

NGHIÊN CỨU THIẾT BỊ CƠ KHÍ TRONG HỆ THỐNG THI CÔNG ĐẶT ống KHÔNG ĐÀO HỖ KÍCH THƯỚC NHỎ

Ngô Văn Quang

Khoa Cơ Khí, Trường Đại học Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam
(Email: 20902099@hcmut.edu.vn - Tel: 0966385348)

Tóm tắt: Đề tài tìm hiểu các phương pháp thi công đường ống ngầm trên thế giới; Đưa ra các tiêu chí lựa chọn và chọn phương pháp thích hợp; Thiết kế thiết bị cho phương pháp thi công đường ống ngầm được chọn. Các kết quả thu được nhằm mục đích hỗ trợ cho bài luận văn cũng như tạo nền tảng cho các nghiên cứu sâu hơn sau này.

Từ khóa: pilot tube microtunnel-PTMT, Auger boring Piloting sequence, Guided Auger Boring.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, ở nước ta, việc thi công đường ống vẫn sử dụng phương pháp đào lắp truyền thống, đơn giản, nhưng gây mất cảnh quang đô thị, ách tắc giao thông, ảnh hưởng đến sinh hoạt của người dân. Trong khi đó, ở các nước phát triển trên thế giới, việc thi công đường ống ngầm đã trở nên phổ biến. Tuy nhiên, việc sử dụng thiết bị nước ngoài chi phí rất cao. Yêu cầu đặt ra là phải tạo ra sản phẩm có giá thành phù hợp nhưng chất lượng, độ chính xác, cũng như tuổi thọ ở mức cho phép.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG ĐƯỜNG ống NGẦM TRÊN THẾ GIỚI

- Máy khoan ngang định hướng – HDD
- Máy khoan ngang cánh xoắn – HAB
- Phương pháp kích đẩy – pipe jacking
- Phương pháp đâm nén ống – piper ramming
- Phương pháp phá vỡ ống – piper bursting
- Microtunneling
- Phương pháp khoan ngang định hướng kích thước nhỏ (pilot tube microtunnel-PTMT)

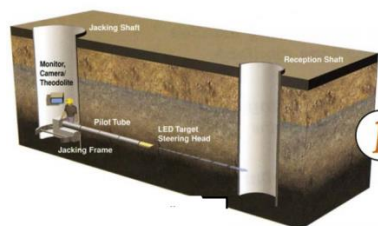
3. QUY TRÌNH THI CÔNG ĐƯỜNG ống NGẦM KÍCH THƯỚC NHỎ BẰNG MÁY KHOAN NGANG CÓ DẪN HƯỚNG (PILOT TUBE MICROTUNNEL – PTM)

3.1. Giai đoạn chuẩn bị

Các giếng (6) và (9) được định vị và thi công trước. Các đoạn ống định hướng, vít tải đất và các thiết bị phải được tập kết gần giếng (6)

3.2. Giai đoạn thi công: Ba bước thi công

+ Bước 1: Lắp đặt đường ống định hướng

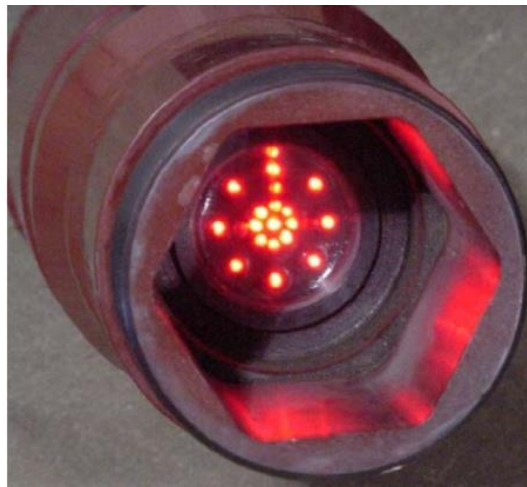


Hình 3.1 : Lắp đặt đường ống định hướng

- Các đoạn ống định hướng được lần lượt đưa xuống giếng, lắp đặt vào máy rồi được kích đẩy vào đất bắt đầu quá trình thi công. Các đoạn ống được đưa xuống lần lượt, nối với nhau và được kích đẩy đi để tạo thành đường ống định hướng cho quá trình khoan đẩy và lắp đặt ống sau này. Các đoạn ống được lắp đặt một cách chính xác là nhờ một đầu khoan có gắn đèn led để phát tín hiệu về cho máy kinh vĩ, cho biết sự sai lệch về vị trí của đầu khoan và hiển thị lên màn hình. Từ đó, công nhân sẽ điều chỉnh chiều quay và hướng của đầu khoan, giúp đường ống đi đúng hướng yêu cầu. Bước 1 sẽ kết thúc khi đầu khoan đến giếng nhận, đường ống định hướng được tạo thành. Lúc này, hệ thống đầu khoan, máy kinh vĩ và màn hình hiển thị có thể được loại bỏ.

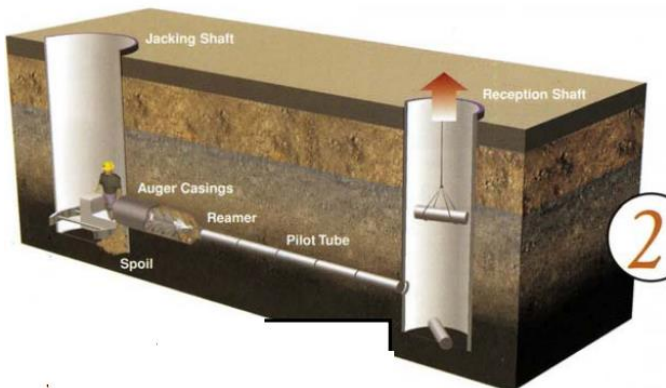


Hình 3.2: Máy kinh và màn hình hiển thị



Hình 3.3: Đèn LED phát tín hiệu

+ Bước 2: Lắp đặt vỏ khoan lấy đất, tạo lỗ đặt ống ngầm.



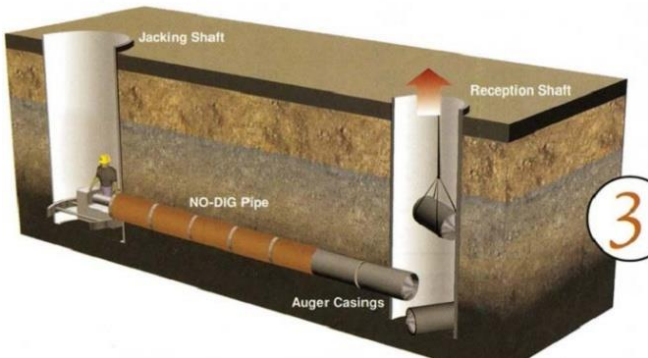
Hình 3.4: Lắp đặt vỏ khoan lấy đất

- Đầu khoan đất được lắp nối với đường ống dẫn hướng, các đoạn vít tải được đưa xuống lần lượt, đầu khoan và các đoạn vít tải được kích đẩy đi thực hiện quá trình khoan đất. Khi vít tải được đẩy vào trong để lấy đất thì đồng thời các đoạn ống dẫn hướng trước đó được đẩy ra ở giếng nhận và được đưa lên nơi tập kết. Tùy theo thiết kế của vít tải mà đất sẽ được đưa ra ở giếng máy hoặc giếng nhận.



Hình 3.5: Đầu khoan nối với ống dẫn hướng và đoạn vít tải

+ Bước 3: Lắp đặt đường ống ngầm.



Hình 3.6: Lắp đặt đường ống ngầm

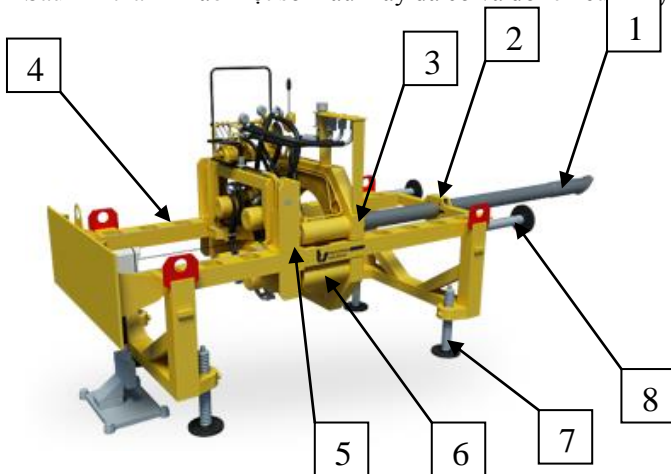
Các đoạn ống ngầm được đưa xuống lần lượt, nối với vít tải và được kích đẩy đi, các đoạn ống được nối với nhau tạo thành một đường ống ngầm phục vụ cho mục đích cụ thể. Các đoạn vít tải đất được đẩy ra và đưa lên bãi tập kết. Các đoạn ống ngầm phải được kiểm tra cẩn thận, những ống bị lỗi sẽ bị loại bỏ.

+ Giai đoạn kết thúc: Khi đoạn ống ngầm đầu tiên được lắp đặt xong, tiếp tục giếng nhận bây giờ đóng vai trò là giếng máy. Quá trình thi công được thực hiện tương tự như trên với đoạn ống tiếp theo.

4. THIẾT KẾ THIẾT BỊ

4.1. Mô hình kết cấu toàn máy

Sau khi tham khảo một số mẫu máy đã có và đối chiếu với yêu cầu đề tài, ta chọn mô hình kết cấu máy để tính toán sau:

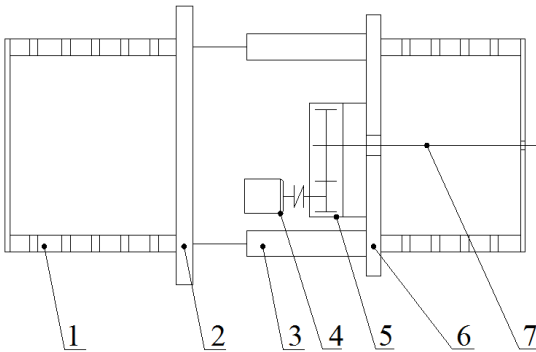


Hình 4.1: Kết cấu toàn máy

1. Mũi khoan dẫn hướng; 2. Khung dẫn hướng;

3. Khung đẩy; 4. Khung máy; 5. Bệ tỳ sau;
6. Xylanh đẩy; 7. Vít nâng; 8. Vít tỳ.

Sơ đồ nguyên lý hoạt động:



Hình 4.2: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của máy

1. Khung đỡ máy; 2. Bệ tỳ; 3. Xylanh đẩy;
4. Động cơ thủy lực; Bộ truyền; 6. Khung trượt;
7. Ống dẫn hướng

- Cấu tạo cụm cơ cấu công tác

1. Khung đỡ máy: đỡ toàn bộ cụm công tác ở trên, đồng thời là ray trượt và định hướng trong quá trình hoạt động.
2. Bệ tỳ: trên bệ tỳ có gắn xylanh chốt, làm điểm tựa để xylanh đẩy khung đẩy tiến lên.
3. Xylanh đẩy: đẩy khung đẩy đi thực hiện quá trình thi công.
4. Động cơ thủy lực: tạo chuyển động quay cho cơ cấu khoan.
5. Bộ truyền: truyền chuyển động quay từ động cơ đến đầu khoan.
6. Khung trượt: là nơi gá đặt đường ống dẫn hướng, động cơ và bộ truyền, sẽ được đẩy đi trong quá trình thi công.
7. Ống dẫn hướng: khoan đất và định hướng.

- Nguyên lý hoạt động:

+ Khi bắt đầu làm việc: Xylanh chốt được gắn trên bệ tỳ hoạt động, cố định bệ tỳ vào khung máy. Cặp xylanh 3 hoạt động đẩy khung trượt tiến lên, đồng thời lúc này động cơ 4 hoạt động qua bộ truyền 5 dẫn động cho đầu mũi khoan vào đất, bắt đầu quá trình thi công.

+ Đầu mũi khoan được điều khiển nhờ hệ thống định vị, để mũi khoan luôn đi đúng tâm.

+ Kết thúc một hành trình đẩy của xylanh 3, xylanh chốt được rút về giải phóng bệ tỳ khỏi khung máy. Lúc này, xylanh 3 hoạt động, do khối lượng của khung trượt lớn hơn rất nhiều so với bệ tỳ nên khi hoạt động xylanh 3 sẽ kéo bệ tỳ đi lên một khoảng bằng đúng hành trình của nó. Xylanh chốt hoạt động và bắt đầu lại chu kỳ như trên, đến khi đẩy hết đoạn ống định hướng vào đất. Với hành trình làm việc tương tự kéo bệ tỳ và khung đỡ về vị trí ban đầu, nối đoạn ống tiếp theo để bắt đầu một hành trình làm việc mới.





5. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CỤM CƠ CẤU KHOAN

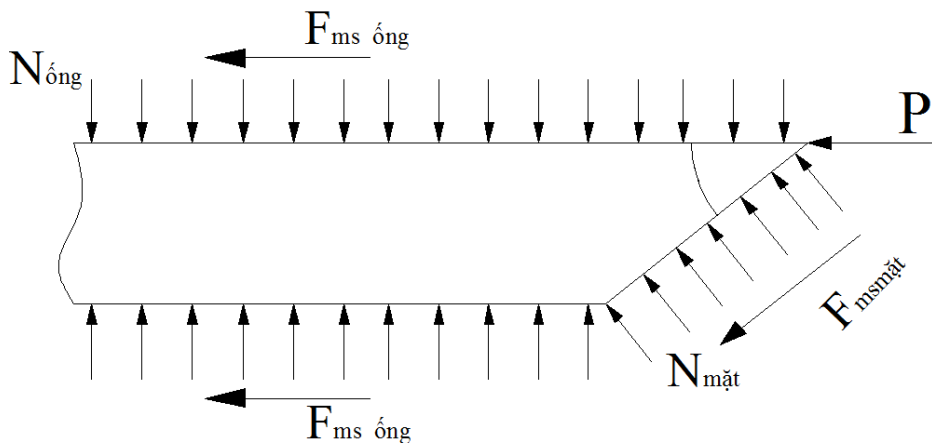
5.1 Chọn dạng đầu mũi khoan và đường kính ống dẫn hướng

+ Chọn dạng đầu mũi khoan: Đầu khoan được vát một góc thường là 30° hoặc 45° để điều khiển hướng di chuyển của đầu khoan.

Tùy theo yêu cầu của quá trình thi công và đặc điểm địa chất ở vị trí thi công mà chúng ta lựa chọn đầu khoan cho phù hợp.

- Một số dạng đầu khoan thường dùng

Stt	Đặc điểm	Điều kiện làm việc
1	Đầu khoan được vát một góc 30^0 , đường kính đầu khoan lớn hơn đường kính ống dẫn hướng. 	Sử dụng trong điều kiện đất mềm và ổn định.
2	Đầu khoan được vát góc 30^0 , đường kính đầu khoan nhỏ hơn đường kính ống dẫn hướng. 	Sử dụng trong điều kiện đất rất mềm và bất ổn định.
3	Đầu khoan được vát một góc 45^0 , đường kính đầu khoan lớn hơn đường kính ống dẫn hướng. 	Sử dụng trong điều kiện đất có độ cứng trung bình, ổn định.
4	Đầu khoan được vát hai mặt với góc độ khác nhau, một mặt vát 30^0 , một mặt vát 45^0 , đường kính đầu khoan lớn hơn đường kính ống dẫn hướng. 	Sử dụng cho nền đất rất cứng, độ chặt cao, ổn định.



Hình 5.1: Biểu đồ phân tích lực tác dụng lên mũi khoan và thành ống

Trong đó:

$F_{ms\ ống}$: Lực ma sát trên thành ống và đất

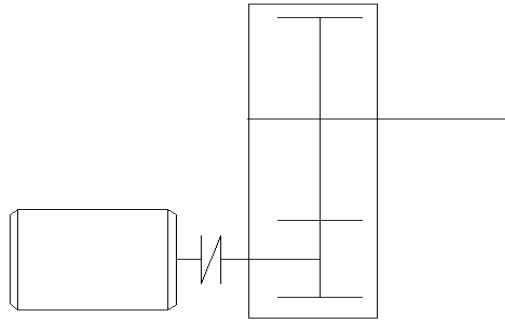
$F_{ms\ mặt}$: Lực ma sát trên mặt vát

P: Lực cản cắt tại đầu mũi khoan

$N_{mặt}$: Áp lực đất tác dụng lên mặt vát

$N_{ống}$: Áp lực đất tác dụng lên thành ống dẫn hướng

5.2. Bộ truyền động quay cho đầu khoan

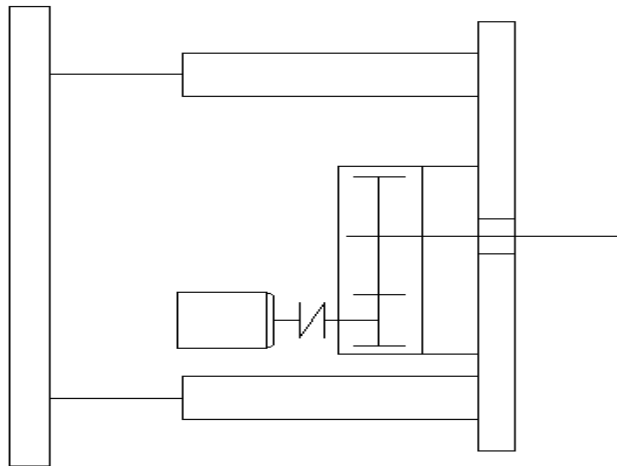


Hình 5.2: Sơ đồ nguyên lý bộ truyền bánh răng

▪ Các thông số của bộ truyền là:

- Khoảng cách trục	$a_{\omega 1} = 315 \text{ mm}$
- Modum	$m_1 = 5 \text{ mm}$
- Chiều rộng vành răng	$b_{\omega 1} = 51 \text{ mm } b_{\omega 2} = 49 \text{ mm}$
- Tỷ số truyền:	$u_1 = 2,7$
- Số răng	$z_1 = 34, z_2 = 92$
- Đường kính vòng chia	$d_1 = mz_1 = 170 \text{ (mm)}$ $d_2 = mz_2 = 460 \text{ (mm)}$
- Đường kính vòng đỉnh răng	$d_{a1} = d_1 + 2m_1 = 180 \text{ (mm)}$ $d_{a2} = d_2 + 2m_1 = 470 \text{ (mm)}$
- Đường kính vòng lăn	$d_{\omega 1} = 170 \text{ (mm)}$ $d_{\omega 2} = d_{\omega 1} \cdot u = 470 \text{ (mm)}$
- Đường kính vòng đáy răng	$d_{f1} = d_1 - 2,5 \cdot m_1 = 157,5 \text{ (mm)}$ $d_{f2} = d_2 - 2,5 \cdot m_1 = 457,5 \text{ (mm)}$

6. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CỤM KÍCH ĐẨY



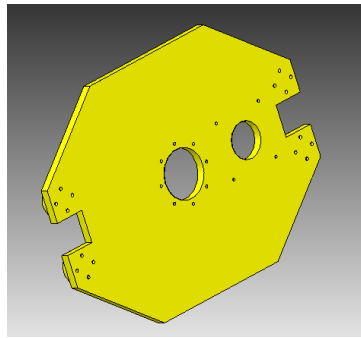
Hình 6.1: Sơ đồ nguyên lý cụm kích đẩy

Ta tính toán lực cắt đứt $F = 75,7 \text{ kN}$, lực đẩy cần thiết của bốn xy lanh phải thắng được lực cản cắt đứt.

Theo tiêu chuẩn ISO 6020/1, ta chọn được xy lanh có mã hiệu **D-250-MF4-40/30-141-D-1-C-H-U-M-A** có thông số kỹ thuật sau: áp suất làm việc tối đa 250bar, đường kính ngoài 40mm, đường kính cần 30mm, hành trình 141mm, kiểu lắp mặt bích tròn ở đế, đầu kiểu ren đuôi kiểu hàn, ren tiêu chuẩn, cần được mạ crom.

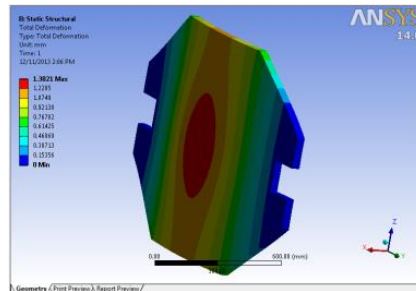
7. THIẾT KẾ, KIỂM NGHIỆM MỘT SỐ CHI TIẾT KHÁC

7.1. Cụm kích đẩy

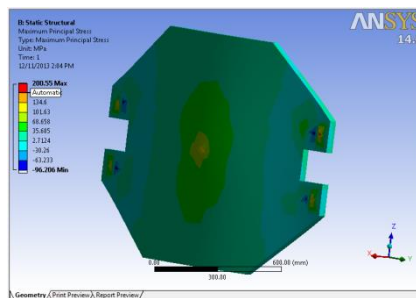


Hình 7.1: Mô hình 3D tấm dầy

- Kiểm nghiệm bền tấm dầy bằng phần mềm ANSYS

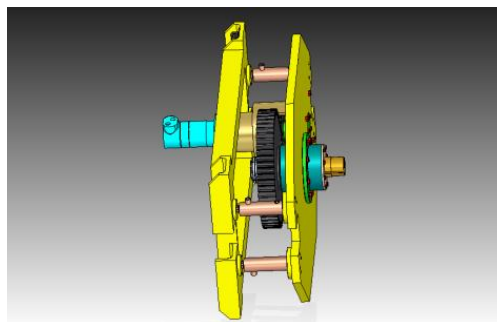


Hình 7.2: Chuyển vị của tấm dầy tính bằng phần mềm ANSYS



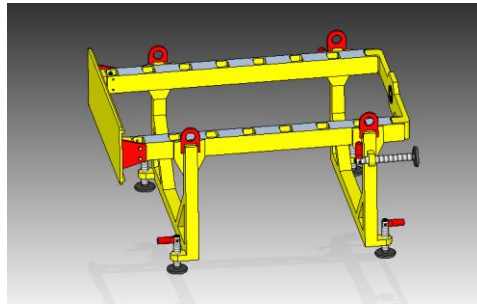
Hình 7.3: Ứng suất lớn nhất của tấm dầy tính bằng ANSYS

Bằng phần mềm ANSYS, ta tính được chuyển vị lớn nhất của tấm dầy khi chịu lực đẩy 75,4kN là 1,38mm. Ứng suất lớn nhất gây ra cho tấm dầy 200,55 MPa nhỏ hơn ứng suất cho phép của vật liệu chế tạo tấm dầy. =>> Tấm dầy thiết kế đảm bảo đủ bền, đảm bảo yêu cầu bài toán.



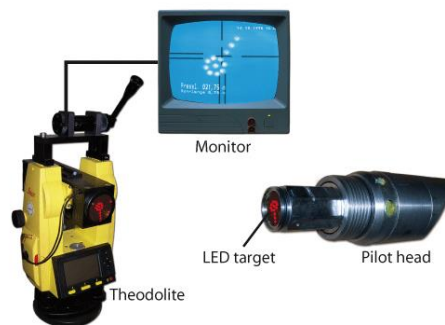
Hình 7.4: Mô hình 3D cụm kích dầy và cụm khoan

7.2. Cụm khung đỡ máy



Hình 7.5: Mô hình kết cấu khung đỡ máy

8. HỆ THỐNG ĐỊNH HƯỚNG



Hình 8.1: Các bộ phận chính của hệ thống định hướng

LỜI CẢM ƠN

Đề tài được tài trợ thực hiện bởi Kinh phí Đề tài NCKH cấp SV năm 2013-2014

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Hữu Đồng, Hoa Văn Ngũ, Lưu Bá Thuận. *Máy làm đất*. Nhà xuất bản Xây dựng. Hà Nội – 2004.
- [2]. Trần Thị Hồng, Nguyễn Hồng Ngân. *Kỹ thuật rung trong máy xây dựng*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh – 2005 .
- [3]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển. *Tính toán thiết kế hệ thống dẫn động cơ khí* - tập 1. Nhà xuất bản Giáo dục.
- [4]. Nguyễn Hữu Lộc. *Cơ sở thiết kế máy*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia. TP. Hồ Chí Minh – 2010 .
- [5]. Vũ Thanh Bình, Nguyễn Đăng Diệm. *Truyền động máy xây dựng và xếp dỡ*. Nhà xuất bản Giao thông Vận tải. Hà Nội – 1999.
- [6]. Đỗ Kiến Quốc, Nguyễn Thị Hiền Lương, Bùi Công Thành, Lê Hoàng Tuấn, Trần Tuấn Quốc. *Sức Bền Vật Liệu*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia. TP. Hồ Chí Minh – 2009.
- [7]. Huỳnh Văn Hoàng, Trần Thị Hồng, Lê Hồng Sơn. *Kết cấu thép thiết bị nâng*. Nhà xuất bản Đại học quốc gia. TP. Hồ Chí Minh – 2005.
- [8]. Michael J.Pinches, John G.Ashby. *Power hydraulics*.
- [9]. Jason S. Lueke, Chair Samuel T. Ariaratnam Allan Chasey. *Pilot Tube Microtunneling: Profile of an Emerging Industry by Vamseedhar Gottipati* . ARIZONA STATE UNIVERSITY December 2011.

HƯỚNG DẪN ĐỊNH DẠNG BÀI BÁO

1. Font chữ: Time New Roman
2. Cỡ chữ: - Tiêu đề bài báo: 12 – Tên tác giả: 11 – Các phần còn lại: 10
3. Page setup
 - + Top: 2 cm + Bottom: 2cm
 - + Left: 2cm + Right: 2 cm
4. Paper: A4
5. Lay out:
 - + Header : 1.27 cm
 - + Footer: 1.27 cm
6. Paragraph:
 - + Spacing
 - Before: 0
 - After: 0
 - Line spacing: Multiple
 - At: 1.15