

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

NGUYỄN ĐÌNH SƠN

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA GIÓ CẠNH
TỚI ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG CỦA MÁY BAY
TRONG QUÁ TRÌNH HẠ CẢNH**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2014

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

NGUYỄN ĐÌNH SƠN

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA GIÓ CẠNH
TỚI ĐẶC TÍNH KHÍ ĐỘNG CỦA MÁY BAY
TRONG QUÁ TRÌNH HẠ CÁNH**

Chuyên ngành: Kỹ thuật cơ khí động lực

Mã số: 62 52 01 16

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. PGS. TS Phạm Vũ Uy
2. GS. TSKH Nguyễn Đức Cường

Hà Nội - 2014

LỜI CAM ĐOAN

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

NGHIÊN CỨU SINH**Nguyễn Đình Sơn**

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin trân trọng cảm ơn hai Thầy giáo:

- PGS. TS. Phạm Vũ Uy

- GS. TSKH. Nguyễn Đức Cường

đã tận tình hướng dẫn, động viên và tạo mọi điều kiện tốt nhất để tôi hoàn thành được luận án này.

Tôi xin trân trọng cảm ơn Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự; Viện Tên lửa; Học viện Phòng không-Không quân; Viện Kỹ thuật Quân sự PK-KQ; Học viện Kỹ thuật Quân sự; Phòng ĐCTBPL-Viện Tên lửa; Trung tâm DASI-ĐH Bách khoa Hà Nội và Phòng MBĐC-Viện Kỹ thuật Quân sự PK-KQ đã tạo mọi điều kiện giúp đỡ trong quá trình thực hiện luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn đến các thầy giáo Trong Viện Tên lửa, các đồng chí trong các cơ quan quản lý của Viện Tên lửa, Phòng Đào tạo và Ban sau đại học-Viện KH & CN Quân sự đã cho tôi những lời khuyên quý báu, những điều kiện thực hiện các học phần và luận án tốt nhất.

Tôi xin chân thành cảm ơn gia đình, những người bạn và đồng nghiệp đã nhiệt tình giúp đỡ tôi trong suốt quá trình thực hiện luận án này.

Nghiên cứu sinh

MỤC LỤC

Lời cam đoan	i
Mục lục	iii
Danh mục các ký hiệu, các chữ viết tắt	vi
Danh mục các bảng	xiv
Danh mục các hình vẽ, đồ thị	xv
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. Tổng quan về ảnh hưởng của gió cạnh đến đặc tính khí động của máy bay, các phương pháp nghiên cứu	8
1.1. Một số đặc điểm dòng khí chảy bao ở vùng vận tốc nhỏ khi có ảnh hưởng của gió cạnh	8
1.2. Tình hình nghiên cứu ảnh hưởng của gió cạnh tới đặc tính khí động của máy bay ở vùng vận tốc nhỏ	9
1.2.1. Tình hình nghiên cứu ở nước ngoài	9
1.2.2. Tình hình nghiên cứu ở trong nước	13
1.3. Tổng quan các phương pháp xác định đặc tính khí động của máy bay	14
1.3.1. Xác định đặc tính khí động của máy bay bằng phương pháp giải tích	15
1.3.2. Phương pháp nghiên cứu thử nghiệm.	15
1.3.3. Xác định đặc tính khí động của máy bay bằng phương pháp số	17
1.4. Các nội dung đề tài cần nghiên cứu và phương pháp thực hiện	21
1.4.1. Các nội dung đề tài cần nghiên cứu	21
1.4.2. Lựa chọn phương pháp thực hiện đề tài nghiên cứu	22
Kết luận chương 1	28
CHƯƠNG 2. Mô hình bài toán xác định đặc tính khí động của máy bay	29

2.1. Mô hình toán xác định đặc tính khí động của máy bay bằng phương pháp xoáy rời rạc, phi tuyến trong dòng chảy bao dùm	29
2.1.1. Mô hình tính toán theo sơ đồ cánh phẳng đơn	29
2.1.2. Mô hình toán xây dựng bằng phương pháp xoáy rời rạc cho máy bay có cấu hình không gian phức tạp	31
2.1.3. Áp dụng mô hình toán xác định một số đặc tính khí động của máy bay L-39 bằng phương pháp xoáy rời rạc	36
2.2. Phương pháp xác định đặc tính khí động của máy bay bằng Ansys	38
2.2.1. Phương pháp giải số ứng dụng trong Ansys	38
2.2.2. Phương pháp giải bài toán xác định một số đặc tính khí động của máy bay bằng Ansys	40
2.3. Kết quả khảo sát đặc tính lực nâng của máy bay L-39 bằng phương pháp xoáy rời rạc và bằng Ansys. Một số nhận xét, đánh giá	45
Kết luận chương 2	49
CHƯƠNG 3. Xây dựng mô hình toán xác định đặc tính khí động của máy bay với cấu hình cất, hạ cánh	50
3.1. Xây dựng mô hình không gian bài toán chảy bao cánh nâng cơ sở có tính đến trượt cạnh bằng phương pháp xoáy rời rạc	50
3.2. Xây dựng mô hình toán xác định đặc tính khí động của máy bay với cấu hình cất, hạ cánh bằng phương pháp xoáy rời rạc	64
3.2.1. Nguyên tắc ghép nối không đồng phẳng	64
3.2.2. Xây dựng mô hình cánh tà ở vị trí thả	66
3.2.3. Xây dựng mô hình càng ở vị trí thả	67
3.3. Khảo sát đặc tính lực nâng C_y máy bay L-39 khi hạ cánh với cấu hình cất, hạ cánh bằng phương pháp xoáy rời rạc và bằng Ansys	69
Kết luận chương 3	72

CHƯƠNG 4. Nghiên cứu ảnh hưởng của gió cạnh đến đặc tính khí động của máy bay trong quá trình hạ cánh	73
4.1. Khảo sát ảnh hưởng của gió cạnh đến một số đặc tính khí động của máy bay L-39 khi hạ cánh. Xây dựng mối liên hệ cân bằng giữa các góc điều khiển với góc trượt cạnh	73
4.1.1. Khảo sát ảnh hưởng của gió cạnh đến một số đặc tính khí động của máy bay L-39 khi hạ cánh	73
4.1.2. Xây dựng mối liên hệ cân bằng giữa các góc điều khiển cánh lái hướng δ_H và cánh lái liệng δ_L với góc trượt cạnh β khi hạ cánh	78
4.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của gió cạnh phụ thuộc vào vận tốc hạ cánh. Xây dựng miền vận tốc an toàn cho máy bay L-39 khi hạ cánh có trượt cạnh	83
4.2.1. Nghiên cứu ảnh hưởng của gió cạnh phụ thuộc vào vận tốc hạ cánh	83
4.2.2. Xây dựng miền vận tốc an toàn cho máy bay L-39 khi hạ cánh có trượt cạnh	85
4.3. Khảo sát ảnh hưởng của gió cạnh đến quỹ đạo hạ cánh của máy bay. Một số giải pháp hạn chế ảnh hưởng của gió cạnh	87
4.3.1. Khảo sát ảnh hưởng của gió cạnh đến quỹ đạo hạ cánh của máy bay	87
4.3.2. Một số giải pháp hạn chế ảnh hưởng của gió cạnh đến quá trình hạ cánh của máy bay	96
Kết luận chương 4	98
KẾT LUẬN	99
Danh mục các công trình khoa học đã công bố	101
Tài liệu tham khảo	102
Phụ lục	112

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

a	Vận tốc âm thanh [m/s];
$[A_e]$	Ma trận phần tử;
a_{ij}	Các giá trị trong các ma trận hệ số;
$a_{\mu k}^{\mu k-1pp-1}$	Các hệ số của phương trình đảm bảo không chảy thâu;
a_x, a_y	Gia tốc tiếp đất theo chiều ngang và chiều thẳng đứng của máy bay khi hạ cánh [m/s ²];
b	Dây cung trung bình cánh;
b_i	Điều kiện ban đầu thay đổi có tính đến các yếu tố điều chỉnh đối với nút i ;
BT	Chỉ số chỉ trường hợp bay thử nghiệm máy bay;
b_k	Dây cung cánh tại mặt cắt k [m];
$b_{pp-1}^{(\varepsilon)}$	Dây cung trung bình của tứ giác khảo sát;
b_m	Dây cung mút cánh [m];
b_o	Dây cung gốc cánh [m];
\bar{b}_{pp-1m}	Chiều dài không thứ nguyên của phần tử mặt nâng m của máy bay (theo trục Ox);
B_{vs}^{pp-1}	Tích vô hướng của véc tơ đơn vị dòng không nhiễu động và véc tơ pháp tuyến với mặt nâng cơ sở tại các điểm kiểm tra;
C_x	Hệ số lực cản;
C_y	Hệ số lực nâng;
C_z	Hệ số lực cạnh;
$C_z^\beta, m_x^\beta, m_y^\beta$	Đạo hàm của hệ số lực cạnh, mô men nghiêng cánh và mô men hướng theo góc trượt cạnh [1/rad];
$C_z^{\delta_H}, m_x^{\delta_H}, m_y^{\delta_H}$	Đạo hàm của hệ số lực cạnh, mô men nghiêng cánh và mô men hướng theo góc nghiêng cánh lái hướng [1/rad];
C_ϕ	Hệ số tức thời và hệ số trung bình đối với biến ϕ ;

C_v^{pp-1}	Tích vô hướng của véc tơ đơn vị của dòng không nhiễu động với véc tơ pháp tuyến của mặt nâng tại các điểm kiểm tra;
F	Ngoại lực tác động lên một đơn vị khối lượng [N];
F_s	Lực ma sát [N];
g	Gia tốc trọng trường [m/s^2];
G	Trọng lượng máy bay [kg];
h	Độ cao của máy bay trong quỹ đạo khi hạ cánh [m];
i	Chỉ số nút thứ i;
i_x, i_y, i_z	bán kính mô men quán tính;
J_x, J_y, J_z	Mô men quán tính khối lượng;
$(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$	Véc tơ đơn vị hệ trục tọa độ 0xyz;
k	Chỉ số chỉ các mặt cắt dọc trên cánh;
k- ϵ , k- Ω	Mô hình chảy rối k- ϵ , k- Ω ;
L	Sải cánh [m];
L_{MB}	Sải cánh máy bay thực [m];
L_{TN}	Sải cánh của mô hình trong phòng thí nghiệm [m];
L-39	Ký hiệu máy bay huấn luyện hai buồng lái;
L_{th}	Chiều dài thân máy bay [m];
l_o	Độ dài dây xoáy [m];
$l_{0\mu k}^{\mu k-1}$	Độ dài dây xoáy ngang [m];
$l_{0\mu k}^{\mu k+1}$	Độ dài dây xoáy dọc [m];
$l_{pp-1}^{(\epsilon)}$	Sải trung bình của tứ giác khảo sát [m];
$\cos(l, x)_{\mu k}^{\mu k-1}$	Cosin chỉ hướng đoạn xoáy ngang theo trục 0x;
$\cos(l, x)_{\mu k}^{\mu k+1}$	Cosin chỉ hướng đoạn xoáy dọc theo trục 0x;
M	Số Mach;
m	Tứ giác nâng cơ sở thứ m;

M_x	Mô men nghiêng cánh [Nm];
M_y	Mô men hướng [Nm];
M_z	Mô men chúc góc [Nm] ;
m_x	Hệ số mô men nghiêng cánh;
m_y	Hệ số mô men hướng ;
m_z	Hệ số mô men chúc góc;
$M(x_o, y_o, z_o)$	Tọa độ điểm M trong không gian lân cận cánh;
$M_{x(\delta)}$	Mô men nghiêng cánh do trượt cạnh gây ra [Nm];
$M_{y(\delta)}$	Mô men hướng do trượt cạnh gây ra [Nm];
$M_{y(\delta L)}$	Mô men hướng do lệch cánh lái liệng gây ra [Nm];
$m_{x(\delta)}$	Hệ số mô men nghiêng cánh do gió cạnh gây ra;
$m_{y(\delta)}$	Hệ số mô men hướng do gió cạnh gây ra;
N	Số dải xoáy trên tấm nâng cơ sở;
n	Số các sợi xoáy ngang trên mỗi dải xoáy;
N_m	Số dải xoáy dọc trên tứ giác thứ m;
n_m	Số xoáy ngang trong từng dải xoáy trên tứ giác thứ m;
n_I, n_{II}, n'_{II}	Lần lượt là số tiết diện dùng để mô hình hóa các dây xoáy tự do trong hệ I, II và II';
\vec{n}_m	véc tơ pháp tuyến của mặt phẳng chứa tứ giác khảo sát;
Oxyz	Hệ trục tọa độ liên kết không tiêu chuẩn (có trục Ox ngược với trục Ox trong hệ trục tọa độ thuận);
p	Chỉ số điểm được kiểm tra thuộc mặt cắt dọc p;
p_o	Áp suất dòng không nhiễu động [Pa];
p_H	Áp suất môi trường [Pa];
p_{PQT}, p_{QRT}	Nửa chu vi các tam giác PQT, QRT thuộc tứ giác khảo sát PQRT [m];
r	Các yếu tố điều chỉnh;
Re	Số Rây-non;