

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

---

**HỒ HỮU ĐỨC**

**THỰC NGHIỆM KHAI THÁC HIỆU ỨNG GIẢM MA SÁT**  
**KHI RUNG ĐỘNG TRONG MÁY ĐÀO NGẦM NGANG**

**LUẬN VĂN THẠC SỸ: KỸ THUẬT CƠ KHÍ**

**Chuyên ngành : KỸ THUẬT CƠ KHÍ**

**Mã số : 60520103**

**Thái Nguyên – 2016**

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Hồ Hữu Đức

Học viên: Lớp Cao học chuyên ngành kỹ thuật cơ khí K16

Đơn vị công tác: Trường Cao đẳng nghề KTCN Việt Nam – Hàn Quốc

Tên đề tài: **“Thực nghiệm khai thác hiệu ứng giảm ma sát khi rung động trong máy đào ngầm ngang”** .

Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ khí

Tôi xin cam đoan các kết quả trình bày trong luận văn này là của bản thân thực hiện, chưa được sử dụng cho bất kỳ một khóa luận tốt nghiệp nào khác. Theo hiểu biết cá nhân, chưa có tài liệu khoa học nào tương tự được công bố, trừ những thông tin tham khảo được trích dẫn.

*Thái nguyên, Tháng 10 năm 2016*

Tác giả

**Hồ Hữu Đức**

## LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian thực hiện đề tài, tôi đã nhận được rất nhiều sự giúp đỡ từ phía nhà trường, các thầy cô giáo trong Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp – Đại học Thái Nguyên.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu, phòng Đào tạo, các thầy cô giáo tham gia giảng dạy đã tạo điều kiện cho tác giả hoàn thành chương trình học và hoàn thiện luận văn này.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến giáo viên hướng dẫn khoa học của tôi, thầy giáo **PGS.TS. Nguyễn Văn Dữ**, người đã định hướng, truyền đạt kiến thức, tận tình chỉ bảo, động viên và giúp đỡ tôi trong suốt thời gian làm luận văn này. Xin chân thành cảm ơn thầy giáo Ths. Chu Ngọc Hùng đã giúp đỡ tôi rất nhiều trong quá trình làm luận văn.

Tôi xin cảm ơn Ban giám hiệu, các thầy giáo trong khoa Cơ khí Trường Cao đẳng nghề KTCN Việt Nam – Hàn Quốc đã tạo điều kiện để tôi được tham gia và hoàn thành khóa học này.

Lòng biết ơn chân thành tôi xin bày tỏ với vợ và gia đình tôi, vì tất cả những gì mà mọi người đã dành cho tôi. Mọi người đã chăm sóc, động viên tôi trong suốt thời gian tôi sống, học tập và làm luận văn.

Cuối cùng, tôi xin cảm ơn các bạn bè, đồng nghiệp lớp CHK16 đã hỗ trợ và giúp đỡ trong thời gian học tập của tôi.

*Tôi xin chân thành cảm ơn!*

## TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, một cơ cấu rung - va đập mới theo phương ngang có thể tùy biến kích cỡ đã được thiết kế chế tạo thành công. Mô hình thí nghiệm dùng cơ cấu này cho phép đánh giá ảnh hưởng của rung động theo 3 phương đến hiệu ứng giảm ma sát. Một mô hình máy đào ngầm ngang mới, có khả năng tự di chuyển theo phương ngang mà không cần thiết bị hay lực tác động bên ngoài sử dụng cơ cấu rung va đập này đã cho phép điều chỉnh được các thông số như: khối lượng rung động, tần số lực cưỡng bức và cường độ rung động của cơ hệ, thu thập và phân tích ý nghĩa dữ liệu thí nghiệm một cách đầy đủ. Đã kiểm chứng và hiệu chỉnh đảm bảo khả năng làm việc ổn định nhằm thu được những giá trị các thông số ảnh hưởng tới tốc độ dịch chuyển của cơ cấu và khả năng thắng lực cản lớn. Một phạm vi ứng dụng rất hữu ích của cơ cấu đã được phát hiện thêm là trong các thiết bị tự di chuyển nhờ rung động (vibration-driven locomotion systems), không cần sử dụng thiết bị ngoài như bánh xe hay các cơ cấu chấp hành khác. Ngoài khả năng sử dụng trong máy đào ngầm ngang, hướng khai thác này có thể áp dụng trong các thiết bị thăm dò công nghiệp (khảo sát đường ống ngầm, cứu hộ) hoặc trong y tế (viên nội soi tự di chuyển – capsuled robots). Kết quả đã được gửi công bố và được chấp nhận cho chỉnh sửa để được xuất bản tại tạp chí “Journal of Vibration and Control” thuộc danh mục ISI (IF=1.64) với tên bài báo là “Effects of mass and excitation frequency in electro \_Vibroimpact systems an experimental study”.

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN .....	iii
MỤC LỤC .....	v
DANH MỤC HÌNH VẼ .....	viii
DANH MỤC BẢNG BIỂU .....	xi
Chương 1 .....	1
GIỚI THIỆU .....	1
1.1. Tổng quan.....	1
1.2. Mục tiêu nghiên cứu.....	5
1.3. Nội dung nghiên cứu .....	5
1.4. Phương pháp nghiên cứu.....	6
1.5. Cấu trúc luận văn .....	6
Chương 2.....	8
THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO CÁC MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM .....	8
2.1. Giới thiệu.....	8
2.2. Các cơ cấu rung - va đập thông dụng.....	8
2.2.1. Cơ cấu rung va đập dùng bánh lệch tâm.....	8
2.2.2 Cơ cấu rung động theo phương ngang sử dụng cơ cấu cam ....	10
2.2.3 Cơ cấu rung động va đập theo phương ngang sử dụng bộ tạo rung shaker .....	11
2.2.4. Cơ cấu khai thác va đập của lõi sắt trong mạch RLC .....	12

2.2.5. Cơ cấu khai thác và đập của cuộn dây trong mạch RLC .....	14
2.3. Cơ cấu rung - va đập mới theo phương ngang.....	15
2.3.1 Nguyên lý làm việc của shaker MS20 .....	16
2.3.2 Thiết kế và chế tạo hệ thống thí nghiệm .....	19
2.4 Kết luận chương .....	30
Chương 3 .....	32
<b>ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA RUNG ĐỘNG ĐẾN MA SÁT TRƯỢT</b>	
3.1. Giới thiệu.....	32
3.2. Mô tả thí nghiệm .....	32
3.3. Ảnh hưởng của vận tốc đến ma sát khi không rung động. ....	34
3.4. Ảnh hưởng khi rung dọc đến ma sát .....	36
3.5. Ảnh hưởng khi rung đứng đến ma sát.....	39
3.6. Ảnh hưởng khi rung ngang đến ma sát .....	41
3.8. Kết luận .....	43
Chương 4 .....	45
<b>KHAI THÁC RUNG ĐỘNG – VA ĐẬP CHO MÁY ĐÀO NGẦM NGANG</b>	
.....	45
4.1 Giới thiệu.....	45
4.2. Lắp đặt và vận hành thí nghiệm.....	46
4.3. Khảo sát hoạt động của cơ cấu.....	48
4.4. Ảnh hưởng của tần số lực cưỡng bức .....	51
4.4.1. Ảnh hưởng của tần số ở mức 1.71 A .....	52

4.5. Ảnh hưởng của khối lượng rung động.....	55
4.6. Lựa chọn thông số vận hành .....	62
4.6.1. Chỉ tiêu tốc độ dịch chuyển.....	62
4.6.2. Chỉ tiêu hiệu quả va đập.....	70
4.7. Kết luận .....	77
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	78
5.1 Kết luận .....	78
5.2. Kiến nghị .....	79
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	80

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Nguyên lý đào ngầm ngang .....	3
Hình 2.1. Cơ cấu rung Tsaplin [4] .....	9
Hình 2.2. Sơ đồ cơ cấu rung và đập dùng bánh lệch tâm .....	9
Hình 2.3. Cơ cấu rung và đập được dùng trong máy đóng cọc đứng .....	10
Hình 2.4. Sơ đồ thí nghiệm của Lok [12]. .....	11
Hình 2.5. Sơ đồ thí nghiệm khai thác rung và đập của Franca [13] .....	12
Hình 2.6. Mô hình cơ cấu rung và đập sử dụng lõi sắt trong mạch RLC ..	13
Hình 2.7. Cơ cấu rung-va đập sử dụng cuộn dây trong mạch RLC.....	14
Hình 2.8. Mô hình loa điện động .....	16
Hình 2.9. Sơ đồ nguyên lý thiết bị Shaker MS20 .....	17
Hình 2.10. Sơ đồ nguyên lý cơ cấu rung theo phương ngang .....	18
Hình 2.11. Sơ đồ đánh giá rung động theo các phương khác nhau .....	19
Hình 2.12. Sơ đồ khai thác rung động và đập.....	20
Hình 2.13. Máy phát hàm Protek GD- 005N .....	21
Hình 2.14. Mạch khuếch đại .....	22
Hình 2.15. Thiết bị cấp nguồn Power supply RPS 305 DU.....	22
Hình 2.16. Thiết bị sau khi được đấu nối.....	23
Hình 2.17. Xe mang shaker MS 20 trong hệ thống thí nghiệm .....	24
Hình 2.18. Bánh xe trong hệ thống thí nghiệm.....	24
Hình 2.19. Kích thước thiết bị MS20.....	25



Hình 2.20. Hệ thống đường ray trong thí nghiệm.....	26
Hình 2.21. Sóng trượt dẫn hướng được lắp trên hệ thống ray .....	26
Hình 2.22. Hệ thống rãnh trượt dẫn hướng .....	27
Hình 2.23. Thiết bị đo chuyển vị LVDT .....	28
Hình 2.24. Bộ tiếp nhận dữ liệuDAQ USB-6008 .....	28
Hình 2.25. Thiết bị đo lực loadcell .....	29
Hình 2.26. Thực nghiệm xác định quan hệ lực- điện áp của loadcell.....	29
Hình 2.27. Quan hệ giữa giá trị Lực và điện áp từ loadcell đã qua khuếch đại .....	30
Hình 3.1. Sơ đồ hệ thống thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của ma sát .....	33
Hình 3.2. Ảnh chụp hệ thống thí nghiệm thực .....	33
Hình 3.3. Quan hệ giữa vận tốc trượt và hệ số ma sát .....	35
Hình 3.4. Lực ma sát khi cơ cấu không rung động .....	37
Hình 3.5. Giá trị lực ma sát ở chế độ không rung sau khi thống kê mô tả	37
Hình 3.6. Ảnh chụp kết quả thống kê mô tả khi rung dọc .....	38
Hình 3.7. Ảnh hưởng của rung dọc đến ma sát.....	39
Hình 3.8. Ảnh chụp kết quả thống kê mô tả khi rung đứng.....	40
Hình 3.9. Ảnh hưởng của rung đứng đến ma sát .....	41
Hình 3.10. Ảnh chụp thống kê mô tả khi rung ngang.....	42
Hình 3.11. Ảnh hưởng của rung ngang đến ma sát.....	42

Hình 4.1. Hệ thống thí nghiệm khai thác rung động cho máy đào ngầm ngang .....	46
Hình 4. 2. Khảo sát lượng dịch chuyển của cơ cấu.....	48
Hình 4.3. Khảo sát lượng chuyển dịch của cơ cấu.....	49
Hình 4.4. Khảo sát lượng dịch chuyển khi khối lượng thay đổi.....	50
Hình 4.5. Đồ thị ảnh hưởng chính của khối lượng và tần số .....	51
Hình 4.6. Lượng dịch chuyển khi tần số thay đổi.....	52
Hình 4.7. Ảnh hưởng của tần số tới lượng dịch chuyển (cường độ 1.71 A)53	
Hình 4.8. Ảnh hưởng của tần số tới lượng dịch chuyển (cường độ 1.18 A)54	
Hình 4.9. Lượng dịch chuyển khi khối lượng rung động thay đổi .....	55
Hình 4.10. Ảnh hưởng của khối lượng rung động tới lượng dịch chuyển. 56	
Hình 4.11. Lượng dịch chuyển của bàn trượt sau 5 giây tại cường độ 1.71 A .....	57
Hình 4.12. Lượng dịch chuyển của bàn trượt tại cường độ 1.18 A .....	59
Hình 4.13. Đồ thị lượng dịch chuyển phụ thuộc tần số và khối lượng (cường độ 1.71A).....	60
Hình 4.14. Đồ thị lượng dịch chuyển phụ thuộc tần số và khối lượng (cường độ 1.18A).....	61
Hình 4.15. Sai khác thời điểm và đập $\Delta t$ .....	63
Hình 4. 16. Sai khác thời điểm và đập $\Delta t$ .....	64
Hình 4.17. Sai khác thời điểm và đập $\Delta t$ .....	64
Hình 4.18. Sai khác thời gian ở tần số 7 Hz (a) và tần số 9 Hz (b) .....	65
Hình 4. 19. Lượng dịch chuyển của bàn trượt khi va đập .....	71