

CẬP NHẬT TÌNH HÌNH ĐIỀU TRA, THĂM DÒ KHAI THÁC BĂNG CHÁY (GAS HYDRATE) TRÊN THẾ GIỚI VÀ PHƯƠNG HƯỚNG ĐIỀU TRA, THĂM DÒ Ở VIỆT NAM

Nguyễn Anh Đức

Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

Email: ducna@pvn.vn

<https://doi.org/10.47800/PVJ.2022.09-06>

Tóm tắt

Băng cháy (gas hydrate) là nguồn khí thiên nhiên phi truyền thống có tiềm năng lớn, chủ yếu tập trung trong các trầm tích trên cạn ở Bắc Cực và trong các trầm tích biển dọc theo rìa lục địa ở các đại dương. Công tác điều tra, tìm kiếm thăm dò, các dự án nghiên cứu trọng điểm để đánh giá đặc điểm địa chất - kỹ thuật, tài nguyên, thử nghiệm khai thác băng cháy đã được thực hiện tại nhiều khu vực trên thế giới. Việt Nam nằm trong khu vực được đánh giá có tiềm năng về băng cháy, và bước đầu đã có các nghiên cứu tổng hợp, đánh giá sơ bộ các dấu hiệu, tiền đề về băng cháy.

Bài báo khái quát về hiện trạng công tác điều tra, thăm dò, khai thác băng cháy trên thế giới, đặc biệt là ở Nhật Bản, Trung Quốc và đưa ra đề xuất về phương hướng điều tra, thăm dò băng cháy ở Việt Nam.

Từ khóa: Băng cháy, khu vực tiềm năng, khai thác thử nghiệm.

1. Giới thiệu

Băng cháy là 1 chất tự nhiên giống như băng, hình thành khi nước và khí kết hợp với nhau dưới áp suất cao và ở nhiệt độ thích hợp. Băng cháy phổ biến trong trầm tích đáy đại dương ở độ sâu nước lớn hơn 300 - 500 m (984 - 1.640 ft) và cũng có mặt ở những khu vực đóng băng vĩnh cửu [1].

Về hóa học, băng cháy bao gồm các phân tử nước tạo thành các lồng (cage) bao quanh các phân tử khí. Băng cháy trong tự nhiên chủ yếu đều chứa methane, ngoài ra còn có các khí khác như: ethane, carbon dioxide và hydrogen sulfide. Băng cháy như 1 dạng methane đậm đặc. Khối lượng riêng của băng cháy methane hydrate khoảng 900 kg/m³ (thấp hơn khối lượng riêng của nước). Các tinh thể băng cháy có điện trở cao, dẫn âm tốt, không hòa tan vào các phân tử nước và không hút khí tự do.

Cấu trúc tinh thể băng cháy được chia thành 3 loại dựa trên hình dạng của thể tích nước cấu thành gồm: cấu trúc lập phương I (type I), cấu trúc lập phương II (type II) và cấu trúc lục giác H (type H) (Hình 1). Khi nhiệt độ tăng và áp suất

giảm, băng cháy phân hủy thành khí và nước. Đối với cấu trúc tinh thể phổ biến nhất là methane hydrate, khi phân hủy ở áp suất và nhiệt độ trong phòng, 1 m³ băng cháy sẽ để lại khoảng 0,8 m³ nước và 180 m³ khí methane [1].

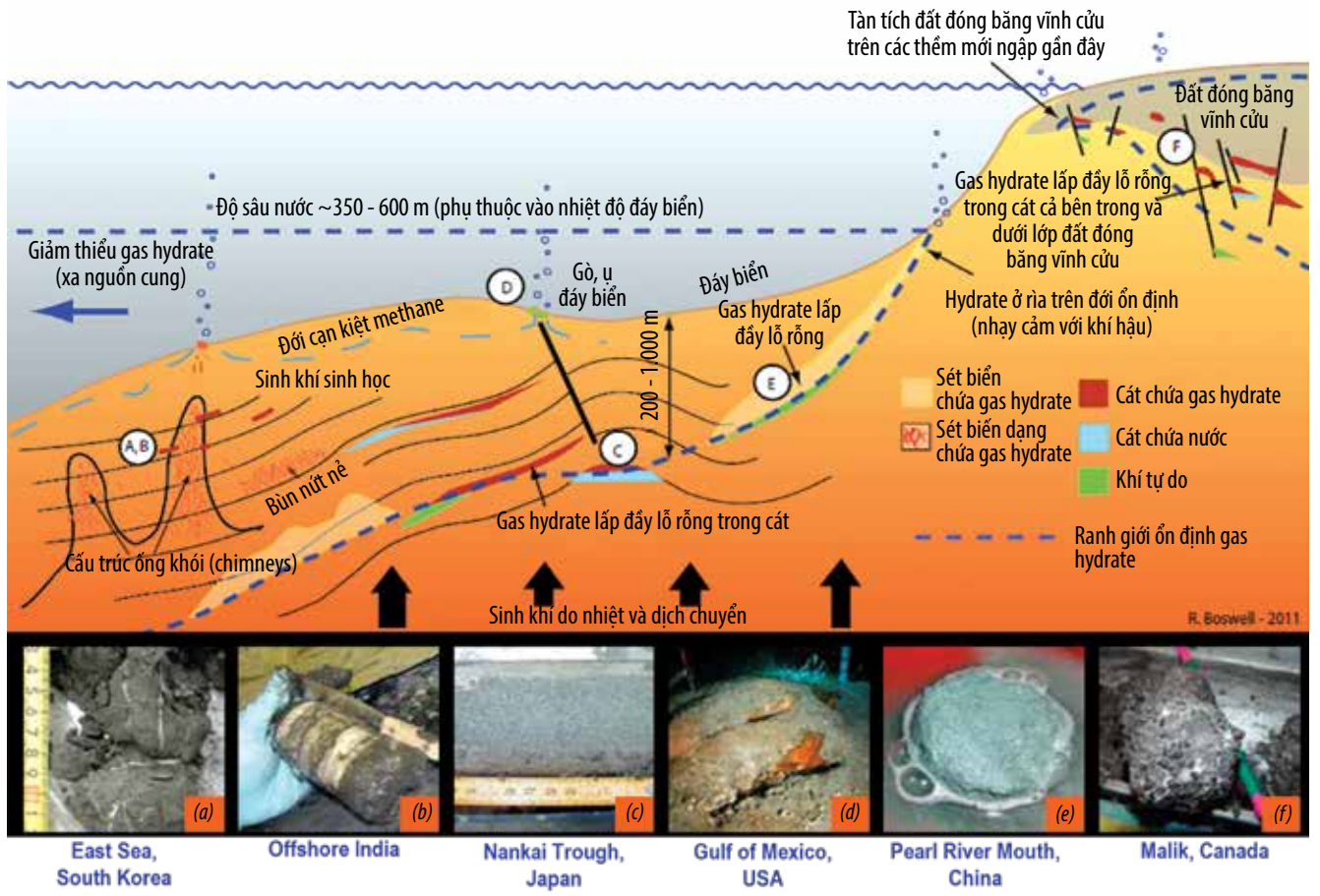
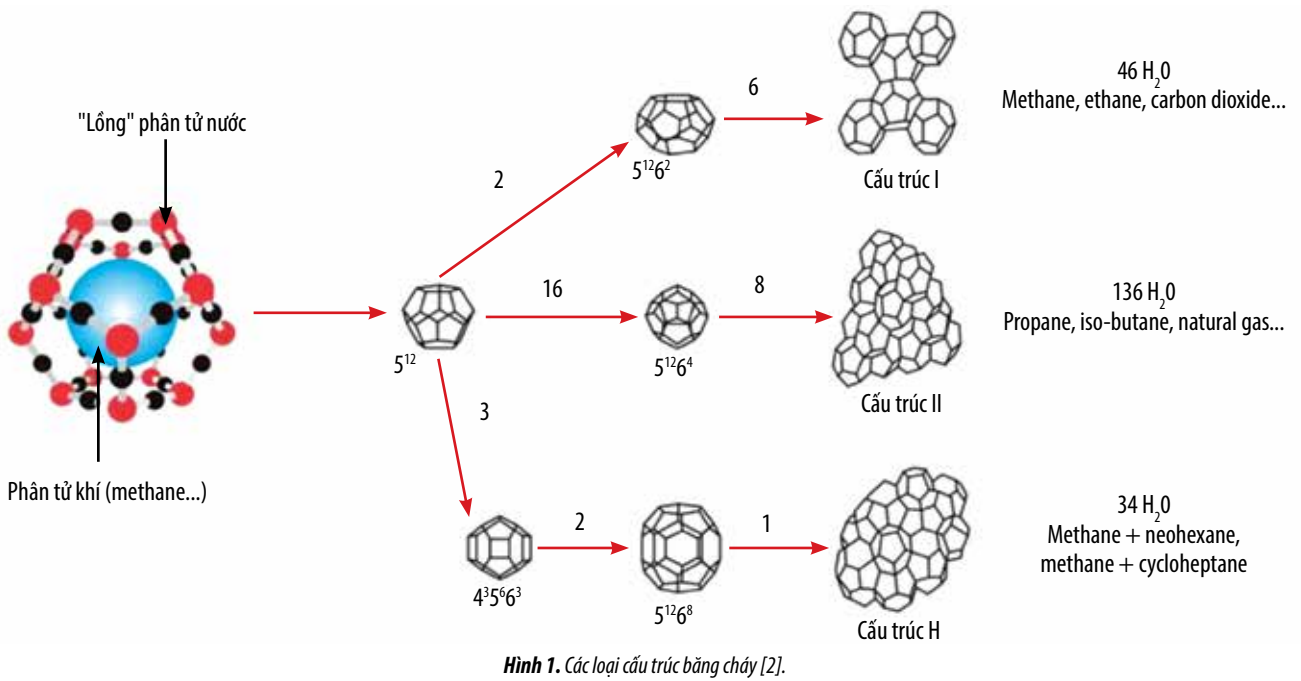
Băng cháy được tìm thấy trong trầm tích ở các vùng đất đóng băng vĩnh cửu, dưới đại dương ở vùng cực (vùng nước nông) và trong trầm tích sườn lục địa (vùng nước sâu), nơi có điều kiện áp suất và nhiệt độ thích hợp. Băng cháy có thể tồn tại ở các dạng lớp mỏng, mạch dày, lấp đầy trong các lỗ rỗng hoặc phân tán trong trầm tích (Hình 2). Băng cháy giữ 1 lượng lớn khí trong các trầm tích ở độ sâu nông hơn và dễ tiếp cận hơn so với các tầng chứa khí thông thường. Vì vậy, băng cháy được coi là 1 nguồn năng lượng tiềm năng.

Hoạt động nghiên cứu, điều tra, thăm dò khai thác băng cháy gần đây liên tục gia tăng tại nhiều nước với mục tiêu chủ yếu là tìm kiếm và khai thác khí từ băng cháy. Các nội dung khác cũng được quan tâm như: mô hình hình thành và phân hủy băng cháy trong vỏ trái đất và mối liên quan đến các mỏ dầu khí; khả năng sử dụng công nghệ băng cháy trong phát triển, lưu trữ và vận chuyển khí thiên nhiên; tác động của băng cháy đối với quá trình biến đổi khí hậu. Bên cạnh đó, các công nghệ



Ngày nhận bài: 4/9/2022. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 4 - 6/9/2022.

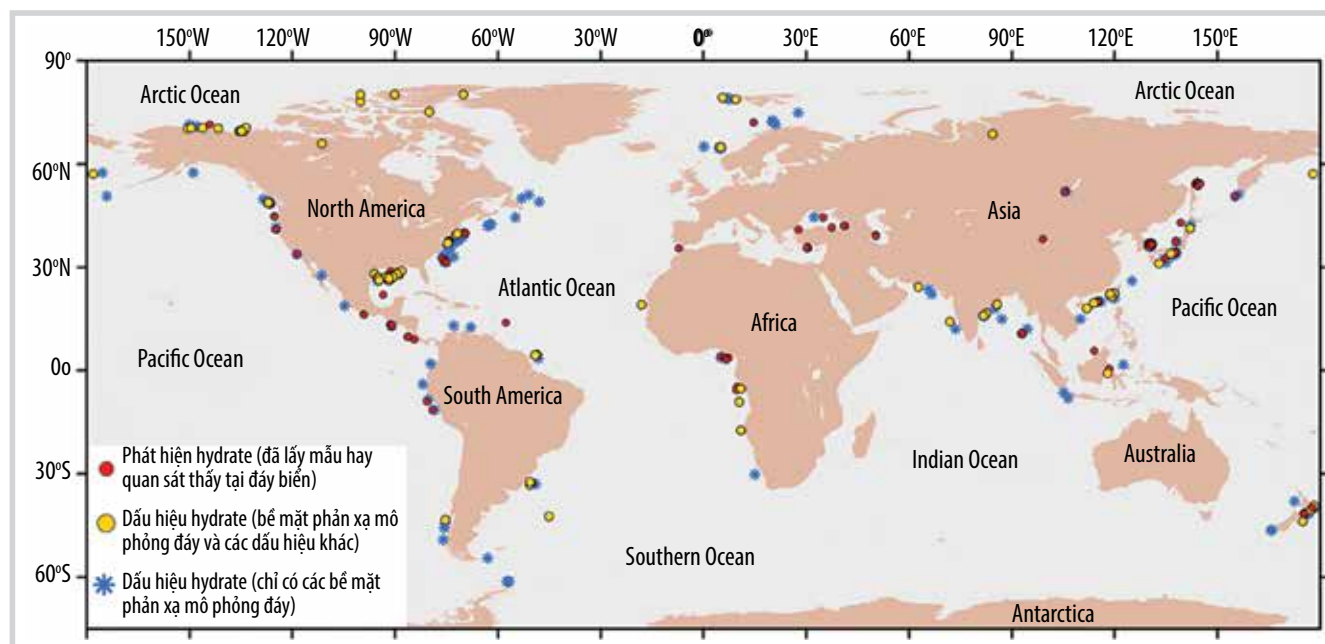
Ngày bài báo được duyệt đăng: 12/9/2022.



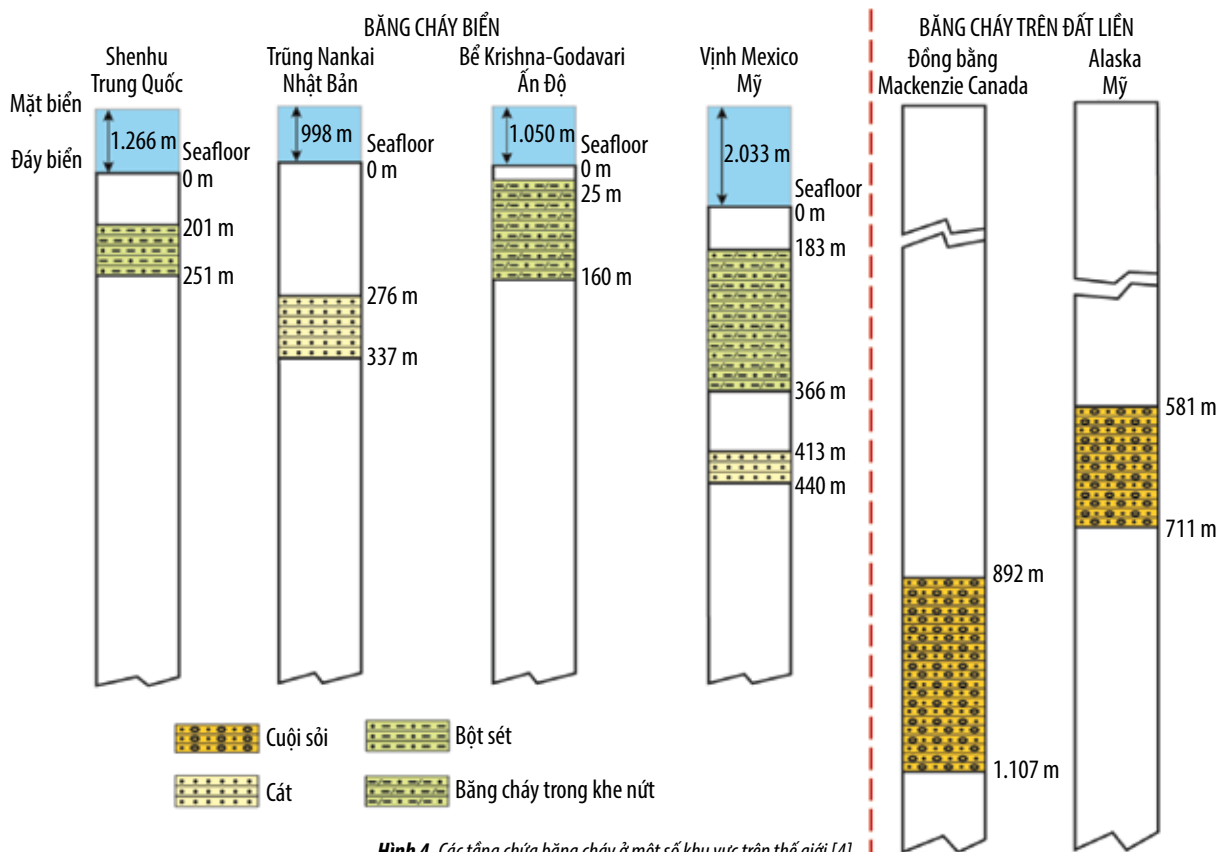
Hình 2. Các khu vực và dạng tồn tại của băng cháy: Dạng lớp mỏng trong trầm tích hạt mịn ở Biển Đông, Hàn Quốc (a); dạng mạch dày ở ngoài khơi Ấn Độ (b); băng cháy lấp đầy các lỗ rỗng trong cát ở trung Nankai, Nhật Bản (c); (d) các gò/ụ băng cháy trên bề mặt đáy biển ở vịnh Mexico, Mỹ; (e) băng cháy phân tán đều trong trầm tích hạt mịn ở khu vực Shenhu, cửa sông Châu Giang, Trung Quốc; (f) băng cháy trong cát hạt thô ở khu vực Malik, Canada [3].

thu gom và lưu trữ carbon dựa trên sự hình thành băng cháy (hydrate-based carbon capture - HBCC), sử dụng CO₂ thay thế CH₄ trong băng cháy như 1 phương pháp mới

sản xuất khí đốt thiên nhiên trung hòa carbon đang được nghiên cứu phát triển có thể giúp giảm lượng khí thải CO₂ và thực hiện các mục tiêu chống biến đổi khí hậu.



Hình 3. Bản đồ vị trí các phát hiện và dấu hiệu băng cháy trên thế giới [1].

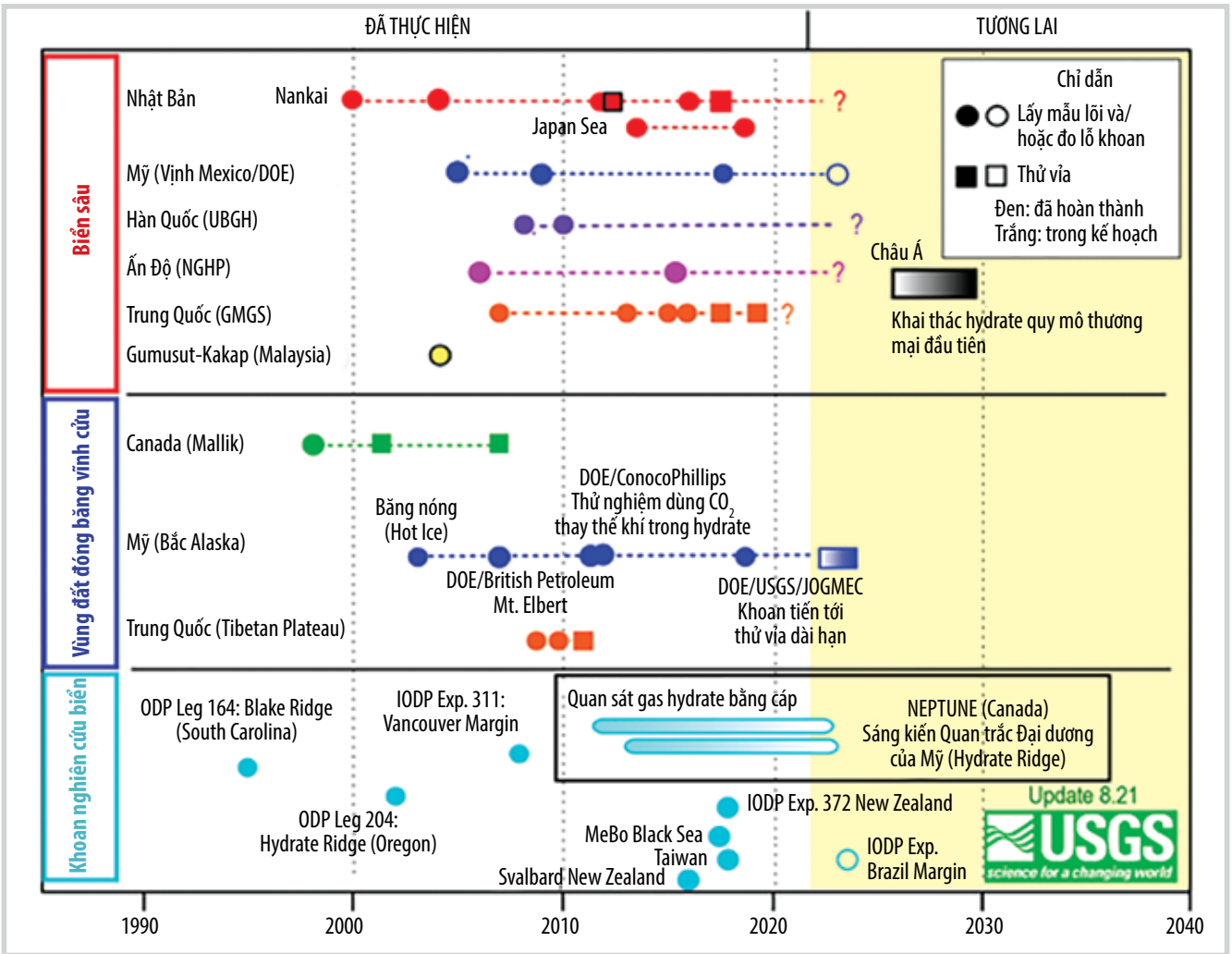


Hình 4. Các tầng chứa băng cháy ở một số khu vực trên thế giới [4].

2. Tình hình nghiên cứu, điều tra, thăm dò khai thác băng cháy trên thế giới

Trong hơn 2 thập kỷ qua, băng cháy nước sâu đã là trọng tâm của các đợt khoan nghiên cứu đại dương. Đầu thế kỷ XXI, được sự hỗ trợ mạnh mẽ về vốn và chính sách của các chính phủ, công nghệ băng cháy phát triển nhanh

chóng. Với những đột phá về công nghệ mũi nhọn như thăm dò, khoan và khai thác băng cháy, thế giới đã bước vào giai đoạn khai thác thử nghiệm. Gần đây, các dự án nghiên cứu trọng điểm để đánh giá đặc điểm địa chất - kỹ thuật, tài nguyên, thử nghiệm khai thác đã được thực hiện trên thế giới.



Hình 5. Hiện trạng và kế hoạch khảo sát băng cháy [1]. DOE (U.S. Department of Energy): Cơ quan Năng lượng Mỹ. ODP (Ocean Drilling Program): Chương trình khoan đại dương (1983 - 2003). IODP (Integrated Ocean Drilling Program): Chương trình khoan nghiên cứu tổng hợp đại dương (2003 - nay). UBGH (Ulleung Basin Gas Hydrates Project): Chương trình băng cháy tại bể trầm tích Ulleung của Hàn Quốc. NGHP (National Gas Hydrates Project): Chương trình băng cháy quốc gia Ấn Độ. GMGS (Guangzhou Marine Geological Survey): Cục Địa chất biển Quảng Châu - Trung Quốc.

Theo Cơ quan Thông tin Năng lượng Mỹ (EIA), băng cháy phổ biến trên trái đất và chứa khoảng 1.800 - 12.400 gigaton carbon, tương ứng với 3 - 24,8 × 10¹⁵ m³ methane (106.000 - 876.000 nghìn tỷ ft³ hay Tcf) (năm 2016 Mỹ đã sử dụng 27,49 Tcf khí tự nhiên) [1].

Nghiên cứu thăm dò khai thác băng cháy đang ở thời kỳ đầu, chưa có khai thác thương mại. Ở một số nơi như Liên bang Nga, Canada, Mỹ (băng cháy ở vùng đóng băng vĩnh cửu trên đất liền), Nhật Bản, Trung Quốc (băng cháy ngoài biển) mới ở giai đoạn khai thác thử trong thời gian ngắn. Bên cạnh đó, Hàn Quốc, Ấn Độ và các quốc gia EU cũng đang tích cực tìm kiếm thăm dò băng cháy. Nhật Bản đã tiến hành 3 đợt khai thác thử nghiệm băng cháy trong các năm 2013 và 2017. Trung Quốc đang tạm thời dẫn đầu với các đợt khai thác thử nghiệm băng cháy trong các năm 2017 và 2020 (Hình 5).

Các dự án khai thác thử băng cháy (Bảng 1) chứng tỏ băng cháy có thể được khai thác trong thời gian ngắn bằng các phương pháp thu hồi hydrocarbon thông thường, tuy nhiên vẫn còn quá sớm để nói về hiệu quả kinh tế của việc khai thác quy mô lớn. Khai thác hiệu quả khí từ băng cháy dự kiến cần khoảng 1 thập kỷ nữa [5]. Chương trình băng cháy giai đoạn 4 của Nhật Bản đã phân tích, đánh giá sơ bộ kinh tế của các hệ thống khai thác ngoài khơi giả định, giá khí tương lai và các kịch bản công nghệ. Điều kiện của 1 địa điểm thích hợp cho khai thác khí từ băng cháy là thể tích khí tại chỗ tối thiểu tại địa điểm phải là 10 tỷ m³ (0,35 Tcf); sản lượng khí dự kiến trên mỗi giếng phải trên ngưỡng 50.000 m³/ngày/giếng (1,8 mmscf/ngày/giếng) [6].

Các chương trình điều tra, thăm dò khai thác băng cháy được chính phủ các nước tài trợ và do các doanh nghiệp dầu khí quốc gia thực hiện. Các công ty dầu khí quốc tế dường như mới chỉ tham gia dưới dạng các hợp

Bảng 1. Các dự án khai thác thử băng cháy trên thế giới [5]

Khu vực khai thác thử	Đặc điểm tầng chứa	Phương pháp khai thác thử	Kết quả khai thác thử
Băng cháy ở các vùng đất đóng băng vĩnh cửu			
Vùng đóng băng vĩnh cửu Messoyakha ở Siberia, Liên Xô cũ	Độ sâu: 700 - 800 m Bề dày: 84 m Loại: Cát kết nằm bên trên khí tự do	Giảm áp (depressurization method)	14 năm khai thác gián đoạn kể từ những năm 1960, phân hủy NGH đóng góp 36% tổng sản lượng (~ 5 tỷ m ³).
Vùng đất đóng băng vĩnh cửu Mackenzie, Canada	Độ sâu: 800 - 1.100 m Bề dày: 110 m Loại: Cát kết nằm bên trên khí tự do	Giảm áp	2002: 14 ngày (sản lượng ngày lớn nhất: 1.500 m ³). 2008: 6 ngày (sản lượng ngày lớn nhất: 5.000 m ³).
Vùng đóng băng vĩnh cửu sườn dốc Bắc Alaska (North Slope Alaska), Mỹ	Độ sâu: 915 m Bề dày: 40 - 130 m Loại: Cát kết nằm bên trên khí tự do	Giảm áp	2007: 22 ngày (sản lượng ngày lớn nhất: 5.300 m ³).
Băng cháy biển			
Khu vực biển Aichi-ken, Nhật Bản	Độ sâu nước: 1.006 m Độ sâu chôn vùi: 260 - 300 m Loại: Cát kết	Giảm áp	3 đợt khai thác thử: - Tháng 3/2013: 6 ngày (tổng sản lượng: 120.000 m ³ , sản lượng trung bình ngày: 20.000 m ³) (hiện tượng cát chảy làm gián đoạn). - Tháng 5/2017: 12 ngày (tổng sản lượng: 40.000 m ³) (hiện tượng cát chảy làm gián đoạn). - Tháng 6/2017: 24 ngày (tổng sản lượng: 223.000 m ³ , sản lượng trung bình ngày: 9.300 m ³) (ngập nước làm gián đoạn).
Khu vực Shenhu, Trung Quốc (Cục Địa chất Trung Quốc - CGS, Petrochina)	Độ sâu nước: 1.266 m Độ sâu chôn vùi: 203 - 277 m Loại: Bột kết argillite	Giảm áp	Tháng 5 - 6/2017: 60 ngày (tổng sản lượng: 309.000 m ³ , sản lượng trung bình ngày: 5.000 m ³).
Khu vực Shenhu, Trung Quốc (CNOOC, SWPU, etc.)	Độ sâu nước: 1.310 m Độ sâu chôn vùi: 117 - 192 m Loại: Bột kết argillite	Lỏng hóa chất rắn (solid fluidization method)	31/5/2017: Khai thác thử nghiệm theo phương pháp lỏng hóa chất rắn thành công đầu tiên trên thế giới, tỷ lệ thu hồi: 80,1%.
Khu vực Shenhu, Trung Quốc (Cục Địa chất Trung Quốc - CGS, Petrochina)	Độ sâu nước: 1.225 m Độ sâu chôn vùi: 237 - 304 m Loại: Bột kết argillite	Giảm áp	17/2/2020: 42 ngày (tổng sản lượng: 1.498.600 m ³ , sản lượng trung bình ngày: 35.700 m ³), tạo ra 2 kỷ lục thế giới về tổng sản lượng khí và sản lượng khai thác trung bình ngày cao nhất.

đồng cung cấp dịch vụ kỹ thuật cho các chương trình băng cháy ở các quốc gia.

3. Công tác nghiên cứu, điều tra, thăm dò khai thác băng cháy ở Nhật Bản và Trung Quốc

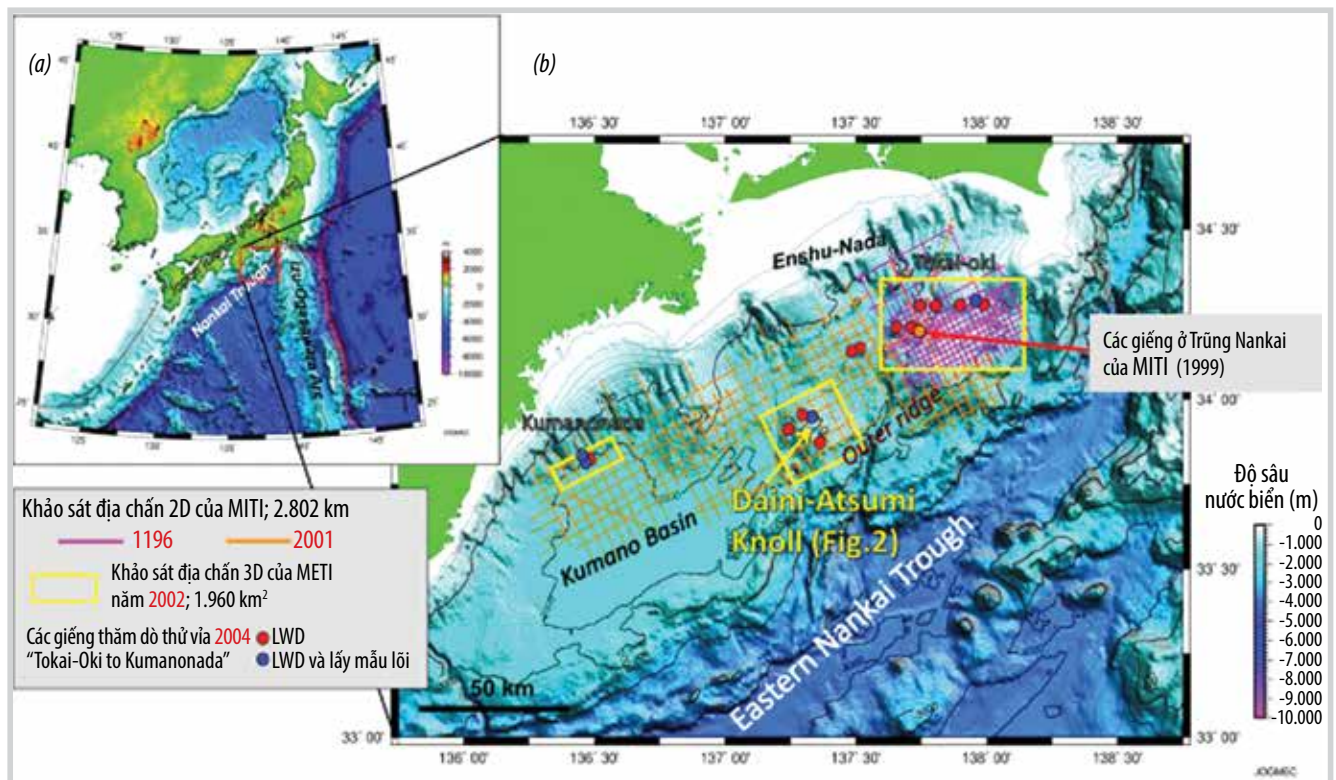
Với sự hỗ trợ mạnh mẽ của chính phủ, Nhật Bản và Trung Quốc là 2 nước ở khu vực Đông Bắc Á đi tiên phong và đã đạt được kết quả tích cực trong nghiên cứu, điều tra, thăm dò khai thác băng cháy, đặc biệt đã thực hiện thành công các đợt khai thác thử khí từ băng cháy biển.

3.1. Nhật Bản

Chương trình nghiên cứu và phát triển khí methane của Nhật Bản (Japan Methane Hydrate R&D Program - MH21) từ năm 2002 do Tổng công ty Dầu, Khí và Kim loại Nhật Bản (JOGMEC) chủ trì để phát triển các công nghệ cần thiết trong lĩnh vực khoan và khai thác nhằm sử dụng methane hydrate một cách kinh tế, góp phần ổn định nguồn cung năng lượng của Nhật Bản. Chương trình nghiên cứu MH21 gồm 3 giai đoạn, bắt đầu từ năm 2002

và kết thúc đầu năm 2019, mang lại nhiều kết quả gồm: i) phát hiện ra các trầm tích chứa methane hydrate hàm lượng cao trong các lớp cát turbidite; ii) xác minh "phương pháp giảm áp" như 1 biện pháp khai thác khí hiệu quả, thử nghiệm khai thác methane hydrate ngoài khơi thứ 2 đã được thực hiện gần bán đảo Atsumi/Shima trong khoảng thời gian từ tháng 4 - 6/2017. Vào ngày 29/6/2017, Bộ Kinh tế, Thương mại và Công nghiệp Nhật Bản (METI) đã thông báo hoàn thành thử nghiệm này, với sản lượng khí khai thác khoảng 35.000 m³ cho giếng khai thác đầu tiên trong 12 ngày và 200.000 m³ cho giếng khai thác thứ 2 trong hơn 24 ngày [7].

Để thực hiện mục tiêu dài hạn của dự án - thương mại hóa nguồn khí methane hydrate ngoài khơi của Nhật Bản, METI đã quyết định khởi động giai đoạn mới nghiên cứu và phát triển khí methane hydrate - giai đoạn thứ 4 kéo dài từ tháng 4/2019 đến tháng 3/2023 phù hợp với kế hoạch phát triển tài nguyên biển quốc gia của Nhật Bản [6]. Một đợt thử nghiệm khai thác băng cháy ngoài khơi mới ở vùng biển Nhật Bản đang được lên kế hoạch sau năm 2023 [9].



Hình 6. Bản đồ các khảo sát bằng cháy ở phía Đông trung Nankai (Nankai trough) và vị trí khu vực khai thác thử nghiệm bằng cháy Daini-Atsumi Knoll năm 2013 và 2017 [8].

3.2. Trung Quốc

Mặc dù sản lượng khí đốt tự nhiên đã tăng nhanh trong 10 năm qua, nhưng chưa thể bắt kịp tốc độ tăng trưởng tiêu thụ. Vấn đề an ninh khí đốt tự nhiên nói riêng và an ninh năng lượng nói chung ở Trung Quốc rất gay gắt. Trung Quốc phải cải thiện khả năng tự cung cấp năng lượng. Hiện tại, sản lượng khí tự nhiên của Trung Quốc hàng năm là 190 tỷ m³, trong khi mức tiêu thụ hàng năm là 320 tỷ m³, tỷ lệ phụ thuộc vào nước ngoài cao tới 43% và sẽ vượt quá 60% vào năm 2025 [5].

Chương trình quốc gia phát triển khoa học và công nghệ trung và dài hạn của Trung Quốc xác định “công nghệ phát triển băng cháy” là 1 trong 27 công nghệ tiên tiến. Kế hoạch chiến lược phát triển năng lượng (Strategic Plan for Energy Development) đề xuất tăng cường thăm dò, phát triển và tích cực thúc đẩy dự án khai thác thử băng cháy. Kế hoạch hành động về cách mạng công nghệ và đổi mới năng lượng (Action Plan for Technology Revolution and Innovation of Energy) được đề xuất nhằm tạo sự đột phá trong các công nghệ quan trọng để thăm dò và phát triển băng cháy, thực hiện các dự án khoan và khai thác thử nghiệm. Tháng 11/2017, Bộ Đất đai và Tài nguyên Trung Quốc đã phê duyệt băng cháy là khoáng sản mới được tìm thấy thứ 173 của Trung Quốc [5].

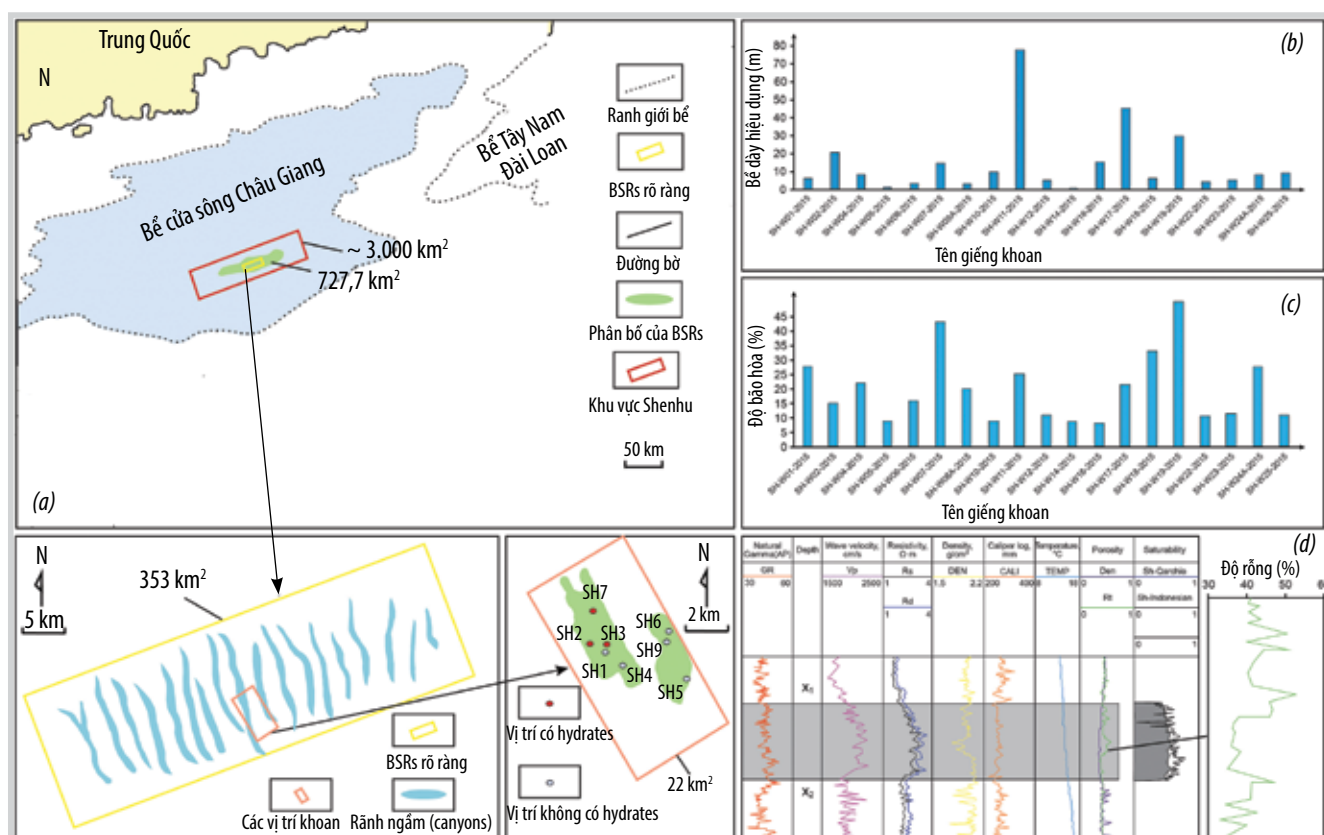
Cục Địa chất biển Quảng Châu (Guangzhou Marine Geological Survey - GMGS) từ năm 2000 - 2020 đã thực hiện 6 đợt điều tra, thăm dò (khảo sát địa chấn đa kênh phân giải cao 167.000 km², thiết lập 4.244 trạm lấy mẫu địa chất và hơn 80 giếng khoan), thử nghiệm khai thác băng cháy biển, bao gồm 2 đợt khoan ở khu vực biển Shenhu vào năm 2007 và ở phía Đông cửa sông Châu Giang vào năm 2013. Ngoài ra, 2 đợt khai thác thử nghiệm bằng giếng thẳng đứng và giếng nằm ngang đã được thực hiện thành công và an toàn tại khu vực Shenhu vào năm 2017 và 2020, đạt thời gian khai thác khí liên tục dài nhất và sản lượng khí lớn nhất thế giới tại thời điểm đó, chứng minh tính khả thi của khai thác băng cháy.

Trung Quốc đã tăng cường đầu tư cho các nghiên cứu về băng cháy ở Biển Đông, hỗ trợ nhiều dự án lớn thông qua Quỹ Khoa học Tự nhiên Quốc gia Trung Quốc (National Natural Science Foundation of China) và Chương trình nghiên cứu và phát triển trọng điểm quốc gia (National Key Research and Development Program). Trong giai đoạn 2010 - 2020, có hơn 80 dự án băng cháy ở Biển Đông đã được hoàn thành bởi Quỹ Khoa học Tự nhiên Quốc gia Trung Quốc.

Ngày 18/5/2017, Cục Địa chất Trung Quốc (China Geological Survey) đã khai thác thành công băng cháy bằng phương pháp giảm áp từ tầng chứa 203 - 277 m



Hình 7. Các loại mẫu băng cháy thu thập được tại vị trí khoan GMGS2 năm 2013 (Cục Địa chất Biển Quảng Châu) [10]: băng cháy dạng khối (a và b); băng cháy dạng lớp mỏng (c và d); băng cháy dạng cục (e và f); băng cháy dạng mạch (g) và băng cháy dạng phân tán (h).



Hình 8. Kết quả thăm dò băng cháy ở khu vực Shenhu, bể cửa sông Châu Giang, Trung Quốc. (a) Vị trí khu vực Shenhu và kết quả dự báo khu vực thuận lợi cho phát triển băng cháy; khu vực Shenhu được dự đoán bởi tài liệu địa chấn (diện tích khung đỏ 3.000 km²); vùng khai thác thuận lợi được xác định sau khi khoan 19 giếng (22 km²); (b) Bề dày hiệu dụng của tầng chứa băng cháy năm 2015; (c) Độ bão hòa băng cháy; (d) Độ rỗng băng cháy ở giếng W2 khu vực Shenhu năm 2007 (sửa từ Zhi Xu và nnk, 2022).

dưới đáy biển ở khu vực Shenhu (độ sâu nước biển 1.266 m). Đây là lần đầu tiên thế giới thành công trong việc khai thác an toàn băng cháy trong bột kết chứa sét argillite, là loại khó phát triển khai thác nhất và chiếm hơn 90% tài nguyên băng cháy toàn cầu (Bảng 2) [5].

Đợt khai thác thử nghiệm thứ 2 kéo dài 183 ngày từ tháng 10/2019 đến tháng 4/2020. Lần đầu tiên trên thế giới, Trung Quốc khai thác thành công băng cháy bằng công nghệ giếng ngang từ tầng chứa ở độ sâu 237 - 304 m tại khu vực Shenhu (Bảng 3). Trung Quốc áp dụng hệ thống

Bảng 2. Kết quả của 2 đợt thử nghiệm khai thác băng cháy tại khu vực Shenhu

Đợt	Thời gian		Loại tầng chứa	Kiểu giếng	Thời gian khai thác liên tục	Sản lượng khí trung bình (m ³ /ngày)	Sản lượng khí cộng dồn (m ³)
1	10/5 - 9/7/2017	60 ngày	Bột (Mud silt)	Thẳng đứng	7 ngày 19 giờ	5.151	30,9 × 10 ⁴
2	20/10/2019 - 19/4/2020	183 ngày	Bột (Mud silt)	Ngang	30 ngày	28,7 × 10 ⁴	861,4 × 10 ⁴

Bảng 3. Các thông số của tầng chứa khí khu vực Shenhu ở Biển Đông ở các giai đoạn thăm dò khác nhau và kết quả ước tính tài nguyên khí tự nhiên

Thời gian	Nguồn tài liệu	Diện tích (km ²)	Bề dày (m)	Độ rỗng (%)	Độ bão hòa (%)	Hệ số thể tích khí	Thể tích khí tại chỗ (m ³)
Trước 1999	Địa chấn	3.000	300	20	100	160	29 × 10 ¹²
1999 - 2007	5 giếng	425	25	45	25	164	0,199 × 10 ¹²
2007 - 2017	19 giếng	22 - 600	1 - 77,3	15 - 60	5 - 50	160	0,066 × 10 ¹²
		300	14,18	35	28		

giám sát môi trường “4 trong 1” trong lòng đất, không khí, nước, đảm bảo không có rò rỉ khí methane và không có sự cố địa chất trong quá trình khai thác thử nghiệm, điều này khẳng định tính khả thi của phát triển xanh băng cháy [5]. Hai đợt thử nghiệm này đã khẳng định các công nghệ chính, khả năng thu hồi kỹ thuật băng cháy, đồng thời cung cấp dữ liệu có giá trị để đánh giá tài nguyên.

Theo Cục Địa chất Mỹ, Trung Quốc đã vượt trước các quốc gia khác và là quốc gia có triển vọng nhất trong phát triển băng cháy thương mại. Nếu Trung Quốc đạt được sự phát triển quy mô lớn băng cháy, sản lượng khí tự nhiên có thể sẽ tăng lên hơn 80 tỷ m³ vào năm 2035, sự phụ thuộc của Trung Quốc vào nguồn khí nhập khẩu sẽ giảm đi đáng kể. Điều này sẽ giúp Trung Quốc thay đổi mô hình cung cấp năng lượng, cải thiện cơ cấu tiêu thụ năng lượng, đẩy nhanh việc thực hiện các mục tiêu giảm phát thải carbon dioxide [5].

4. Công tác nghiên cứu, tìm kiếm thăm dò băng cháy ở Việt Nam

Ngày 24/9/2007, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 1270/QĐ-TTg bổ sung “Chương trình nghiên cứu, điều tra cơ bản về tiềm năng khí hydrate ở các vùng biển và thềm lục địa Việt Nam” vào nhiệm vụ của “Đề án tổng thể về điều tra cơ bản và quản lý tài nguyên - môi trường biển đến năm 2010, tầm nhìn đến năm 2020” (Đề án 47).

Ngày 3/6/2010, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 796/QĐ-TTg phê duyệt “Chương trình nghiên cứu, điều tra cơ bản về tiềm năng khí hydrate ở các vùng biển và thềm lục địa Việt Nam”. Theo đó, sau giai đoạn nghiên cứu (2007 - 2015), đến giai đoạn 2015 - 2020 bắt đầu đánh giá, thăm dò băng cháy trên vùng biển và thềm lục địa

có triển vọng. Chương trình này gồm 5 nhiệm vụ/dự án: (i) Dự án “Thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu về khí hydrate để xác định các dấu hiệu, tiền đề về tiềm năng khí hydrate ở các vùng biển và thềm lục địa Việt Nam” do Viện Dầu khí Việt Nam (VPI) thực hiện; (ii) Dự án “Nghiên cứu, điều tra, đánh giá, khoanh định các cấu trúc địa chất có triển vọng khí hydrate ở các vùng biển Việt Nam” do Trung tâm Địa chất Khoáng sản biển thuộc Tổng cục Biển và Hải đảo - Bộ Tài nguyên và Môi trường thực hiện; (iii) Dự án “Khoan biển sâu, thu thập mẫu khí hydrate” giao cho Tập đoàn Dầu khí Việt Nam (hiện chưa triển khai); (iv) Dự án “Điều tra chi tiết một số cấu trúc địa chất có triển vọng khí hydrate ở các vùng biển Việt Nam” giao cho Tập đoàn Dầu khí Việt Nam (hiện chưa triển khai); (v) Nhiệm vụ “Bồi dưỡng cán bộ làm công tác nghiên cứu, điều tra khí hydrate” giao Bộ Tài nguyên và Môi trường thực hiện.

Năm 2008, VPI đã thực hiện đề tài nghiên cứu “Cập nhật thông tin, tìm hiểu hoạt động tìm kiếm thăm dò khai thác hydrate khí trên thế giới và dự báo tiềm năng hydrate khí ở Việt Nam”. Kết quả đề tài cho thấy các dấu hiệu nhận biết trên các mặt cắt địa chấn như núi bùn, cột khí, mặt phản xạ mạnh nằm ngay dưới mặt đáy biển sâu có thể liên quan đến băng cháy ở phía Nam bể Sông Hồng, phía Đông bể Phú Khánh, bể Hoàng Sa, bể Trường Sa, bể Tư Chính - Vũng Mây. Các khu vực này có độ sâu nước biển lớn từ 500 đến trên 2.000 m, gần các mỏ dầu khí đã phát hiện, đặc điểm địa chất, địa hình địa mạo và trầm tích đáy biển khá tương đồng với các vùng có cùng vĩ độ đã phát hiện băng cháy trên thế giới [11].

Từ năm 2011 - 2014, Trung tâm Địa chất Khoáng sản biển thuộc Tổng cục Biển và Hải đảo - Bộ Tài nguyên và Môi trường đã hợp tác với Viện Hải dương học Thái Bình Dương - Phân viện Viễn Đông thuộc Viện Hàn lâm Khoa

học Liên bang Nga (POI FEB RAS) thực hiện Dự án “Nghiên cứu, điều tra, đánh giá, khoanh định các cấu trúc địa chất có triển vọng khí hydrate ở các vùng biển Việt Nam” với mục tiêu điều tra, đánh giá tiềm năng băng cháy khu vực có độ sâu nước từ 300 - 2.500 m trên vùng biển Phú Khánh, Tư Chính - Vũng Mây với diện tích 150.000 km². Các công việc chính bao gồm: i) khoanh định các cấu trúc triển vọng băng cháy; ii) đo 3.000 km tuyến địa chấn phân giải cao; iii) lấy mẫu nước, mẫu trầm tích ở 120 - 150 trạm; iv) phân tích các loại mẫu (300 mẫu khí, 200 mẫu khí đồng vị C₁₃ - CH₄, 1.000 mẫu độ hạt, 1.000 mẫu địa hóa nước lỗ rỗng, 1.000 mẫu địa hóa trầm tích); v) cào và lấy 151 mẫu vỏ mangan, kết hạch sắt - mangan [12]. Tuy nhiên, kết quả của dự án chưa được công bố rộng rãi.

Trong giai đoạn 2011 - 2014, VPI đã thực hiện Dự án “Thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu về khí hydrate để xác định các dấu hiệu, tiền đề về tiềm năng khí hydrate ở các vùng biển và thềm lục địa Việt Nam”. Dự án đã phân chia được 11 vùng có khả năng chứa băng cháy trong phạm vi 200 hải lý vùng đặc quyền kinh tế. Các vùng có tiềm năng cao được sắp xếp theo thứ tự: (1) Đông Bắc bể Nam Côn Sơn; (2) trũng Vũng Mây; (3) trung tâm bể Phú Khánh; (4) Tây Hoàng Sa. VPI đề xuất khu vực Đông Bắc bể Nam Côn Sơn là vùng có triển vọng cao nhất cần được triển khai các công việc nghiên cứu tiếp theo [13]. Công tác nghiên cứu, điều tra băng cháy tạm thời dừng lại từ năm 2014 đến nay.

5. Phương hướng tìm kiếm thăm dò băng cháy ở Việt Nam

Biển Đông hội tụ đủ điều kiện hình thành băng cháy như: độ sâu đáy biển, đặc điểm địa mạo, nhiệt độ đáy biển, trầm tích, nguồn khí, các dấu hiệu địa hóa, địa vật lý... [13]. Từ kết quả của chương trình nghiên cứu biển và khoan sâu đại dương, Cục Địa chất Mỹ (USGS) đánh giá Việt Nam có tiềm năng trung bình về băng cháy ở châu Á.

Với mức độ suy giảm sản lượng khai thác dầu khí cao như hiện nay, nếu không thực hiện được công tác thăm dò khai thác vùng nước sâu, đến năm 2030 sản lượng khai thác dự kiến chỉ còn 3,8 triệu tấn dầu và 17,6 tỷ m³ khí; đến năm 2035 chỉ còn 2,1 triệu tấn dầu và 15,2 tỷ m³ khí; không đủ đáp ứng nhu cầu trong nước.

Để đảm bảo duy trì sản lượng dầu khí của Việt Nam ổn định, cần thúc đẩy thực hiện các nghiên cứu, điều tra, đánh giá tiềm năng băng cháy ở các vùng biển sâu phù hợp Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/2/2020 của Bộ Chính trị về “Định hướng chiến lược phát triển năng lượng quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045”

với mục tiêu là: “Phát triển các nguồn cung năng lượng sơ cấp theo hướng tăng cường khả năng tự chủ, đa dạng hóa, bảo đảm tính hiệu quả, tin cậy và bền vững”; “Đổi mới dầu khí đá phiến, khí hydrate (băng cháy), tích cực nghiên cứu, đánh giá sâu hơn về địa chất và áp dụng tiến bộ khoa học - kỹ thuật để mở rộng phạm vi khảo sát; sớm triển khai đánh giá tổng thể, đẩy nhanh khai thác thử nghiệm khi điều kiện cho phép...”.

Trong chiến lược phát triển đến năm 2035 và định hướng đến năm 2045, Petrovietnam xác định “tích cực nghiên cứu tìm kiếm thăm dò các dạng hydrocarbon phi truyền thống (khí than, khí nông, khí đá phiến, khí hydrate...)”. Theo kịch bản phát thải ròng bằng 0 vào năm 2050, lĩnh vực dầu khí cần giảm 40% phát thải CO₂ vào năm 2040, vì vậy cần có sự đầu tư, phát triển các giải pháp công nghệ năng lượng sạch, ít phát thải hơn so với dầu trong đó có băng cháy.

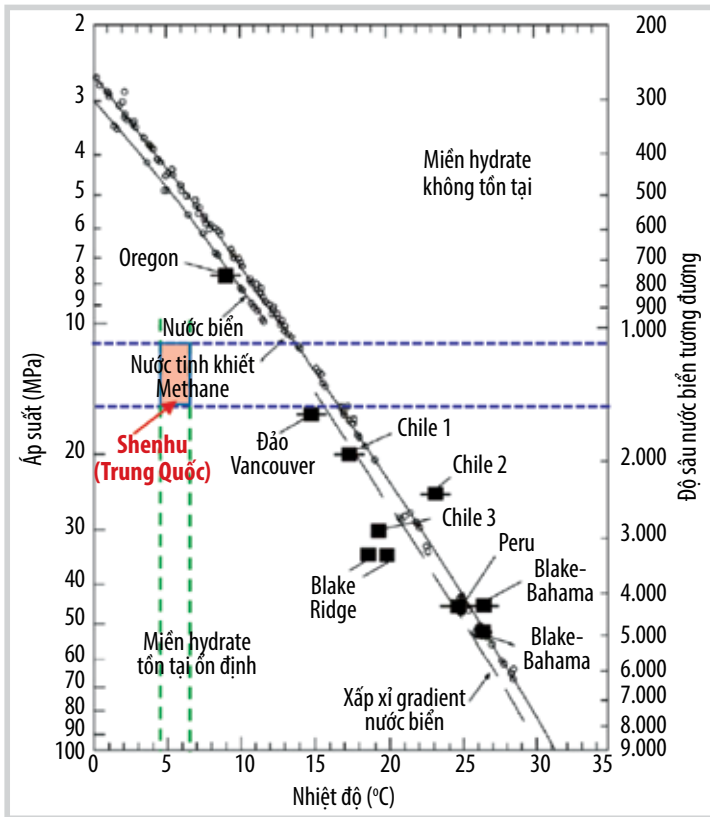
Việt Nam đang ở thời kỳ đầu tiên nghiên cứu, điều tra băng cháy, và đã có nghiên cứu tổng hợp các dấu hiệu, tiền đề về băng cháy. Công tác nghiên cứu, điều tra, thăm dò băng cháy cần được thực hiện theo các giai đoạn từ nghiên cứu, điều tra khu vực đến nghiên cứu, điều tra chi tiết. Các khu vực tiềm năng cho nghiên cứu, điều tra băng cháy gồm: Đông Bắc Nam Côn Sơn (vùng I), trũng Vũng Mây (vùng II) và trung tâm bể Phú Khánh (vùng III). Vùng I đã có các nghiên cứu và biểu hiện băng cháy khá rõ có thể triển khai trước. Khu vực phía Tây bể Hoàng Sa cũng được đánh giá có tiềm năng khá cao về băng cháy, tuy nhiên chưa phù hợp để thực hiện điều tra, tìm kiếm thăm dò.

- Nghiên cứu, điều tra khu vực từ năm 2023 - 2030

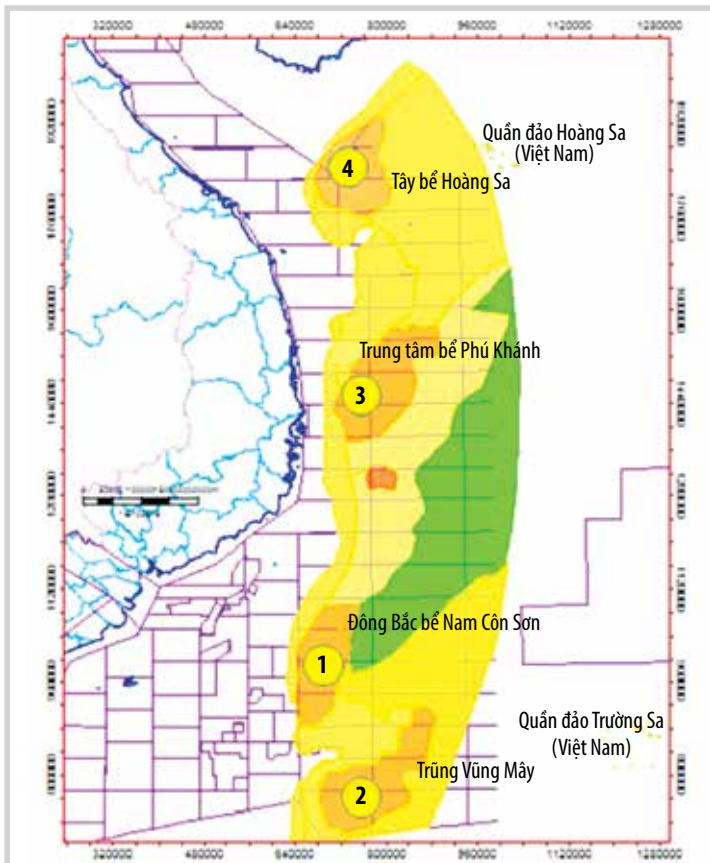
Các nội dung công việc nghiên cứu, điều tra khu vực gồm: i) xử lý lại địa chấn 2D khu vực nhằm xác định các khu vực có dấu hiệu băng cháy; ii) thu nổ tài liệu địa chấn đa kênh phân giải cao 2D với độ sâu thu nổ không quá 1 giây dưới đáy biển với mật độ 20 - 30 km/tuyến; iii) đo thủy âm đa tia (multi-beam echosounder) và thu thập các số liệu đo thực địa để phát hiện khí methane hòa tan; iv) lấy mẫu đáy biển phục vụ phân tích thí nghiệm và mô phỏng sự hình thành và bảo tồn băng cháy; v) nghiên cứu thực nghiệm chính xác hóa các đường cong ổn định pha tương ứng với thành phần và hàm lượng các loại khí trong băng cháy.

- Nghiên cứu, điều tra chi tiết các vùng có triển vọng từ năm 2026 - 2035

Các công việc cần triển khai trong nghiên cứu, điều tra chi tiết gồm: i) thu nổ đàn dày địa chấn 2D đa kênh



Hình 9. Quan hệ giữa áp suất - nhiệt độ nước biển tại các khu vực phát hiện băng cháy trên thế giới và tương quan với các dấu hiệu nhận biết đới băng cháy ổn định bởi mặt mô phỏng đáy BSR (khởi hình vuông màu đen) [14]. Khu vực Shenhua (Trung Quốc) theo tài liệu của Ming Su [15].



Hình 10. Các khu vực tiềm năng cho công tác nghiên cứu, điều tra băng cháy [13].

phân giải cao, xử lý và minh giải lại các tài liệu mới và cũ nhằm nâng cao độ tin cậy; ii) thu nổ địa chấn 3D và kết hợp đo chi tiết thủy âm phân giải cao nhằm nhận dạng các dấu hiệu địa vật lý như mặt phản xạ mô phỏng đáy BSR, cấu trúc ống khói...; iii) khoan các giếng thăm dò, lấy mẫu lõi băng cháy; iv) tính toán tài nguyên băng cháy.

- Phân tích thí nghiệm, đào tạo nguồn lực

Các công việc khác cần được thực hiện trong quá trình nghiên cứu, điều tra gồm: i) chuẩn bị các giếng khoan tìm kiếm, thăm dò băng cháy (lựa chọn vị trí, nghiên cứu, xây dựng chương trình khoan...); ii) các phân tích trong phòng thí nghiệm (tính chất vật lý, hóa học, áp suất lỗ rỗng, vi cổ sinh...); iii) xây dựng chương trình mô hình địa chất tầng chứa băng cháy; iv) xây dựng quy trình, chương trình đánh giá tài nguyên băng cháy và tổng kết sau khi khoan. Bên cạnh đó, cần tăng cường đào tạo về thăm dò, khai thác băng cháy trong và ngoài nước; tổ chức và tham gia các hội nghị, hội thảo băng cháy trong và ngoài nước.

6. Kết luận và đề xuất

Hoạt động kinh tế thế giới hiện nay vẫn chủ yếu dựa vào các nguồn năng lượng có carbon. Việc thay đổi cân bằng của các loại nhiên liệu trong hỗn hợp năng lượng có thể làm giảm áp lực lên hệ thống khí hậu toàn cầu và các hệ sinh thái của thế giới. Trong số các nguồn nhiên liệu hóa thạch thông thường, khí tự nhiên thải ra ít carbon nhất trên mỗi đơn vị năng lượng được sản xuất, được coi là cầu nối hợp lý trong quá trình chuyển đổi sang tương lai năng lượng không carbon. Khí từ băng cháy biển là nguồn khí thiên nhiên phi truyền thống có tiềm năng lớn, có thể đáp ứng nhu cầu năng lượng ngày càng tăng trong tương lai.

Mặc dù công tác nghiên cứu, điều tra, thăm dò khai thác băng cháy gần đây được triển khai khá mạnh mẽ, song vẫn chưa có khai thác thương mại, chỉ đang ở giai đoạn khai thác thử trong thời gian ngắn như ở Liên bang Nga, Canada, Mỹ (băng cháy ở vùng đóng băng vĩnh cửu trên đất liền), đặc biệt là Nhật Bản và Trung Quốc đã đạt được các kết quả quan trọng trong khai thác thử băng cháy biển.

Vùng biển và thềm lục địa Việt Nam là khu vực có tiềm năng về băng cháy. Nghiên cứu, điều tra, thăm dò băng cháy với mục tiêu quan trọng khẳng

định sự có mặt của băng cháy ở Biển Đông thuộc chủ quyền của Việt Nam là cần thiết, phù hợp với Nghị quyết số 55-NQ/TW ngày 11/2/2020 của Bộ Chính trị về định hướng Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045 và mục tiêu chiến lược của Tập đoàn Dầu khí Việt Nam đến năm 2035 và định hướng đến năm 2045.

Để tiếp tục triển khai thực hiện công tác điều tra, tìm kiếm thăm dò băng cháy cần huy động các nguồn lực hiện có của quốc gia với sự hỗ trợ của Chính phủ, các bộ, ngành, sự hợp tác của các cơ quan nghiên cứu, trường đại học. Chiến lược về khoáng sản năng lượng biển (dầu khí, băng cháy, khoáng sản rắn đáy biển, điện gió ngoài khơi) cần sớm được xây dựng phù hợp với Nghị quyết số 36-NQ/TW ngày 22/10/2018 về Chiến lược phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045. Chương trình băng cháy quốc gia - “Chương trình nghiên cứu, điều tra cơ bản về tiềm năng khí hydrate ở các vùng biển và thềm lục địa Việt Nam” cần được cập nhật trên cơ sở đánh giá kết quả của các dự án đã thực hiện đến nay, tiếp tục thúc đẩy thực hiện chương trình này.

Về mặt pháp lý, Chính phủ, các bộ ngành cần xem xét, bổ sung các chính sách, khung pháp lý liên quan đến điều tra, thăm dò, khai thác băng cháy bao gồm các quy định, tiêu chuẩn về kỹ thuật, an toàn môi trường, kinh tế - quản lý... Ngoài ra, cần xây dựng chương trình, đẩy mạnh hợp tác với các đối tác Nhật Bản và Mỹ là các quốc gia có kinh nghiệm cũng như tiềm lực thực hiện các dự án về băng cháy.

Petrovietnam cần chuẩn bị nguồn lực để thực hiện các bước từ nghiên cứu, điều tra khu vực đến nghiên cứu, điều tra chi tiết băng cháy trong giai đoạn tiếp theo; xây dựng, triển khai kế hoạch đào tạo, bồi dưỡng, phát triển đội ngũ cán bộ nghiên cứu, thực hiện điều tra, thăm dò khai thác băng cháy; tìm kiếm, tăng cường hợp tác với các tập đoàn, công ty dầu khí, năng lượng, các đối tác quốc tế và khu vực có kinh nghiệm cũng như tiềm lực để hợp tác thực hiện các dự án về băng cháy.

Tài liệu tham khảo

- [1] USGS, “Gas hydrate in nature”, 2021. [Online]: Available: <https://wim.usgs.gov/geonarrative/hydrateinnature/>.
- [2] Centre for Gas hydrate Research, “What are gas hydrate?”. [Online]: Available: <https://hydrate.site.hw.ac.uk/what-are-gas-hydrates/>.
- [3] Y.C. Beaudoin, W. Waite, S.R. Dallimore, and R. Boswell, “Frozen heat: A UNEP global outlook on methane gas hydrates”, *United Nations Environment Programme*, 2014.
- [4] Ru-wei Zhang, Jing-an Lu, Pen-fei Wen, Zeng-gui Kuang, Bao-jin Zhang, Hua Xue, Yun-xia Xu, and Xi Chen, “Distribution of gas hydrate reservoir in the first production test region of the Shenhu area, South China Sea”, *China Geology*, Vol. 1, No. 4, pp. 493 - 504, 2018. DOI: 10.31035/cg2018049.
- [5] Na Wei, Ruiling Bai, Jinzhou Zhao, Yao Zhang, and Jin Xue, “The prospect of natural gas hydrate (NGH) under the vision of peak carbon dioxide emissions in China”, *Petroleum*, Vol. 7, No. 4, 2021. DOI: 10.1016/j.petlm.2021.11.001.
- [6] Koji Yamamoto, Norio Tenma, and Masanori Abe, “Japan’s phase four methane hydrate research program”, *Fire In The Ice: Methane Hydrate Newsletter*, Vol. 21, No. 1, 2021.
- [7] Ai Oyama and Stephen M. Masutani, “A review of the methane hydrate program in Japan”, *Energies*, Vol. 10, No. 10, 2017. DOI: 10.3390/en10101447.
- [8] Tetsuya Fujii, Kiyofumi Suzuki, Tokujiro Takayama, Machiko Tamaki, Yuhei Komatsu, Yoshihiro Konno, Jun Yoneda, Koji Yamamoto, and Jiro Nagao, “Geological setting and characterization of a methane hydrate reservoir distributed at the first offshore production test site on the Daini-Atsumi Knoll in the Eastern Nankai trough, Japan”, *Marine and Petroleum Geology*, Vol. 66, pp. 310 - 322, 2015. DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2015.02.037.
- [9] MH21 news, “Project targets in 2023”. [Online]. Available: https://www.mh21japan.gr.jp/english/mh21s_project.html
- [10] G. Zhang, S. Yang, M. Zhang, J. Liang, J. Lu, M. Holland, and P. Schultheiss, “GMGS2 expedition investigates rich and complex gas hydrate environment in the South China Sea”, *Fire In The Ice: Methane Hydrate Newsletter*, Vol. 14, No. 1, 2014.
- [11] Trần Châu Giang, “Cập nhật thông tin, tìm hiểu hoạt động tìm kiếm thăm dò khai thác hydrate khí trên thế giới và dự báo tiềm năng hydrate khí ở Việt Nam”, Viện Dầu khí Việt Nam, 2008.
- [12] Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển, “Hợp tác xây dựng dự án khí hydrate”, Công văn số 176/CV-TTĐCKSB, 23/6/2011.

[13] Trịnh Xuân Cường, "Thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu về khí hydrate để xác định các dấu hiệu, tiền đề về tiềm năng khí hydrate ở các vùng biển và thềm lục địa Việt Nam", Viện Dầu khí Việt Nam, 2014.

[14] Douglas J. Turner, Robert S. Cherry, and E. Dendy Sloan, "Sensitivity of methane hydrate phase equilibria to sediment pore size", *Fluid Phase Equilibria*, Vol. 228 - 229, pp. 505 - 510, 2005. DOI: 10.1016/j.fluid.2004.09.025.

[15] Ming Su, Rui Yang, Wang Hongbin, Sha Zhibin, Liang Jinqiang, Nengyou Wu, Qiao Shaohua, and Cong Xiaorong, "Gas hydrates distribution in the Shenhu area, northern South China Sea: Comparisons between the eight drilling sites with gas hydrate petroleum system", *Geologica Acta*, Vol. 14, No. 2, pp. 79 - 100, 2016. DOI: 10.1344/GeologicaActa2016.14.2.1.

UPDATES ON GAS HYDRATE INVESTIGATION, EXPLORATION AND PRODUCTION IN THE WORLD AND FURTHER DIRECTION OF ITS INVESTIGATION AND EXPLORATION IN VIETNAM

Nguyen Anh Duc

Vietnam Oil and Gas Group

Email: ducna@pvn.vn

Summary

Gas extracted from gas hydrate is an unconventional source of natural gas with high potential, being common both in terrestrial deposits in the Arctic and in marine deposits along continental margins. Vietnam is located in an area that is assessed to have a good potential of gas hydrate. In recent years, the investigation, exploration and trial production of gas hydrate have been paid much attention and strongly deployed in many countries. A series of key projects of geological-technical characterisation, resources assessment, and trial production have been carried out and obtained encouraging results in many regions around the world. In Vietnam, there have been general studies, preliminary assessment of gas hydrate premises and indicators.

The article summarises the current status of the investigation, exploration and exploitation of gas hydrate in the world and especially in Japan, China, and makes suggestions on further direction of its investigation and exploration in Vietnam.

Key words: Gas hydrate, potential area, trial production.