

BỘ GIÁO DỤC ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ

PHẠM HỒNG SƠN

**NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN
QUY LUẬT CUNG CẤP NHIÊN LIỆU CHO ĐỘNG CƠ
DIESEL KHI CƯỜNG HÓA BẰNG TĂNG ÁP**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2014

BỘ GIÁO DỤC ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ

PHẠM HỒNG SƠN

**NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN
QUY LUẬT CUNG CẤP NHIÊN LIỆU CHO ĐỘNG CƠ
DIESEL KHI CƯỜNG HÓA BẰNG TĂNG ÁP**

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 Hà Quang Minh

2. TS Lê Đình Vũ

HÀ NỘI - 2014

LỜI CAM ĐOAN

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

Tác giả luận án

Phạm Hồng Sơn

BỘ GIÁO DỤC ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ

PHẠM HỒNG SƠN

**NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN
QUY LUẬT CUNG CẤP NHIÊN LIỆU CHO ĐỘNG CƠ
DIESEL KHI CƯỜNG HÓA BẰNG TĂNG ÁP**

**DANH MỤC CÁC BÀI BÁO ĐÃ CÔNG BỐ
CỦA TÁC GIẢ**

HÀ NỘI - 2014

MỤC LỤC

Trang

Lời cam đoan	
Mục lục	
Danh mục các ký hiệu và chữ viết tắt	
Danh mục các bảng	
Danh mục các hình vẽ và đồ thị	
MỞ ĐẦU	1
Chương 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	6
1.1. Tổng quan về tình hình sử dụng động cơ diesel không tăng áp hiện nay ở nước ta và nhu cầu cải tiến nâng cao công suất động cơ	6
<i>1.1.1. Tình hình sử dụng trong lĩnh vực dân sự</i>	6
<i>1.1.2. Tình hình sử dụng trong lĩnh vực quân sự</i>	6
<i>1.1.3. Nhu cầu cải tiến để nâng cao công suất bằng biện pháp tăng áp</i>	6
<i>1.1.4. Một số vấn đề cần nghiên cứu khi cường hóa động cơ bằng tăng áp tua bin khí thải</i>	7
<i>1.1.5. Kết quả nghiên cứu tăng áp động cơ B6 và những vấn đề cần hoàn thiện tiếp theo</i>	7
1.2. Một số biện pháp cải thiện quy luật cung cấp nhiên liệu đối với động cơ diesel sau khi cường hóa bằng tăng áp tua bin khí thải và các nghiên cứu có liên quan	8
<i>1.2.1. Các biện pháp điều chỉnh</i>	8
<i>1.2.2. Các biện pháp thay đổi kết cấu</i>	9
<i>1.2.3. Một số nghiên cứu khác có liên quan</i>	12
1.3. Quy luật cung cấp nhiên liệu và yêu cầu đối với quy luật cung cấp nhiên liệu của động cơ diesel sau khi cường hóa bằng tăng áp	13
<i>1.3.1. Quy luật cung cấp nhiên liệu</i>	13
<i>1.3.2. Các dạng quy luật phun nhiên liệu của động cơ diesel</i>	16
<i>1.3.3. Yêu cầu mong muốn đối với quy luật cung cấp nhiên liệu của động cơ diesel khi được cường hóa bằng tăng áp</i>	17

	Trang
1.4. Ảnh hưởng của biên dạng cam, chế độ tải đến quy luật cung cấp nhiên liệu (quy luật phun)	18
<i>1.4.1. Ảnh hưởng của biên dạng cam</i>	18
<i>1.4.2. Ảnh hưởng của chế độ tải</i>	20
1.5. Ảnh hưởng của quy luật cung cấp nhiên liệu đến các chỉ tiêu công tác của động cơ	21
1.6. Trình tự nội dung nghiên cứu của luận án	23
1.7. Kết luận chương 1	25
Chương 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN QUY LUẬT CUNG CẤP NHIÊN LIỆU CHO ĐỘNG CƠ DIESEL KHI CƯỜNG HÓA BẰNG TĂNG ÁP	27
2.1. Khái quát chung (đặt vấn đề)	27
2.2. Cơ sở tính toán biên dạng cam bơm cao áp nhằm cải thiện quy luật cung cấp nhiên liệu	28
<i>2.2.1. Tiêu chí và phương án lựa chọn dạng cam cải tiến</i>	28
<i>2.2.2. Cơ sở tính động học pít tông bơm cao áp HK-10</i>	29
<i>2.2.2.1. Động học pít tông bơm cao áp cơ sở HK-10 trên cam tiếp tuyến</i>	29
<i>2.2.2.2. Động học pít tông bơm cao áp cơ sở HK-10 trên cam cải tiến</i>	31
2.3. Cơ sở lý thuyết tính toán thủy động hệ thống nhiên liệu của động cơ diesel	34
<i>2.3.1. Mô hình tính toán</i>	34
<i>2.3.2. Các giả thuyết</i>	35
<i>2.3.3. Phương pháp tính</i>	36
<i>2.3.4. Phần mềm áp dụng tính GT-FUEL</i>	37
<i>2.3.5. Cơ sở lý thuyết (các phương trình đặc tính) của các phần tử</i>	37
<i>2.3.5.1. Chất lỏng (nhiên liệu)</i>	37
<i>2.3.5.2. Đường ống cao áp</i>	38

	Trang
2.3.5.3. <i>Khoang chứa biết áp suất</i>	39
2.3.5.4. <i>Phần tử tiết lưu (Flow Passage)</i>	40
2.3.5.5. <i>Phần tử van (Valve)</i>	40
2.3.5.6. <i>Phần tử dòng chảy tầng (Laminar Flow)</i>	41
2.3.6. <i>Xác định các điều kiện biên tại bơm cao áp và vòi phun</i>	41
2.3.6.1. <i>Các phương trình điều kiện biên tại bơm cao áp</i>	41
2.3.6.2. <i>Các phương trình điều kiện biên tại vòi phun</i>	42
2.3.6.3. <i>Hệ phương trình vi phân điều kiện biên</i>	43
2.3.6.4. <i>Xác định các thông số hỗ trợ để giải hệ phương trình điều kiện biên.</i>	47
2.4. Cơ sở lý thuyết tính toán chu trình và các chỉ tiêu công tác của động cơ diesel tăng áp	51
2.4.1. <i>Mô hình vật lý tính chu trình công tác động cơ diesel tăng áp</i>	51
2.4.2. <i>Các phương trình cơ bản tính diễn biến áp suất, nhiệt độ của chu trình</i>	52
2.4.3. <i>Mô hình cháy</i>	53
2.4.3.1. <i>Lựa chọn mô hình cháy</i>	53
2.4.3.2. <i>Mô hình hiện tượng cháy đa vùng áp dụng đối với tia phun trực tiếp (DI-jet)</i>	54
2.4.4. <i>Truyền nhiệt và phương trình xác định hệ số tỏa nhiệt đối lưu giữa khí cháy và thành vách</i>	60
2.4.5. <i>Mô hình máy nén và tuabin</i>	62
2.5. Kết luận chương 2	64
Chương 3: TÍNH TOÁN LỰA CHỌN QUY LUẬT CUNG CẤP NHIÊN LIỆU, KHẢO SÁT CHU TRÌNH VÀ CHỈ TIÊU CÔNG TÁC CỦA ĐỘNG CƠ B6 TĂNG ÁP KHI THAY ĐỔI QUY LUẬT CUNG CẤP NHIÊN LIỆU	65
3.1. Kết quả tính động học pít tông bơm cao áp HK-10	65
3.1.1. <i>Sơ lược về bơm cao áp HK-10</i>	65

	Trang
3.1.2. <i>Động học với biên dạng cam nguyên thủy (cam tiếp tuyến)</i>	66
3.1.3. <i>Động học với biên dạng cam cải tiến</i>	67
3.2. Tính toán thủy động, xác định quy luật cung cấp nhiên liệu khi dùng cam nguyên thủy và dùng các phương án cam cải tiến	68
3.2.1. <i>Mô hình khảo sát hệ thống nhiên liệu bằng phần mềm GT - Fuel tính cho động cơ B6 và B6TA</i>	69
3.2.1.1. <i>Mô hình và thông số đầu vào</i>	69
3.2.1.2. <i>Hiệu chỉnh mô hình</i>	71
3.2.2. <i>Kết quả tính toán quy luật cung cấp nhiên liệu với các phương án biên dạng cam</i>	72
3.2.3. <i>Kết luận lựa chọn quy luật cung cấp nhiên liệu (quy luật phun) và biên dạng cam cải tiến</i>	74
3.2.4. <i>Khảo sát các đặc tính thủy động và quy luật cung cấp nhiên liệu của hệ thống nhiên liệu sử dụng phương án cam cải tiến đã lựa chọn (PA3) và cam nguyên thủy</i>	76
3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng quy luật cung cấp nhiên liệu đến chu trình và chỉ tiêu công tác của động cơ B6 tăng áp	81
3.3.1. <i>Khái quát về phần mềm GT - Power</i>	81
3.3.2. <i>Mô hình mô phỏng chu trình và các chỉ công tác của động cơ B6 và B6TA bằng phần mềm GT-Power</i>	81
3.3.2.1. <i>Trình tự nghiên cứu và xây dựng mô hình</i>	81
3.3.2.2. <i>Thông số đầu vào của mô hình</i>	86
3.3.2.3. <i>Kết quả tính kiểm tra đối với động cơ B6 khi chưa tăng áp (động cơ nguyên thủy)</i>	89
3.3.3. <i>Các kết quả tính chu trình và chỉ tiêu công tác của động cơ B6TA trước và sau cải tiến biên dạng cam bơm cao áp</i>	92
3.3.3.1. <i>Chọn chế độ tính toán</i>	92
3.3.3.2. <i>Kết quả tính chu trình công tác của động cơ B6TA</i>	93
3.3.3.3. <i>Nhận xét, bình luận</i>	99
3.4. Kết luận chương 3	101

	Trang
Chương 4: NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM	102
4.1. Mục đích và phương pháp nghiên cứu thực nghiệm	102
<i>4.1.1. Mục đích thực nghiệm</i>	102
<i>4.1.2. Nội dung và phương pháp thực nghiệm</i>	103
4.2. Chế tạo trục cam mới cho bơm cao áp động cơ B6 tăng áp	103
<i>4.2.1. Thiết kế bản vẽ chế tạo trục cam mới cho bơm cao áp</i>	103
<i>4.2.2. Tiến trình công nghệ chế tạo trục cam bơm cao áp mới</i>	104
4.3. Kiểm tra kết quả gia công trục cam mới	108
4.4. Thực nghiệm đo lường nhiên liệu cấp cho chu trình và áp suất trên đường ống cao áp	110
<i>4.4.1. Trang, thiết bị và chế độ thử nghiệm</i>	111
<i>4.4.1.1. Bộ thử bơm cao áp</i>	111
<i>4.4.1.2. Thiết bị đo áp suất</i>	112
<i>4.4.1.3. Chế độ thử nghiệm</i>	115
<i>4.4.2. Trình tự tiến hành thử nghiệm</i>	116
<i>4.4.3. Kết quả thử nghiệm</i>	118
<i>4.4.3.1. Kết quả đo lường cung cấp nhiên liệu</i>	118
<i>4.4.3.2. Kết quả đo áp suất đường ống cao áp</i>	118
<i>4.4.4. Đánh giá kết quả thử nghiệm, so sánh kiểm chứng với kết quả tính mô phỏng</i>	122
<i>4.4.4.1. Xử lý kết quả đo lường cung cấp nhiên liệu</i>	122
<i>4.4.4.2. So sánh kết quả đo lường áp suất trong đường ống cao áp</i>	122
<i>4.4.4.3. Nhận xét kết quả thực nghiệm</i>	124
4.5. Kết luận chương 4	125
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	126
Danh mục các công trình công bố của tác giả	128
Tài liệu tham khảo	129
Phụ lục	

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

1. KÝ HIỆU LA TINH

Kí hiệu	Diễn giải	Đơn vị tính
BCA	Bơm cao áp	-
CCNL	Cung cấp nhiên liệu	-
CNC	Computer numerical control (máy điều khiển số)	-
CFD	Computational Fluid Dynamics (Tính toán động lực học chất lỏng)	-
C_n	Tốc độ chuyển động của pít tông bơm cao áp	m/s
ĐCT	Điểm chết trên	-
ĐCD	Điểm chết dưới	-
F_p	Diện tích tiết diện ngang của pít tông bơm cao áp	mm ²
F_i	Diện tích tiết diện ngang của lỗ phun	mm ²
f_c	Tổng diện tích mặt cắt ngang của các lỗ phun	m ²
GQTC	Góc quay trục cam	-
GQTK	Góc quay trục khuỷu	-
g_e	Suất tiêu hao nhiên liệu có ích	g/kW.h
g_{ct}	Lượng nhiên liệu cấp cho 1 chu trình	mg/ct
G_{nl}	Lượng tiêu thụ nhiên liệu	kg/h
HTPNL	Hệ thống phun nhiên liệu	-
h_c	Hệ số truyền nhiệt	W/m ² -K
j_n	Gia tốc chuyển động của pít tông bơm cao áp	m/s ²
i	Số lỗ phun	-
K	Mô đun đàn hồi khối của nhiên liệu	-
M_e	Mô men có ích của động cơ	Nm