

LIÊN DOANH VIỆT - NGA VIETSOVPETRO

**TUYỂN TẬP BÁO CÁO**

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC**

**KỶ NIỆM 30 NĂM KHAI THÁC DẦU  
TỪ ĐÁ MÓNG MỎ BẠCH HỒ  
06.09.1988 - 06.09.2018**



**VỮNG TÀU 2018**

## MỤC LỤC

	<b>Lời giới thiệu</b> .....	5
1.	<b>Nguyễn Văn Đức, Trần Văn Hồi, Phạm Xuân Sơn</b> Tìm kiếm – thăm dò và phát hiện thân dầu trong đá móng mỏ Bạch Hổ: Dữ liệu, sự kiện và bài học kinh nghiệm .....	7
2.	<b>Trần Lê Đông, Hoàng Văn Quý, Phạm Xuân Sơn</b> Thân dầu trong đá móng trước kainozoi mỏ Bạch Hổ và những đóng góp to lớn cho khoa học dầu khí thế giới .....	21
3.	<b>Trịnh Xuân Cường, Nguyễn Tiến Thịnh, Tống Duy Cường, Vu Trọng Hai</b> Vai trò của chuyển động kiến tạo trong hình thành đá chứa móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ .....	31
4.	<b>Hoàng Đình Tiến, Hoàng Thị Xuân Hương</b> Nguồn gốc, lịch sử tiến hóa của cấu tạo Bạch Hổ và quá trình nạp bẫy...	40
5.	<b>Hoàng Đình Tiến, Bùi Thị Luận</b> Cơ chế hình thành đứt gãy sinh kèm do tăng tải trọng trầm tích .....	56
6.	<b>Nguyễn Thanh Tùng, Phạm Đình Tân, Phan Thiên Hương, Nguyễn Anh Tuấn</b> Áp dụng các phương pháp phân tích thuộc tính địa chấn nghiên cứu đá móng nứt nẻ.....	64
7.	<b>Tạ Quang Minh, Đoàn Huy Hiên, Dương Hùng Cường, Nguyễn Danh Lam, Mai Thị Lựa</b> Một số kết quả mới cho phương pháp dựng ảnh địa chấn tán xạ và ứng dụng trong nghiên cứu đới nứt nẻ, đứt gãy.....	76
8.	<b>Phạm Văn Thành</b> 3D-4C làm rõ cơ chế thành tạo và vai trò của hệ thống đứt gãy nghịch xuyên móng tạo ra thân dầu trong đá móng vùng mỏ Bạch Hổ - Rồng ....	86
9.	<b>Kiều Duy Thông, Lê Văn Anh Cường</b> Giải ngược tổ hợp tài liệu địa vật lý ứng dụng cho môi trường đá cứng...	93
10.	<b>Trần Thế Hưng, Trần Đức Lân, Nguyễn Hùng Anh, Hoàng Thị Xuân Hương, Đỗ Thị Hà</b> Đặc điểm thạch học và thạch địa hóa các đá granitoid mỏ Bạch Hổ .....	107
11.	<b>Lê Hồng Quân, Nguyễn Lâm Anh</b> Sự hình thành thân dầu đá móng mỏ Bạch Hổ và bài học kinh nghiệm trong công tác tìm kiếm thăm dò.....	119
12.	<b>Bùi Nữ Diễm Loan, Sergey Gusev, Trần Thành Vinh</b> Mô hình minh giải tài liệu địa vật lý giếng khoan cho đá móng .....	128
13.	<b>Đặng Xuân Thủy, Trần Vũ Hải, Trần Tuấn Phong</b> Đặc tính địa chất và phân bố dầu khí trong đá móng nứt nẻ khu vực Đông Rồng - mỏ Rồng .....	140
14.	<b>Hoàng Gia Diễm, Dương Tấn Đa, Nguyễn Tiến Thành</b> Xây dựng mô hình địa chất tầng móng mỏ Hải Sư Đen – bể Cửu Long theo phương pháp Halo .....	148

15. **Nguyễn Lâm Anh, Nguyễn Văn Út, Nguyễn Thái Hợp**  
Sử dụng tài liệu địa chấn 3D/4C để nâng cao chất lượng mô hình địa chất đá móng mỏ Bạch Hổ ..... 157
16. **Nguyễn Thế Đức, Phan Ngọc Trung, Đặng Thế Ba**  
Một phương pháp mới để xác định phân bố thấm/chứa cho mô hình mô phỏng mỏ móng nứt nẻ ..... 167
17. **Trần Thanh Nam, Đào Nguyên Hưng**  
Xác định tỷ phần nứt nẻ lớn và vi nứt nẻ ở đối tượng đá móng nứt nẻ dựa trên kết quả minh giải đường cong phục hồi áp suất ..... 177
18. **Đào Nguyên Hưng**  
Đặc trưng hai độ rỗng ở môi trường đá móng nứt nẻ - những dấu hiệu nhận biết..... 186
19. **Ngô Hữu Hải, Cù Xuân Bảo, Phạm Thị Thủy, Bùi Hữu Phước, Lê Công Trung, Bùi Văn Lâm, Nguyễn Quán Phòng**  
Đứt gãy và sự thay đổi của độ rỗng trong đới đứt gãy của tầng đá móng nứt nẻ mỏ Cá Ngừ Vàng ..... 195
20. **Phạm Thị Thủy, Lê Công Trung, Phạm Tuan Dung, Bùi Văn Lâm**  
Ứng dụng kỹ thuật mô phỏng mô hình động vào công tác xây dựng mô hình địa chất mỏ đá móng nứt nẻ nhằm chính xác hóa công tác dự báo khai thác ở mỏ Cá Ngừ Vàng, Hoàng Long Hoàn Vũ JOC, Việt Nam ..... 206
21. **Đào Nguyên Hưng, Karimov C.C., Fedoceed M.A.**  
Lịch sử xây dựng và định hướng nâng cao chất lượng mô hình mô phỏng đối tượng đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ ..... 216
22. **Nguyễn Văn Út, Nguyễn Thế Dũng, Bùi Khắc Hùng**  
Phương pháp dự báo độ ngập nước các giếng khai thác chủ lực của tầng móng mỏ Bạch Hổ ..... 224
23. **Dương Tấn Đa, Hồ Hữu Quý**  
Động thái giếng và việc theo dõi khai thác ở mỏ dầu đá móng nhỏ ..... 232
24. **Cù Xuân Bảo, Phạm Thị Thủy & nhóm KT phòng ĐC-CNM HVJOC**  
Quản lý khai thác mỏ Cá Ngừ Vàng thách thức và giải pháp ..... 242
25. **Nguyễn Văn Út, Nguyễn Hải Tiến**  
Kiểm soát mức độ ngập nước ở các giếng khai thác móng Bạch Hổ..... 253
26. **Trofimov V.A., Goryunov E.Yu., Nguyễn Minh Hòa**  
Phân tích vị trí và dự báo các giếng có lưu lượng cao tại mỏ Bạch Hổ..... 260
27. **Đào Nguyên Hưng, Phạm Cao Thành, Trần Thanh Nam**  
Quản lý và kiểm soát quá trình khai thác thân dầu trong đá móng mỏ BH ..... 266
28. **Hồ Nam Chung, Pridannikov D.V., Mukhutdinov I.B, Klevtsov V.C.**  
Đặc điểm áp dụng giải pháp bơm ép theo chu kỳ cho tầng đá móng mỏ Bạch Hổ của Liên doanh Vietsovpetro..... 274
29. **Kiều Anh Trung, Hoàng Long, Hà Thu Hương, Trương Văn Dũng, Lê Thị Thu Hương, Nguyễn Minh Quý**  
Nghiên cứu áp dụng các phương pháp địa hóa khai thác để quản lý, tối ưu khai thác cho đối tượng móng nứt nẻ ở Việt Nam ..... 280

30. **Nguyễn Thế Dũng, Lê Công Nhật Minh**  
Nghiên cứu tối ưu hóa bơm ép nước đối tượng móng mỏ  
Nam Rồng – Đồi Mồi..... 293
31. **Trịnh Thanh Sơn, Nguyễn Minh Quý, Phạm Trường Giang,  
Lê Thế Hùng, Đinh Đức Huy, Nguyễn Hồng Quân**  
Nghiên cứu ứng dụng công nghệ nâng cao hệ số thu hồi dầu cho đối  
tượng móng mỏ Bạch Hổ bằng tổ hợp nano silica-chất hoạt tính bề mặt. 302
32. **Nguyễn Thế Vinh, Nguyễn Tiến Hùng, Nguyễn Trần Tuấn,  
Nguyễn Văn Thành**  
Đặc điểm mòn răng chông khi khoan định hướng bằng hệ thống lái  
chỉnh xiên hoạt động theo nguyên tắc đẩy chông ..... 311
33. **Bùi Lê Trọng Hóa, Tạ Ngọc Ánh, Nguyễn Thái Sơn,  
Nguyễn Quốc Phong**  
Kinh nghiệm và thành tựu sử dụng chông khoan trong tầng móng tại  
mỏ Bạch Hổ của Vietsovpetro..... 318
34. **Nguyễn Hữu Chinh**  
Gia cố giếng khoan trong tầng móng ở các mỏ của Liên doanh Việt-Nga  
Vietsovpetro ..... 331
35. **Hoàng Quốc Khánh, Karapetov R. V, Tạ Kim Vũ, Nguyễn Chí Công**  
Ứng dụng hệ thống packer cách ly kết hợp các cửa sổ khai thác để  
hoàn thiện giếng khoan trong móng của mỏ Bạch Hổ ..... 341
36. **Hoàng Hồng Lĩnh**  
Phân tích mối quan hệ giữa mất dung dịch với đặc tính nứt nẻ của đá  
móng mỏ Bạch Hổ và dự báo về mất dung dịch tại đây..... 354
37. **Hoàng Hồng Lĩnh**  
Nghiên cứu lựa chọn những đơn pha chế tampon chống mất dung dịch,  
phù hợp cho đá móng nứt nẻ ở mỏ Bạch Hổ..... 363
38. **Karapetov R.V., Nguyễn Quốc Dũng, Phạm Trung Sơn,  
Phạm Đại Nhân, Phan Trần Hải Long**  
Công nghệ khai thác dầu bằng các phương pháp nhân tạo cho tầng  
móng mỏ Bạch Hổ ..... 372
39. **Grishenko E. N., KS. Phạm Trung Sơn**  
Kinh nghiệm áp dụng bơm điện ly tâm ngầm khai thác các giếng ngập  
nước có lưu lượng lớn thuộc tầng móng mỏ Bạch Hổ..... 380
40. **Nguyễn Quốc Dũng, Phạm Trung Sơn, Nguyễn Văn Trung,  
Nguyễn Văn Ngà**  
Đặc trưng công nghệ xử lý axit vùng cận đáy giếng các giếng khai thác  
tầng đá móng nứt nẻ mỏ Bạch Hổ ..... 386
41. **Nguyễn Văn Thắng, Nguyễn Duy Hoạt**  
Xử lý axit vùng cận đáy giếng ở đối tượng móng mỏ Bạch Hổ - bài học  
kinh nghiệm và định hướng nhằm nâng cao hiệu quả ..... 396
42. **Grishenko E. N., KS. Phạm Trung Sơn**  
Áp dụng phương pháp tăng cường khai thác dầu cho đối tượng móng  
mỏ Bạch Hổ ..... 407

## **ĐẶC ĐIỂM MÒN RĂNG CHOÒNG KHI KHOAN ĐỊNH HƯỚNG BẰNG HỆ THỐNG LÁI CHỈNH XIÊN HOẠT ĐỘNG THEO NGUYÊN TẮC ĐẨY CHOÒNG**

*PGS.TS. Nguyễn Thế Vinh, TS. Nguyễn Tiến Hùng,  
TS. Nguyễn Trần Tuấn, ThS. Nguyễn Văn Thành.  
Trường Đại học Mỏ - Địa Chất,  
18 phố Viên, Đức Thắng, Bắc Từ Liêm, Hà Nội  
Email: nguyenthevinh@humg.edu.vn*

### **Tóm tắt**

Các hệ thống lái chỉnh xiên (Rotary Steerable System - RSS) hoạt động theo nguyên tắc đẩy choòng (push the bit) đang được ứng dụng rộng rãi khi thi công các giếng khoan định hướng trên thế giới nói chung và tại Việt Nam nói riêng. Các hệ thống này lái chỉnh hướng lỗ khoan chủ yếu dựa trên nguyên tắc phá huỷ thành. Choòng khoan khi sử dụng kết hợp với các hệ thống lái chỉnh xiên này có những đặc thù mòn hồng nhất định. Bằng việc phân tích các lực hình thành trong quá trình lái chỉnh hướng lỗ khoan và tương tác cơ học giữa bộ dụng cụ lái chỉnh với đất đá ở đáy và thành lỗ khoan, nhóm tác giả đã xác định các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình mòn choòng. Đây là cơ sở để đề xuất các giải pháp thiết kế, chế tạo nhằm nâng cao tuổi thọ cũng như hiệu suất phá huỷ đất đá của choòng khi chúng được sử dụng kết hợp với các hệ thống lái chỉnh xiên hoạt động theo nguyên tắc đẩy choòng.

**Từ khóa:** Push the bit, choòng PDC, răng ở biên, mòn răng choòng

### **1. Mở đầu**

Hiện nay, hệ thống lái chỉnh xiên RSS đang được sử dụng rộng rãi khi thi công các giếng khoan định hướng trên thế giới nói chung và tại Việt Nam nói riêng. Hệ thống này cho phép nâng cao chất lượng giếng khoan cũng như hiệu quả kinh tế trong công nghiệp khoan dầu khí. Dựa trên nguyên lý làm việc của chúng có thể chia làm 2 nhóm cơ bản:

-Nhóm 1: Hoạt động theo nguyên tắc đẩy choòng. Các hệ thống lái chỉnh xiên thuộc nhóm này tạo hướng cắt xiên chủ yếu dựa trên nguyên lý phá huỷ đất đá tại thành giếng khoan.

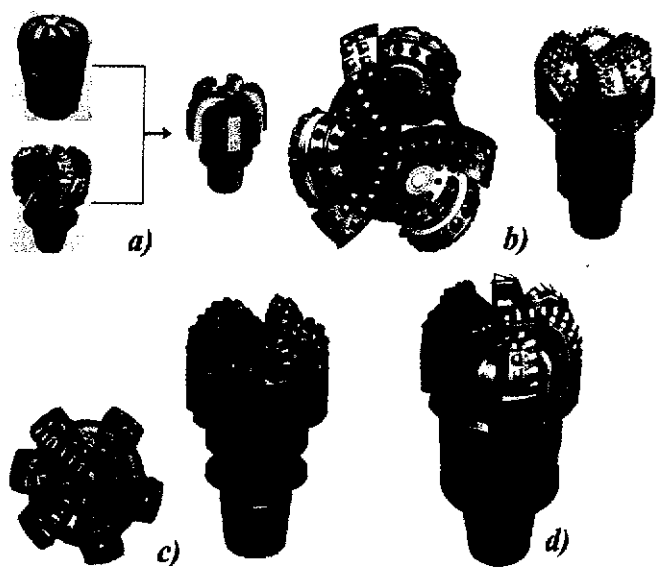
-Nhóm 2: Hoạt động theo nguyên tắc làm lệch trục (Point the bit). Nhóm này có xu hướng phá huỷ đất đá bất đối xứng tại mặt đầu choòng để điều chỉnh hướng cắt xiên.

Tại Việt Nam nói chung và XNLD Vietsovpetro nói riêng đang sử dụng các hệ thống lái chỉnh xiên (RSS) hoạt động theo nguyên tắc "push the bit". Các hệ thống này được trang bị các cánh định tâm có thể cụp ra cụp vào và được điều khiển từ trên bề mặt. Khi cánh định tâm tỳ vào thành giếng choòng khoan sẽ được đẩy về phía đối diện (Hình 1). Việc phá huỷ đất đá nhằm tạo và duy trì hướng cắt xiên cho giếng trong trường hợp này chủ yếu dựa theo nguyên lý phá huỷ đất đá tại thành giếng nhờ độ nhô của các răng ngoài biên choòng. Vì vậy, các răng này sẽ có xu hướng mòn nhanh hơn so với các răng gần tâm mặc dù trong thiết kế và chế tạo chúng đã được gia cố để có khả năng chịu mòn tốt hơn.



Hình 1. Nguyên tắc lái chính push the bit

Các hệ thống lái chính hoạt động theo nguyên tắc push the bit chủ yếu được sử dụng kết hợp với chòong khoan PDC, Hybrid, Stingblade, Fusetek... (hình 2). Các loại chòong này có đặc điểm chung là các răng ngoài biên tiếp xúc với đất đá thành lỗ khoan đều có hình dạng và đặc điểm tương đồng nhau. Vì vậy, nhóm tác giả chủ yếu tập trung nghiên cứu đặc điểm mòn của chòong PDC khi sử dụng kết hợp với hệ thống lái chính xuyên hoạt động theo nguyên tắc push the bit.



Hình 2. Một số loại chòong hiện đại  
a) chòong fusetek; b) chòong hybrid; c) chòong stingblade; d) chòong PDC

Thực tế cho thấy, các chòong PDC khi sử dụng kết hợp với hệ thống lái chính xuyên hoạt động theo nguyên tắc push the bit đều có xu hướng mòn và mẻ tại các răng ngoài biên nhiều hơn so với các răng gần tâm chòong (Hình 3). Tuổi thọ của các răng ngoài biên chòong giảm nhanh có thể do các nguyên nhân sau:

- Trong quá trình làm việc, các răng này chuyển động với vận tốc dài nhanh hơn dẫn đến các lực va đập vào đất đá lớn hơn, điều này càng rõ rệt khi khoan trong đất đá không đồng nhất.

$$v = \omega \cdot r$$

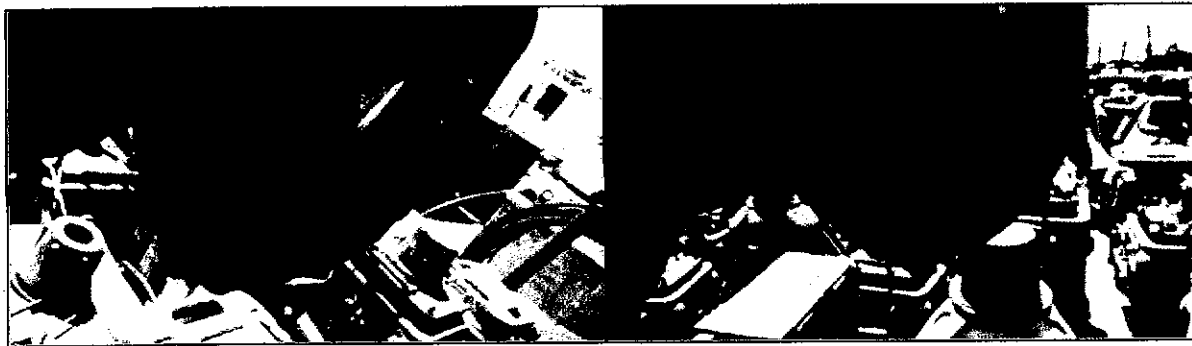
trong đó:  $v$ - vận tốc của răng chòong, m/s;  $\omega$ - vận tốc góc,  $s^{-1}$ ;  $r$ - khoảng cách từ răng đến tâm chòong, m.

- Chiều dài chuyển động của các răng này lớn hơn, dẫn đến cường độ làm việc của chúng lớn hơn so với các răng tại tâm chòong.

$$l = v \cdot t$$

trong đó:  $l$ - chiều dài chuyển động của răng,  $m$ ;  $t$ - thời gian làm việc của chòong,  $s$ .

Đặc biệt, khi sử dụng kết hợp với hệ thống lái chính xiên hoạt động theo nguyên tắc push the bit, các răng này phải đảm nhiệm phá hủy một khối lượng lớn đất đá tại thành giếng nên mức độ mài mòn của chúng tăng lên.



Hình 3. Các răng ngoài biên của chòong PDC bị mòn sau khi sử dụng

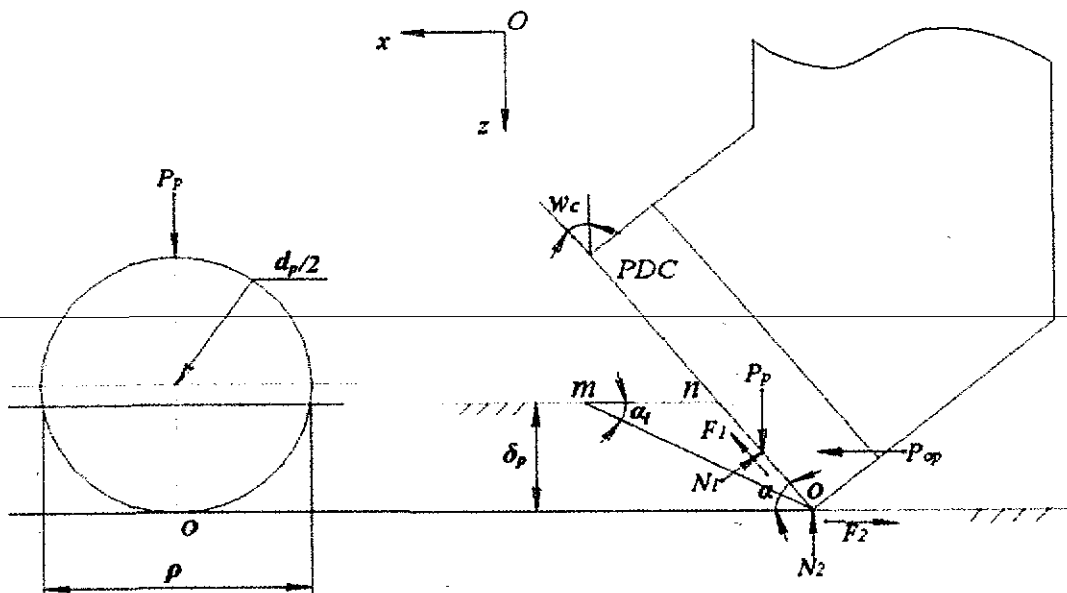
## 2. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới mức độ mòn răng chòong

Nhằm giảm mức độ mòn đối với các răng tại biên của chòong PDC, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng và mức độ ảnh hưởng của chúng tới độ mòn của các răng này. Sử dụng nguyên lý D'Alembert để xác định các thành phần lực tác động lên răng chòong và các yếu tố ảnh hưởng đến độ lớn của chúng trong quá trình phá hủy đất đá tại thành giếng.

Hệ lực tác động lên răng chòong PDC trong quá trình phá hủy đất đá được thể hiện trong hình 4. Trong đó, đã lược bỏ một số chi tiết để tập trung vào phân tích các yếu tố lực. Chiều hệ lực tác dụng lên răng PDC lên trục  $O_z$  và  $O_x$  ta nhận được 2 phương trình cân bằng lực như sau:

$$\sum F_{kz} = P_p - N_2 - N_1 \cos \alpha - N_1 f \sin \alpha = 0; \quad (1)$$

$$\sum F_{kx} = P_{op} - N_2 f - N_1 \sin \alpha + N_1 f \cos \alpha = 0, \quad (2)$$



Hình 4. Hệ lực tác dụng lên răng chòong PDC

trong đó:

$P_p$  - tải trọng lên răng choòng do thành phần lực làm lệch gây lên, N;

$f$  - hệ số ma sát giữa răng choòng và đất đá thành giếng;

$\alpha$  - góc đặt răng (góc hợp bởi mặt đầu răng choòng và đất đá), độ;

$P_{op}$  - lực cắt ngang tác động vào răng choòng do mô men quay tạo ra, N;

$\rho$  - chiều rộng của phần răng ngáp trong đất đá thành giếng, m.

Nhận thấy, tồn tại 2 lực ma sát có ảnh hưởng tới mức độ mòn của răng choòng: lực ma sát tác động theo bề mặt của răng  $F_1 = N_1 f$  và lực ma sát tại đầu răng (tại điểm O)  $F_2 = N_2 f$ . Trong đó, lực ma sát  $F_2$  tại đầu răng có ảnh hưởng trực tiếp tới độ mòn, độ nhô, độ ngáp của nó trong đất đá khi phá hủy và là thành phần nguy hiểm hơn, vì vậy chúng tôi tập trung nghiên cứu, đánh giá thành phần lực này.

Lực ma sát làm mòn răng PDC tại đầu nhọn của nó được tính bằng công thức:

$$F_2 = fN_2 \quad (3)$$

Từ phương trình (1) ta có thể suy ra:

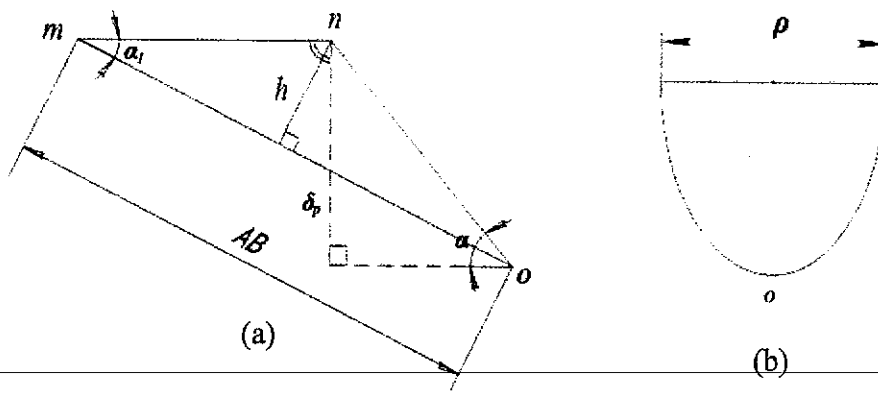
$$N_2 = P_p - N_1(\cos\alpha + fsin\alpha) \quad (4)$$

Trong phương trình (4) tồn tại phản lực  $N_1$ . Giá trị của lực này phụ thuộc vào độ bền đất đá tại thành giếng. Để tính được  $N_1$  ta sử dụng công thức sau [1]:

$$N_1 = \sigma_{ck} A_{ck} (1 + tg\varphi) \quad (5)$$

với:  $\sigma_{ck}$  - độ bền cắt của đất đá, Pa;  $A_{ck}$  - diện tích cắt-hất,  $m^2$ ;  $\varphi$  - góc nội ma sát, độ.

Giả sử rằng, với sơ đồ lắp đặt răng theo "góc âm" kiểu này sự phá hủy đất đá sẽ xảy ra nhờ sự dịch chuyển của khối  $onm$  (Hình 5a) theo hướng lực cắt  $P_{op}$  tác động vào mặt phẳng hình bán elip  $om$  (Hình 5b).



Hình 5. Diện tích khối cắt-hất

Mặt phẳng  $om$  và các mặt phẳng đứng của khối  $onm$  chịu tác động của ứng suất cắt-hất  $\sigma_{ck}$ . Vì vậy, diện tích cắt-hất trong hình 5 được xác định như sau:

$$A_{ck} = \frac{\pi \sqrt{a_p} \delta_p^{\frac{3}{2}}}{2 \sin \alpha_1} + 2 \frac{\delta_p^2 \cos(90^\circ + \alpha_1 - \alpha)}{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha}$$



$$A_{\text{CK}} = \frac{\pi \sqrt{d_p} \delta_p^{3/2} \sin \alpha + 2 \delta_p^2 \cos(90^\circ + \alpha_1 - \alpha)}{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha} \quad (6)$$

trong đó:  $\alpha_1$  - góc cắt, độ,  $\alpha_1 = \pi/4 - (\varphi + \theta_f - w_c)/2$  [3];  $\theta_f$  - góc ma sát hiệu dụng giữa răng và một phần đất đá bị nghiền nát, độ;  $\theta_f = 8 \div 13^\circ$  [3];  $w_c$  - góc hợp bởi mặt phẳng đầu răng PDC và phương thẳng đứng (Hình 4), độ.

Sau khi đưa kết quả từ công thức số (6) vào công thức số (5) ta nhận được công thức tính lực chống lại sự phá hủy đất đá  $N_1$ :

$$N_1 = \sigma_{\text{CK}} (1 + \text{tg} \varphi) \frac{\pi \sqrt{d_p} \delta_p^{3/2} \sin \alpha + 2 \delta_p^2 \cos(90^\circ + \alpha_1 - \alpha)}{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha} \quad (7)$$

Để xác định lực  $P_p$ , sử dụng công thức sau [2]:

$$P_p = 2 \sigma_{\text{CM}} (\text{ctg} \alpha + \text{tg} \alpha) (1 + \text{tg} \varphi) \sqrt{d_p} \delta_p^3 (1 + f \sin 2\alpha) \quad (8)$$

Từ kết quả của (7) và (8), suy ra công thức tính lực ma sát  $F_2$  như sau:

$$F_2 = [2 \sigma_{\text{CM}} (\text{ctg} \alpha + \text{tg} \alpha) (1 + \text{tg} \varphi) \sqrt{d_p} \delta_p^3 (1 + f \sin 2\alpha) - \sigma_{\text{CK}} (1 + \text{tg} \varphi) \frac{\pi \sqrt{d_p} \delta_p^{3/2} \sin \alpha + 2 \delta_p^2 \cos(90^\circ + \alpha_1 - \alpha)}{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha} (\cos \alpha + f \sin \alpha)] f \quad (9)$$

### 3. Thảo luận

Quan sát kỹ công thức (9), ta nhận thấy:

- Lực ma sát tại đầu răng  $F_2$  phụ thuộc và tỉ lệ thuận với các thông số: độ bền nén  $\sigma_{\text{CM}}$ , độ bền cắt  $\sigma_{\text{CK}}$  của đất đá, hệ số ma sát  $f$ . Đây là các thông số mang tính khách quan. Vì vậy, bỏ qua và không xét ảnh hưởng của các thông số này tới mức độ mòn của răng PDC;

- Lực ma sát  $F_2$  phụ thuộc một cách phức tạp đối với thông số góc lắp đặt răng chòong  $\alpha$ . Vì vậy, ta cần nghiên cứu và đánh giá cụ thể hơn nhằm xác định điều kiện để đạt được  $F_2$  nhỏ nhất và cường độ mòn răng thấp nhất.

Giả sử ta sử dụng chòong PDC với các răng ngoài biên có đường kính  $d_p = 25 \text{ mm}$  cùng một loạt thông số đầu vào như sau: độ ngập răng trong đất đá thành giếng  $\delta_p = 2 \text{ mm}$ ; hệ số ma sát  $f = 0,1 \div 0,3$ ; góc nội ma sát  $\varphi = 28 \div 56^\circ$ ; độ bền nén của đất đá  $\sigma_{\text{CM}} = 10 \div 20 \text{ MPa}$ ; độ bền cắt  $\sigma_{\text{CK}} = 1 \div 6 \text{ MPa}$ . Từ công thức (9) với các thông số đầu vào như trên nhóm tác giả xây dựng đồ thị thể hiện sự ảnh hưởng của góc lắp đặt răng chòong  $\alpha$  tới độ lớn của lực ma sát  $F_2$  khi thay đổi các tính chất cơ lý của đất đá.

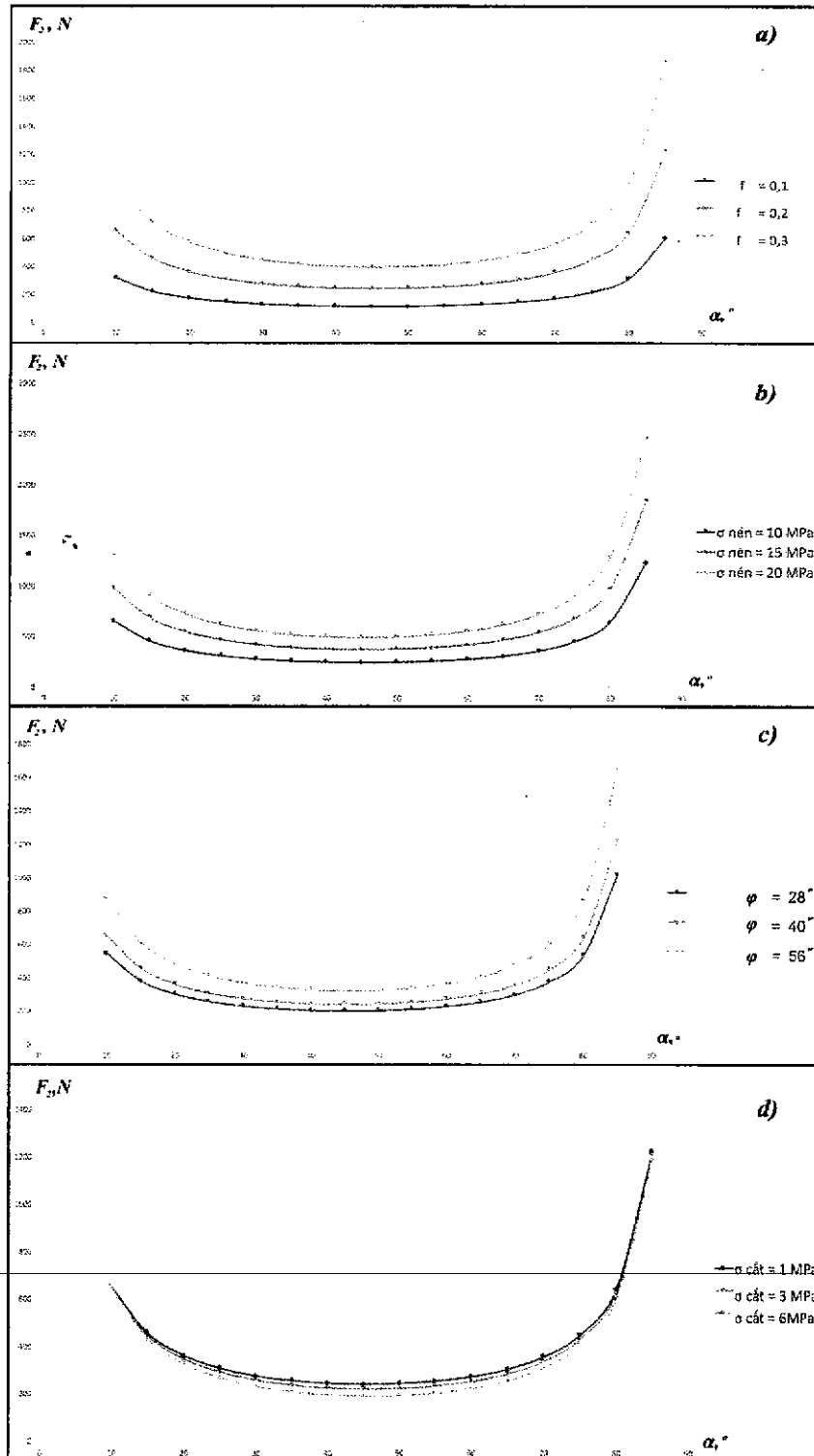
Qua các đồ thị trên hình 6 có thể đưa ra các nhận xét sau:

- Giá trị của lực ma sát tại đầu của răng PDC nhỏ nhất khi  $\alpha = 40^\circ \div 50^\circ$  với đất đá có các tính chất cơ lý khác nhau;

- Với giá trị  $\alpha = 40^\circ \div 50^\circ$  lực ma sát tại đầu răng PDC nhỏ hơn 44 ÷ 47% so với  $\alpha = 75^\circ \div 80^\circ$  trong cấu tạo chòong PDC 311 mm được sản xuất bởi hãng Smith và Baker Hughes đang được sử dụng tại Vietsovpetro.

- Với mục tiêu giảm cường độ mài mòn các răng ngoài biên của chòong PDC khi

sử dụng kết hợp với hệ thống lái chính xiên (RSS) hoạt động theo nguyên tắc push the bit, nhóm tác giả kiến nghị thay đổi góc lắp đặt răng chèo với  $\alpha = 40^\circ \div 50^\circ$  để đảm bảo lực ma sát tại đầu răng chèo nhỏ nhất. Kiến nghị này chỉ đề cập đến các răng tại biên, đối với các răng khác có thể lựa chọn góc lắp đặt khác nhau theo khoảng cách từ răng đến tâm chèo khác nhau.



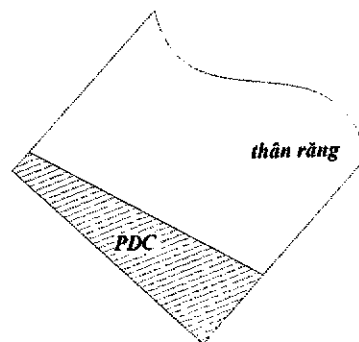
Hình 6: Ảnh hưởng của góc lắp đặt răng PDC  $\alpha$  tới lực ma sát tại đầu răng  $F_2$  khi thay đổi các tính chất cơ lý của đất đá: a) hệ số ma sát; b) giới hạn bền nén của đất đá; c) góc nội ma sát; d) giới hạn bền cắt của đất đá

#### 4. Kết luận

Việc nghiên cứu góc lắp đặt răng choòng PDC hợp lý là rất cần thiết để tăng tuổi thọ của choòng khi khoan trong đất đá cứng trung bình đến cứng khi sử dụng kết hợp với hệ thống lái chính xiên hoạt động theo nguyên tắc push the bit.

Cần có giải pháp gia cố làm tăng độ bền và tăng thời gian làm việc hiệu quả của các răng ngoài biên. Ngoài việc điều chỉnh góc lắp đặt răng choòng, có thể tăng đường kính của các răng này hoặc tăng bề dày lớp kim cương đa tinh thể PDC tại vị trí tiếp xúc với đất đá (Hình 7).

Hiện nay, khi sử dụng hệ thống lái chính xiên hoạt động theo nguyên tắc push the bit, ngoài choòng PDC người ta còn sử dụng các thể hệ choòng mới như: hybrid, stingblade... Tuy nhiên, các răng ngoài biên của các loại choòng này vẫn là PDC. Vì vậy, kết quả nghiên cứu này không chỉ áp dụng với choòng PDC mà còn có thể ứng dụng vào công nghệ chế tạo các loại choòng thể hệ mới có đặc điểm tương đồng.



Hình 7. Răng choòng được tăng cường bề dày lớp PDC tại vị trí tiếp xúc với đất đá

#### Tài liệu tham khảo

1. Neskromnux V.V., Borisov K.I. Nghiên cứu quá trình cắt-hất đất đá của choòng PDC. Tờ News của Đại học bách khoa Tomsk. Tomsk. 2013.
2. Nguyen The Vinh, Nguyen Tien Hung. Determining the back rake angle of PDC cutters for drilling through heterogeneous rock at miocene and oligocene formations, Nam Rong - Doi Moi reservoir. Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất, Hà Nội, 2017, T: 123-127.
3. Mori V., Furmetro D. Cơ học đá ứng dụng liên quan đến các vấn đề trong công tác thăm dò và khai thác dầu. Bản dịch từ tiếng Pháp và tiếng Anh. NXB Thế Giới, Moscow, 1994.

#### CHARACTERISTICS OF THE BIT CUTTER WEAR IN DIRECTIONAL DRILLING USING PUSH THE BIT ROTARY STEERABLE SYSTEM

##### Abstract

The push the bit rotary steerable systems are being widely used to drill directional wells in the world in general and Vietnam in particular. These systems orient the bit trajectory mainly based on the crushing principle of borehole wall. The bits which used with these rotary steerable systems are usually wearied according to particular characteristics. Based on results of analyzing the forces formed in the drilling process and the mechanical interaction between the bottom hole assembly and the rock, the authors have determined the factors influencing on the bit cutter wear process. This is basic for proposing solutions in order to extend the life as well as enhance the working efficiency of the bits in case they are used with rotary steerable systems.