

# THIẾT BỊ THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI ĐƯỜNG KÍNH NHỎ

Nguyễn Văn Mạnh

Khoa Cơ khí Xây dựng – Trường Đại học Xây dựng

Nhận ngày 12/9/2020, chỉnh sửa ngày 07/11/2020, chấp nhận đăng 21/12/2020

## Tóm tắt:

Thiết bị thi công cọc khoan nhồi đa dạng về chủng loại, tính năng, phương pháp cắt đất, lấy phoi đất và đặc biệt có nhiều nhà sản xuất cung cấp thiết bị thi công. Tuy nhiên thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ phục vụ cho giải pháp gia cố nền móng trong các công trình xây chen tại các khu đô thị lớn với diện tích nhỏ và hạ tầng kỹ thuật giao thông tiếp cận công trình không thuận tiện thì rất ít nhà sản xuất quan tâm. Tốc độ đô thị hóa lớn, nhu cầu xây mới thay thế các công trình cũ và xuống cấp tại các đô thị lớn ngày càng gia tăng, việc lựa chọn một giải pháp công nghệ thi công phù hợp đảm bảo yêu cầu kỹ, mỹ thuật, đáp ứng được các chỉ tiêu kinh tế là một bài toán tổng thể. Bài báo giới thiệu về thiết bị thi công "cọc nhồi đường kính nhỏ" phục vụ cho công tác thi công cọc chịu lực, tường vây chắn đất, phù hợp với điều kiện mặt bằng thi công chật hẹp.

**Từ khóa:** *Cọc nhồi đường kính nhỏ, thiết bị thi công, cọc chịu lực, tường chắn đất, không gian chật hẹp.*

## Summary:

Bored pile construction equipment has a variety of types, features, methods of cutting soil, taking soil chips and especially many manufacturers provide construction equipment. However, the equipment for construction of bored piles with small diameter serves the solution of reinforcing foundations in crowded constructions in large urban areas with small area and technical infrastructure of poor access to the work. Very few manufacturers care about. The speed of urbanization is large, the need to build new and replace old and degraded works in big cities is increasing, the selection of a suitable construction technology solution to ensure technical an, artistic requirements and meeting economic targets is an overall problem. The article introduces construction equipment "small diameter bored piles" for the construction of bearing piles, earth retaining wall, suitable for narrow construction site conditions. Including the process of selecting basic equipment, working equipment, drilling rods, concrete pouring pipes and supporting equipment system for construction work.

**Keywords:** *Small diameter bored pile, construction equipment, load bearing bored pile, soil retaining wall, narrow construction space*

## 1. Giới thiệu

TCXDVN 205:1997 - móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế, có đề cập đến cọc khoan nhồi đường kính nhỏ bằng việc định nghĩa trong mục 3.3.6 Cọc nhồi "Cọc nhồi là cọc được thi công tạo lỗ trước trong đất, sau đó lấp đầy bằng bê tông có hoặc không có cốt thép. Việc tạo lỗ được thực hiện bằng phương pháp khoan, đóng ống hay các phương pháp đào khác. Cọc nhồi có đường kính bằng và nhỏ hơn 600mm được gọi là cọc khoan nhồi đường kính nhỏ, cọc có đường kính lớn hơn 600mm được gọi là cọc khoan nhồi đường kính lớn".

Cọc khoan nhồi đường kính nhỏ được sử dụng đầu tiên tại TP Hồ Chí Minh và được nhân rộng triển khai tại Hà Nội, Hải Phòng... từ đầu những năm 2000, (hình 1.a, hình 1.b), bước đầu đã được thực tiễn thị trường xây dựng chấp nhận sử dụng, nhân rộng phát triển. Đến thời điểm hiện tại, công nghệ xử lý nền móng bằng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ đã được các đơn vị tư vấn thiết kế đưa vào áp dụng cho khá nhiều công trình xây dựng dân dụng có qui mô vừa và nhỏ, những công trình có chiều cao tầng phổ biến từ (09-12) tầng, có từ (01-03) tầng hầm.

Cọc khoan nhồi đường kính nhỏ có các ưu điểm của cọc khoan nhồi đường kính lớn như: thi công nhanh, đảm bảo chất lượng khi được giám sát chặt chẽ. Bê tông cọc được đổ liên tục từ đáy hố khoan lên trên nên tránh được tình trạng chấp nối giữa các đoạn cọc và do không có khớp nối như cọc ép nên đảm bảo

truyền tải trọng đúng tâm. Nhờ có tháp dẫn hướng nên độ nghiêng lệch của cọc đảm bảo nằm trong giới hạn cho phép... Ngoài những ưu điểm trên, cọc khoan nhồi đường kính nhỏ còn có các ưu điểm riêng: Thiết bị thi công nhỏ gọn, có thể thi công trong điều kiện xây dựng chật hẹp. Hạn chế ảnh hưởng đến các công trình liền kề. Có thể thi công cọc sát mép gianh giới đất. Về yếu tố kinh tế, giá thành thi công cọc rẻ hơn so với các phương pháp móng cọc khác, nhờ vào khả năng chịu tải trên mỗi đầu cọc lớn nên tổng số lượng cọc trong hệ móng giảm.

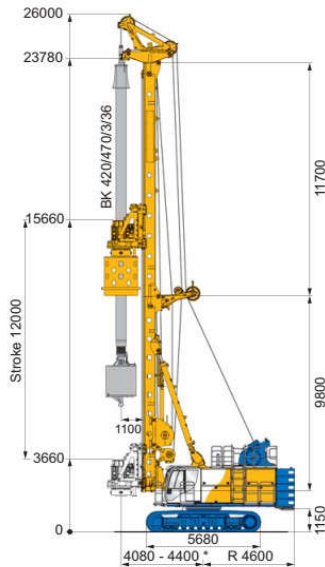


**Hình 1.a:** Thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm cọc chịu lực



**Hình 1.b:** Sử dụng cọc khoan nhồi đường kính nhỏ làm tường chắn đất

Một số báo cáo chỉ ra địa chỉ ứng dụng, phạm vi ứng dụng của cọc đường kính nhỏ trên thế giới có thể tìm thấy trong [17], [18],



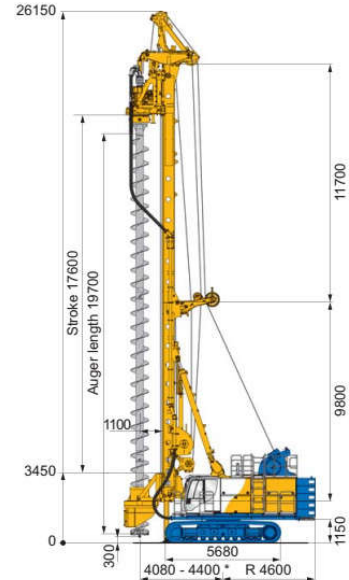
**Hình 2.a:** Thiết bị thi công cọc khoan nhồi – mũi khoan kiểu gầu [19]-[22].... Tuy nhiên mới chỉ ứng dụng cọc đường kính nhỏ trong việc làm tường chắn đất trong khi thi công hố đào, chống sụt lở thành đất cho công trình. Các dạng cọc này có thể là cọc khoan nhồi có thép hoặc không có thép, cọc xi măng trộn đất.... Các loại thiết bị để thi công cọc đường kính nhỏ do các nhà sản xuất như Bauer... dạng mũi khoan cắt đất thường là ruột gà hoặc dạng gầu ít thấy các tài liệu đề cập tới mũi khoan dạng vành, cũng như chi phí đầu tư mua sắm thiết bị còn khá lớn. Thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ trong nước đa phần được sản xuất chế tạo dựa trên kinh nghiệm, do đó hầu hết thiết bị đưa vào thi công chưa được các cơ quan chuyên môn đánh giá, kiểm định.

Mục tiêu của bài báo là xây dựng qui trình tính toán thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ, nhằm phổ biến thiết bị theo qui chuẩn, tạo đà và bước đệm để các đơn vị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ có thể vận dụng tiến hành sản xuất chế tạo trong thực tế, các cơ quan chuyên môn có tài liệu tham khảo trong công tác đánh giá, kiểm định thiết bị trước khi đưa vào vận hành.

## 2. Tổng quan về thiết bị phục vụ công tác thi công cọc khoan nhồi

### 2.1. Thiết bị thi công cọc khoan nhồi

Thiết bị thi công cọc khoan nhồi rất phổ biến, được các nhà sản xuất trên thế giới sản xuất và chuyển giao tới hầu hết các quốc gia trong đó có Việt Nam. Thiết bị làm việc với nguyên lý khoan khác nhau như: Thiết bị khoan xoay, thiết bị khoan va đập, thiết bị khoan xoay kết hợp va đập... để tạo lỗ cho cọc khoan nhồi. Theo công nghệ tạo lỗ và công dụng thì máy khoan tạo lỗ cho cọc khoan nhồi được chia thành 02 nhóm chính đó là thiết bị tạo lỗ dạng tròn thiết bị tạo lỗ cho cọc barret. Để tạo lỗ cho cọc khoan nhồi tiết diện tròn, có thể dùng ba loại thiết bị khoan xoay. Đó là máy khoan xoay kiểu gầu, máy khoan xoay kiểu guồng xoắn và máy khoan xoay vận hành ngược (Hình 2.a và hình 2.b) [8].



**Hình 2.b:** Thiết bị thi công cọc khoan nhồi – mũi khoan kiểu guồng xoắn

Những thiết bị này đã và đang đóng góp cho công cuộc xây dựng nền móng trong các công trình nhà cao tầng, trong hệ thống giao thông, thủy lợi, thủy điện trên khắp mọi miền tổ quốc. Bên cạnh đó giá thành của thiết bị được cho là vẫn còn lớn với một số đơn vị sản xuất trong nước vì thiết bị nhập khẩu. Mặc dù sự phát triển của công nghệ 4.0 mạnh mẽ, thương mại điện tử đang có những bước đi vào thực tế đời sống, giao thương thuận tiện, tuy nhiên ngoài chi phí thiết bị các đơn vị đầu tư mua sắm còn phải chi trả thêm các chi phí cho đội ngũ chuyên gia nước ngoài trong việc lắp ráp, vận hành, bảo trì, bảo dưỡng, thay thế. Mặt khác khuôn khổ kích thước của thiết bị do các hãng sản xuất phục vụ thi công cọc khoan nhồi đường kính lớn không đáp ứng được điều kiện về mặt bằng thi công chật hẹp... Do đó nếu làm chủ được công nghệ về thiết bị phục vụ thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ, tận dụng được các điều kiện về mặt kỹ thuật, công nghệ và nhân lực trong nước sẽ thúc đẩy công tác thi công xây dựng, góp phần đóng góp cho sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

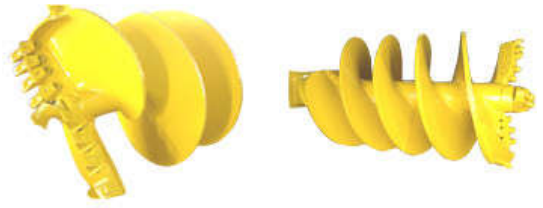
Cọc khoan nhồi đường kính nhỏ được định hướng sẽ sử dụng trong các công trình có qui mô vừa và nhỏ làm cọc chịu tải, cọc chắn đất hoặc cọc biện pháp do vậy điều kiện mặt bằng, không gian thi công chật hẹp. Nguồn động lực để cung cấp cho cơ cấu công tác khoan cắt đất và thực hiện các thao tác trong quá trình thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ cần đảm bảo tiêu chí: Đủ công suất, nhỏ gọn, vận chuyển dễ dàng, tháo lắp đơn giản...

### 2.2. Bộ phận công tác

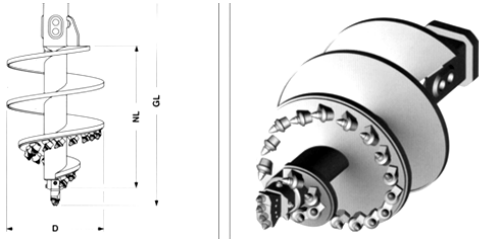
Bộ phận công tác có vai trò quan trọng trong việc cắt đất, hiện nay các nhà sản xuất có các dạng thiết bị công tác có thể kể đến sau: Gầu khoan, đầu khoan xoắn có răng ở mũi xoắn, có răng ở vành xoắn và mũi khoan dạng vành gắn lưỡi cắt (Hình 3a, hình 3b, hình 3c, hình 3.d).



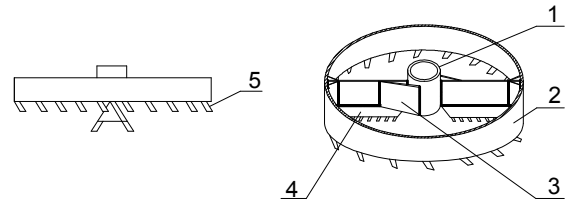
Hình 3.a: Gầu khoan



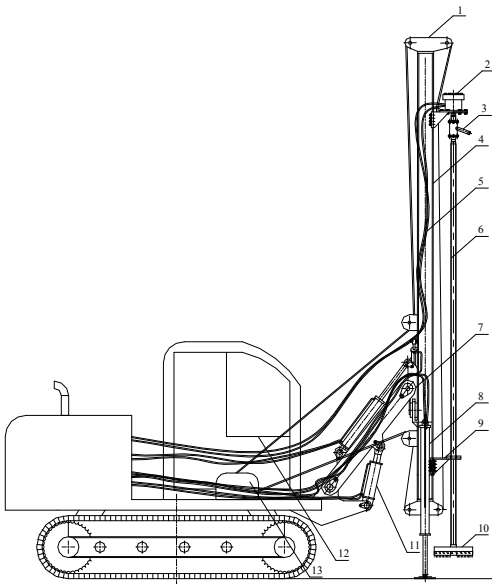
Hình 3.b: Đầu khoan xoắn có răng ở mũi xoắn



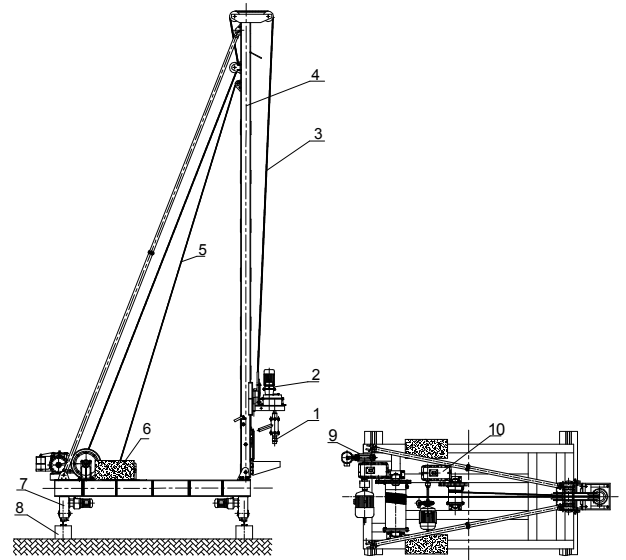
Hình 3.c: Đầu khoan có răng ở vành xoắn



Hình 3.d: Đầu khoan dạng vành gắn lưới cắt  
1: Ống thép tiện ren trong; 2: Vành răng của lưới cắt; 3: Thanh tăng cứng; 4: Lưới cắt; 5: Răng cắt



Hình 4a: Thiết bị cọc khoan nhỏ - dẫn động thủy lực  
1: Puli đầu cần; 2: Giá đỡ mô tơ thủy lực; 3: Ống bơm dung dịch giữ thành vách; 4: Tháp dẫn hướng; 5: Đường ống thủy lực; 6: Cần khoan; 7: Giá đỡ tháp dẫn hướng; 8: Cụm xilanh cân bằng cần đỡ chính; 9: Giá kẹp cần khoan; 10: Gầu khoan dạng vành gắn răng cắt; 11: Xilanh điều chỉnh cần đỡ chính; 12: Máy cơ sớ; 13: Tang cuốn cáp;



Hình 4b: Thiết bị cọc khoan nhỏ - dẫn động điện  
1: Khớp nối cần; 2: Cụm dẫn động đầu khoan; 3: Cáp nâng hạ cần khoan; 4: Tháp dẫn hướng; 5: Cáp nâng hạ tháp dẫn hướng; 6: Ổn trọng; 7: Cơ cấu di chuyển; 8: Ray dẫn hướng; 9: Cơ cấu nâng hạ cần khoan; 10: Cơ cấu nâng hạ hộp dẫn hướng

Địa chất là yếu tố được xem xét đầu tiên khi thiết kế thiết bị thi công cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ, nó tác động trực tiếp tới bộ phận công tác của thiết bị, quyết định tới chi tiết cấu tạo của bộ phận công tác cũng như thông số kỹ thuật của máy cơ sở được chọn. Việt Nam là một đất nước trải dài từ địa đầu Lũng Cù tới mũi Nam - Phú Quốc, do đó địa hình, địa vật và địa chất khá đa dạng phong phú. Để thiết kế bộ phận công tác có

khả năng vận hành trong nhiều địa hình, địa chất trải dài và phức tạp nhóm tác giả lựa chọn cột địa chất có khả năng bao hàm địa chất có nhiều vùng miền. Khi thi công khoan cọc nhỏ, gầu khoan có thể gặp những dạng đất đá khác nhau. Nhóm tác giả lựa chọn bộ phận công tác cho thiết bị khoan nhỏ đường kính nhỏ là đầu khoan dạng vành gắn lưới cắt để tính toán cho

thiết bị khoan là phù hợp với công nghệ và trình độ gia công chế tạo trong nước.

**3. Sơ đồ khối và các thông số cơ bản của thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ**

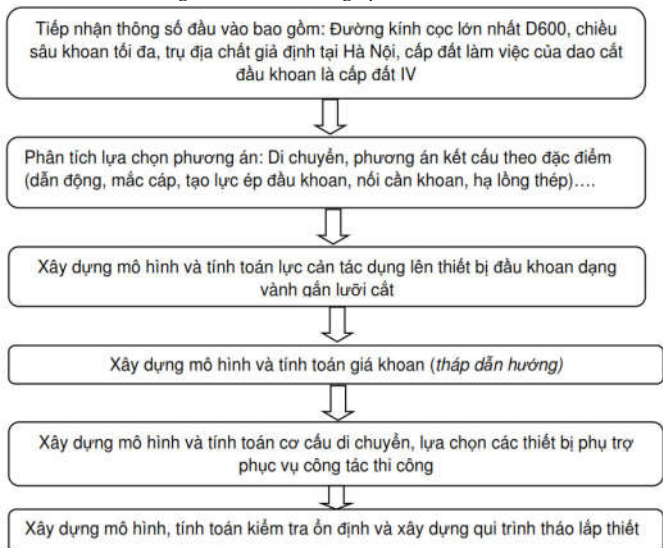
**3.1. Thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ**

Thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ có 2 dạng nguồn dẫn động: dẫn động thủy lực (năng lượng cần thiết sử dụng cho quá trình thi công cọc được trích ra từ máy cơ sở) và dẫn động điện. Cấu tạo của thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính bé được mô tả trên (hình 4.a và hình 4.b) [7]

Thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ, sử dụng hệ thống di chuyển của máy kéo bánh xích - dẫn động thủy lực, có một số ưu điểm nổi bật kể đến bao gồm: Khả năng cơ động cao, di chuyển được trên mọi địa hình phức tạp, lầy lội, làm việc bền bỉ, ổn định, hiệu suất làm việc cao, không phụ thuộc vào nguồn điện lưới. Moomen dẫn động đầu khoan lớn nên thiết bị có khả năng khoan thủng các địa tầng cứng, phức tạp, chiều sâu khoan lớn. Nhờ với nhiều ưu điểm đó nên thiết bị thi công dạng này được sử dụng phổ biến để thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ trong thực tiễn sản xuất.

Thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ, sử dụng hệ di chuyển trên ray – dẫn động điện, có ưu điểm đó là thiết bị có thể di chuyển một cách dễ dàng, nhẹ nhàng và ổn định. Dễ dàng vận hành, không đòi hỏi trình độ cao của công nhân vận hành. Có cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, chi phí đầu tư thiết bị rẻ hơn rất nhiều so với sử dụng hệ thống di chuyển trên các máy đào làm máy cơ sở. Tuy nhiên phụ thuộc vào nguồn điện lưới, bị hạn chế về kích thước tiết diện và chiều sâu khoan cọc. Thiết bị dạng này chủ yếu sử dụng trong các công trình bị hạn chế về hệ thống giao thông, ngõ sâu, hẹp, có sẵn lưới điện vì dạng thiết bị này có thể tháo lắp di động.

Mô tả qui trình tính toán thiết kế thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ thông qua sơ đồ khối sau:



Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày qui trình tính toán thiết kế thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ chung cho cả 2 dạng nguồn dẫn động điện và thủy lực với bộ phận công tác.

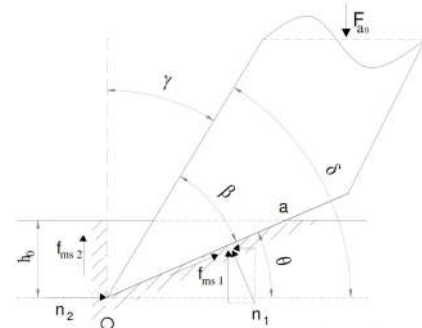
Khi thi công khoan tạo lỗ cọc khoan nhồi đường kính nhỏ không sử dụng cần kelly như những thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính lớn mà sử dụng các đoạn cần khoan nối lại với nhau bởi liên kết ren trong. Cần khoan có cấu tạo dạng ống có đường kính (0.075-0.09)m rộng, ở hai đầu có tiện ren để liên kết với lưỡi cắt và nối các đoạn cần với nhau, khi khoan người vận hành nối từng đoạn cần cho tới khi đạt cao độ thiết kế.

**3.2. Xác định lực cần thiết, chiều dày phoi đất cắt, tốc độ khoan và công suất động cơ dẫn động để lưỡi cắt xâm nhập vào nền đất tạo chiều dày phoi cắt.**

Lực cắt phá vỡ đất của răng gầu phụ thuộc vào loại đất đá khoan, vào đặc điểm cấu tạo của dụng cụ cắt và phương pháp phá vỡ đất, vì vậy tìm ra phương pháp để tính lực cắt đất phù hợp để từ đó xác định được mô men xoắn cần thiết của đầu khoan và lựa chọn được công suất của động cơ dẫn động thiết bị khoan hợp lý là một điều rất cần thiết. Khi khoan, các răng gầu thực hiện quá trình cắt đất đá dưới tác dụng của lực dọc trục  $F_{a0}$  và Mômen xoắn  $M$  truyền qua cần khoan đến gầu khoan dạng vành lưỡi cắt.

Lực dọc trục  $F_{a0}$  được tạo ra nhờ trọng lượng bản thân gầu, cần khoan và lực ấn của tời thông qua pa lăng cáp. Khi này lực dọc trục  $F_{a0}$  phải khắc phục lực kháng của đất đá tác dụng lên phần diện tích mặt đầu của lưỡi cắt khi lưỡi cắt ấn vào đất. Mômen xoắn  $M$  cần phải vượt qua lực cản ở phần trước của lưỡi cắt để làm vỡ đất đá (Hình 5: Sơ đồ lực tác dụng lên răng gầu khi ấn mũi dao cắt vào nền đất).

Dưới tác dụng của lực  $F_{a0}$ , lưỡi cắt bị ấn vào nền đất với độ sâu  $h_0$ . Sự thâm nhập của lưỡi cắt vào nền đất chỉ xảy ra khi: [8]



**Hình 5:** Sơ đồ tác dụng lên răng gầu khi ấn mũi dao cắt vào nền đất

$$F_{a0} > S_0 \cdot \sigma \tag{1}$$

Trong đó  $S_0$  - Diện tích bề mặt của răng cắt điển hình:  $S_0 > l \cdot b_0$

- $l$  - Chiều dài của dao cắt (hình 6);
- $b_0$  - Chiều rộng của dao cắt tiếp xúc với nền đất;
- $\sigma$  - giới hạn bền nén của đất đá;

Khi cho trước lực ấn lưỡi cắt  $F_{a0}$ , có thể xác định được chiều sâu phoi cắt [8]

$$h_0 = \frac{F_{a0}}{1,1 \cdot l \cdot \sigma \cdot \tan \theta} \tag{2}$$

Lực ấn  $F_a$  được phân đều ra các dao cắt trên gầu khoan. Khi đó lực ấn lên mỗi lưỡi cắt trên gầu khoan phải đảm bảo điều kiện:

$$F_{a0} = \frac{F_a}{m} > S_0 \cdot \sigma \tag{3}$$

Theo [8], quãng đường quãng đường, chiều sâu phoi cắt và vận tốc khoan được xác định bằng các biểu thức sau:

Quãng đường lưỡi cắt thâm nhập vào nền đất sau 01 vòng quay là:  $h_{av} = h_o.m$  (cm) (4)

Chiều sâu H của lưỡi cắt thâm nhập vào nền đất là:  $H = h_o.m.n.t$  (cm) (5)

Độ ấn sâu của gầu vào nền đất sau một vòng quay sẽ là:  $h = \frac{V_u}{m.n}$  (cm/vòng) (6)

Trong đó: n - Tốc độ quay gầu khoan (v/ph);  
Theo [8], Công suất cần thiết để khoan được xác định theo biểu thức:

$$P_f = \frac{(P_1 + P_2 + P_3 + P_4)}{\eta} \text{ (kW)} \quad (7)$$

- Trong đó:  
 P<sub>1</sub>: Công suất cần thiết để phá vỡ đất;  
 P<sub>2</sub>: Công suất cần thiết để thắng lực cản ma sát giữa bộ phận công tác với nền đất;  
 P<sub>3</sub>: Công suất cần thiết để quay cần và gầu khoan khắc phục lực cản của dung dịch khoan;  
 P<sub>4</sub>: Công suất cần thiết để thắng các lực cản do quá trình đưa phoi đất vào gầu;

STT	Công suất cần thiết	Biểu thức xác định	Đơn vị
1	Công suất cần thiết để phá vỡ đất	$P_1 = k_o.k_p \frac{AV_u}{45.10^4}$	KW
2	Công suất cần thiết để thắng lực cản ma sát giữa bộ phận công tác với nền đất	$P_2 = \frac{\pi.k.\mu.n.D.F_a}{900000}$	KW
3	Công suất cần thiết để quay cần và gầu khoan khắc phục lực cản của dung dịch khoan	$P_3 = \alpha.\gamma.L.d^2.n^3\sqrt{n}$	KW
4	Công suất cần thiết để thắng các lực cản do quá trình đưa phoi đất vào gầu	$P_4 = P_{41} + P_{42}$ $P_{41} = h.k_p.tg\phi \cdot \frac{\pi.n.m.D}{18.10^5}$ $P_{42} = [h.\gamma.H_g + k_1.\gamma_d.H_g^2] \cdot \frac{\pi.n.m.D^2}{180.10^4}$	KW

Trong đó:

k<sub>p</sub> - Lực cản cắt riêng của đất (daN/cm<sup>2</sup>); h- Chiều sâu ấn của lưỡi cắt vào nền đất (cm); D- Đường kính ứng với mép ngoài của lưỡi cắt (cm);  $A = \frac{\pi.D^2}{4}$

k<sub>o</sub> - hệ số điều chỉnh, kể đến sự không đồng nhất của nền đất k<sub>o</sub>>1

μ- Hệ số ma sát giữa dao và nền đất ;

F<sub>a</sub>- Lực ấn gầu khoan vào nền đất tương ứng với chiều sâu ấn dao là h;

v- là vận tốc tiếp tuyến tại điểm đặt lực;

γ - Tỷ trọng của dung dịch khoan, phụ thuộc vào môi trường khoan, (g/cm<sup>3</sup>);

L - Chiều dài của cần khoan ngập trong môi trường thủy lực, (m);

d- Đường kính ngoài của cần khoan, (cm);

n - Tốc độ quay cần khoan (vòng/ ph);

α- Hệ số thực nghiệm: Khoan có ống vách, α = 2.0\*10<sup>-8</sup>; Khoan thăm dò, α = 0.9 \*10<sup>-6</sup> [9]

φ<sub>1</sub>- Góc ma sát trong của đất;

### 3.3. Cấu tạo một số chi tiết điển hình

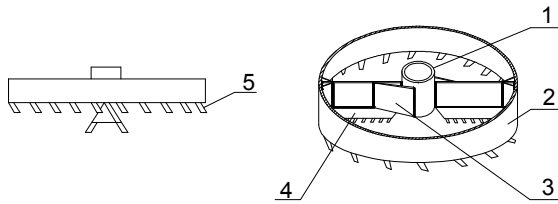
Cấu tạo của mũi khoan dạng vành gắn lưỡi cắt và cần khoan (hình 6.a và hình 6.b) [7]

Cấu tạo mũi khoan dạng vành gắn lưỡi cắt (hình 6.a) [7] bao gồm vành răng tròn bằng thép 2, xung quanh vành răng thép hàn các răng cắt 5. Vành răng thép 2 được hàn cố định với lưỡi cắt 4, lưỡi cắt 4 có hai lưỡi nhỏ xòe sang hai bên ngược chiều nhau nhằm tạo ra lực cắt đất tốt nhất khi xoay lưỡi cắt. Ở giữa 2 lưỡi cắt 4 được hàn cố định với ống thép được tiện ren trong nhằm mục đích liên kết với cần khoan để truyền momen xoắn khi khoan. Để lưỡi cắt có độ cứng vững hơn thanh tăng cứng bằng thép 3 được hàn cố định giữa ống thép 1 và lưỡi cắt 4.

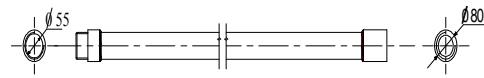
Cơ cấu lấy mùn khoan (lưỡi vét) có cấu tạo gồm hai lưỡi cắt 4, trên lưỡi cắt hàn các răng cắt 3, lưỡi cắt và răng cắt được liên kết hàn với vành răng lưỡi vét 2. Ống thép có tiện ren trong (7) có nhiệm vụ nối với cần khoan. Trên vành răng lưỡi cắt có 2 cánh vét 1 được liên kết bằng bản lề có tác dụng mở ra khi lưỡi vét được hạ xuống hố khoan và được đóng lại khi kéo phoi đất, mùn khoan (hình 7) [7]

Để tiến hành khoan cắt đất nguồn động lực được trích từ bơm của máy cơ sở điều khiển moto thủy lực gắn trên giá đỡ cần dẫn hướng tạo ra momen quay cần khoan, làm quay mũi khoan, mũi khoan xoay và tiến hành cắt đất bởi các răng cắt cùng với đó là sự tương hỗ của bơm dẫn dung dịch khoan làm mềm lớp đất cắt. Dung dịch giữ thành hố khoan được bơm đẩy thông qua hệ thống đường ống vào thân cần khoan. Do trọng lượng bản thân của hệ thống đầu khoan, lực ấn của hệ cáp neo đưa lưỡi cắt tiến sâu vào nền đất tạo thành phoi đất cắt và mùn khoan.

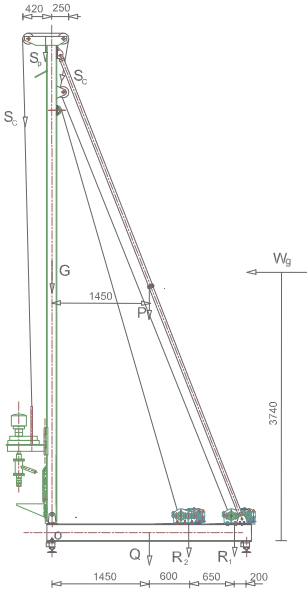
Quá trình khoan kết thúc khi mũi khoan đạt độ sâu thiết kế, mũi khoan dạng vành lưỡi cắt được đưa lên và thay bằng lưỡi vét mùn khoan. Phoi đất, mùn khoan trong hố khoan được đưa lên nhờ kết hợp lực đẩy tuần hoàn của bơm dung dịch giữ thành vách bentonite và lực kéo cáp treo trên giá đỡ moto thủy lực.



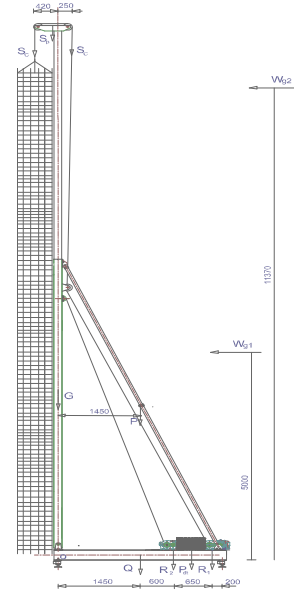
**Hình 6.a:** Cấu tạo mũi khoan dạng vành gắn lưới cắt  
1: Ống thép tiện ren trong; 2: Vành răng của lưới cắt; 3: Thanh tăng cứng; 4: Lưới cắt; 5: Răng cắt



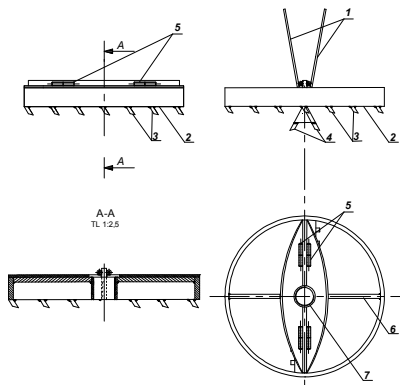
**Hình 6.b:** Cấu tạo cần khoan



**Hình 8a:** Sơ đồ tính toán ổn định thiết bị thi công cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ trong trường hợp vết mòn khoan



**Hình 8b:** Sơ đồ lực tính toán ổn định thiết bị thi công cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ trong trường hợp hạ lồng thép



**Hình 7:** Cấu tạo cơ cấu lấy mòn khoan (Lưới vét)  
1: Cánh vét; 2: Vành răng lưới vét; 3: Răng cắt; 4: Lưới cắt; 5: Bản lè; 6: Thanh gia cường; 7: Ống thép tiện ren trong

Tính bền cho lưới vét trong trường hợp nguy hiểm nhất là khi kéo mòn khoan lên. Khi kéo lưới cắt lên thời điểm dừng bơm

dùng dịch khoan giữ thành vách để tháo đoạn cần khoan, thời điểm này lưới vét chịu trọng lượng của toàn bộ cọc mòn khoan tác dụng đều lên cánh vét.

#### 4. Tính toán ổn định thiết bị thi công cọc khoan nhỏ đường kính nhỏ

Thiết bị thi công cọc khoan nhỏ được tính toán ổn định trong trường hợp làm việc ở trạng thái làm việc nguy hiểm nhất đó là: Khi đang tiến hành kéo mòn khoan, phoi đất ở chiều sâu lớn nhất và khi tiến hành sử dụng thân tháp hạ lồng thép.

Trường hợp này có các lực tác dụng:  $S_p$ : Trọng lượng của pully;  $S_c$ : Lực căng cáp lớn nhất;  $P$ : Trọng lượng hệ thanh chống;  $Q$ : Trọng lượng bộ máy khoan;  $R_1$ : Trọng lượng cơ cấu nâng hạ cần khoan;  $R_2$ : Trọng lượng cơ cấu nâng hạ cần hộp dẫn hướng;  $W_g$ : Tải trọng gió tác dụng lên máy khoan;  $W_{g1}$ : Tải trọng gió tác dụng lên 10m đầu cần hộp;  $W_{g2}$ : Tải trọng gió tác dụng lên 2,74m cuối cần hộp;  $P_{dt}$ : Trọng lượng của đối trọng. Trong cả 2 trường hợp thiết bị thiết kế làm việc ổn định.

#### 5. Quy trình lắp dựng thiết bị

Thiết lập quy trình lắp dựng thiết bị đối với thiết bị thi công cọc khoan nhỏ di chuyển trên ray, sử dụng hệ dẫn động gầu khoan bằng điện. Để vận chuyển thiết bị tới công trường thi

công: cần hộp dẫn hướng, bệ giá khoan và đầu khoan, cần khoan, ống đỡ...được tháo thành từng đoạn và vận chuyển bằng các thiết bị chuyên dùng. Khi thiết bị được vận chuyển tới công trường quá trình lắp đặt tuân thủ các bước sau:

**Bước 1: Lắp hệ thống đường ray và bệ giá khoan**

Hệ thống ray có nhiệm vụ dẫn hướng di chuyển cho máy khoan di chuyển trong quá trình làm việc trên công trường vì thế lắp đặt ray di chuyển là bước đầu tiên, là bước rất quan trọng trong lắp dựng máy khoan. Hệ thống ray được lắp đặt trên vị trí dọc theo sơ đồ di chuyển máy khoan, trước khi lắp ray cần phải dọn dẹp, làm sạch, làm bằng phẳng vị trí đặt ray để sao cho ray đặt phải cân bằng để máy làm việc và di chuyển ổn định. Khoảng cách đặt 2 thanh ray cần đảm bảo chính xác để khi đặt bệ giá khoan lên hệ thống ray khớp với bánh ray của cơ cấu di chuyển của máy khoan. Lắp bệ giá khoan lên ray sao cho bánh ray khớp với hệ thống ray đã đặt trước đó, ray được cố định bởi kẹp ray.

**Bước 2: Lắp cơ cấu nâng bệ giá khoan**

Sử dụng thiết bị nâng đơn giản tiến hành nâng hộp dẫn hướng đặt trên bệ giá khoan, tổ đội công nhân sử dụng chi tiết liên kết cố định cơ cấu nâng lên bệ giá khoan.

**Bước 3: Lắp hộp dẫn hướng lên bệ giá khoan**

Hộp dẫn hướng được lắp ráp gồm 02 đoạn cần hộp lớn và nhỏ lồng vào nhau, sau đó lắp giá đỡ đầu khoan vào ray di chuyển trên hộp dẫn hướng. Tổ chức nâng hộp dẫn hướng tới vị trí lắp trên bệ giá khoan cố định hộp dẫn hướng bằng các chốt liên kết. Tiếp theo tiến hành lắp thanh chống vào 2 tai gắn trên hộp dẫn hướng bằng chốt, 2 thanh chống cũng được liên kết với hộp dẫn hướng bằng liên kết khớp. Đưa cáp vào vị trí pully đầu cần, vào hệ thống nâng hộp dẫn hướng.

Sử dụng cơ cấu nâng, tiến hành nâng hộp dẫn hướng lên cao dần với vận tốc chậm, khi gần tới độ cao thẳng đứng, tổ chức để tổ đội liên kết thanh chống và cố định thanh chống vào bệ giá khoan cố định 2 thanh chống vào bệ giá khoan.

**Bước 4: Lắp đầu khoan và giá kẹp cần khoan lên hộp dẫn hướng**

Lắp đặt đầu khoan: Sử dụng cơ cấu nâng đầu khoan lên giá đỡ đầu khoan rồi sử dụng các chi tiết liên kết cố định đầu khoan vào giá khoan. Lắp giá kẹp cần khoan lên máy khoan: Tiến hành lắp đặt giá kẹp cần khoan lên hộp dẫn hướng của thiết bị khoan. Các bộ phận của giá kẹp được liên kết với hộp dẫn hướng bằng liên kết bán lẻ.

**Bước 5: Lắp đối trọng lên bệ giá khoan hoàn thành công tác lắp dựng.**

Lắp đặt các thiết bị phụ trợ, kiểm tra chạy thử thiết bị trước khi tiến hành công tác khoan

## 6. Kết Luận

Bài báo giới thiệu tình hình phát triển, ứng dụng của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ ở Việt Nam và trên thế giới của cọc khoan nhồi đường kính nhỏ. Nhóm tác giả xây dựng qui trình tính toán thiết bị thi công cọc khoan nhồi đường kính nhỏ phục vụ thi công các công trình có qui mô vừa và nhỏ, trong điều kiện mặt bằng thi công chật hẹp. Đã xây dựng mô hình tính toán, các biểu thức xác định lực, mô men cũng như các thông số làm việc của gầu khoan dạng vành gắn lưới cắt được xây dựng dựa trên lý

thuyết khoan xoay kiểu choòng, có chú ý đến đặc điểm cấu tạo, đặc điểm làm việc của cơ cấu công tác. Xây dựng trình tự lắp đặt thiết bị khoan nhồi đường kính nhỏ dẫn động điện.

Nghiên cứu này cũng có thể áp dụng làm liệu tham khảo cho sinh viên khi làm đồ án cũng như cán bộ kỹ thuật khi thiết kế cải tạo máy hoặc tính toán để lựa chọn chế độ vận hành của máy.

## Tài liệu tham khảo

- [1] PGS.TS Trịnh Chất, TS Lê Văn Uyển (2006), Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí tập 1, Nhà xuất bản Giáo dục.
- [2] Nguyễn Y Tô (1988), Sức bền vật liệu, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [3] PGS.TS Trần Xuân Tuy, ThS. Trần Minh Chính, KS. Trần Ngọc Hải (2005), Giáo trình hệ truyền động thủy khí, Nhà xuất bản xây dựng.
- [4] TCXDVN 356 (2005), Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép tiêu chuẩn thiết kế, Nhà xuất bản Xây dựng.
- [5] Phan Quang Minh, Ngô Thế Phong, Nguyễn Đình Cống (2011), Kết cấu bê tông cốt thép (phần cấu kiện cơ bản), Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [6] Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9395:2012 về Cọc khoan nhồi - Thi công và nghiệm thu.
- [7] Nguyễn Văn Mạnh (2014), Nghiên cứu thiết kế thiết bị thi công "cọc khoan nhồi tiết diện nhỏ" cho phân khúc nhà xây chen, với điều kiện mặt bằng và hạ tầng thi công chật hẹp.
- [8] Nguyễn Văn Mạnh (2013), Luận văn thạc sĩ;
- [9] Load Strength, RTH 325 - 89.ST.MIHAILESCU (1983), Masini de constructii si pentru prelucrarea agregatelor. Editura didactică si pedagogica-Bucurestii 1983.
- [10] Nagaratnan Sivakugan, Sajny Kumar Shaceta and Braja M.Das (2013), Rock mechanics introduction, CRC Rress.
- [11] B.H.G. Brady, E.T. Brow (2004), Rock mechanics for under ground mining, Kluwer academic Publishers.
- [12] John A. Hudson, John P. Harrison (2000), Engineering rock mechanics an Introduction to the Principles, Pergamon.
- [13] Venkata Ramasubbarao GODAVARTHI\*, Dineshbabu MALLAVALLI, Ramya PEDDI, Neelesh KATRAGADDA, and Prudhvikrishna MULPURU (2011) Contiguous Pile Wall as a Deep Excavation Supporting System, Leonardo Electronic Journal of Practices and Technology
- [14] Nick Wharmby Brian Perry Civil, Hamilton, Waikato, New Zealand (2010), Development of Secant Pile Retaining Wall Construction in Urban New Zealand,
- [15] Dr. Elfatih M. A. Ahmed<sup>1</sup>, Dr. Mohamed A. Osman<sup>2</sup>, Mohamed E. M. Ali<sup>3</sup> (2016), Shoring for Deep Excavation in Urban Khartoum, Sudan 1,2,3Engineering Services & Design (ESD)-Khartoum, Sudan
- [16] John Gannon (2015) ,Primary firm secant pile concrete specification, Geotechnical Engineering, Proceedings of the Institution of Civil Engineers
- [17] M. Korff , A.F. van Tol , E. de Jong (2007), Risks related to CFA- pile walls, 14th ECSMGE Madrid 2007
- [18] Building Research Establishment, (2004) 'working platforms for tracked plant', BRE Press, Garston Watford, United Kingdom
- [19] Bustamante, M. and Ganeselli, L. (1998). Installation parameters and capacity of screwed piles. Proceedings of the 3rd Int. Geotechnical Seminar on Deep Foundations on Bored and Auger Piles, Ghent, Belgium, 19-21 October 1998, pp. 95-108
- [20] Larisch, M, Poskitt, N, Netteville, H and Dredge S (2013), 'Advanced quality assurance for piling worksfor the WICET project in Gladstone', AGS journal, vol. 48, no. 1, pp. 99-112.
- [21] Nguyen, T, V, Rayamajhi, D, Boulanger, R, W, Ashford, S, A, Lu, J, Elgamal, A, and Shao, L, (2013), 'Design of DSM Grids for Liquefaction Remediation', Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering, pp. 1923-1933