

## **NGHIÊN CỨU HOÀN THIỆN CẤU TẠO CHOÒNG 3 CHÓP XOAY ĐƯỜNG KÍNH NHỎ KHOAN ĐÁ MÓNG NỨT NẸ MỎ BẠCH HỔ**

NGUYỄN VĂN KHƯƠNG, *Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam*  
TRẦN XUÂN ĐÀO, NGUYỄN THÁI SƠN, *Liên doanh Việt - Nga Vietsovpetro*  
NGUYỄN THẾ VINH, TRẦN HỮU KIÊN, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

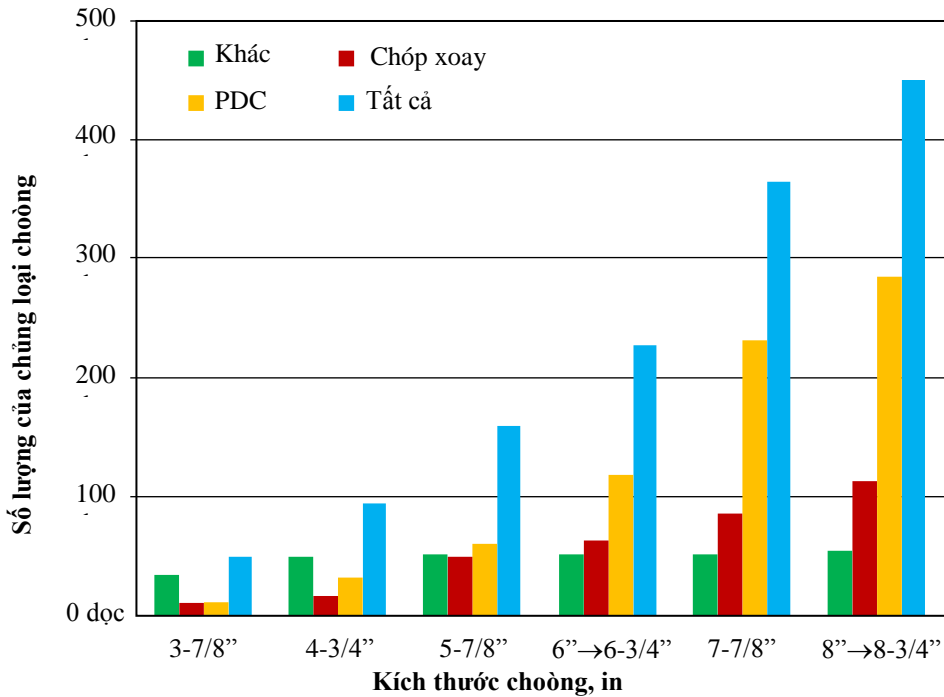
**Tóm tắt:** Qua các số liệu thực tế cho thấy, các chòong đường kính nhỏ 4 ½” khi khoan trong đá móng mỏ Bạch Hổ thường cho tốc độ cơ học thấp, số mét khoan trên mỗi chòong ngắn, chòong bị bề rãnh, mòn rãnh, rớt chóp... dẫn đến thời gian thi công kéo dài. Bằng việc phân tích số liệu thống kê về thực trạng sử dụng chòong 3 chóp xoay đường kính nhỏ khoan trong đá móng nứt nẻ, tính chất cơ lý của đá móng như độ cứng, độ mài mòn, kết hợp với các nghiên cứu đánh giá về cấu tạo của chòong, nguyên lý phá hủy đất đá của chòong nhóm tác giả đã đề xuất các giải pháp cải tạo nâng cao hiệu suất làm việc và tăng độ bền của chòong khoan bằng cách giảm xung lực va đập của chòong với một loạt các giải pháp công nghệ - kỹ thuật, bao gồm: Chuyển code IADC của chòong; Tăng số lượng răng trên cùng tiết diện; Bố trí răng để chống nhai lại; Phủ phân hợp kim bên hông của chòong; Sử dụng gioăng làm kín với công nghệ HARD.

### **1. Đặt vấn đề**

Cho đến nay, việc khoan trong tầng đá móng tại Liên doanh Việt - Nga (Vietsovpetro) vẫn có tính thời sự cao, do đặc tính đá móng là cứng và nứt nẻ nên gây ra nhiều vấn đề trong thi công khoan như tốc độ cơ học thấp, số mét khoan trên mỗi chòong ngắn, chòong bị bề rãnh, mòn rãnh, rớt chóp... dẫn đến thời gian thi công kéo dài. Vì vậy, việc lựa chọn, cải tiến chòong khoan cho phù hợp luôn là bài toán khó đối với các chuyên gia công nghệ khoan. Việc thi công càng khó khăn hơn khi khoan với chòong 3 chóp xoay đường kính nhỏ 4 ½”. Trong khi đó, chủng loại chòong đường kính nhỏ rất ít, làm cho khả năng chọn lựa chủng loại chòong phù hợp gặp nhiều khó khăn. Hình 1 minh họa số lượng chủng loại chòong cho các cấp đường kính khác nhau của các hãng sản xuất chòong lớn trên thế giới [1, 2, 3, 4].

Thực tế ở Vietsovpetro, cho đến nay để khoan trong tầng đá móng, đối với chòong 8 ½” đã sử dụng tới 37 chủng loại khác nhau, trong khi đó đối với chòong 4 ½” chỉ dùng có 5 loại.

Trong suốt thời gian dài, sự lựa chọn chòong 4 ½” khoan trong đá móng gần như là duy nhất, đó là chòong F47OD của hãng Smith. Hiện nay, có thêm một số loại như STX30DX, XR45YODPS, STR44CGDX. Thực tế cho thấy, nhược điểm lớn nhất của chòong đường kính nhỏ 4 ½” khoan trong đá móng là ổ bi của chóp rất dễ hỏng, theo thống kê chòong 4 ½” F47OD của hãng Smith có 13 trường hợp ổ bi của chóp bị hỏng trong số 74 hiệp thả (chiếm 17,5%), chòong 4 ½” XR45YODPS có đến 3 chòong rơi chóp do hỏng ổ bi trong 6 lần thả (chiếm 50%) sau 22.400 đến 43.200 vòng quay (tổng số vòng quay quá thấp). Đặc biệt, việc hỏng chóp không xảy ra trong một giới hạn rõ ràng mà chúng xảy ra ở các tổng số vòng quay rất khác biệt. Có những chòong ổ bi của chóp hỏng ở tổng số vòng quay 161.800 vòng, trong khi có chòong ổ bi hỏng chỉ ở tổng số vòng quay 11.700 vòng, chênh nhau đến 13,8 lần. Bảng 1 trình bày các số liệu thực tế của những trường hợp rơi chóp và kẹt chóp của chòong 4 ½” đã khoan ở tầng móng mỏ Bạch Hổ do hỏng ổ bi [2, 3, 4].



Hình 1. Các chủng loại chòong do các hãng nổi tiếng sản xuất

Bảng 1. Thống kê các trường hợp rớt chóp và kẹt chóp của chòong 4 1/2" đã khoan

TT	Chòong	Số hiệu	Số mét khoan, m	Số giờ khoan, giờ	Tốc độ khoan, m/giờ	Tổng số vòng quay KREV	Sự cố
1	F47YODPS	4671	74	14,3	5,17	49,97	Rơi chóp
2	F47YODPS	1414	59	17,25	3,42	62,1	Kẹt chóp
3	F47YODPS	9425	54	17,5	3,09	70,10	Kẹt chóp
4	F47YODPS	9056	48	18,75	2,56	72,46	Kẹt chóp
5	F47YODPS	8039	47	17	2,59	61,2	Kẹt chóp
6	F47YODPS	0080	43	16,5	2,61	64,4	Kẹt chóp
7	F47YODPS	7755	13	3,25	4,0	11,7	Rơi chóp
<b>Trung bình</b>			<b>48,3</b>	<b>14,9</b>	<b>3,3</b>	<b>56,0</b>	
1	XR45YODPS	9349	24	5,75	4,17	22,4	Rơi chóp
2	XR45YODPS	7778	45	12,75	3,58	45,9	Rơi chóp
<b>Trung bình</b>			<b>34,5</b>	<b>9,25</b>	<b>3,87</b>	<b>34,1</b>	

## 2. Nội dung nghiên cứu

### 2.1. Nghiên cứu tính chất cơ lý của đá móng nứt nẻ

Trên cơ sở kết quả nghiên cứu về độ cứng của đá móng mỏ Bạch Hổ của Viện dầu Gupkin và Viện Dầu khí Việt Nam được tổng hợp trong bảng 2. Kết quả nghiên cứu này thấy độ cứng của đá móng mỏ Bạch Hổ có giá trị trung bình là  $210 \times 10^5$  Pa đến  $220 \times 10^5$  Pa. Tuy nhiên, có

những mẫu đá granit có độ cứng lên đến  $302 \times 10^5$  Pa, nhưng có mẫu thì độ cứng chỉ đạt  $126 \times 10^5$  Pa. Điều này có thể giải thích được rằng mẫu lõi có độ cứng cao là những mẫu được lấy tại những khối tảng đá granit, còn mẫu lõi có độ cứng thấp hơn có thể rơi vào những khoảng khoan có mức độ phong hóa hoặc nứt nẻ cao hơn.

Bảng 2. Các tính chất cơ lý của đá móng mỏ Bạch Hổ

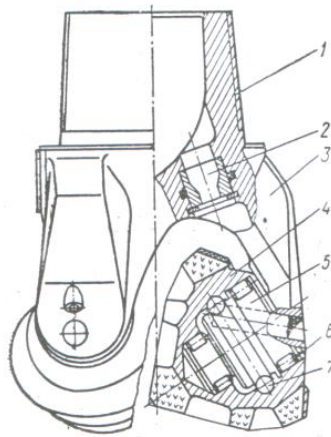
Chiều sâu lấy mẫu lõi, m		Loại đất đá	Độ cứng $10^5\text{Pa}$	Diện tích đáy của đế nén, $10^{-6}\text{m}^2$	Hệ số dẻo	Mô-đun đàn hồi, $10^5\text{Pa}$	Phân loại độ cứng	Theo số liệu của
theo thân giếng	theo độ sâu tuyệt đối							
3268	3232	granite	302	3,05	1,4		VIII	Viện dầu Gupkin
3381	3346	granite	198	2,06	3		VI	Viện dầu Gupkin
3807	3772	granite	228	2	1,1	1116	VII	Viện dầu khí VN
3820	3637	granite	216	2	1	1670	VII	Viện dầu khí VN
3836	3579	granodiorite	289	3,05	1,3		VII	Viện dầu Gupkin
3877	3688	granite	234	2	1,7	1023	VII	Viện dầu khí VN
3903	3646	granodiorite	240	2	1,1	1239	VII	Viện dầu khí VN
3910	3727	granite	204	2	1,2	1160	VII	Viện dầu khí VN
3955	3787	granodiorite	141	3,05	1,7		V	Viện dầu Gupkin
3957	3920	granodiorite	204	2	1,3	776	VII	Viện dầu khí VN
3980	3802	granodiorite	177	3,05	1,6		VI	Viện dầu Gupkin
3980	3789	granite	270	2	1	772	VII	Viện dầu khí VN
4053	3967	granite	168	2	1,8	782	VI	Viện dầu khí VN
4108	3939	granite	228	2	1,2	964	VII	Viện dầu khí VN
4240	4167	granodiorite	216	2	1,6	837	VII	Viện dầu khí VN
4267	4102	granodiorite	270	2	1,8	1210	VII	Viện dầu khí VN
4282	4025	granodiorite	228	2	1,3	1523	VII	Viện dầu khí VN
4292	4255	granodiorite	192	2	2,8	731	VI	Viện dầu khí VN
4320	4130	granite	253	3,05	1,6		VII	Viện dầu Gupkin
4330	4229	granodiorite	194	3,05	1,3		VI	Viện dầu Gupkin
4460	4165	granite	270	2	1,4	1121	VII	Viện dầu khí VN
4461	4361	granodiorite	186	2	3,1	1278	VI	Viện dầu khí VN
4490	4448	granite	192	2	1,1	722	VI	Viện dầu khí VN
4525	4456	granodiorite	216	2	1,2	1228	VII	Viện dầu khí VN
4531	4134	granodiorite	258	2	2	967	VII	Viện dầu khí VN
4548	4106	granodiorite	213	3,05	1,5		VII	Viện dầu Gupkin
4558	4320	granite	131	3,05	1,3		V	Viện dầu Gupkin
4580	4251	granite	299	3,05	1,5		VII	Viện dầu Gupkin
4670	4432	granite	222	2	1,1	1453	VII	Viện dầu khí VN
4860	4446	granite	126	2	1,1	333	V	Viện dầu khí VN

## 2.2. Nghiên cứu cấu tạo của chòong 3 chóp xoay

Trong tất cả các loại chòong khoan được sử dụng, phổ biến nhất là chòong ba chóp xoay. Trong lĩnh vực khoan dầu khí, 87-92% trong tổng số mét khoan được thực hiện bằng chòong ba chóp xoay [5, 6, 7, 8]. So với chòong 1 và 2

chóp xoay, chòong 3 chóp xoay có một số ưu điểm nổi bật sau: tuổi thọ cao hơn; các chóp được bố trí với mặt phẳng đáy lỗ khoan hòa hợp hơn; độ định tâm lớn hơn; độ chính cỡ lớn hơn; tạo lỗ khoan có cường độ lệch góc nhỏ hơn.

Cấu tạo chung của chòong 3 chóp xoay được thể hiện trên hình 2.



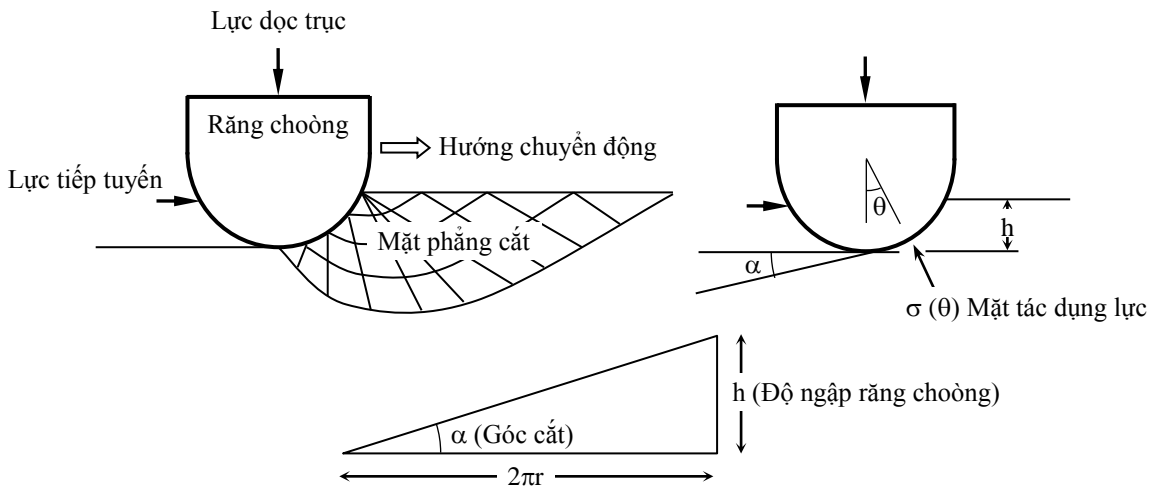
- 1- Ren chòòng;
- 2- Hòc chứa dầu bôi trơn;
- 3- Vai chòòng;
- 4- Chóp xoay;
- 5- Ổ trục;
- 6- Bi đũa;
- 7- Bi cầu.

Hình 2. Cấu tạo chòòng 3 chóp xoay

**Cơ chế phá hủy đất đá của chòòng 3 chóp xoay**

Dưới tác dụng của răng chòòng khoan, đất đá bị phá hủy theo những cơ chế: mài-cắt, chèn đập, đập vỡ - nghiền, xoay - đập, xói mòn bởi vòi phun thủy lực [5, 6, 7, 9]. Tất cả các lực trên tạo thành hai lực chính: va đập và lực cắt, được

minh họa như hình 3. Lực dọc trục được tạo bởi cần nặng và tác dụng vào răng chòòng; lực tiếp tuyến được tạo ra bởi mômen quay chòòng. Tổng của hai lực này tạo nên mặt phẳng cắt. Dưới tác động của lực va đập, đất đá bị cắt theo mặt phẳng cắt tạo thành hố nhỏ.



Hình 3. Cơ chế phá hủy đất đá của răng chòòng chóp xoay

**Chóp của chòòng**

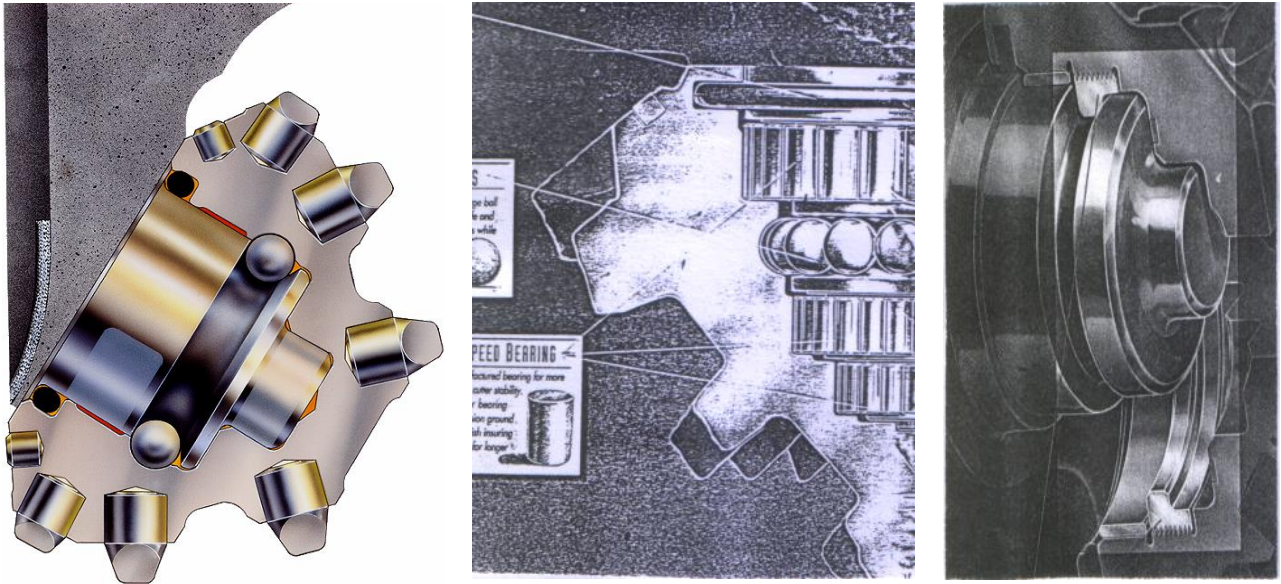
Trong khoan dầu khí, có hai loại chóp được sử dụng. Loại thứ nhất, răng chóp được phay từ một khối kim loại liền với chóp và được gọi là chòòng răng phay. Nhưng khi khoan vào đất đá cứng, có độ mài mòn cao thì chòòng răng phay mòn rất nhanh. Vì lý do này, loại chóp có răng cắm làm bằng hợp kim chịu được độ mài mòn cao như cacbua vonfram đã được chế tạo.

Răng của chòòng chóp xoay có thể là răng phay hoặc răng cắm, chúng được xếp theo hàng. Các hàng răng được gọi như sau: 1) hàng răng

ngoài cùng, 2) hàng răng đỉnh chóp, 3) hàng răng giữa. Hàng răng đỉnh chóp được thiết kế để khoan đất đá ở vùng tâm chòòng và thường không phải là một hàng răng đầy đủ.

**Ổ bi của chòòng khoan**

Chóp chòòng được gắn vào trục chóp và được đảm bảo chuyển động quay quanh nó thông qua một hệ thống ổ bi. Có nhiều loại ổ bi mà mỗi loại được thiết kế cho từng mục đích riêng biệt. Hình 4 minh họa ổ bi bao gồm: bi đũa, bi trượt và bi cầu.



Hình 4. Các dạng ổ đỡ chóp chòong

Ổ bi ở giữa thường là bi cầu và phải chịu lực ngang tác động vào. Mục đích chính của bi cầu là giữ cho chóp không trượt ra khỏi trục chóp. Ở một vài loại chòong đường kính lớn, bi trượt được thay thế bằng bi đĩa [5, 6, 7, 8].

Độ cứng của đất đá ảnh hưởng tới dung tích của ổ bi. Tùy theo đường kính của chòong sẽ xác định được kích thước lớn nhất của chóp và chính là yếu tố ảnh hưởng tới dung tích của ổ bi. Chòong dùng để khoan trong đất đá mềm có răng dài nhằm đạt được tốc độ khoan cao nhưng cũng chính vì lý do đó mà dung tích dành cho ổ bi lại nhỏ. Ngược lại, chòong dùng để khoan trong đất đá cứng có răng ngắn và do đó cho phép chế tạo ổ bi với đường kính lớn. Điều này được thể hiện rõ ở bảng 3.

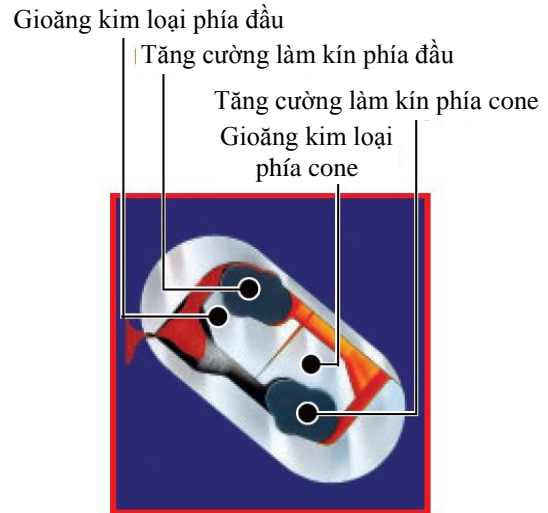
Bảng 3. Tương quan giữa mã hiệu IADC và dung tích ổ bi của chòong chóp xoay

Mã hiệu IADC	Dung tích ổ bi
1-1-1	1,00
1-2-1	1,15
1-3-1	1,20
2-1-1	1,35
2-2-1	1,45
3-1-1	1,45

Ổ bi trượt làm tăng dung tích của ổ bi và chịu lực tốt hơn. Nhưng loại này đòi hỏi công nghệ gia công chính xác khi chế tạo chúng. Ở vùng ổ bi trượt, một lớp kim loại cứng sẽ được phủ lên trục của chóp và một lớp chất liệu có độ dẫn nhiệt cao sẽ được phủ lên mặt trong của chóp. Lớp chất liệu phủ lên mặt trong của chóp sẽ làm tăng sự tỏa nhiệt và truyền nhiệt phát sinh do ma sát giữa chóp và trục chóp ra mặt ngoài của chóp. Những lớp này sẽ được phủ vào cuối quá trình gia công, từng chóp tương ứng với từng trục với độ chính xác cao. Ổ bi loại “trượt - cầu - trượt” chịu được lực cao hơn so với ổ bi loại “đĩa-cầu-trượt” (hình 4b) hoặc “đĩa - cầu - đĩa” (hình 4c) do đó chòong làm việc được lâu hơn.

Ngoài những ổ bi tương đối phổ biến kể trên, ngày nay người ta chế tạo ra nhiều kiểu ổ bi khác (Hãng Hughes đã thay thế bi cầu bằng một vòng đặc biệt, Hãng Reed cũng thay thế bi cầu bằng một vòng có ren gắn với chóp...).

Gioăng làm kín ổ bi thường là một vòng cao su đặc biệt. Tuy nhiên, còn có nhiều cấu tạo khác như gioăng làm kín gồm hai vòng cao su hoặc gioăng làm kín gồm hai vòng cao su và hai vòng thép (hình 5).



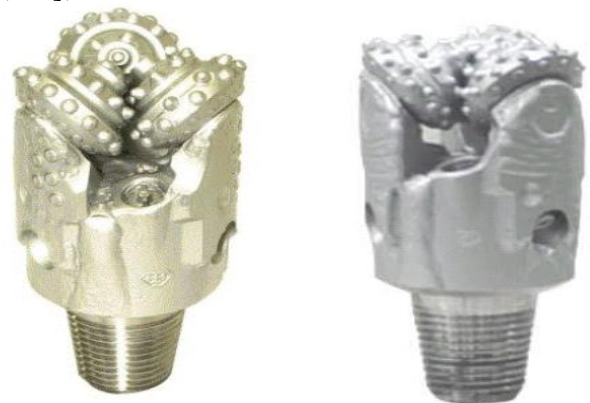
Hình 5. Cấu tạo gioăng kín

### 3. Các giải pháp nâng cao hiệu quả làm việc của chòong

Nhằm khắc phục nhược điểm đối với chòong 3 chóp xoay đường kính nhỏ 4 1/2” khi khoan trong đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ, sau khi nghiên cứu cơ chế phá hủy đất đá và cấu tạo từng bộ phận riêng biệt của chòong 3 chóp xoay, cũng như phân tích chi tiết nguyên nhân của từng trường hợp rơi chóp, hỏng chóp, tính chất nứt nẻ, độ cứng đá móng cùng nhiều thông số chế độ kỹ thuật khoan, chúng tôi đề xuất hướng giải quyết nhằm nâng cao hiệu suất làm việc và tăng độ bền của chòong khoan bằng cách giảm xung lực va đập của chòong khoan bằng một loạt các giải pháp công nghệ - kỹ thuật sau:

- Chuyển IADC code từ 627 thành IADC code 647. Chòong với IADC code 647 áp dụng cho đất đá cứng hơn và giảm xung lực va đập lên chòong với mật độ răng nhiều hơn và chiều cao của răng thấp hơn, phù hợp với loại đất đá

có độ cứng và độ mài mòn cao hơn (hình 6) [5, 6, 10];



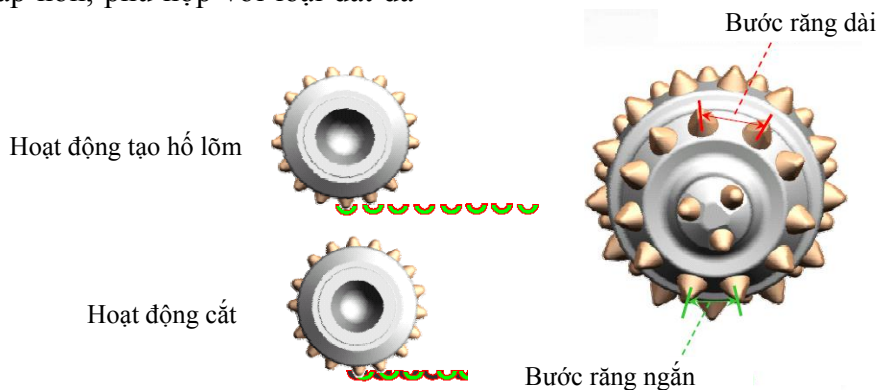
STR-44CGDX  
627 IADC

VG-68DX1  
647 IADC

Hình 6. Chuyển đổi mã hiệu chòong

- Tăng số lượng răng trên cùng tiết diện (148 cái/11 hàng) để tăng sức chịu đựng của răng;

- Bố trí răng để chống nhai lại (hình 7).



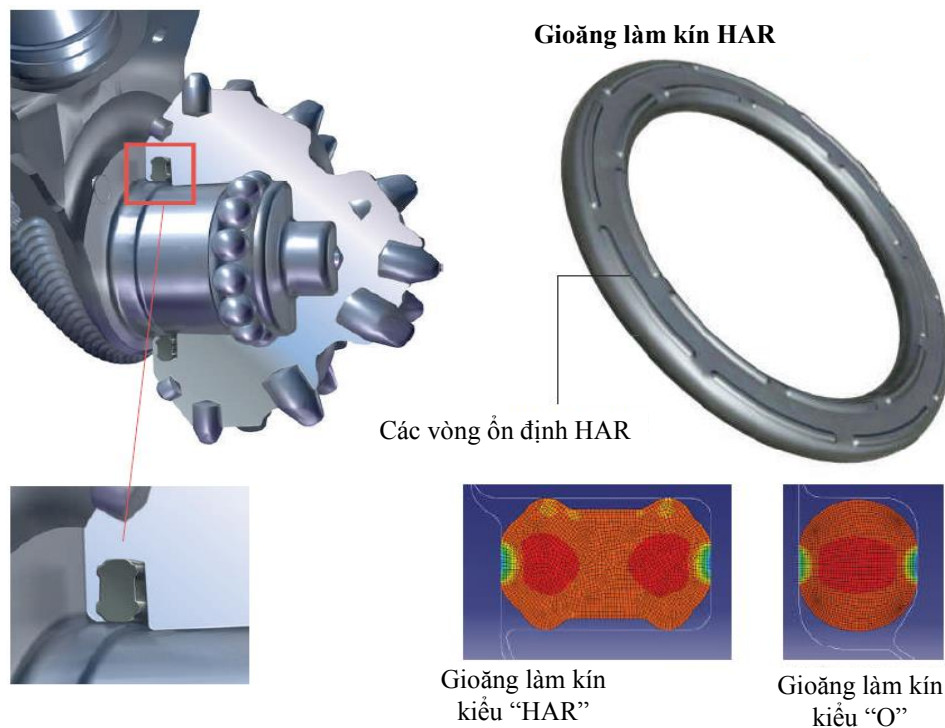
Hình 7. Bố trí lại răng chòong

- Phủ phần hợp kim bên hông của chông thay cho việc gắn các hạt kim cương để giảm thiểu việc mòn đường kính chông (hình 8).



Hình 8. Lớp phủ hợp kim bên hông chông

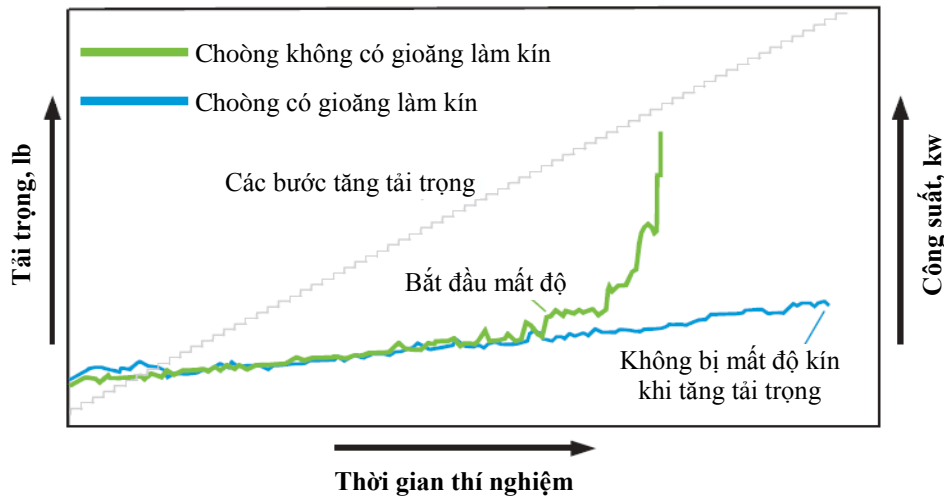
- Sử dụng gioăng làm kín với công nghệ HARD (hình 9).



Hình 9. Kỹ thuật làm kín HARD

Gioăng làm kín ổ bi “HAR” khác biệt với gioăng làm kín “O ring” truyền thống ở hình dạng và chất liệu elastomer tiên tiến. Với các tính năng vượt trội này giúp làm kín hơn, giảm tương tác nhiệt, đồng thời với vật liệu mới giúp chịu nhiệt tốt hơn và bền hơn khi

quay. Ngoài ra, gioăng làm kín “HAR” còn cho phép ổ bi của chóp làm việc ổn định hơn với tổng số vòng quay lớn hơn, đồng nghĩa với việc thời gian làm việc của chông khoan lâu hơn, tăng hiệu quả khoan, giảm chi phí giếng khoan.



Hình 10. Gia tăng thời gian làm việc của chòong với công nghệ làm kín HARD

Thí nghiệm trong phòng thí nghiệm cho thấy với công nghệ gioăng làm kín ở bi “HAR” thời gian làm việc của chòong tăng rõ rệt (hình 10).

#### 4. Kết luận

Qua nghiên cứu các số liệu thực tế khoan trong đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ cũng như nghiên cứu bản chất và cơ chế hoạt động của chòong 3 chớp xoay, cho phép nhóm tác giả đưa ra những giải pháp công nghệ làm cơ sở cho các hãng sản xuất chòong cải tiến và hoàn thiện hơn về cấu tạo của chòong 3 chớp xoay đường kính nhỏ 4 1/2” cho đối tượng đá móng nứt nẻ có độ cứng và độ mài mòn cao, bao gồm các giải pháp sau:

- Chuyển code IADC của chòong;
- Bố trí lại răng chòong;
- Phủ hợp kim bên hông chòong;
- Sử dụng gioăng làm kín với công nghệ

HARD.

Các giải pháp này cho phép tăng khả năng phá hủy đất đá của chòong, tăng tuổi thọ của chòong. Điều này đồng nghĩa với việc tăng tốc độ cơ học khoan và giảm giá thành thi công giếng khoan.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Trần Xuân Đào, Nguyễn Thành Trường, Nguyễn Quốc Phong, Vũ Văn Hưng, 2008. Báo cáo tổng kết công tác khoan trong đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ. Liên doanh Dầu khí Việt - Nga, Vietsopectro.
- [2]. Trần Xuân Đào, 2007. Thiết kế công nghệ khoan các giếng dầu và khí. NXB Khoa học và kỹ thuật.

- [3]. Nguyễn Thành Trường, 2008. Khoan đường kính nhỏ 4-1/2” và 5-1/2” ở Vietsopectro. Hội nghị khoa học quốc tế Thân dầu trong đá móng. Vũng Tàu, trang 7.

- [4]. Nguyễn Thành Trường, Nguyễn Văn Khương, 2009. Khoan đường kính nhỏ trong đá móng nứt nẻ. Tập đoàn dầu khí Việt Nam - Hội thảo kỹ thuật khoan và hoàn thiện giếng, Thành phố Hồ Chí Minh, trang 2-4.

- [5]. Hughes Christensen, 2003. Tricone Tech Training manual.

- [6]. Hughes Christensen. IADC Dull grading system for roller bits.

- [7]. А.И. Спивак, А.Н. Попов, 1979. Разрушение горных пород при бурении скважин. Недра, Москва.

- [8]. Абрамсон М. Г., Байдюк Б. В., Винярский Р. В. и Др, 1980. Комплексная методика классификации горных пород геологического разреза, разделения его на характерные пачки пород и выбора рациональных типов и конструкций шарошечных долот для эффективного разбуривания нефтяных и газовых месторождений. ВНИИБТ, Москва.

- [9]. Vũ Văn Ái. Nguyên lý phá hủy đất đá. Giáo trình giảng dạy đại học, Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh.

- [10]. Liên doanh dầu khí Việt - Nga Vietsopectro, 2009. Áp dụng công nghệ khoan đường kính nhỏ vào điều kiện khoan của Liên doanh dầu khí Việt - Nga, Vietsopectro. Đề tài nghiên cứu cấp Xí nghiệp, Vũng Tàu.

(xem tiếp trang 7)



## SUMMARY

### **Upgrading the Design of Small Tricone Roller Bits Drilling in Fractured Basement of Bach Ho Field**

**Nguyen Van Khuong**, *PetroVietnam*

**Tran Xuan Dao, Nguyen Thai Son**, *Vietsovpetro*

**Nguyen The Vinh, Tran Huu Kien**, *Hanoi University of Mining and Geology*

Actual data shows that drilling in fractured granite basement rock of Bach Ho Field using 4½" tricone roller bit induced low rate of penetration, short life-time of the bit, broken and dull teeth of bit, drop-out cones... lead to the extension of drilling time. Based on the analysis of statistical data on the actual use of tricone roller bit in fractured granite basement rocks, the physic-mecanical properties of basement rock such as hardness, abrasion combined with the results of research and evaluation the design, rock destruction principle of drill bit, the authors have proposed technology – technical solutions to improve performance and durability of tricone roller bit by reducing force impact of the bit on rock. These slolutions are: change IADC code of the drill bit, increase the number of teeth on the same section, arange teeth to avoid re-contact with the most recent position while drilling, cover the sides of drill bit with alloy, use bearing seal with HAR technology.