

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC PHƯƠNG ÁN BỔ SUNG THÊM GIẾNG KHOAN ĐẾN ĐỘ BỀN CỦA KẾT CẤU GIÀN ĐẦU GIẾNG HIỆN HỮU

Vũ Đan Chính^{a,*}

^a Khoa Xây dựng Công trình biển và Dầu khí, Trường Đại học Xây dựng,
số 55 đường Giải Phóng, quận Hai Bà Trưng, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 26/04/2020, Sửa xong 23/06/2020, Chấp nhận đăng 08/07/2020

Tóm tắt

Bổ sung thêm giếng khoan cho các giàn khoan đầu giếng là một yêu cầu thường gặp khi các giếng hiện hữu đã hết dần trữ lượng sau một thời gian khai thác. Đặc biệt ở Việt Nam hiện nay, một số lượng lớn các giàn đã chuyển sang giai đoạn khai thác thứ cấp. Mặt khác do giá dầu sụt giảm, hiệu quả đầu tư giàn mới là không cao, nên nhu cầu nâng cấp giàn và bổ sung thêm giếng khoan là vấn đề tất yếu. Một số phương án bổ sung thêm giếng khoan cho các giàn đang được áp dụng phổ biến trên thế giới hiện nay bao gồm: Bổ sung các giếng đơn (single well) trong các ống dẫn hướng (conductor), bổ sung các giếng đôi (dual well) trong từng ống dẫn hướng, bổ sung các giếng đơn trong cụm ống dẫn hướng tự đứng độc lập. Mỗi phương án đều có mức độ ảnh hưởng khác nhau đến độ bền kết cấu giàn hiện hữu, chi phối chung đến tính khả thi và hiệu quả mở rộng khai thác của giàn tùy từng điều kiện cụ thể. Bài báo đề xuất các tiêu chí để phân tích, đánh giá ảnh hưởng của các phương án bổ sung đầu giếng đến độ bền kết cấu theo quy định của các tiêu chuẩn hiện hành. Các tiêu chí này được áp dụng để đánh giá và lựa chọn phương án bổ sung giếng cho giàn JVPC WHP-C1 đang khai thác ở mỏ Rạng Đông của Việt Nam. Kết quả nghiên cứu của bài báo có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo cho các dự án tương tự trong điều kiện Việt Nam.

Từ khóa: bổ sung giếng khoan; giếng đơn; giếng đôi; ống dẫn hướng tự đứng; độ bền kết cấu; giàn đầu giếng hiện hữu.

ASSESSMENT OF THE AFFECTIONS OF WELL ADDING SOLUTIONS TO THE STRENGTH OF EXISTING WELL HEAD PLATFORM STRUCTURES

Abstract

A supplement of new wells for well head platforms (WHP) is a normal requirement when oil and gas reserves of aging wells have already been degraded after an operating duration. Especially in Vietnam nowadays, a variety of platforms have been turned into secondary exploitation phase. Besides, the falling oil price leads to ineffective investment to new platforms and it is necessary to supply additional wells. At present, some typical solutions are supplying additional wells worldwide, including single wells or dual wells in conductors and wells in self-supported conductor system. Each solution causes different effects on existing structural strengths, leading to the effectiveness and possibility aspects in order to widen the exploitation according to specific conditions. This paper proposes criteria used for analysis and assessment of additional wells supplied in terms of structural strengths according to current standards. The criteria are applied to assess and select a well adding plan for JVPC WHP-C1 platform exploited at Rang Dong Field of Vietnam. The research results will be able to use as a reference for similar projects in Vietnamese conditions.

Keywords: well adding solutions; single well; dual well; self-supported conductors; structural strength; existing well head platform.

[https://doi.org/10.31814/stce.nuce2020-14\(3V\)-10](https://doi.org/10.31814/stce.nuce2020-14(3V)-10) © 2020 Trường Đại học Xây dựng (NUCE)

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: chinhhdxd@gmail.com (Chính, V. Đ.)

1. Giới thiệu

Giếng khoan là một hạng mục chính của giàn khoan dầu khí, kết nối trực tiếp với các mỏ dầu khí ở độ sâu hàng nghìn mét dưới lòng đất. Để khoan tạo giếng cần tiến hành kết hợp tuần tự công tác khoan, công tác hạ từng lớp ống chống (casing) và công tác bơm trám xi măng để giữ cố định các ống chống theo từng chu trình cho đến khi giếng đạt đến độ sâu thiết kế (Hình 1). Để mở thêm một giếng mới, cần lắp đặt một ống dẫn hướng (conductor) đỡ các ống chống trong quá trình khoan hạ. Các ống dẫn hướng này được hạ đến độ sâu thiết kế tương tự như hạ cọc, bằng phương pháp đóng hoặc khoan và thông thường được gắn với giàn. Trong giai đoạn khai thác, các ống dẫn hướng chịu tác động của tải trọng môi trường và truyền trực tiếp vào giàn qua các liên kết.

Khi một giàn hiện hữu có nhu cầu bổ sung giếng khoan, việc lựa chọn giải pháp lắp mới các ống dẫn hướng là rất quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng chịu lực của giàn và khả năng khai thác của giếng mới. Mặc dầu vậy, cho đến nay các tiêu chuẩn tính toán thiết kế kết cấu công trình biển cố định hiện hành [2, 3] chưa có hướng dẫn cụ thể để đánh giá độ bền kết cấu trong trường hợp này. Các nghiên cứu trên thế giới [4, 5] và tại Việt Nam [6, 7] cũng chỉ tập trung vào đánh giá kết cấu khi chịu tải trọng vượt mức thiết kế, chịu các tải trọng sự cố cháy, nổ, va tàu, tác động của vật rơi và có khuyết tật, hư hỏng, phục vụ kiểm định và dự báo gia hạn khai thác giàn mà chưa đi sâu vào vấn đề đánh giá để nâng cấp, mở rộng công nghệ khai thác của giàn.

Với đặt vấn đề đó, bài báo đề ra mục tiêu là xây dựng các tiêu chí và hướng dẫn phân tích, đánh giá ảnh hưởng của các phương án bổ sung giếng khoan đến độ bền kết cấu giàn dầu giếng đang khai thác. Thông qua ứng dụng vào một dự án cụ thể ở mỏ Rạng Đông của Việt Nam tác giả rút ra các kết luận, nhận xét về ưu nhược điểm của các phương án và ảnh hưởng qua lại đến độ bền chung của kết cấu. Nội dung chi tiết của bài báo được trình bày trong các mục sau đây.

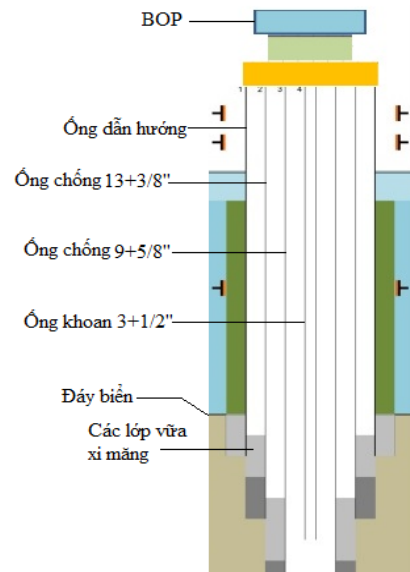
2. Một số phương án bổ sung giếng khoan và ảnh hưởng của nó đến khả năng chịu lực của kết cấu

2.1. Một số phương án bổ sung thêm giếng khoan

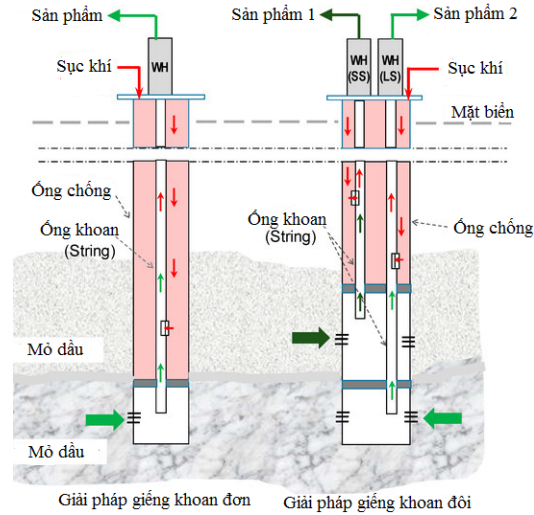
- Phương án 1: Bổ sung thêm một hay nhiều ống khoan đơn gắn với giàn hiện hữu. Ở phương án này, mỗi ống khoan được đặt trong lòng một ống dẫn hướng.

- Phương án 2: Bổ sung thêm một hay nhiều ống khoan đôi gắn với giàn hiện hữu. Ở phương án này có 2 ống khoan được đặt trong lòng một ống dẫn hướng. Công nghệ khai thác trên giếng đôi (Hình 2) là vấn đề kỹ thuật dầu khí khá mới hiện nay, chi tiết có thể tham khảo trong [8]. Bài báo chỉ tập trung vào vấn đề phân tích kết cấu.

- Phương án 3: Bổ sung thêm một cụm giếng khoan đứng độc lập. Cụm giếng khoan phải được cấu tạo từ ít nhất 3 ống dẫn hướng trở lên để đảm bảo có thể tự đứng độc lập với giàn (Hình 4, 5).

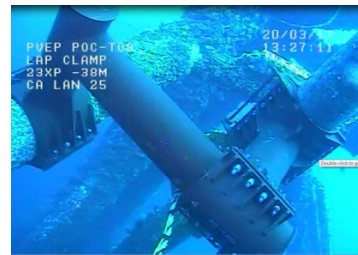
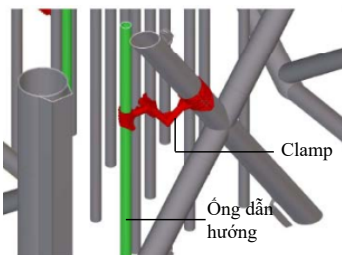


Hình 1. Cấu tạo các lớp của một giếng khoan giàn Đại Hùng II [1]

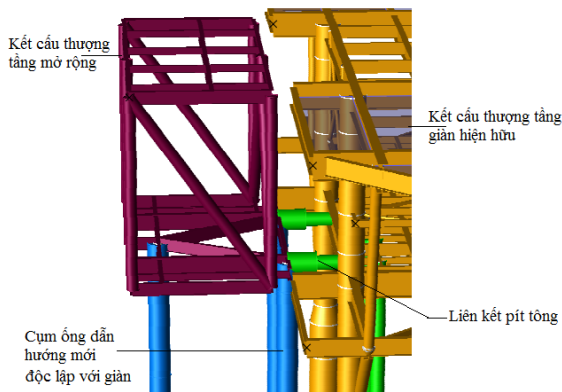


Hình 2. Minh hoạ giếng khoan đơn và giếng khoan đôi

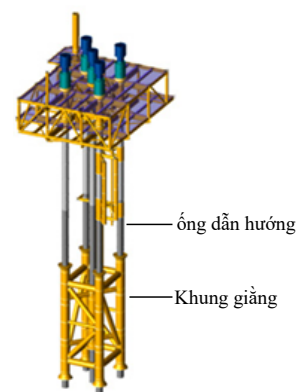
Đối với 2 phương án đầu, các ống dẫn hướng mới được gắn trực tiếp với giàn hiện hữu thông qua các liên kết kẹp (Clamp) (Hình 3). Đối với phương án 3, để chịu được tải trọng trong điều kiện cực hạn, một số liên kết mềm dạng pít tông (Hình 4) được sử dụng để nối giữa cụm giếng này với giàn hiện hữu nhằm mục đích không chế chuyển vị đỉnh và phân phối bớt tải trọng sang giàn hiện hữu. Ngoài ra, cần bổ sung thêm khung giằng để liên kết giữa các ống dẫn hướng (Hình 5).



Hình 3. Cấu tạo liên kết kẹp



Hình 4. Minh hoạ cấu tạo liên kết pít tông



Hình 5. Minh hoạ cấu tạo khung giằng các ống dẫn hướng độc lập

2.2. Phân tích ảnh hưởng của các phương án lắp thêm ống dẫn hướng đến khả năng chịu lực chung của kết cấu

Sau đây là nghiên cứu tổng hợp và phân tích các tiêu chí của từng phương án lắp thêm ống dẫn hướng ảnh hưởng nhất đến khả năng chịu lực chung của kết cấu giàn được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Các tiêu chí ảnh hưởng đến khả năng chịu lực chung của kết cấu giàn

Tiêu chí ảnh hưởng	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
Tải trọng do mở rộng thượng tầng	Tải trọng mở rộng thượng tầng truyền trực tiếp lên kết cấu giàn hiện hữu	Tương tự phương án 1	Tải trọng mở rộng thượng tầng không truyền lên kết cấu giàn hiện hữu, mà truyền lên cụm ống dẫn hướng đứng độc lập
Tải trọng môi trường	Tải trọng sóng, dòng chảy tác động lên ống dẫn hướng mới và khung chắn (conductor guard) truyền trực tiếp lên kết cấu giàn hiện hữu	Tương tự phương án 1, nhưng tác động nhỏ hơn phương án 1 với cùng số giếng	Tải trọng sóng, dòng chảy tác động lên cụm ống dẫn hướng mới đứng độc lập, truyền một phần lên kết cấu giàn hiện hữu thông qua các liên kết mềm ở thượng tầng
Thay đổi nội lực của cọc và của kết cấu giàn hiện hữu	Thay đổi do tải trọng thượng tầng mở rộng và do tải trọng sóng, dòng chảy gia tăng thêm	Tương tự phương án 1	Thay đổi nội lực cọc phụ thuộc mức độ truyền tải trọng sóng, dòng chảy của liên kết mềm
Điều kiện bền và ổn định của các ống dẫn hướng mới	Ảnh hưởng đến số lượng liên kết kẹp	Tương tự phương án 1	Ảnh hưởng đến cấu tạo khung giằng các ống dẫn hướng
Mức độ rủi ro khi gặp tác động sự cố đâm va tàu	Thấp. Ảnh hưởng đến cấu tạo khung chắn các ống dẫn hướng mới	Tương tự phương án 1. Cấu tạo khung bảo vệ ống dẫn hướng nhỏ hơn với cùng số giếng.	Cao. Ảnh hưởng đến kích thước ống dẫn hướng và khung giằng.
Ảnh hưởng của hiệu ứng dòng xoáy	Tùy thuộc khoảng cách 2 liên kết kẹp liền kề	Tương tự phương án 1	Ảnh hưởng khá đáng kể khi độ sâu nước lớn, do chiều dài tự do của các ống dẫn hướng lớn. Quyết định đến phạm vi khung giằng.

3. Các tiêu chí đánh giá độ bền kết cấu khi bổ sung giếng cho giàn hiện hữu

Mục 3 trình bày 4 vấn đề cơ bản cần đánh giá để định lượng ảnh hưởng của các tiêu chí ở mục 2 đến độ bền chung của kết cấu. Riêng bài toán phân tích tác động của va tàu tạm thời chưa được đề cập trong bài báo này.

3.1. Tiêu chí về sức chịu tải của cọc

Điều kiện an toàn về sức chịu tải dọc trục của cọc theo đất nền được kiểm tra theo API [2], hệ số an toàn của cọc (FOS) phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$FOS = \frac{Q_{ch}}{N} \geq [FOS] \quad (1)$$

trong đó Q_{ch} là sức chịu tải cực hạn theo đất nền của cọc tính theo API, N là lực dọc lớn nhất tại mũi cọc xét ở trạng thái vận hành và trạng thái cực hạn. $FOS = 1,5$ ứng với trạng thái cực hạn, $FOS = 2$ với trạng thái vận hành [2].

3.2. Tiêu chí về độ bền các phần tử kết cấu của giàn hiện hữu

Điều kiện bền của phần tử thanh kết cấu công trình biển cố định bằng thép được kiểm tra qua hệ số UC theo tiêu chuẩn API, phụ thuộc trạng thái chịu lực của thanh. Đối với thanh chịu nén uốn điều kiện bền biểu diễn theo (2)

$$UC_1 = \frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{\left(1 - \frac{f_a}{F_{e'}}\right) F_b} \leq 1,0$$

$$UC_2 = \frac{f_a}{0,6F_y} + \frac{\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{F_b} \leq 1,0$$
(2)

trong đó f_a là ứng suất dọc trục; f_{bx}, f_{by} lần lượt là ứng suất uốn theo phương x và y ; F_a, F_b là ứng suất cho phép của thanh chịu nén và chịu uốn; $F_{e'}$ là ứng suất tới hạn gây mất ổn định theo Euler; C_m là hệ số ảnh hưởng mô men uốn [2]. Tương tự, điều kiện bền cho thanh chịu kéo uốn là:

$$UC = \frac{f_a}{F_a} + \frac{\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{F_b} \leq 1,0 \quad (3)$$

Điều kiện bền nút ống theo API:

$$UC = \left| \frac{P}{P_a} \right| + \left(\frac{M}{M_a} \right)_{ipb}^2 + \left(\frac{M}{M_a} \right)_{opb}^2 \leq 1,0 \quad (4)$$

trong đó P là dọc trục của ống nhánh; M_{ipb}, M_{opb} lần lượt là mô men uốn trong và ngoài mặt phẳng kết cấu nút ống của ống nhánh; P_a là lực dọc giới hạn của ống nhánh gây chọc thủng ống chính; $M_{a(ipb)}, M_{a(opb)}$ lần lượt là mô men uốn giới hạn trong và ngoài mặt phẳng kết cấu nút ống của ống nhánh gây chọc thủng ống chính xác định theo API.

3.3. Tiêu chí về độ bền và ổn định của các ống dẫn hướng mới

Các ống dẫn hướng mới cần được tính toán kiểm tra bền trong các trạng thái sau:

- Trạng thái 1: Trạng thái hạ xuống độ sâu thiết kế bằng phương pháp đóng. Ở trạng thái này ống dẫn hướng chịu tổ hợp tải trọng do búa đóng và điều kiện môi trường thi công tương tự như cọc. Điều kiện kiểm tra bền được xét ở trạng thái tĩnh và trạng thái động [9]. Trong trường hợp dùng biện pháp khoan hạ thì không cần kiểm tra.

- Trạng thái 2: Trạng thái khoan hạ các ống chống trong lòng ống dẫn hướng để tạo giếng. Ở trạng thái này ống dẫn hướng chịu tải trọng tương ứng với kịch bản hạ ống chống (Bảng 2 liệt kê các lớp ống chống của một giếng khoan của giàn Đại Hùng II).

Khi đó, do đầu trên của ống chống tì lên đỉnh ống dẫn hướng nên một phần/toàn phần tải trọng ống chống sẽ truyền dọc trục ống dẫn hướng theo từng bước khoan hạ và bơm trám xi măng. Ngoài ra ống dẫn hướng còn chịu tải trọng của BOP (BlowOut Preventer) đặt trên đỉnh để ngăn sự phun trào dầu khí lên miệng giếng (Hình 6). Điều kiện bền, ổn định của ống dẫn hướng được kiểm tra theo tiêu chuẩn API, tương tự như kiểm tra bền cho phần tử kết cấu thanh giàn đã trình bày ở mục trên.

Bảng 2. Cấu tạo các lớp một giếng khoan của giàn Đại Hùng II [1]

Ống	Độ sâu (m)
Ống dẫn hướng 20"	402,39
Ống chống 13+3/8"	1659,73
Ống chống 9+5/8"	2677,74
Ống chống 3 1/2"	2662,91



Hình 6. Minh họa BOP

- Trạng thái 3: Trạng thái khai thác tương ứng với điều kiện vận hành và điều kiện cực hạn. Tổ hợp tải trọng điều kiện vận hành xét tương ứng với tải trọng thượng tầng lớn nhất và điều kiện môi trường bão 1 năm. Trạng thái cực hạn xét với điều kiện môi trường bão 100 năm và tải trọng thượng tầng không khai thác tương ứng. Điều kiện bền, ổn định của ống dẫn hướng cũng được kiểm tra theo tiêu chuẩn API.

3.4. Tiêu chí tránh cộng hưởng dòng xoáy

Khi một dòng đều chảy cắt ngang qua thân một nhịp ống dẫn hướng tiết diện nhỏ và chiều dài làm việc lớn sẽ xuất hiện các dòng xoáy sau tiết diện ngang. Các xoáy này có thể gây ra dao động đáng kể/cộng hưởng của ống dẫn hướng trong mặt phẳng ngang, theo phương trùng phương dòng chảy (in-line) và phương vuông góc với dòng chảy (cross flow), gây mất an toàn. Để tránh hiện tượng này cần bố trí đủ liên kết để giảm nhịp của các đoạn ống dẫn hướng xuống dưới giá trị giới hạn. Theo [10], điều kiện cộng hưởng trùng phương với dòng chảy có thể xảy ra khi $1,0 \leq V_r \leq 3,5$ và $K_s < 1,8$; điều kiện cộng hưởng theo phương vuông góc với dòng chảy có thể xảy ra khi $K_s < 16$ và $4,0 \leq V_r \leq 10$, trong đó:

$$V_r = \frac{V}{f_i D}, \quad K_s = \frac{2m_e d}{\rho_w D^2} \quad (5)$$

trong đó V là vận tốc dòng chảy, D là đường kính ống dẫn hướng có kể đến chiều dày hà bám; f_i là tần số dao động riêng cơ bản phụ thuộc chiều dài nhịp (L) và liên kết hai đầu (a_n) ống dẫn hướng [10]:

$$f_i = \left(\frac{a_n}{2\pi} \right) \sqrt{\frac{EI}{m_e L^4}} \quad (6)$$

trong đó m_e là tổng khối lượng tham gia dao động (khối lượng bản thân, chất vận chuyển, hà bám, nước kèm) trên 1 m dài ống dẫn hướng; E là mô đun đàn hồi vật liệu; I là mô men quán tính tiết diện ống; $d = 2\pi\xi$, ξ là tỷ số cản; ρ_w là khối lượng riêng nước biển.

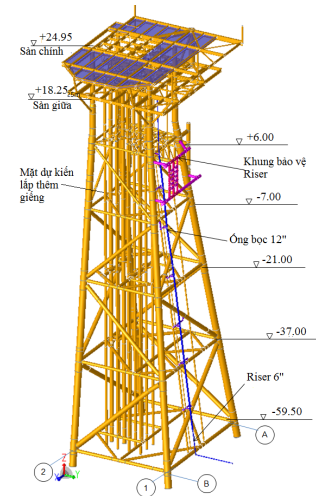
4. Đề xuất và đánh giá ảnh hưởng của các phương án lắp thêm ống dẫn hướng cho giàn đầu giếng JVPC WHP-C1

Các nội dung đã trình bày trong mục 2 và 3 được ứng dụng để xây dựng và đánh giá ảnh hưởng của các phương án lắp thêm ống dẫn hướng cho giàn đầu giếng JVPC WHP-C1 đang khai thác ở khu vực mỏ Rạng Đông, Việt Nam với các số liệu đầu vào được tóm tắt trong mục 4.1.

4.1. Số liệu giàn JVPC WHP-C1 hiện hữu [11]

Bảng 3. Đặc trưng kết cấu giàn hiện trạng

Thông số (Đơn vị)	Giá trị
Chiều cao công trình (m)	86
Kích thước đỉnh (m × m)	9,8 × 12,2
Kích thước đáy (m × m)	25,6 × 21
Tiết diện cọc $D \times t$ (cm × cm)	121,9 × 5,4
Tiết diện ống chính $D \times t$ (cm × cm)	134,5 × 2,5
Tiết diện ống nhánh điển hình $D \times t$ (cm × cm)	91,4 × 2,2; 83 × 2; 71,1 × 1,27
Tiết diện ống dẫn hướng hiện trạng $D \times t$ (cm × cm)	50,8 × 1,5
Số lượng đầu giếng hiện trạng	12
Tổng trọng lượng công trình (T)	2155



Hình 7. Cấu tạo kết cấu giàn hiện trạng

Số liệu môi trường thiết kế mỏ Rạng Đông được tóm tắt trong Bảng 4 [12]. Số liệu các ống chống như sau: ống 13+3/8" sâu 700 m, trọng lượng 107,15 kG/m, ống 9+5/8" sâu 2300 m, trọng lượng 79,62 kG/m, ống 5+1/2" sâu 3045 m, trọng lượng 29,76 kG/m. BOP nặng 30 T.

4.2. Đề xuất các phương án bổ sung thêm ống dẫn hướng

Dựa trên số liệu đầu vào và các phương án bổ sung đầu giếng đã giới thiệu, số lượng kích thước, cấu tạo giếng mới đã được tính toán và lựa chọn để đảm bảo an toàn. Kết quả lựa chọn tương ứng với số giếng tối đa cho từng phương án như sau (Hình 8):

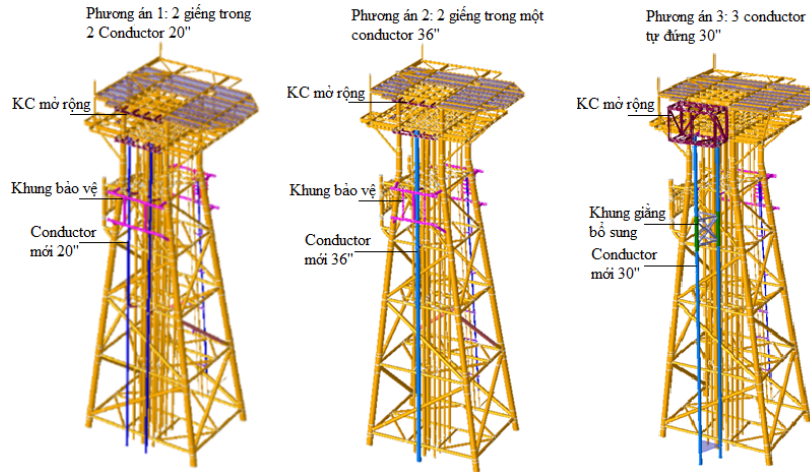
Phương án 1: Bổ sung 2 giếng đơn trong 2 ống dẫn hướng 20" gắn với giàn, liên kết kẹp tại sàn dưới và tại các mặt ngang +6,00, -7,00, -37,00.

Phương án 2: Bổ sung 1 giếng đôi ống dẫn hướng 36" gắn với giàn, liên kết kẹp tại sàn dưới, mặt ngang cao độ -7,00.

Bảng 4. Tóm tắt số liệu môi trường thiết kế điển hình

Thông số (Đơn vị)	Giá trị
Độ sâu nước trung bình (m)	54,5
Mực nước triều cao nhất (m)	+1,29
Mực nước triều thấp nhất (m)	-1,55
Vận tốc gió thiết kế chu kỳ lặp 1 năm (m/s)	23,3
Vận tốc gió thiết kế chu kỳ lặp 100 năm (m/s)	29,6
Chiều cao sóng H_{max} 1 năm (m)	9,7
Chu kỳ sóng $T_{H_{max}}$ 1 năm (s)	8,4
Chiều cao sóng H_{max} 100 năm (m)	16,9
Chu kỳ sóng $T_{H_{max}}$ 100 năm (s)	10,9
Vận tốc dòng chảy mặt (m/s)	1,38
Vận tốc dòng chảy đáy (m/s)	0,78

Phương án 3: Bổ sung 3 giếng đơn trong cụm 3 ống dẫn hướng 30" tự đứng, khoảng cách giữa 2 ống là 4,9 m, liên kết với KC thượng tầng bằng pít tông với tay cần 20 cm.



Hình 8. Sơ đồ tính kết cấu theo 3 phương án bổ sung đầu giếng

Các ống dẫn hướng mới được bổ sung bằng phương pháp khoan hạ.

4.3. Phân tích, đánh giá các tiêu chí độ bền của kết cấu và đánh giá sự phù hợp của các phương án

Kết cấu được mô hình hóa theo phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm chuyên dụng SACS version 5.8. Sơ đồ tính các phương án được thể hiện trong Hình 8. Kết quả phân tích được tóm tắt trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả phân tích kết cấu ứng với 3 phương án bổ sung ống dẫn hướng

Tiêu chí đánh giá	Giàn hiện trạng	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
Lực đầu cọc lớn nhất (T)	1944	2036	2026	2032
Hệ số an toàn về sức chịu tải của cọc (điều kiện cực hạn) (FOS)	1,570	1,502	1,51	1,505
Hệ số độ bền của cọc (UC)	0,897	0,947	0,924	0,930
Hệ số độ bền của ống dẫn hướng mới trong trạng thái thi công lắp đặt	-	0,91	0,87	0,89
Hệ số độ bền của ống dẫn hướng mới trong trạng thái khai thác	-	0,48	0,45	0,83
Điều kiện cộng hưởng dòng xoáy	-	Đạt	Đạt	Đạt
Yêu cầu khung bảo vệ	-	Có	Có	Không
Yêu cầu khung giằng	-	Không	Không	Có. Khung giằng nằm từ cao độ +2,5 đến -5,0 m
Chuyển vị đỉnh/Giới hạn cho phép (cm) của cụm ống dẫn hướng	-	-	-	61,1/68,3
Tổng trọng lượng kết cấu mở rộng cần thiết (T)	-	22,2	18,2	44

4.4. Nhận xét

Dựa vào kết quả tính toán trên, có thể rút ra được một số nhận xét, cụ thể như sau:

- Phương án 1: Cho phép khai thác thêm tối đa 2 giếng; Tồn nhiều liên kết kẹp nhất, trong đó có một liên kết cần đặt ở độ sâu 37 m dưới mặt nước biển nên khả năng thi công là khó khăn và tốn kém. Nguyên nhân là do kích thước ống dẫn hướng nhỏ nên cần giảm nhịp để đảm bảo điều kiện bền, ổn định và tránh cộng hưởng dòng xoáy; Hệ số an toàn theo sức chịu tải cọc của giàn hiện trạng là thấp nhất do tải trọng tác động lên các ống dẫn hướng mới truyền vào giàn lớn nhất.

- Phương án 2: Cho phép khai thác thêm tối đa 2 giếng; Chỉ cần một liên kết kẹp ở độ sâu 7 m, có thể thi công tương đối dễ dàng. Nguyên nhân là do ống dẫn hướng có kích thước lớn, vừa đủ để đỡ 2 giếng bên trong lòng, vừa tăng được chiều dài nhịp tự do mà vẫn thỏa mãn bảo đảm điều kiện bền, ổn định và tránh cộng hưởng dòng xoáy; Hệ số an toàn theo sức chịu tải cọc của giàn hiện trạng là cao nhất do tải trọng tác động lên ống dẫn hướng mới truyền vào giàn nhỏ nhất; Tổng trọng lượng kết cấu mở rộng là nhỏ nhất;

- Phương án 3: Số lượng giếng có thể khai thác là lớn nhất (3 giếng); Không cần liên kết kẹp gần cụm ống với giàn mà được thiết kế đứng độc lập. Tuy vậy, để giảm chuyển vị đỉnh của cụm giếng mở rộng, cần thiết kế các liên kết pít tông (liên kết mềm) nối ở khu vực thượng tầng để truyền một phần tải trọng sang giàn hiện hữu tùy theo độ dài pít tông. Chính vì lý do đó nội lực cọc của giàn hiện hữu ở phương án 3 lại vẫn lớn hơn phương án 2; Do phải tự đứng nên trong trạng thái khai thác ống dẫn hướng hầu như chịu toàn bộ tải trọng truyền vào gây ra nội lực lớn ($UC = 0,83$), phụ thuộc vào khoảng cách giữa các ống dẫn hướng; Do các ống dẫn hướng nằm lộ ra ngoài giàn nên nguy cơ xảy ra sự cố tàu đâm là lớn nhất. Để khắc phục vấn đề này khung giằng cần được thiết kế đủ đảm bảo an toàn, dẫn đến độ phức tạp trong giai đoạn thi công tăng lên; Nếu khoảng cách giữa các ống dẫn hướng lớn, phương án 3 có thể gây khó khăn cho giàn tự nâng khi khoan khai thác ở các giếng hiện hữu bên trong giàn do làm gia tăng chiều dài vưon của dầm công xôn; Tổng trọng lượng kết cấu mở rộng là lớn nhất.

Theo kết quả phân tích, về phương diện độ bền kết cấu thì phương án 2 là phù hợp và kinh tế hơn cả. Trường hợp cần khai thác với số giếng lớn thì có thể xem xét phương án 3.

5. Kết luận kiến nghị

Bài báo đã đề xuất và phân tích 4 tiêu chí cơ bản dùng để đánh giá ảnh hưởng của 3 phương án bổ sung giếng khoan đến độ bền kết cấu giàn hiện hữu. Các tiêu chí này là những yêu cầu chính quyết định đến số lượng, kích thước giếng, giải pháp cấu tạo và giải pháp liên kết giếng với giàn hiện hữu. Thông qua kết quả ứng dụng phân tích lựa chọn phương án mở rộng giàn JVPC WHP-C1 thuộc mỏ Rạng Đông có thể rút ra một số kết luận, nhận xét như sau:

- Phương án bổ sung các giếng đơn gần với giàn, về khía cạnh công nghệ khai thác là đơn giản nhất, nhưng về điều kiện an toàn kết cấu thì thấp và tốn kém nhất, đặc biệt cho các giàn có độ sâu nước tương đối lớn, hay độ bền dự trữ thấp;

- Phương án bổ sung giếng đôi cho phép giảm mức độ phát sinh tải trọng truyền lên giàn nên phù hợp cho các giàn có độ dự trữ về độ bền thấp, hoặc đã được nâng cấp nhiều lần. Mặc dù vậy cần có giải pháp công nghệ phù hợp đi kèm và cũng có hạn chế về số lượng giếng;

- Với các giàn có độ sâu nước tương đối lớn, việc liên kết ống dẫn hướng với giàn ở độ sâu từ 30m là khó khăn, tốn kém thì cần lựa chọn phương án giếng đôi với ống dẫn hướng tiết diện lớn hoặc phương án cụm ống dẫn hướng tự đứng;

- Với các giàn có độ sâu nước lớn, giải pháp gắn ống dẫn hướng trực tiếp vào giàn không còn đủ khả thi thì phương án cụm ống dẫn hướng tự đứng thường được áp dụng. Ngoài ra phương án này còn cho phép khai thác trên nhiều giếng.

Một số vấn đề chi tiết chưa được đề cập trong phạm vi bài báo này như ảnh hưởng của môi, ăn mòn, sự gia tăng chiều dày hà bám, hiện trạng thực tế của giàn, ... đến độ bền kết cấu hiện hữu và những vấn đề khác liên quan tương tác với công nghệ khai thác khi bổ sung giếng khoan sẽ được tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện trong thời gian tới.

Tài liệu tham khảo

- [1] PVEP POC (2017). *Platform drilled well conductor analysis report*. Aquaterra Energy.
- [2] API (2007). *Recommended practice for planning, designing and constructing fixed offshore platforms*. American Petroleum Institute Publication RP-2A, Dallas, Texas, USA.
- [3] DnV OS-C101 (2011). *Design of offshore steel structures, general (LRFD method)*. Det Norske Veritas, Norway.
- [4] Gerhard Ersdal (2005). *Assessment of existing offshore structures for life extension*. Doctor Thesis, University of Stavanger.
- [5] NORSOK Standard N-006 (2009). *Assessment of structural integrity for existing offshore load-bearing structures*. The Norwegian Oil Industry Association (OLF) and Federation of Norwegian Manufacturing Industries (TBL).
- [6] Cường, Đ. Q., Chỉnh, V. Đ., Anh, B. T., Tuấn, Đ. Đ. (2015). [Nghiên cứu đánh giá lại sự rung lắc các kết cấu công trình DKI bằng thép móng cọc trên nền san hô dựa trên TTGH phá hủy lũy tiến](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐH XD*, 9(3):74–79.
- [7] Chỉnh, V. Đ. (2018). [Một phương pháp đánh giá độ tin cậy kết cấu công trình biển cố định bằng thép khi chịu tải vượt mức thiết kế](#). *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)-ĐH XD*, 12(4):30–39.
- [8] Ivanova, T. N., Korshunov, A. I., Koretskiy, V. P. (2018). [Dual completion petroleum production engineering for several oil formations](#). *Management Systems in Production Engineering*, 26(4):217–221.
- [9] Tomlinson, M. J. (1994). *Pile design and construction practice*. Fourth edition, A viewpoint Publication, London.
- [10] DNV-RP-C205 (2007). *Environmental conditions and environmental loads*. Det Norske Veritas, Norway.
- [11] JVPC (2004). *Jacket in-place analysis*. Report No. WHP-C1-S-R-0002 Rev.2.
- [12] JVPC (1996). *Final environmental design criteria for the Rang Dong prospect, Vietnam*. Volume 1, WNI Science & Engineering, Report No. R827.