

LỰA CHỌN GIẢI PHÁP ĐÓNG MỚI VÀ HOÁN CẢI CÁC KHO CHỨA NỔ CHO CÁC MỎ KHAI THÁC DẦU KHÍ TRÊN THềm LỤC ĐỊA VIỆT NAM

ThS. Nguyễn Ngọc Vinh

Công ty CP Đầu tư Kỹ thuật và Phát triển Công nghệ biển Việt Nam

TS. Đinh Khắc Minh

Viện Khoa học Công nghệ Tàu thủy

KS. Nguyễn Tất Hoàn

Công ty Liên doanh Điều hành Cừ Long

ThS. Nguyễn Văn Diệp

Công ty CP Dịch vụ Lắp đặt, Vận hành và Bảo dưỡng công trình Dầu khí biển PTSC

Tóm tắt

Đối với ngành công nghiệp dầu khí ngoài khơi, sử dụng kho nổi, chứa, xử lý và xuất dầu thô (FSO/FPSO) là một giải pháp hiệu quả đối với các mỏ dầu ở vùng nước sâu, xa bờ, đặc biệt là đối với mỏ cận biên khi chi phí xây dựng tuyến ống dẫn tỏ ra không hiệu quả. Trên thế giới hiện có 2 xu thế rõ rệt là (1) đóng mới kho chứa nổi để sử dụng cho vùng biển có điều kiện môi trường khắc nghiệt hoặc các mỏ có thời gian khai thác dài (trên 15 năm) và (2) hoán cải tàu dầu thành FSO/FPSO để sử dụng cho các mỏ có thời gian khai thác ngắn (dưới 15 năm) ở vùng biển có điều kiện môi trường tương đối êm hòa (như Tây Phi, Đông Nam Á, Brazil...). Việc lựa chọn giải pháp đóng mới hoặc chuyển đổi tàu chở dầu sẵn có thành kho chứa dầu nổi phụ thuộc vào kết quả phân tích hiệu quả kinh tế của quá trình đầu tư.

Nội dung bài viết phân tích ưu, nhược điểm của các xu thế trên trong điều kiện áp dụng thực tế tại Việt Nam; phân tích đặc điểm, ưu nhược điểm của các dạng tàu có khả năng hoán cải thành FSO/FPSO, từ đó cung cấp cho các nhà quản lý/chủ đầu tư bức tranh tổng quát hơn trước khi quyết định lựa chọn phương án đầu tư hiệu quả nhất.

1. Tổng quan về FSO/FPSO

Theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6474-2007 “Quy phạm phân cấp và giám sát kỹ thuật kho chứa nổi” [1], FSO/FPSO là phương tiện dùng để xử lý/sản xuất hydrocarbon và/hoặc chứa và xuất hydrocarbon. FSO/FPSO có nhiều cấu hình như: dạng tàu, dạng giàn cột ổn định hoặc các dạng khác tùy thuộc vào chức năng khai thác và vận hành. Tùy vào chức năng và nhu cầu khai thác của mỏ, FSO/FPSO có các tên gọi khác nhau, nhưng nói chung gồm 2 dạng chính:

- FPSO: Kho nổi, xử lý, chứa và xuất dầu (floating production, storage and offloading).
- FSO: Kho nổi, chứa và xuất dầu không có thiết bị xử lý (floating storage and offloading).

1.1. Phân loại FSO/FPSO

FSO/FPSO là một kết cấu nổi gồm hệ thống máy móc, trang thiết bị đảm bảo an toàn, động cơ đẩy (nếu là dạng tự hành) và các bộ phận chức năng phụ khác. Kết cấu của FSO/FPSO có thể là dạng tàu (có và không có động cơ đẩy), dạng cột ổn định hoặc bất kỳ dạng kết cấu nổi nào khác được thiết kế riêng.

- FSO/FPSO dạng tàu là FSO/FPSO có thân chiếm nước, có thể là loại thân tàu hoặc xà lan được thiết kế mới hay hoán cải thành phương tiện sản xuất và/hoặc chứa. Phương tiện loại này có thể có động cơ đẩy và/hoặc thiết bị định vị (Hình 1a). So với các dạng công trình biển nổi khác thì FSO/FPSO dạng tàu có mớn nước nông nhưng lại có diện tích đường mặt nước lớn, có diện tích lớn để lắp đặt các trang thiết bị xử lý sơ bộ và không gian chứa lớn.

- FSO/FPSO dạng giàn có cột ổn định là phương tiện dạng nửa ngầm có các ponton ngầm và boong được đỡ bởi các cột ổn định. FSO/FPSO dạng này có diện tích đường mặt nước nhỏ và mớn nước vừa phải.

- Các dạng khác của FSO/FPSO là: FSO/FPSO có hình dạng kiểu mới và được đóng theo mục đích như giàn neo căng và dạng phao trụ (spar) (Hình 1b). FSO/FPSO dạng giàn neo căng hoặc phao trụ nói chung có mớn nước sâu, diện tích đường mặt nước nằm trong phạm vi vừa và nhỏ.

Hiện nay trên thế giới có 4 FSO/FPSO dạng phao trụ, đều là những công trình được thiết kế mới theo mục đích sử dụng đặc biệt. Do kho chứa nổi dạng cột ổn định và dạng phao trụ hiện nay trên thế giới được ứng dụng chưa

nhiều nên trong bài báo này, nhóm tác giả chủ yếu đề cập đến kho chứa nổi có dạng tàu.

1.2. Cấu tạo của FSO/ FPSO

Một FSO/FPSO có thể bao gồm các thành phần chính sau:

- Thân FSO/FPSO (hull) bao gồm toàn bộ phần thân vỏ, khoang kết nơi dùng để chứa sản phẩm sau khi sơ chế.

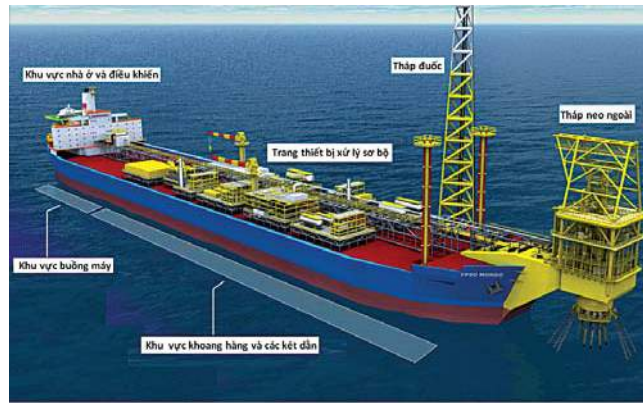
- Hệ thống định vị, neo (mooring system) là hệ thống neo buộc định vị giữ FSO/FPSO tại một vị trí. Hệ thống này gồm: dây neo buộc, các đầu nối và thiết bị, tời, cọc, neo và thiết bị đẩy. Hiện trên thế giới sử dụng rất nhiều các dạng neo khác nhau tùy vào đặc điểm điều kiện khai thác FSO/FPSO nhưng chủ yếu gồm 3 nhóm chính: neo chùm (spread), neo đơn (single point mooring) và neo đầu cuối (bow and stern mooring).

- + Neo chùm là hệ thống gồm nhiều dây neo võng (catenary) được buộc vào các cọc hoặc neo cắm ở đáy biển. Tại mỗi đầu của dây neo được gắn vào tời hoặc chi tiết chặn (stopper) trên kho chứa nổi qua sôma dẫn hướng. Một dây neo võng có thể gồm nhiều đoạn với các phao nổi hoặc các cục gia tải dọc theo dây. Đặc điểm của hệ neo này sẽ cố định hướng của công trình, vì vậy khả năng chịu tác động từ môi trường lớn nên không thể dùng cho vùng biển sâu hoặc vùng biển có điều kiện thời tiết khắc nghiệt. Tuy nhiên, dạng neo này cho phép dễ dàng kết nối các ống riser nổi từ đầu giếng lên mạn. Ở một số vùng biển có điều kiện thời tiết tốt đã có những nghiên cứu ứng dụng hệ ống riser dạng ống cứng kết hợp với thiết bị kéo đặt trên boong thay thế cho ống mềm để giảm thiểu chi phí.

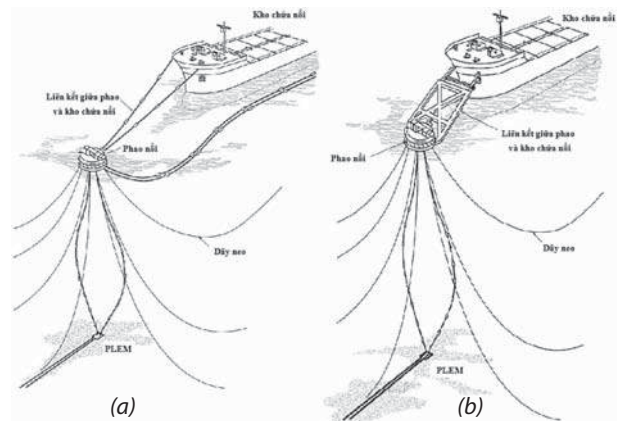
- + Neo đơn là dạng neo cho phép FSO/FPSO xoay theo tác động của các điều kiện thời tiết. Ba loại neo đơn chính thường được dùng là: neo CALM, neo SALM và neo tháp.

Neo CALM (catenary anchor leg mooring) là hệ thống bao gồm 1 phao lớn được giữ bởi các dây neo võng. FSO/ FPSO được buộc vào phao bằng xích mềm hoặc kết cấu khung cứng (dạng neo này thường được sử dụng đối với dạng FSO/FPSO được hoán cải từ tàu dầu). Hình 2 thể hiện dạng phao CALM điển hình.

Neo SALM (single anchor leg mooring) là hệ thống gồm 1 kết cấu neo có sẵn tính nổi được đặt tại hoặc gần



Hình 1. FSO/FPSO dạng tàu (a) và FSO/FPSO dạng phao trụ (b)



Hình 2. Neo CALM dạng cằng nối mềm (a) và neo CALM dạng cằng nối cứng (b)

bề mặt nước và được neo xuống đáy biển bằng liên kết dạng khớp hoặc bằng 1 tháp cố định. Dạng neo này thích hợp đối với dạng FSO/FPSO được hoán cải từ tàu dầu. Hình 3 thể hiện dạng phao SALM điển hình.

Neo tháp (turret) gồm nhiều chân neo gắn vào 1 tháp chỉ cho phép FSO/FPSO quay xung quanh tháp, nhờ đó FSO/FPSO có thể xoay theo tác động của điều kiện thời tiết. Tháp neo có thể được gắn bên trong hoặc bên ngoài tại mũi hoặc thân FSO/FPSO. Thông thường tháp này được nối xuống đáy biển thông qua hệ thống neo chùm. Vị trí của tháp neo có thể ở phía trong thân hoặc được đưa ra ngoài phía mũi của FSO/FPSO (Hình 4).

- + Neo đầu cuối (bow and stern mooring): FSO/FPSO được cố định tại vị trí khai thác bằng hai hệ phao neo độc lập đặt ở mũi và đuôi của công trình. Loại neo này chỉ áp dụng cho những công trình gần bờ, điều kiện môi trường biển êm hòa.

- Hệ thống xử lý/sản xuất (production) là hệ thống công nghệ gồm hệ thống xử lý, hệ thống an toàn và điều khiển, hệ thống trợ giúp công nghệ và các thiết bị phụ trợ cho quá trình xử lý hỗn hợp chất lỏng hydrocarbon và khí từ giếng. Thông thường, hệ thống này là các module

được đặt cao hơn mặt boong chính khoảng vài mét ($\geq 3\text{m}$), nhưng các đường ống liên quan lại đặt ngay trên mặt boong chính. Phụ thuộc vào kích thước của thân vỏ và bố trí thượng tầng, các module thượng tầng có thể có nhiều sàn để lắp đặt các thiết bị xử lý gas, nước và dầu. Các trang thiết bị thượng tầng sẽ được chế tạo thành từng cụm hoàn chỉnh. Hệ thống công nghệ gồm các hệ thống sau:

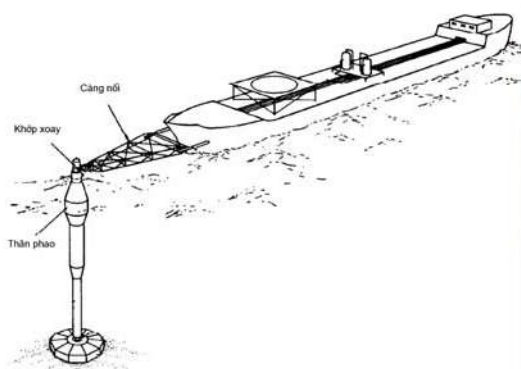
- + Hệ thống xử lý chất lỏng, gas hoặc hỗn hợp hydrocarbon từ giếng;
- + Hệ thống phụ trợ trợ giúp công nghệ như các hệ thống cung cấp năng lượng, khí nén, thủy lực, hơi, nước cho quá trình xử lý. Các hệ thống được dùng để kích hoạt giếng như hệ thống bơm khí, nước, hóa chất xuống giếng qua cây noel;
- + Hệ thống phát điện cho việc xuất dầu/khí;
- + Bộ phận và thiết bị điện liên quan đến thiết bị công nghệ;
- + Các hệ thống khác không đề cập ở trên như hệ thống sản xuất và/hoặc xử lý methanol, hệ thống khử muối;
- + Hệ thống ép vỉa: bơm trực tiếp nước hoặc khí đồng hành xuống vỉa để đảm bảo duy trì áp suất vỉa;

+ Hệ thống xuất và nhập dầu/khí gồm các ống cứng, ống mềm hoặc kết hợp cả hai loại ống trên, các bộ phận liên quan đến ống đứng như hệ thống kéo căng, các module nổi, phao nổi dọc ống đứng, kẹp cố định, hệ thống neo và các hệ thống điều khiển an toàn. Trong một hệ thống xuất và nhập tiêu biểu của FSO/FPSO, điểm bắt đầu là điểm nối ống đứng với PLEM và điểm kết thúc là điểm kết nối ống đứng với FSO/FPSO. Các điểm kết nối thông thường là mặt bích đầu ra (hoặc mặt bích đầu vào) của PLEM và mặt bích đầu vào (hoặc mặt bích đầu ra) của FSO/FPSO;

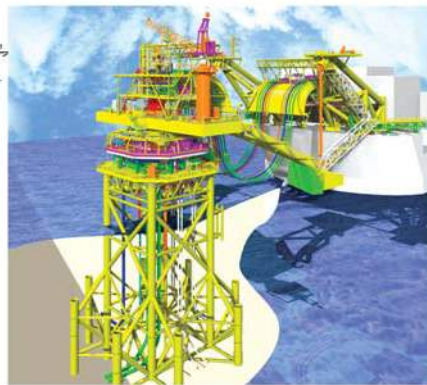
- + Khu sinh hoạt và điều khiển (accommodation) là nơi có buồng điều khiển, khu nhà ở và sinh hoạt chung của mọi người trên FSO/FPSO;
- + Sân bay (helideck) dùng để vận chuyển hàng và nhân lực bằng đường hàng không. Tùy theo cách bố trí công năng của FSO/FPSO mà sân bay có thể đặt trực tiếp lên nóc khu nhà ở hoặc nhô ra phía biển;
- + Hệ thống cầu (crane) dùng để cẩu nhắc các trang thiết bị, nhu yếu phẩm... phục vụ quá trình hoạt động của FSO/FPSO hoặc công việc sản xuất;

+ Cản đuốc (flare boom) là hệ thống dùng để đốt khí đồng hành và khí tự nhiên xuất hiện trong quá trình khoan thăm dò, khai thác (không thải trực tiếp vào môi trường);

- + Hệ thống ống công nghệ và điều khiển;
- + Hệ thống thiết bị hàng hải (navigation equipments);
- + Hệ thống cứu sinh, cứu hỏa.



(a)



(b)

Hình 3. Neo SALM dạng phao trụ nổi khớp với đáy biển (a) và neo SALM dạng tháp liên kết cố định với đáy biển bằng hệ cọc (b)



(a)



(b)

Hình 4. Neo tháp ngoài (a) và neo tháp trong (b)

2. Nhu cầu và thực trạng sử dụng FSO/FPSO khai thác dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam

Ở Việt Nam các mỏ mới được phát hiện và các mỏ dự kiến khai thác đều ở độ sâu dưới 150m nước và là mỏ biên về góc độ kinh tế. Để khai thác hiệu quả các mỏ ngoài khơi, cần nghiên cứu áp dụng hệ thống khai

Bảng 1. Các kho chứa nổi đã và đang sử dụng tại các mỏ của Việt Nam

TT	Tên công trình	Dạng	Tên, dạng tàu hoán cải	Trọng tải/sức chứa	Khả năng xử lý dầu/khí	Dạng neo	Mỏ khai thác
1	FSO MV12	ĐM	***	-/300.000 thùng	18.000 thùng dầu /ngày	Tháp ngoài	Rồng Đồi
2	FSO MV19	ĐM	***	-/360.000 thùng	30.000 thùng dầu/ngày	Tháp ngoài	Sông Đốc
3	FSO Rạng Đông MV17	ĐM	***	-/350.000 thùng	60.000 thùng dầu/ngày	Tháp ngoài	Rạng Đông
4	FPSO Rạng Đông I *	HC	Prostor I oil tanker	800.000 thùng	53.000 thùng dầu/ngày/ 80 triệu ft ³ khí tiêu chuẩn/ngày	Tháp ngoài	Rạng Đông
5	FPSO Thái Bình Việt Nam	ĐM	***	-/1.000.000 thùng	65.000 thùng dầu/ngày/ 19,5 triệu ft ³ khí tiêu chuẩn/ngày	Tháp ngoài	Sư Tử Đen
6	FSO Queens Way	ĐM	***	159.878MT/ 1.140.015 thùng	130.000 thùng dầu/ngày	Tháp ngoài	Sư Tử Vàng
7	FPSO Ruby Princess *	HC	Suemax	141.000DWT/ 1.000.000 thùng	30.000 thùng dầu/ngày/ 17 triệu ft ³ khí tiêu chuẩn/ngày	Tháp ngoài	Ruby
8	FPSO Ruby Princess II	HC	**	141.000DWT	30.000 thùng dầu/ngày	Tháp ngoài	Ruby
9	FSO Kamari	HC	**	134.430DWT	**	CALM	Đại Hùng
10	FSO Ba Vì	HC	Bralanta oil tanker	1.000.000 thùng	**	CALM	Mỏ Rồng
11	FSO Chí Linh	HC	Krym oil tanker	150.500DWT/ 975.000 thùng	70.000 thùng dầu/ngày	CALM	Bạch Hổ
12	FSO Chi Lăng *	HC	**	1.000.000 thùng	70.000 thùng dầu/ngày	CALM	Bạch Hổ
13	FSO Vietsovetro 01	ĐM	***	150.000DWT/ 1.000.000 thùng	**	Tháp ngoài	Bạch Hổ
14	FSO PTSC Bạch Hổ	ĐM	***	150.000DWT	**	Tháp ngoài	Bạch Hổ
15	FSO Sư Tử Vàng	ĐM	**	**	**	Tháp ngoài	Sư Tử Vàng
16	FSO Orkid	HC	Aframax	745.000 thùng	42.900 thùng dầu/ngày	CALM	Bunga Orkid
17	FPSO Lewek Emas	HC	**	683.000 thùng	50.000 thùng dầu/ngày	Tháp trong	Chim Sáo

Ghi chú: (*): các công trình đã từng được khai thác tại Việt Nam hiện nay đã được thanh lý hoặc không sử dụng nữa; (**): chưa có số liệu thống kê, (***) : không áp dụng, ĐM: dạng đóng mới; HC: dạng hoán cải

thác theo quan điểm “giàn và các trang thiết bị phải phù hợp”. Đáp ứng quan điểm này mô hình sử dụng các giàn dầu giếng kiểu giàn nhẹ kết hợp một FSO/FPSO có công suất thích hợp cho quá trình khai thác, chứa, xử lý và xuất dầu thì chi phí đầu tư ban đầu cũng như chi phí duy trì và thanh lý giải bản mỏ sẽ là thấp nhất.

Hiện nay, các mỏ dầu đang khai thác ở Việt Nam chủ yếu đều sử dụng FSO/FPSO để chứa dầu khai thác từ giếng lên rồi vận chuyển về bờ bằng các tàu trung chuyển. Một số mỏ đang khai thác sử dụng kho chứa nổi để phục vụ quá trình khai thác dầu khí gồm Bạch Hổ và Rồng (Vietsovetro) kết nối với các mỏ lân cận như: Cá Ngừ Vàng (Hoan Vu JOC), Đồi Mồi (VJR), Đại Hùng (PVEP),

Rạng Đông (JVPC), Ruby, Topaz và Pearl (PCVL), Sư Tử Đen/Sư Tử Trắng (Cuu Long JOC), Bunga Orkid (TML), Rồng Đồi (KNOC), Chim Sáo (Premier Oil). Ngoài ra, các mỏ mới đã và đang có kế hoạch phát triển xây dựng để đưa vào khai thác trong giai đoạn 2011 - 2015, bao gồm cả các giàn khai thác và hệ thống kho chứa nổi như: Tê Giác Trắng, Hải Sư Đen/Trắng, Mộc Tinh - Hải Thạch, Lam Sơn, Thăng Long - Đông Đô, Lô B - Ô Môn, Hàm Rồng, Mèo Trắng, Gấu Trắng, Voi Trắng, Kinh Ngư... (Bảng 1).

Theo kế hoạch phát triển mỏ của Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam, nhu cầu sử dụng FSO/FPSO ở Việt Nam trong tương lai là rất lớn.

3. Điều kiện môi trường biển tại các khu vực mỏ khai thác dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam

Điều kiện môi trường biển là dữ liệu đầu vào quan trọng trong quá trình thiết kế, đánh giá lựa chọn công trình biển cho mỏ dự định khai thác và ảnh hưởng trực tiếp đến thông số hình dạng, độ bền (liên quan đến lượng tôn sắt thép đóng mới và bổ sung khi hoán cải). Hiện nay, bộ số liệu thông số môi trường biển Việt Nam tại một số vùng trầm tích đã được Cục Đăng kiểm Việt Nam đánh giá xử lý. Đây là bộ số liệu có thể sử dụng trong giai đoạn thiết kế sơ bộ cho các công trình khai thác dầu khí trên thềm lục địa Việt Nam (trong giai đoạn thiết kế chi tiết cần phải có số liệu môi trường biển cho từng lô, vị trí mà công trình dự kiến khai thác).

Theo những nghiên cứu về số liệu môi trường biển tại các vùng trầm tích đã được Cục Đăng kiểm Việt Nam thực hiện và số liệu thiết kế, chế tạo của các công trình trên thềm lục địa Việt Nam có thể tổng hợp các đặc trưng về số liệu môi trường phục vụ thiết kế công trình biển theo các vùng trầm tích (Bảng 2).

Khi hoàn tất việc phân tích số liệu môi trường, đặc trưng quá trình sản xuất tại mỏ (sơ đồ công nghệ xử lý) có thể định dạng các kích thước, hình dạng thân vỏ của FSO/FPSO và các yêu cầu như: lượng chiếm nước, mớn nước không tải và mớn nước đầy tải phù hợp với điều kiện mỏ và điều kiện thời tiết tại thềm lục địa Việt Nam.

4. Lựa chọn thông số của FSO/FPSO phù hợp với điều kiện khai thác các mỏ tại Việt Nam

Có 4 yêu cầu chính ảnh hưởng đến kích thước của FSO/FPSO:

- Việc đảm bảo khả năng chứa dầu tương thích với tốc độ xử lý và kế hoạch xuất dầu (khoảng thời gian dự định giữa hai lần xuất dầu);
- Đảm bảo không gian của thượng tầng đủ an toàn cho việc lắp đặt hệ thống xử lý khu vực sinh hoạt nhà ở;

- Lượng chiếm nước và khả năng dẫn đủ để giảm ảnh hưởng gây ra do các chuyển động của công trình lên hệ thống xử lý và hệ ống riser;

- Không gian dự kiến bố trí hệ tháp neo (tháp trong, tháp ngoài) và lượng chiếm nước gây ra do ảnh hưởng của lực căng hệ neo làm giảm khả năng chứa của công trình.

Đặc điểm của các FSO/FPSO được thiết kế

kiểu, thông số kỹ thuật phù hợp với điều kiện môi trường biển, tính chất của loại dầu, công suất khai thác của mỏ cho từng dải điều kiện khai thác tại các mỏ dự định khai thác. Thông số của FSO/FPSO cần thiết để lựa chọn đối với một mỏ khai thác dầu khí là sức chứa và công suất xử lý.

Đặc điểm và giá thành một FSO/FPSO để khai thác tại một mỏ phụ thuộc vào:

- Kế hoạch khai thác, sản xuất của mỏ theo thời gian. Yếu tố này ảnh hưởng đến quy mô của hệ thống xử lý, kích thước và bố trí các khoang kết. Đây chính là yếu tố đầu vào để lựa chọn khả năng chứa, xử lý và xuất dầu cho FSO/FPSO.

- Khả năng chứa và xử lý của FSO/FPSO phụ thuộc vào:

- + Tốc độ xử lý sản phẩm và chu kỳ xuất sản phẩm: yếu tố này ảnh hưởng đến kích thước và dung tích của kho chứa, quy mô của trang thiết bị xử lý;

- + Số lượng sản phẩm khác nhau của sản phẩm sau khi xử lý sơ bộ;

- + Yêu cầu về khả năng lưu trữ đệm (buffer storage);

- + Đặc trưng của dầu trong giếng;

- + Tốc độ và áp lực của khí và nước ép vỉa;

- + Nhiệt độ của dầu trong các kết sau khi xử lý.

- Chiều sâu nước và điều kiện môi trường tại khu vực khai thác ảnh hưởng đến hệ neo và yêu cầu về điều kiện độ bền của công trình.

Bảng 2. Vận tốc dòng chảy lớn nhất ở các khu vực [18]

Khu vực	Vận tốc dòng triều (m/s)	Vận tốc dòng do gió (m/s)	Vận tốc dòng chảy trong bão (m/s)
I	0,79	0,36	3,31
II	0,70	0,28	3,40
III	1,08	0,32	2,79
IV	0,80	0,26	3,43
V	1,18	0,38	3,58

Bảng 3. Giá trị chiều cao sóng Hmax (m) tương ứng với các chu kỳ lặp [18]

Khu vực	Chu kỳ lặp, năm		
	25	50	100
I	17,6	18,3	19,0
II	17,3	17,9	18,5
III	16,9	17,6	18,4
IV	16,0	16,7	17,3
V	15,3	15,8	16,3

- Các yêu cầu trong quá trình hoạt động (cả trong quá trình vận hành và kéo biển) khai thác và độ tin cậy của công trình.

- Các yêu cầu về không gian lắp đặt hệ thống thiết bị xử lý trên boong và khu vực sinh hoạt.

- Vị trí và cách thức xuất sản phẩm cho tàu trung chuyển (cập mạn - side by side hay bố trí phía sau - tandem). Đối với trường hợp tàu trung chuyển cập mạn cần phải bố trí hệ thống chống va xem xét khả năng va chạm còn khi bố trí trước sau thì không cần xét đến khả năng này.

- Tuổi thọ khai thác dự kiến.

Tiến hành đánh giá và xem xét các yếu tố sau đây dựa trên các thông số đầu vào nêu trên để xác định FSO/FPSO đầu tư đóng mới, hoán cải hay đi thuê FSO/FPSO:

- + Tính kinh tế của dự án với từng trường hợp (trường hợp hoán cải phụ thuộc rất nhiều vào đặc điểm kinh tế, kỹ thuật của tàu dự kiến định hoán cải);

- + Tuổi thọ của mỏ và cách thức khấu hao công trình theo tuổi thọ của mỏ;

- + Giá trị còn lại của hệ thống sau khi sử dụng;

- + Khả năng sử dụng tiếp (tái sử dụng ở các mỏ khác).

Cách đơn giản để lựa chọn khả năng chứa của FSO/FPSO là xác định lượng dầu thô lớn nhất dự định xuất cho tàu chung chuyển và tính thêm công suất dự phòng. Thông thường lượng dự phòng cho phép lưu trữ thêm lượng dầu sản xuất trong 5 ngày với công suất vận hành lớn nhất để phòng trường hợp tàu trung chuyển đến chậm và chờ điều kiện thời tiết thuận lợi cho việc xuất dầu. Đôi khi có thể linh hoạt bằng cách giảm công suất vận hành khi xảy ra tình huống bất lợi.

Đối với những mỏ có sản lượng khai thác dưới 40.000 thùng/ngày chỉ cần sử dụng 1 FSO/FPSO dạng không tự hành có trọng tải từ 600.000 - 800.000 thùng (tương đương 84.000 - 110.000 tấn) và khả năng xử lý 60.000 thùng/ngày. Hiện nay, trên thế giới có xu thế đóng những FSO/FPSO dạng vừa và nhỏ để tiết kiệm chi phí đầu tư ban đầu cũng như giảm chi phí bảo dưỡng trong quá trình vận hành.

Theo phân tích sơ bộ về trữ lượng, điều kiện hóa tính của dầu khai thác của các mỏ dầu ở Việt Nam, đối với các mỏ có quy mô vừa và nhỏ chỉ cần sử dụng kho chứa nổi có sức chứa 500.000 - 800.000 thùng (tương đương khoảng 75.000 - 110.000 tấn) và sử dụng neo dạng CALM, SALM

(đối với dạng được chuyển đổi từ tàu dầu) hoặc turet ngoài (đối với dạng đóng mới).

Đối với những vùng nước nông, điều kiện môi trường tương đối êm hòa như khu vực vùng biển Tây Cà Mau (vùng V) có thể xem xét phương án sử dụng FSO/FPSO được hoán cải từ tàu dầu sử dụng hệ neo chùm. Khi sử dụng hệ neo chùm, công trình không thể xoay theo tác động của điều kiện môi trường (tải trọng môi trường tác động lên hệ tăng). Phương án này có thể giảm thiểu được hệ thống ngầm (cụm PLEM), các ống riser có thể bắt trực tiếp lên hệ giá treo ống được lắp đặt hai bên mạn.

5. Giải pháp đóng mới FSO/FPSO

Theo tổng kết của cơ quan đăng kiểm Lloyd's Register (Vương quốc Anh), trên thế giới hiện có khoảng 60% kho chứa nổi được đóng mới, 40% còn lại được chuyển đổi từ tàu chở dầu.

FSO/FPSO được thiết kế và chế tạo mới có các tính năng thích hợp hơn đối với các mục đích đặc biệt (sử dụng khai thác sớm các mỏ sau khi phát hiện, thỏa mãn điều kiện không cần lên đà kiểm tra định kỳ trong quá trình khai thác...) hoặc khai thác trong điều kiện môi trường biển khắc nghiệt hay để sử dụng lâu dài (ví dụ tuổi thọ khai thác lớn hơn 15 năm).

- Những ưu điểm chủ yếu của giải pháp đóng mới FSO/FPSO:

- + Thông số của công trình phù hợp với đặc trưng của mỏ dự kiến khai thác;

- + Dễ dàng xác định được tuổi thọ thiết kế và tuổi thọ mỏ ứng với một mỏ nhất định;

- + Dễ dàng kiểm soát những rủi ro có thể xảy ra về mặt kinh tế, kỹ thuật và môi trường;

- + Hệ thống được thiết kế thỏa mãn những vùng có điều kiện môi trường khắc nghiệt;

- + Khả năng thương mại và giá trị còn lại của công trình sau khi sử dụng cao.

- Một số nhược điểm của giải pháp đóng mới FSO/FPSO:

- + Chi phí đầu tư ban đầu lớn;

- + Thời gian triển khai dự án dài và chi phí quản lý lớn.

6. Giải pháp hoán cải tàu chở dầu thành FSO/FPSO

Giải pháp chuyển đổi tàu chở dầu thành FSO/FPSO thay vì phải thiết kế và chế tạo mới là giải pháp được

nhiều nhà khai thác sử dụng, đặc biệt đối với mỏ trong vùng có điều kiện môi trường biển tương đối êm hòa như điều kiện biển Việt Nam. Hiện có hơn 2/3 các công trình biển dạng tàu đang khai thác trên thế giới được hoán cải từ các tàu dầu. Đối với những mỏ cận biên, FSO/FPSO được hoán cải từ tàu chở dầu tỏ ra ưu việt hơn so với đóng mới do chi phí ban đầu bỏ ra ít và nhanh chóng được đưa vào khai thác.

Khi tàu chở dầu được sử dụng để hoán cải thành FSO/FPSO, IMO không bắt buộc phải thỏa mãn các Quy định 19 và 20 Phụ lục 1 của Công ước MARPOL [19], trừ khi được chính quyền hàng hải của quốc gia ven biển mà công trình khai thác tại đó quy định. Điều này chủ yếu ảnh hưởng đến yêu cầu bố trí dẫn và yêu cầu về vỏ kép. Thông thường đối với FSO/FPSO đóng mới chỉ cần thỏa mãn điều kiện mạn kép để chống va nếu là dạng không tự hành.

Hiện nay, FSO/FPSO dạng được hoán cải từ tàu chở dầu đã được xem xét xây dựng cho các vùng biển có điều kiện môi trường tương đối khắc nghiệt. Số lượng các tàu chở dầu thích hợp với việc chuyển đổi (là những tàu đáp ứng đồng thời cả điều kiện kinh tế và kỹ thuật khi chuyển đổi) thành FSO/FPSO ngày càng ít đi.

6.1. So sánh điểm khác nhau trong quá trình thiết kế, vận hành khai thác giữa tàu chở dầu và FSO/FPSO

6.1.1. Tổng quan về kích thước cơ bản của tàu chở dầu và FSO/FPSO

Mối tương quan giữa các kích thước chủ yếu ảnh hưởng đến các tính năng khác nhau trong thiết kế. Ví dụ, việc tăng chiều dài của thân tàu sẽ ảnh hưởng đến sức chứa, tăng lực neo buộc và mở rộng vùng nguy hiểm, ảnh hưởng đến chi phí. Thông thường chi phí chế tạo FPSO nhỏ nhất khi tỷ số L/B (chiều dài đặc trưng/chiều rộng đặc trưng) là nhỏ nhất..

Chiều chìm phải đạt tối đa so với chiều dài và chiều rộng. Chiều rộng cũng phải đạt tối đa so với diện tích mặt boong thiết kế. Mặc dù chiều chìm là tham số kích thước nhỏ nhất nhưng lại là yếu tố ảnh hưởng toàn bộ đến khả năng chứa của FPSO, ngoài ra chiều chìm cũng phải đủ lớn để tránh hiện tượng vỗ đáy (bottom slamming) quá mức. Hệ số béo thể tích của FPSO phải đạt tối đa để tăng sức chứa và tăng hiệu quả sử dụng của công trình.

Theo các số liệu thống kê của HSE [13, 14, 15]:

- Tỷ số L/B (chiều dài đặc trưng/chiều rộng đặc trưng) và T/D (chiều cao mạn/chiều chìm cực đại) của các kho chứa nổi dạng được chuyển đổi từ tàu chở dầu lớn

hơn so với dạng đóng mới. Sự phân phối trọng lượng và lực đẩy nổi trên các kho chứa nổi dạng được đóng mới có thể khác đáng kể so với dạng được chuyển đổi từ tàu chở dầu dẫn đến kết quả có sự khác biệt lớn giữa các hiệu ứng trên nước được tính toán và các giá trị cho phép được xác định theo quy phạm.

- Tỷ số giữa mô men uốn sagging và hogging theo phương đứng gây ra do sóng trên kho chứa nổi dạng được đóng mới (khoảng 1 - 1,33) lớn hơn so với các kho chứa nổi dạng được chuyển đổi từ tàu chở dầu (khoảng 0,72 - 1). Điều này cho thấy các hệ số an toàn đối với dạng phá hủy do mô men uốn sagging và hogging là rất khác nhau.

6.1.2. Các yếu tố thiết kế vận hành

Trong một số trường hợp, điều kiện hoạt động của công trình biển dạng tàu có thể phức tạp hơn so với tàu chở dầu: nhiệt độ của dầu chứa trong các khoang cao hơn, số chu trình nhập và xuất hàng nhiều hơn... Công trình biển dạng tàu chịu tải trọng tương đối lớn so với tàu chở dầu do phải bố trí thêm một số thiết bị thượng tầng và các trang thiết bị xử lý làm tăng tải trọng tác động lên kết cấu boong và nâng cao tọa độ trọng tâm của công trình so với tàu chở dầu ban đầu. Vì vậy các yếu tố này cần được xem xét chi tiết khi kiểm tra điều kiện bền, mạn khô, ổn định nguyên vẹn, ổn định tai nạn. Bảng 4 thể hiện sự khác biệt chính giữa tàu chở dầu và FSO/FPSO trong quá trình hoạt động [1, 3, 6, 7, 8, 16].

6.2. Các dạng tàu chở dầu phù hợp với điều kiện chuyển đổi thành FSO/FPSO

Căn cứ những yếu tố, đặc điểm khác nhau cơ bản giữa các thể hệ tàu chở dầu đã được thiết kế và chế tạo trong lịch sử tàu được phân ra như sau:

- Thể hệ 1 được thiết kế và chế tạo trong giai đoạn từ năm 1970 - 6/1982, là các tàu vỏ đơn có kích thước lớn do chưa ứng dụng các phương pháp số để tính toán nên mức độ chính xác không cao, đòi hỏi mức độ dự trữ về độ bền lớn. Thép sử dụng để chế tạo tàu trong giai đoạn này phần lớn là thép thường nên kích thước của kết cấu và lượng dự trữ ăn mòn tương đối lớn. Công nghệ đóng tàu còn nhiều hạn chế (công nghệ hàn và kiểm tra chất lượng mối hàn), độ tin cậy của công trình không cao.

Đầu thế kỷ XXI là thời điểm thuận lợi cho quá trình chuyển đổi tàu chở dầu thành kho chứa nổi do kích thước kết cấu tương đối lớn phù hợp với việc hoán cải (FPSO Ruby Princess đã được khai thác tại mỏ Ruby là dạng được

hoán cải từ tàu chở dầu trong giai đoạn này). Hơn nữa giá thành của tàu dạng này tại thời điểm đó thấp do thời gian khai thác đã lâu (gần 30 năm) là yếu tố thuận lợi để cân nhắc lựa chọn. Hiện nay, những tàu dạng này hầu hết đã chuyển đổi thành kho chứa nổi hoặc đã thanh lý, số tàu còn lại cũng không thể đem chuyển đổi được do một số nguyên nhân:

- + Các tàu chở dầu dạng này là những tàu vỏ đơn nên không phù hợp với quy định kỹ thuật hiện hành là tối thiểu FSO/FPSO phải có kết cấu mạn kép, đối với những vùng có khả năng va chạm với đáy biển còn phải yêu cầu thêm đáy đôi (vấn đề này vẫn có thể khắc phục bằng cách bổ sung mã hộp (sponson) nhưng chi phí khá tốn kém).

- + Vật liệu chế tạo đã bị lão hóa, để khắc phục cần kinh phí đầu tư lớn mà công trình sau khi chuyển đổi lại có tuổi thọ khai thác không dài nên không mang tính khả thi.

- + Quy định của Nhà nước Việt Nam về giới hạn tuổi tàu đã qua sử dụng đăng ký lần đầu tại Việt Nam không quá 15 năm.

- Thế hệ 2 được thiết kế và chế tạo từ tháng 6/1982 - 7/1996, là những tàu chở dầu có kích thước kết cấu mỏng hơn so với thế hệ 1. Kết cấu tàu trong giai đoạn này đã sử dụng thép cường độ cao làm giảm trọng lượng kết cấu thép và được thiết kế tối ưu do sử dụng phương pháp PTHH để tính toán. Điều này cũng ảnh hưởng đến việc tăng khả năng xuất hiện các vết nứt mỏi và khả năng ăn mòn trong quá trình khai thác kho chứa nổi sau khi được

chuyển đổi trong thời gian dài (ví dụ 10 năm hoặc lâu hơn nữa). Tàu được đóng trong giai đoạn này chủ yếu là vỏ đơn, một số có đáy đôi (chủ yếu là tàu đóng sau năm 1990). Hiện nay, những tàu chở dầu được thiết kế và chế tạo trong giai đoạn này có giá thành rẻ (do tuổi thọ khai thác lớn (trên 20 năm) và phải loại bỏ theo quy định của IMO về vỏ kép.

Quy định về vỏ kép hay được sử dụng đối với các FSO/FPSO để phòng tránh các rủi ro do va chạm hoặc mắc cạn khi di chuyển nhưng hiện nay chính quyền hàng hải của một số quốc gia ven biển chỉ yêu cầu FSO/FPSO thỏa mãn điều kiện mạn kép theo khuyến cáo của IMO nêu tại Nghị quyết MEPC.139(53). Tàu chở dầu vỏ đơn vẫn có khả năng thỏa mãn yêu cầu về mạn kép sau khi chuyển đổi bằng cách bổ sung thêm kết cấu như dạng mã hộp (sponsons). Đối với FSO/FPSO khai thác ở vùng biển ít có khả năng va chạm đáy (xa bờ, địa hình không phức tạp) thì chính quyền hàng hải của quốc gia ven biển hiện chỉ yêu cầu đảm bảo điều kiện mạn kép.

FSO/FPSO được chuyển đổi từ tàu chở dầu thế hệ này hoàn toàn có thể đảm bảo được điều kiện khai thác trong vòng 10 năm và thích hợp với các mỏ nhỏ có tuổi thọ khai thác ngắn. Như vậy, việc hoán cải các tàu chở dầu trong giai đoạn này hoàn toàn có khả năng nhưng cần lưu ý đến tuổi của tàu trước khi tiến hành chuyển đổi. Giá trị công trình sau khi chuyển đổi từ tàu chở dầu không cao. Tàu dạng này ở Việt Nam hiện nay hầu như không có. Như vậy, trở ngại lớn nhất của việc lựa chọn dạng tàu này để

Bảng 4. Sự khác biệt chính giữa tàu chở dầu và FSO/FPSO trong quá trình hoạt động

Tàu chở dầu	FSO/FPSO
Điều kiện thiết kế là môi trường sóng biển Bắc Đại Tây Dương	Điều kiện thiết kế là môi trường biển tại khu vực dự kiến khai thác và tuyến hàng hải dự định kéo (kéo từ địa điểm đóng mới tới mỏ khai thác hoặc kéo từ mỏ vào ụ để sửa chữa)
Sóng có chu kỳ lặp từ 20 - 25 năm	Sóng có chu kỳ lặp 100 năm
Chủ yếu là tác động của sóng	Tác động của gió và dòng chảy cũng khá đáng kể
Giới hạn số lượng các chu trình chất và dỡ tải, quá trình này được thực hiện trong cảng hoặc khu vực được che chắn	Quá trình chất và dỡ tải thường xuyên và quá trình này thường thực hiện ngoài mỏ chịu ảnh hưởng trực tiếp của điều kiện thời tiết
Các điều kiện tải trọng ít	Nhiều điều kiện tải trọng khác nhau và nhiều trạng thái trung gian
Khoảng 70% thời gian khai thác ngoài biển	Gần 100% thời gian khai thác ngoài biển
Có thể tránh được điều kiện thời tiết bất lợi trong quá trình khai thác	Khai thác tại vị trí cố định, do vậy phải chịu được các yếu tố bất lợi của điều kiện môi trường biển tại khu vực khai thác
Phải định kỳ vào ụ kiểm tra sửa chữa sau 5 năm	Có thể được thiết kế làm việc liên tục không phải vào ụ sửa chữa (trừ các trường hợp sự cố đặc biệt)
Không có trang thiết bị thượng tầng	Có thiết bị thượng tầng (hệ thống trang thiết bị xử lý lắp đặt trên mặt boong), vì vậy cần phải xem xét ảnh hưởng của quá trình tương tác giữa thượng tầng và kết cấu mặt boong

chuyển đổi là quy định của Nhà nước về giới hạn tuổi của tàu đã qua sử dụng đăng ký lần đầu tại Việt Nam.

- Thế hệ 3 là tàu chở dầu vỏ kép được thiết kế và chế tạo từ tháng 7/1996 - 2006. Giai đoạn này, OPA90 chính thức có hiệu lực do đó các tàu chở dầu phải được thiết kế dạng vỏ kép và sử dụng thép cường độ cao ở một số khu vực quy định. Nói chung, các tàu chở dầu được thiết kế và chế tạo trong giai đoạn này đều thỏa mãn các yêu cầu đặt ra để chuyển đổi thành FSO/FPSO. Việc chuyển đổi dễ dàng do thời gian khai thác ngắn (dưới 15 năm), có thể nhập khẩu dạng tàu này để chuyển đổi thành FSO/FPSO. Ngoài ra, do chất lượng tôn sắt thép còn tốt và đều là các tàu dạng vỏ kép nên khối lượng tôn sắt thép cần bổ sung để hoán cải ít. Kho chứa sau khi được chuyển đổi từ dạng tàu này đáp ứng được các yêu cầu khắt khe của chính quyền hàng hải các quốc gia ven biển (điều kiện vỏ kép). Công trình sau khi chuyển đổi sang FSO/FPSO có giá trị cao, trong khi chi phí đầu tư ban đầu không lớn.

- Thế hệ 4 là tàu chở dầu vỏ kép được chế tạo từ năm 2006 đến nay tuân thủ theo quy phạm chung (CSR) của Hiệp hội Tổ chức Phân cấp Quốc tế (IACS). Tàu dạng này còn rất mới (thời gian khai thác dưới 5 năm), việc hoán cải thành FSO/FPSO thuận lợi do trang thiết bị còn mới, khả năng tận dụng cao. Do các yêu cầu cao trong quá trình thiết kế kết cấu công trình theo quy phạm chung nên lượng tôn sắt thép cần bổ sung khi chuyển đổi không nhiều, quá trình duy tu bảo dưỡng sau khi chuyển đổi ít tốn kém, có khả năng khai thác trong thời gian dài, giá trị của công trình sau khi chuyển đổi cao. Tuy nhiên, chi phí đầu tư ban đầu lớn, hơn nữa tàu thế hệ 4 ít bán trên thị trường.

6.3. Những điểm cần lưu ý trong quá trình chuyển đổi tàu chở dầu thành FSO/FPSO

Các điều kiện tiên quyết sau phải được xem xét khi lựa chọn một tàu chở dầu để chuyển đổi thành FSO/FPSO:

- Giá của tàu dầu dự định sử dụng để hoán cải;
- Vùng hoạt động và lịch sử sử dụng của tàu trước khi hoán cải: khu vực hoạt động (tuyến hoạt động); các điều kiện hoạt động (lịch sử hoạt động), đây chính là các yếu tố liên quan đến tổn thương môi của kết cấu công trình;
- Công suất xử lý dự kiến và khả năng chứa của FSO/FPSO sau khi được chuyển đổi;
- Độ bền dự trữ và tuổi thọ môi thiết kế ban đầu;

- Các kích thước cơ bản của tàu chở dầu và khả năng chứa của nó;

- Dạng tàu chở dầu (Suezmax, Panamax hoặc VLCC, ULCC). Hầu hết các tàu chở dầu cỡ lớn đều có khả năng được lựa chọn để hoán cải thành FSO/FPSO. Đối với tàu dạng Suezmax và Panamax, khả năng chứa của FSO/FPSO sau chuyển đổi sẽ nhỏ hơn 1,5 triệu thùng dầu, đối với tàu dạng VLCC sau khi chuyển đổi có thể chứa nhiều hơn 1,5 triệu thùng dầu. Các tàu chở dầu dạng VLCC, ULCC có thể hoán cải thành FSO/FPSO có sức chứa lớn (trên 150.000DWT);

- Tuổi tàu (năm đóng): liên quan đến chất lượng của vật liệu (khả năng bị lão hóa hoặc bị môi);

- Bố trí kết cấu thân vỏ (vỏ đơn, mạn kép đáy đơn, vỏ kép hay đáy đôi mạn đơn);

- Trạng thái của kết cấu thân vỏ: hiện trạng thực tế của kết cấu (ăn mòn, thay thế, bảo dưỡng...). Đối với phần kết cấu, điều quan trọng cần xem xét chính là lượng thép bổ sung cần thiết để hoán cải không được quá lớn;

- Xem xét khả năng tái sử dụng hệ thống máy móc và trang thiết bị hiện có của các tàu chở dầu (sử dụng luôn hoặc nâng cấp theo các mức độ khác nhau tùy vào tình trạng thực tế và yêu cầu cụ thể khi hoán cải) trên FSO/FPSO sau khi hoán cải. Đây là yếu tố quan trọng để giảm chi phí đầu tư ban đầu, song khi thực hiện phải xem xét chi tiết. Các thiết bị và hệ thống có khả năng xem xét để tái sử dụng (xem xét để nâng cấp) gồm [3, 4, 5, 9, 11, 12]: hệ thống máy chính và máy dự phòng, hệ thống máy phát điện, nồi hơi tự đốt (nồi hơi phụ) và nồi hơi kinh tế, hệ thống khởi động bằng khí và hệ thống khí cụ, hệ thống ống (ống dẫn dầu và ống dẫn), hệ thống thủy lực mặt boong, hệ thống hút khô, hệ thống nước biển và hệ thống cứu hỏa, hệ thống hơi nước, hệ thống khí trơ và hệ thống làm sạch dầu thô, hệ thống dầu nhờn, các bơm hàng, bơm dẫn và hệ thống điều khiển đi kèm, hệ thống thông tin liên lạc, hệ thống cấp điện và bảng điều khiển, hệ thống gia nhiệt, các động cơ, hệ thống chiếu sáng, hệ thống báo lửa, báo rò rỉ khí, hệ thống trang thiết bị cứu sinh, cứu hỏa, hệ thống chống ăn mòn (bảo vệ bằng cathodic), khu vực nhà ở.

- Xem xét bổ sung các bộ phận, trang thiết bị mới gồm: hệ thống xử lý sơ bộ dầu, hệ neo (neo chùm, neo tháp hoặc dạng neo đơn) và hệ thống đỡ ống riser, hệ thống tháp đốt, hệ thống trang thiết bị và điều khiển, hệ thống xuất dầu, sàn sân bay trực thăng và các hệ thống đi kèm, hệ thống cầu và tầm hoạt động của chúng, hệ thống

nước ép vữa (nhằm tăng áp suất trong vữa để đảm bảo năng suất khai thác), biện pháp bảo vệ chống hiện tượng nước tràn boong (green-water) như vách chắn và phương pháp phá sóng.

Khi chuyển đổi tàu chở dầu thành FSO/FPSO cần quan tâm đến điều kiện độ bền, vấn đề ổn định do phải bổ sung rất nhiều trang thiết bị xử lý trên boong nên tọa độ trọng tâm của hệ sau khi chuyển đổi cao. Để đảm bảo thành công khi chuyển đổi tàu chở dầu thành FSO/FPSO cần xác định chính xác sự phân bố khối lượng của các trang thiết bị thượng tầng cần phải lắp đặt (hệ ống riser, tháp đốt, khu nhà ở và thiết bị thượng tầng phải được bố trí chi tiết) cũng như lượng tôn sắt thép phải bổ sung để đảm bảo các yêu cầu về độ bền. Điều này sẽ xác định chính xác được mạn khô tối thiểu, tránh hoặc hạn chế lượng được dẫn cố định hoặc phải tăng thể tích các khoang dẫn để điều khiển độ nghiêng, chúi hoặc phải bổ sung lực nổi bằng cách bổ sung các mã hộp (sponson).

Các trang thiết bị thượng tầng được chế tạo thành các module, được lắp đặt trên boong. Đối với các kho chứa nổi được hoán cải từ tàu chở dầu, các module thiết bị thượng tầng được đỡ trên mặt boong tại các vị trí trùng với các vị trí sườn khỏe bằng hệ thống các cột chống. Nguyên tắc này được chứng minh đem lại hiệu quả cao nhất, góp phần giảm thiểu chi phí trong quá trình hoán cải. Do các sườn khỏe thông thường của tàu chở dầu có độ dày từ 12 - 16mm và không được thiết kế để chịu tải trọng cục bộ lớn. Tải trọng gây ra do các module thượng tầng phân đều trên một số lượng lớn gối đỡ, dẫn đến tải trọng của các module gây ra phù hợp với các sườn khỏe hiện hữu của tàu chở dầu. Khả năng chịu tải của các sườn khỏe bị giới hạn nên trọng lượng của mỗi module thượng tầng sẽ bị giới hạn, thường không quá 500 tấn.

6.4. Ưu, nhược điểm của giải pháp hoán cải tàu chở dầu thành FSO/FPSO

Đối với những mỏ cận biên, FSO/FPSO dạng được hoán cải từ tàu chở dầu tỏ ra ưu việt hơn so với dạng đóng mới do chi phí ban đầu bỏ ra ít, có thể tận dụng một số trang thiết bị sẵn có, giảm khối lượng giám sát trong quá trình triển khai dự án và nhanh chóng đưa công trình vào khai thác.

Tuy nhiên, giải pháp hoán cải tàu chở dầu thành FSO/FPSO cũng có một số nhược điểm:

- Tuổi thọ thiết kế của công trình không lớn do tàu chở dầu trước đó đã được sử dụng;

- Điều kiện môi trường biển tại mỏ dự định khai thác bị giới hạn do dạng công trình này chỉ thích hợp với những vùng biển tương đối êm hòa;

- Chi phí vận hành khai thác công trình lớn do quá trình thực hiện hoán cải khó đạt được độ tin cậy cao, do tuổi của công trình lớn nên phải tăng các biện pháp để giảm thiểu rủi ro;

- Giá trị còn lại của công trình sau khi khai thác nhỏ do đó giá bán thấp.

7. Kết luận

Trên cơ sở phân tích, nhóm tác giả nhận thấy việc nghiên cứu chi tiết để tìm ra dạng FSO/FPSO phù hợp với điều kiện kinh tế, điều kiện khai thác của các mỏ trên thềm lục địa Việt Nam là thực sự cần thiết, góp phần đảm bảo an toàn, tiết kiệm chi phí đầu tư, chi phí vận hành (bảo trì, sửa chữa)... Trong bài viết này, nhóm tác giả đã cung cấp một số thông tin cơ bản để các nhà quản lý/chủ đầu tư lựa chọn giải pháp hiệu quả nhất khi đầu tư mới hoặc hoán cải tàu chở dầu thành FSO/FPSO. Để phát triển dịch vụ đóng mới, sửa chữa và nâng cấp các kho chứa nổi FSO/FPSO ở Việt Nam, cần có sự phối hợp nghiên cứu chuyên sâu giữa các ngành (khai thác, phát triển mỏ, công trình biển, đóng tàu...), phát huy tối đa nội lực để thiết kế và chế tạo thành công các FSO/FPSO phù hợp với điều kiện khai thác của Việt Nam với tỷ lệ nội địa hóa cao nhất, từ đó tiết kiệm ngoại tệ cho đất nước do không phải thuê tàu hoặc đóng các tàu chứa ở nước ngoài.

Tài liệu tham khảo

1. TCVN 6474-2007. Quy phạm phân cấp và giám sát kỹ thuật kho chứa nổi.
2. Wanda J. Parker, WJP Enterprises and Todd W. Grove. FPSO standards and recommended practices. American bureau of shipping.
3. Proposed use of floating production, storage, and offloading systems on the Gulf of Mexico outer continental shelf, Western and central planning areas, draft environmental impact statement. Minerals management service, Gulf of Mexico OCS region. August 2000.
4. F.Korbijn, S.Valsgard, O.Bach-Gransmo. Strength evaluation of hull girder for ship type floating units. DNV Report Number 88-0036. 1988.
5. FPSOs present and future workshop. Presentations Houston, TX.

6. Wanda J. Parker, WJP Enterprises and Todd W. Grove. *OTC 13170 FPSO standards and recommended practices*. American Bureau of Shipping.
7. *FPSO and shuttle tanker positioning*. Chris Jenman Global Maritime, Inc.
8. *OTC 16198 Design and conversion of FPSO mystras*. T. Terpstra, IHC Gusto Engineering B.V.; G. Schouten, Single Buoy Moorings Inc.; L. Ursini, Saipem Energy International.
9. *FPSO Design & conversion practice Taco Terpstra*. Gusto engineering.
10. *OTC 15314. A solution for FPSO module integration*. P.A.Thomas, S. Malek, N. Tcherniguin and V. Bestel, Technip-Coflexip.
11. *OTC 13996. FPSOs: Design considerations for the structural interface hull and topsides*. M.H. Krekel, Bluewater offshore production systems (USA) Inc., M.L. Kaminski, Maritime Research Institute Netherlands (MARIN).
12. *UKOOA. FPSO Design guidance notes for ukcs service*. March 2002.
13. *OTO 98164. Reliability based design and assessment of FPSO structures*.
14. *OTO 98172. Shuttle tanker and offloading operations at FPSO/FSU's*.
15. *RR083. Margins of safety in FPSO hull strength*.
16. S. Chakrabarti (Ed.). *Floating offshore platform design*. Handbook of Offshore Engineering. 2005; 7.
17. Nguyễn Văn Đắc. *Trữ lượng dầu mỏ của Việt Nam. Địa chất và Tài nguyên Dầu khí Việt Nam*.
18. PGS.TS. Phan Văn Khôi. *Báo cáo đề tài nghiên cứu cấp bộ về xử lý số liệu môi trường biển phục vụ cho việc thiết kế các công trình biển trong thềm lục địa Việt Nam*. Cục Đăng kiểm Việt Nam.
19. *Guidelines for the application of the revised MARPOL Annex I Requirements to floating production, storage and offloading facilities (FPSOs) and floating storage units (FSUs)*. Resolution MEPC.139(53).

Selection of FSO/FPSO new building and conversion solutions for offshore oil fields on the continental shelf of Vietnam

Nguyen Ngoc Vinh

Vietnam Marine Technology Development and Technical Investment Co.,Jsc (Vimartec)

Dinh Khac Minh

Shipbuilding Science and Technology Institute

Nguyen Tat Hoan

Cuu Long Joint Operating Co., Ltd

Nguyen Van Diep

PTSC Offshore Services Co., Ltd

Summary

Using floating storage offloading/floating production, storage and offloading (FSO/FPSO) for storage and offloading process is an effective solution for oil fields which lie in deep waters and far from shore, especially for marginal fields where the cost of building pipelines proves ineffective.

There are currently two different trends in the world: (1) building new vessels for fields with harsh environmental conditions or a long life (over 15 years), and (2) converting oil tankers for fields with a short life (less than 15 years) or benign environmental conditions such as those in West Africa, Southeast Asia and Brazil. The choice between new building and conversion will depend on the results of the economic efficiency analysis of the investment process.

The article analyses the advantages and disadvantages of each trend under the specific conditions of Vietnam. It also examines the characteristics, the advantages and disadvantages of the types of ships that can be converted into FSO/FPSO, thus giving managers and investors a more general picture that helps them select the most efficient investment plan.