và nước được duy trì bằng cách bơm trở lại CO₂ vào các vỉa chứa này. Với cách nhìn đó, thể tích chất lưu đã lấy lên được xem là thể tích có

thể sử dụng để tàng trữ CO₂. Nhìn nhận một cách chi tiết hơn các vỉa chứa HC, thì việc thay thế HC bằng CO₂ như trên là quá đơn giản. Không phải tất cả các vỉa chứa là giống nhau trong việc khai thác dầu và khí từ đó lên trên bề mặt. Nhìn chung lực khổng chế quá trình gia tăng thể tích của khí và lưu thể liên quan chặt chẽ với sự suy giảm áp suất trong quá trình khai thác lưu thể từ vỉa, hoặc do quá trình nén ép của đất đá do áp suất lỗ hổng bị suy giảm. Tổng hợp tất cả các yếu tố đó có thể dẫn tới sự di thoát của HC khỏi vỉa, các vỉa chứa có thể chịu tác động bởi một cơ chế khai thác chủ đạo còn các cơ chế khác có thể nhỏ và có thể bỏ qua. Cơ chế khai thác đóng vai trò quan trọng trong đánh giá lượng CO₂ có thể được lưu giữ trong vỉa từ khi vỉa suy giảm áp suất. Đối với vỉa khí, có thể có 3 cơ chế chính như sau [2]:

- Cơ chế giảm áp tự nhiên (depletion drive);
- Cơ chế quét của đáy nước (water influx drive);
- Cơ chế nén ép co rút thể tích (compaction drive).

Vỉa chứa khí có sự khác biệt với vỉa chứa dầu, vỉa khí có thể thu hồi tới 80 % hoặc cao hơn. Khí luôn có độ linh động cao, chúng có thể di chuyển dễ dàng trong thành hệ đá chứa và năng lượng do khí bị nén luôn cao để cho phép đẩy khí lên trên bề mặt.

Với các đặc trưng địa chất của vùng nghiên cứu cũng như các cơ chế hình thành các bể tàng trữ CO₂ trong các vỉa chứa khí trong lòng đất có được ta cần có các nghiên cứu đánh giá để có được các giải pháp thích hợp và tối ưu nhất phù hợp với điều kiện thực tế, chẳng hạn cấu hình của hệ thống hạ tầng hiện có tại các mỏ khí tại MVHN, các yêu cầu của quá trình thử nghiệm, tính toán giá thành CAPEX và OPEX cho các thử nghiệm,...

Để đạt được các mục tiêu đề ra chúng ta cần phải thực hiện nhiều công đoạn nghiên cứu và thực nghiệm khác nhau, ví dụ:

- Cần có các nghiên cứu về đặc tính CO₂ và nguồn cung cấp CO₂;
- Phải xây dựng các mô hình mô phỏng vỉa chứa tĩnh và động;
- Nghiên cứu tác động khí CO₂ xâm nhập vỉa và các tác động của CO₂ tới hệ thống khai thác hiện có như ăn mòn, phá hủy thiết bị,...
- Nghiên cứu các đặc trưng CO₂ và tác động của chúng trong vỉa chứa;
- Thiết kế mô hình ý tưởng cho thử nghiệm bơm ép và tàng trữ CO₂ bao gồm cấu hình thiết bị, kế hoạch thực hiện và giá thành liên quan;
- Tối ưu hóa thiết kế thử nghiệm cho phù hợp điều kiện thực tế;

- Thiết kế bổ sung các thiết bị bề mặt phù hợp với hệ thống khai thác và đường ống dẫn có;
- Nghiên cứu các biện pháp và cách thức triển khai an toàn hiệu quả;
- Nghiên cứu an toàn sức khỏe và các tác động môi trường;
- Báo cáo tổng hợp và đánh giá kết quả.

3. Các dự án tàng trữ CO₂ trên thế giới

Thu hồi và tàng trữ carbon dioxide (CO₂) được sự quan tâm của toàn thế giới bởi vì đây là một trong những biện pháp quan trọng để làm giảm thiểu việc phát thải CO₂ và chống lại sự biến đổi khí hậu. Dưới đây sẽ đi qua một vài quốc gia đi đầu trong việc tìm kiếm biện pháp giảm thiểu phát thải CO₂.

Liên minh Châu Âu (EU): để thực hiện mục tiêu giảm thiểu khí nhà kính, EU thiết lập mạng lưới thực hiện CCS vào năm 2015, với ý định phát triển dự án CCS thương mại trong năm 2020. Quỹ tài trợ đã được thiết lập cho dự án đầu tiên và EU đã thiết lập 300 triệu tín dụng CO₂ để khuyến khích các công ty thực hiện CCS. EU cũng ban hành các quy định khác nhau cho CCS.

Mỹ: là nước tiên phong hàng đầu trong việc nghiên cứu CCS, chẳng hạn dự án FutureGen đang được thử nghiệm trong phạm vi rộng, áp dụng phương pháp đốt oxy. Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ (EPA) đang từng bước đẩy mạnh việc thực hiện CCS. EPA đã thông qua hai điều luật cho CCS. Ủy ban năng lượng cũng đã thành lập mối quan hệ giữa các vùng để thúc đẩy CCS ở 7 vùng chính trong đất nước.

Úc: cam kết đẩy mạnh giảm thiểu phát thải CO₂. Úc đã đầu tư 2,4 tỷ USD để hỗ trợ CCS, bao gồm việc phát triển dự án CO₂ CRC Otway và thành lập Viện CCS toàn cầu. CCS được coi như là một phần của cơ chế phát triển sạch (CDM). Các dự án CCS ở ngoài khơi Úc là dự án CCS lớn nhất thế giới. Dự án Gorgon sẽ thu hồi 3,4+4 triệu tấn CO₂/năm từ việc khai thác khí thiên nhiên và tàng trữ ở độ sâu 2,5 km dưới đảo Barrow.

Tính đến thời điểm 2010, trên toàn thế giới đã thực hiện khoảng 234 dự án CCS có phạm vi và quy mô khác nhau, với tổng số tiền đã đầu tư khoảng 21,4 tỷ USD. 234 dự án CCS bao gồm dự án thương mại, dự án thử nghiệm,... được triển khai thực hiện ở Canada, Mỹ, Hà Lan, Đức, Pháp, Úc, Anh, Trung Quốc và nhiều quốc gia khác trên thế giới [7], [8].

4. Hiệu quả kinh tế cho việc tàng trữ CO₂

4.1. Giả thiết tính toán

"Thu hồi và tàng trữ carbon dioxide" được coi là

một phần của cơ chế phát triển sạch (CDM), do đó khi đăng ký tham gia thực hiện CDM, dự án CCS sẽ được hưởng một số ưu đãi. Dưới đây là các loại phí cần phải trả để đăng ký tham gia CDM và những ưu đãi được hưởng. Các giả định như sau:

- Dự án CCS mỏ Tiền Hải đăng ký thành công là một dự án CDM trong năm 2017;
- Phí phê chuẩn trả cho DOE (Designated Operational Entities): 100.000 USD;
- Phí xác minh trả cho DOE: 50.000 USD/năm dự án;
- Chi phí quản lý SOP (Administration Share of

Proceeds) cho mỗi chứng chỉ CER (Certified Emission Reduction) là:

- + 0,1 USD/CER cho 15.000 CER đầu tiên;
- + 0,2 USD/CER cho bất kỳ số lượng vượt quá 15.000 CER;
- Chi phí CER trả cho Quỹ bảo vệ môi trường Việt Nam: 2 % tổng doanh thu bán CER;
- CIT đối với doanh thu từ CER được trả cho Chính phủ Việt Nam:
 - + Miễn thuế 02 năm đầu;
 - + Thuế CIT 2 năm tiếp theo: 10 %;
 - + Thuế CIT sau đó: 20 %;

Bảng 1. Sản lượng CO₂ giảm thải hàng năm (triệu tấn) [9]

Sản lượng CO ₂ giảm thải hàng năm	Năm thống kê						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Sản lượng CO ₂ triệu tấn	0,26	1,14	1,89	2,46	2,87	3,17	3,10

➢ Dự án CCS mỏ Tiền Hải sẽ cần chi phí máy nén là 20 triệu USD, chi phí hoá cải đường ống nội mỏ là 2 triệu USD và chi phí hoàn thiện giếng là 6 triệu USD;

➢ Dự án CCS mỏ Tiền Hải có chi phí hoạt động hàng năm duy trì dự án CDM là 300 nghìn usd/năm;

➢ Chi phí tư vấn cần thiết để thực hiện CDM là 1,90 triệu USD và khi dự án thành công sẽ trả thêm 10 % CER.

4.2. Kết quả tính toán

Bảng 2. Hiệu quả kinh tế của dự án

Chủ đầu tư	CER 8\$/tấn		CER 10\$/tấn		CER 12\$/tấn	
	NPV tr.USD	IRR (%)	NPV tr.USD	IRR (%)	NPV tr.USD	IRR (%)
Nhà đầu tư	\$11,42	16,85 %	\$23,18	22,62 %	\$34,94	27,56 %
Chính phủ	7,60		9,60		11,60	

Việc đầu tư dự án CCS mỏ khí Tiền Hải và tham gia CDM liệu có đem lại hiệu quả kinh tế cho nhà đầu tư hay không? Nếu CER được bán với giá 8\$/tấn CO₂ thì NPV 10 % của nhà đầu tư là 9,52 triệu USD, IRR của nhà đầu tư là 15,86 % và hiệu quả kinh tế của Chính phủ Việt Nam (phần thu từ thuế) là 9,50 triệu USD. Trong trường hợp CER được bán với giá cao hơn sẽ đem lại hiệu quả kinh tế tốt hơn cho nhà đầu tư và đem lại một phần thu đáng kể cho Chính phủ Việt Nam (Bảng 2).

Việc thực hiện phân tích độ nhạy sẽ được tính toán để xem khi các yếu tố Capex, Opex và giá bán CER thay đổi sẽ có ảnh hưởng như thế nào tới dự án CCS mỏ Tiền Hải. Các kết quả tính toán cho thấy giá bán CER có ảnh hưởng lớn nhất tới hiệu quả kinh tế của dự án. Khi giá bán CER giảm 10 %, NPV 10 % của nhà đầu tư giảm 4,94 triệu USD. Yếu tố có ảnh hưởng đứng thứ hai là Capex. Khi Capex tăng 10 %, hiệu quả kinh tế của nhà đầu tư giảm 2,67 triệu USD. Opex có ảnh hưởng không đáng kể tới hiệu quả kinh tế của nhà đầu tư trong dự án CCS mỏ Tiền Hải.

Việc phân tích điểm hòa vốn sẽ cho ta biết dự án CCS mỏ Tiền Hải chịu đựng được mức chi phí đầu tư tối đa là bao nhiêu sẽ đem lại điểm hòa vốn cho nhà đầu tư (doanh thu từ việc bán CER đủ bù đắp cho chi phí bỏ ra) và cho biết mức giá bán CER thấp nhất cũng như số lượng CER tối thiểu

phải đạt được để đủ bù đắp các chi phí cho nhà đầu tư. Các kết quả tính toán cho thấy chi phí Capex có tăng thêm 36 % vẫn đảm bảo hòa vốn cho nhà đầu tư. Giá bán CER có thể giảm 23,1 % vẫn đảm bảo nhà đầu tư hòa vốn (6,1USD/CER).

5. Kết luận

Việc triển khai tàng trữ CO₂ tại các mỏ dầu khí ở Việt Nam là hoàn toàn khả thi. Để đạt được mục tiêu đề ra chúng ta cần phải thực hiện nhiều công đoạn nghiên cứu và thực nghiệm khác nhau như các nghiên cứu về đặc tính, nguồn cung cấp CO₂, xây dựng các mô hình mô phỏng quá trình tàng trữ trong vỉa chứa cũng như thiết kế mô hình thử nghiệm bơm ép, cấu hình thiết bị, kế hoạch thực hiện và hiệu quả kinh tế đem lại. Ngoài ra cũng phải nghiên cứu các biện pháp và cách thức triển khai an toàn hiệu quả, đảm bảo an toàn sức khỏe

và giảm thiểu các tác động môi trường một cách lâu dài.

Qua phân tích đánh giá hiệu quả kinh tế của dự án CCS mỏ Tiền Hải khi tham gia CDM, ta thấy rằng việc triển khai dự án CCS mỏ Tiền Hải là hoàn toàn khả thi và đem lại hiệu quả kinh tế cho nhà đầu tư. Với giả định giá bán CER cơ sở là 10 USD/tấn CO₂, hiệu quả kinh tế của nhà đầu tư được đảm bảo với NPV 10 % của nhà đầu tư là 20,78 triệu USD, IRR của nhà thầu là 21,63 % và Chính phủ Việt Nam có nguồn thu từ thuế thu nhập doanh nghiệp là 12,0 triệu USD. Như vậy dự án CCS mỏ Tiền Hải không chỉ làm giảm thiểu việc phát thải CO₂ ra bầu khí quyển mà còn đem lại hiệu quả kinh tế cho nhà đầu tư và nguồn thu cho Chính phủ Việt Nam (thuế thu nhập từ doanh thu bán CER). Giá bán CER và Capex là hai yếu tố có ảnh hưởng lớn nhất tới hiệu quả kinh tế của nhà đầu tư. Opex không có nhiều ảnh hưởng đến hiệu quả của nhà đầu tư, ảnh hưởng rất nhỏ, không đáng kể. Khi Capex tăng thêm 36 % vẫn đảm bảo hòa vốn cho nhà đầu tư, và khi giá bán CER hoặc lượng CER giảm 20 % vẫn đảm bảo hòa vốn cho nhà đầu tư. Như vậy việc triển khai dự án CCS mỏ Tiền Hải là hoàn toàn khả thi về mặt kinh tế. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Carbon Dioxide Capture and Storage, IPCC Special Report.
2. Carbon Dioxide Storage in Natural Gas Reservoirs, B. Van der Meer. Oil & Gas Science and Technology - Rev. IFP Vol 60 (2005).
3. CO₂ Storage in Saline Aquifers, UK Groundwater Forum May 2010, Daniel Smith, British Geological Survey.
4. http://bachagas.com.vn/news/detail.php?news_id=147
5. <http://www.ccsassociation.org/what-is-ccs/>
6. <http://cryotechvietnam.com.vn/Tin-tuc-2/cong-ngh-thu-hi-co2-tip.html>
7. http://www.fossiltransition.org/pages/ccs_is_available/98.php
8. The Integrated CO₂ Network 2015 Global Carbon Capture and Storage Projects.
9. Trung tâm Tìm kiếm Thăm dò và Khai thác dầu khí (EPC) - Viện dầu khí Việt Nam.

Ngày nhận bài: 20/04/2017

Ngày gửi phản biện: 5/06/2017

Ngày nhận phản biện: 19/08/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 15/10/2017

Từ khoá: khả năng tàng trữ khí CO₂; CCS; CDM; dự án CCS; giá bán CER

SUMMARY

This paper presents the possibilities of CO₂ storage in oil and gas mines in Vietnam. Basing on that, the paper evaluates the economic efficiency of the CCS project in Tiền Hải mine in Thái Bình province.

PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ...

(Tiếp theo trang 21)

công việc trong khai thác lộ thiên. Bên cạnh đó, đánh giá, phân tích rủi ro sẽ giúp cho các mỏ khai thác lộ thiên đánh giá được kết quả thực hiện các biện pháp quản lý rủi ro hiện có trong khai thác than lộ thiên và đề xuất điều chỉnh khi cần thiết nhằm phòng tránh và giảm thiểu được các tai nạn, rủi ro có thể xảy ra. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Ngọc Tước, Nghiên cứu các giải pháp nhằm đáp ứng sản lượng, nâng cao hiệu quả và mức độ an toàn các mỏ than hầm lò, lộ thiên công suất lớn khi khai thác xuống sâu. Viện KHCN Mỏ-Vinacomin. 2012.
2. Hệ thống quản lý rủi ro. Trung tâm Hỗ trợ Kỹ thuật An toàn Công nghiệp-Cục ATMT. 2016.
3. Số liệu thống kê các vụ tai nạn lao động tại các mỏ than lộ thiên thuộc TKV (2011-2015). Ban An toàn, Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam.
4. Thông tư số 50/2012/TT-BCT ngày 28 tháng 12 năm 2012 v/v Ban hành Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về mức rủi ro chấp nhận được trong đánh giá định lượng rủi ro cho các hoạt động dầu khí, xăng dầu, hóa chất và nhiệt điện.

Ngày nhận bài: 20/07/2017

Ngày gửi phản biện: 5/08/2017

Ngày nhận phản biện: 15/09/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 15/10/2017

Từ khoá: đánh giá rủi ro, mỏ lộ thiên, quy trình công nghệ khai thác

SUMMARY

The paper outlines some basic concepts of risk, methods of assessing and analyzing risk assessment results in production stages according to the mining technology process in open-cast mines in Quảng Ninh.