

HẠ THỦY GIÀN KHOAN TỰ NÂNG ĐẦU TIÊN Ở VIỆT NAM

ThS. Ngô Tuấn Dũng

Công ty CP Chế tạo Giàn khoan Dầu khí (PV Shipyard)

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu ý tưởng thiết kế và kết quả quá trình hạ thủy giàn khoan tự nâng mẫu LTI-116E bằng hai đường trượt bằng (không sử dụng ụ khô). Quá trình thi công hạ thủy được thực hiện khi công tác thi công chế tạo giàn khoan tự nâng khá hoàn thiện và nằm trên hai dầm trượt, sử dụng sà lan bán chìm Giant 2 để hạ thủy. Các thông số kỹ thuật cơ bản của kết cấu hạ thủy phụ thuộc vào hình dạng kết cấu điển hình của thân giàn khoan tự nâng và các kết cấu khác của giàn. Giàn khoan tự nâng dài khoảng 74,09m, rộng 62,79m, thân giàn cao 7,95m và khối lượng hạ thủy khoảng 9.020 tấn. Do đó, việc kiểm soát an toàn quá trình hạ thủy có yêu cầu đặc biệt hơn so với việc hạ thủy các công trình biển trước đây với khối lượng công trình vào khoảng 4.000 - 5.500 tấn như kết cấu chân đế, thượng tầng giàn khoan cố định. Cường độ, ứng suất và độ võng của kết cấu giàn khoan được phân tích, tính toán một cách kỹ lưỡng cùng với khối lượng phân bố trên giàn. Các trang thiết bị phục vụ công tác thi công hạ thủy bao gồm hệ thống nền móng, hệ thống kích kéo thủy lực, cáp kéo, đường trượt... được thiết kế dựa vào kết quả của quá trình phân tích, tính toán và lực ma sát giữa đường trượt và gối trượt. Quá trình vận hành bơm dẫn nước cho sà lan hạ thủy được kiểm soát bởi hệ thống thiết bị logic khả trình (programmable logic controller - PLC) trong phòng điều khiển trên sà lan. Độ võng tương đối kết cấu giàn khoan được theo dõi, kiểm soát trong suốt quá trình hạ thủy. Quá trình di chuyển giàn khoan tự nâng trong quá trình hạ thủy, kéo ra bãi đánh chìm, đánh chìm sà lan hạ thủy được phân tích tính toán và so sánh với các kết quả thực nghiệm.

Phương án hạ thủy trình bày trong bài báo này được kiểm chứng thông qua quá trình hạ thủy thành công giàn khoan tự nâng đầu tiên ở Việt Nam. Những ý tưởng và kinh nghiệm thu được có thể được vận dụng để thiết kế thi công hạ thủy những giàn khoan có kích thước và trọng lượng lớn hơn 15.000 tấn. Các hướng dẫn để phát triển phương án thi công hiệu quả đối với các kết cấu công trình biển nổi và các công trình biển có dạng tàu để áp dụng trong tương lai.

1. Mở đầu

Trên thị trường thế giới trong những năm gần đây, giàn khoan nổi và di động trên biển đang phát triển nhanh chóng trong lĩnh vực thi công công trình biển. Công việc chế tạo và lắp đặt kết cấu công trình biển nổi, di động (như: giàn khoan tự nâng, giàn khoan tiếp trợ, giàn nửa nổi nửa chìm, các kho nổi chứa và xử lý dầu (FSO, FPSO)...) thường được thực hiện trong ụ khô.

Đối với các kết cấu công trình biển dạng tàu, phần thân dưới hay toàn bộ kết cấu chính của thân thường được chế tạo, lắp đặt trong ụ khô theo phương án đóng tàu truyền thống thông thường. Kết cấu thượng tầng/kết cấu bên trên và các phân đoạn chân được cấu lắp tại khu vực bờ cảng bãi chế tạo bằng các cầu lớn. Phương pháp này phụ thuộc rất nhiều vào thời gian thi công trong ụ khô và tiến độ thi công rất chặt chẽ. Vì vậy, sự ăn khớp giữa tiến độ thi công, chế tạo, lắp đặt các hạng mục hoặc bộ phận kết cấu phải đảm bảo đáp ứng yêu cầu tiến độ tổng thể của dự án. Trong trường hợp như vậy, việc cập nhật, chỉnh sửa, thay đổi thiết kế hay các yêu cầu sửa chữa từ phía chủ đầu tư thường rất khó khăn. Mặt khác, nếu bãi

chế tạo hoặc căn cứ không có ụ khô thì cũng không thể thực hiện được các công việc trên.

Phương pháp thi công, chế tạo, lắp đặt trên bờ đã được áp dụng cho Dự án đóng mới giàn khoan tự nâng 90m nước (giàn khoan tự nâng mẫu LTI-116E) trong điều kiện ở Việt Nam theo thứ tự thi công các hạng mục công việc, rút ngắn tiến độ tổng thể của dự án và quá trình chế tạo nhịp nhàng, linh hoạt. Thân giàn và các phần kết cấu chính của giàn khoan được chế tạo, lắp đặt, tổ hợp trên bờ song song trong cùng một thời gian. Kết cấu giàn khoan tự nâng sau khi hoàn thiện sẽ được hạ thủy và đánh chìm, làm nổi bằng cách sử dụng sà lan bán chìm. Phương pháp thi công này đòi hỏi nhà máy chế tạo phải có kinh nghiệm cũng như năng lực trong công tác thiết kế thi công hạ thủy, tổ chức và điều hành quá trình hạ thủy giàn khoan.

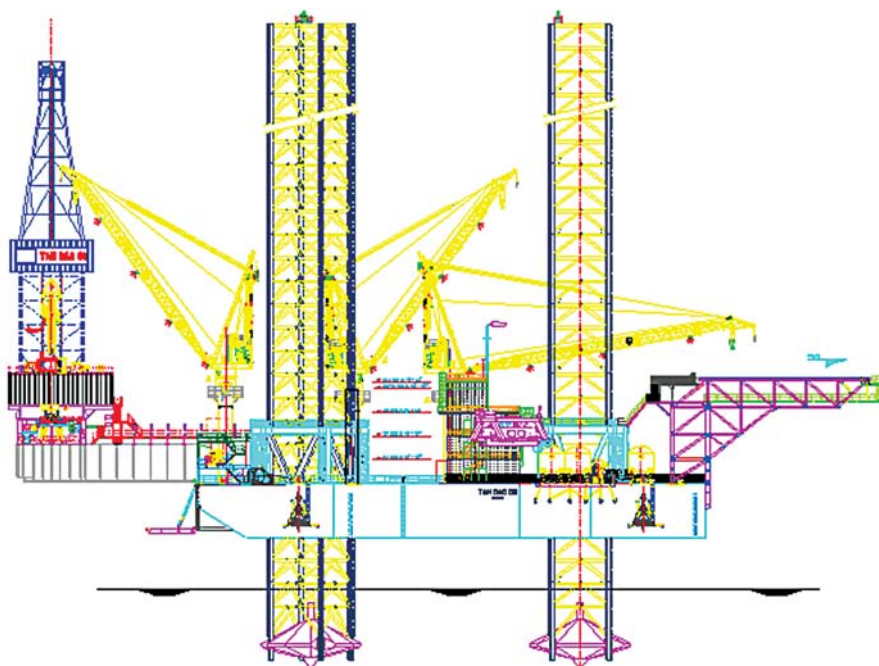
2. Điều kiện hạ thủy giàn khoan

2.1. Các thông số cơ bản của giàn

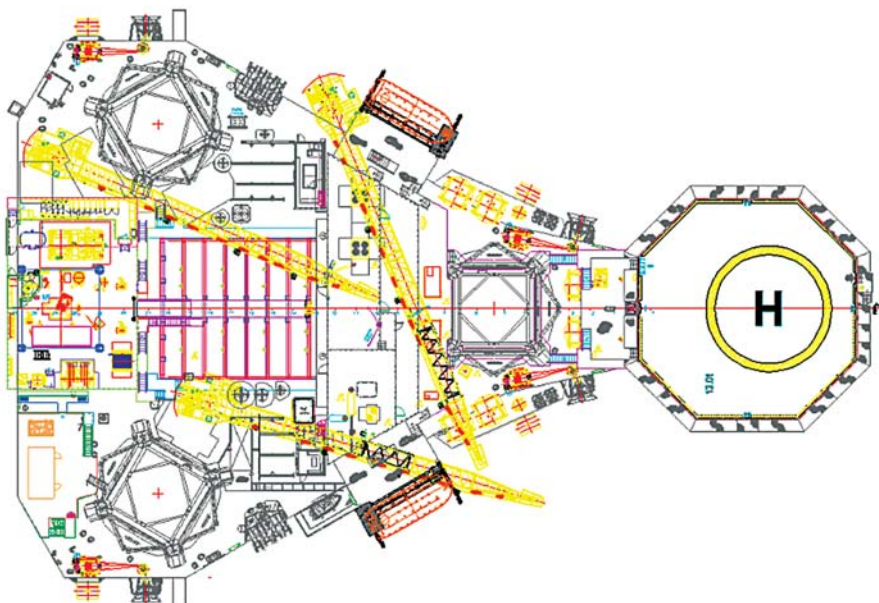
Công trình hạ thủy được đề cập là giàn khoan tự nâng LTI-116E gồm: thân giàn khoan, khối nhà ở, hệ thống dầm công xôn đỡ sàn khoan, tháp khoan và 3 chân giàn có

chiều dài 74m (tính tại thời điểm hạ thủy), với tổng khối lượng khoảng 9.020 tấn. Thân giàn tự nâng có hình dạng tam giác với các vách ngoài thẳng đứng, có hai vách dọc chính cách đường tâm giàn 7,9m. Các kích thước cơ bản của giàn tự nâng:

- Chiều dài thân: 74,09m;
- Bề rộng thân: 62,79m;
- Chiều cao thân: 7,95m;
- Mớn nước thiết kế: 5m;
- Trọng lượng lúc hạ thủy: 9.020 tấn.



Hình 1. Mặt đứng tổng thể giàn khoan tự nâng



Hình 2. Mặt bằng tổng thể giàn khoan tự nâng

2.2. Mặt bằng bố trí hạ thủy

Thông thường, vị trí tổ hợp lắp dựng cuối cùng của kết cấu hạ thủy được lựa chọn, xác định trên cơ sở xem xét tổng khối lượng của kết cấu (tại thời điểm hạ thủy), mực nước và độ sâu nước trước bến khu vực neo sà lan bán chìm hạ thủy. Mặt bằng bố trí tổng thể hệ thống thi công hạ thủy gồm: đường trượt, đế trượt, kích kéo, cáp kếp, sà lan bán chìm và bến cảng (Hình 3).

3. Cơ sở thiết kế hệ thống thi công hạ thủy giàn khoan

3.1. Tĩnh tải

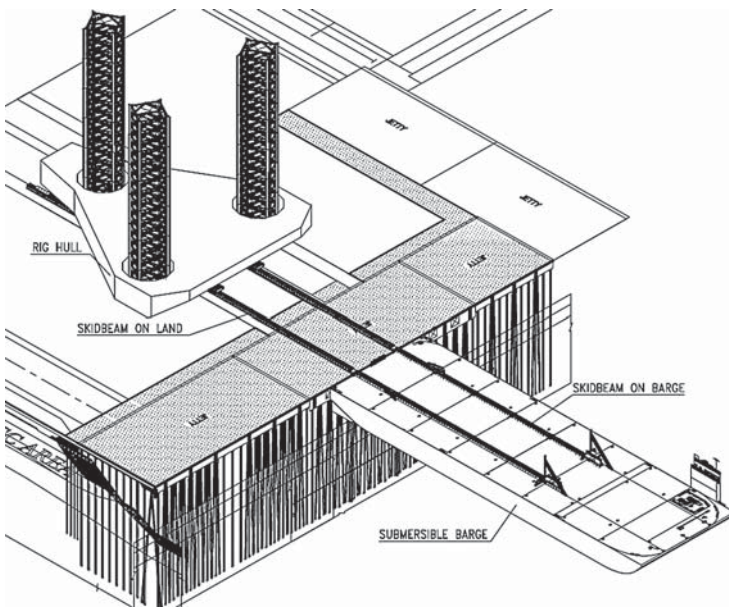
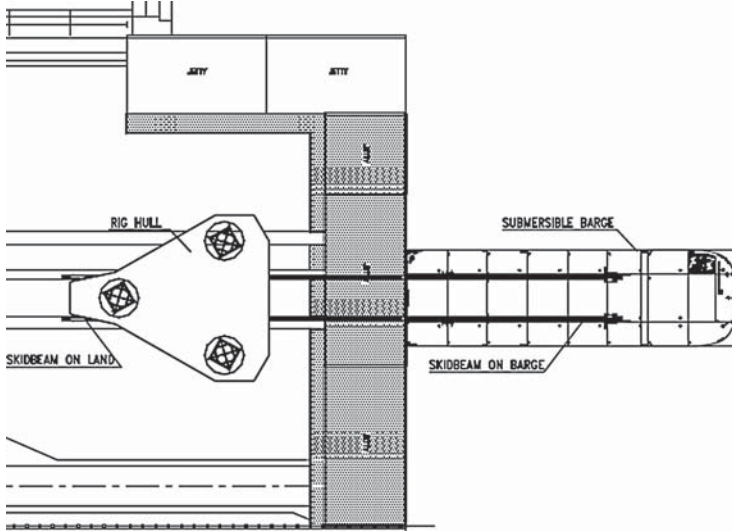
Trọng lượng bản thân giàn khoan gồm 10% dự phòng, trong thiết kế hệ thống hạ thủy lực ma sát được xem xét như tải trọng tĩnh. Hơn 1/3 tổng chiều dài thân giàn khoan tự nâng (chiều dài 74,09m) được đỡ bởi 2 gối trượt bố trí nằm trên hai đường trượt song song dưới đáy thân giàn.

Lực ma sát giữa đường trượt và gối trượt được tính toán bằng cách nhân khối lượng kết cấu hạ thủy và hệ số ma sát giữa các mặt tiếp xúc. Vật liệu tiếp xúc giữa đường trượt, gối trượt là tấm fluoroslip (FL 415 PTFE) và hệ số ma sát nghỉ (phá vỡ cân bằng tĩnh) giữa 2 mặt tiếp xúc (áp dụng trong tính toán là 20%). Hệ số ma sát động 12% (trượt) được quan trắc thu thập tại thời điểm bắt đầu dịch chuyển trong quá trình vận hành thực tế [9, 11].

3.2. Tải trọng động

Các tác động của môi trường (sóng, gió, dòng chảy) lên sà lan hạ thủy gây ra các dao động của sà lan, chính là các tải trọng động tác động lên hệ thống hạ thủy giàn khoan. Việc tính toán, ước lượng chuyển động và moment uốn của sà lan hạ thủy có vai trò quan trọng đối với quá trình thiết kế hệ thống thi công hạ thủy. Điều kiện môi trường khí tượng thủy văn trong quá trình vận hành hạ thủy giàn khoan 116E được mô tả cụ thể trong Bảng 1 [3].

Tổng hợp các kết quả phân tích dao động của sà lan hạ thủy (sử dụng phần mềm MOSES) thể hiện trong Bảng 2. Kết quả này sẽ được kiểm chứng bằng mô hình kiểm tra trong bể thử mẫu.



Hình 3. Mặt bằng bố trí hạ thủy

Bảng 1. Điều kiện môi trường hạ thủy

Điều kiện môi trường	Gió (knots)	Sóng Hs (m)	Chu kỳ sóng Tz (sec)	Dòng chảy (knots)
Giá trị	20	0,6	3	1

Bảng 2. Dao động và gia tốc dao động lớn nhất

Chiều cao sóng ý nghĩa (Hs = 0,6m)	Chuyển động dọc (Surge)	Chuyển động ngang (Sway)	Chuyển động đứng (Heave)	Chuyển động lắc ngang (Roll)	Chuyển động lắc dọc (Pitch)	Chuyển động quay (Yaw)
Chu kỳ cắt 0 (Tz = 3s)	[m], [m/s ²]			[deg], [deg/s ²]		
Dao động độ dịch chuyển, đơn vị m						
Gia tốc dao động	0,09	0,39	0,40	0,24	0,24	0,12

3.3. Các giới hạn khác

Các giới hạn được xem xét trong quá trình thiết kế thi công hạ thủy tùy thuộc vào trang thiết bị phục vụ hạ thủy, đặc tính kết cấu công trình hạ thủy và điều kiện địa chất đất nền bãi chế tạo. Các giới hạn được xem xét khi hạ thủy giàn khoan tự nâng gồm:

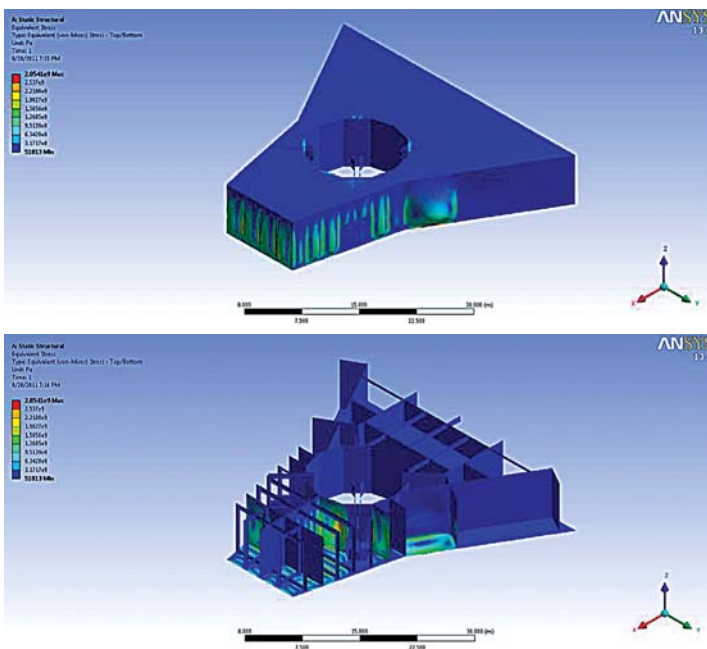
- Công suất và hành trình lớn nhất của kích thủy lực;
- Tốc độ và công suất kéo của kích;
- Cường độ và độ võng của kết cấu giàn khoan;
- Công suất và tốc độ bơm dẫn của sà lan hạ thủy;
- Cường độ của sà lan hạ thủy bao gồm đệm;
- Khả năng của đất nền bãi chế tạo, đường trượt bê tông và bờ cảng;
- Các thiết bị phục vụ hạ thủy khác trên bãi.

4. Thiết kế hệ thống hạ thủy giàn khoan tự nâng

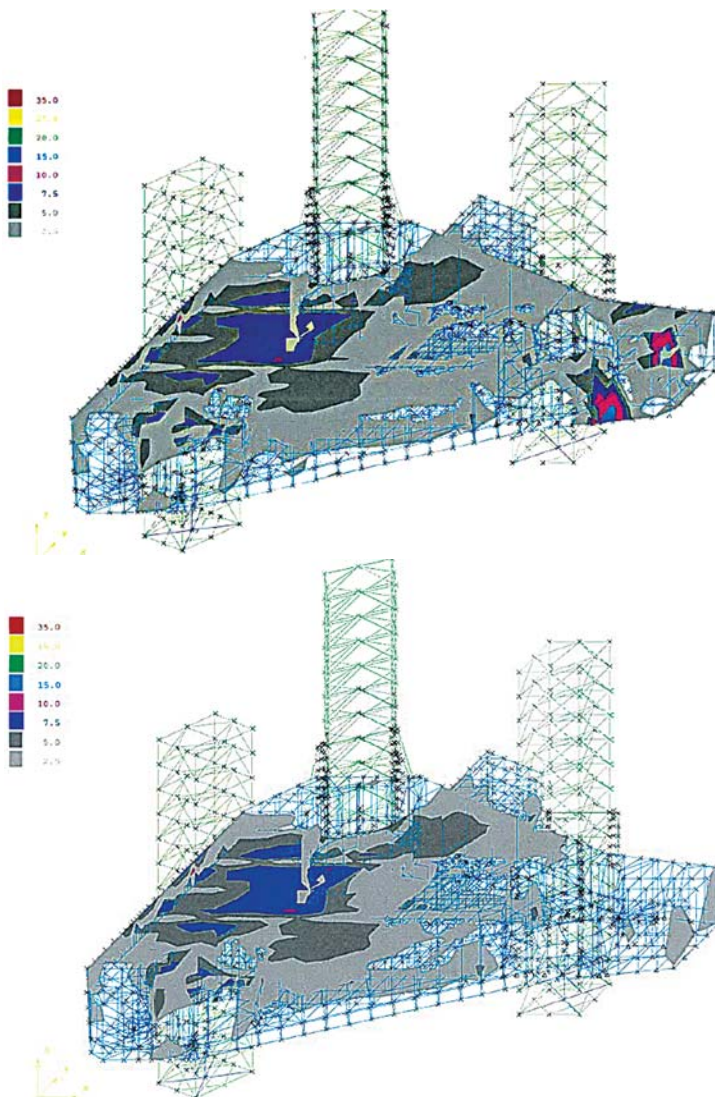
Trong phần này, tác giả đề cập đến các quan điểm tính của hệ thống hạ thủy, các hạng mục cần phân tích tính toán và xem xét kết quả sau khi áp dụng các điều kiện thiết kế đã nêu ở phần trên. Trong giai đoạn chế tạo, trước khi hạ thủy, kết cấu giàn khoan tự nâng được tổ hợp, lắp dựng trên các gối đỡ tạm thời.

4.1. Đường trượt trên bến và trên sà lan hạ thủy

Phương pháp phổ biến áp dụng hạ thủy các kết cấu công trình biển (chân đế, khối thượng tầng các giàn khoan cố định) là hạ thủy bằng phương pháp kéo trượt. Phương pháp này cũng được áp dụng để hạ thủy giàn khoan tự nâng. Hai đường trượt trên bãi chế tạo và



Hình 4. Ứng suất BHD và YORK nhìn từ mạn trái



Hình 5. Ứng suất của tấm đối với trường hợp tải trọng 1 và 2

trên sà lan được thiết kế để đỡ giàn khoan cùng với gối trượt nằm bên trên đường trượt. Bề mặt đường trượt được thiết kế sử dụng một loại vật liệu đặc biệt để giảm ma sát (các tấm fluoroslip FL 415 PTFE).

Dầm trượt trên bãi đặt trên hệ thống đường trượt bằng bê tông cốt thép trên đài móng cọc dự ứng lực, đường trượt trên sà lan đặt trên hệ thống kết cấu dầm chính của sà lan. Các kết cấu đỡ (đường trượt bê tông, kết cấu dầm chính sà lan) phải được thiết kế, kiểm tra sao cho không bị lún và biến dạng trong suốt quá trình kéo.

4.2. Phân tích ổn định bến

Ổn định bến cảng phải được kiểm tra trong giai đoạn đầu của thiết kế thi công hạ thủy bằng cách kiểm tra các giới hạn phá hủy kết cấu bến dưới sự tác động của tải trọng gây ra trong suốt quá trình hạ thủy. Kết cấu bến được tính toán phân tích theo các tổ hợp tải trọng sau:

- Tải trọng phân bố của hệ thống hạ thủy và kết cấu giàn khoan;
- Áp lực của sà lan tác dụng lên mặt trước của bến khi kéo;
- Lực cập sà lan, lực neo sà lan;
- Các loại tải trọng khác.

Độ an toàn của bến phụ thuộc chủ yếu đến các tải trọng của sà lan tác động lên bến. Vì vậy, khi thiết kế hệ thống hạ thủy cần phải giảm thiểu tối đa các tác động sà lan hạ thủy lên bến cảng và yêu cầu về giới hạn an toàn của bến cảng phải đảm bảo thỏa mãn đối với tất cả các trường hợp xem xét.

4.3. Mặt bằng bố trí dầm và sà lan hạ thủy

Các yếu tố xem xét khi chọn sà lan phục vụ hạ thủy giàn khoan tự nâng:

- Mớn nước sà lan trước, trong và sau khi nhận tải;
- Diện tích sàn trên sà lan cần thiết để bố trí dầm trượt;
- Tốc độ bơm dầm so với tốc độ kéo;
- Cường độ dọc sà lan và cường độ cục bộ mặt boong;
- Khả năng ổn định của sà lan trong quá trình vận chuyển, đánh chìm.

Sà lan bán chìm Giant 2 của Smit Division được tính toán và lựa chọn phù hợp những yêu cầu đã nêu trên. Quá trình hạ thủy giàn khoan tự nâng được chia thành 14 bước chính. Các trạng thái dẫn nước và độ võng tương đối của sà lan được theo dõi, kiểm tra trong suốt quá trình hạ thủy [4].

4.3.1. Các thông số chính của sà lan hạ thủy

Sà lan được sử dụng để hạ thủy là sà lan bán chìm Giant 2 có kích thước cơ bản như sau:

- Chiều dài: 140m;
- Chiều rộng: 36m;
- Chiều cao mạn: 8,5m;
- Mớn nước đánh chìm: 6,68m;
- Lượng choán nước: 24.000 tấn;
- Đăng kiểm LR, 100A1 sà lan bán chìm có thể đi biển.

4.3.2. Kiểm soát nước dẫn

Kiểm soát bơm dẫn nước cho sà lan hạ thủy nhằm đảm bảo mớn nước của giàn, độ nghiêng dọc, nghiêng ngang của sà lan nằm trong giới hạn vận hành: $\pm 0,25$ độ đối với nghiêng dọc và $\pm 0,2$ độ đối với nghiêng ngang [12]. Quá trình bơm dẫn nước cho sà lan được chia thành 14 giai đoạn, mỗi giai đoạn tương ứng khoảng 6m dịch chuyển của giàn khoan. Kế hoạch bơm dẫn nước cho sà lan hạ thủy cũng tính đến toàn bộ thời gian dự kiến hạ thủy, được ước tính trên cơ sở vận tốc kéo trượt, tốc độ dịch chuyển của kích kéo và sự thay đổi biên độ thủy triều. Trạng thái dẫn thực tế trong quá trình hạ thủy được kiểm soát bằng cách đo mớn nước trực tiếp, bằng thiết bị đo tự động và máy toàn đạc.

Để kiểm soát mớn nước, nghiêng ngang, nghiêng dọc của sà lan trong suốt quá trình truyền và nhận tải, bơm/xả nước dẫn bù do thay đổi mực nước thủy triều trong quá trình hạ thủy, trên sà lan hạ thủy thiết kế lắp đặt thêm một hệ thống bơm nước dẫn chính (khác với hệ thống bơm của sà lan) và vận hành cùng với hệ thống bơm của sà lan. Công suất của hệ thống bơm ngoài bổ sung và các bể chứa nước được tính toán, lựa chọn căn cứ vào sự thay đổi biên độ thủy triều và mớn nước của sà lan hạ thủy. Theo tính toán có 24 bơm chìm 10Ps được bổ sung, mỗi bơm có công suất $800\text{m}^3/\text{giờ}$ [2].

4.4. Phân tích cường độ và độ võng của giàn khoan

Cường độ và độ võng kết cấu hạ thủy được tính toán, phân tích kiểm tính bằng phần mềm ANSYS và SACS. Hệ

số ứng suất, khả năng ổn định chịu nén của tấm và độ biến dạng của kết cấu thân giàn phải được kiểm tra theo các tải trọng, tổ hợp tải trọng tác động lên kết cấu trong quá trình hạ thủy.

Kết quả phân tích kiểm tính kết cấu giàn khoan tự nâng chứng tỏ kết cấu của giàn không vượt quá các giới hạn an toàn trong suốt quá trình thực hiện hạ thủy. Ngoài ra, hệ số ứng suất và độ biến dạng kết cấu giàn khoan nhỏ hơn so với ứng suất và biến dạng tính toán trong điều kiện giàn hoạt động trên biển. Ứng suất Von-mises sau khi phân tích lớn nhất là $180\text{N}/\text{mm}^2$ tại vị trí tấm mạn thân giàn phía đáy gắn với trục đối xứng của giàn và biến dạng lớn nhất là 120mm so với phương thẳng đứng tại khu vực kết cấu bộ đỡ kích kéo thủy lực. Trong mỗi hành trình piston của kích kéo thủy lực biến dạng tự nhiên, thân giàn khoan không thay đổi trong suốt quá trình hạ thủy và không gây ra các tải trọng tập trung cục bộ trên kết cấu thân giàn. Các tấm nệm chèn được thiết kế sử dụng để có thể giữ biến dạng kết cấu thân giàn nằm trong giới hạn cho phép trong trường hợp hệ thống kích kéo bị hỏng. Biến dạng của sà lan hạ thủy gây ra bởi áp lực thủy tĩnh và mô men uốn dọc do sóng phải được xem xét dưới dạng biến dạng tổng thể xuất hiện trong từng hành trình của kích kéo. Biểu đồ tổ hợp ứng suất và biến dạng kết cấu giàn khoan tự nâng trong quá trình hạ thủy được thể hiện trong Hình 4 và 5 [16, 17].

4.5. Hệ thống kích kéo

Lực kéo tính toán theo yêu cầu hạ thủy kết cấu công trình tỷ lệ thuận với khối lượng và hệ số ma sát giữa hai mặt trượt tiếp xúc gối trượt và dầm trượt. Trong dự án hạ thủy giàn khoan tự nâng 90m nước, lực kéo yêu cầu theo tính toán là 1.808,4 tấn tương ứng với hệ số ma sát là 20% (hệ số ma sát nghỉ) [1, 4]. Hệ thống kéo hạ thủy được thiết kế có khả năng kiểm soát hướng kéo hạ thủy. Hệ thống kéo điển hình sử dụng các kích kéo thủy lực, lựa chọn trên cơ sở kinh nghiệm thực hiện hạ thủy ở các dự án hạ thủy công trình biển trước đây.

Hệ thống kéo thủy lực gồm 6 kích kéo G-SJ27, mỗi kích có khả năng kéo 441,5 tấn, các bó cáp được căng cùng với kích kéo, kích kéo lắp đặt tại vị trí gối đỡ kích, cố định trên gối đỡ bằng các bu lông chịu lực với kết cấu neo được hàn cố định trên kết cấu mặt sàn chính của sà lan hạ thủy.

Mỗi kích kéo có công suất 441,5 tấn (lực nén tối đa là 350 bar), hành trình piston dài 500mm và tốc độ kéo 12m/giờ, được áp dụng để hạ thủy giàn khoan tự nâng. Công suất của kích được tính toán thiết kế vượt quá 115% so với

lực ma sát tính toán nhằm đảm bảo trường hợp tăng ma sát ngoài ý muốn. Các bộ phận liên quan trong hệ thống thiết kế hạ thủy như dầm liên kết, đệm thép và dầm trượt chịu tác động của lực kéo. Lực kéo được xem xét, tính toán, kiểm tra dưới sự tác động của toàn bộ lực kéo.

4.6. Đệm va bảo vệ

Đệm thép bảo vệ được sử dụng tại vị trí mặt tiếp xúc giữa đường trượt trên bờ và đường trượt trên sà lan hạ thủy. Tương ứng với 2 đường trượt có 2 đệm thép bảo vệ được sử dụng để chịu tác động lực nén và truyền tải trọng trong quá trình kéo. Bố trí hệ thống liên kết tại vị trí đặt đệm thép thể hiện trong Hình 3.

Các đệm thép được lắp đặt phía đuôi sà lan, ép lên mặt trước của cảng chịu tác động của lực nén gây ra trong quá trình kéo hạ thủy. Theo yêu cầu mỗi đệm thép có diện tích khoảng 1,5m x 4,5m được xác định từ kết quả tính toán ổn định của bến. Kết cấu phía đuôi sà lan được tính toán kiểm tính đảm bảo chắc chắn kết cấu đủ cường độ để chống lại lực nén ép từ đệm thép. Đệm được thiết kế để kháng lại lực nén ép và 20% lực kéo theo phương vuông góc gây ra bởi sự dịch chuyển lên xuống của sà lan.

4.7. Hệ thống neo

Sà lan bán chìm Giant 2 được neo cố định tại bến trong suốt quá trình hạ thủy. Các dây neo thiết kế theo các hướng dẫn kỹ thuật tính toán thực hành (điều kiện môi trường chu kỳ 10 năm) như trình bày trong Bảng 1 nhằm giữ ổn định vị trí của sà lan. Lực neo tính toán lớn nhất khoảng 29,49 tấn. Điều kiện cực hạn của dây neo xảy ra sau khi hoàn thành hạ thủy, giàn khoan nằm hoàn toàn

trên sà lan hạ thủy. Các dây neo chịu tác động của môi trường lên hệ gồm giàn khoan và sà lan hạ thủy. Hệ thống neo dự phòng được chuẩn bị trong trường hợp bão xảy ra theo điều kiện bão chu kỳ 100 năm [8]. Lúc này dầm liên kết đóng vai trò như là hệ thống neo và có thể trang bị thêm các dây neo khi có yêu cầu.

4.8. Hệ thống kiểm tra, kiểm soát

Các yếu tố liên quan ảnh hưởng đến quá trình thi công hạ thủy được lập thành danh mục và kiểm tra liên tục trong suốt thời gian hạ thủy. So sánh, kiểm tra các dữ liệu thu thập được với các giá trị tính toán, ước tính ban đầu để điều chỉnh các yếu tố này nằm trong giới hạn cho phép. Các hạng mục, yếu tố chính cần theo dõi gồm:

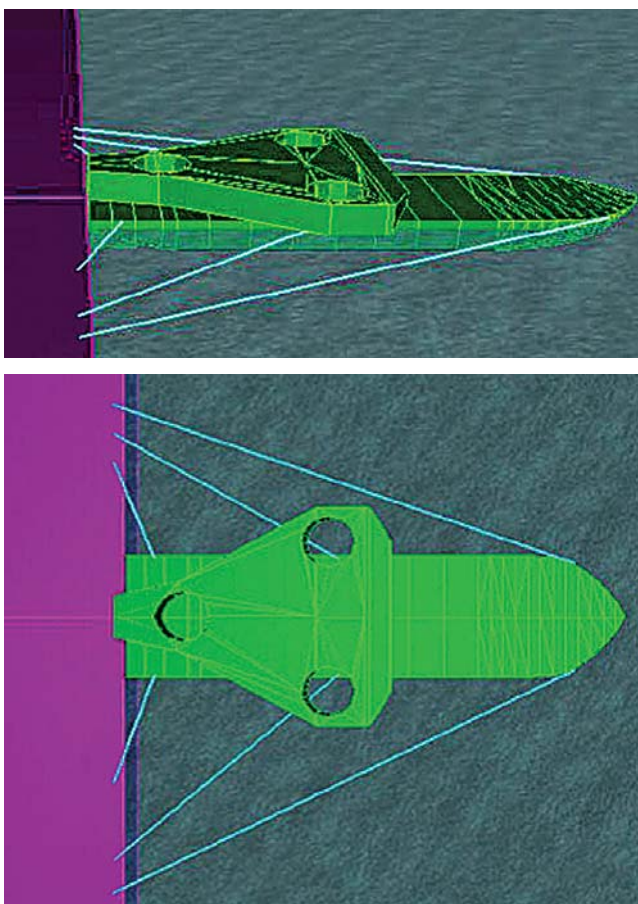
- Độ võng của kết cấu thân giàn khoan;
- Độ lún của nền bãi chế tạo, đường trượt;
- Hướng dịch chuyển hạ thủy;
- Áp lực của kích và hành trình piston thủy lực;
- Lực kéo của kích;
- Vị trí và mức nước của sà lan hạ thủy;
- Độ võng tương đối giữa các dầm kết cấu của sà lan.

5. Những điều cần lưu ý trong quá trình hạ thủy

Tất cả những yếu tố rủi ro được nêu ra trong giai đoạn thiết kế thông qua phân tích nguy hiểm và khả năng vận hành (HAZOP) phải được theo dõi và kiểm tra cẩn thận trong suốt quá trình hạ thủy. Do công tác thi công hạ thủy kết cấu giàn khoan tự nâng đóng vai trò hết sức quan trọng nên cần phải xem xét:

Bảng 3. Tổng hợp hợp lực kết quả kiểm tra sức căng trong dây neo

Hướng tác dụng	Lực căng lớn nhất của dây neo (T)					
	P1	P2	P3	S1	S2	S3
Từ phía đuôi sà lan	18,18	27,39	27,65	16,20	21,57	25,00
Từ phía đuôi khu nhà ở	9,07	11,12	9,85	5,76	6,40	13,86
Từ phía mạn phải	6,83	9,94	27,31	7,72	11,60	29,49
Từ phía mạn phải khu nhà ở	6,97	7,77	14,10	9,50	9,71	9,99
Từ phía mũi sà lan	5,52	5,89	6,61	5,21	5,36	5,81
Từ phía mạn trái khu vực nhà ở	9,98	11,48	12,39	6,68	6,37	13,15
Từ phía mạn trái	8,06	11,47	31,77	6,79	9,85	27,49
Từ phía mũi khu nhà ở	6,45	7,95	14,99	8,36	9,10	8,05
Hướng có giá trị lớn nhất	18,18	27,39	31,77	16,20	21,57	29,49
Sức căng tiêu chuẩn < 32,2 tấn (đối với P1, P2, S1, S2) < 37,4 tấn (đối với P3 & S3)	Đạt yêu cầu	Đạt yêu cầu	Đạt yêu cầu	Đạt yêu cầu	Đạt yêu cầu	Đạt yêu cầu



Hình 6. Mặt bằng bố trí neo sà lan hạ thủy

- Kiểm soát hướng kéo trượt hạ thủy, có thể dẫn đến chệch hướng do chiều dài kéo lớn;
- Tải trọng kéo gây ra lực ép, phân bố lệch lên mặt bến;
- Kiểm tra cường độ tại những vị trí liên kết với sà lan bằng các số liệu đo;

Lực kéo, cường độ kết cấu điểm kết nối với sà lan hạ thủy vượt quá mức cho phép và kiểm soát sà lan hạ thủy Giant 2 là những điểm cần chú ý nhất trong quá trình thi công hạ thủy giàn khoan tự nâng.

6. Kết luận

Phương pháp thiết kế hạ thủy trình bày ở trên góp phần vào việc hạ thủy thành công giàn khoan tự nâng đầu tiên ở Việt Nam, giàn khoan được chế tạo, tổ hợp, đấu lắp tổng thành trên bãi chế tạo - giàn khoan tự nâng Tam Đảo 03. Bài báo giới thiệu một phương pháp thi công mới ở Việt Nam cùng với các điểm khác biệt so với thi công theo phương pháp truyền thống là sử dụng ụ khô (trong thời điểm hiện tại bãi chế tạo chưa có ụ khô) của kết cấu công trình biển nổi, công trình biển lớn và các khối block tàu trước khi kết nối trên biển.

nổi chứa và xử lý dầu, mà trong tương lai chúng ta có thể áp dụng.

Phương pháp thi công này cho phép các công việc lắp đặt, chạy thử công trình được thực hiện trên bãi chế tạo, đồng thời tạo ra một môi trường làm việc thuận lợi hơn so với các phương pháp thi công khác đó là có thể sử dụng các thiết bị hỗ trợ công tác thi công chế tạo như cần cẩu trục có tính linh động cao và tính đa nhiệm.

Phương pháp thi công này cũng có thể áp dụng đối với lĩnh vực đóng tàu truyền thống để giảm thiểu thời gian chế tạo, tổ hợp, đấu lắp và tăng tính hiệu quả, thậm chí không cần sử dụng ụ khô khi có thể hạ thủy và đánh chìm các kết cấu công trình biển nổi, công trình biển lớn và các khối block tàu trước khi kết nối trên biển.

Tài liệu tham khảo

1. ALE. *Basis of design skidding for the load-out and float-off the Rig Hull at PV Shipyard*. Vung Tau, Vietnam. 8/2011.
2. ALE. *Basis of sea-fastening for the load-out and float-off the Rig Hull at PV Shipyard*. Vung Tau, Vietnam. 8/2011.
3. ALE. *Ballast calculation for the load-out of the Rig Hull at PV Shipyard*. Vung Tau, Vietnam. 8/2011.
4. ALE. *Project execution plan for the load-out of the Rig Hull at PV Shipyard*. Vung Tau, Vietnam. 8/2011.
5. American Bureau of Shipping (ABS). *Rules for building and classing mobile offshore drilling units*. ABS. 2008.
6. American Bureau of Shipping (ABS). *Rules for classification of marine vessels and structure*. ABS. 2008.
7. American Institute of Steel Construction (AISC). *Manual of steel construction*. 9th edition, AISC. 2005.
8. American Petroleum Institute (API) API PR 2SK. *Design and analysis of station keeping systems for floating structures*. API. 1996 - 2008.
9. Det Norske Veritas (DNV). *Rules for planning and execution of marine operations*. DNV. 01/2005.
10. Det Norske Veritas (DNV). *Offshore standard, Marine operations, General*. DNV-OS-H101. 6/2005.
11. Det Norske Veritas (DNV). *Modeling and analysis of marine operations*. DNV-RP-H103. 4/2010.
12. Germanischer Lloyd (GL). *Marine operations*. GL. 2007; 4(6).

13. LeTourneau Technologies Inc. *Supper 116E - Operation and maintenance manual*. LTI M. 2010.
14. LeTourneau Technologies Inc. *Hull 255-Two skidway load out and on the barge analysis*. LTI American. 2011.
15. GL Noble Denton International Ltd. *Structural analysis of the super 1126E bow for the float-off and sail away*. GLND. 2011.
16. Noble Denton International Ltd. *Guidelines for load-out/General guidelines for marine transportation*. Noble Denton. 2009.
17. SACS (Structural Analysis Computer System). *Program manual-engineering dynamic*. EDInc. USA.
18. Subrata. K. Chakrabarti. *Handbook of offshore engineering*. Elsevier USA. 2005 (section 14.6, chapter 14 - Load-out method).
19. Tang H.Hsu. *Applied offshore structural engineering*. GPC. 1984.

First jack-up rig load-out in Vietnam

Ngo Tuan Dung

Petrovietnam Marine Shipyard Joint Stock Company

Summary

This paper presents the design concept and operation results of load-out for the jack-up rig LTI model 116E built on two skid beams (without dry dock facilities). It was the first attempt to build a jack-up rig, almost completely, on two skid beams on the ground and load-out it using the submersible barge Giant 2. The major characteristics of load-out structures, which depend on a jack-up rig configuration composed of general jack-up rig type hull and other structures, were its heavy weight of approximately 9,000 metric tons and long length of 74.09m compared to breadth and depth, i.e. x 62.79 x 7.95m. Special consideration was, therefore, required for safe load-out operation compared to previous load-out of other offshore structures (jackets and topsides) where the weight was less than 4,000 - 5,500 metric tons. The strength and longitudinal deflection of the jack-up rig were carefully analysed with appropriate weight distribution. All facilities for load-out including ground foundation, strain jack system and pulling system were designed based on the results of this analysis and the friction force between the skid way and hull supports (skid shoe). The ballasting operation for the barge was controlled by the control system (PLC) in the control room. Relative deflection in way of jack-up rig was monitored during the load-out operation. The motion of the jack-up rig during the load-out process, towing to float-off site and float-off phase were analysed and compared to model test results.

The load-out concept and methodologies described here are verified through the successful load-out operation of the first jack-up rig project in Vietnam. The concept and experience gained can be adopted for the load-out design of extra-heavy structures where the weight is more than 15,000 metric tons. Guidelines for the development of an efficient construction method for offshore and ship type structures are also suggested for future application of this concept.