



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 12 - 11 - 2020

ERSD 2020



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



EARTH SCIENCES AND
NATURAL RESOURCES FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

TIỂU BAN
KỸ THUẬT DẦU KHÍ TÍCH HỢP

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam
Tập đoàn Dầu khí Việt Nam
Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam
Tổng hội Địa chất Việt Nam
Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam
Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam
Hội Công trình ngầm Việt Nam
Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam
Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam
Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam
Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam
Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam
Viện Địa chất và Địa vật lý biển
Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản
Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai
Trường Đại học Đông Á
Trường Đại học Thủ Dầu Một

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

PGS.TS Trần Tuấn Anh, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

PGS.TS Đoàn Văn Cảnh, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Trần Xuân Hòa, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

TS Hoàng Văn Khoa, *Tổng hội Địa chất Việt Nam*

TS Đỗ Hồng Nguyên, *Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*

TS Nguyễn Văn Nguyên, *Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*

TS Lê Văn Quyên, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam*

TS Trịnh Hải Sơn, *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Bộ Tài nguyên và Môi trường*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Tập đoàn Dầu khí quốc gia Việt Nam*

TS Đặng Kim Triết, *Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai*

TS Trần Văn Trung, *Trường Đại học Thủ Dầu Một*

TS Đỗ Trọng Tuấn, *Trường Đại học Đông Á*

TS Nguyễn Thanh Tùng, *Viện Dầu khí Việt Nam*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

PGS.TS. Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Võ Trọng Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Trương Xuân Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Trường Đại học Công nghệ GTVT*

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phùng Mạnh Đắc, *Hội KHCN Mở Việt Nam*

PGS.TSKH Hà Minh Hòa, *Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Văn Hưng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Hoàng Văn Long, *Viện Dầu khí Việt Nam*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Quốc Cường, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Tuấn Dũng, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện HL KH&CN Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thế Truyền, *Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa*

TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Việt Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Trần Tuấn Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Bùi Ngọc Quý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Phạm Trung Kiên, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Trọng Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Quang Duyệt, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Ngọc Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Xây dựng công thức xác định công suất phá huỷ đất đá đối với chòong PDC

Nguyễn Tiên Hùng^{1*}, Trương Văn Từ¹
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Hiện nay, chòong PDC được sử dụng rộng rãi và phổ biến trong ngành công nghiệp khoan Dầu khí do những ưu điểm vượt trội mà chúng mang lại. Về bản chất, chòong PDC là loại chòong lưỡi cắt được trang bị các răng PDC có bề mặt được chế tạo từ kim cương đa tinh thể, chòong được sử dụng khoan trong đất đá mềm và dẻo, dựa theo nguyên lý cắt vỡ và cho vận tốc cơ học khoan rất cao (lên đến 60-70 m/h). Hiện nay chưa có công thức cụ thể để xác định công suất phá huỷ đất đá trong quá trình khoan đối với chòong PDC. Nhóm tác giả đã sử dụng các phương pháp phân tích lý thuyết, phân tích các lực tác dụng lên răng chòong trong quá trình chúng phá huỷ đất đá để xây dựng công thức công suất phá huỷ đất đá cho chòong PDC. Việc xây dựng thành công công thức xác định công suất phá huỷ đất đá của chòong PDC giúp chúng ta có thể xác định thông số chế độ khoan hợp lý khi thi công khoan và có thể cải tiến thiết kế chòong PDC nhằm tiến tới hoàn thiện chúng.

Từ khóa: Chòong PDC; công suất phá huỷ đất đá; khoan; góc lắp đặt răng chòong.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, chòong PDC được sử dụng rộng rãi và phổ biến trong ngành công nghiệp khoan Dầu khí do những ưu điểm vượt trội mà chúng mang lại. Về bản chất, chòong PDC là loại chòong lưỡi cắt được trang bị các răng PDC có bề mặt được chế tạo từ kim cương đa tinh thể, chòong được sử dụng khoan trong đất đá mềm và dẻo, dựa theo nguyên lý cắt vỡ và cho vận tốc cơ học khoan cao (lên đến 60-70 m/h). Tuy nhiên, khi khoan trong đất đá không đồng nhất, đặc biệt là đất đá có độ cứng và độ mài mòn cao, các răng bị mòn nhanh dẫn đến tuổi thọ và năng suất của chòong PDC bị giảm mạnh. Hiện nay, chưa có công thức cụ thể để xác định công suất phá huỷ đất đá trong quá trình khoan đối với chòong PDC. Vì vậy, việc xây dựng thành công công thức xác định công suất phá huỷ đất đá của chòong PDC mang ý nghĩa thời sự và cấp thiết, giúp chúng ta có thể xác định thông số chế độ khoan hợp lý khi thi công khoan trong các điều kiện khác nhau và có thể cải tiến thiết kế chòong PDC nhằm tiến tới hoàn thiện chúng.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Dựa theo kết quả nghiên cứu khác của nhóm tác giả về mức độ ảnh hưởng của góc lắp đặt răng chòong PDC α tới nguyên lý và hiệu quả phá huỷ đất đá (Nguyen The Vinh, Nguyen Tien Hung, 2017). Trong đó chỉ ra rằng, đối với kiểu góc lắp đặt “âm” thì góc lắp đặt răng chòong tối ưu là $45^\circ-55^\circ$, khi đó chòong phá huỷ đất đá theo nguyên lý cắt vỡ, vận tốc cơ học khoan đạt cao trong khi mức độ mòn của răng chòong là thấp nhất. Tuy nhiên, việc đánh giá hiệu quả phá huỷ đất đá của chòong cần dựa vào chỉ tiêu công suất phá huỷ đất đá của chòong.

Nhằm xây dựng công thức xác định công suất phá huỷ đất đá của chòong PDC, nhóm tác giả đã xây dựng và nghiên cứu hệ lực tác động lên răng chòong trong quá trình chúng phá huỷ đất đá (Hình 1).

Chiếu hệ lực tác động lên răng chòong lên trục Ox ta có thể xác định lực tác động lên răng chòong theo phương ngang như sau:

$$P_{op} = F_2 - F_1 + N_1 \sin \alpha \quad (1)$$

trong đó: P_{op} - lực tác động lên răng chòong theo phương ngang, N;

F_2 - lực ma sát tác động lên đầu nhọn răng chòong, $F_2 = N_2 f$;

F_1 - lực ma sát tác động lên mặt phẳng đầu răng chòong, $F_1 = N_1 f$;

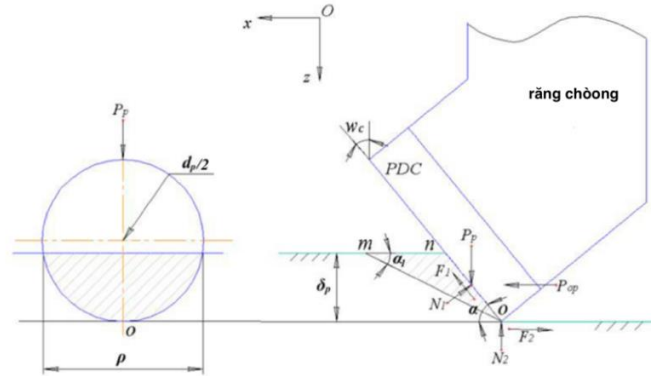
N_1 - phản lực tác động lên mặt phẳng đầu răng chòong, N;

N_2 - phản lực tác động lên đầu nhọn răng chòong, N;

* Tác giả liên hệ

Email: nguyentienhung.dk@humg.edu.vn

f - hệ số ma sát giữa răng chòong và đất đá;
 α - góc lắp đặt răng chòong, °.



Hình 1. Hệ lực tác động lên răng chòong PDC trong quá trình phá hủy đất đá

Suy ra

$$P_{op} = N_2 f - N_1 f + N_1 \sin \alpha \quad (2)$$

Chiếu hệ lực tác động lên răng chòong lên trục Oz, có thể xác định phản lực N_2 dưới dạng sau:

$$N_2 = P_p - N_1 \cos \alpha - N_1 \sin \alpha \quad (3)$$

trong đó: P_p - lực dọc trục tác động lên răng chòong, N.

Cộng phương trình (2) và (3) ta nhận được kết quả như sau:

$$P_{op} = P_p f + N_1 (\sin \alpha - 2f \cos \alpha - f^2 \sin \alpha) \quad (4)$$

Trong đó phản lực N_1 được xem là khả năng chống lại sự phá hủy của đất đá và có thể xác định được theo công thức (Нескоромных В.В., Борисов К.И., 2013):

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

trong đó: σ_{ck} - giới hạn bền cắt của đất đá, MPa;

A_{ck} - diện tích cắt đất đá, m².

Giả sử rằng, răng chòong PDC lắp đặt kiểu “góc âm” sẽ cắt đất đá theo hình khối omn và theo phương của lực P_{op} (Hình 1). Khối này dịch chuyển theo mặt phẳng om và hai mặt phẳng còn lại của khối omn , nơi mà chịu tác động của ứng suất cắt (trượt) σ_{ck} .

Vì vậy, diện tích cắt đất đá được xác định là tổng diện tích của mặt cắt trên phẳng om (một nửa diện tích của hình elip có chiều dài trục là p) và hai mặt phẳng còn lại của khối omn .

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

trong đó: α_1 - góc cắt, °, $\alpha_1 = \frac{\pi/4 - (\varphi + \theta_f - w_c)}{2}$; φ - góc nội ma sát, °; θ_f - góc ma sát giữa răng chòong và một phần đất đá bị nghiền nát, $\theta_f = 8 - 13^\circ$ (Мори В., Фурментро Д., 1994); w_c - góc trước (Hình 1), °; d_p - đường kính của răng chòong (Hình 1), m; δ_p - độ ngập răng chòong (Hình 1), m.

Từ phương trình (5) và (6) ta thu được như sau:

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

Độ ngập răng chòong δ_p được xác định như sau (Nguyen The Vinh, Nguyen Tien Hung, 2017):

$$\delta_p = \left(\frac{P_p}{2 J \sigma_n (ctg \alpha + tg \alpha) (1 + tg \varphi) \sqrt{d_p}} \right)^{2/3} \quad (8)$$

trong đó: $J = (1 + f \sin 2\alpha)$; σ_n - giới hạn bền nén của đất đá, Mpa.

Ta đặt $K = (\sin \alpha - 2f \cos \alpha - f^2 \sin \alpha)$, từ công thức (4) và (7), ta thu được như sau:

$$P_{op} = P_p f + \sigma_{ck} (1 + tg \varphi) \frac{\pi \sqrt{d_p} \delta_p^{3/2} \sin \alpha + 2 \delta_p^2 \sin(\alpha - \alpha_1)}{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha} K \quad (9)$$

Như vậy lực để quay chòong khoan sẽ được xác định theo công thức sau:

$$P_o = mi P_{op}$$

$$P_o = mi [P_p f + \sigma_{ck} (1 + tg \varphi) \frac{\pi \sqrt{d_p} \delta_p^{3/2} \sin \alpha + 2 \delta_p^2 \sin(\alpha - \alpha_1)}{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha} K] \quad (10)$$

trong đó: m - số lượng cánh chòong; i - số lượng răng chòong.

Chia lực này cho bán kính của chòong ta thu được lực quay riêng tác động dọc theo cánh chòong như sau:

$$P_{orc} = \frac{2P_o}{D} \quad (11)$$

Mô men quay dM_{kp} tác động lên một răng chòong được xác định như sau:

$$dM_{kp} = P_{orc} R_i dR_i \quad (12)$$

trong đó: R_i - khoảng cách từ răng chòong đến tâm chòong, m.

Như vậy, tổng mô men quay chòong sẽ là:

$$M_{kp} = mP_{orc} \int_0^{D/2} R_i dR_i = mP_{orc} \frac{D^2}{8} \quad (13)$$

Công suất phá hủy đất đá của chòong sẽ được xác định như sau:

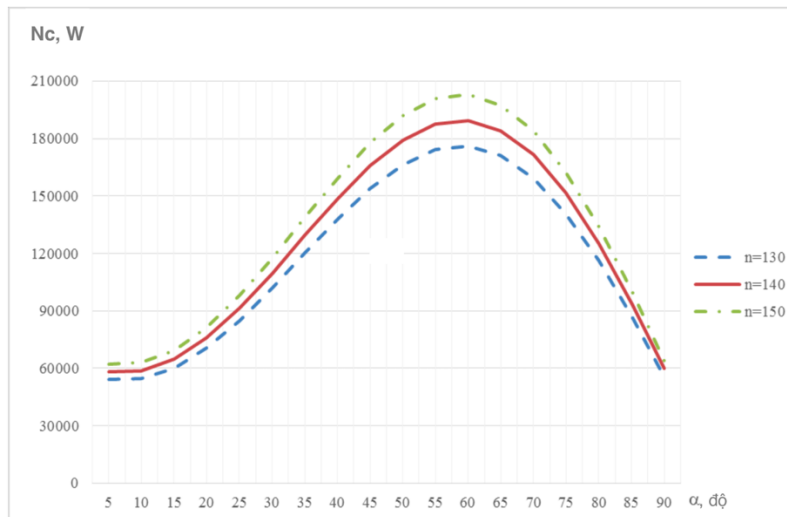
$$N_c = M_{kp} \omega = M_{kp} \frac{\pi n}{30} \quad (14)$$

hay

$$N_c = \frac{\pi n D m^2}{120} [P_p f + \sigma_{ck} (1 + tg \varphi)] \frac{\pi \sqrt{d_p} \delta_p^{\frac{3}{2}} \sin \alpha + 2 \delta_p^2 \sin(\alpha - \alpha_1)}{2 \sin \alpha_1 \sin \alpha} K \quad (15)$$

3. Kết quả và thảo luận

Dựa vào công thức (15) nhóm tác giả tiến hành xây dựng biểu đồ theo dõi sự biến thiên của công suất phá hủy đất đá của chòong N_c khi tiến hành thay đổi thông số góc lắp đặt răng chòong α và tốc độ quay chòong n (Hình 2). Trong đó giá trị các thông số được lựa chọn lần lượt như sau: tải trọng chiều trục $P_z = 105000$ N; $D = 0,311$ m; $d_p = 0,025$ m; $\sigma_n = 4$ MPa; $\sigma_{ck} = 1$ MPa; $m = 5$; $f = 0,1$.



Hình 2. Biểu đồ thể hiện sự thay đổi của công suất phá hủy đất đá khi tiến hành thay đổi góc lắp đặt răng chòong

Qua biểu đồ biến thiên công suất phá hủy đất đá khi thay đổi góc lắp đặt răng và tốc độ quay chòong ta có thể rút ra một vài kết luận như sau:

- Khi $\alpha = 60^\circ$ công suất phá hủy đất đá của chòong đạt giá trị cao nhất;
- Khi $\alpha = 45 - 55^\circ$ công suất phá hủy đất đá nhỏ hơn 11% so với giá trị cực đại (khi $\alpha = 60^\circ$), trong khi đó giá trị vận tốc cơ học khoan đạt cực đại (Nguyen The Vinh, Nguyen Tien Hung, 2017);
- Với công thức này chúng ta có thể thay đổi các thông số đầu vào như tải trọng lên chòong P_z , tốc độ quay chòong n , góc lắp đặt răng chòong α , đường kính chòong D , đường kính răng chòong d_p , độ bền đất đá σ_n , σ_{ck} , hệ số ma sát f nhằm tìm ra các giá trị thông số, chế độ hợp lý khi thi công khoan.

4. Kết luận và kiến nghị

Từ những nghiên cứu bên trên, tác giả đưa ra một số những kết luận và kiến nghị như sau:

- Việc xây dựng thành công công thức xác định công suất phá hủy đất đá của chòong PDC dựa trên cơ sở và mô hình lý thuyết cho phép xác định thông số chế độ khoan tối ưu cho từng điều kiện cụ thể;
- Công thức công suất phá hủy đất đá của chòong PDC cho phép cải thiện thiết kế của chòong thông qua thông số góc lắp đặt răng chòong;

- Trong thời gian tới, cần tiếp tục nghiên cứu và kiểm toán lại công thức bằng các số liệu đầu vào và đầu ra thực tế nhằm xác định hệ số thực nghiệm của công thức.

Tài liệu tham khảo

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. Số 5, Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất, 2017. Trang 123-127.

Нескоромных В.В., Борисов К.И. Аналитическое исследование процесса резания-скалывания горной породы долотом с резцами PDC. // Известия Томского политехнического университета. - Томск: Томский политехнический университет, 2013. - т.323. - No1 - с. 191-195.

Мори В., Фурментро Д. Механика горных пород применительно к проблемам разведки и добычи нефти. Перевод с французского и английского под ред. чл.-кор. РАН Н. М. Проскуракова. - М.: Мир, 1994. - 195 с.

ABSTRACT

Establishing cutting rock formula for PDC bit

Nguyen Tien Hung¹, Truong Van Tu¹
¹*Hanoi University of Mining and Geology*

Nowadays, PDC bits are widely used in Oil and gas drilling industry for their outstanding advantage. PDC bit is essentially drag bit with cutting surface made from Polycrystalline Diamond. This type of bit has been using for soft formation by cutting - craping away rock and yields very high ROP (up to 40-45m/h). There is no detail formula to calculate the rate of rock cutting or penetrating while drilling with PDC bit. In order to establish formula to compute the rate of cutting rock by PDC bit, theory analysis is employed to analyze forces imposed on bit cutter while drilling. By successfully established the formula for rate of penetration by PDC bit, the optimum drilling operation parameters can be selected. Moreover, this formula allows optimization of PDC bit design to be performed.

Keywords: PDC bit; establishing cutting rock; drilling.