

# VỨNG DỤNG PHẦN MỀM SOLIDWORK TRONG TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ CẦN KHOAN VÀ GÀU KHOAN CỦA MÁY KHOAN ĐÁ KIỂU GÀU XOAY ĐƯỜNG KÍNH LỚN, PHỤC VỤ THI CÔNG CỌC KHOAN NHỒI

APPLICATION OF SOLIDWORK SOFTWARE TO CALCULATE, DESIGN  
OF DRILL BUCKET AND DRILL BOOM OF ROCK DRILL MACHINE  
TO CONSTRUCT DRILLED PILE

ThS. Nguyễn Ngọc Trung, ThS. Nguyễn Thùy Chi  
Trường Đại học Giao thông Vận tải

## TÓM TẮT

*Báo cáo giới thiệu một nội dung trong kết quả của đề tài nghiên cứu khoa học B2014-04-11: "Nghiên cứu tính toán, thiết kế bộ công tác máy khoan đá kiểu gầu xoay đường kính lớn phục vụ thi công cọc khoan nhồi", nhằm xây dựng cơ sở khoa học cho việc chế tạo trong nước bộ công tác của loại thiết bị này.*

**Từ khóa:** Gầu khoan, cần khoan, máy khoan đá.

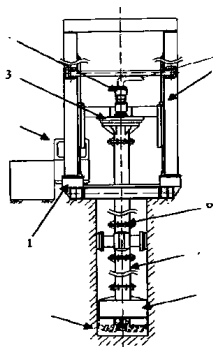
## ABSTRACT

*This article introduces some results of research projects with code B2014-04-11: "Research calculation, design the rock drilling machine with large diameter bucket to construct the drilled piles" to build the scientific bases for locally manufacturing the bucket and drill boom of this machine.*

**Keywords:** Drill bucket, drill boom, rock drilling machine.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Máy khoan đá kiểu gấu xoay có đường kính lớn, vận hành theo nguyên lý tuần hoàn ngược đang được sử dụng rộng rãi trong việc thi công nền móng các công trình xây dựng. Để thay thế các thiết bị nhập ngoại, một số đơn vị thi công trong nước đã và đang chế tạo bộ công tác của máy theo hình thức "chép mẫu" mà chưa có các công trình nghiên cứu cơ bản, tạo cơ sở cho việc chế tạo trong nước các thiết bị này phù hợp với điều kiện công nghệ hiện nay của Việt Nam. Việc nghiên cứu kết cấu thép bộ công tác của máy khoan đá kiểu gấu xoay có đường kính lớn, bao gồm: Gấu khoan và cần khoan để làm cơ sở cho việc thiết kế và chế tạo loại máy này trong nước là cần thiết. Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi chỉ trình bày các kết quả nghiên cứu tính toán, thiết kế gấu khoan và cần khoan bằng phương pháp phần tử hữu hạn với sự trợ giúp của phần mềm Solidworks.



Hình 1. Máy khoan đá kiểu gấu xoay:

- 1) Khung sàn máy; 2) Cabin; 3) Mâm xoay;
- 4) Động cơ thủy lực; 5) Khung tĩnh;
- 6) Đầu lắp cần khoan; 7) Cần khoan;
- 8) Gấu; 9) Lưỡi cắt đất đá

## 2. NỘI DUNG

### 2.1. Khái niệm máy khoan đá kiểu gấu xoay đường kính lớn

Máy khoan tuần hoàn ngược (RCD) là một thiết bị khoan lỗ đường kính lớn trong thi công nền móng các công trình như: Cầu, cảng, nhà cao tầng, ga tàu điện ngầm v.v... Máy làm việc theo nguyên lý khoan đất theo chiều thẳng đứng bằng các khớp có mũi khoan quay được lắp trên thân máy truyền động bằng hệ thống thủy lực. Thiết bị khoan này, đem lại hiệu quả cao như: Tốc độ khoan nhanh, không gây tiếng ồn, độ rung nhỏ và không bị ảnh hưởng bởi địa chất công trình, có thể khoan theo chiều thẳng đứng với lỗ khoan sâu hơn 100 mét. Có nhiều loại máy khoan đá khác nhau như máy khoan đá kiểu QJ250, máy khoan đá kiểu RCD, máy khoan đá kiểu KP350.

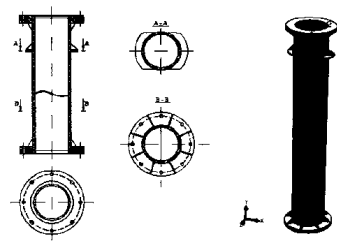
Nguyên lý hoạt động của máy khoan đá kiểu gấu xoay đường kính lớn (Hình 1 thể hiện cấu tạo tổng thể của thiết bị):

Máy khoan được kẹp chặt với ống vách hoặc sàn đạo trong quá trình làm việc. Mâm khoan (3) có tác dụng tạo ra chuyển động quay cho cần khoan (7) và gấu khoan (8), còn xi lanh ép cùng với hệ khung động, sẽ tạo ra lực ép gấu khoan đi xuống trong quá trình khoan. Để có thể nối dài cần khoan, sau khi xi lanh ép đi hết hành trình, người ta tháo liên kết bu lông giữa mâm khoan và cần khoan, sau đó cho mâm khoan đi lên và lắp một đoạn cần mới vào vị trí giữa mâm khoan và đoạn cần vừa được ép xuống.

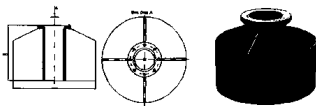
### 2.2. Mô hình hình học của gấu khoan và cần khoan

- Cần khoan được cấu tạo từ ống thép hình trụ và có mặt bích được hàn ở hai đầu. Ống hình trụ có tác dụng để bơm dung dịch bentonite vào trong lòng ống. Hai mặt bích ở hai đầu ống dùng để liên kết với mâm xoay, liên kết với gấu và liên kết với các chốt cần khác (hình 2).

- Kết cấu gầu khoan dạng hình ống trụ, bên trên gầu có mặt bích để liên kết với cần khoan, phía đáy gầu bố trí nhiều răng khoan sao cho sau mỗi một vòng quay của gầu khoan thì toàn bộ răng khoan sẽ quét hết đáy hố khoan, đồng thời tùy vị trí lắp ráp của răng khoan trên gầu khoan khác nhau, thì góc nghiêng của chân đế răng khoan đó cũng khác nhau. Tùy theo đường kính gầu khoan mà người ta bố trí số lượng răng khoan và kích thước của răng khoan cho phù hợp. Liên kết giữa ống trụ của gầu và thành vỏ gầu là 4 tấm liên kết được khoét lỗ (hình 3).



Hình 2. Cấu tạo và mô hình 3D của một đoạn cần khoan



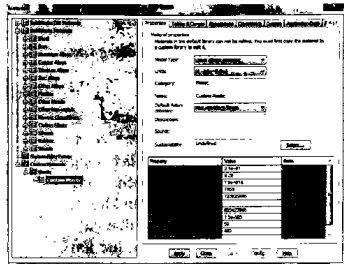
Hình 3. Mô hình mô phỏng 3D kết cấu gầu khoan

### 3. PHÂN TÍCH PHẦN TỬ HỮU HẠN GẦU KHOAN VÀ CẦN KHOAN

#### 3.1. Đặc điểm vật liệu

Vật liệu mà nhóm tác giả chọn cho gầu khoan là thép CT3, còn cần khoan là thép nhiệt luyện hóa tốt có số hiệu là 40X thường hóa

có các đặc tính như sau: Mô đun đàn hồi:  $E = 2,1.10^{11}$  (N/m<sup>2</sup>); Hệ số Poisson:  $P = 0,29$ ; Khối lượng riêng:  $\gamma = 7850$  (kg/m<sup>3</sup>).



Hình 4. Bảng thống số vật liệu chọn cho gầu khoan và cần khoan

#### 3.2. Các tổ hợp tải trọng

##### 3.2.1. Các tổ hợp tải trọng tác dụng vào gầu khoan (chi tiết 8 - hình 1)

Trong quá trình làm việc, gầu khoan chịu lực ép của xi lanh thủy lực, trọng lượng của mâm xoay, trọng lượng của cần khoan, trọng lượng bản thân của gầu khoan. Ngoài ra, gầu khoan còn chịu mômen xoắn từ mâm xoay truyền xuống.

- Trọng lượng bản thân phân bố của gầu khoan, chiều từ trên xuống dưới ( $q_g = 21442$  N/m).

- Lực ép của xi lanh tác dụng tại mặt bích của cổ gầu khoan, chiều từ trên xuống dưới:  $P_{\text{ext}} = 400000$  (N).

- Trọng lượng của mâm xoay tác dụng tại mặt bích của cổ gầu khoan từ trên xuống:  $G_{\text{mx}} = 30000$  (N).

- Tổng trọng lượng cần khoan tác dụng tại mặt bích của cổ gầu khoan từ trên xuống:  $G_{\text{ck}} = 195319$  (N).

Mômen xoắn truyền xuống gầu khoan, tác dụng tại viền mặt bích và xoay quanh trục của gầu khoan:  
 $M_x = 250000 \text{ (N.m)}$ .

### 3.2.2. Các tổ hợp tải trọng tác dụng vào cần khoan (chi tiết 7 - hình 1)

Trường hợp máy khoan ở độ sâu lớn nhất, gầu bị kẹt do thực hiện ép bộ công tác với lực ép cực đại là trường hợp nguy hiểm nhất, cho nên trong quá trình tính toán thiết kế cần khoan, nhóm tác giả tính cho trạng thái chịu lực này, đoạn cần khoan chịu lực lớn nhất là đoạn cần khoan ở dưới cùng liên kết với gầu khoan.

- Lực ép lớn nhất của hai xilanh lên cần khoan thông qua mâm xoay, theo phương thẳng đứng và chiều từ trên xuống dưới là:  
 $P_{\text{ext}} = 40 \text{ (Tấn)} = 400000 \text{ (N)}$ .

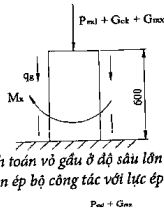
- Mômen quay gầu lớn nhất:  
 $M_x = 25 \text{ (T.m)} = 25.10^4 \text{ (N.m)}$ .

- Trọng lượng của mâm xoay đặt tại đầu trên của cần khoan, theo phương thẳng đứng, chiều từ trên xuống dưới có giá trị là  $G_{\text{máx}} = 3 \text{ (Tấn)} = 30000 \text{ (N)}$ .

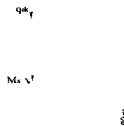
- Tổng trọng lượng của các đoạn cần khoan tác dụng tại mặt bích của đoạn cần khoan dưới cùng:  
 $G_{\text{ck}} = 195319 \text{ (N)}$ .

### 3.3. Sơ đồ hóa tính toán vỏ gầu và ống cần khoan

Theo những phân tích ở trên, nhóm tác giả đưa ra sơ đồ tính toán gầu khoan và cần khoan như sau:



Hình 5. Sơ đồ tính toán vỏ gầu ở độ sâu lớn nhất gầu bị kẹt do thực hiện ép bộ công tác với lực ép lớn nhất



Hình 6. Sơ đồ tính toán cần khoan khi khoan ở độ sâu lớn nhất và gầu bị kẹt do ép bộ công tác với lực ép lớn nhất

### 3.4. Phân tích phần tử hữu hạn

Để xác định nội lực bên trong gầu khoan và cần khoan trong các quá trình làm việc, nhóm tác giả sử dụng chương trình phân tích phần tử hữu hạn Solidworks. Quá trình phân tích cụ thể như sau:

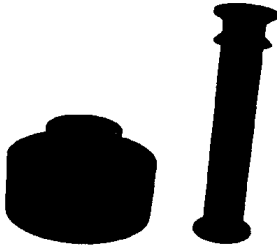
#### 3.4.1. Sự tạo lưới gầu khoan và cần khoan

a) Tạo lưới gầu khoan: Sau khi tiến hành tạo lưới các thông số tạo lưới của gầu khoan:

- Kích thước phần tử: 36,5 mm.
- Tổng số nút: 68423.
- Tổng số phần tử: 35447.

b) Tạo lưới đoạn cần khoan: Sau khi tiến hành tạo lưới các thông số của đoạn cần khoan:

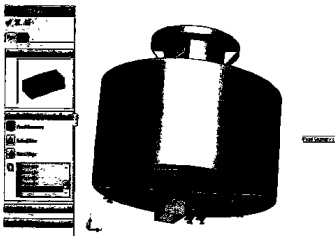
- Kích thước phần tử: 31,2 mm.
- Tổng số nút: 65024.
- Tổng số phần tử: 33193.



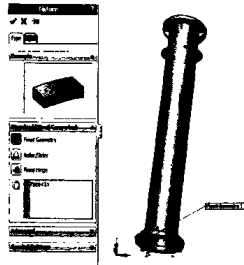
Hình 7. Mô hình gầu khoan và đoạn cần khoan sau khi được tạo lưới

### 3.4.2. Điều kiện biên

Trong điều kiện làm việc bất lợi nhất như đã phân tích ở trên là khi gầu bị kẹt cứng, lúc đó chúng tôi coi tại vị trí liên kết giữa các răng và gầu là liên kết ngàm, tác giả đặt điều kiện biên của gầu khoan. Còn với cần khoan vị trí mặt bích liên kết với gầu khoan, chúng tôi coi là liên kết ngàm như hình dưới đây.



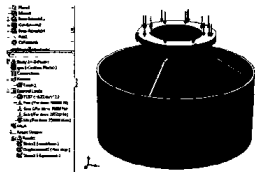
Hình 8. Đặt điều kiện biên cho mô hình gầu khoan



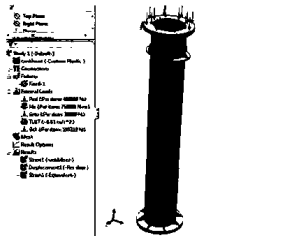
Hình 9. Đặt điều kiện biên cho mô hình đoạn cần khoan

### 3.4.3. Đặt lực cho các chi tiết

Với những phân tích trong mục 3.2, nhóm tác giả tiến hành đặt các giá trị lực tác dụng vào gầu khoan và cần khoan, các thông số cụ thể về độ lớn, phương và chiều của các lực được thể hiện trên hình 10 và hình 11.

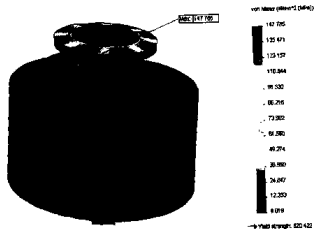


Hình 10. Đặt điều kiện biên cho mô hình gầu khoan

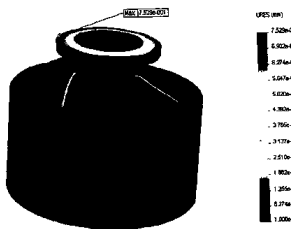


Hình 11. Đặt điều kiện biên cho mô hình đoạn cần khoan

3.5. Các kết quả thu được sau khi phân tích phần tử hữu hạn



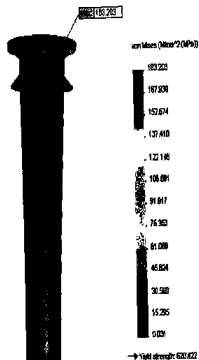
Hình 12. Ứng suất phân bố trên gầu khoan



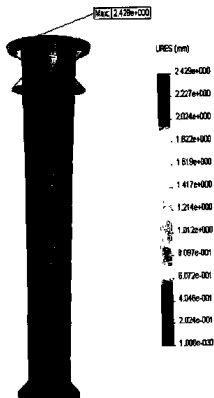
Hình 13. Chuyển vị của gầu khoan

Nhận xét:

Trong trường hợp làm việc khi máy khoan gặp tầng địa chất đá cứng, gầu bị kẹt trong hố, xét tại thời điểm bắt đầu dùng hai xilanh thủy lực để ép gầu xuống, thì ứng suất lớn nhất xuất hiện trên gầu khoan tại vị trí bám liên kết giữa cổ gầu và gầu với giá trị  $\sigma_{max} = 147,8 \text{ (N/mm}^2\text{)} < [\sigma] = 380 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ . Chuyển vị lớn nhất trên mặt bám liên kết gầu khoan với cần khoan, giá trị chuyển vị tại đây là 0,75 (mm). Vậy, gầu khoan với kết cấu trên làm bằng vật liệu thép CT3 hoàn toàn đảm bảo điều kiện làm việc.



Hình 14. Ứng suất tổng hợp phân bố trên đoạn cần khoan dưới cùng



Hình 15. Chuyển vị của đoạn cần khoan dưới cùng

*Nhận xét:*

Trong trường hợp làm việc này thì ứng suất lớn nhất xuất hiện trên cần khoan dưới cùng tại vị trí gân tăng cường với giá trị  $\sigma_{\max} = 183,2 \text{ (N/mm}^2\text{)} < [\sigma] = 780 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ . Chuyển vị lớn nhất trên mặt bích của cần khoan, giá trị chuyển vị tại đây là 2,4 (mm). Vậy, cần khoan với kết cấu trên làm bằng vật liệu thép 40X hoàn toàn đảm bảo điều kiện làm việc.

**3. KẾT LUẬN**

Phần tính toán, thiết kế cấu khoan và gầu khoan của máy khoan đá kiểu gầu xoay, đường kính lớn mà nhóm tác giả đã tiến hành đạt được một số kết quả sau đây:

- Đã phân tích được dạng kết cấu gầu khoan và cần khoan, từ đó tiến hành xây dựng mô hình mô phỏng 3D kết cấu bằng phần mềm Solidworks.

- Đã tiến hành xác định các trường hợp làm việc của máy, nhằm xác định các điều kiện cho việc phân tích phần tử hữu hạn gầu khoan và cần khoan. Sau đó, sử dụng phần mềm Solidworks để phân tích kết cấu và đã nhận được các kết quả thể hiện các điểm làm việc bất lợi của gầu khoan và cần khoan, cũng như thấy được kết cấu mô hình đưa ra đảm bảo được khả năng chịu lực và đáp ứng được nhu cầu công việc của máy. Các kết quả nghiên cứu ở trên, có thể sử dụng làm tài liệu có ích cho việc chế tạo máy khoan đá kiểu gầu xoay đường kính lớn tại Việt Nam. ❖

Ngày nhận bài: 15/4/2016

Ngày phản biện: 05/5/2016

**Tài liệu tham khảo:**

[1]. Nguyễn Văn Vịnh và các cộng sự (2016), Báo cáo tổng kết đề tài B2014-04-11: "Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và chế tạo bộ công tác của máy khoan đá kiểu gầu xoay đường kính lớn phục vụ công tác thi công cọc khoan nhồi".  
 [2]. Nguyễn Văn Hợp, Phạm Thị Nghĩa; "Kết cấu thép Máy xây dựng - xép dỡ". NXB. Giao thông Vận tải.  
 [3]. PSG, TS. Nguyễn Việt Hùng, TS. Đào Hồng Bách; "Hướng dẫn sử dụng Solidworks trong thiết kế 3 chiều", NXB. Xây dựng.