GIẢI PHÁP HIỆU QUẢ VÀ MỘT SỐ VẤN ĐỀ CẦN RÚT RA KHI SỬ DỤNG GIÀN KHOAN TIẾP TRỢ NỬA NỔI NỬA CHÌM (TAD) TRONG VIỆC KHOAN KHAI THÁC TRÊN GIÀN CỐ ĐỊNH CHO DỰ ÁN BIỂN ĐÔNG 1

KS. Hoàng Thanh Tùng, KS. Trịnh Văn Lâm
Công ty TNHH MTV Khoan Dầu khí nước sâu PVD (PVD Deepwater)
Email:tunght@pvdrilling.com.vn

Tóm tắt

Bài báo phân tích ưu/nhược điểm, hiệu quả sử dụng giàn khoan tiếp trợ nửa nổi nửa chìm (TAD) đầu tiên của Việt Nam sau 3 năm khoan phát triển mỏ cho dự án Biển Đông 1 tại mỏ Hải Thạch và Mộc Tinh (bể Nam Côn Sơn). Từ đó, nhóm tác giả đề xuất các giải pháp nhận dạng khả năng hoạt động của giàn thông qua hệ thống mã màu, đồng thời tính toán lựa chọn hệ thống neo định vị giàn, khả năng hoạt động của cầu dẫn có nghiên cứu đến yếu tố thời tiết khu vực… nhằm nâng cao hiệu quả, an toàn trong quá trình vận hành giàn TAD.

Từ khóa: *Giàn khoan tiếp trợ nửa nổi nửa chìm, giải pháp hiệu quả, ứng dụng giàn TAD.*

1. Giới thiệu

Các mỏ khí condensate Hải Thạch và Mộc Tinh thuộc bể Nam Côn Sơn, thềm lục địa Việt Nam. Hai mỏ này nằm cách nhau khoảng 20km, cách Vũng Tàu khoảng 320km về phía Đông Nam, cách mỏ khí Lan Tây khoảng 25km về phía Bắc. Độ sâu nước biển ở khu vực mỏ Mộc Tinh khoảng 118m (387ft) và khu vực mỏ Hải Thạch khoảng 135m (443ft) (Hình 1). Mỏ Hải Thạch được phát hiện năm 1995 (giếng khoan 05.2-HT-1X), sau đó được thẩm lượng năm 1996 (giếng 05.2-HT-2X) và năm 2002 (giếng 05.2-HT-3X/3XZ). Mỏ Mộc Tinh được phát hiện năm 1995 (giếng khoan 05.3-MT-1X) và được thẩm lượng năm 1996 (giếng khoan 05.3-MT-1RX). Kế hoạch đại cương phát triển mỏ Hải Thạch - Mộc Tinh (Dự án Biển Đông 1) được xây dựng và phê duyệt năm 2006.

Biển Đông 1 là dự án khai thác ngoài khơi tại khu vực nước sâu trong điều kiện nhiệt độ cao, áp suất cao, có quy mô lớn nhất tại Việt Nam (tổng khối lượng 3 giàn lên tới gần 60.000 tấn), đòi hỏi các tiêu chuẩn khắt khe về kỹ thuật. Các giàn này sử dụng công nghệ tiên tiến để có thể hoạt động khai thác trong môi trường nước sâu (443ft) với điều kiện địa chất, thủy văn phức tạp.

2. Một số chủng loại giàn khoan điển hình trên thế giới và giải pháp lựa chọn giàn TAD cho việc khoan phát triển tại khu vực nước sâu ở Việt Nam

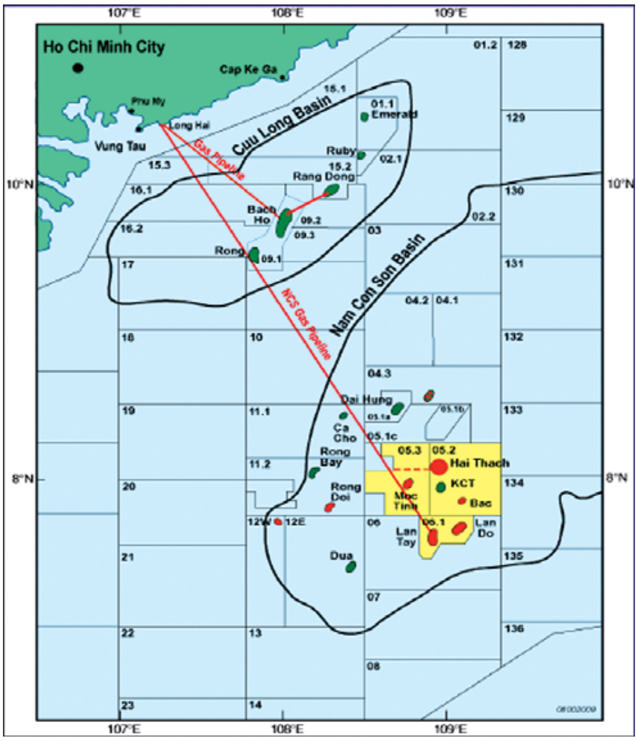
1.1. Phân loại các chủng loại giàn khoan dùng thi công giếng khoan tại các khu vực nước sâu trên thế giới

Hiện nay trên thế giới để khoan khai thác tại các khu vực nước sâu, các công ty thường sử dụng các loại giàn khoan kết hợp giàn đầu giếng như sau [1]:

- Fixed Platform (FP) + Drilling Rig: Platform cố định với khả năng chịu tải của giàn khoan, hoạt động ở chiều sâu nước biển lên tới 1.500ft.

- Compliant Tower (CT) + Drilling Rig: Thiết kế tương tự FP nhưng có khả năng chịu tác động của dao động sóng biển tốt. Có thể hoạt động ở chiều sâu nước biển lên tới 1.000 - 2.000ft.

- Tension Leg Platform (TLP) + Drilling Rig: Kết cấu nổi theo phương đứng, được neo cố định xuống đáy biển, có khả năng chịu tải giàn khoan. Hoạt động tại vùng ít thay đổi mực nước biển, độ sâu đến 4.000ft.



Hình 1. Sơ đồ vị trí mỏ Hải Thạch - Mộc Tinh

- SPAR Platform (SPAR) + Drilling Rig: Kết cấu nổi, được thiết kế theo nguyên lý "vertical cylinder supporting". Có thể chịu được tải trọng giàn và hoạt động ở chiều sâu nước biển lên tới đến 7.500ft.

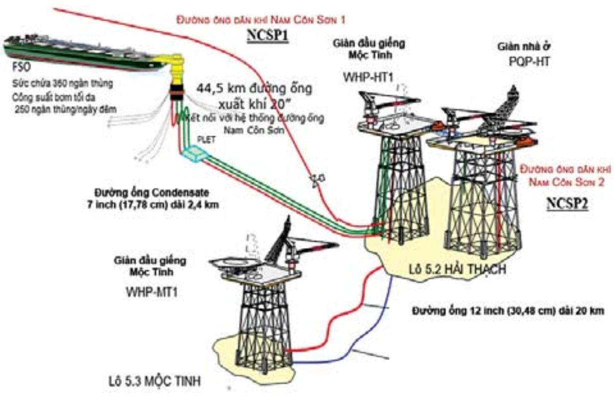
- Semi Submersible (giàn khoan nửa nổi nửa chìm): Thi công các giếng ngầm với độ sâu nước biển lên tới 10.000ft.

- Drill Ship: (tàu khoan): Thi công các giếng ngầm với khả năng hoạt động ở chiều sâu nước biển lên tới 10.000ft.

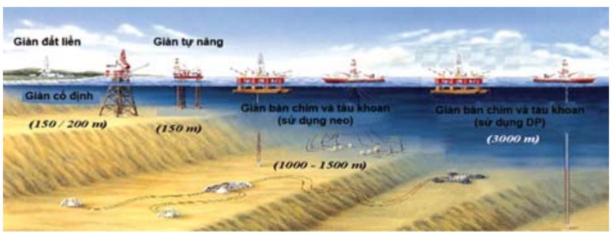
2.2. Giải pháp sử dụng công nghệ giàn khoan TAD để thi công các giếng khoan ở Việt Nam tại vùng nước sâu từ 328 - 6.000ft

Giàn TAD được thiết kế và chế tạo dùng cho khoan công nghệ đầu giếng khô. Tại các vùng nước sâu công nghệ thi công đầu giếng khô (Dry tree) và đầu giếng chìm (Wet tree) được cân nhắc và lựa chọn công nghệ khoan. Tuy nhiên, để đạt được hiệu quả kinh tế nhất trong việc lựa chọn công nghệ cho phân khúc thị trường này cần tính đến các yếu tố sau:

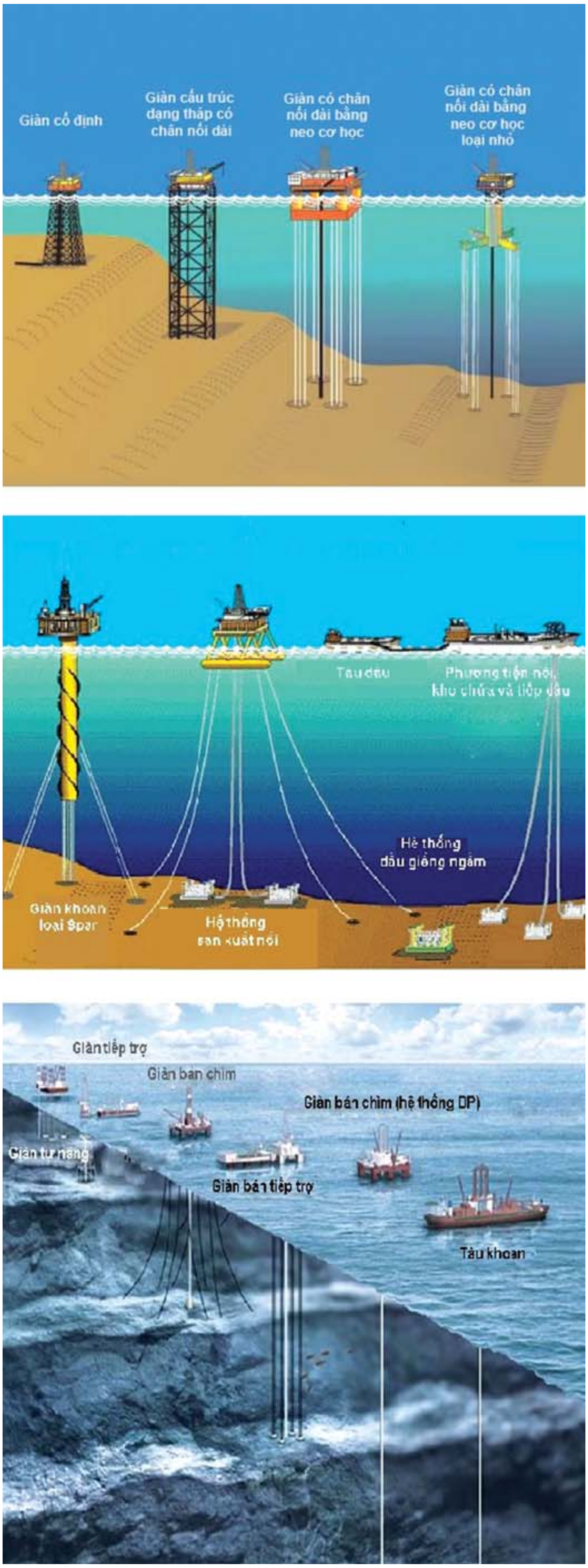
- Thi công đầu giếng khô có hiệu quả cao và đáng tin cậy hơn so với kỹ thuật thi công đầu giếng chìm, hạn chế rủi ro khí nông, kiểm soát giếng khoan dễ dàng hơn.



***Hình 2.** Sơ đồ tổng thể dự án Biển Đông 1*



***Hình 3.** Sơ đồ phân loại giàn khoan theo mức nước sâu*



***Hình 4.** Một số chủng loại giàn khoan tiêu biểu*

Bảng 1. *Một số thông tin liên quan tới việc ứng dụng công nghệ đầu giếng tại một số mỏ nước sâu trên thế giới [2]*

Tên mỏ	Năm	Khu vực	Chiều sâu *(ft)*	Giàn đầu giếng	Công nghệ đầu giếng
Lena (ExxonMobil)	1984	GoM	1.000	Compliant Tower	Đầu giếng khô
Joliet (Conoco)	1989	GoM	1.762	TLP	Đầu giếng khô
Auger	1993	GoM	2.860	TLP	Đầu giếng khô
Mars	1996	GoM	2.940	TLP	Đầu giếng khô
Ram Powell	1997	GoM	3.200	TLP	Đầu giếng khô
Neptune	1997	GoM	1.936	Spar	Đầu giếng khô
Baldpate	1998	GoM	1.650	Compliant Tower	Đầu giếng khô
Morpeth (Agip)	1998	GoM	1.669	Mini TLP	Đầu giếng chìm
Allegheny (Agip)	1999	GoM	3.300	Mini TLP	Đầu giếng chìm
Ursa	1999	GoM	3.950	TLP	Đầu giếng khô
Marlin (BP Amoco)	1999	GoM	3.235	TLP	Đầu giếng khô
Genesis (Chevron)	1999	GoM	2.500	Spar	Đầu giếng khô
Petronius (Texaco)	2000	GoM	1.755	Compliant Tower	Đầu giếng khô
Brutus	2001	GoM	2.985	TLP	Đầu giếng khô
Prince (El Paso)	2001	GoM	1.450	TLP	Đầu giếng khô
Typhoon (Chevron)	2001	GoM	2.001	Mini TLP	Đầu giếng chìm
Medusa (Murphy)	1999	GoM	2.500	Spar	Đầu giếng khô
Nakika	2003	GoM	6.340	Semi	Đầu giếng chìm
Matterhorn	2003	GoM	2.798	TLP	Đầu giếng khô
Gunnison	2004	GoM	3.100	Spar	Đầu giếng khô
BC-10	2009	Brazil	5.800	FPSO	Đầu giếng chìm
Perdido	2010	GoM	8.000	Spar	Đầu giếng chìm

Hình 5. *Giàn khoan TAD trên mỏ Mộc Tinh*

- Việc thi công đầu giếng chìm phức tạp hơn, chi phí cao hơn, thời gian dài hơn, khó khăn trong quá trình sửa chữa giếng, chi phí đầu tư dài hạn cao hơn nhiều so với thi công theo công nghệ đầu giếng khô đặc biệt ở các mỏ có trữ lượng từ trung bình đến lớn, mỏ khai thác lâu dài.

Điểm khác biệt lớn nhất giữa công nghệ sử dụng đầu giếng khô và đầu giếng chìm là khả năng kiểm soát giếng khoan và yếu tố an toàn khi vận hành. Đối với phát triển cho phân khúc nước sâu, các loại giàn đầu giếng phù hợp để sử dụng công nghệ giàn khoan TAD gồm: Giàn TLP (Tension Leg Platform), giàn dạng ống trụ (Spar Platform), giàn cố định (Fixed Wellhead Platform), giàn đầu giếng dạng tháp (Compliant Tower).

Vì vậy, công nghệ đầu giếng khô với giàn khoan TAD rất phù hợp với khoan phát triển các giếng khoan dầu khí tại khu vực nước sâu. Bên cạnh đó, cũng có thể thi công bằng giàn đầu giếng loại giàn cố định (Fixed Plaform) hoặc loại Tension Leg Plaform hay Spar với đầu giếng khô.

Giàn khoan tiếp trợ nửa nổi nửa chìm (Semi-submersible tender assist drilling rig - TAD) được sử dụng để hỗ trợ khoan tại khu vực có mực nước biển sâu tới 1.830m (khoảng 6.000ft) với bộ dây neo thả trước (prelaid) theo công nghệ hiện nay. Loại giàn khoan này được sử dụng hiệu quả ở vùng nước sâu trung bình, nơi có thể đặt được các Fixed Platform khai thác, nơi giàn khoan tự nâng (Jack up) không thể đặt chân để khoan được. Giàn khoan tự nâng lớn nhất hiện nay là giàn Maersk Innovator (của Maersk Drilling) chỉ có thể hoạt động tại vùng biển có mực nước sâu ~150m (492ft).

Do giàn nửa nổi nửa chìm (Semi Submersible) không thể cập vào Platform cố định để khoan được hoặc nếu dùng subsea wellhead để có thể khoan bằng giàn Semi Submerible dẫn đến hiệu quả kinh tế không cao, vì vậy ở các khoảng nước sâu này, giàn khoan tiếp trợ nửa nổi nửa chìm là sự lựa chọn tối ưu nhất về kinh tế và kỹ thuật. Giàn TAD khắc phục được các hạn chế trên, song lại có nhược điểm lớn nhất là không có khả năng khoan thăm dò.

3. Nâng cao hiệu suất vận hành giàn TAD tại các khu vực nước sâu khác

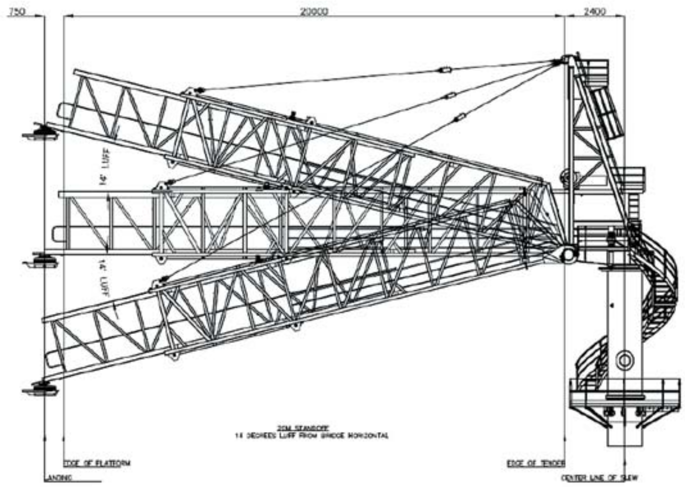
3.1. Vận hành hệ thống hàng hải (marine operation)

Việc duy trì hiệu suất hoạt động giàn có hiệu quả hay không phần lớn phụ thuộc vào hệ thống thiết bị khoan và

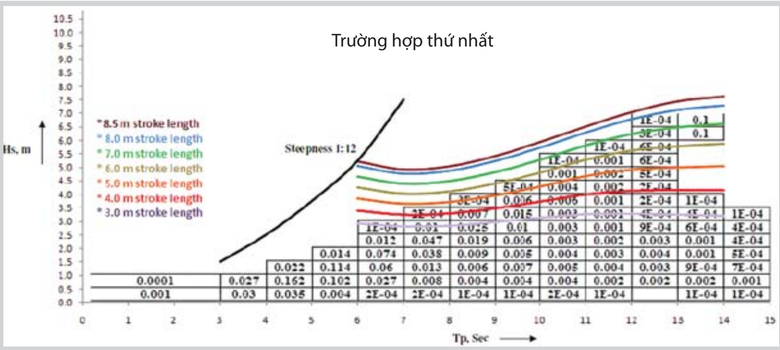
Bảng 2. Số liệu thời tiết ghi nhận tại các khu vực theo chu kỳ

Thông số thời tiết ghi nhận theo chu kỳ tại các khu vực	1 năm			10 năm			100 năm		
	Vùng biển Việt Nam	Đông Nam Á	Vịnh Mexico	Vùng biển Việt Nam	Đông Nam Á	Vịnh Mexico	Vùng biển Việt Nam	Đông Nam Á	Vịnh Mexico
H_{max}: Chiều cao cột sóng tối đa (m)	9,1	5,10	10,0	11,2	9,60	18,0	15,6	11,60	24,0
H_s: Chiều cao cột sóng tiêu biểu (m)	4,9	2,74	5,0	6,0	5,16	9,0	8,4	6,23	12,2
T_p: Thời gian chu kỳ đỉnh sóng (s)	11,0	7,6	8,30	12,4	11,0	14,14	13,5	12,4	16,7
1 min, tốc độ gió ở 10m* (m/s)	19,4	36,0	18,0	22,4	36,0	37,0	27,9	51,4	55,6
Tốc độ dòng chảy bề mặt (m/s)	0,95	1,0	0,5	2,82	1,0	1,1	3,0	1,50	1,50

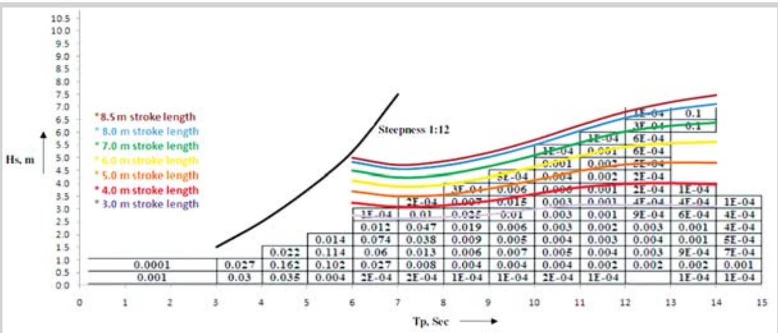
** Tốc độ gió được đo ở khoảng cách 10m so với mặt nước biển*



Hình 6. *Hình vẽ tổng thể cầu dẫn chuyển người (PTB) [3]*



Hình 7. *Kết quả tính toán mô phỏng điều kiện tới hạn làm việc của PTB cho trường hợp thứ nhất [3]*



Hình 8. *Kết quả mô phỏng tính toán điều kiện làm việc của PTB cho trường hợp thứ hai [3]*

hàng hải. Hệ thống hàng hải của giàn được tính toán, dự trù trong quá trình thiết kế có kết nối điều kiện làm việc thực tại khu vực giàn vận hành. Giàn TAD được thiết kế để hoạt động trong điều kiện thời tiết của khu vực với chu kỳ ghi nhận trong 100 năm.

Sóng, gió và dòng chảy theo ghi nhận của Met Ocean Data được thể hiện trên Bảng 2.

3.1.1. Hệ thống cầu dẫn (PTB - Personnel Transfer Brigde)

Hệ thống cầu dẫn PTB được tính toán thiết kế để đảm bảo sự kết nối giữa giàn TAD và giàn đầu giếng (WHP- Well Head Platform) trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt để đảm bảo giàn hoạt động bình thường, phục vụ công tác trung chuyển thợ từ giàn khoan tiếp trợ sang điều khiển, vận hành cụm thiết bị khoan (DES - Drilling Equipment Set). Việc dừng hoạt động cầu dẫn gây thiệt hại cho cả nhà thầu dầu và nhà thầu khoan. Cầu dẫn PTB hoạt động theo cơ cấu co giãn tự động để đảm bảo các dao động, rung lắc của giàn TAD theo phương thẳng đứng, phương ngang hay hỗn hợp không ảnh hưởng tới việc kết nối từ giàn TAD tới giàn đầu giếng, giúp cho việc khoan vẫn có thể tiến hành trong điều kiện sóng, gió khắc nghiệt. Cơ cấu của cầu dẫn được thể hiện trên Hình 6.

Cầu dẫn được thiết kế với độ giãn dài (Stroke length) tới hạn là 8,5m phù hợp với khu vực biển có sự tăng cường của gió mùa Đông Bắc và điều kiện sóng khu vực vào mùa gió chướng.

Bảng 3. Thống kê thời gian tháo cầu dẫn PTB

Số hiệu giếng	Ngày	Thời gian phải tháo cầu dẫn (giờ)
MT-slot 10	21/2/2012	24
MT-slot 2	1/4/2012	24
MT-slot-2	2/4/2012	21,5
MT-slot 2	3/4/2012	22
MT-6p -slot 4	13/9/2012	3
BD 4P-slot 5	14/11/2012	3
MT1-slot 3-2X	1/1/2013	0,5
MT1-slot 3-2X	2/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	3/1/2013	9
MT1-slot 3-2X	4/1/2013	23,5
MT1-slot 3-2X	4/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	5/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	6/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	7/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	8/1/2013	6,5
MT1-slot 3-2X	10/1/2013	2,5
MT1-slot 3-2X	11/1/2013	8,5
MT1-slot 3-2X	17/1/2013	6,5
MT1-slot 3-2X	18/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	19/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	20/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	21/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	22/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	23/1/2013	24
MT1-slot 3-2X	24/1/2013	24
HTP-8P	25/1/2013	12
HT-1P	29/11/2013	3,5
HT-1P	30/11/2013	24
HT-1P	1/12/2013	24
HT-1P	2/12/2013	24
HT-1P	3/12/2013	13
HT-1P	20/12/2013	1.5
HT-1P	21/12/2013	24
HT-1P	22/12/2013	12
HT-1P	14/1/2014	5
HT-1P	15/1/2014	24
HT-1P	16/1/2014	12
Tổng		**621,50**

Hình 9. Cầu dẫn kết nối giàn TAD với giàn đầu giếng

Độ giãn tới hạn của cầu dẫn có thể bị giảm bởi các yếu tố sau:

- Sự thay đổi sức căng của bộ dây cáp neo định vị giàn;
- Mức cài đặt tới hạn an toàn vận hành của cầu dẫn (PTB Alarm system);
- Cầu dẫn được đặt chéo hoặc có khả năng dao động theo các cao độ khác nhau tùy thuộc vào dao động của thân giàn khoan so với giàn đầu giếng.

Các tình huống tính toán cho cầu dẫn được đặt ra và phân tích dành cho điều kiện thả neo tại khu vực mỏ Hải Thạch, Mộc Tinh như sau:

+ Tình huống 1: Bộ dây cáp neo của giàn 1.240m (self contained wire) kết hợp với 300m bộ dây cáp neo thả trước (prelaid), neo được cố định trong điều kiện tồn tại, giàn ở chế độ hoạt động bình thường với sức căng của dây neo là 120 tấn và cầu dẫn giãn tới hạn 8,5m.

Kết quả Hình 7 cho thấy với mức độ giãn dài tới hạn của PTB thì giàn vẫn có thể hoạt động bình thường ở điều kiện chiều cao sóng, chu kỳ sóng ở mức tối đa bao nhiêu.

+ Tình huống 2: Bộ dây cáp neo của giàn 1.240m (self contained wire) kết hợp với 183m dây xích neo (gồm 33m neo đầu tiên và 150m bộ dây neo thả trước (prelaid), neo được cố định trong điều kiện sống sót của giàn (survival condition), giàn ở chế độ vận hành bình thường và cọc neo với tải trọng sức căng dây neo 100 tấn và cầu dẫn giãn tới hạn 8,5m.

Kết quả tính toán điều kiện sóng để giàn hoạt động bình thường được thể hiện trên Hình 8.

Điều kiện thời tiết thực tế ở khu vực mỏ Hải Thạch, Mộc Tinh có những thời điểm cao hơn dự kiến và đã có thời điểm giàn phải tháo cầu dẫn và lùi ra vị trí an toàn để tránh va đập với giàn đầu giếng. Thông tin về thời gian tháo cầu dẫn và điều kiện thời tiết liên quan được thể hiện qua thống kê ở Bảng 3.

Để giảm thiểu thời gian phải tháo cầu dẫn và nâng cao hiệu suất hoạt động giàn cần phải chế tạo cầu dẫn chuyển người được gắn cố định từ giàn đầu giếng (PAR - Personel Access Ram) và hướng về giàn khoan tiếp trợ (TAD). Cầu dẫn này chỉ cần chỉnh độ cao và hướng theo điều kiện thời tiết, do đó khắc phục được độ giãn và góc lay động tới hạn của PTB, nâng cao khả năng hoạt động của giàn trong điều kiện sóng và chu kỳ sóng cao hơn.

1.1.2. Hệ thống neo định vị và kiểm soát cân bằng giàn

Giàn khoan TAD có thể hoạt động ở vùng nước sâu tới 1.830m nhờ hệ thống định vị và kiểm soát cân bằng giàn hiện đại. Hệ thống bao gồm các bộ điều khiển logic khả trình PLC có tốc độ xử lý cao, các máy tính với màn hình cảm ứng được cài đặt chương trình giao diện giúp cho người vận hành có thể theo dõi được tình trạng làm việc, mực nước trong các khoang chứa, bình chứa và điều khiển các thiết bị tại mọi khu vực trên giàn, các thiết bị chấp hành và đo lường hiện đại. Hệ thống sẽ phân tích, tính toán độ ổn định để phân bố tải trọng trên giàn khoan, đảm bảo cho giàn khoan hoạt động an toàn và hiệu quả ở các điều kiện khí tượng thủy văn biển và địa chất đáy biển khác nhau.

Để đảm bảo giàn hoạt động an toàn và hiệu quả, hệ thống kiểm soát cân bằng giàn được kết hợp chặt chẽ với hệ thống neo định vị giàn. Hệ thống neo này được thiết kế 8 điểm neo với tời neo thế hệ mới nhất hiện nay MK6 Stevdig thế hệ thứ 6 có lực định vị cao kết hợp với đường kính cáp neo có đường kính lên đến 3¼", lực giữ đứt tối thiểu (MBL - Minimum Breaking Load) của mỗi sợi cáp neo là 611MT để đảm bảo định vị vị trí của giàn khoan trong điều kiện thời tiết có gió bão lớn. Hệ thống neo căng giữ tời neo được điều khiển bởi các động cơ điện xoay chiều thông qua hệ thống VFD ACS 800, cho phép điều khiển chính xác. Độ căng cứng, sức kéo của các dây cáp neo được truyền về phòng điều khiển trung tâm, thông qua đó hệ thống tời neo sẽ tự động điều chỉnh việc kéo, thả các dây cáp neo ở các vị trí khác nhau và điều khiển các máy bơm nước dằn để đảm bảo khoảng cách an toàn giữa giàn khoan và WHP cũng như bảo vệ các hệ thống đường ống, đường truyền dữ liệu, giữa giàn khoan và giàn đầu giếng cố định. Giàn TAD khoan cho dự án Biển Đông 1 là loại giàn khoan đầu tiên trên thế giới được thiết kế hệ thống tời neo có đường kính dây neo lên đến 3¼" và hệ thống neo 8 điểm với neo tời thế hệ mới nhất có lực giữ lớn để đảm bảo giàn làm việc an toàn trong điều kiện thời tiết khắc nghiệt [2].

Để đảm bảo công tác thiết kế hệ thống dây neo, định vị giàn an toàn trong quá trình vận hành trong các điều kiện ảnh hưởng và tác động của sóng gió ở khu vực, hệ thống neo của giàn TAD đã tiến hành phân tích các tình huống có thể xảy ra trong quá trình vận hành. Lực do ảnh hưởng của tác động sóng và gió lên hệ thống dây neo được xác định theo công thức (1) và được chạy thử mô phỏng bằng phần mềm chuyên dụng Romeo phiên bản thứ 3 [3]:

$$F_i = \frac{1}{2}\rho V^2 C_i A \qquad (1)$$

Trong đó:

ρ: Tỷ trọng của không khí và nước;

V: Tốc độ của gió và dòng chảy bề mặt;

A: Đặc tính của khu vực;

C_i: Hệ số non dimensional force.

Các thông số về hệ số kéo của gió và sóng bề mặt được tính toán thông qua mô hình thử nghiệm (model test) dành cho giàn.

Hệ số an toàn của dây neo (FOS - Factor of Safety) là tỷ lệ giữa lực giữ đứt theo công bố của nhà sản xuất và lực căng tới hạn của dây cáp neo. Theo khuyến cáo của tiêu chuẩn API RP 2SK, hệ số an toàn thiết kế cho bộ dây cáp neo đối với các tình huống vận hành được yêu cầu như Bảng 4.

Bảng 5 là yêu cầu hệ số an toàn cho bộ dây neo của Đăng kiểm ABS (Mỹ).

Đối với hệ số an toàn cho neo (Anchor Safety Factor) được xác định theo tỷ lệ giữa sức neo giữ của neo (anchor holding capacity) và lực kéo căng tối đa của dây neo tại điểm nối giữa dây neo vào neo. Trong điều kiện va đập hệ số an toàn của neo được xác định như sau:

Anchor FOS > 1,0 (hệ số an toàn thiết kế dây neo trong điều kiện tải tĩnh).

Giàn TAD được tính toán phân tích neo trong các tình huống như sau:

- Giàn định vị cách giàn đầu giếng 150m ở điều kiện sống sót (survival condition) với các thông số thời tiết khu vực ghi nhận trong vòng 50 năm trở lại.

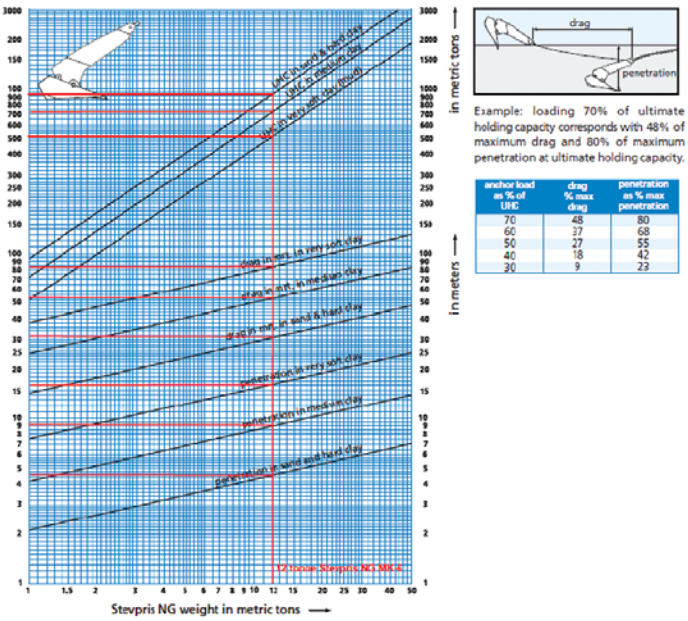
- Giàn ở chế độ vận hành bình thường cách giàn đầu giếng 20m với các thông số thời tiết khu vực ghi nhận trong vòng 5 năm trở lại.

Bảng 4. *Hệ số an toàn thiết kế cho dây neo theo tiêu chuẩn API RP 2SK*

Điều kiện gió bão			
Tình trạng	Hệ số an toàn đối với điều kiện tĩnh	Hệ số an toàn đối với điều kiện động	Hệ số an toàn đối với điều kiện chuyển đổi
Va đập	2,0	1,67	-
Hư hỏng	1,43	1,25	1,05

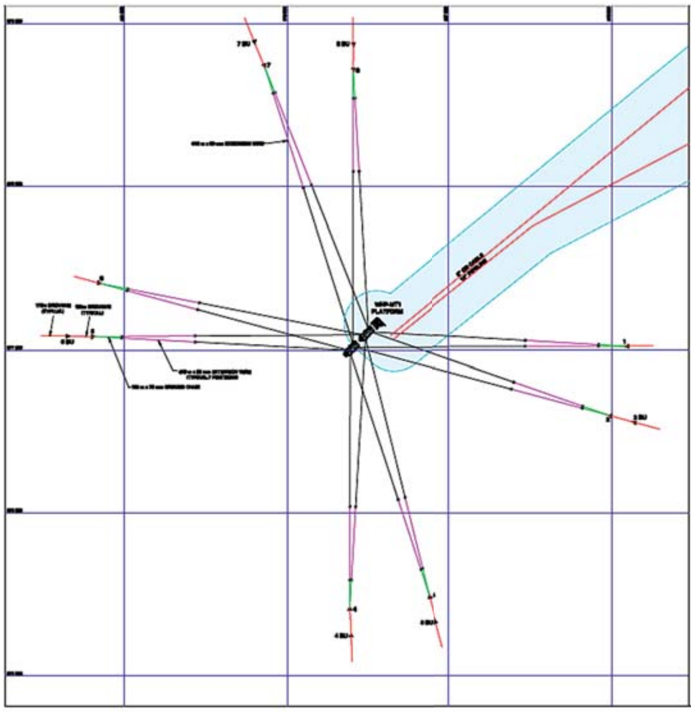
Bảng 5. *Hệ số an toàn thiết kế cho dây neo theo yêu cầu của đăng kiểm ABS - Mỹ*

Điều kiện vận hành bình thường			
Tình trạng	Hệ số an toàn đối với điều kiện tĩnh	Hệ số an toàn đối với điều kiện động	Hệ số an toàn đối với điều kiện chuyển đổi
Va đập	2,7	2,25	-
Hư hỏng	1,8	1,57	1,4
Điều kiện gió bão			
Va đập	1,8	1,5	-
Hư hỏng	1,25	1,1	1,1

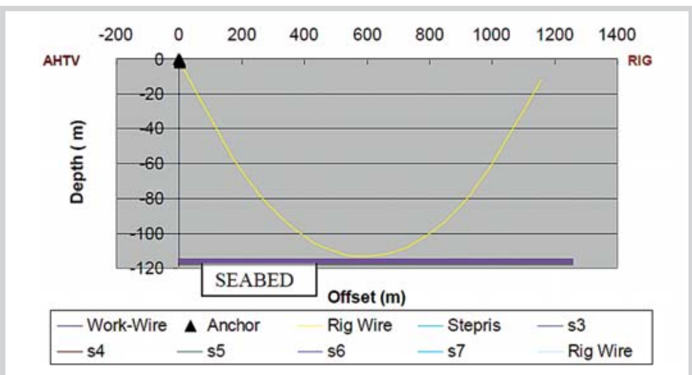


anchor load as % of UHC	drag % max drag	penetration as % max penetration
70	48	80
60	37	68
50	27	55
40	18	42
30	9	23

Hình 10. *Lực neo giữ của neo thế hệ mới Stevpris [3]*



Hình 11. *Sơ đồ bố trí các dây neo của giàn TAD tại mỏ Mộc Tinh*



Hình 12. *Mô phỏng tính toán sức căng cần thiết khi kéo thả cáp neo [4]*

Kết quả tính toán cho thấy việc lựa chọn bộ thiết bị neo đã đáp ứng được yêu cầu vận hành và là cơ sở để giàn TAD đưa ra các giới hạn hoạt động trong điều kiện thời tiết ở khu vực. Thực tế trong thời gian vận hành giàn TAD qua mùa mưa bão năm 2012, 2013 đã minh chứng tính đúng đắn của việc lựa chọn thiết bị công nghệ và dự báo.

Sau 3 năm vận hành, hệ thống neo định vị vẫn đảm bảo an toàn cho giàn TAD hoạt động bình thường, kể cả trong điều kiện mùa gió bão khắc nghiệt của biển Đông với tần suất trung bình khoảng 10 cơn bão/năm, trong đó có một số cơn bão hướng trực tiếp vào khu vực giàn và toàn bộ thuyền viên đã phải sơ tán. Với giải pháp lựa chọn hệ thống dây cáp neo và tời neo và các công nghệ liên quan như đã đề cập ở trên đã giúp cho giàn tăng hiệu suất hoạt động trong điều kiện vận hành khắc nghiệt. Để tránh cáp neo bị xoắn, thắt nút cục bộ trong quá trình kết nối với bộ dây neo thả sẵn cần lưu ý một số điểm như sau:

- Duy trì sức kéo căng dây neo trong quá trình thả tối thiểu 40 tấn, với sức tải này mới đủ sức nâng toàn bộ chiều dài dây neo của giàn lên khỏi đáy biển (Hình 11) để phòng dây neo nằm dưới đáy biển và tời neo tiếp tục nhả dây neo có thể gây nên hiện tượng xoắn cục bộ. Việc duy trì sức căng này phải được theo dõi thường xuyên ở màn hình tại khu vực tời neo và trên tàu dịch vụ kéo thả neo.

- Phải lắp đặt ma ní xoay (swivel) ở đầu dây cáp và thả rơi xuống đuôi tàu kéo thả neo nhằm mục đích giải lực xoắn bản thân của dây neo trong quá trình giải phóng khỏi tàng trữ cáp neo (storage winch).

- Chủng loại dây cáp neo thay thế phải được chọn lựa từ nhà máy sản xuất uy tín đã có kiểm nghiệm, đối chiếu thực tế hoạt động trong điều kiện thời tiết biển khắc nghiệt như vịnh Mexico, Biển Bắc.

Diện tích sàn của giàn TAD lớn, tải trọng động tới 3.600 tấn rất thuận tiện cho việc lưu trữ các thiết bị trong điều kiện khoan xa bờ, xa căn cứ hậu cần, đặc biệt cho việc khoan Batch Drilling. Khả năng lưu trữ thiết bị như ống chống, cần khoan rất lớn.

Theo Hội nghị "HAZID Workshop, Rig Select Process, BPTT Kapok project (Houston, 2001)", các nhà thầu khoan hàng đầu thế giới (như Global Marine Drilling/SantaFe Drilling, Maersk Drilling/Chiles Offshore, Transocean, R&B Falcon…) cho rằng các yếu tố rủi ro đối với TAD được xác nhận: tỷ lệ 12 - 15% < JU, Tỷ lệ 45% < Platform Rig. Nguyên nhân là sàn công tác trên giàn được thiết kế phù hợp cho tiến hành công việc thuận tiện, quá trình thực hiện công việc được đơn giản hóa, giảm thiểu tần suất các hoạt động có nguy hại, rủi ro cao.

3.2. Vận hành hệ thống thiết bị khoan (drilling operation)

Việc duy trì hiệu suất hoạt động cao của giàn khoan khi khoan trong điều kiện nhiệt độ cao, áp suất cao (HPHT) là nhờ vào việc lựa chọn công nghệ thiết bị có tính toán đến yếu tố rủi ro phù hợp ngay từ đầu khi bắt đầu đóng giàn. Lần đầu tiên giàn khoan tiếp trợ nửa nổi nửa chìm hoạt động tại Việt Nam và khoan ngay cho giếng khoan tại khu vực có điều kiện địa chất thủy văn phức tạp nhưng hiệu suất hoạt động giàn luôn duy trì ở mức trung bình trên 95%/năm (Hình 13). Trong quá trình vận hành, các thiết bị này được theo dõi, kiểm soát ở chế độ bảo trì hoàn hảo theo đúng hướng dẫn của nhà sản xuất, đã góp phần giảm thiểu những sự cố phải dừng thiết bị qua đó đảm bảo được mục tiêu duy trì hiệu suất hoạt động giàn luôn ở mức cao. Tuy nhiên, sau một thời gian vận hành giàn TAD cho dự án Biển Đông 1 có một số điểm cần lưu ý như sau:

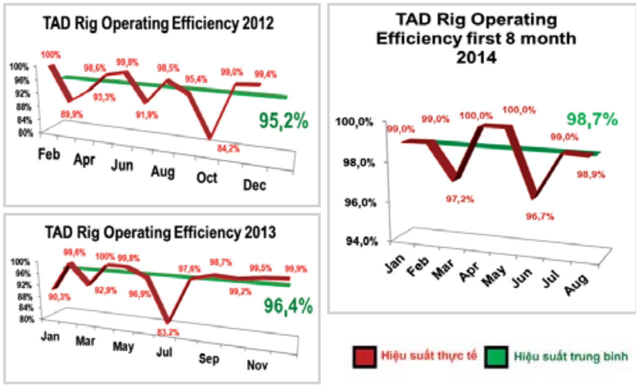
3.2.1. Hệ thống kiểm soát chống phun (Well control)

Hệ thống kiểm soát chống phun của giàn được bố trí tại khu vực kíp trưởng thông qua can thiệp bằng hệ thống điều khiển khoan tự động "Amphion System" cũng như bảng điều khiển đóng đối áp vạn năng và hệ thống điều khiển kiểm soát chống phun từ xa được bố trí tại phòng làm việc của giàn trưởng. Quá trình kiểm soát chống phun (well control operation) và diệt giếng (well kill operation) kết hợp với các thiết bị được bố trí trên phần tiếp trợ như bơm dung dịch, hệ thống trộn dung dịch, bơm xi măng… Trong trường hợp kiểm soát dấu hiệu chống phun (kick control), nếu giàn đang có hiện tượng dầu khí xâm nhập giếng khoan và phải lùi xa ra khỏi giàn đầu giếng do tác động của thời tiết và giàn ở trong điều kiện hoạt động sống sót ở khoảng cách 150m đối với giàn đầu giếng, khoảng cách này phải kết nối các hệ thống dây điều khiển tín hiệu, các ống trung chuyển dung dịch và cầu dẫn… do đó cần lưu ý một số điểm sau:

- Nguồn cung cấp cho hoạt động moto của kill unit (bộ Komey Unit của DES có thể hoạt động thông qua hệ pin dự phòng (battery) nằm ở phòng MCC nhưng không đảm bảo duy trì cho hoạt động xử lý kick một cách hiệu quả và tối ưu;

- Hệ thống lưu trữ dung dịch/trộn trên giàn đầu giếng để phục vụ cho xử lý kick;

- Hệ thống bình chứa Barite/Cement Storage trên giàn đầu giếng;



Hình 13. *Hiệu suất hoạt động của giàn TAD tại dự án Biển Đông 1*

- Cụm máy nén khí hỗ trợ từ giàn đầu giếng (trong quá trình hoạt động tại giàn Mộc Tinh, TAD vừa khoan và phía nhà thầu dầu cũng đồng thời tổ chức công tác lắp đặt, vận hành, chạy thử thiết bị của giàn đầu giếng).

1.1.2 Một số vấn đề lưu ý khi đấu nối với giàn đầu giếng để thực hiện công tác khoan

Để nâng cao hiệu quả hoạt động của giàn khoan, các giải pháp thiết kế và công nghệ phải được tính toán và dự báo ngay từ đầu để giảm thiểu tối đa những tác động không mong muốn. Khi đấu nối TAD với giàn đầu giếng cần lưu ý một số điểm sau [5]:

- Hướng tiếp cận dành cho máy bay trực thăng thuận tiện khi cất cánh và hạ cánh cho cả giàn TAD và giàn đầu giếng;

- Đuốc đốt khí dư của giàn phải được tính toán hướng đặt và độ dài hợp lý để giảm thiểu khói tác động ngược trở lại giàn TAD cũng như bức xạ nhiệt để không ảnh hưởng tới nhân sự làm việc và tuổi thọ của thiết bị khoan trên cụm DES;

- Nghiên cứu sử dụng tối ưu cẩu của giàn đầu giếng trong điều kiện sóng to, gió lớn các tàu dịch vụ không tiếp cận được vào gần giàn TAD và do độ rung lắc lớn không cho phép vận hành cẩu giàn để lấy hàng từ tàu dịch vụ;

- Hướng lắp đặt hệ thống ống xả (rig diverter overboard lines) khi khoan mở lỗ và phần thuộc tầng nông chưa lắp được hệ thống đối áp vạn năng;

- Tránh bố trí giàn TAD tiếp cận giàn đầu giếng ở hướng đầu gió (upwind) để ngăn ngừa nguy cơ dây neo bị lỗi dẫn tới gió thổi làm giàn có khả năng va đập vào giàn đầu giếng;

- Hệ thống xuống thoát hiểm trên giàn cố định phải bố trí đủ cho các kíp thợ phục vụ công tác khoan và vị trí hạ xuống phải tránh nguy cơ va đập vào dây cáp neo của giàn TAD.

1.1.3. Một số giải pháp đề xuất trong việc vận hành giàn khoan

Ngoài một số tính năng ưu việt của giàn TAD cho việc khoan khai thác ở khu vực nước sâu lên tới 1.830m giàn khoan TAD cũng có một số giải pháp có thể cải tiến được trong quá trình vận hành giàn.

Đối với một số công đoạn trong quá trình thi công giếng khoan, ví dụ như chống ống (running casing), di chuyển giàn (rig move), tiến hành neo định vị… cần phải có dự báo thời tiết trong một khoảng thời gian đủ rộng để công việc được tiến hành trong cửa sổ thời tiết an toàn (safe weather window) và có tính đến mức độ dự trữ khi có tình huống phát sinh.

Một số tác nhân có thể ảnh hưởng tới hiệu suất hoạt động của giàn TAD: thời tiết (Enviroment Factors), hoạt động của cầu dẫn (PTB Excursion), sức căng của bộ dây cáp neo (Mooring Line Tension).

Giàn TAD phải tháo các hệ thống điện, điện điều khiển, các ống cấp dầu, nước, dung dịch… khỏi cụm DES được đặt trên giàn đầu giếng nếu gặp phải các yếu tố sau:

- Tốc độ gió cao gây cho cầu dẫn hoạt động quá giới hạn cho phép (over alarm limit);

- Cầu dẫn hoạt động với độ giãn dài tới hạn "telescopic movement) vượt quá giới hạn thiết kế.

- Sức căng của dây neo đạt tới giới hạn thiết kế.

Để chủ động và có đủ thời gian xử lý công việc an toàn trước khi giàn rời ra vị trí an toàn cách xa giàn đầu giếng và có đủ thời gian cho kíp khoan có thể kiểm soát giếng khoan an toàn cần phải xây dựng hệ thống cảnh báo sớm "alert system". Hệ thống cảnh báo này được thiết lập dựa trên nền tảng dự báo về thời gian mà yếu tố thời tiết tác động đến vận hành giàn (haward time) và thời gian cần thiết để kiểm soát giếng (secure well) cũng như sơ tán kíp thợ an toàn. Để nâng cao hiệu quả của việc cảnh báo sớm, cần chú ý tới một số thiết bị và công việc sau:

- Thiết bị đo đạc điều kiện sóng, gió (Meterological Instrument);

- Hệ thống đo đạc của bộ dây neo định vị (như sức tải, chiều dài dây neo thả…);

- Đánh giá rủi ro tác động của giàn đối với giàn đầu giếng và ngược lại;

- Liệt kê các hạng mục cần phải thực hiện cho từng mức độ cảnh báo (giảm các hoạt động khoan, gia cố giếng, tháo cầu dẫn...);

- Phân tích tác động của hoạt động khoan liên quan tới từng mức độ cảnh báo.

- Hệ thống cảnh báo sớm nên được xây dựng theo hướng mã màu tương ứng với điều kiện hoạt động của giàn. Cụ thể:

- Màu xanh lá cây - Giàn ở điều kiện hoạt động bình thường (Green - Normal Operations): Giàn hoạt động bình thường và không cần thiết tới công tác chuẩn bị tháo cầu dẫn, gia cố giếng, sơ tán nhân sự;

- Màu xanh da trời - Cảnh bảo sớm (Blue - Early Alarm): Giàn ở tình trạng vận hành bình thường nhưng có thể bị ảnh hưởng thời tiết và thời gian cần thiết để gia cố giếng cũng như tháo cầu dẫn cộng thêm 6 - 12 giờ;

- Màu vàng - Gia cố sớm (Yellow - Early Secure): Mức cảnh báo này tương tự như Blue - Early Alarm nhưng thời gian cộng thêm bị giới hạn từ 3 - 6 giờ;

- Màu đỏ - Sắp xảy ra tác động: Mức cảnh báo giới hạn đỏ và không có khoảng thời gian trống nào để chuẩn bị. Hoạt động khoan phải ngừng và giếng được gia cố. Những nhân sự không cần thiết phải sơ tán về giàn TAD, tháo cầu dẫn các dây cấp nguồn, điều khiển, nước, dung dịch, dầu… và giàn lùi về vị trí an toàn trong điều kiện chờ bão tới;

- Màu đen - Mức cảnh báo bị tác động nguy hại: Ở mức cảnh báo này giàn ở chế độ nguy hiểm thậm chí có thể hư hại hệ thống neo định vị giàn (như đứt cáp néo, neo bị kéo trượt…).

4. Kết luận

Với đặc tính kỹ thuật ưu việt, TAD là sự lựa chọn tối ưu nhất về kinh tế và kỹ thuật, có thể đảm bảo kế hoạch khoan phát triển mỏ tại các khu vực nước sâu tới 1.830m. Sau 3 năm vận hành giàn, nhóm tác giả rút ra một số giải pháp để nâng cao hiệu quả hoạt động cho giàn TAD:

- Tính toán lựa chọn hệ thống neo định vị giàn, khả năng hoạt động của cầu dẫn có nghiên cứu tới yếu tố thời tiết khu vực;

- Xây dựng các giải pháp nhận dạng khả năng hoạt động giàn thông qua hệ thống mã màu cho vận hành giàn qua đó có được khoảng thời gian hợp lý để chuẩn bị các công việc liên quan tốt hơn, hiệu quả, an toàn và chất lượng cao hơn;

- Các vấn đề cần lưu ý trong quá trình đấu nối giàn khoan tiếp trợ với giàn đầu giếng (interface) cần được xem xét kỹ để tránh sự cố phát sinh trong quá trình vận hành giàn;

- Xem xét phương án dùng cần dẫn dạng PAR nối từ phần giàn tiếp trợ sang giàn đầu giếng thay vì dùng PTB sẽ nâng cao được hiệu suất hoạt động giàn khoan trong điều kiện sóng gió lớn hơn mức độ tính toán.

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Thanh Tùng, Lê Đắc Hóa. Đề xuất giải pháp ứng dụng công nghệ giàn tiếp trợ bán tiềm thủy (TAD) khoan các giếng khoan phát triển mỏ dầu khí tại vùng biển nước sâu thềm lục địa Việt Nam. Hội thảo Khoa học biển toàn quốc lần thứ V, Hà Nội. 20 - 22/10/2011.

2. Beverley F Ronalds. *OTC 14259 Deepwater facility selection*. Offshore Tehnology Conference, Houston, Texas. 6 - 9 May, 2002.

3. Keppel FELS Deepwater Technology Group. *DTG-B316-D11 Mooring analysis & PTB Operability, Alt 2.* 2010.

4. Det Norske Veritas. *Report No/DNV Reg No. 1130-PP018045 Rev 1, Failure investigation of PVD V mooring wire damage*. 2011.

5. P.E.Christiansen, Gerard Cuvillier, N.A.Hicks. *OTC 7458 Tender-assisted drilling in the North Sea*. Offshore Technology Conference, Houston, Texas. 2 - 5 May, 1994.

6. David Reid, Martijn Dekker, Daniel Nunezl. *OTC 24517 Deepwater development: Wet or dry tree*. Offshore Technology Conference Brasil, Rio de Janeiro. 29 - 31 October, 2013.

7. Ayman Eltaher, Yatendra Rajapaksa, Kuan-Tao Chang. *OTC 15265 Industry trends for design of anchoring system for deepwater offshore structures*. Offshore Technology Conference Houston, Texas. 5 - 8 May, 2003.

8. Clarence J.Ehlers, Alan G.Young, Jen-hwa Chen. *OTC 16840 Technology assessment of deepwater anchors*. Offshore Technology Conference Houston, Texas. 3 - 6 May, 2004.

9. Anders Leland. *JADC/SPE 77232 The use of self erecting tender rigs for improving the economics of marginal fields*. IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology, Jakarta, Indonesia. 8 - 11 September, 2002.

Effective solutions and lessons learnt from using Tender Assisted Drilling Rig (TAD) for drilling on deepwater fixed platform of Bien Dong 1 project

Hoang Thanh Tung, Trinh Van Lam

PVD Deepwater Company Limited

Summary

The paper analyses some advantages and disadvantages of the first-ever Tender Assisted Drilling Rig (TAD) in Vietnam and the efficiency of its utilisation after three-year operation for Bien Dong 1 project's field development at Hai Thach and Moc Tinh fields (Nam Con Son basin). On that basis, the authors propose solutions for the rig operational mode identification based on the colour code system, at the same time calculate and select the mooring system and the design of the PTB with considerations of the weather factors in the area in order to improve the efficiency and safety in the rig operations.

Key words: *Tender Assisted Drilling Rig, Effective Solution, utilisation of TAD.*