

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

PHAN VĂN CHƯƠNG

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ
THAM SỐ KẾT CẤU ĐẾN CÁC ĐẶC TRƯNG
ĐỘNG LỰC HỌC CỦA HỆ THỐNG TÊN LỬA
KÉO CHUỖI LƯỢNG NỔ MỀM LIÊN TỤC**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2011

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

PHAN VĂN CHƯƠNG

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ
THAM SỐ KẾT CẤU ĐẾN CÁC ĐẶC TRƯNG
ĐỘNG LỰC HỌC CỦA HỆ THỐNG TÊN LỬA
KÉO CHUỖI LƯỢNG NỔ MỀM LIÊN TỤC**

Chuyên ngành: Cơ học kỹ thuật

Mã số: 62 52 02 01

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1 – PGS. TS Nguyễn Ngọc Du

2 – TS Nguyễn Tấn Lý

Hà Nội - 2011

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Hà Nội, ngày tháng năm 2011
Nghiên cứu sinh

Phan Văn Chương

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin bày tỏ sự biết ơn sâu sắc tới tập thể cán bộ hướng dẫn khoa học:

PGS.TS Nguyễn Ngọc Du

TS Nguyễn Tấn Lý

đã tận tình chỉ bảo và giúp đỡ trong suốt quá trình thực hiện luận án.

Tác giả luận án cũng xin chân thành cảm ơn ban lãnh đạo, chỉ huy Viện KH-CNQS, Phòng Đào tạo thuộc Viện KH-CNQS, Viện Tên lửa, các đồng nghiệp đã luôn động viên, quan tâm tạo điều kiện và giúp đỡ để tác giả hoàn thành luận án.

Xin chân thành cảm ơn các các nhà khoa học, bạn bè trong và ngoài đơn vị đã quan tâm giúp đỡ, đóng góp nhiều ý kiến quý báu và động viên tác giả hoàn thành công trình khoa học này.

Tác giả

Phan Văn Chương

MỤC LỤC

	Trang
Danh mục các ký hiệu, các chữ viết tắt	v
Danh mục các bảng	vii
Danh mục hình vẽ	ix
Mở đầu	1
Chương 1: Tổng quan về động lực học của hệ thống tên lửa kéo chuỗi lượng nổ mềm liên tục	5
1.1. Hệ thống vũ khí mở cửa mở kiểu tên lửa kéo chuỗi lượng nổ mềm	5
1.2. Tình hình nghiên cứu bài toán động lực học của hệ thống tên lửa kéo chuỗi khối lượng mềm	11
1.3. Cơ sở lý thuyết về dây mềm	18
1.3.1. Các đặc trưng cơ học của dây mềm	18
1.3.2. Mô phỏng tính chất đàn nhớt của dây mềm	23
1.3.3. Phương trình Metscherki và ứng dụng để khảo sát chuyển động của dây mềm có chiều dài thay đổi	27
1.4. Kết luận chương 1	31
Chương 2: Mô hình lý thuyết động lực học của hệ thống tên lửa kéo chuỗi khối lượng mềm liên tục	32
2.1. Xây dựng mô hình tính toán của hệ thống	32
2.1.1. Mô tả hệ thống	32
2.1.2. Các giả thiết cơ bản	33
2.1.3. Mô hình tính toán	34
2.2. Xây dựng phần mềm mô phỏng động lực học bay của hệ thống tên lửa kéo chuỗi lượng nổ mềm liên tục	63
2.3. Kết quả khảo sát mô phỏng	64
2.4. Kết luận chương 2	71
Chương 3: Nghiên cứu thực nghiệm xác định các tham số đầu vào và các tham số động học và động lực học của hệ khi bắn	72
3.1. Mục đích nghiên cứu thực nghiệm	72
3.2. Xác định các tham số đầu vào của mô hình tính toán	72

3.2.1. Xác định lực đẩy của tên lửa kéo	72
3.2.2. Xác định quan hệ lực – biến dạng của hệ dây mềm	79
3.3. Thực nghiệm xác định các tham số động học và động lực học của hệ thống	86
3.3.1. Đo xác định các tham số động học	87
3.3.2. Đo xác định lực căng dây neo	96
3.3.3. Đo xác định tâm bắn	103
3.4. Kết luận chương 3	104
Chương 4: Khảo sát ảnh hưởng của các tham số kết cấu chủ yếu đến đặc trưng động lực học của hệ thống tên lửa kéo chuỗi khối lượng mềm	105
4.1. Đặt vấn đề	105
4.2. Khảo sát ảnh hưởng của các tham số kết cấu chủ yếu đến đặc trưng động lực học của hệ thống tên lửa kéo chuỗi khối lượng mềm	105
4.2.1. Ảnh hưởng của chế độ lực đẩy	106
4.2.2. Ảnh hưởng của mật độ khối lượng theo chiều dài của chuỗi khối lượng mềm	109
4.2.3. Ảnh hưởng của chiều dài cáp thép trung gian	111
4.2.4. Ảnh hưởng của độ cứng chống kéo của dây neo	114
4.2.5. Ảnh hưởng của hệ số cản nhớt	115
4.2.6. Ảnh hưởng của dù hãm	117
4.2.7. Ảnh hưởng của chiều dài dây neo	120
4.3. Kết luận chương 4	123
Kết luận	125
Danh mục các công trình khoa học đã công bố	127
Tài liệu tham khảo	128
Các phụ lục	131

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

- C - Độ cứng chống kéo của dây mềm, [N].
 C_i - Độ cứng chống kéo của phần tử dây mềm thứ i , [N].
 C_u - Hệ số đặc trưng cho dây mềm và môi trường khí.
 C_x - Hệ số lực cản khí động.
 C_y - Hệ số lực nâng khí động.
 C_τ - Hệ số cản tiếp tuyến.
 C_D - Hệ số cản pháp tuyến.
 d - Đường kính dây mềm, [m].
 D_{du} - Đường kính của dù hãm, [m].
 E - Mô đun đàn hồi của vật liệu, [N/m²].
 g - Gia tốc trọng trường, [m/s²].
 I - Xung lượng toàn phần của động cơ, [N.s].
 J_z - Mô men quán tính của tên lửa kéo, [kg.m²].
 k - Hệ số ma sát.
 K_i - Hệ số cản nhớt của phần tử dây mềm thứ i , [N.s].
 K_{du} - Hệ số cản của dù hãm.
 L_{tr} - Chiều dài đường trượt của bộ phóng, [m].
 l_{cap} - Chiều dài cáp thép trung gian, [m].
 l_1 - Chiều dài chuỗi lượng nổ, [m].
 l_2 - Chiều dài đoạn dây neo mềm, [m].
 l_3 - Chiều dài đoạn dây neo cứng, [m].
 l_{du} - Khoảng cách từ vị trí đặt dù đến đuôi chuỗi nổ, [m].
 L_{oi} - Chiều dài ban đầu của phần tử dây mềm thứ i , [m].
 L_i - Chiều dài hiện thời của phần tử dây mềm thứ i , [m].
 m_{tl} - Khối lượng của tên lửa kéo, [kg].
 m_i - Khối lượng của phần tử dây mềm thứ i , [kg].
 P_1 - Lực đẩy của động cơ tầng 1, [N].

- P_2 - Lực đẩy của động cơ tầng 2, [N].
- t_{k1} - Thời gian làm việc của động cơ tầng 1, [s].
- t_{k2} - Thời gian làm việc của động cơ tầng 2, [s].
- t_{neo} - Thời gian bắt đầu neo hãm, [s].
- t_{neo_max} - Thời gian lực căng dây neo đạt giá trị lớn nhất, [s].
- T - Lực căng của dây mềm, [N].
- V_{tl} - Vận tốc của tên lửa kéo, [m/s].
- α - Góc tấn, [radian].
- θ - Góc quỹ đạo, [radian].
- ϑ - Góc chúc ngóc của tên lửa kéo, [radian].
- ω_z - Vận tốc góc chúc ngóc của tên lửa, [radian/s].
- ρ - Mật độ khí quyển, [kg/m³].
- Δ_i - Biến dạng tuyệt đối của phần tử dây mềm thứ i , [m].
- ε_i - Biến dạng tương đối của phần tử dây mềm thứ i .
- μ - Khối lượng trên mét dài của dây mềm, [kg/m].
- η - Hệ số nhớt của vật liệu, [N.s/m²].

DANH MỤC CÁC BẢNG

	Trang
Bảng 1.1. Các loại vũ khí phá chướng ngại trên thế giới.	8
Bảng 2.1. Các thông số đầu vào của hệ thống.	64
Bảng 2.2. Kết quả khảo sát tính toán với các bước thời gian khác nhau.	69
Bảng 2.3. Kết quả khảo sát tính toán với các bước chia chiều dài khác nhau.	70
Bảng 3.1. Đặc trưng làm việc của tên lửa kéo.	78
Bảng 3.2. Kết quả kéo thử dây neo sợi PP.	81
Bảng 3.3. Kết quả kéo thử mẫu dây PE số 1.	82
Bảng 3.4. Kết quả kéo thử mẫu dây PE số 2.	83
Bảng 3.5. Kết quả kéo thử mẫu dây PE số 3.	84
Bảng 3.6. Kết quả kéo thử mẫu dây PE số 4.	84
Bảng 3.7. Kết quả kéo thử mẫu vỏ chuỗi nổ.	85
Bảng 3.8. Góc chúc ngóc và vận tốc của tên lửa kéo khi kéo vào chuỗi nổ.	95
Bảng 3.9: Tổng hợp kết quả đo và tính toán lực căng dây neo.	102
Bảng 3.10. Tổng hợp kết quả đo tầm bắn.	103
Bảng 4.1. Các phương án lực đẩy.	106
Bảng 4.2. Sự phụ thuộc của các tham số hệ thống vào chế độ lực đẩy.	106
Bảng 4.3. Các tham số hệ thống khi tên lửa có 1 và 2 tầng lực đẩy.	108
Bảng 4.4. Các phương án mật độ khối lượng theo chiều dài của chuỗi mềm.	109
Bảng 4.5. Sự phụ thuộc của các tham số hệ thống vào mật độ khối lượng của chuỗi mềm.	110
Bảng 4.6. Sự phụ thuộc của các tham số hệ thống vào chiều dài cấp thép trung gian.	112
Bảng 4.7. Sự phụ thuộc của các tham số hệ thống vào độ cứng chống kéo của dây neo.	114
Bảng 4.8. Các tham số hệ thống với các hệ số cản nhớt khác nhau.	117
Bảng 4.9. Sự phụ thuộc của các tham số hệ thống vào vị trí đặt dù.	118

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

	Trang
Hình 1.1. Sơ đồ kết cấu của vũ khí mở cửa mang vác.	5
Hình 1.2. Sơ đồ nguyên lý làm việc của vũ khí phá chướng ngại kiểu tên lửa kéo chuỗi lượng nổ mềm liên tục.	6
Hình 1.3. Tổ hợp vũ khí MK-155 của Mỹ.	7
Hình 1.4. Vũ khí phá chướng ngại ven bờ SABRE.	8
Hình 1.5. Vũ khí phá rào mìn dạng ống cứng.	9
Hình 1.6. Vũ khí FRmini .	10
Hình 1.7. Vũ khí mở cửa MCT.	10
Hình 1.8. Mô hình vật thể được tàu biển kéo thông qua dây mềm.	11
Hình 1.9. Sơ đồ tính toán cho phương pháp tính toán kỹ thuật.	13
Hình 1.10. Mô hình động lực học của cơ hệ dưới dạng liên tục và sơ đồ giải bài toán “đạn phản lực kéo dây mềm” .	15
Hình 1.11. Xác định mật độ theo chiều dài của dây mềm.	19
Hình 1.12. Khái niệm lực căng của dây mềm.	20
Hình 1.13. Đường cong ứng suất và biến dạng đối với các vật liệu khác nhau.	24
Hình 1.14. Mô hình Maxwell.	25
Hình 1.15. Mô hình Kelvin – Voigt.	26
Hình 1.16. Mô hình vật rắn tuyến tính chuẩn.	26
Hình 1.17. Mô hình chuyển động của vật thể có khối lượng thay đổi.	28
Hình 1.18. Giải thích lực Mesherki trong dây mềm có chiều dài thay đổi.	29
Hình 2.1. Sơ đồ cấu trúc của hệ thống.	32
Hình 2.2. Các giai đoạn hoạt động của hệ thống.	33
Hình 2.3. Tên lửa chuyển động trên bộ phóng.	35
Hình 2.4. Các lực tác dụng lên tên lửa khi chuyển động trên bộ phóng.	35
Hình 2.5. Sơ đồ xác định vận tốc của phân tử dây cáp.	36
Hình 2.6. Sơ đồ thuật toán tính toán giai đoạn 1.	40