

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA MÁY TÀU THỦY



LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

**XÂY DỰNG QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ BẢO DƯỠNG
TUABIN TĂNG ÁP VTR 564**

Ngành: **KỸ THUẬT TÀU THỦY**

Chuyên ngành: **THIẾT BỊ NĂNG LƯỢNG TÀU THỦY**

Giảng viên hướng dẫn : PGS.TS.MT LÊ HỮU SƠN

Sinh viên thực hiện : NGUYỄN MINH TÚ

MSSV: 1151190028 Lớp: TN11



KL 3789 - 2022

TP. Hồ Chí Minh, 2016

Khoa: MÁY TÀU THỦY.....
Bộ môn: Thiết bị năng lượng tàu thủy

PHIẾU GIAO ĐỀ TÀI LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

(Phiếu này được dán ở trang đầu tiên của quyển báo cáo LVTN)

1. Họ và tên sinh viên/ nhóm sinh viên được giao đề tài (sĩ số trong nhóm...1...):

(1) Nguyễn Minh Tú MSSV: 1151190028 Lớp: TN11.....
(2) MSSV: Lớp:
(3) MSSV: Lớp:

Ngành : Kỹ Thuật Tàu Thủy

Chuyên ngành : Thiết bị năng lượng tàu thủy

2. Tên đề tài : Xây dựng quy trình công nghệ bảo dưỡng
tuần hoàn ống xả VTR 564

3. Các dữ liệu ban đầu :
Dữ liệu của tua Pacific Pearl

4. Các yêu cầu chủ yếu :
- Phân tích để tìm kiếm các vấn đề kỹ thuật của Pacific Pearl
- Phân tích để tìm kiếm các vấn đề của tua Pacific Pearl
- Xây dựng quy trình bảo dưỡng tuần hoàn ống xả VTR 564

5. Kết quả tối thiểu phải có:
1)
2)
3)
4)

Ngày giao đề tài:/...../..... Ngày nộp báo cáo:/...../.....

TP. HCM, ngày ... tháng ... năm

Giảng viên hướng dẫn
(Ký và ghi rõ họ tên)

(Handwritten signature)

TRƯỞNG BỘ MÔN
(Ký và ghi rõ họ tên)



TRƯỞNG KHOA
MÁY TÀU THỦY
TS. Lê Văn Vàng

Khoa: MÁY TÀU THỦY.....

Bộ môn: Thiết bị năng lượng tàu thủy.....

PHIẾU THEO DÕI TIẾN ĐỘ LÀM LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

(Do giảng viên hướng dẫn ghi và giao cho sinh viên nộp chung với LVTN
sau khi hoàn tất đề tài)

1. Tên đề tài: Xây dựng quy trình công nghệ bảo dưỡng
tua bin tăng áp VTR 564.....
2. Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS.MT Lê Hữu Sơn.....
3. Sinh viên/ nhóm sinh viên thực hiện đề tài (sĩ số trong nhóm. 1...):
(1) NGUYỄN MINH TỬ..... MSSV: 115.119.0028..... Lớp: T.N.11.....

Ngày	Nội dung	Nhận xét của GVHD (Ký tên)	Xác nhận của SV (Ký tên)
Đánh giá công việc hoàn thành:%			
Được tiếp tục: <input type="checkbox"/>		Không tiếp tục: <input type="checkbox"/>	

Chuyên ngành :

TRƯỞNG BỘ MÔN
(Ký và ghi rõ họ tên)

TP. HCM, ngày ... tháng ... năm

Giảng viên hướng dẫn
(Ký và ghi rõ họ tên)



Khoa: MÁY TÀU THỦY...

Bộ môn: Thiết bị năng lượng tàu thủy.

**BẢN NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN
LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP**

1. **Họ và tên sinh viên/ nhóm sinh viên được giao đề tài (sĩ số trong nhóm.../...):**

(1) NGUYỄN MINH TỰ..... MSSV: 115.119.002.8..... Lớp: TN11.....

(2)..... MSSV: Lớp:

(3)..... MSSV: Lớp:

Ngành : Kỹ Thuật Tàu Thủy.....

Chuyên ngành : Thiết bị năng lượng tàu thủy.....

2. **Tên đề tài:** Xây dựng quy trình Công nghệ bảo dưỡng tuabin công áp VR 7564.....

3. **Tổng quát về LVTN:**

Số trang: Số chương:

Số bảng số liệu: Số hình vẽ:

Số tài liệu tham khảo: Phần mềm tính toán:

Số bản vẽ kèm theo: Hình thức bản vẽ:

Hiện vật (sản phẩm) kèm theo:

4. **Nhận xét:**

a) **Về tinh thần, thái độ làm việc của sinh viên:**

Đã cố gắng hoàn thành luận văn.....

b) **Những kết quả đạt được của LVTN:**

Đã hoàn thành đề cương & nghiên cứu đề giao của tuabin và kết luận.....

c) **Những hạn chế của LVTN:**

.....
.....
.....

5. **Đề nghị:**

Được bảo vệ (hoặc nộp LVTN để chấm)

Không được bảo vệ

TP. HCM, ngày 23 tháng 5 năm 2015

Giảng viên hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

8/10
(Tạm điểm)

[Signature]
U. Trần Văn

Ghi chú: Đính kèm Phiếu chấm điểm LVTN.

Khoa: MẠX TÀU THỦY
Bộ môn: Thiết bị năng lượng tàu thủy

BẢN NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN PHẢN BIỆN LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

1. Họ và tên sinh viên/ nhóm sinh viên được giao đề tài (sĩ số trong nhóm...?):
(1) NGUYỄN MINH TÚ..... MSSV: 115.119.0028... Lớp: TNM
(2)..... MSSV: Lớp:
(3)..... MSSV: Lớp:
2. Tên đề tài: xây dựng quy trình Công nghệ Bảo dưỡng
tua bin tăng áp VTR 564
3. Nhận xét:

a) Những kết quả đạt được của LVTN:

Đã giải quyết được ca máy dầu ra
có thể làm tại hiện trường cho người sử
chức bảo dưỡng tuabin VTR 564

b) Những hạn chế của LVTN:

Nội dung còn lý thuyết chưa phù hợp
thực tiễn

4. Đề nghị:

Được bảo vệ

Bổ sung thêm để bảo vệ

Không được bảo vệ

5. Các câu hỏi sinh viên cần trả lời trước Hội đồng:

- (1)
(2)
(3)

8/10

TP. HCM, ngày 3 tháng 6 năm 2016.

Giảng viên phản biện

(Ký và ghi rõ họ tên)



Lê Văn Vàng

Ghi chú: Đính kèm Phiếu chấm điểm LVTN.

BM-TN-11

MỤC LỤC

Tiêu đề	Trang
MỤC LỤC.....	1
DANH MỤC HÌNH VẼ.....	3
DANH MỤC BẢNG.....	5
DANH MỤC SƠ ĐỒ.....	5
Lời mở đầu.....	6
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI VÀ TÀU PACIFIC PEARL.....	8
1.1 Mục đích và nhiệm vụ của đề tài.....	8
1.2 Tính cấp thiết của đề tài.....	8
1.3 Phương pháp nghiên cứu.....	11
1.4 Các kết quả đạt được của đề tài.....	11
1.5 Tổng quan tàu Pacific Pearl.....	12
1.5.1 Giới thiệu về tàu Pacific Pearl.....	12
1.5.2 Các thông số chính của tàu.....	12
1.5.3 Tổng quan về trang trí động lực trên tàu.....	13
CHƯƠNG 2: KẾT CẤU TUABIN VTR 564.....	18
2.1 Tổng quan về tuabin hãng ABB.....	18
2.2 Tuabin khí xả VTR 564.....	19
2.2.1 Đặc điểm cấu tạo phần tuabin của VTR 564.....	21
2.3 Cấu tạo của tuabin VTR 564.....	27
2.3.1 Đặc điểm cấu tạo phần máy nén của VTR 564.....	28
2.3.2 Roto của tuabin VTR 564.....	33
2.3.3 Ổ đỡ trục roto.....	34
2.4 Hệ thống của tuabin VTR 564.....	37
2.4.1 Hệ thống làm mát.....	37
2.4.2 Hệ thống bôi trơn.....	37
2.5 Nguyên lý hoạt động của tuabin VTR 564.....	37

2.5.1	Nguyên lý làm việc của phần tuabin hướng kính	39
2.5.2	Nguyên lý làm việc của máy nén ly tâm	41
CHƯƠNG 3: QUY TRÌNH BẢO DƯỠNG TUABIN TĂNG ÁP VTR 564..		44
3.1	Tháo tuabin tăng áp VTR 564.....	44
3.1.1	Mục đích.....	44
3.1.2	Yêu cầu kỹ thuật.....	44
3.1.3	Phương pháp tiến hành.....	45
3.2	Lắp ráp tuabin tăng áp khí xả VTR 564.....	63
3.2.1	Yêu cầu kỹ thuật.....	63
3.2.2	Phương pháp tiến hành.....	64
3.3	Kiểm tra, căn chỉnh khi lắp ráp	72
3.3.1	Kiểm tra độ dịch dọc của trục (K, L, M).....	72
3.3.2	Kiểm tra độ đảo của trục roto (B ₁ , B ₂).....	75
3.4	Sửa chữa tuabin tăng áp VTR 564	76
3.4.1	Một số nguyên nhân và biểu hiện hư hỏng của tuabin	76
3.4.2	Kiểm tra và sửa chữa các thiết bị của tuabin VTR 564	79
3.5	Cân bằng động cho roto.	94
3.6	Vệ sinh tuabin	96
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....		100
Tài liệu tham khảo.....		101

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 2-1 Hiệu suất toàn bộ của các tuabin tăng áp ABB dòng VTR	18
Hình 2-2 Làm mát tuabin VTR 564	21
Hình 2-3 Vỏ cửa vào bên phía tuabin VTR 564	22
Hình 2-4 Vỏ giữa của tuabin VTR 564	23
Hình 2-5 Kết cấu vành tăng áp (ống phun)	24
Hình 2-6 Kết cấu vỏ và vành miệng phun của tuabin VTR 564	25
Hình 2-7 Kết cấu vỏ đường khí thải ra	26
Hình 2-8 Hình cắt thể hiện kết cấu tuabin VTR 564	27
Hình 2-9 Bánh công tác của phần máy nén	28
Hình 2-10 Vành khuếch tán và vỏ của máy nén	29
Hình 2-11 Bộ giảm âm của tuabin VTR 564	30
Hình 2-12 Vỏ của phần máy nén của VTR 564	32
Hình 2-13 Vỏ xoắn ốc của phần máy nén	33
Hình 2-14 Roto của tuabin VTR 564	34
Hình 2-15 Kết cấu ổ đỡ trục bên phía máy nén của tuabin VTR 564	35
Hình 2-16 Kết cấu của ổ đỡ trục bên phía tuabin	36
Hình 2-17 Mặt cắt tuabin tăng áp khí xả VTR 564	39
Hình 2-18 Sơ đồ hoạt động của tuabin hướng kính và tam giác tốc độ tại cửa vào cửa ra của bánh công tác	40
Hình 2-19 Sơ đồ hoạt động của máy nén ly tâm	42
Hình 3-1 Tháo bulong hãm trên phin lọc, tiêu âm	47
Hình 3-2 Tháo rời phin lọc, tiêu âm ra khỏi tuabin bằng palăng	48
Hình 3-3 Tháo rời lưới đồng khối phin lọc, tiêu âm	48
Hình 3-4 Tiến hành xả dầu bôi trơn	49
Hình 3-5 Tiến hành tháo vành chắn dầu	49
Hình 3-6 Đo và căn chỉnh độ đảo ống phun và đĩa dầu bôi trơn	51
Hình 3-7 Tháo phe hãm và đo độ hở “K”	52

Hình 3-8 Tháo đai ốc cố định ổ đỡ.....	52
Hình 3-9 Cào đĩa bôi trơn ra	53
Hình 3-10 Tháo ổ bi	54
Hình 3-11 Tháo phe hãm phía tuabin.....	55
Hình 3-12 Tháo đĩa bôi trơn phía tuabin.....	55
Hình 3-13 Tháo ổ bi bên phía tuabin	56
Hình 3-14 Lắp các thiết bị chuyên dụng để hỗ trợ cố định trục	57
Hình 3-15 Lấy dầu cho vỏ đường khí vào	57
Hình 3-16 Kéo vỏ đường khí vào bằng palăng	58
Hình 3-17 Lắp thiết bị dẫn hướng chuyên dụng vào roto	59
Hình 3-18 Tháo trục roto bằng palăng	60
Hình 3-19 Lấy dầu bulong và tháo các bulong	61
Hình 3-20 Tháo vành chặn bên ngoài ống phun	61
Hình 3-21 Tháo phe hãm và ống phun.....	61
Hình 3-22 Các bộ phận sau khi quá trình tháo hoàn thành.....	62
Hình 3-23 Đưa ống phun vào vị trí đã đánh dấu.....	65
Hình 3-24 Lắp vành chặn và siết bulong hãm	65
Hình 3-25 Lắp ống dẫn hướng cho roto	66
Hình 3-26 Dùng palăng kéo roto vào vị trí trước khi tháo.....	67
Hình 3-27 Lắp dẫn hướng vào trục phía máy nén	67
Hình 3-28 Đưa vỏ đường khí vào đúng vị trí và siết bulong	68
Hình 3-29 Đưa ổ bi vào đúng vị trí lắp ghép	68
Hình 3-30 Lắp phe hãm và đai ốc cố định	69
Hình 3-31 Lắp thiết bị hút dầu bôi trơn cho ổ bi	69
Hình 3-32 Lắp ổ bi vào phía máy nén.....	70
Hình 3-33 Cố định đai ốc và đo khe hở “k” bằng thước kẹp.....	70
Hình 3-34 Đo độ đảo của đĩa bôi trơn của ổ bi.....	71
Hình 3-35 Lắp vành kín, đưa dầu bôi trơn vào khoang dầu	71
Hình 3-36 Lắp phin lọc, tiêu âm	72

Hình 3-37 Khe hở dọc trục K, L, M của tuabin	73
Hình 3-38 Đo khe hở K_1 của tuabin.....	74
Hình 3-39 Đo khe hở K_2 của tuabin.....	75
Hình 3-40 Vỏ ngoài của tuabin VTR 564.....	80
Hình 3-41 Trục của tuabin tăng áp VTR 564.....	82
Hình 3-42 Kiểm tra độ đảo của trục roto phía máy nén.....	84
Hình 3-43 Kiểm tra độ đảo của trục roto phía tuabin	85
Hình 3-44 Cánh máy nén bị ăn mòn, gãy và biến dạng	86
Hình 3-45 Cánh máy bị nứt, gãy bên phía máy nén	86
Hình 3-46 Bánh cánh bị nứt, mẻ cánh bên phía tuabin.....	87
Hình 3-47 Kiểm tra độ đồng tâm của trục	95
Hình 3-48 Gia nhiệt trước khi thực hiện mài để cân bằng.....	96
Hình 3-49 Tiến hành mài trục để cân bằng.....	96

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1 - Bảng giá trị cho phép M, L của nhà sản xuất	75
Bảng 2 - Độ nhớt ở 50^0C	97
Bảng 3 - Số lượng dầu dùng cho tuabin.....	97

DANH MỤC SƠ ĐỒ

Sơ đồ 1 - Sơ đồ biến thiên các thông số trong máy nén ly tâm	43
Sơ đồ 2 - Sơ đồ khối quá trình tháo tuabin	45
Sơ đồ 3 - Sơ đồ khối quá trình lắp ráp tuabin VTR 564	64

Lời mở đầu

Thiết kế luận văn tốt nghiệp là công việc cuối cùng được giao cho sinh viên trường Đại Học Giao Thông Vận Tải Thành Phố Hồ Chí Minh. Việc làm này giúp cho sinh viên hiểu sâu hơn một vấn đề cụ thể trong ngành. Quá trình thực hiện luận văn sẽ giúp cho sinh viên tự tổng hợp lại kiến thức từ cơ sở cho đến chuyên ngành đã học. Trên cơ sở đó sinh viên sẽ tìm ra cách giải quyết vấn đề một cách tối ưu hơn. Động cơ đốt trong đã có lịch sử hình thành và phát triển hàng trăm năm, trong những năm gần đây cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, động cơ đốt trong tuy không thay đổi nhiều về nguyên lý hoạt động, nhưng nó đã luôn được hoàn thiện. Nhiều loại động cơ đời mới có tính năng kinh tế, kỹ thuật vượt trội đã ra đời với việc sử dụng tuabin khí xả để tăng áp cho động cơ diesel đã được phát triển khá rộng rãi.

Để tăng tính kinh tế và khả năng làm việc của động cơ đồng thời giảm thiểu các chất độc hại có trong khí thải, động cơ diesel ngày nay đều có lắp tuabin tăng áp. Do vậy việc nghiên cứu tìm hiểu sâu về động cơ diesel nói chung và tuabin tăng áp nói riêng là một việc làm rất cần thiết. Tuy nhiên, trong những năm gần đây với tình hình kinh tế không ổn định, kinh tế Việt Nam chúng ta cũng đang gặp nhiều khó khăn, vì vậy việc đầu tư cho công nghiệp đóng tàu, vận tải biển vẫn còn hạn chế. Nhiều đội tàu của chúng ta hiện nay đã có độ tuổi khai thác khá cao, các máy móc và trang thiết bị thường bị hư hỏng. Chính vì vậy, việc nghiên cứu để lập ra một quy trình sửa chữa thay thế cho mỗi thiết bị của tàu trước khi đưa vào sửa chữa cho phù hợp với trình độ kỹ thuật và trang thiết bị của nhà máy, nhằm đảm bảo chất lượng sửa chữa, hạ giá thành là vấn đề hết sức quan trọng.

Trường Đại Học Giao Thông Vận Tải Thành Phố Hồ Chí Minh là trường chuyên đào tạo kỹ sư tàu thủy nói chung và kỹ sư chuyên ngành thiết bị năng lượng tàu thủy nói riêng, có nhiệm vụ thiết kế, trang trí hệ thống động lực tàu thủy, bản thân em là sinh viên chuyên ngành thiết bị năng lượng tàu thủy, sau khi được đào tạo tại trường, nhằm củng cố và nâng cao kiến thức về tăng áp cho động cơ diesel, em đã chọn cho mình và được các thầy khoa Máy Tàu Thủy giao cho đề tài: **“Xây dựng quy trình bảo dưỡng tuabin tăng áp VTR 564 tàu Pacific Pearl”**.

Bằng những kiến thức đã học tập, và được sự giúp đỡ tận tình của các thầy cô trong khoa Máy tàu thủy và các bạn sinh viên khác; sau 3 tháng, em đã hoàn thành được đề tài tốt nghiệp của mình. Cuối cùng, em xin gửi lời cảm ơn chân thành nhất tới tất cả các thầy cô trong ngành, trong khoa và các bạn sinh viên khác đã tận tình giúp đỡ để em hoàn thành tốt được bài luận văn này. Đặc biệt cho em gửi lời cảm ơn sâu sắc tới thầy **PGS.TS.MT LÊ HỮU SƠN** đã tận tình chỉ bảo và giúp đỡ em trong suốt thời gian em làm luận văn. Mặc dù đã cố gắng hết sức tuy nhiên trong thời gian và trình độ có hạn bài luận văn của em không thể tránh khỏi được những sai sót, em rất mong được sự thông cảm của các thầy cô và toàn thể các bạn đọc!

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI VÀ TÀU PACIFIC PEARL

1.1 Mục đích và nhiệm vụ của đề tài

Từ những kiến thức lý thuyết và thực tế đã được học, đề tài của em sẽ xây dựng nên một quy trình bảo dưỡng cho tuabin VTR 564 một cách đầy đủ, chính xác, đơn giản dễ thực hiện, tiết kiệm thời gian và chi phí nhưng vẫn đảm bảo việc tăng áp của tuabin cho động cơ diesel chính. Ngoài ra, việc thực hiện đề tài này cũng giúp cho em củng cố lại những kiến thức đã học và học hỏi thêm được rất nhiều kiến thức mới, những bài học kinh nghiệm quý báu, giúp ích cho công việc thực tế của em sau này khi ra trường.

1.2 Tính cấp thiết của đề tài

Động cơ đốt trong có những bước phát triển thăng trầm do nhiều nguyên nhân khác nhau. Ví dụ, người ta hy vọng vào một nguồn động lực khác có các đặc tính mới tốt hơn hoặc lo sợ về sự cạn kiệt của nguồn nhiên liệu được biểu hiện ở cuộc khủng hoảng vào những năm 70 của thế kỷ XX. Thêm vào đó là vấn đề ô nhiễm do nó gây ra đối với môi trường và sức khỏe của con người. Tuy nhiên, những bước phát triển kỳ diệu, vượt bậc trong nghiên cứu chế tạo động cơ xăng cũng như động cơ diesel đã đánh bại mọi nghi ngờ về sự tồn tại và phát triển của nó. Nhờ những ưu điểm vượt trội về nhiều mặt, đặc biệt là hiệu suất cao trong phạm vi công suất rộng, làm việc ổn định nên động cơ đốt trong ngày nay chiếm ưu thế tuyệt đối trong mọi lĩnh vực như vận tải đường bộ, đường thủy, phát điện dự phòng,...

Lịch sử phát triển ngành động cơ đốt trong luôn gắn liền với lịch sử phát triển hệ thống tăng áp của nó. Ngày nay, động cơ diesel có nhu cầu tăng áp rất lớn và được áp dụng với hầu hết các hình thức tăng áp cũng như tổ hợp của nhiều hình thức tăng áp. Thành tựu tăng áp cho động cơ diesel là thành tựu tăng áp đáng kể nhất cho động cơ đốt trong. Nhằm mục đích tăng công suất cho động cơ đốt trong người ta phải tìm cách tăng khối lượng nhiên liệu cháy ở một đơn vị dung tích xi lanh trong một đơn vị thời gian, tức là tăng khối lượng nhiệt phát ra trong một không gian và thời gian cho trước. Vậy muốn tăng công suất người ta phải tăng khối lượng nhiên liệu đốt cháy trong một đơn vị thời gian bằng cách thay đổi các thông số còn lại như sau:

- Tăng số chu trình trong một đơn vị thời gian bằng cách tăng số vòng quay n của động cơ, nhưng khi tăng số vòng quay thì tốc độ trung bình của piston và phụ tải quán tính cũng tăng theo, nên giảm hiệu suất cơ giới và tăng độ mài mòn các chi tiết chuyển động tương đối với nhau, đồng thời khi tăng số vòng quay thì kéo theo phải tăng chất lượng nhiên liệu, dầu bôi trơn, tăng độ ồn, rung động của động cơ vì thế khi tăng số vòng quay của động cơ đốt trong sẽ gây khó khăn cho việc thực hiện các quá trình, đặc biệt là quá trình cháy; do đó mà biện pháp này không hợp lý.
- Thay đổi số kỳ từ 4 kỳ thành 2 kỳ. Nhờ tỉ số của kỳ sinh công so với vòng quay của động cơ 2 kỳ gấp đôi của động cơ 4 kỳ nên có thể tăng nhiệt lượng giải phóng trong một đơn vị thời gian, nhưng thực tế công suất động cơ hai kỳ lớn hơn động cơ 4 kỳ khoảng 50% đến 70%.
- Tăng dung tích công tác V_h hoặc số xi lanh i sẽ kéo theo kích thước, thể tích, trọng lượng của động cơ tăng. Hiện nay, động cơ một hàng xi lanh có tới 12 xi lanh, động cơ cao tốc chữ V có tới 16 xi lanh. Nếu tăng số xi lanh nhiều hơn nữa sẽ làm cho số chi tiết của động cơ tăng lên quá nhiều (50.000 đến 100.000 chi tiết) làm giảm độ cứng vững của hệ trục khuỷu. Do đó, một mặt làm giảm độ tin cậy và độ an toàn trong quá trình làm việc của động cơ. Mặt khác, việc bảo dưỡng, sửa chữa và sử dụng thêm phức tạp.
- Việc dùng các biện pháp cải tiến và điều chỉnh chính xác các thông số cấu tạo và thông số điều chỉnh động cơ nhằm tăng hiệu suất chi thị, hiệu suất cơ giới và hệ số nạp cũng chỉ có thể làm cho công suất có ích của động cơ tăng lên rất ít.
- Tăng khối lượng không khí nạp vào xi lanh bằng cách tăng khối lượng riêng của không khí. Muốn vậy phải tiến hành nén môi chất nạp trước khi đưa vào xi lanh, tức là tăng áp suất của môi chất nạp. Do khối lượng nạp vào xi lanh tăng nên người ta có thể tăng thêm nhiên liệu để đốt cháy trong dung tích đó. Như vậy, cho ta khả năng tăng lượng nhiệt phát ra trong dung tích cho trước. Biện pháp làm tăng khối lượng riêng của môi chất trước khi nạp vào động cơ bằng cách tăng áp suất của nó được gọi là tăng áp cho động cơ.

Động cơ diesel luôn là trái tim của một con tàu và làm thế nào để cho động cơ diesel làm việc có hiệu suất cao là một vấn đề rất quan trọng. Để động cơ diesel hoạt động với công suất lớn hơn thì cần rất nhiều biện pháp như trên và một trong những biện pháp quan trọng, phổ biến nhất không thể thay thế đó là tăng áp cho động cơ, bằng việc sử dụng một tuabin khí xả để tận dụng dòng khí xả của động cơ làm quay máy nén, lượng không khí nạp vào động cơ tăng lên nhờ được nén trong máy nén và được làm mát trước khi đưa vào động cơ.

Mục đích cơ bản của tăng áp cho động cơ đốt trong là làm cho công suất của nó tăng lên. Nhưng đồng thời tăng áp cho phép cải thiện một số chỉ tiêu sau:

- Giảm thể tích toàn bộ của động cơ đốt trong ứng với một đơn vị công suất.
- Giảm trọng lượng riêng của toàn bộ động cơ ứng với một đơn vị công suất.
- Giảm giá thành sản xuất ứng với một đơn vị công suất.
- Hiệu suất của động cơ tăng, đặc biệt là tăng áp bằng tuabin khí và do đó suất tiêu hao nhiên liệu giảm.
- Có thể làm giảm lượng khí thải độc hại.
- Giảm độ ồn của động cơ.

Với bộ tăng áp tuabin khí tận dụng năng lượng khí xả để dẫn động máy nén tăng áp thì hiệu suất của động cơ tăng áp cao, nâng cao công suất và giảm ô nhiễm môi trường. Do vậy với loại tăng áp này thì hiện nay dùng rất phổ biến trên các loại phương tiện giao thông vận tải.

Tuy nhiên việc sử dụng dòng khí thải có nhiệt độ rất cao sau khi ra khỏi động cơ để làm công chất quay tuabin là một vấn đề khá phức tạp. Do đó việc tuabin tăng áp phải làm việc trong một điều kiện nhiệt độ và vòng quay rất lớn nếu không được bảo dưỡng và kiểm tra định kỳ thường xuyên thì thường gây ra các hư hỏng cho tuabin và ảnh hưởng trực tiếp tới việc tăng công suất cho động cơ.

Hơn nữa, ở Việt Nam chúng ta hiện nay, việc thực hiện bảo dưỡng và thay thế hư hỏng cho tuabin khí xả đang gặp khá nhiều khó khăn, một phần là do điều kiện kỹ

thuật và các phụ tùng cho chính tuabin đó của chúng ta đang còn hạn chế và một phần lớn nữa là do chúng ta chưa xây dựng được một quy trình bảo dưỡng thích hợp và hoàn chỉnh. Do vậy, khi thực hiện còn mắc nhiều sai sót gây ảnh hưởng xấu đến quá trình khai thác sau này của tuabin tăng áp, làm giảm tuổi thọ của nó cũng như ảnh hưởng rất xấu đến quá trình tăng áp cho động cơ diesel.

Vì vậy, để đáp ứng khả năng làm việc lâu dài và độ tin cậy khi khai thác của tuabin khí xả thì việc xây dựng nên một quy trình bảo dưỡng, sửa chữa thay thế cho tuabin khí xả là rất quan trọng và cần thiết đối với tuabin nói riêng; đồng thời đảm bảo cho động cơ diesel làm việc một cách hiệu quả nhất. Bởi những lý do trên nên em đã quyết định chọn cho mình đề tài tốt nghiệp là: **“Xây dựng quy trình bảo dưỡng tuabin tăng áp VTR 564 tàu Pacific Pearl”**.

1.3 Phương pháp nghiên cứu

Dựa vào những kiến thức chuyên ngành đã được học về lý thuyết chung của các môn học cơ sở và lý thuyết tăng áp của động cơ diesel tàu thủy, đặc điểm kết cấu chung của một tuabin tăng áp động cơ diesel, quy trình chung của việc bảo dưỡng, thay thế, sửa chữa tuabin tăng áp cho động cơ diesel..., cùng với những kiến thức thực tế mà bản thân tích lũy được sau những lần được thực tập. Từ những kiến thức thu thập được về tuabin tăng áp và quy trình bảo dưỡng, sửa chữa tuabin VTR 564 qua cuốn sách vận hành bảo dưỡng dòng tuabin VTR của nhà sản xuất ABB và trên các trang web về tuabin tăng áp cho động cơ diesel.

Đặc biệt dưới sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo PGS.TS. LÊ HỮU SƠN đã cho em rất nhiều kiến thức bổ ích về lý thuyết cũng như thực tế để hoàn thành đề tài này.

1.4 Các kết quả đạt được của đề tài

Đề tài có ý nghĩa khoa học và thực tiễn, nghiên cứu và làm rõ được quy trình bảo dưỡng và sửa chữa cho dòng tuabin tăng áp VTR nói chung mà cụ thể hơn là tuabin khí xả VTR 564 tăng áp cho động cơ diesel 5RTA52U chính tàu container pacific pearl nói riêng. Đề tài có thể làm tài liệu tham khảo cho các sinh viên ngành “Thiết bị năng

lượng tàu thủy” cũng như có thể được ứng dụng có chọn lọc và cải tiến cho phù hợp với điều kiện thực tế tại các nhà máy, xưởng sửa chữa tuabin tăng áp cho động cơ diesel tàu thủy.

1.5 Tổng quan tàu Pacific Pearl

1.5.1 Giới thiệu về tàu Pacific Pearl

Tàu Pacific Pearl của hãng tàu Gemadept được đóng năm 1997 tại nhà máy đóng tàu Malaysia S&E, mang quốc tịch Panama, đây là một trong các con tàu lớn trong đội tàu của Gamadept. Tàu được thiết kế trang bị một động cơ Diesel chính của hãng Sulzer, kiểu 2 kỳ truyền động trực tiếp cho 01 hệ trục chân vịt.

1.5.2 Các thông số chính của tàu

❖ Kích thước:

- Chiều dài toàn tàu (Max) : 156,4m
- Chiều dài giữa 2 đường vuông góc : 132,8 m
- Chiều rộng thiết kế : 22,7 m
- Chiều cao mạn : 7,5 m
- Mớn nước thiết kế : 8,36m
- Mớn nước tính theo sức bền của tàu : 8,85m

❖ Trọng tải:

- Trọng tải đường nước thiết kế (DWT) : 11064
- Tổng dung tích GT : 8957

❖ Tốc độ tàu:

- Tốc độ khi không tải : 21,2 hải lí/giờ
- Tốc độ khi toàn tải : 17 hải lí/giờ

- Mức độ tiêu thụ FO : 19,5 tấn/ ngày
- Tầm hoạt động : 18000 hải lí

❖ **Máy chính:** Sulzer - 5RTA52U

- Công suất : 7800 kW
- Vòng quay : 128 vòng/phút

1.5.3 Tổng quan về trang trí động lực trên tàu

❖ **Bố trí buồng máy:**

Buồng máy được bố trí từ sườn 10 (Sn10) đến sườn 35 (Sn35). Lên xuống buồng máy bằng 6 cầu thang chính (2 cầu thang tầng 1, 2 cầu thang tầng 2 và 2 cầu thang tầng 3) và 1 cầu thang sự cố.

Trong buồng máy lắp đặt 1 máy chính và các thiết bị phục vụ hệ thống động lực, hệ thống ống toàn tàu. Điều khiển các thiết bị được thực hiện tại chỗ trong buồng máy. Điều khiển máy chính được thực hiện tại chỗ trong buồng máy hoặc từ xa trên buồng lái. Một số bơm chuyên dụng có thể điều khiển từ xa trên boong chính như bơm vận chuyển dầu đốt, bơm nước vệ sinh, sinh hoạt,...

Buồng máy có các kích thước chính:

- Chiều dài : 18,75 m
- Chiều rộng trung bình : 20,8 m
- Chiều cao trung bình : 10,90 m

Tàu được bố trí 1 hệ trục đặt trong mặt phẳng dọc tâm tàu, hệ trục được đặt song song và cách mặt phẳng cơ bản (đường cơ bản) 3300 mm. Hệ trục bao gồm 1 đoạn trục chong chóng, với tổng chiều dài 3982 mm và 01 đoạn trục trung gian với tổng chiều dài 4700 mm.

Trục chong chóng kết cấu bích liền, được đặt trên hai gối đỡ được làm bằng hợp kim bạc babit. Hai gối đỡ này được bố trí trong ống bao trục, được lắp với ống

bao bằng phương pháp đổ nhựa, bôi trơn và làm mát gói bằng dầu. Trục trung gian kết cấu bích liền, được đặt trên hai gối đỡ bằng bạc babit bôi trơn và làm mát bằng dầu. Trục chong chóng và trục trung gian được chế tạo bằng thép rèn 45 (KSF45).

- **Máy chính**

Thông số của máy chính:

– Số lượng	: 01
– Kiểu máy	: 5RTA52U
– Hãng sản xuất	: SUZEL
– Công suất định mức, [H]	: 7800 kW
– Vòng quay định mức, [N]	: 138 rpm
– Số kỳ, [τ]	: 02
– Số xy-lanh, [Z]	: 05
– Đường kính xy-lanh, [D]	: 520 mm
– Hành trình piston, [S]	: 1800 mm
– Khối lượng động cơ [G]	: 210000 Kg
– Chiều dài bao lớn nhất [Le]	: 6085 mm

- **Thiết bị kèm theo máy chính**

– Bơm LO bôi trơn máy chính	: 02 cụm
– Bơm nước ngọt làm mát	: 02 cụm
– Bơm nước biển làm mát	: 01 cụm
– Bơm tuần hoàn dầu FO	: 02 cụm
– Bơm dầu FO	: 02 cụm

– Bầu làm mát dầu nhòn	: 01 cụm
– Bầu làm mát nước ngọt	: 01 cụm
– Các bầu lọc	: 01 cụm
– Máy nén khí	: 02 cụm
– Bình chứa khí nén khởi động	: 02 bình
– Tuabin khí xả VTR 564	: 01
– Điều tốc	: 01
– Bầu tiêu âm	: 01 cụm

❖ Tổ máy phát điện

• Diesel lai máy phát

Diesel lai máy phát có ký hiệu 6N165L-EN do hãng YANMAR (JAPAN) sản xuất, là diesel 4 kỳ tác dụng đơn, một hàng xy-lanh thẳng đứng, tăng áp, làm mát gián tiếp hai vòng tuần hoàn, bôi trơn áp lực tuần hoàn kín, khởi động bằng điện DC 24V.

– Số lượng	: 02
– Kiểu máy	: 6N165L-EN
– Hãng (Quốc) sản xuất	: YANMAR JAPAN
– Công suất định mức, [Ne]	: 480 kW
– Vòng quay định mức, [n]	: 1200 rpm
– Số kỳ, [τ]	: 04
– Số xy-lanh, [Z]	: 06
– Thứ tự nổ	: 1-4-2-6-3-5

• **Máy phát điện**

– Số lượng	: 02
– Hãng sản xuất	: TAIYO JAPAN
– Kiểu	: TWY40L-6 (3 pha)
– Công suất máy phát	: 600 kVA
– Vòng quay máy phát	: 1200 rpm
– Điện áp	: 450 V
– Cường độ	: 770 A
– Tần số	: 60 Hz
– Trọng lượng	: 1900 kg

❖ **Các thiết bị động lực khác**

1. Tổ bơm chữa cháy	: số lượng 01
2. Tổ bơm cứu hoả và hút khô	: số lượng 01
3. Tổ bơm dầu nhờn bôi trơn máy chính	: số lượng 02
4. Tổ bơm vận chuyển dầu DO	: số lượng 01
5. Tổ bơm vận chuyển dầu FO	: số lượng 01
6. Tổ bơm nước biển làm mát máy chính	: số lượng 02
7. Tổ bơm nước biển phục vụ sinh hoạt	: số lượng 01
8. Bơm vận chuyển dầu LO	: số lượng 01
9. Bơm phụt hút kết nước thải vệ sinh	: số lượng 01
10. Bơm hút cặn	: số lượng 01
11. Bơm nước ngọt làm mát máy chính	: số lượng 01

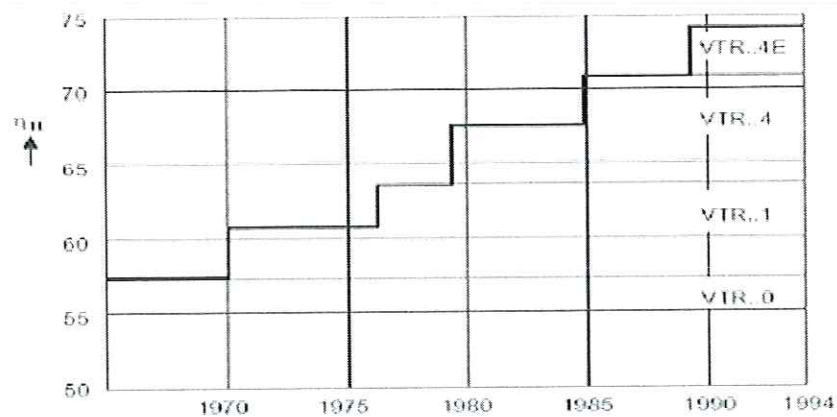
- | | |
|--------------------------------------|---------------|
| 12. Bơm dầu FO | : số lượng 02 |
| 13. Tổ bơm nước ngọt phục vụ máy đèn | : số lượng 03 |
| 14. Bơm cấp nước nồi hơi | : số lượng 02 |
| 15. Tổ quạt thông gió buồng máy | : số lượng 03 |
| 16. Tổ máy nén khí | : số lượng 03 |

...

CHƯƠNG 2: KẾT CẤU TUABIN VTR 564

2.1 Tổng quan về tuabin hãng ABB

Hệ thống tuabin ABB cơ sở chính tại Thụy sĩ qua BBC (Brown Boveri), có mối liên quan chặt với bước đi tiên phong của sự phát triển tuabin tăng áp tiến hành bởi Alfred Buchi và các áp dụng trong ngành máy tàu thủy của tuabin tăng áp. Alfred Buchi đã ứng dụng tăng áp từ năm 1905 nhưng thực sự tăng áp mới trở nên mạnh mẽ từ sau đại chiến thế giới lần I (trong những ngày đầu tiên thì tuabin tăng áp được áp dụng cho ngành hàng không), từ đó tuabin tăng áp thực sự dùng cho tàu thủy. Năm 1925 con tàu đầu tiên Preussend and Hansestadt Danzig có sử dụng tuabin tăng áp khí xả cho động cơ 4 kỳ, hãng MAN, 10 xilanh đã tăng công suất từ 1250 kW (nạp khí tự nhiên) lên 1840 kW khi sử dụng tuabin tăng áp của BBC. - Năm 1944 BBC đã cho ra đời tuabin seri VTR.0 và từ đó đã sẵn sàng cung cấp tuabin tăng áp lắp đặt cho các động cơ có công suất nằm trong khoảng 370 kW tới 12700 kW. Cho tới lúc đó cũng chỉ áp dụng tuabin tăng áp cho động cơ 4 kỳ. Để thay thế bơm quét gió tăng áp động cơ 2 kỳ, lúc này người ta phải ứng dụng tuabin tăng áp xung lực. Năm 1952 hệ thống tăng áp này đã ứng dụng thành công trên tàu Đan Mạch Dorthe Maesk sử dụng động cơ 2 kỳ hãng MAN B&W nâng công suất động cơ lên 5520 kW nhờ tuabin VTR 630.



Hình 2-1 Hiệu suất toàn bộ của các tuabin tăng áp ABB dòng VTR

Một loạt seri (hình 2-1) đã mô tả về hiệu suất toàn bộ của các thể hệ tuabin tăng áp ABB dòng VTR; cho thấy việc sử dụng tuabin tăng áp loại VTR trên động cơ diesel 4 kỳ và 2 kỳ tăng lên rất nhanh từ những năm 1950. Hiệu suất 74,7 % đã giành

được bởi tuabin VTR 714E năm 1989 (tương phản với hiệu suất 50-55% của các tuabin tăng áp của những năm 1950); và loại VTR 304P đã đạt được tỷ số áp suất 5:1 vào 1991. Bên cạnh cải thiện đặc tính tuabin tăng áp các nghiên cứu phát triển của hãng đã tăng cường khả năng tạo điều kiện phục vụ cho việc đốt nhiên liệu nặng của động cơ và sự làm việc tại chế độ tải nặng nề vẫn đảm bảo đủ tin cậy cho động cơ làm việc.

- Seri VTR: được thiết kế hoạt động với các động cơ tạo nên công suất khoảng 700 kW tới 18500 kW ứng với mỗi tuabin tăng áp.
- Seri VTC: đặc biệt được ưa chuộng tại nơi việc liên hợp thành khối yêu cầu, phục vụ các động cơ cung cấp công suất 100 kW tới 3200 kW mỗi tuabin.
- Seri RR: chủ yếu áp dụng cho các động cơ cao tốc và trung tốc có công suất nằm trong khoảng 500 kW và 1800 kW ứng với mỗi tuabin.
- Seri TPS: Thế hệ mới thuộc dòng tuabin tăng áp nhỏ
- Seri TPL: Thế hệ mới dòng tuabin tăng áp lớn, chi tiết xem trong phần cuối.

Tuabin động lực NTC: Sử dụng năng lượng khí xả lớn trích từ đường góp để tăng hiệu suất của động cơ.

2.2 Tuabin khí xả VTR 564

Tuabin VTR 564 là tuabin khí xả của được liên kết sản xuất bởi IHI và ABB trước đây gọi là Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co, Ltd . Công ty IHI là một công ty tại Nhật bản chuyên sản xuất động cơ tàu thủy, hàng không , máy móc công nghiệp , nhà máy điện nồi hơi, tuabin tăng áp cho động cơ.

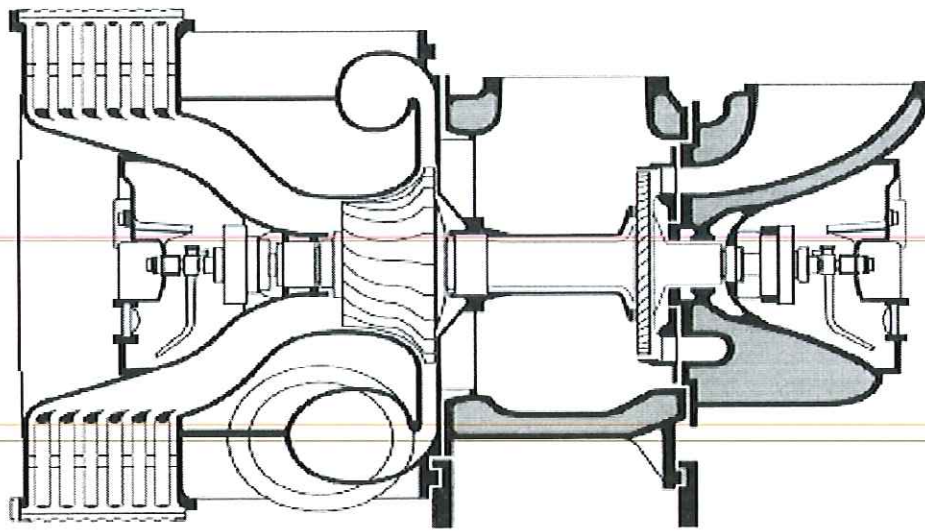
- Tuabin khí xả VTR 564 là loại tuabin được lắp đặt để tăng áp cho động cơ diesel chính 5RTA52U của SUZEL.
- Tuabin được chế tạo với một tuabin hướng trục và máy nén ly tâm hướng kính với tốc độ quay lớn nhất có thể đạt là $n_{max} = 30000$ (vòng/phút), nhiệt độ dòng khí xả khi vào tuabin có thể đạt tới $t_{max} = 620$ °C. Về cấu tạo tuabin VTR 564

bao gồm có hai phần chủ yếu là tuabin và máy nén ly tâm được nối với nhau đồng trục, bên cạnh đó tuabin còn có các cơ cấu phụ như ổ đỡ trục, thiết bị làm kín, ống phun và được bố trí một hệ thống bôi trơn, hệ thống làm mát riêng. Trọng lượng của tuabin VTR 564 khá lớn khoảng 6500 kg.

- Tuabin seri VTR 564 được lắp đặt ở dạng tuabin hướng trục và máy nén hướng kính. Kết hợp những chiều cao cánh tuabin khác nhau với một số lớn các cánh hướng khác biệt (ống phun) cũng như bề rộng của cánh máy nén khác nhau và sự thay đổi tương ứng của các vành khuyếch tán đã tạo điều kiện phù hợp tối ưu giữa động cơ diesel và các đặc tính hoạt động của tuabin tăng áp.

Hệ thống tuabin ABB còn khuyến cáo người sử dụng dùng các ổ đỡ chống ma sát tự bôi trơn nhằm giảm ma sát tăng cao hiệu suất cơ giới và các ưu thế khác khi khởi động động cơ và trong khi manơ điều động. Các lợi ích tăng thêm là khả năng kéo dài tuổi thọ dầu bôi trơn của loại ổ đỡ này. Bộ phận phân ly dầu trong hệ thống dầu bôi trơn kín của ổ đỡ chống ma sát tự bôi trơn đã tách mọi chất bẩn ra và đảm bảo bôi trơn liên tục bằng dầu sạch thậm chí ở cả khi nghiêng. Dầu tuabin được sử dụng có hiệu quả tích cực trong việc phục vụ lâu dài. Bên cạnh đó tuabin VTR 564 còn có các hệ thống phin lọc dầu và két dự trữ thường trực trong trường hợp bôi trơn khẩn cấp phải tiến hành.

Đường dẫn vào, ra và vỏ máy nén của tuabin tăng áp VTR 564 được làm tách riêng theo chiều thẳng đứng và được gắn lại với nhau bằng bulông. Ba phần vỏ tuabin và giá đỡ có thể quay đổi chỗ với nhau $15 \div 30^0$ để cho người thiết kế động cơ tự do gắn tuabin tăng áp vào động cơ. Hiện có nhiều phương án khác nhau về phần vỏ dẫn khí vào tuabin để thực hiện nhiều lựa chọn phù hợp với nhiều đường dẫn khí vào và các cách bố trí khác nhau. Do đó tạo ra sự phối hợp của tuabin tăng áp với các hệ thống nạp khí, loại động cơ (chữ V hay một hàng thẳng đứng) với số xilanh khác nhau một cách thuận lợi. Phần vỏ dẫn khí xả của tuabin VTR 564 nơi hứng chịu tác động của khí có nhiệt độ cao được làm mát cưỡng bức bằng nước để đảm bảo quá trình làm việc của tuabin. Do được làm mát cưỡng bức mà hiệu suất của tuabin VTR 564 cũng thấp hơn loại không được làm mát (*hình 2-2*).



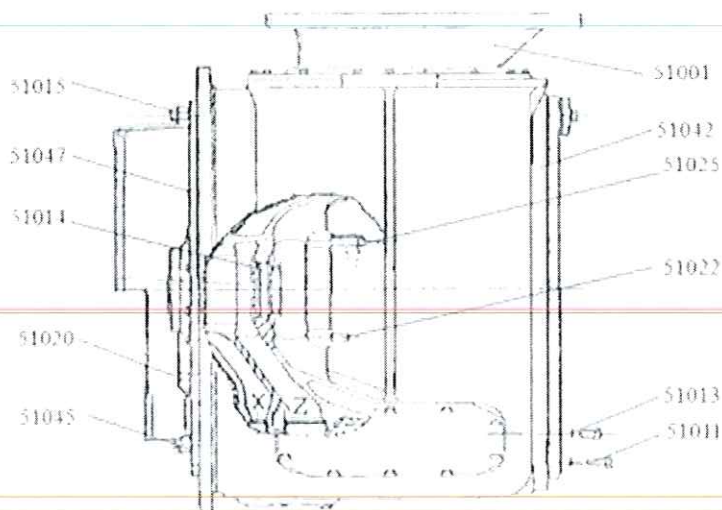
Hình 2-2 Làm mát tuabin VTR 564

Tất cả các ống dẫn khí hoàn toàn không làm mát và không tiếp xúc với nước làm mát ở bất kỳ điểm nào, tạo khả năng cao nhất có thể của việc khai thác tiếp theo lượng nhiệt hiện có (ví dụ, bộ tạo hơi cho mục đích sản xuất điện năng hoặc dịch vụ cho tàu). Độ tin cậy của tuabin được tăng lên nhờ cách bố trí bộ ổ đỡ ở đầu tuabin, và được làm mát bằng một lượng nước nhỏ, giúp nhiệt độ dầu bôi trơn giảm đi. Việc làm mát đồng thời phía vách của vỏ ngoài đường khí ra tạo cho nó khả năng giữ nhiệt độ của toàn bộ bề mặt trong giới hạn được quy định bởi các hiệp hội đăng kiểm nhằm tránh hỏa hoạn và bảo vệ khỏi các tiếp xúc nguy hiểm gây tai nạn.

2.2.1 Đặc điểm cấu tạo phần tuabin của VTR 564

Phần chính bên phía tuabin hướng trục gồm: Vỏ cửa vào, vỏ cửa ra (vỏ giữa) vành miệng phun (ống phun), bánh cánh công tác...vv

2.2.1.1 Vỏ phần tuabin của VTR 564



Hình 2-3 Vỏ cửa vào bên phía tuabin VTR 564

51001- Đường khí xả vào

51015- Bulong hãm

51042- Vòng đệm kín

51047- Lò xo đàn hồi

51025- Bulong hãm

51014- Ống lót

51022- Bulong

51020- Tấm hãm

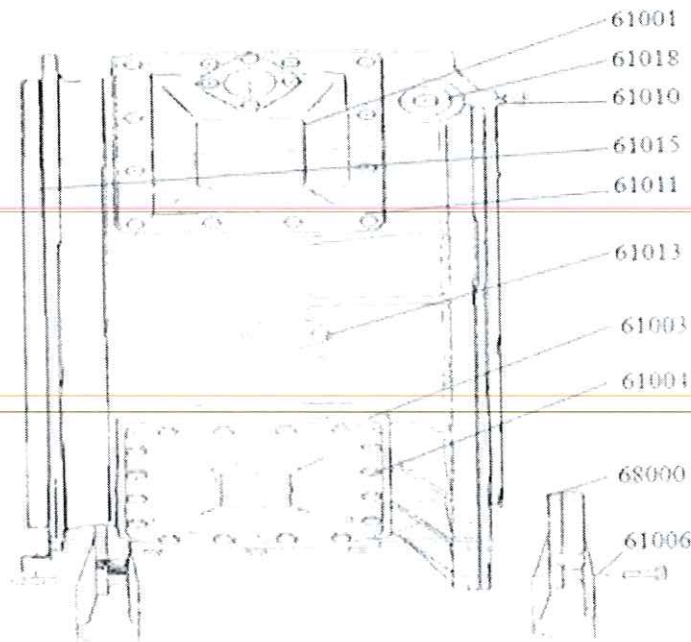
51013- Vòng đệm

51045- Bulong hãm

51011- Bulong hãm

- Vỏ cửa vào: Dùng để dẫn hướng sản vật cháy vào vành miệng phun (nozzle ring) và bánh công tác. Để giảm tổn thất của dòng chảy thì phần vỏ này được chế tạo với tiết diện ngang của đường dẫn được thay đổi từ từ và theo quy luật nhất định, ngoài ra mặt bên trong của vỏ còn được mài nhẵn, bóng và sạch. Vỏ cửa vào được chế tạo để dòng khí hướng trực và được làm mát cưỡng bức do đó mà vỏ cửa vào tránh được nhiệt độ cao cho ổ đỡ trực và làm tăng tuổi thọ của bạc trong của ổ đỡ. Tuy nhiên vỏ cửa vào của tuabin có cấu tạo khá phức tạp kích thước và trọng lượng đều lớn, mặt khác thành phần SO_2 trong sản vật cháy khi tiếp xúc với thành làm mát dễ gây ra axit và gây ra ăn mòn.

- Vỏ cửa ra (vỏ giữa): Là bộ phận đưa sản vật cháy sau khi ra khỏi bánh công tác ra ngoài về kết cấu cũng có yêu cầu là bề mặt phải bóng, phẳng, sạch và cũng được làm mát.



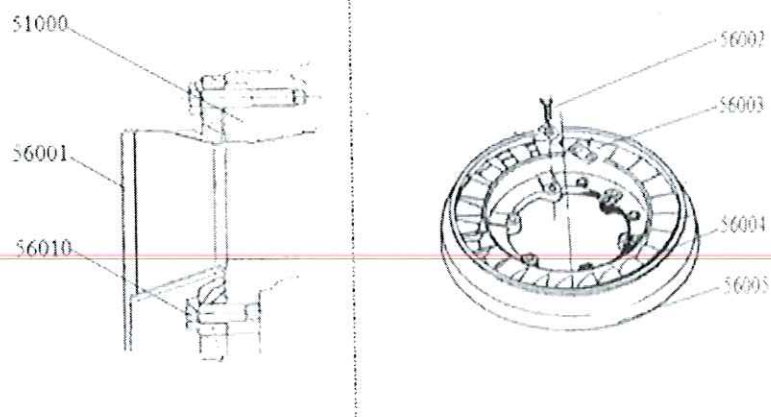
Hình 2-4 Vỏ giữa của tuabin VTR 564

61001- Đường khí xả ra	61003- Đệm kín
61018- Gioăng làm kín	61004- Bulong hãm
61010- Bulong hãm	68000- Giá đỡ tuabin
61015- Lò xo đàn hồi	61006- Vòng đệm
61011- Bích mù	61008- Bulong hãm
61013- Bulong hãm	

2.2.1.2 Ống phun của tuabin VTR 564

Bao gồm các cánh lắp giữa hai vành trong và vành ngoài tạo ra các đường thông nhỏ dẫn hướng trực giữa các cánh và các vành. Nhiệm vụ của ống phun là giúp sản vật cháy giãn nở trong rãnh và biến đổi một phần áp năng của sản vật cháy thành

động năng đi tới cửa ra của ống phun và làm tăng tốc độ của dòng khí xả trước khi vào cánh tuabin.



Hình 2-5 Kết cấu vành tăng áp (ống phun)

51000- Vỏ của tuabin

56003- Tấm khóa

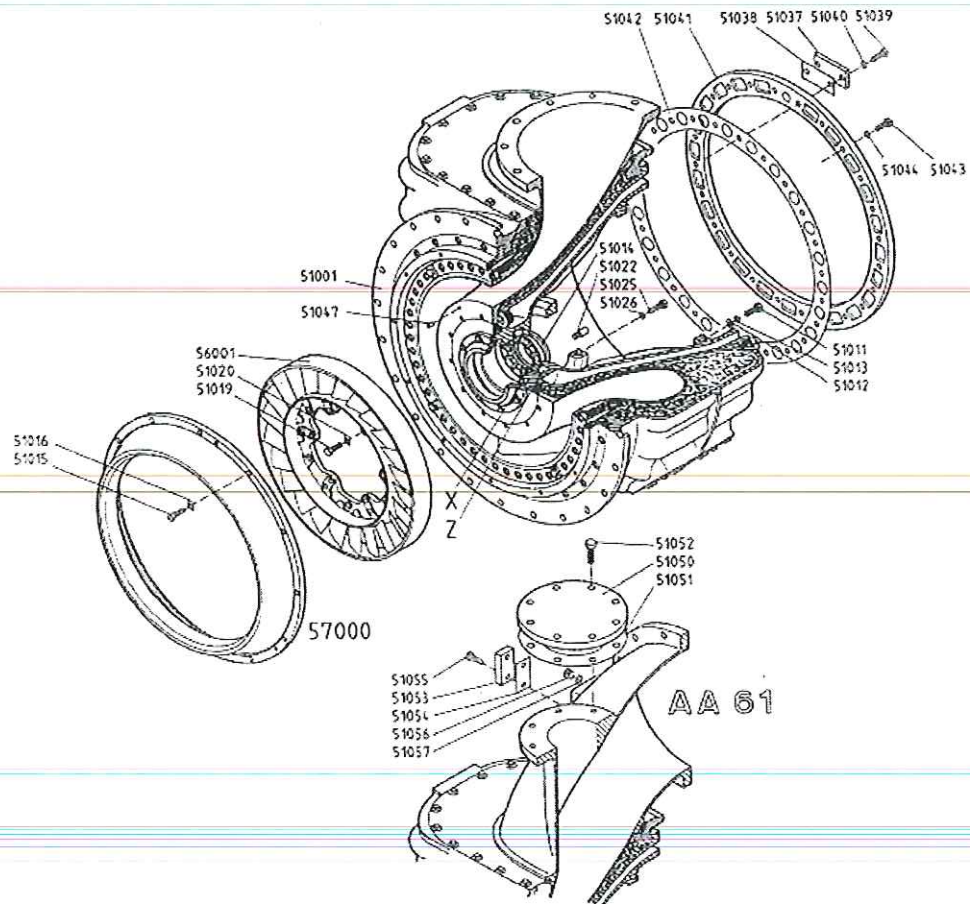
56001- Ống phun

56004- Cánh của vành tăng áp

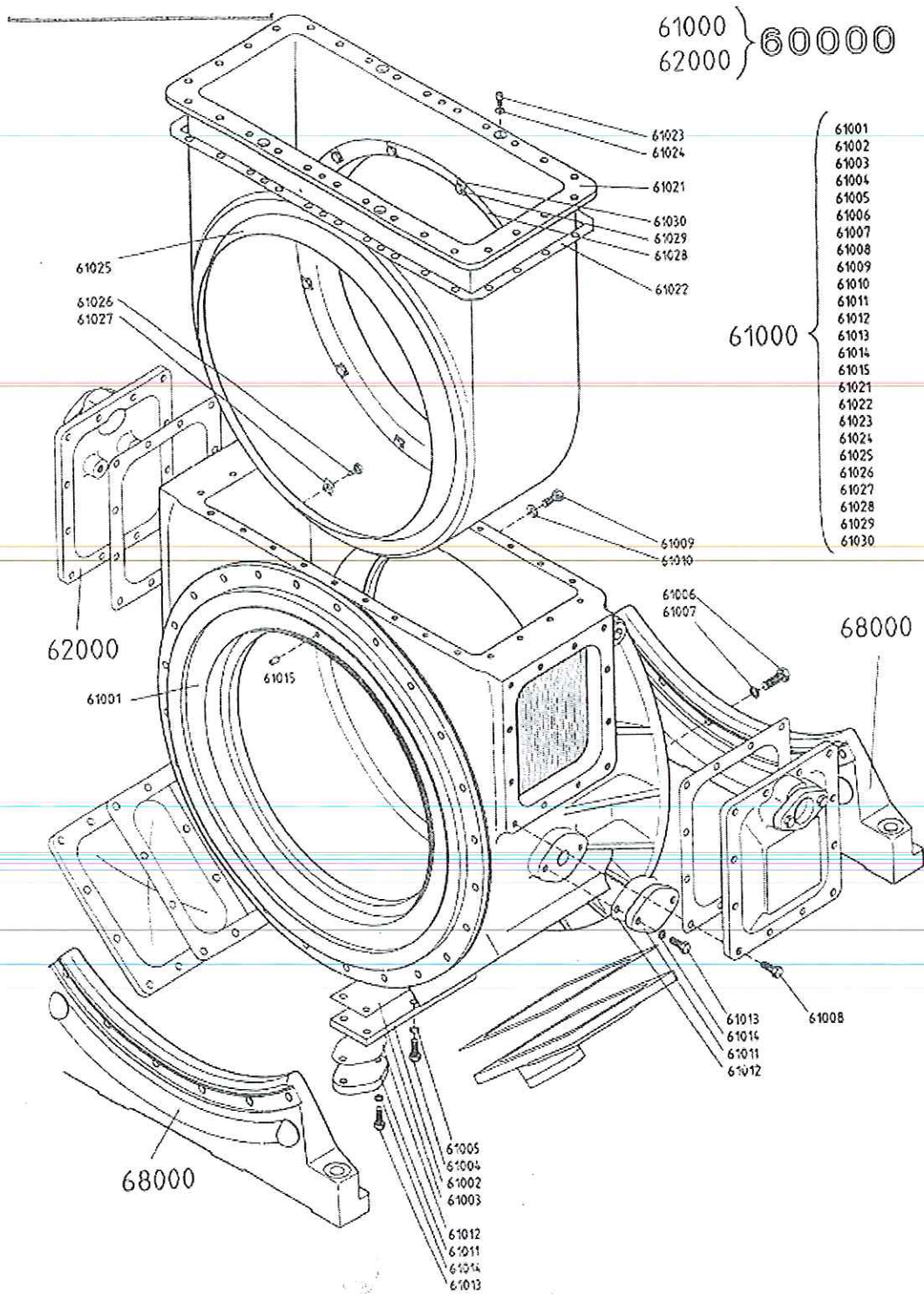
56010- Bulong hãm

56005- Vành ngoài

56002- Bulong hãm



Hình 2-6 Kết cấu vỏ và vành miệng phun của tuabin VTR 564



Hình 2-7 Kết cấu vỏ đường khí thải ra

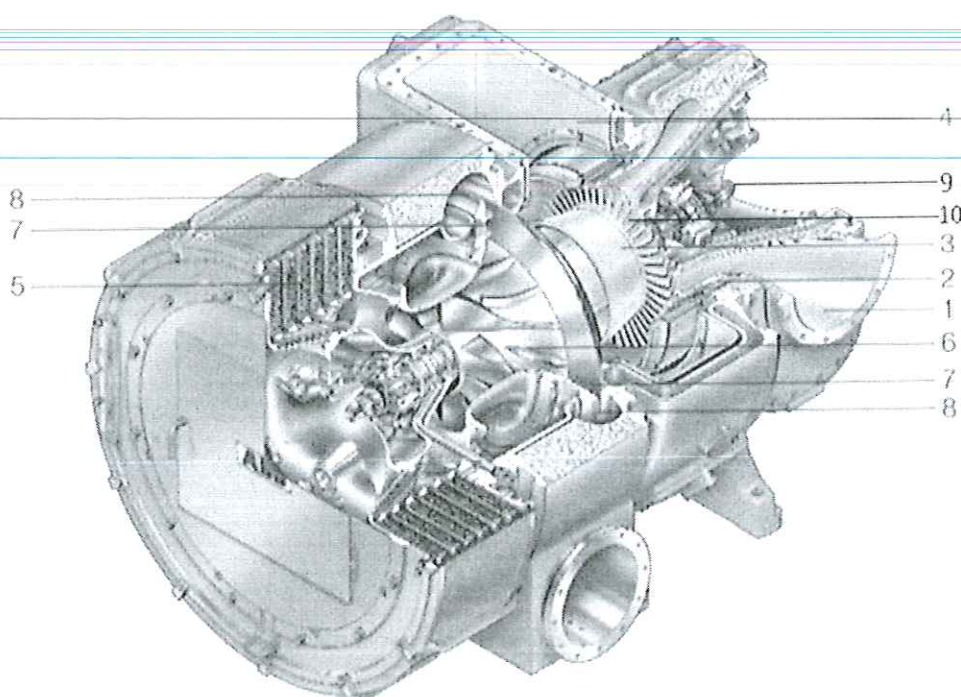
2.2.1.3 Bánh công tác phần tuabin của VTR 564

Về đặc điểm bánh cấu tạo công tác bên phía tuabin được cấu tạo bằng các cánh kim loại mỏng có độ cong được hàn cứng lên đĩa của bánh công tác, các cánh được sắp xếp để nhận xung lực từ sản vật cháy và biến chuyển động quay thành động năng để

tạo ra năng lượng truyền cho trục quay. Những cánh này được làm bằng hợp kim để hoạt động trong điều kiện nhiệt độ cao, tốc độ lớn liên tục nhận xung lực của sản vật cháy có tính ăn mòn mạnh nên bánh công tác là chi tiết chịu tác dụng lớn nhất về lực, nhiệt, dao động và ăn mòn trong tuabin. Ngoài ra để giảm độ rung cho cánh tuabin trong quá trình hoạt động người ta còn sử dụng một dây kim loại để liên kết giữa các cánh trên bánh công tác lại với nhau. Do có đặc điểm về chế tạo như thế nên bánh công tác chịu lực tốt, khối lượng và quán tính quay nhỏ tăng tốc nhanh còn cánh được lắp vuông góc với mặt đĩa và hơi uốn về phía sau nhằm nâng cao tần số cộng hưởng và giảm quán tính quay của bánh công tác.

2.3 Cấu tạo của tuabin VTR 564

Cấu tạo của chủ yếu của tuabin VTR 564 bao gồm tuabin hướng trục một tầng và máy nén ly tâm một tầng ngoài ra còn có các bộ phận khác như trục roto tuabin, ổ đỡ, ống phun, vành khuếch tán, bộ lọc giảm âm, và một số chi tiết khác nữa được giới thiệu trong (hình 2-3) dưới đây:



Hình 2-8 Hình cắt thể hiện kết cấu tuabin VTR 564

1. Đường khí xả vào tuabin

2. Ống phun

3. Trục roto

7. Vành khuếch tán

4. Đường khí xả ra tuabin

8. Đường xoắn ốc của vỏ máy nén

5. Phin lọc, giảm âm

9. Bơm dầu nhờn bôi trơn

6. Máy nén ly tâm

10. Cánh nhiệt tuabin

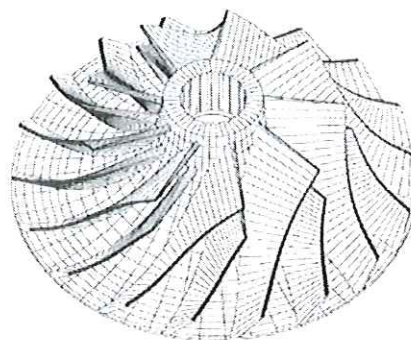
2.3.1 Đặc điểm cấu tạo phần máy nén của VTR 564

Phần máy nén ly tâm của tuabin VTR 564 gồm có: Vỏ của máy nén, đường ống dẫn, bánh công tác của máy nén, vành khuếch tán ...vv.

2.3.1.1 Bánh công tác của phần máy nén

Đường ống cửa vào dùng để dẫn hướng không khí đi vào bánh công tác đảm bảo dòng khí phân bố đều ít bị cản, đường ống dòng tuabin này thường làm hướng kính nên có cấu tạo khá phức tạp, nhưng nó được chế tạo để chuyển hướng dòng không khí nhằm làm tăng tính lưu động.

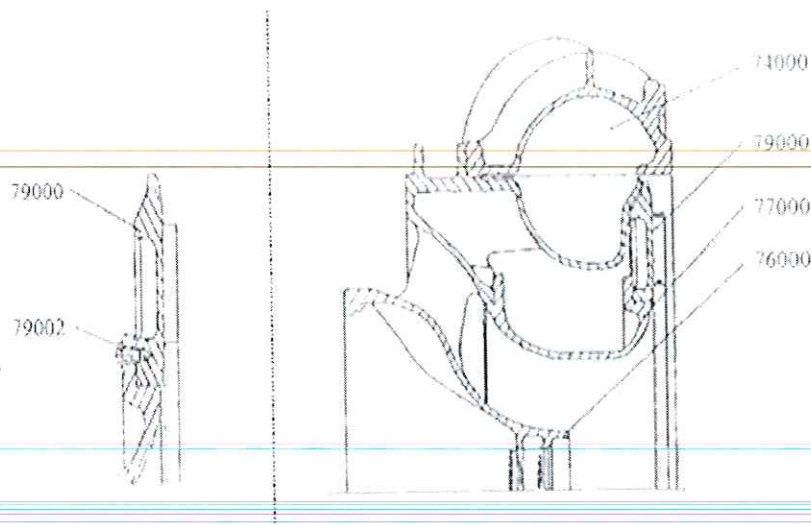
Bánh công tác của máy nén gồm hai phần là phần bánh dẫn hướng và phần bánh lắp các cánh. Phần dẫn hướng giúp cho việc chuyển dòng khí từ hướng trục sang hướng kính, rồi trong bánh lắp các cánh tạo ra các rãnh lên dòng chảy đi từ trong ra ngoài, công dẫn động máy nén được truyền cho không khí trong các rãnh cánh làm tăng áp suất, nhiệt độ, tốc độ dòng khí tại đây, cả hai phần này được làm chung trên một chi tiết và có cấu tạo nửa hờ khá đơn giản, độ cứng và cường độ khá tốt. Hình dạng của cánh là loại cánh uốn trước, nghiêng sau. Các cánh uốn phía trước có tác dụng làm tăng độ cứng.



Hình 2-9 Bánh công tác của phần máy nén

2.3.1.2 Vành khuếch tán

Vành khuếch tán được cấu tạo bằng các cánh có tác dụng dẫn hướng cho dòng khí nén từ bánh công tác đi ra, giữa bánh công tác và vành khuếch tán có một khe hở được gọi là đoạn tăng áp không cánh, khe hở này rất cần để giảm cường độ âm thanh và tạo ra không gian chuyển tiếp của dòng khí từ bánh công tác đến vành tăng áp có cánh giúp dòng khí đi vào vành tăng áp được ổn định nhằm chuyển hoá tốt năng lượng từ động năng sang áp năng.



Hình 2-10 Vành khuếch tán và vỏ của máy nén

79000- Vành khuếch tán

76000- Đường dẫn không khí

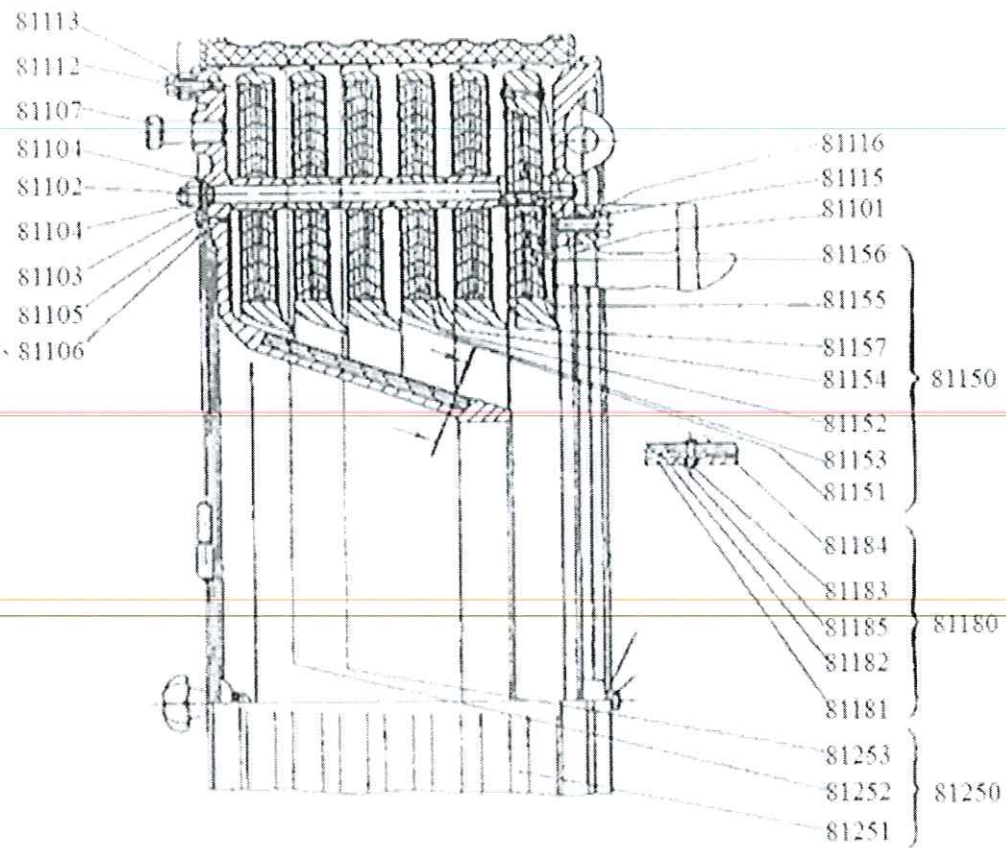
79002- Bulong hãm

77000- Vành kín

74000- Đường khí nạp

2.3.1.3 Bộ phin lọc, giảm âm

Kết cấu của bộ giảm âm giống như một bầu lọc không khí, nhiệm vụ của nó là làm giảm âm khi máy nén hút không khí từ bên ngoài, đồng thời không khí khi được đi qua bộ giảm âm thì những bụi bẩn sẽ được giữ lại tại đây để đảm bảo quá trình làm việc của máy nén; lượng không khí sạch này góp phần làm tăng hiệu suất quá trình cháy của động cơ diesel, kết cấu chi tiết (hình 2-11).

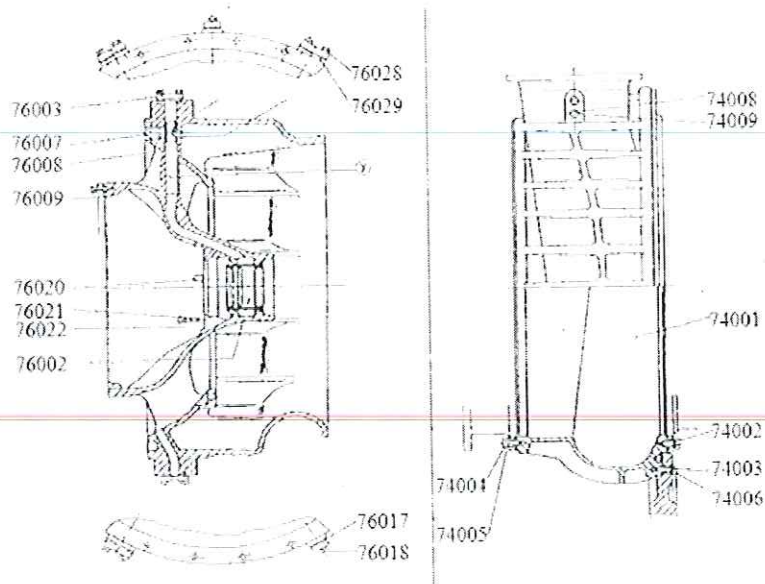


Hình 2-11 Bộ giám âm của tuabin VTR 564

81101- Bích nổi	81154- Giá đỡ
81102- Bulong xiết	81155- Đinh tán cố định
81103- Đệm vênh	81156- Long đèn
81104- Dai ốc	81150- Bộ giảm âm
81105- Bulong	81181- Mối nối
81106- Long đèn	81182- Phốt
81107- Bulong hãm	81183- Đinh tán
81112- Bulong hãm	81184- Long đèn
81113- Đệm vênh	81185- Mũi đột
81115- Long đèn	81251- Bộ lọc khí
81116- Đệm vênh	81252- Khớp đồng
81151- Tấm giảm âm	81253- Lưới bảo vệ
81152- Bộ phận phốt	81100- Bộ giảm âm

2.3.1.4 Vỏ phần máy nén của VTR 564

Vỏ của phần máy nén ly tâm thường được chế tạo với đường dẫn xoắn ốc và là nơi tập trung khí nén, đường dẫn xoắn ốc có tiết diện hình tròn thay đổi tạo ra tổn thất lưu động ít trong quá trình làm việc.



Hình 2-12 Vỏ của phần máy nén của VTR 564

74001- Đường không khí ra

76021- Vít hãm

74002- Vít hãm

76003- Bulong hãm

74003- Đệm vênh

76008- Gioăng làm kín

74004- Vít hãm

76009- Đai ốc

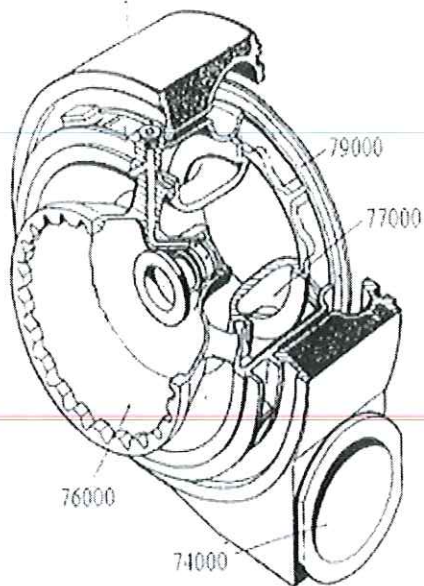
76002- Ống lót

76017- Đệm vênh

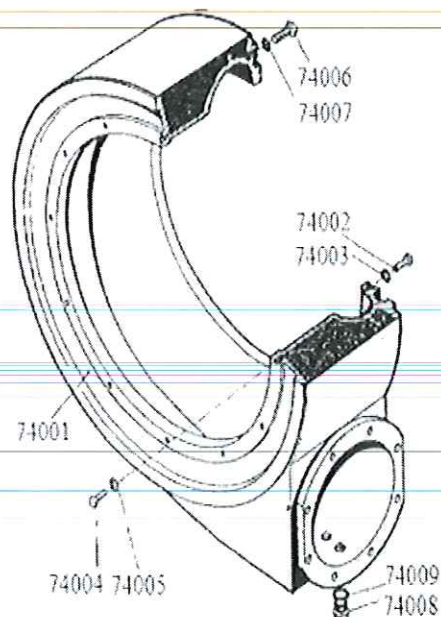
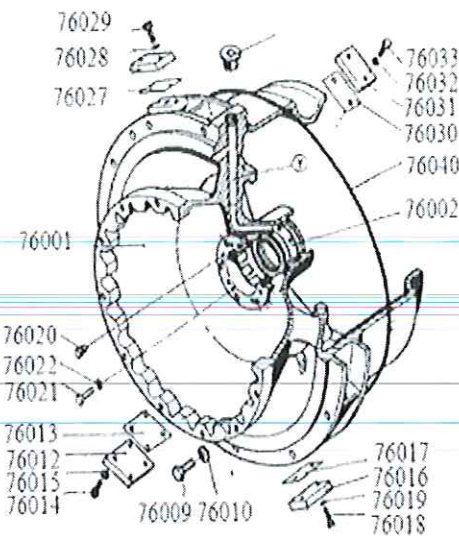
76007- Vòi phun

76028- Đai ốc

76018- Đai ốc



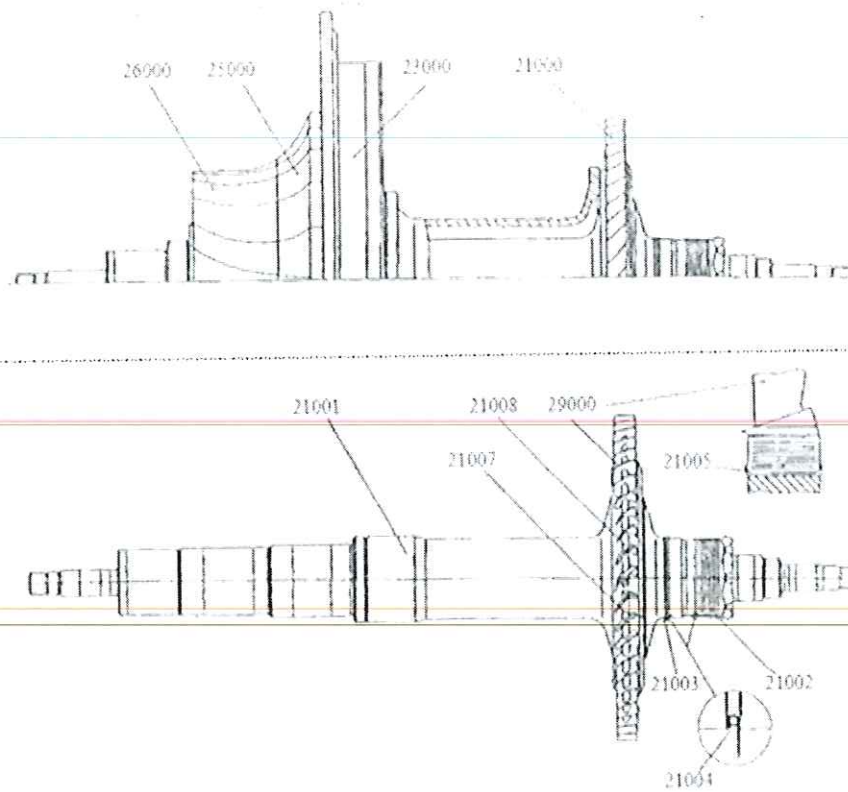
- 76000 – Vỏ đường khí vào phía máy nén
- 74000 – Vỏ đường khí ra phía máy nén
- 79000 – Vành khuếch tán
- 76002 – Ổ bi phía máy nén
- 76009 – Bu lông hãm
- 76010 – Đệm vành
- 74001 – Đường xoắn ốc



Hình 2-13 Vỏ xoắn ốc của phần máy nén

2.3.2 Roto của tuabin VTR 564

Trục quay là chi tiết rất quan trọng của tuabin có nhiệm vụ liên kết giữa hai bánh công tác của tuabin và máy nén, trực tiếp lên ổ đỡ trục và thực hiện truyền mô men từ tuabin tới máy nén. Mối liên kết giữa bánh công tác của tuabin và trục quay được làm liền thành một chi tiết và được liên kết bằng mối hàn, vì vậy bánh công tác của tuabin và trục quay tạo thành một thể hoàn chỉnh gọi là trục tuabin (hình 2-14).



Hình 2-14 Roto của tuabin VTR 564

21001- Trục tuabin

21000- Bánh công tác của tuabin

21002- Vòng làm kín

23000- Vành làm kín

21004- Dây hãm bằng kim loại

25000- Bánh công tác máy nén

21005- Tấm hãm

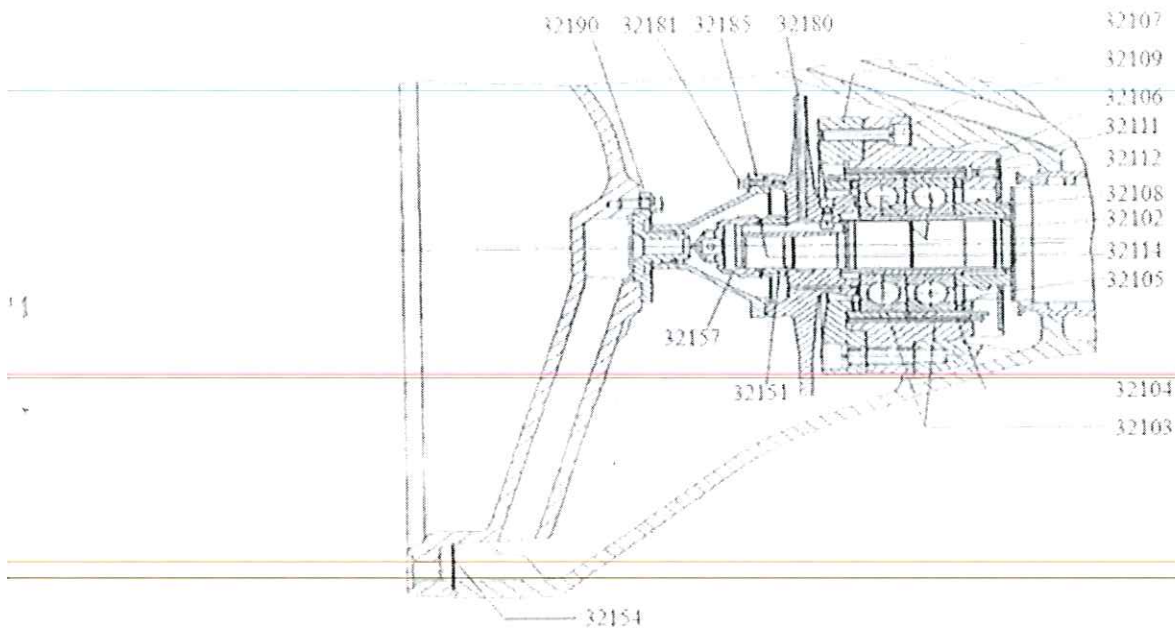
26000- Cánh hướng dẫn của máy nén

21007- Lò xo làm giảm chấn

29000- Cánh lửa của tuabin

2.3.3 Ổ đỡ trục roto

Ổ đỡ trục của tuabin VTR 564 cả bên tuabin và máy nén đều đặt phía ngoài của các đĩa bôi trơn của cả phía tuabin và máy nén, do vậy trục roto trở nên dài hơn trục các loại khác và các cơ cấu của bộ tỷ ổ đỡ cũng phức tạp hơn. Tuy vậy có rất ít trường hợp hỏng ổ đỡ, do dầu nhờn bị rò rỉ do nhiệt của khoang khí thải có nhiệt độ cao. Bên phía máy nén của dòng tuabin này dùng ổ bạc đạn tiếp xúc nghiêng góc hàng kép, trong khi loại ổ đĩa bạc đạn tiếp xúc nghiêng góc hàng đơn được sử dụng cho phía tuabin. Về mặt kết cấu ổ đỡ phía máy nén được thể hiện chi tiết trong (hình 2-15).



Hình 2-15 Kết cấu ổ đỡ trục bên phía máy nén của tuabin VTR 564

32101- Vòng bi kép của ổ đỡ

32111- Vòng kín dầu

32102- Bạc trong của ổ đỡ

32112- Bulong hãm

32103- Bạc ngoài của ổ đỡ

32114- Vành hãm đầu trục

32104- Lò xo giảm chấn hướng kính

32180- Đĩa bôi trơn ly tâm

32105- Lò xo giảm chấn dọc trục

32181- Bulong hãm

32106- Vành tỳ

32185- Ống phun dầu nhớt

32107- Chốt vành tỳ

32190- Khớp nối

32108- Vòng cách ly

32191- Vòng làm kín

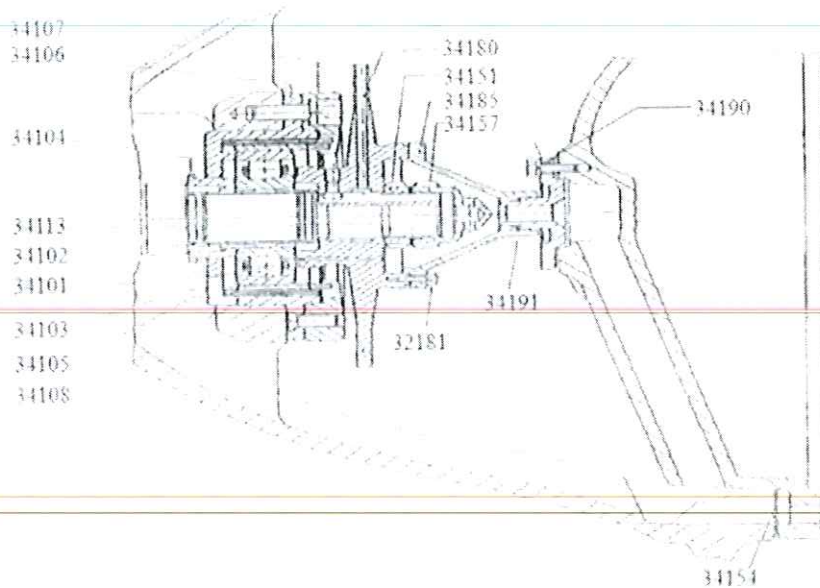
32109- Bulong hãm

32151- Đai ốc

32154- Gioăng làm kín

32157- Đai ốc đầu trục

- Kết cấu của ổ đỡ phía tuabin:



Hình 2-16 Kết cấu của ổ đỡ trục bên phía tuabin

34101- Ổ bi đĩa	34151- Phe hãm
34102- Bạc phía trong	34154- Gioăng làm kín
34103- Bạc phía ngoài	34157- Đai ốc dầu trục
34104- Vòng cách ly	34180- Đĩa bôi trơn ly tâm
34105- Lò xo giảm chấn	34181- Bulong hãm
34106- Vành tỳ	34182- Vòng đệm
34107- Chốt vành tỳ	34185- Ống phun dầu
34108- Bulong hãm	34190- Khớp nối
34113- Đệm vành	34191- Gioăng làm kín

- Lực tỳ tạo bởi khí chèn phía tuabin tác dụng dọc về phía máy nén. Do vậy không cần phải bố trí thêm ổ đỡ chặn về phía tuabin và cũng không cần phải bố trí một ổ đỡ độc lập vì lực đẩy dọc trục cũng nhỏ hơn khi so với các loại tuabin tăng áp khác và thường chỉ dùng một ổ đỡ kép chịu lực dọc trục về phía máy

nén. Ổ đỡ kép sẽ chịu tất cả lực đẩy dọc trục và lực tác dụng hướng kính. Và ở tuabin dòng này thì ổ đỡ bạc đạn hướng kính của cả đầu trục tuabin lẫn máy nén đều được định vị theo hướng kính trên các lò xo giảm chấn để hấp thụ dao động và được định vị dọc trục và được định vị bằng đai ốc đầu trục.

2.4 Hệ thống của tuabin VTR 564

2.4.1 Hệ thống làm mát

Các thành phần chính của hệ thống làm mát bao gồm phần vỏ bao dẫn khí xả vào, ra và vỏ của máy nén. Phần vỏ dẫn khí xả và khoang dầu nhờn nơi hứng chịu tác dụng của khí thải có nhiệt độ cao được làm mát cưỡng bức bằng nước. Phần trục roto nằm sâu trong vỏ tuabin được che phủ bởi ống chụp bảo vệ trục và vỏ của máy nén được cách ly khỏi vỏ dẫn hướng khí xả bởi các vách có tấm cách nhiệt làm cho nhiệt độ của dầu bôi trơn ở hai giữa tuabin và máy nén được giữ không đổi. Tuy nhiên, việc làm mát tuabin gây ra hiện tượng ăn mòn phần vỏ khi nhiệt độ nước làm mát xuống thấp quá mức.

2.4.2 Hệ thống bôi trơn

Cả hai ổ đỡ của tuabin VTR 564 đều được bôi trơn bằng bơm riêng được lai bởi trục roto, mặc dù việc bảo dưỡng khu vực này dễ do kích thước hệ thống nhỏ nhưng trong một số trường hợp đã có những thông báo là trong những hư hỏng gây ra bởi dầu nhờn vì sửa chữa không đúng ví dụ như chỉnh tâm sai chẳng hạn, vì vậy nhà chế tạo thường khuyến cáo bơm dầu nhờn phải được định kỳ tháo và kiểm tra toàn bộ và được thực hiện bởi các chuyên gia có nhiều kinh nghiệm.

2.5 Nguyên lý hoạt động của tuabin VTR 564

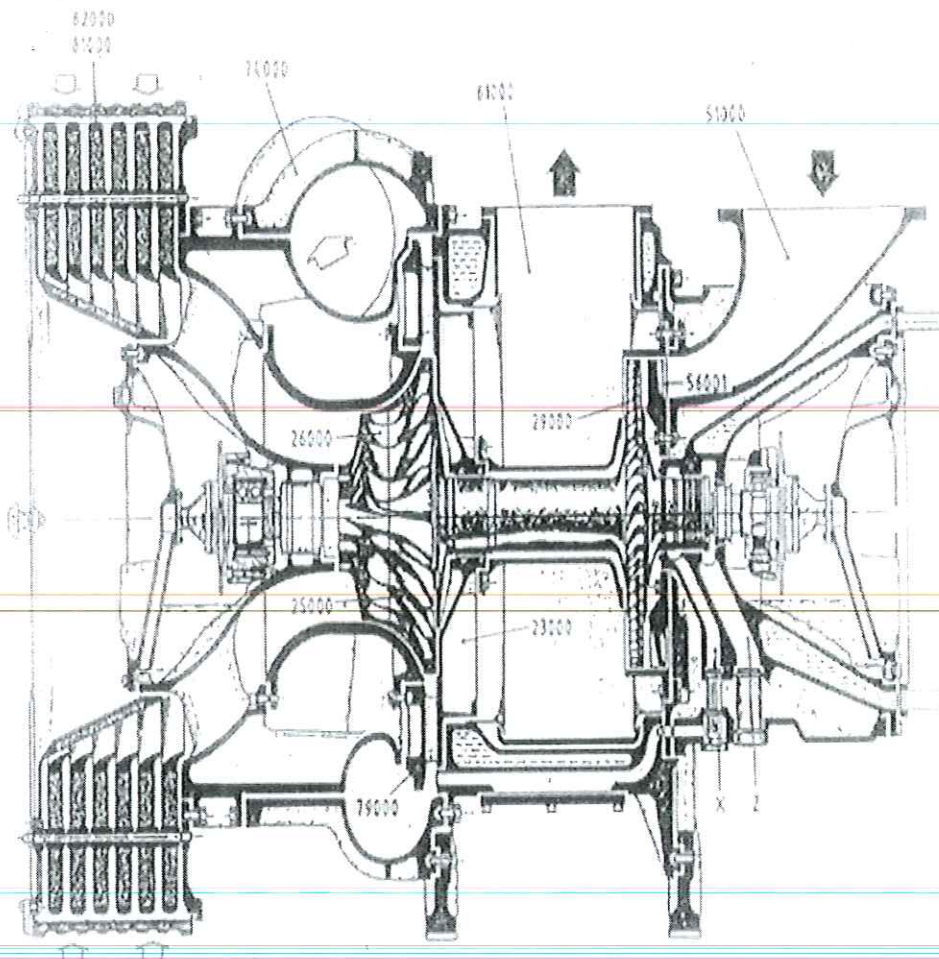
Tuabin tăng áp bao gồm hai phần là tuabin và máy nén được lắp đặt đồng trục. Khí thải từ động cơ được đưa vào đường góp khí thải vào cửa nạp của tuabin (51000) và qua vành tăng áp (56001). Tại đây tốc độ của dòng khí tăng lên và được đưa vào bánh cánh của tuabin áp năng của dòng khí chuyển thành động năng và truyền năng lượng cho cánh quạt của roto tuabin (29000) làm cho trục roto quay, và sau đó khí xả

đi ra cửa ra của vỏ tuabin (61000) và được đưa ra đường ống khí xả chung, khi trục roto quay đồng thời sẽ làm máy nén quay.

Không khí được hút vào thông qua ống hút (82000) hoặc bộ kết hợp phin lọc giảm âm (81000) ở đây không khí được làm sạch do bụi bẩn của môi trường và buồng máy. Tiếng ồn của máy nén được giảm theo yêu cầu của các quy định quốc tế bởi các tấm dạng đặc biệt bề mặt làm bằng dạ, sau đó đến bánh công tác của máy nén (26000). Sau đó nó đi qua vành khuếch tán (79000) và rời khỏi tuabin tăng áp thông qua đường xoắn ốc của vỏ xả không khí (74000).

Vách ngăn (23000) làm kín nhằm tránh rò rỉ khí tải từ tuabin sang máy nén và ngược lại, tránh tổn thất và giảm hiệu suất của tuabin tăng áp.

Trục roto được gối lên hai ổ bi và ở hai đầu ở bên nén và bên tuabin, tại ổ bi này nó được bôi trơn và làm mát bởi dầu bôi trơn và nước làm mát đảm bảo cho ổ bi làm việc an toàn, tin cậy.



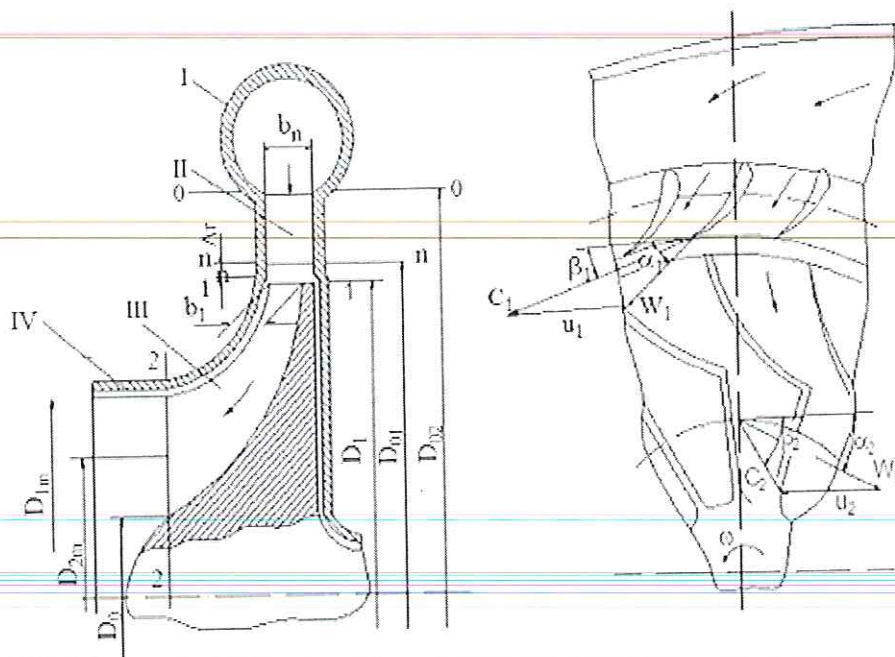
Hình 2-17 Mặt cắt tuabin tăng áp khí xả VTR 564

2.5.1 Nguyên lý làm việc của phần tuabin hướng kính

Phần tuabin hướng kính trong tuabin tăng áp VTR 564 là một loại động cơ (nguồn động lực) dùng để chuyển năng lượng của sản vật cháy (khí thải của động cơ diesel) có áp suất và nhiệt độ khí thải khá cao thành công cơ học dẫn động máy nén khí. Hình 2-18 giới thiệu sơ đồ cấu tạo của tuabin hướng kính gồm có: vỏ tuabin (I), vành miệng phun (II) và cánh tuabin (III)...

Sản phẩm cháy với áp suất P_T , nhiệt độ T_T và tốc độ C_T đi vào tuabin tới vành miệng phun (II). Vành miệng phun có một số cánh nhất định tạo ra các rãnh thông nhỏ dần làm cho sản phẩm cháy được giãn nở và tăng tốc. Một phần áp năng của sản phẩm cháy biến thành động năng, lúc này áp suất của sản vật cháy từ P_T giảm xuống còn P_1 , nhiệt độ từ T_T giảm xuống T_1 đồng thời tốc độ dòng khí từ C_T tăng lên thành C_1 . Sản

vật cháy được phun theo hướng α_1 ($\alpha_1 = 15^0 \div 25^0$) do bánh công tác đang quay với tạo tốc độ tiếp tuyến u_1 , vì ảnh hưởng của tốc độ này nên sản vật cháy tiếp tục vào bánh công tác của tuabin theo hướng β_1 với tốc độ tương đối W_1 . Cánh bánh công tác có dạng cong, giữa các cánh có rãnh thông nhau tiết diện nhỏ dần nên sản vật cháy tiếp tục giãn nở trong rãnh thông từ hướng kính dần chuyển sang hướng trục khiến áp suất và nhiệt độ tiếp tục giảm.



Hình 2-18 Sơ đồ hoạt động của tuabin hướng kính và tam giác tốc độ tại cửa vào cửa ra của bánh công tác

I- Vỏ tuabin

D_{2m} - Đường kính trung bình miệng ra

II- Vành miệng phun

D_{1m} - Đường kính trong miệng ra

III- Bánh công tác

D_1 - Đường kính ngoài miệng vào

D_1 - Đường kính bánh công tác

b_n - Bề rộng giữa hai cánh của vành miệng phun

b_1 - Chiều dài cánh

Δr - Đoạn tăng áp không cánh.

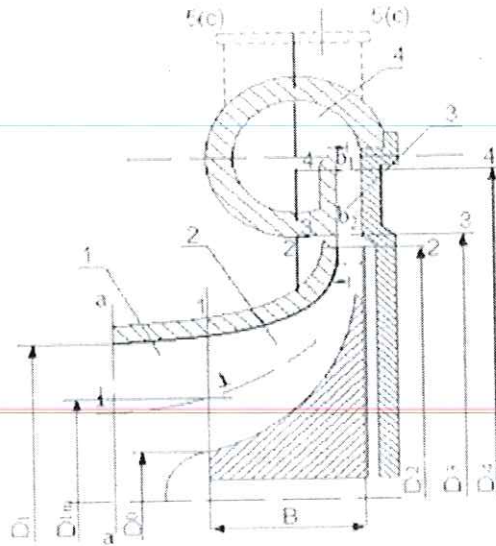
D_0 - Đường kính trong miệng ra

Khi dòng khí đi trong rãnh bắt buộc phải chuyển hướng theo độ cong của cánh, do kết quả của lực ly tâm tạo ra ở chỗ chuyển hướng làm tăng lực tác dụng lên bề mặt

lõm của cánh và giảm lực tác dụng lên mặt lồi của cánh tạo ra sự chênh áp sinh mômen làm quay trục tuabin và sinh công. Khi ra khỏi bánh công tác sản vật cháy có áp suất P_2 , nhiệt độ T_2 , và tốc độ tuyệt đối C_2 . Do một phần động năng của dòng khí đã chuyển thành công của bánh công tác nên $C_2 < C_1$ rất nhiều. Động năng do C_2 của dòng khí từ bánh công tác đi ra không được sử dụng lại mà bị tổn thất và được gọi là tổn thất tốc độ dư.

2.5.2 Nguyên lý làm việc của máy nén ly tâm

Máy nén lắp trong bộ tuabin VTR 564 là máy nén ly tâm dùng để chuyển năng lượng cơ khí thành năng lượng của dòng chảy trong máy nén, dựa vào tác dụng lực ly tâm để tăng áp cho không khí từ áp suất P_0 (áp suất khí quyển) lên áp suất P_k (áp suất gió tăng áp) và làm cho không khí có lưu lượng G_k từ phần không gian này qua phần không gian khác. Nếu bánh công tác đang có chuyển động quay ở một tốc độ nào đó, thì sau khi không khí qua cửa đi vào bánh công tác nó sẽ cùng quay với bánh công tác và dòng khí chảy theo rãnh thông giữa các cánh của bánh. Do đó, chuyển động của dòng khí đi vào bánh công tác sẽ là tổng hợp của các chuyển động theo quay tròn của bánh công tác và chuyển động tương đối của dòng chảy trong rãnh cánh. Bánh công tác đang quay, truyền công cho không khí làm tăng áp suất và tốc độ của dòng khí trong rãnh cánh, lúc dòng khí ra tới miệng ra của bánh công tác dưới tác dụng của lực ly tâm và chuyển động quay, dòng khí đi ra với một tốc độ lớn, đồng thời tạo nên hiện tượng chân không cục bộ tại cửa vào, gây tác dụng hút không khí mới phía trước cửa vào và ra khỏi cửa ra với tốc độ lớn tạo nên dòng chảy liên tục trong rãnh cánh. Phía ngoài cửa ra của bánh công tác có một vành khuếch tán, không khí qua đây chuyển một phần động năng thành áp năng làm cho áp suất không khí tiếp tục tăng lên và tốc độ giảm xuống. Vỏ xoắn ốc thu thập không khí từ vành tăng áp đi ra tiếp tục chuyển động năng của dòng khí thành áp năng, sau đó qua ống nối đưa tới đường nạp cho động cơ.



Hình 2-19 Sơ đồ hoạt động của máy nén ly tâm

1- Đoạn cửa vào

2- Bánh công tác

3- Vành khuếch tán

4- Vỏ xoắn ốc

D_0 - Đường kính trong của miệng vào bánh công tác

D_1 - Đường kính ngoài của miệng vào bánh công tác

D_{1m} - Đường kính trung bình của miệng vào bánh công tác

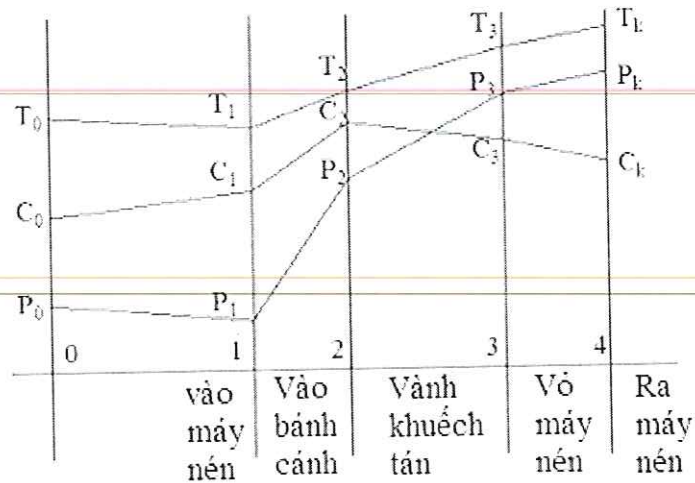
D_2 - Đường kính ngoài của miệng vào bánh công tác

D_3 - Đường kính trong của vành tăng áp

D_4 - Đường kính ngoài của vành tăng áp.

Sự biến thiên của dòng khí trong tuabin ở tiết diện 0-0 không khí có các thông số sau: Nhiệt độ T_0 , áp suất P_0 , và tốc độ C_0 . Ở tiết diện 1-1 do không khí được hút và chia đều vào khoảng cách nên tốc độ dòng khí tăng lên C_1 , đồng thời nhiệt độ, áp suất giảm xuống tới T_1, P_1 . Tại tiết diện 2-2 bánh cánh máy nén là dạng cánh hờ, ở các cánh có dạng rãnh co thoát, tại đây tốc độ tuyệt đối, áp suất và nhiệt độ của dòng khí đều tăng lên giá trị C_2, P_2, T_2 . Tại tiết diện 3-3 do không khí từ bánh cánh nạp vào vành khuếch tán có khe hở hướng kính (đoạn giảm tốc không cánh) sau đó nạp vào đoạn giảm tốc có cánh. Tại đây, tiết diện lan rộng theo hướng chuyển động của dòng

khí nên giảm tốc độ xuống C_3 , đồng thời áp suất và nhiệt độ của dòng khí tăng lên P_3 , T_3 . Sau khi ra khỏi vành khuếch tán, không khí được nạp vào ống tăng áp dạng đường vỏ xoắn ốc, tại đây tốc độ dòng khí tiếp tục giảm và áp suất nhiệt độ tiếp tục tăng. Sau khi dòng khí ra khỏi vỏ xoắn ốc của máy nén ở tiết diện 4-4, thì dòng khí có các thông số C_k , P_k , T_k .



Sơ đồ 1 - Sơ đồ biến thiên các thông số trong máy nén ly tâm

CHƯƠNG 3: QUY TRÌNH BẢO DƯỠNG TUABIN TĂNG ÁP

VTR 564

3.1 Tháo tuabin tăng áp VTR 564

3.1.1 Mục đích

Để xác định tình trạng kỹ thuật của các chi tiết sau một thời gian làm việc, trên cơ sở đó có thể đề ra phương án sửa chữa hoặc thay thế chúng, đồng thời dựa vào các thông số đo đạc có thể dự kiến được những bộ phận chi tiết sẽ bị hao mòn hư hỏng đến kỳ sửa chữa lần sau.

3.1.2 Yêu cầu kỹ thuật

Phải vệ sinh sạch sẽ bên trong và bên ngoài tuabin trước khi tháo. Để chuẩn bị tuabin vào sửa chữa, người ta xả hết nước làm mát, dầu bôi trơn ra khỏi tuabin và các bộ phận khác, sau đó dùng dung dịch tẩy rửa để rửa sơ bộ các bộ phận ngoài của tuabin và các bộ phận làm mát, hệ thống nhiên liệu bôi trơn động cơ. Dung dịch tẩy rửa sau khi được đun nóng đến nhiệt độ từ 75° - 80° C và dùng bơm có áp lực 4-5 bar để phun xả vào trong các bộ phận tuabin.

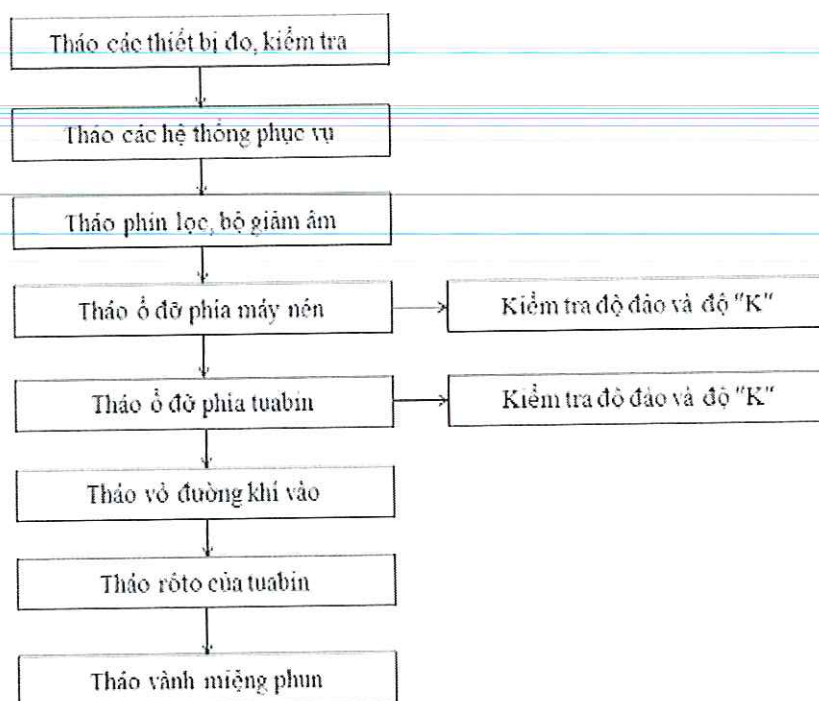
- Các chi tiết sau khi tháo phải được vệ sinh sạch sẽ, xếp thành từng nhóm theo chức năng của chúng.
- Phải kiểm tra dầu và thứ tự của các chi tiết, các nhóm chi tiết trước khi tháo. Nếu không có dầu thì phải đánh dấu mới, tránh nhầm lẫn cho quá trình lắp ráp sau khi sửa chữa. Hạn chế sử dụng các thiết bị không chuyên dụng trong tháo lắp như: búa, đục, clê, mỏ lết...
- Trong quá trình tháo lắp không làm biến dạng chi tiết, các bề mặt lắp ghép. Thực hiện tháo các bulông liên kết theo nguyên tắc nói lỏng từ từ, đường chéo, đối xứng. Phải kiểm tra lực xiết của các chi tiết quan trọng trước khi tháo. Thông thường giá trị các lực xiết này đã được nhà sản xuất yêu cầu, song tuabin đã cũ, do có thay đổi trong kết cấu nên một số mối ghép có thể có sự thay đổi.

Để kiểm tra lực xiết có thể nới lỏng rồi xiết lại đúng đến vị trí đã đánh dấu trước hoặc dùng clê lực, áp suất hơi...

- Phải kết hợp quá trình tháo với việc xem xét kiểm tra các hư hỏng của tuabin thông qua việc xem xét màu sắc, tính chất các bề mặt, cấu cặn, mối ghép,... Dụng cụ đo đạc, kiểm tra phải đảm bảo độ chính xác.
- Phải tuân thủ các quy tắc an toàn lao động, phòng chống cháy nổ và ô nhiễm môi trường. Phải kiểm tra an toàn các thiết bị nâng hạ, các thiết bị tháo lắp chuyên dùng trước khi sử dụng. Các palăng, dây buộc, maní phải được thử tải trước khi nâng hạ vật nặng. Các thiết bị chuyên dùng không được nứt, gãy, cong, vênh...

3.1.3 Phương pháp tiến hành

Quy trình tháo tuabin:



Sơ đồ 2 - Sơ đồ khối quá trình tháo tuabin

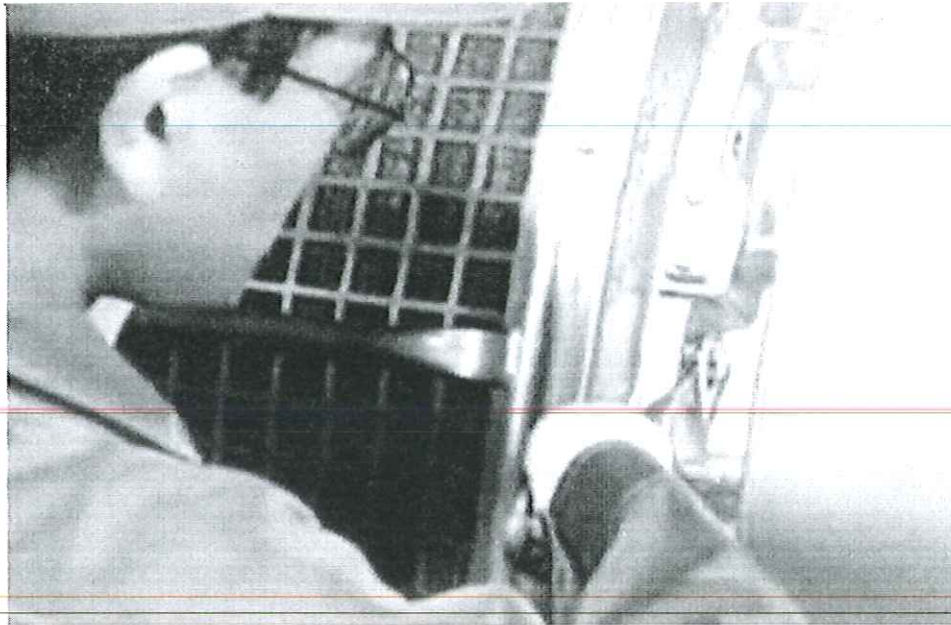
Trình tự tháo tuabin được thực hiện theo các nguyên công sau:

Thứ tự thực hiện	Tên nguyên công
Nguyên công I	Tháo phin lọc, bộ giảm âm
Nguyên công II	Tháo ổ đỡ phía máy nén
Nguyên công III	Tháo ổ đỡ phía tuabin
Nguyên công IV	Tháo vỏ đường khí vào
Nguyên công Việt Nam	Tháo roto của tuabin
Nguyên công VI	Tháo vành miệng phun (nozzle ring)

3.1.3.1 Tháo phin lọc, bộ giảm âm.

- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Sau khi tháo cần để vào nơi an toàn tránh mất mát, hư hỏng.
 - Các thiết bị gần tháo trước, sau đó đến các thiết bị xa hơn.
- Dụng cụ: Palăng, cờ lê, maní, dây cáp...
- Các bước tiến hành:

Bước 1: Dùng palăng cố định phin lọc tiêu âm phần máy nén, sau đó dùng chìa khóa 17 để mở bulông cố định phần phin lọc với vỏ máy nén.

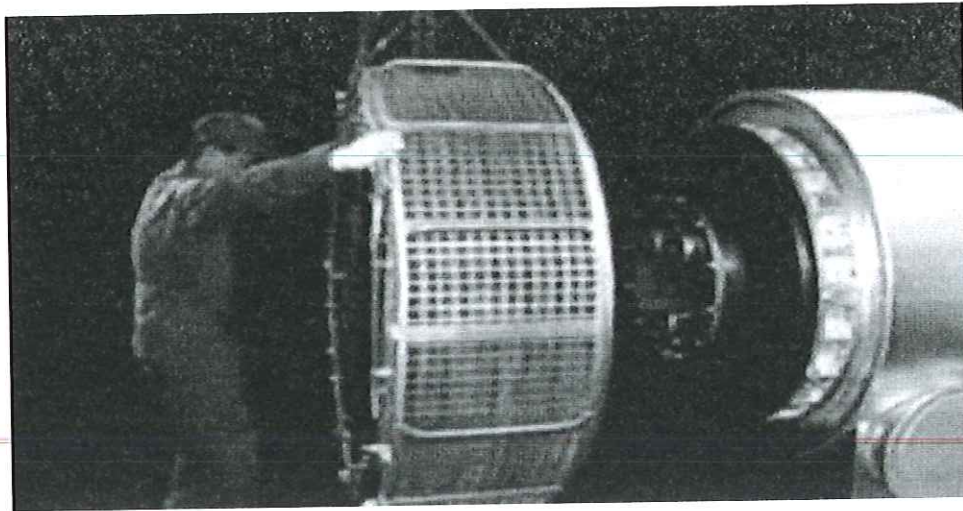


Hình 3-1 Tháo bulong hãm trên phin lọc, tiêu âm

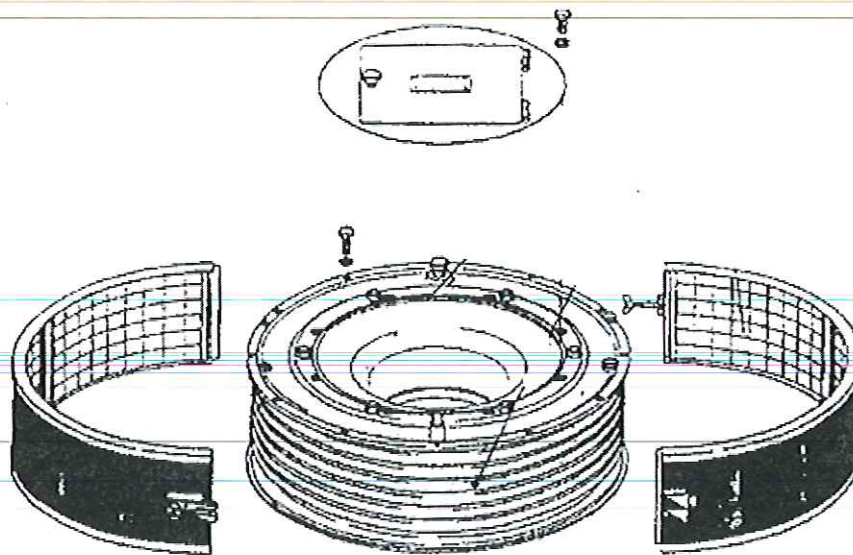
Bước 2: Sau khi tháo hết bulông cố định thì ta tiến hành từ từ dùng palăng kéo phần phin lọc tiêu âm ra (hình 3-2)

Bước 3: Tháo lưới đồng và tiến hành làm sạch lưới đồng của phin lọc bằng cách sử dụng dung dịch làm sạch mặt sàng, có thể chọn tùy theo độ bền của lưới đồng mà ta ngâm lưới đồng trong dung dịch theo thời gian hợp lý. Dung dịch để làm sạch có thể:

- Dung dịch soda có nồng độ lớn nhất 1%
- Dầu hoả
- Dùng một hỗn hợp để làm sạch bao gồm trichlorethylene (C_2HCl_3) 6%, nước tẩy rửa 9,5%, cyclohexanon (CH_2)CO 4% và 80% nước.



Hình 3-2 Tháo rời phin lọc, tiêu âm ra khỏi tuabin bằng palăng



Hình 3-3 Tháo rời lưới đồng khỏi phin lọc, tiêu âm

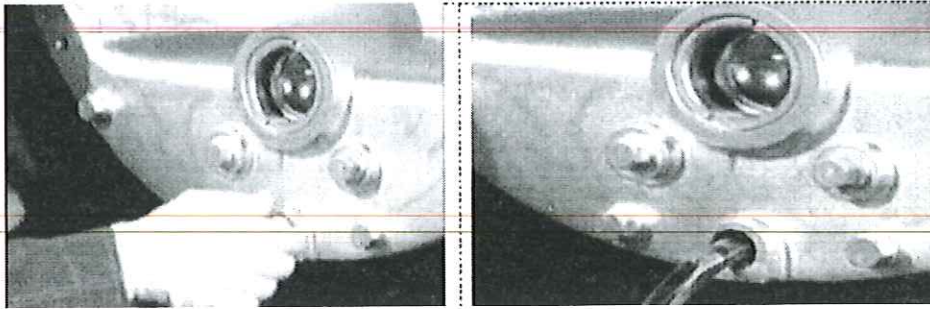
3.1.3.2 Tháo ổ đỡ phân máy nén.

- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mất độ chính xác đảm bảo an toàn cho các thiết bị đo và kiểm tra.
 - Sau khi tháo cần để vào nơi an toàn tránh mất mát, hư hỏng.
 - Phải kiểm tra lại chất lượng dầu bôi trơn.

- Đảm bảo độ đảo, độ “K” trong giới hạn cho phép. Dụng cụ : Cờ lê 17, đồng hồ so, cờ lê hộp, búa, vít cảo, thước cặp...

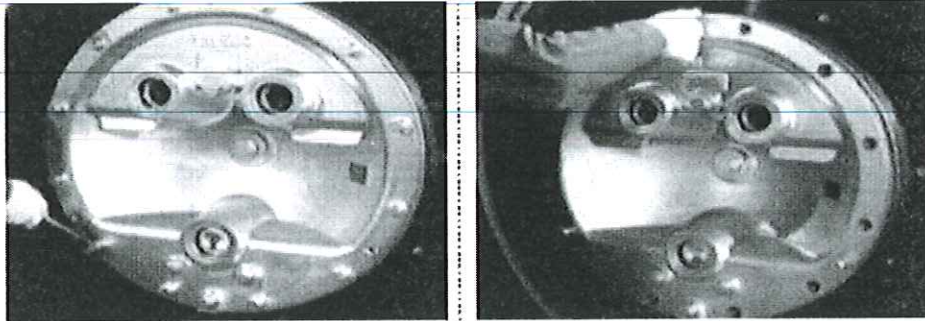
- Các bước tiến hành:

Bước 1: Tháo nắp dầu, quan sát lượng dầu qua kính quan sát trên vỏ và tiến hành xả dầu bôi trơn (hình 3-4)



Hình 3-4 Tiến hành xả dầu bôi trơn

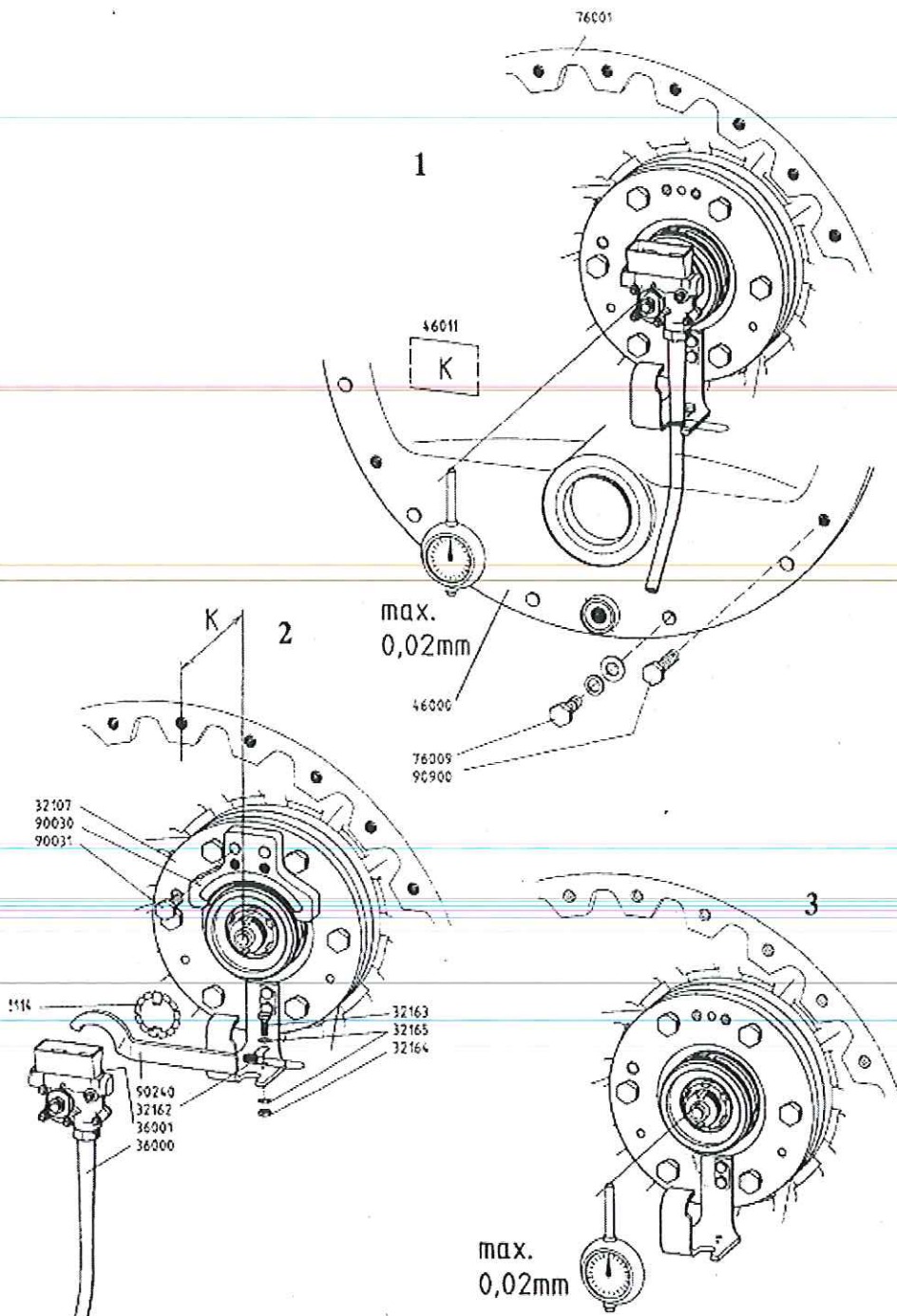
Bước 2: Dùng cờ lê 17 tháo tất cả các bulông cố định nắp phần máy nén, dùng bulông lắp vào 3 vị trí để cảo nắp ra (hình 3-5).



Hình 3-5 Tiến hành tháo vành chắn dầu

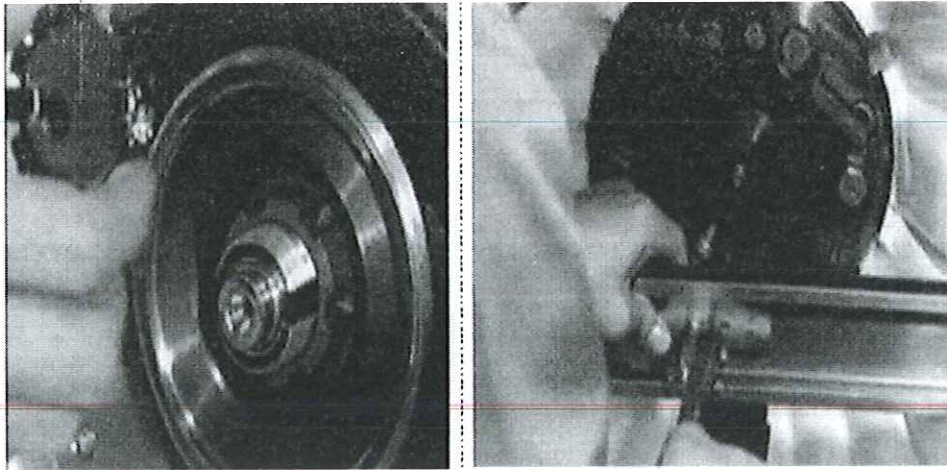
Bước 3: Đo và căn chỉnh độ đảo của thiết bị phun dầu, vành chặn dầu bằng cách dùng đồng hồ so để đo độ đảo sau khi lắp đồng hồ so với các thiết bị sửa chữa ta dùng tay quay tròn thiết bị phun dầu và kiểm tra độ đảo có nằm trong giới hạn cho phép của nhà chế tạo với giá trị $B_1 = 0,00 \div 0,02$. Kiểm tra độ đảo tương tự với vành chặn dầu bôi trơn với giá trị cho phép $B_2 = 0,00 \div 0,02$.





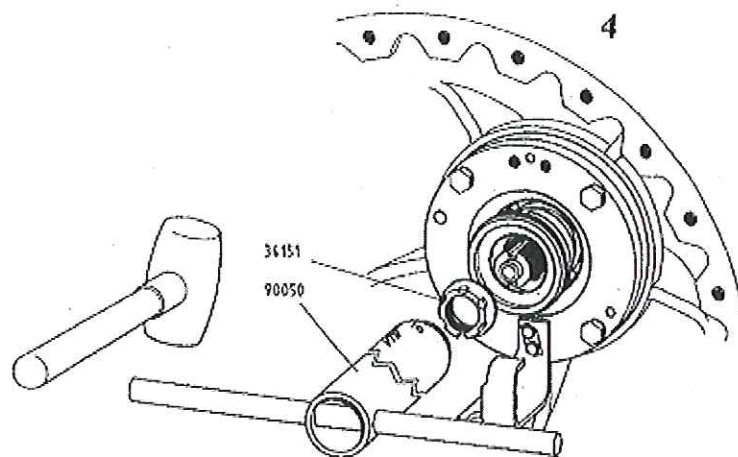
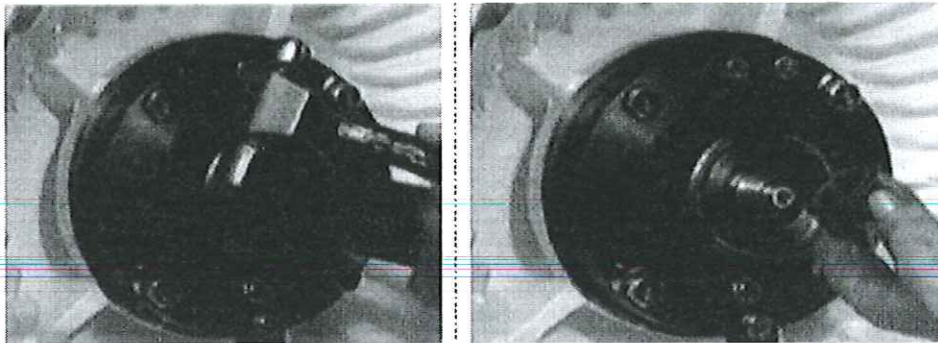
Hình 3-6 Đo và căn chỉnh độ đảo ống phun và đĩa dầu bôi trơn

Bước 4: Tháo phe hãm, dùng thước cặp đo khe hở “K” biểu thị cho độ hở giữa nắp phía trước của khoang dầu nhờn và đầu trục.



Hình 3-7 Tháo phe hãm và đo độ hở “K”

Bước 5: Dùng thiết bị chuyên dụng tháo đai ốc cố định ổ bi.

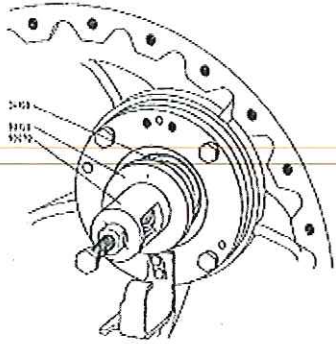


Hình 3-8 Tháo đai ốc cố định ổ đỡ

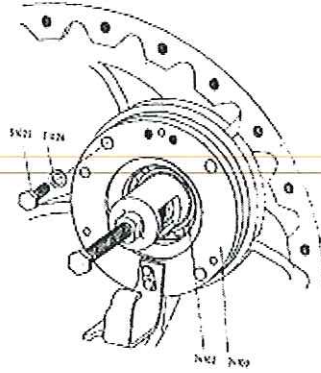
Bước 6: Lắp cảo chuyên dụng và cảo đĩa bôi trơn ra.



5

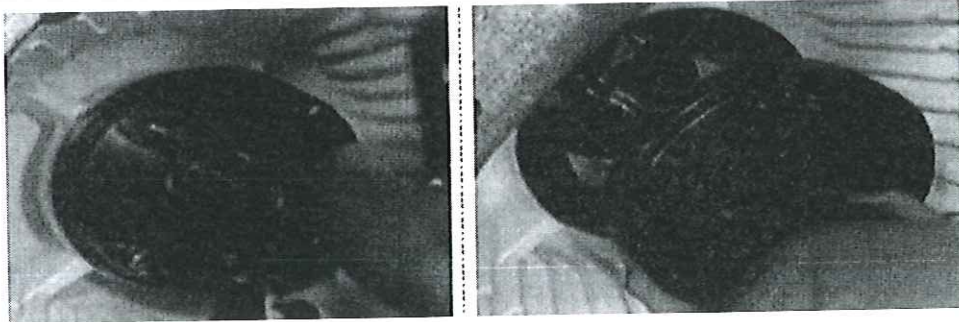


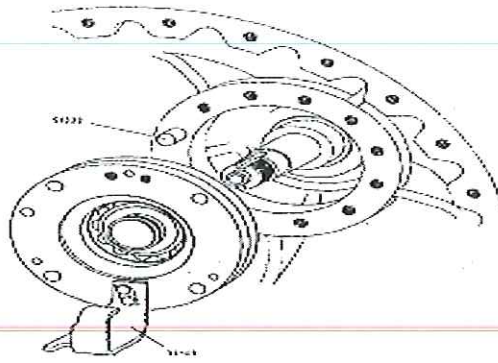
6



Hình 3-9 Cảo đĩa bôi trơn ra

Bước 7: Tháo bulông cố định ổ bi và dùng vít cảo chuyên dụng tháo toàn bộ ổ bi ra ngoài.





Hình 3-10 Tháo ổ bi

3.1.3.3 Tháo ổ đỡ phía tuabin.

- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mất độ chính xác đảm bảo an toàn cho các thiết bị đo và kiểm tra.
 - Sau khi tháo cần để vào nơi an toàn tránh mất mát, hư hỏng
 - Đảm bảo độ đảo, độ “K” trong giới hạn cho phép.
 - Các thiết bị đo cần lắp cẩn thận tránh làm hư hỏng.
 - Phải kiểm tra chất lượng nhớt bôi trơn tuabin.
- Dụng cụ: Cờ lê 17, đồng hồ so, vít cáo, cờ lê hộp, thước cặp...
- Các bước tiến hành:

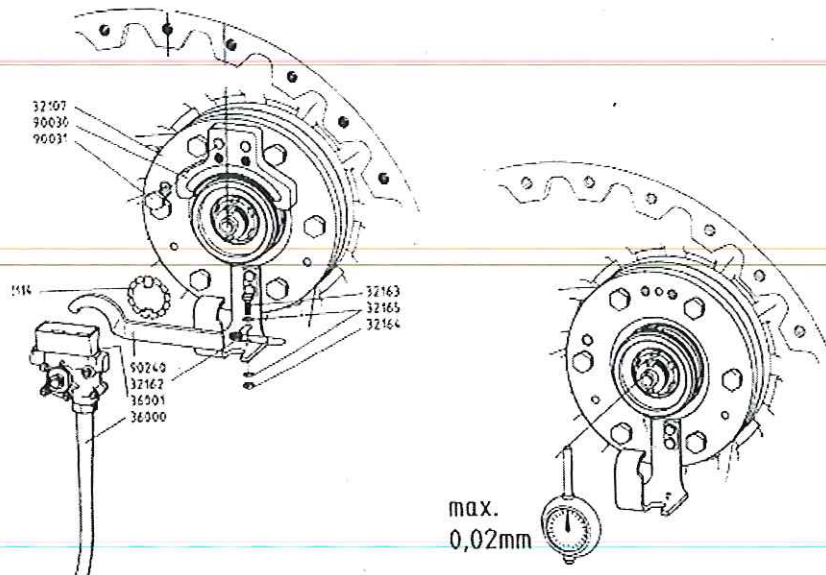
Bước 1: Tháo nắp nhớt, quan sát lượng dầu qua kính quan sát trên vỏ và tiến hành xả nhớt.

Bước 2: Dùng chìa khóa 17 tháo tất cả các bulông cố định nắp phần máy nén, dùng bulông lắp vào 3 vị trí để cảo nắp ra.

Bước 3: Đo độ đồng tâm của đĩa bôi trơn và ống phun dầu.

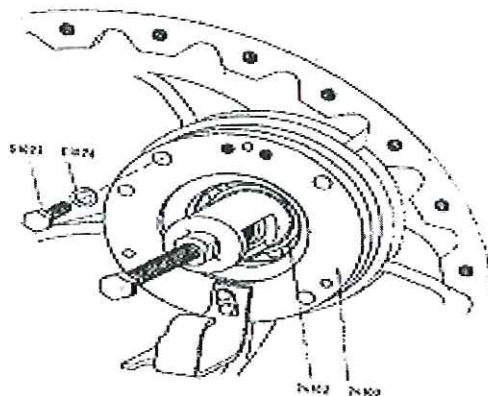
Dùng đồng hồ xo để đo độ đảo, lắp công cụ sửa chữa vào đĩa, chia đĩa thành nhiều phần bằng nhau sau đó đặt đồng hồ đo độ đảo tại các vị trí đã chia, điều chỉnh độ đảo. Độ đảo của ống phun dầu không vượt quá 0.06mm (sau khi sửa chữa không qua 0.03mm). Vành đĩa dầu bôi trơn không quá 0.04 mm.

Bước 4: Tháo phe hãm, dùng khoá chuyên dụng tháo đai ốc cố định ổ bi.



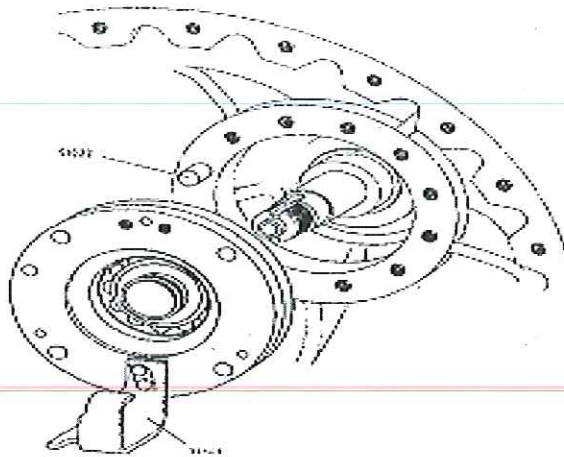
Hình 3-11 Tháo phe hãm phía tuabin

Bước 5: Lắp cảo chuyên dụng sau đó cảo đĩa bôi trơn ra ngoài.



Hình 3-12 Tháo đĩa bôi trơn phía tuabin

Bước 6: Tháo bulông cố định ổ bi, dùng vít cảo chuyên dụng tháo toàn bộ ổ bi ra.

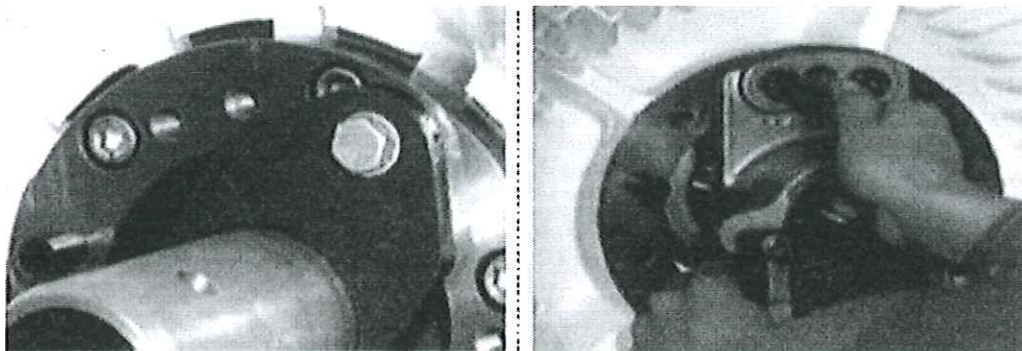


Hình 3-13 Tháo ổ bi bên phía tuabin

3.1.3.4 Tháo vỏ đường khí vào.

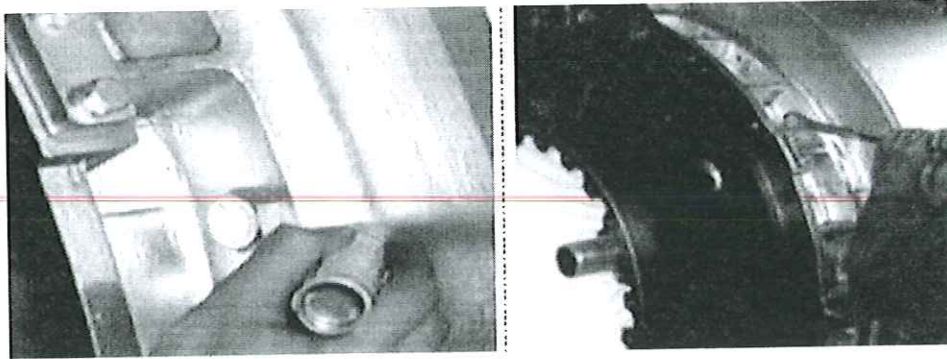
- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mất độ chính xác đảm bảo an toàn cho các thiết bị đo và kiểm tra.
 - Phải đánh dấu vị trí tháo. Sau khi tháo cần để vào nơi an toàn tránh mất mát, hư hỏng.
- Dụng cụ: Cờ lê 17, palăng, bulông lục giác, dây cáp, ống dẫn hướng.
- Các bước tiến hành:

Bước 1: Lắp thiết bị hỗ trợ cho trục phía máy nén và cố định bằng bulông, bên phía tuabin cũng lắp tấm dẫn trục và cố định bằng thiết bị chuyên dùng.



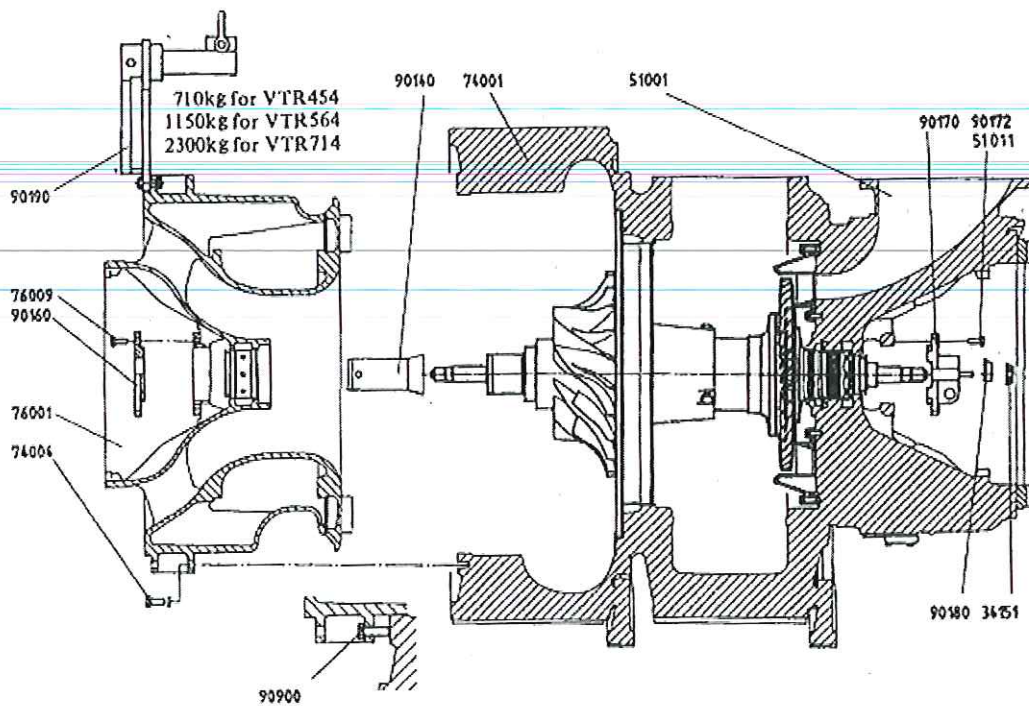
Hình 3-14 Lắp các thiết bị chuyên dụng để hỗ trợ cố định trục

Bước 2: Lắp thiết bị nâng vào vỏ và cố định nó bằng bulông, đánh dấu vị trí của vỏ đường khí vào, và tiến hành tháo các bulông hãm trên vỏ của máy nén



Hình 3-15 Lấy dầu cho vỏ đường khí vào

Bước 3: Dùng palăng kéo phân vỏ đường khí vào ra.



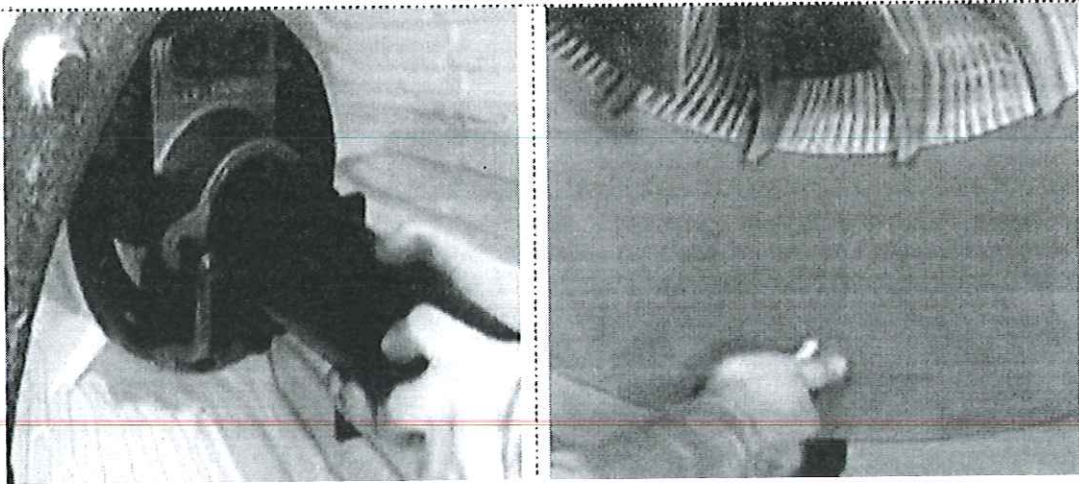


Hình 3-16 Kéo vỏ đường khí vào bằng palăng

3.1.3.5 Tháo roto của tuabin.

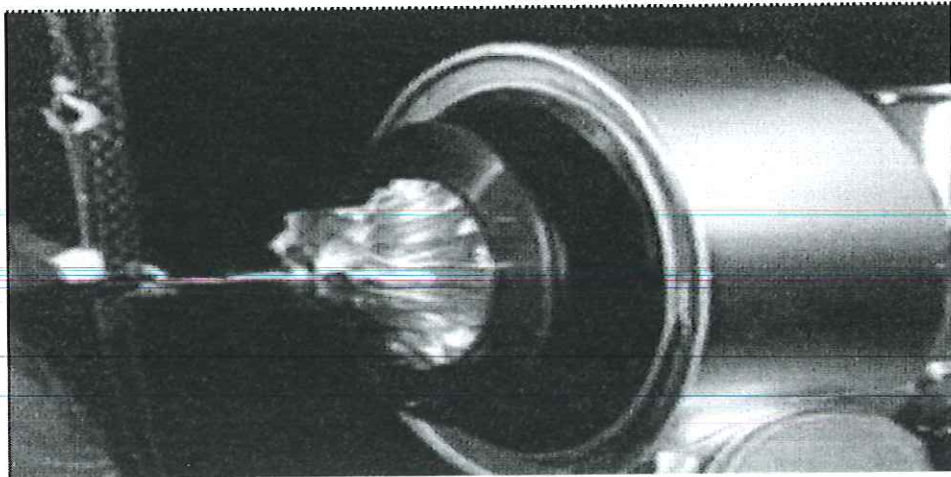
- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Các chi tiết phải đặt đúng vị trí, chắc chắn và đảm bảo chính xác.
 - Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mất độ chính xác đảm bảo an toàn cho các thiết bị đo và kiểm tra.
 - Sau khi tháo cần để vào nơi an toàn tránh mất mát, hư hỏng.
- Dụng cụ: Cờ lê, dây cáp, palăng, ống dẫn hỗ trợ...vv
- Các bước thực hiện

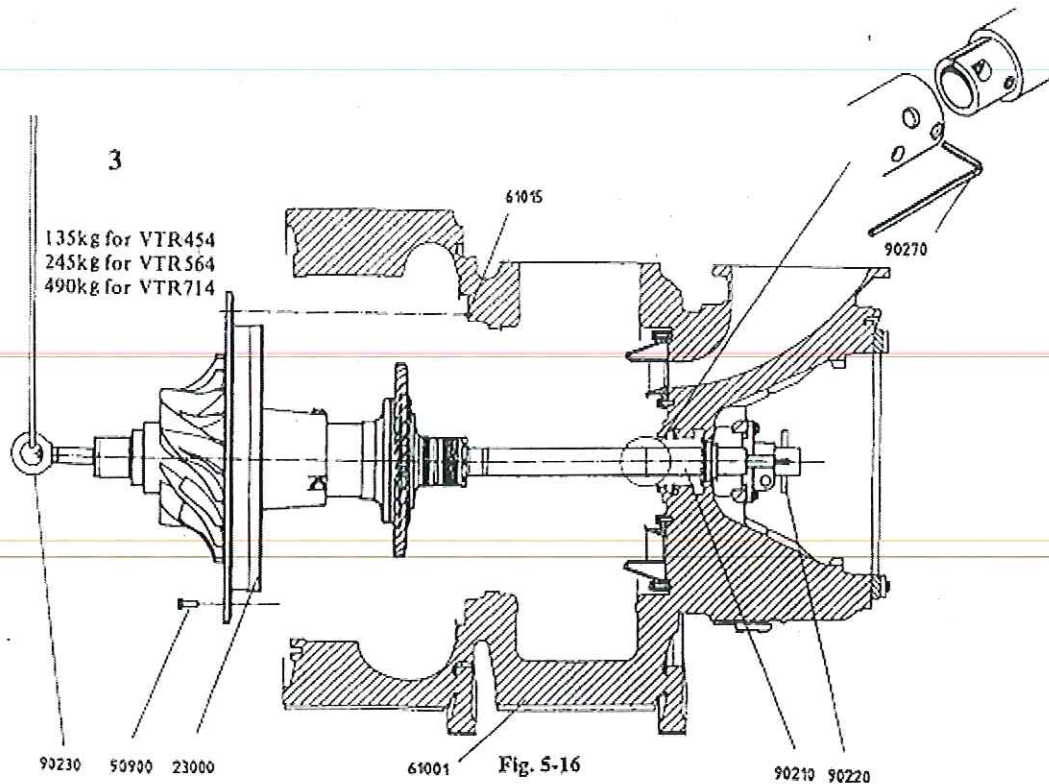
Bước 1: Lắp thiết bị dẫn hướng chuyên dụng vào roto bên phía tuabin, tiến hành tháo các tấm chắn, phe hãm, và bulông cố định phần roto.



Hình 3-17 Lắp thiết bị dẫn hướng chuyên dụng vào roto

Bước 2: Dùng palăng kéo roto ra khỏi tuabin.





Hình 3-18 Tháo trục roto bằng palăng

3.1.3.6 Tháo ống phun.

- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Các chi tiết phải đặt đúng vị trí, chắc chắn và đảm bảo chính xác.
 - Phải đánh dấu vị trí trước khi tháo.
 - Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mất độ chính xác.
 - Sau khi tháo cần để vào nơi an toàn tránh mất mát, hư hỏng
- Dụng cụ: Cờ lê 17, búa tay, thanh dẫn hướng...vv
- Các bước tiến hành:

Bước 1: Đánh dấu vị trí các bulông, sau đó tháo các bulông cố định.



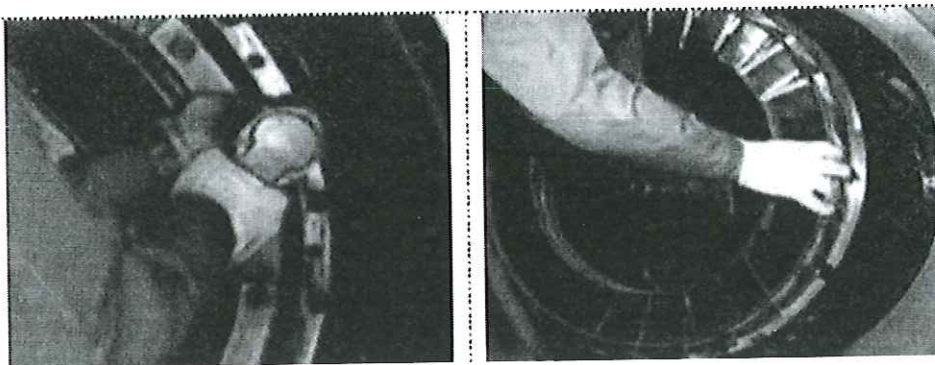
Hình 3-19 Lấy dầu bulong và tháo các bulong

Bước 2: Tháo các tấm hãm của chốt bulông, dùng thiết bị chuyên dụng cố định vách ngăn, sau đó lấy vành chặn ra.



Hình 3-20 Tháo vành chặn bên ngoài ống phun

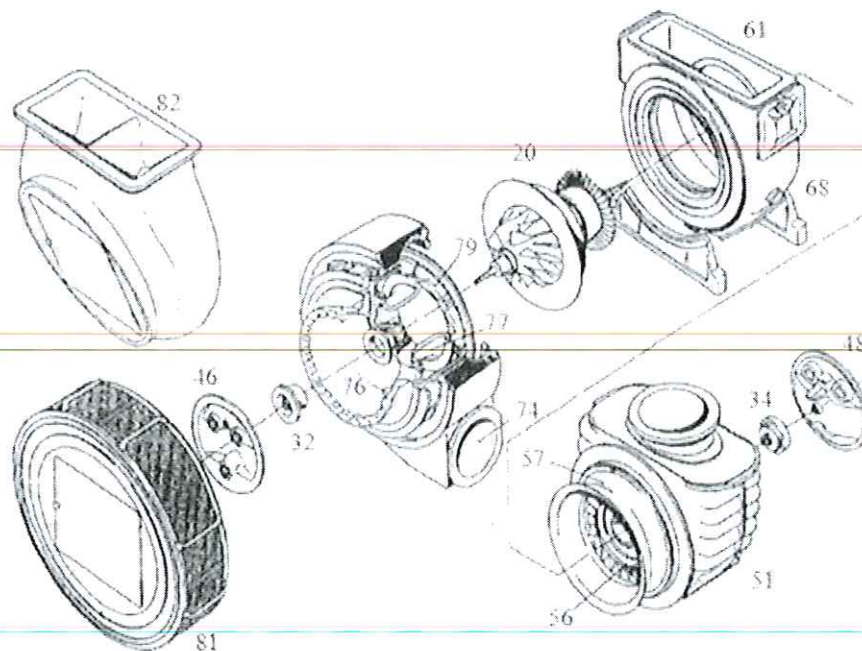
Bước 3: Tháo phe hãm và bulông cố định ống phun.



Hình 3-21 Tháo phe hãm và ống phun

Hoàn thành quá trình tháo:

Sau khi kết thúc quá trình tháo tuabin ta tiến hành kiểm tra toàn bộ các chi tiết cũng như bề mặt làm việc của ổ đỡ trục, bề mặt làm việc của cánh tuabin nơi tiếp xúc trực tiếp với khí xả có nhiệt độ cao và khảo sát các hư hỏng của các chi tiết để xác định sơ bộ được mức độ hư hỏng và đảm bảo cho quá trình sửa chữa sau này.



Hình 3-22 Các bộ phận sau khi quá trình tháo hoàn thành

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 20- Roto của tuabin | 61- Vỏ đường khí xả ra |
| 32- Ổ đỡ phía máy nén | 68- Chân đế |
| 34- Ổ đỡ phía tuabin | 74- Vỏ xoắn ốc phía máy nén |
| 46- Nắp kín dầu bôi trơn phía máy nén | 76- Vỏ đường khí vào của máy nén |
| 48- Nắp kín dầu bôi trơn phía tuabin | 77- Vành ngăn cách |
| 51- Vỏ đường khí xả ra | 79- Vành tăng áp |
| 56- Ống phun (Vành miệng phun) | 81- Bầu lọc, giảm âm |
| 57- Vành bảo vệ | 82- Đường khí vào máy nén. |

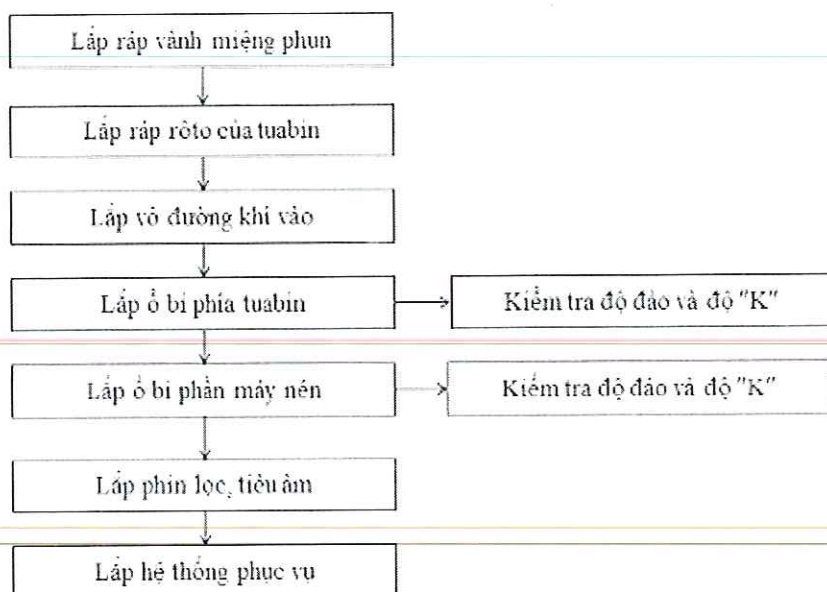
3.2 Lắp ráp tuabin tăng áp khí xả VTR 564

3.2.1 Yêu cầu kỹ thuật

Trước khi bắt tay vào thực hiện quy trình lắp ráp ta phải tiến hành chuẩn bị một cách chu đáo.

- Có đầy đủ bản vẽ và thuyết minh thực hiện qui trình lắp ráp, trong đó phải có đầy đủ bản vẽ lắp và bản vẽ kết cấu. Trong quá trình thực hiện những phần nào chưa rõ ràng hoặc phát hiện ra những thiếu sót thì phải yêu cầu giải thích hoặc bổ xung sửa đổi.
- Các chi tiết phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, sau khi chế tạo hoặc sau khi sửa chữa phải được vệ sinh sạch sẽ, sắp xếp thành từng nhóm, cụm để thuận tiện cho quá trình lắp ráp.
- Công tác chuẩn bị: Dụng cụ lắp ráp, vật liệu phải được chuẩn bị đầy đủ và phù hợp với các nguyên công, các bước.
- Các thiết bị nâng hạ, vận chuyển phải được kiểm tra kỹ lưỡng và phải đảm bảo tuyệt đối an toàn. Sau khi lắp ráp xong cán bộ chỉ đạo thi công phải tiến hành lập hồ sơ cho quá trình thi công. Trong hồ sơ phải có đầy đủ: Khe hở "K", độ đảo.
- Trong quá trình lắp ráp không làm biến dạng chi tiết, các bề mặt lắp ghép. Thực hiện lắp ráp các bulông liên kết theo nguyên tắc đường chéo, đối xứng, đúng vị trí đã đánh dấu. Phải kiểm tra lực xiết của các chi tiết quan trọng trước khi lắp và đảm bảo đúng lực xiết. Thông thường giá trị các lực xiết này đã được nhà sản xuất yêu cầu, song tuabin đã cũ, do có thay đổi trong kết cấu nên một số mối ghép có thể có sự thay đổi. Để kiểm tra lực xiết có thể nới lỏng rồi xiết lại đúng đến vị trí đã đánh dấu trước hoặc dùng clê lực, áp suất hơi...

3.2.2 Phương pháp tiến hành.



Sơ đồ 3 - Sơ đồ khối quá trình lắp ráp tuabin VTR 564

Trình tự lắp ráp tuabin VTR 564 được thực hiện theo các nguyên công sau:

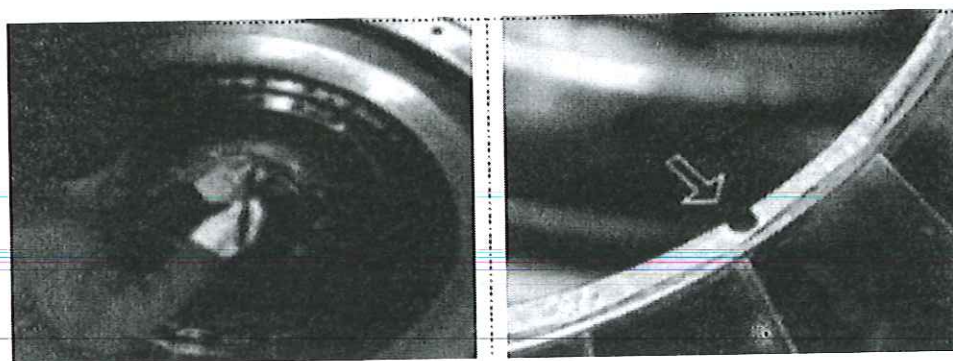
Thứ tự thực hiện	Tên nguyên công
Nguyên công I	Lắp ráp vành miệng phun
Nguyên công II	Lắp ráp roto của tuabin
Nguyên công III	Lắp vỏ đường khí vào
Nguyên công IV	Lắp ổ bi phía tuabin
Nguyên công V	Lắp ổ bi phía máy nén
Nguyên công VI	Lắp hệ thống phụ

3.2.2.1 Lắp ống vành miệng phun.

- Yêu cầu kỹ thuật:

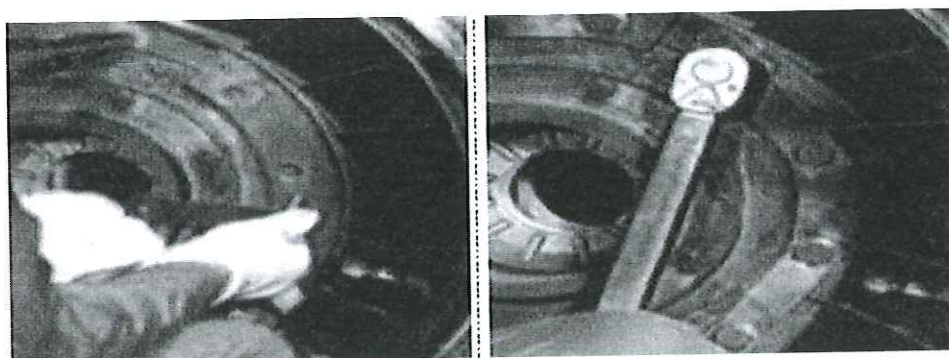
- Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mật độ chính xác đảm bảo an toàn cho các thiết bị đo và kiểm tra.
- Kiểm tra lại vị trí đánh dấu sau đó mới tiến hành lắp ráp.
- Trước khi lắp các chi tiết cần phải vệ sinh, kiểm tra tình trạng chi tiết.
- Các chi tiết phải đặt đúng vị trí, chắc chắn và đảm bảo chính xác.
- Dụng cụ: Cờ lê 17, súng bắn bulông, thanh dẫn hướng..vv
- Các bước tiến hành:

Bước 1: Lắp bulông dẫn hướng để đưa ống phun vào. Kiểm tra vị trí đã đánh dấu trước khi tháo để dễ dàng lắp ống phun vào đúng vị trí.



Hình 3-23 Đưa ống phun vào vị trí đã đánh dấu

Bước 2: Lắp vách ngăn vào, dùng chìa khóa 17 lắp bulông cố định, và lắp tấm hãm vào.

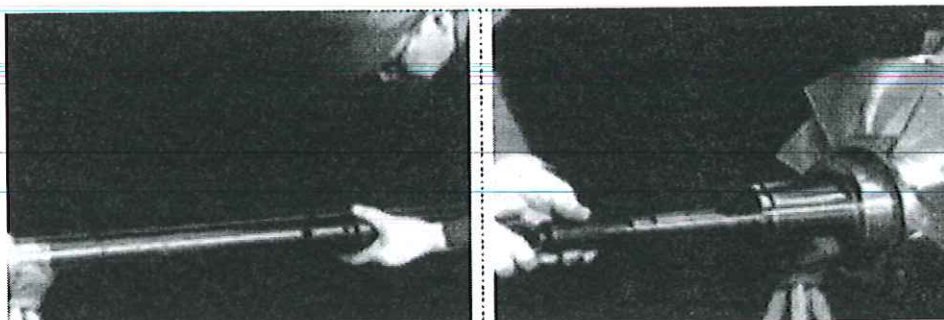


Hình 3-24 Lắp vách chặn và siết bulông hãm

3.2.2.2 Lắp roto của tuabin.

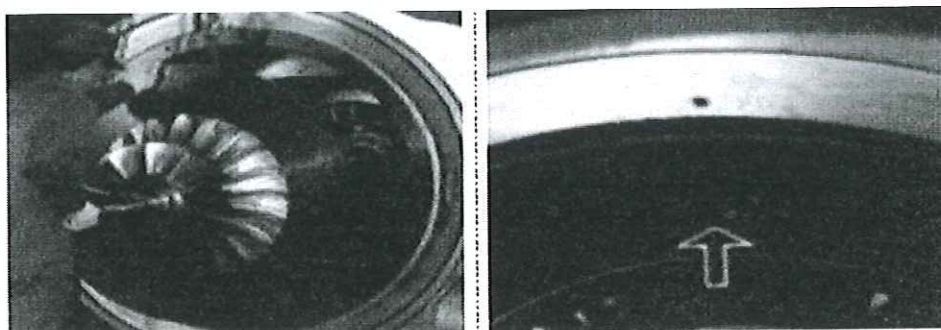
- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mất độ chính xác đảm bảo an toàn cho các thiết bị đo và kiểm tra.
 - Trước khi lắp vào cần kiểm tra tình trạng của roto.
 - Các chi tiết phải đặt đúng vị trí, chắc chắn và đảm bảo chính xác.
 - Đảm bảo lực xiết bulông theo quy định của nhà chế tạo.
- Dụng cụ: Cờ lê 17, ống dẫn hướng, palăng, thiết bị tách.
- Các bước tiến hành:

Bước 1: Lắp thiết bị dẫn hướng vào 2 đầu của roto, sau đó dùng palăng đưa phần roto vào.



Hình 3-25 Lắp ống dẫn hướng cho roto

Bước 2: Kiểm tra, căn chỉnh vị trí của roto sau khi lắp xong đúng với dấu đã đánh trước khi tháo.

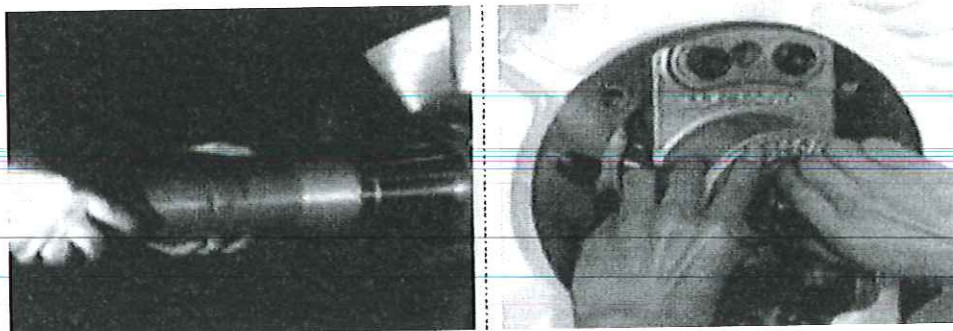


Hình 3-26 Dùng palăng kéo roto vào vị trí trước khi tháo

3.2.2.3 Lắp vỏ đường khí vào bên máy nén.

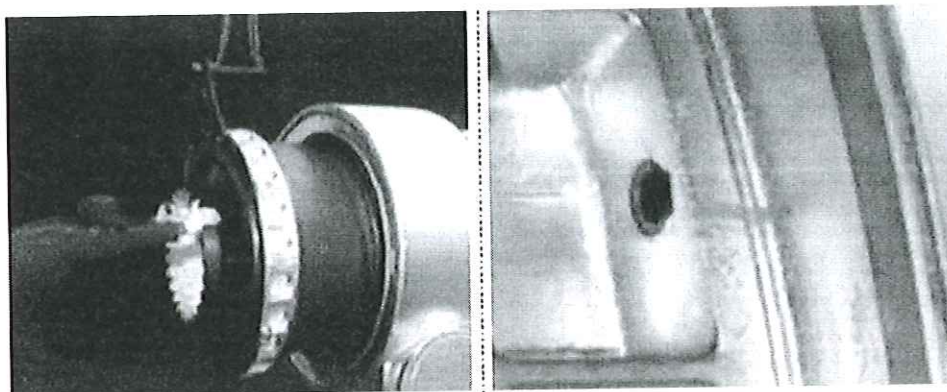
- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mất độ chính xác đảm bảo an toàn cho các thiết bị đo và kiểm tra.
 - Đảm bảo đúng vị trí lắp của chi tiết, độ kín khí, lực siết của bulông hãm.
- Dụng cụ: Cờ lê, pa lăng, dây cáp, thiết bị hỗ trợ nâng...vv
- Các bước tiến hành:

Bước 1: Lắp phần dẫn hướng vào phía trục máy nén. Dùng thiết bị chuyên dụng cố định phần trục tuabin.



Hình 3-27 Lắp dẫn hướng vào trục phía máy nén

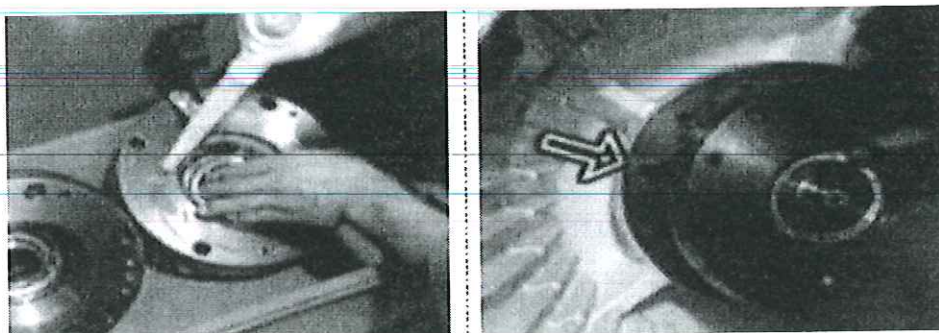
Bước 2: Dùng palăng lắp vỏ đường khí vào, kiểm tra vị trí đã được đánh dấu lúc tháo, Dùng chìa khóa 17 lắp bulông cố định vào, mở phần dẫn hướng ra.



3.2.2.4 Lắp ổ đỡ phía tuabin.

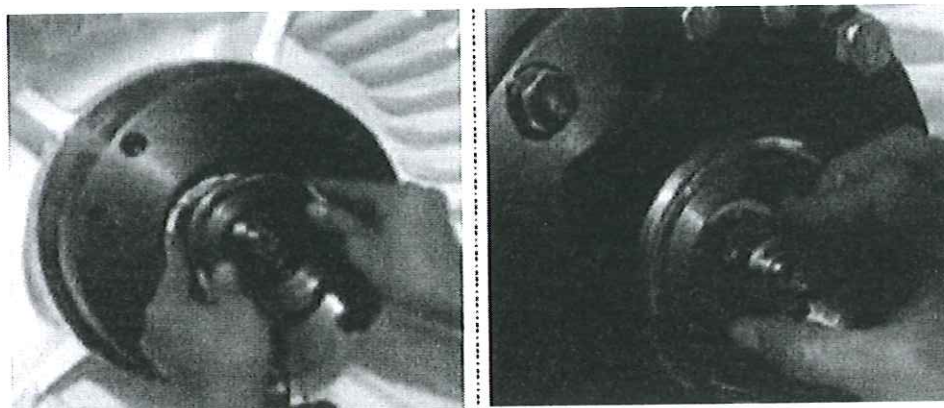
- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mất độ chính xác đảm bảo an toàn cho các thiết bị đo và kiểm tra. Trước khi lắp vào cần kiểm tra tình trạng của roto.
 - Các chi tiết phải đặt đúng vị trí, chắc chắn và đảm bảo chính xác.
 - Đảm bảo lực xiết bulông theo quy định của nhà chế tạo.
- Dụng cụ: Cờ lê, búa, ống dẫn hướng, palăng...vv
- Các bước tiến hành:

Bước 1: Bôi 1 lớp dầu nhờn vào vòng bi và phần trục tuabin, lắp ổ bi vào đúng vị trí.



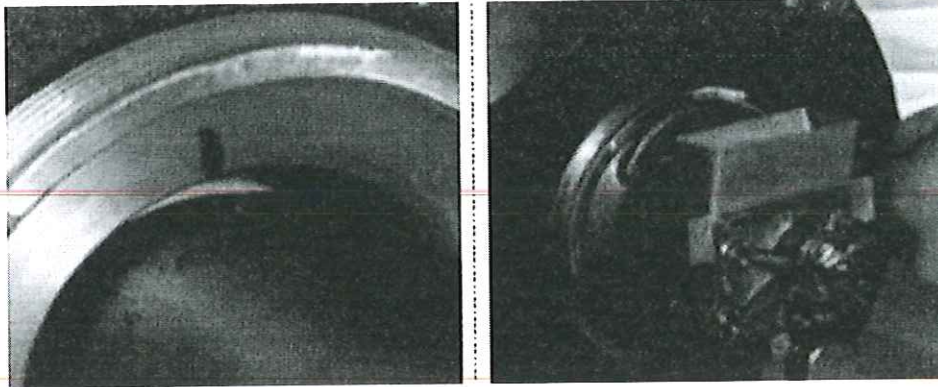
Hình 3-29 Đưa ổ bi vào đúng vị trí lắp ghép

Bước 2: Lắp đĩa bôi trơn vào, lắp đai ốc cố định. Lắp bulông và phe hãm.



Hình 3-30 Lắp phe hãm và đai ốc cố định

Bước 3: Siết đai ốc cố định đến lực siết nhà chế tạo chỉ định, lắp thiết bị hút dầu bôi trơn vào.

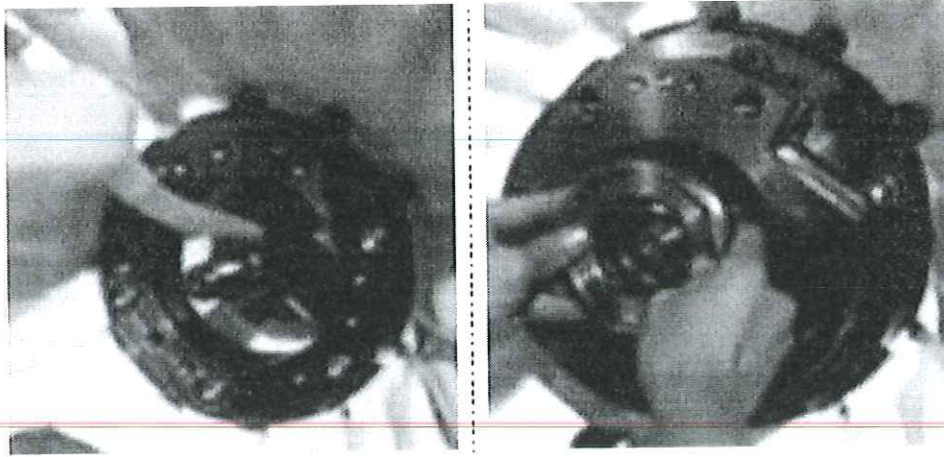


Hình 3-31 Lắp thiết bị hút dầu bôi trơn cho ổ bi

3.2.2.5 Lắp ổ bi phần máy nén.

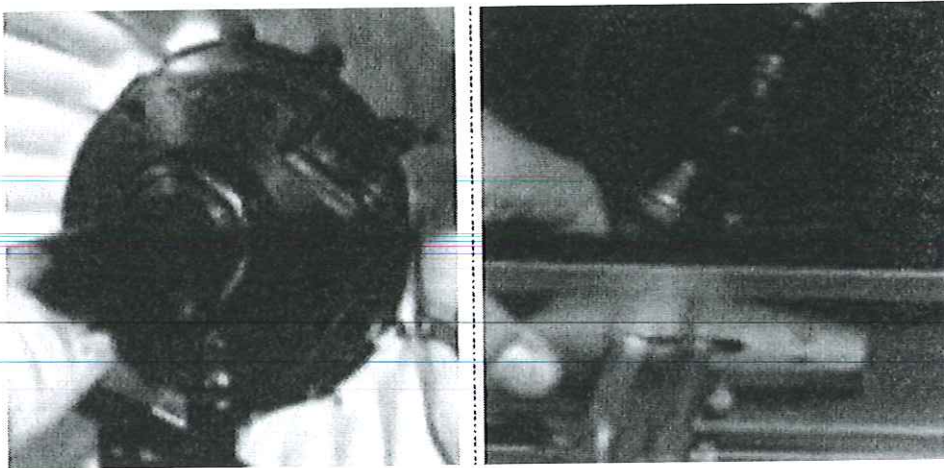
- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Thao tác nhẹ nhàng tránh va đập và làm vỡ, mất độ chính xác đảm bảo an toàn cho các thiết bị đo và kiểm tra.
 - Đảm bảo độ đảo và độ “K” trong giới hạn cho phép.
 - Phải kiểm tra tình trạng các chi tiết trước khi lắp ráp.
 - Các chi tiết phải đặt đúng vị trí, chắc chắn và đảm bảo chính xác.
- Dụng cụ: cờ lê 17, đồng hồ so, thước cặp, cờ lê hộp...vv
- Các bước thực hiện:

Bước 1: Bôi 1 lớp dầu nhờn vào vòng bi và phần trục tuabin, lắp ổ bi vào.



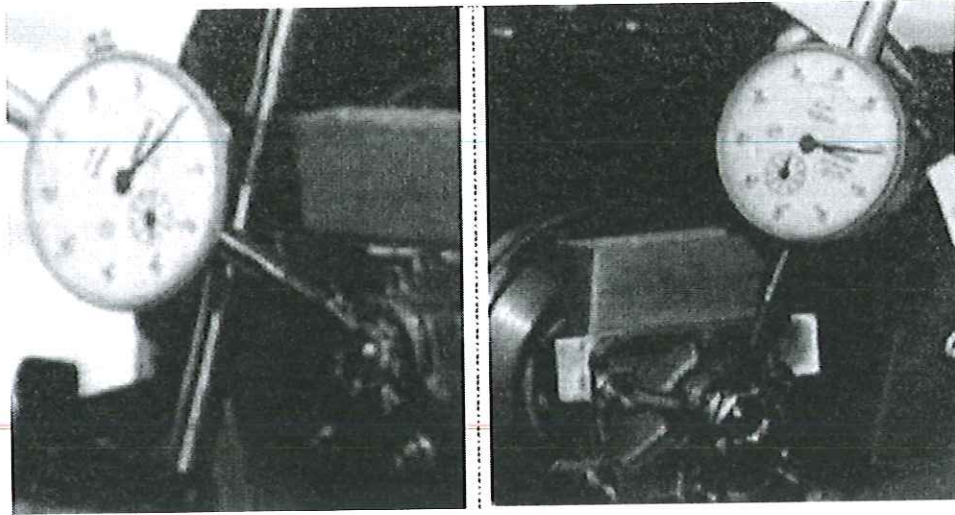
Hình 3-32 Lắp ổ bi vào phía máy nén

Bước 2: Lắp đĩa bôi trơn vào, lắp đai ốc cố định và bulông hãm. Kiểm tra khe hở “K” bằng thước cặp, so sánh với giá trị cho phép.



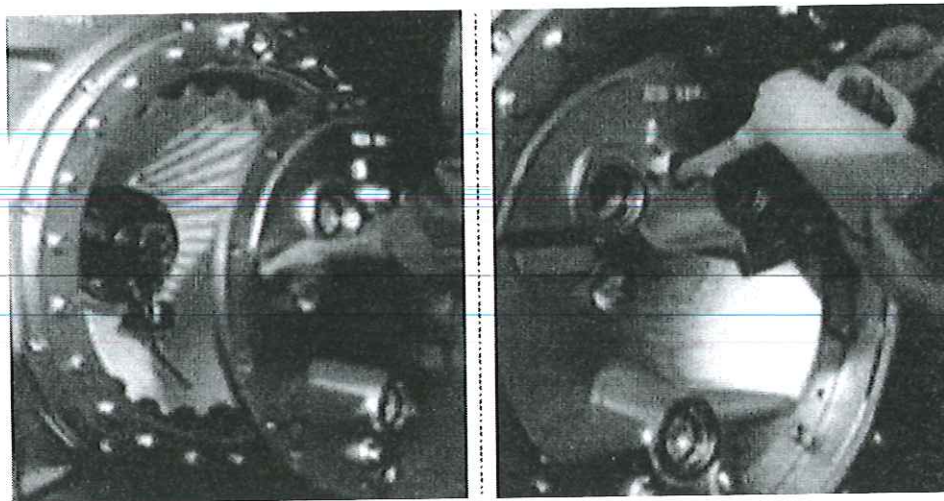
Hình 3-33 Cố định đai ốc và đo khe hở “k” bằng thước kẹp

Bước 3: Lắp phe hãm và thiết bị hút dầu bôi trơn, dùng đồng hồ so đo độ đảo của đĩa bôi trơn tại 2 vị trí.



Hình 3-34 Đo độ đảo của đĩa bôi trơn của ổ bi

Bước 4: Lắp vành kín và cố định bằng bulông hãm, đưa dầu bôi trơn vào khoang dầu bôi trơn ổ đỡ.



Hình 3-35 Lắp vành kín, đưa dầu bôi trơn vào khoang dầu

3.2.2.6 Lắp phin lọc, tiêu âm.

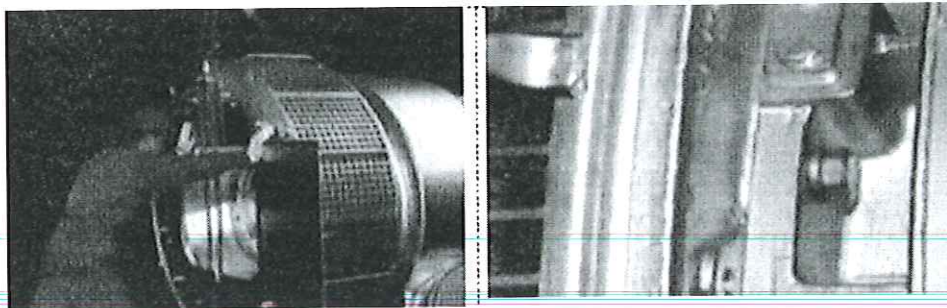
- Yêu cầu kỹ thuật:
 - Đảm bảo lực xiết bulông đúng quy định của nhà chế tạo.
 - Các chi tiết phải đặt đúng vị trí, chắc chắn và đảm bảo chính xác.
 - Trước khi lắp ráp phải vệ sinh sạch sẽ phin lọc tiêu âm.

- Dụng cụ: Palăng, dây cáp, maní, cờ lê...vv
- Các bước tiến hành:

Bước 1: Dùng palăng đưa phin lọc vào, dùng chìa khóa 17 lắp bulông cố định, điều chỉnh để phin lọc vào đúng vị trí lắp ghép.

Bước 2: Lắp hai chốt định vị để cố định phin lọc trên vỏ tuabin, lắp các bulông liên kết giữa phin lọc và tuabin để cố định phin lọc với tuabin tăng áp.

*Chú ý: Khi lắp ráp thì cần chú ý về lực siết của các bu lông, cũng như vị trí của phin lọc phải trùng với dấu đã xác định trước khi tháo để đảm bảo khi làm việc thì tuabin không bị thay đổi tính chất của vật liệu khi làm việc.



Hình 3-36 Lắp phin lọc, tiêu âm

3.3 Kiểm tra, căn chỉnh khi lắp ráp

Quy trình lắp ráp thì ngược với quy trình tháo theo đúng hướng dẫn của nhà chế tạo, thông thường thì ổ đỡ được thay thế khi bảo dưỡng tuabin định kỳ. Trong khi lắp ráp cần phải kiểm tra và căn chỉnh khe hở dọc trục, đồng thời kiểm tra độ đảo của trục roto để đảm bảo cho tuabin làm việc ổn định, đồng thời tránh những hư hỏng cho ổ đỡ.

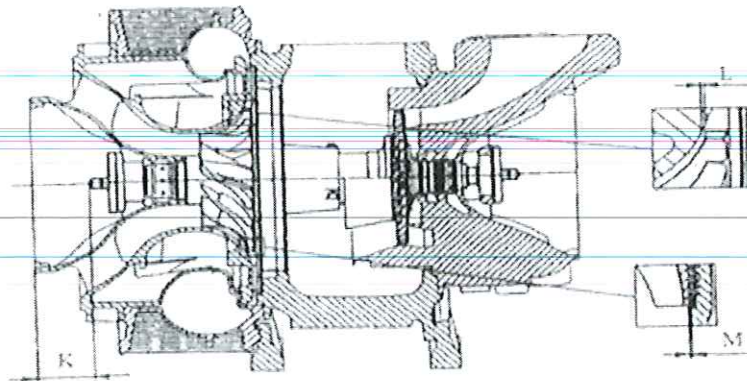
3.3.1 Kiểm tra độ dịch dọc của trục (K, L, M)

Trong quá trình tháo lắp và sửa chữa bảo dưỡng định kỳ thì ta cần phải kiểm tra và căn chỉnh độ dịch dọc trục nhằm đảm bảo trong quá trình làm việc của tuabin trong điều kiện nhiệt độ và áp suất rất cao khi đó thì bánh cánh công tác của tuabin dễ bị dẫn nở vì nhiệt và gây va chạm với vỏ tuabin, bao gồm các thông số sau:

K: Khe hở “K” là khe hở từ nắp phía trước của khoang dầu nhờn tới đầu trục phía máy nén. Nó xác định phần roto nằm bên phía tuabin, K được đo khi ta lắp hoàn chỉnh ổ đỡ bên phía tuabin và sau khi đã siết chặt đai ốc hãm ổ đỡ.

L: Là khe hở giữa cánh của máy nén với vỏ. Trong quá trình hoạt động thì khe hở L có thể bị rộng ra, khe hở L không được lớn hơn 1,5 lần giá trị cho phép lớn nhất, nếu khe hở này lớn hơn thì sẽ làm giảm hiệu suất máy nén.

M: Khe hở M là khe hở được xác định giữa vành kín và bánh công tác phía máy nén. Do quá trình hoạt động nếu khe hở này quá nhỏ thì dẫn đến sự va đập không cần thiết giữa cánh máy nén với vành kín dễ gây ra các hư hỏng cho cánh máy nén, vì vậy mà ta cần phải đo và căn chỉnh khe hở này và đảm bảo suốt quá trình hoạt động khe hở này không được vượt quá 1,5 lần giá trị cho phép lớn nhất để đảm bảo về hiệu suất làm việc của máy nén. Các khe hở này được giới thiệu trong (hình 3-39).



Hình 3-37 Khe hở dọc trục K, L, M của tuabin

L và M được đo khi đã rời lỏng vòng bi của máy nén và vòng bi được rời ra so với vị trí ban đầu là 5mm.

Giá trị K cho phép được ghi trên tấm ghi thông số của tuabin hoặc được tìm thấy trong sách hướng dẫn của nhà sản xuất tuabin.

Lần lượt tiến hành đo các khe hở K, K_1 , K_2 và tính toán các giá trị khe hở L, M sau đó đem giá trị tính toán so sánh với giá trị cho phép của nhà chế tạo.

Khe hở K_1 , K_2 được đo như sau:

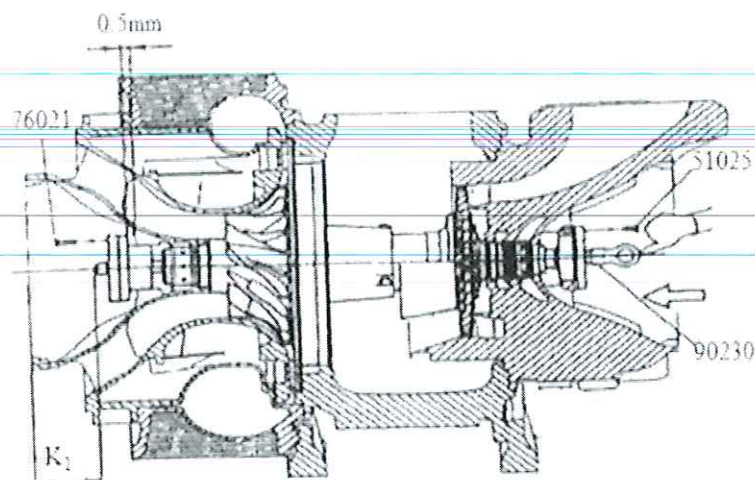
Sau khi đã nói lỏng vòng bi bên phía máy nén với điều kiện là vòng bi được nói ra khoảng 5mm. Khe hở K_1 được đo như sau, đầu phía tuabin ta dùng tay nhấn vào đầu trục sau đó dùng thước cặp hoặc thước thẳng đo khe hở K_1 và ghi lại giá trị đã đo để thực hiện tính toán. Khe hở K_2 được đo bằng cách kéo một đầu phía trục bên phía tuabin, và dùng thước cặp đo khoảng cách từ vỏ đường khí vào tới đầu trục phía máy nén, ghi lại kết quả đo được và thực hiện tính toán giá trị M , L theo công thức sau:

* Tính toán khe hở L , M theo công thức sau:

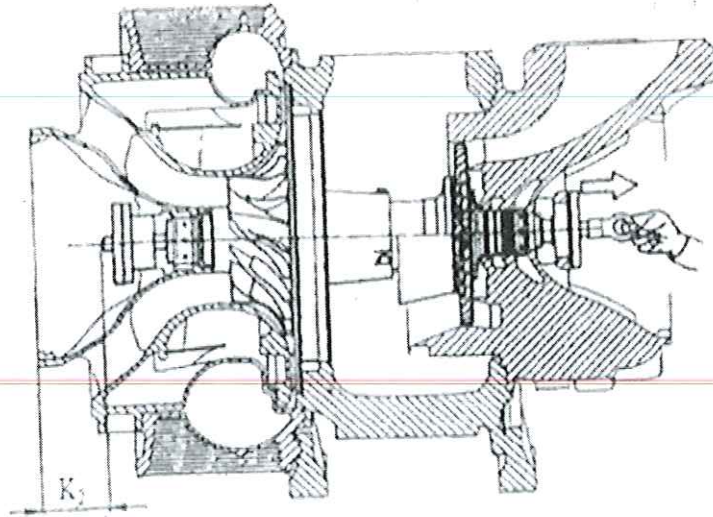
$$L = K - K_1$$

$$M = K_2 - K$$

* Cách đo K_1 , K_2 được thể hiện ở hình dưới đây:



Hình 3-38 Đo khe hở K_1 của tuabin



Hình 3-39 Đo khe hở K_2 của tuabin

Bảng 1 - Bảng giá trị cho phép M , L của nhà sản xuất

VTR	454	564	714	454P	564P
L [mm]	0,98÷2,04	1,26÷2,43	1,60÷2,96	1,54÷2,39	1,7÷2,58
M [mm]	0,21÷1,49	0,22÷1,58	1,23÷1,79	0,28÷1,44	0,44÷1,63

Khi thay vòng bi hoặc vỏ mới có thể dẫn đến sự thay đổi giá trị K , khi đó cần chỉnh lại bằng cách thay đổi các lá căn phía trước và sau vòng bi đỡ chặn phía máy nén.

3.3.2 Kiểm tra độ đảo của trục roto (B_1 , B_2)

Trong quá trình vận hành cũng như sửa chữa ta thường xuyên đo độ đảo B_1 , B_2 của trục roto tại 2 vị trí phía tuabin và máy nén vì đây là yếu tố quan trọng nó có thể gây ra một số hậu quả hư hỏng nghiêm trọng cho tuabin nên ta thường phải kiểm tra thường xuyên để tìm ra những phương pháp điều chỉnh, khắc phục kịp thời.

Thiết bị dùng để đo độ đảo là đồng hồ so và thiết bị dùng để cố định đồng hồ. Đặc biệt khi tháo lắp bảo dưỡng ta đều phải đo các giá trị B_1 , B_2 , khi lắp ráp thì ta phải

căn đo và căn chỉnh cả hai phía tuabin và máy nén để đảm bảo trục được quay đồng tâm giữa 2 ổ đỡ của tuabin.

3.4 Sửa chữa tuabin tăng áp VTR 564

3.4.1 Một số nguyên nhân và biểu hiện hư hỏng của tuabin

Khi sử dụng động cơ có tuabin tăng áp khí xả thì cần phải chăm sóc tỉ mỉ và thường xuyên kiểm tra trạng thái kỹ thuật của nó. Dưới đây là một số biểu hiện hư hỏng và nguyên nhân khi sử dụng tuabin tăng áp khí xả VTR 564.

Biểu hiện hư hỏng	Nguyên nhân
<ul style="list-style-type: none"> • Nhiệt độ khí xả ra khỏi động cơ diesel cao hơn bình thường khi đi vào tuabin. (Nhiệt độ khí xả vào tuabin cao hơn 650⁰C) 	<ul style="list-style-type: none"> • Động cơ: bị quá tải về công suất trong thời gian dài, hư hỏng trong hệ thống nạp. Nhiệt độ không khí nạp cao khi chạy mà không có làm mát không khí. • Tuabin tăng áp: <ul style="list-style-type: none"> - Thiếu không khí, ví dụ: bộ lọc không khí bị tắc nghẽn bởi bụi bẩn - Cánh máy nén bị bẩn - Áp suất ngược khí xả quá cao - Bộ cánh tuabin bị hỏng, hoặc bị ăn mòn - Vỏ bên phía tuabin bị ăn mòn - Cặn bẩn, nước làm mát không đủ - Nhiệt độ của nước làm mát quá cao - Sự thông gió không đủ
<ul style="list-style-type: none"> • Áp suất tuabin tăng áp thấp 	<ul style="list-style-type: none"> • Động cơ:

hơn so với bình thường (nạp ở điều kiện bình thường)	<ul style="list-style-type: none"> - Khí đốt rò rỉ giữa động cơ và tuabin
	<ul style="list-style-type: none"> - Điều chỉnh sai hệ thống nạp • Tuabin tăng áp: <ul style="list-style-type: none"> - Thiết bị đo áp suất bị sai hoặc sự kết nối với thiết bị đo bị rò rỉ
	<ul style="list-style-type: none"> - Bộ lọc không khí bám bụi bẩn - Tuabin tăng áp bám bụi bẩn
	<ul style="list-style-type: none"> - Đệm kín khuất khúc bị hư hỏng - Bộ cánh tuabin bị hỏng - Vòng kín vòi phun bị hư hỏng - Áp suất ngược khí xả quá cao
• Áp suất tuabin tăng áp cao hơn so với bình thường (nạp ở điều kiện bình thường)	<ul style="list-style-type: none"> • Động cơ: <ul style="list-style-type: none"> - Công suất đầu ra của động cơ cao hơn dự kiến. - Hư hỏng trong hệ thống phun • Tuabin tăng áp <ul style="list-style-type: none"> - Thiết bị đo áp suất không chính xác - Bụi bẩn hoặc bị tắc một phần trong vòng vòi phun.
• Tuabin tăng áp bị rung động	<ul style="list-style-type: none"> - Trục bị cong - Ổ đỡ bị hỏng - Trục bị mất cân bằng do bụi bẩn

	<p>hoặc bộ cánh tuabin bị hỏng.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ổ đỡ lắp ráp không chính xác, đặc biệt là lò xo giảm chấn bị hư.
<ul style="list-style-type: none"> • Tiếng ồn trong khi chạy độ lệch tâm trong thời gian quá ngắn hoặc không chạy thử 	<ul style="list-style-type: none"> - Ổ đỡ bị hỏng - Trục roto bị ma sát - Tuabin tăng áp bám bụi bản Vật lạ trong tuabin tăng áp
<ul style="list-style-type: none"> • Rò rỉ từ vỏ 	<ul style="list-style-type: none"> • Vết nứt: <ul style="list-style-type: none"> - Vết nứt là do ứng suất nhiệt - Do bởi làm mát không đồng đều, thiếu nước hoặc đóng cặn quá mức. • Ăn mòn ở phía bên khí xả động cơ qua tuabin: <ul style="list-style-type: none"> - Hơi ẩm đã được tạo ra gây ăn mòn do sự tạo thành axit sunfuric cùng với sự xói mòn của bụi bản. • Ăn mòn ở phía bên trong khoang nước làm mát: <ul style="list-style-type: none"> - Nước muối được sử dụng như công chất làm mát mà không cần chống ăn mòn - Vách ngăn ở đầu nước vào bị hỏng
<ul style="list-style-type: none"> • Dầu vòng bị trở nên đen rất 	<ul style="list-style-type: none"> - Khí thải xâm nhập vào thân ổ bi.

nhanh	- Vòng đệm kín cổ trục tại tuabin bị hư
• Tồn thất dầu bôi trơn	- Khe hở quá lớn tại vòng đệm kín trục - Lắp đặt vít thiếu hoặc lỏng lẻo Rò rỉ qua vỏ của tuabin
• Tăng áp không ổn định	- Sức cản dòng tăng. Ví dụ như bầu làm mát không khí và phin lọc bị bám bụi bẩn hoặc đóng cặn.

3.4.2 Kiểm tra và sửa chữa các thiết bị của tuabin VTR 564

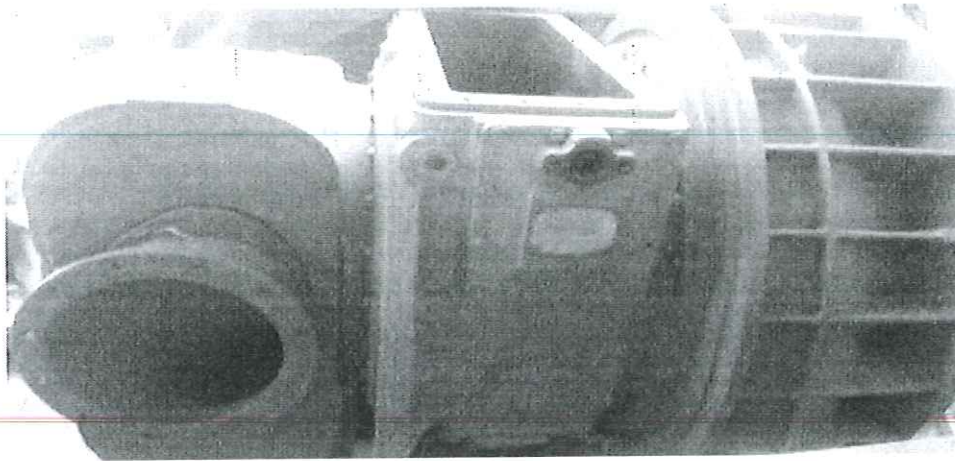
3.4.2.1 Kiểm tra và sửa chữa vỏ tuabin.

Vỏ tuabin tăng áp khí là một chi tiết quan trọng, bề mặt trong làm việc trong môi trường khắc nghiệt nhiệt độ cao và chịu rung động, chất ăn mòn, nếu vỏ bị hỏng nó sẽ làm giảm hiệu suất tăng áp cho động cơ.

Một số hư hỏng thường gặp ở vỏ tuabin tăng áp khí xả VTR 564 sau:

- Vỏ bị ăn mòn, xói mòn.
- Vỏ bị nứt, vỡ.
- Vỏ bị biến dạng hay bị dập.

Phần vỏ máy nén bị nứt sẽ làm không khí nén bị rò rỉ ra môi trường bên ngoài từ làm giảm áp suất gió tăng áp, hay không đảm bảo an toàn cho quá trình làm việc của tuabin tăng áp khí xả.



Hình 3-40 Vỏ ngoài của tuabin VTR 564

- Nguyên nhân hư hỏng:
 - Do nhà sản xuất chế tạo gia công vỏ không đúng kỹ thuật. Ví dụ như do co ngót kim loại sau khi đúc làm vỏ bị nứt, độ dày vỏ không đảm bảo hoặc phân bố đồng đều, xuất hiện các vết nứt nhỏ trong khi chế tạo không kiểm tra kỹ lưỡng khi đưa ra hoạt động, xuất hiện các bọt khí kim loại trong khi chế tạo.
 - Nhiệt độ làm mát không theo yêu cầu kỹ thuật (nhiệt độ chỉ định của nhà chế tạo tuabin là $80^{\circ}\text{C} \div 90^{\circ}\text{C}$) dẫn đến gây ra ứng suất nhiệt làm cho tính chất kim loại bị phá vỡ gây ra nứt.
 - Sự ăn mòn vỏ sau một thời gian hoạt động, như ăn mòn do nước làm mát có chứa chất ăn mòn, hơi ẩm không khí xâm nhập vào.
 - Ăn mòn do hơi ẩm xâm nhập vào trong tuabin kết hợp với không khí thải có chứa lưu huỳnh sẽ tạo thành axit H_2SO_4 chất gây ăn mòn đặc biệt phần vỏ ra của khí thải.
 - Xói mòn do dòng khí thải động cơ chuyển động với vận tốc cao, nhiệt độ lớn.
 - Bánh cánh va đập lên bề mặt vỏ tuabin.
 - Tác động bên ngoài tác động vào vỏ cũng sẽ làm cho vỏ bị nứt, hoặc trong quá trình hoạt động thì tuabin tăng áp bị rung động...
- Phương pháp kiểm tra:

Để kiểm tra thì ta tiến hành vệ sinh sạch bề mặt vỏ sau đó mới tiến hành kiểm tra. Và ta có một số phương pháp kiểm tra sau:

- Ta có thể quan sát vỏ tuabin tăng áp bị hỏng bởi mắt thường hay nghe tiếng động mà vỏ phát ra.
- Đo độ dày vỏ ta có thể dùng sóng siêu âm để kiểm tra.
- Kiểm tra vết nứt lớn có thể dùng chất chỉ thị màu để kiểm tra.

Tiến hành kiểm tra vết nứt bằng dung dịch chỉ thị màu như sau: Đây là phương pháp sử dụng các dung dịch để thẩm thấu vào các vết nứt, rỗ khí nhỏ mà không thể quan sát bằng mắt thường, sau đó dùng chất hiển thị màu phát hiện ra vị trí mà dung dịch thẩm thấu còn nằm lại ở trên các vết nứt cũng như rỗ khí.

Tiến hành theo các bước sau:

- Dùng dung dịch làm sạch để tẩy sạch bề mặt.
- Phun dung dịch thẩm thấu lên bề mặt.
- Sau khi đủ thời gian thẩm thấu vào vết nứt thì ta lau sạch bề mặt.
- Dùng dung dịch hiển thị màu phun lên bề mặt vừa được thực hiện các bước trên dùng mắt thường quan sát hay kính lúp để phát hiện các vết nứt.

Phương pháp này có tính ưu việt là đơn giản, dễ thực hiện, phát hiện được cả các khuyết tật nhỏ không quan sát được bằng mắt thường một cách nhanh chóng.

- Phương pháp sửa chữa:

Phương pháp mà sử dụng phổ biến hiện nay trong lĩnh vực công nghiệp đóng tàu và sửa chữa là hàn đắp bằng hồ quang điện, nên ta có thể dùng phương pháp này sửa chữa các vết nứt. Nếu vết nứt hay ăn mòn không thể hồi phục để đáp ứng hoạt động bình thường thì ta tiến hành thay thế.

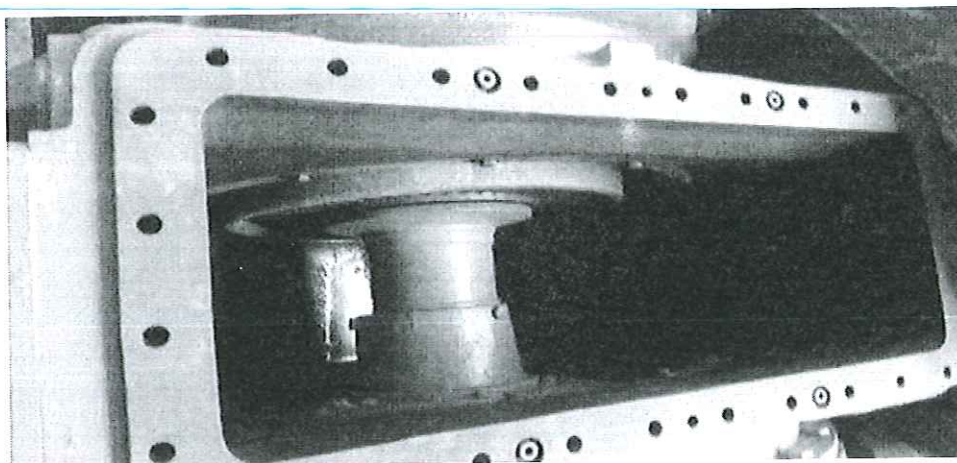
3.4.2.2 Kiểm tra và sửa chữa trục roto.

Trục tuabin tăng áp khí xả VTR 564 là chi tiết đắt tiền và quan trọng, khó chế tạo và thường được đúc liền với các bánh công tác của tuabin. Trục dài và nặng, phải gia công chính xác đảm bảo khe hở thích hợp giữa các chi tiết tĩnh và động. Trục roto làm việc trong điều kiện rất nặng nhọc, chịu mômen quán tính rất lớn và phải làm việc với nhiệt độ cao đặc biệt là nhiệt độ của trục phần tuabin.

Một số hư hỏng thường gặp ở trục roto tuabin tăng áp khí xả VTR 564 sau:

- Trục bị rạn nứt, gãy.
- Trục bị cong, vênh.
- Trục bị ăn mòn

Trục roto tuabin tăng áp khí xả VTR 564 bị hư hỏng như trên đặc biệt là trục bị cong, vênh sẽ xảy ra một số hiện tượng như làm giảm áp suất gió tăng áp, gây nên những rung động làm phá hủy hay làm giảm tuổi thọ của ổ bi, gây nên những tiếng động mà ta nghe thấy được do sự va đập khi trục bị cong thì các chi tiết liên kết trên trục sẽ va đập với vỏ.



Hình 3-41 Trục của tuabin tăng áp VTR 564

- Nguyên nhân hư hỏng:

Sau đây là một số nguyên nhân hư hỏng đối với trục roto và ta đi xét từng hư hỏng cụ thể:

▪ Trục bị nứt, gãy:

- Do nhà sản xuất chế tạo gia công trục không đảm bảo yêu cầu đúng kỹ thuật, như trong khi gia công thì đã nứt trước khi qua đưa vào sử dụng. Khi đúc thì các bọt khí lẫn vào mà không phát hiện, nói chung là do khuyết tật chế tạo.
- Do trục làm việc liên tục với mô men quán tính lớn và nhiệt độ tương đối cao thì dẫn đến độ bền mỏi giảm dần đến trục nứt hoặc có thể làm gãy trục.
- Khi bắt đầu hoạt động trục ở trạng thái nguội, khí thải động cơ nhiệt độ tương đối cao mà trục nguội dần đến sinh ra ứng suất nhiệt.

▪ Trục bị cong, vênh:

- Trục bị cong do bánh cánh tuabin hay máy nén bị gãy hay biến dạng, cấu cặn bám trên bánh cánh làm cho trục quay với tâm không trùng với tâm quay lý thuyết dễ gây mất cân bằng động.
- Trục xảy ra ứng suất nhiệt do sự chênh lệch nhiệt độ trong quá trình làm việc.
- Vòng quay của trục quá lớn do áp suất và nhiệt độ khí thải quá lớn.
- Do khuyết tật chế tạo, kim loại bị mỏi, hay bị ăn mòn.
- Các vòng bi bị rơ, không đồng tâm giữa các vòng bi hoặc hỏng tạo ra sự rung lắc cho trục.

▪ Trục bị ăn mòn:

- Ăn mòn do hơi ẩm xâm nhập vào trong tuabin kết hợp với khí thải của động cơ có chứa lưu huỳnh sẽ tạo thành axit H_2SO_4 chất gây ăn mòn cho trục roto.
- Ăn mòn do trục bị bó kẹt.

• Phương pháp kiểm tra:

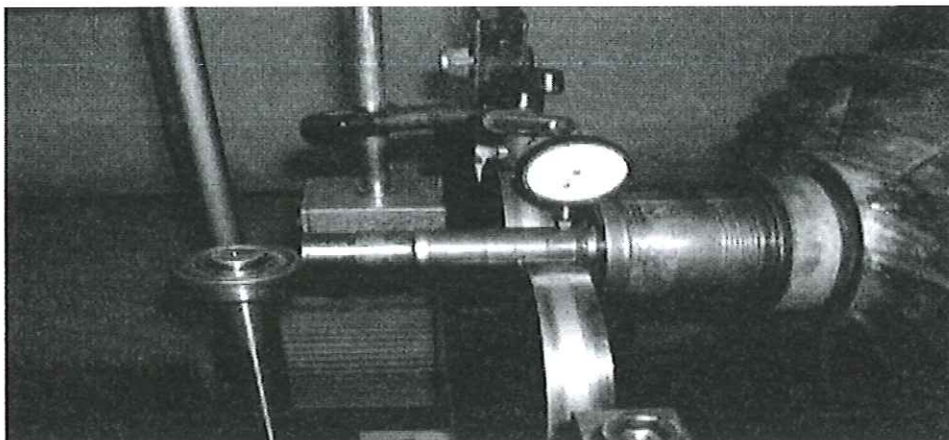
Để kiểm tra các hư hỏng thì ta tiến hành vệ sinh sạch sẽ sau đó mới tiến hành kiểm tra. Và ta có một số phương pháp kiểm tra sau:

- Quan sát bằng mắt thường (có thể dùng kính lúp và một số thiết bị chuyên dụng khác. Như kiểm tra xem tại các bánh cánh có cấu cận và bị biến dạng hay bị gãy hay không, xem trục có bị nứt hoặc gãy không).
- Kiểm tra các khuyết tật bằng phương pháp siêu âm để kiểm tra các khuyết tật trên trục.
- Đo khe hở giữa ổ trục với tuabin tăng áp đảm bảo khe hở $(0,0005 \div 0,00078)D$.
- Kiểm tra vòng bi có bị rơ hoặc bị bó kẹt hay không.
- Dùng thước pame đo ngoài đo các kích thước của trục.
- Dùng đồng hồ so để đo độ đảo của trục

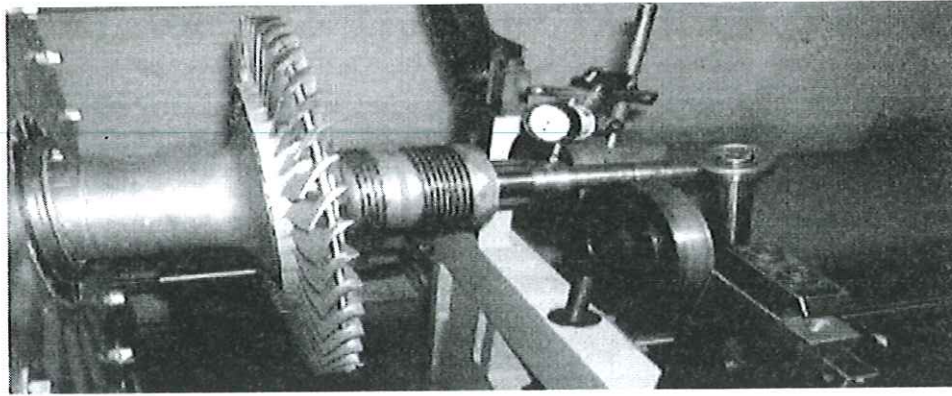
Sau đây trình bày về phương pháp đo độ đảo của trục. Phương pháp này xác định độ cong vênh của trục.

Sau khi tháo hết tuabin và máy nén ra khỏi trục sau đó vệ sinh làm sạch trục rồi tiến hành đo như sau:

- Đặt trục lên máy tiện chuyên dụng.
- Dùng đồng hồ so gắn vào thiết bị chuyên dụng như hình vẽ.
- Tiến hành quay trục với vận tốc thấp, quan sát đồng hồ và ghi lại các thông số.
- Độ đảo cho phép theo yêu cầu thiết kế $(0 \div 0,06)$ mm.



Hình 3-42 Kiểm tra độ đảo của trục roto phía máy nén



Hình 3-43 Kiểm tra độ đảo của trục roto phía tuabin

- Phương pháp sửa chữa:

- Đối với trường hợp bị nứt hoặc gãy thì tiến hành thay thế mới.
- Khi bị mài mòn, ăn mòn thì ta tiến hành mài cho trục sau đó dùng panme đo ngoài đo đường kính của trục sau khi mài với điều kiện đường kính không giảm quá 3% đường kính theo thiết kế.
- Khi trục bị cong thì ta dùng phương pháp nắn nhiệt hay cơ nhiệt để nắn lại, cho phép nắn trục khi độ cong lớn hơn 0,2 mm.

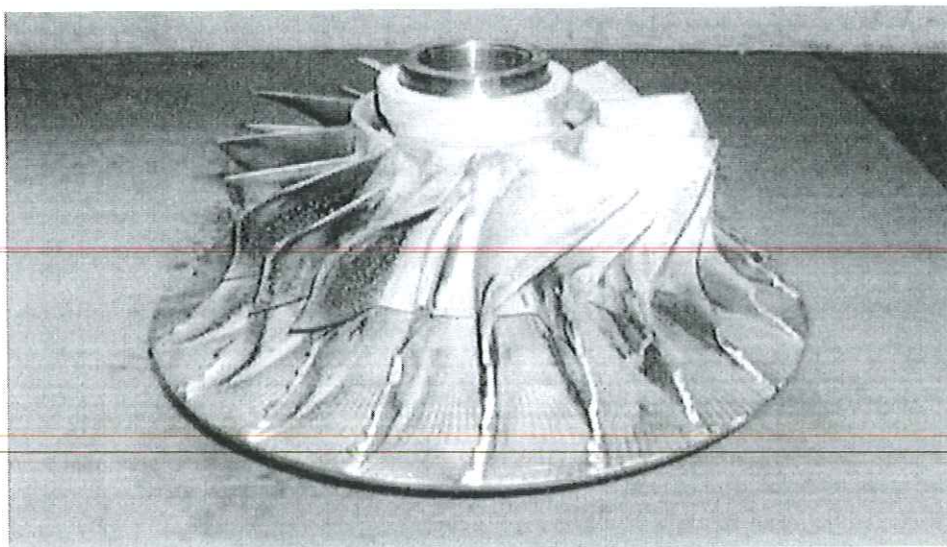
3.4.2.3 Kiểm tra và sửa chữa cánh tuabin, cánh máy nén.

Các cánh tuabin và máy nén, làm việc trong môi trường áp lực lớn nhiệt độ cao của khí xả. Đặc biệt là cánh phía tuabin làm việc trong môi trường nhiệt độ có thể lên tới 650°C và vòng quay rất lớn, cộng với trong môi trường khí xả có rất nhiều tạp chất như lưu huỳnh, cacbonic do đó thường dễ bị ăn mòn. Cánh tuabin và máy nén được lắp trên trục roto còn ống phun cố định trên vỏ của tuabin tăng áp khí xả VTR 564. Trong điều kiện làm việc khắc nghiệt thì có một số biểu hiện hư hỏng thường ở cánh tuabin:

Một số hư hỏng thường gặp ở bánh công tác tuabin tăng áp khí xả VTR 564 sau:

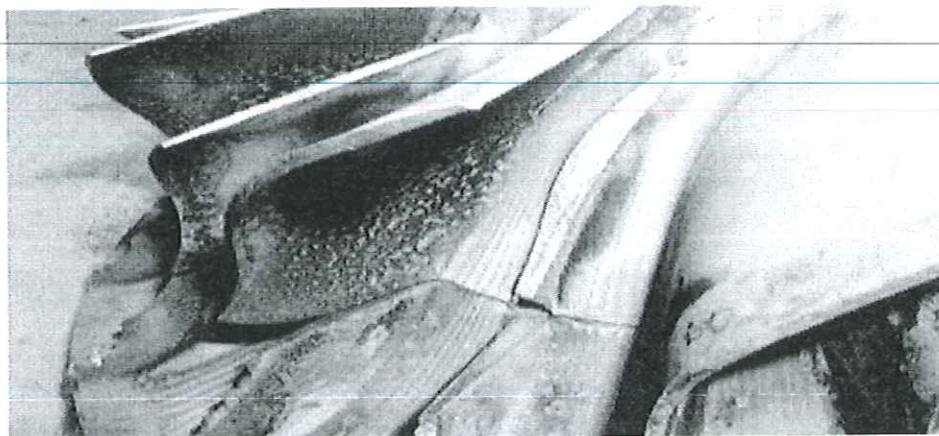
- Cánh tuabin và máy nén bị bám cặn bẩn.
- Cánh tuabin và máy nén bị nứt, gãy.

- Cánh tuabin và máy nén bị ăn mòn, xói mòn, xâm thực.
- Cánh tuabin và máy nén bị biến dạng.



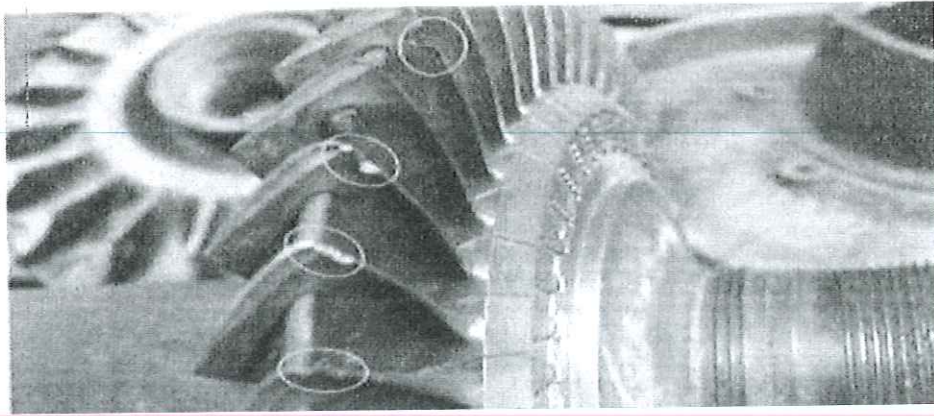
Hình 3-44 Cánh máy nén bị ăn mòn, gãy và biến dạng

Một số hư hỏng như cánh bị nứt, ăn mòn thường gặp ở bánh cánh phía máy nén của tuabin tăng áp khí xả VTR 564 :



Hình 3-45 Cánh máy bị nứt, gãy bên phía máy nén

Hư hỏng như nứt, mẻ cánh phía tuabin.



Hình 3-46 Bánh cánh bị nứt, mé cánh bên phía tuabin

Cánh tuabin và máy nén tuabin tăng áp khí xả VTR 564 bị hư hỏng ở trên sẽ xảy ra một hiện tượng như mất cân bằng động và tĩnh, giảm áp suất gió tăng áp, đối với ống phun khí bị bó kẹt không điều chỉnh được hay cấu cặn bám sẽ làm giảm chất lượng và lưu lượng phun của ống phun, gây nên những rung động làm phá hủy hay làm giảm tuổi thọ của ổ bi, gây nên những tiếng động mà ta nghe thấy được do sự va đập khi trục bị cong thì các chi tiết liên kết trên trục sẽ va đập với vỏ.

- Nguyên nhân hư hỏng:

- Do chế tạo có những khuyết tật.
- Qua trình lắp ráp không đúng kỹ thuật hay để bị rơi, hoặc quên các thiết bị trong tuabin gây nên va đập trong tuabin trong quá trình làm việc.
- Bị nứt, gãy do ứng suất nhiệt do nhiệt độ nước làm mát giảm xuống quá thấp, gây va đập với vỏ của tuabin khi trục bị rung hay dao động trục. Do sự dẫn nở nhiệt của vật liệu trục làm bánh cánh bị nứt.
- Do cánh chịu áp lực nén hay áp lực khí xả, nhiệt độ khí xả cao hơn nhiệt độ lớn nhất vào tuabin sẽ làm biến dạng cánh.
- Ăn mòn, xói mòn, xâm thực là do trong tuabin có hơi ẩm, khí xả có chất ăn mòn.

- Phương pháp kiểm tra:

Trước khi tiến hành kiểm tra ta phải làm sạch bằng giẻ, nếu bánh cánh bám quá nhiều bụi bẩn thì ta tiến hành ngâm dung dịch hoá chất cho bánh cánh sau đó mới tiến hành kiểm tra :

- Dùng mắt thường để quan sát, có thể dùng các thiết bị hỗ trợ như kính lúp để phát hiện ăn mòn, vết nứt, rỗ..., kiểm tra số cánh có đảm bảo không.
- Điều chỉnh ống phun có bị bó kẹt không và dây kim loại có bị ăn mòn hay gãy không nếu không đảm bảo thì phải có biện pháp khắc phục kịp thời.
- Dùng thước hay dưỡng để kiểm tra bán kính, prophin cánh để biết được độ mòn của cánh sau một thời gian làm việc và kiểm tra khoảng cách của rãnh cánh để đảm bảo góc cánh.
- Quay nhẹ trục lắng tai nghe cánh có va đập với vỏ hay không để đảm bảo khe hở giữa vỏ và bánh cánh, hoặc giữa bánh cánh với vành kín.
- Khi trục mất cân bằng động do cánh thì hãy kiểm tra vòng quay trục có ổn định hay không và xem có bị rung động hay không.

• Phương pháp sửa chữa:

- Vệ sinh các muối cacbon, bụi bẩn bám trên cánh hướng bằng cánh dùng ngâm bằng hóa chất hay nước nóng để tẩy sạch, trên bánh cánh thì dùng phương pháp cơ khí. Đối với bên máy nén thì ta có thể vệ sinh bằng dầu, còn cánh động cũng vệ sinh tương tự như cánh hướng.
- Đối với hư hỏng như bị ăn mòn thì ta tiến hành cạo rà (vết mòn nhỏ hơn 1mm), nếu mòn sâu và phân bố tập trung thì ta tiến hành thay thế mới.
- Đối với hư hỏng bị đập, đứt và nứt ở mép không quá 0,5 mm thì sửa chữa bằng cánh nắn nhiệt và dũa. Nếu mà ở mép bị đập, đứt nứt quá sâu không đảm bảo yêu cầu kỹ thuật thì tiến hành thay thế mới. Nếu cánh bị mẻ không quá 1mm và phân bố không tập trung thì có thể tiến hành hàn đắp.
- Nếu biến dạng cánh thì nắn nhiệt, nhưng phải đảm bảo cân bằng động và tĩnh, đảm bảo khe hở L là khe hở giữa đỉnh cánh và vỏ và góc cánh.

- Trong trường hợp đang hoạt động ngoài biển mà khi cánh tuabin bị gãy sẽ làm mất cân bằng động nếu không khắc phục kịp thời sẽ phá hủy một số chi tiết (ổ bi, trục roto..) để đảm bảo an toàn ta có thể cắt bỏ cân bằng lại roto, nếu cắt bỏ thì số cánh phải nhỏ hơn (7÷8) % và rải rác đều quanh bánh cánh.
- Với các dây chằng cánh bị đứt thì tiến hành thay thế mới.
- Chú ý trong quá trình lắp ráp thì phải cẩn thận không để bị rơi hay va đập với các vật cứng khác.

3.4.2.4 Kiểm tra và sửa chữa vành miệng phun.

Vành miệng phun (ống phun) làm việc trong điều kiện khắc nghiệt có nhiệt độ cao và áp suất lớn, thông thường thì có một số biểu hiện hư hỏng sau: ống phun bị uốn, dập, đứt, rạn nứt, ăn mòn, bào mòn, muối cacbon đóng bám trên ống phun. Các hư hỏng do bó kẹt, vênh.

Ống phun bị hư hỏng sẽ gây ra một số hậu quả sau:

- Giảm áp suất gió tăng áp không đủ cung cấp cho động cơ diesel do vòng quay của roto của tuabin giảm đáng kể.
- Chất lượng phun không đảm bảo, mất tính linh động của dòng khí xả do tốc độ của dòng khí bị giảm, cân chỉnh khó khăn.
- Vòng quay giảm, rung động.
- Kẹt và gãy, mẻ cánh của ống phun
- Nguyên nhân hư hỏng:
 - Do chế tạo có những khuyết tật, gây hư hỏng trong quá trình vận hành.
 - Quá trình lắp ráp không đúng kỹ thuật hay để bị rơi, hoặc để quên các thiết bị sửa chữa trong tuabin do đó khi làm việc tuabin sẽ bị va đập gây hư hỏng.

- Khi thay đổi phụ tải đột ngột trong điều kiện sóng gió lớn làm cho nhiệt độ khí xả của động cơ tăng cao hơn bình thường gây ra thay đổi ứng suất nhiệt trong các ống phun một cách đột ngột gây rạn nứt.
- Các muội cacbon bám trên ống phun khi thời gian bảo hành quá dài.
- Do lượng khí xả lưu lượng lớn chuyển động vận tốc lớn và nhiệt độ cao khi không được kiểm soát nó sẽ gây ra biến dạng ống phun, làm giảm khe hở ống phun.
- Ăn mòn, xói mòn, xâm thực là do trong tuabin có hơi ẩm, khí xả có chất ăn mòn.

- Phương pháp kiểm tra:

Ta tháo ống phun ra khỏi tuabin tăng áp sau đó vệ sinh bằng giẻ sạch và dầu rồi tiến hành kiểm tra, theo kinh nghiệm thì có thể quan sát bằng mắt thường. Kiểm tra xem bề mặt cánh có bị nứt, rỗ, ăn mòn, kiểm tra độ mở của khe hở giữa các cánh bằng thước thẳng hoặc dũa.

- Phương pháp sửa chữa:

- Vệ sinh các muội cacbon bám trên ống phun bằng cánh dùng ngâm bằng hóa chất hay nước nóng để tẩy sạch, trên bánh cánh thì dùng phương pháp cơ khí.
- Với biến dạng thì ta tiến hành nắn nhiệt, điều chỉnh cho hợp lý.
- Xói mòn đứt, gãy,... thì tiến hành thay thế mới.
- Cánh bị nứt quá lớn thì phải thay thế mới.

3.4.2.5 Kiểm tra và sửa chữa ổ đỡ trục.

Ổ bi làm việc ở điều kiện nặng nề, chịu lực dịch dọc, mô men quán tính lớn của trục roto, trọng lượng bản thân trục roto tương đối lớn. Sau một thời gian hoạt động thì ta có một số hư hỏng sau: Ổ bi bị vỡ do không đảm bảo áp suất dầu bôi trơn trong quá trình làm việc, do dầu bôi trơn bị bắn gây xước, mòn, rung lắc, kẹt ổ bi có thể dẫn đến cháy ổ đỡ. Sẽ gây ra một số hậu quả nghiêm trọng cho tuabin tăng áp khí xả VTR 564

như sau: làm trục roto bị dao động làm giảm hiệu suất không khí tăng áp, và còn hư hỏng một số chi tiết khác liên quan, như cánh, trục ..

- Nguyên nhân hư hỏng :
 - Do dầu bôi trơn có tạp chất rắn lẫn vào.
 - Do trục roto bị cong vênh mất cân bằng gây ra dao động và đập lên ổ bi.
 - Do lắp ráp sai sót không theo yêu cầu kỹ thuật
- Phương pháp sửa chữa: Ổ bi bị hư hỏng thì ta thường tiến hành thay ổ bi mới.

3.4.2.6 Kiểm tra và sửa chữa một số thiết bị phụ trên tuabin.

Một số thiết bị phụ trên tuabin: bơm dầu, đĩa bôi trơn, vòng đệm kín, phin lọc giảm âm... Các hư hỏng thường là: bơm không hoạt động, đĩa bôi trơn và vòng đệm kín bị biến dạng,...

Nguyên nhân các hư hỏng có thể do dịch trục, roto bị võng, do bị rung khe hở không đảm bảo, do lắp ráp không đảm bảo, do vật rắn rơi vào.

Sửa chữa thiết bị làm kín chủ yếu là thay thế mới, còn bơm dầu thì ta tiến hành tháo và sửa chữa vệ sinh.

Sau khi tiến hành sửa chữa xong ta tiến hành vệ sinh sạch sẽ trước khi lắp ráp lại hoàn chỉnh, khi lắp ráp thì cần chú ý những vấn đề sau:

- Vệ sinh sạch các chi tiết lắp ráp.
- Lắp ráp đúng theo trình tự và quy trình lắp ráp.
- Khi lắp ráp cần chú ý đến các khe hở, độ dịch dọc trục L, K, M và độ kín khí.

3.4.2.7 Quá trình ho máy nén.

Trong quá trình hoạt động của động cơ diesel có rất nhiều yếu tố gây nhiễu loạn làm thay đổi lưu lượng của máy nén cũng như sức cản hệ thống.

- Nguyên nhân gây ho máy nén:

Các phân tích trên cho thấy ho máy nén là hiện tượng được tổng hợp từ hai yếu tố sau đây:

- Các yếu tố tiềm ẩn bên trong hệ thống đã đẩy điểm phối hợp công tác đến gần hoặc vào trong vùng giới hạn ho hoặc làm cho hệ thống làm việc không ổn định.
- Yếu tố bên ngoài tác động làm thay đổi tải của động cơ và chế độ khai thác.

Phân tích tổng thể các yếu tố trên đây giúp cho chúng ta thống kê được các nguyên nhân gây ho và biện pháp phòng ngừa, xử lý đối với hiện tượng này.

Các nguyên nhân bên trong trên tuabin tăng áp gây ho phổ biến nhất là sự tắc bản (làm tăng sức cản) của các thiết bị dọc theo hệ thống nạp xả của động cơ, trong đó có thể bao gồm:

- Sinh hàn gió (inter cooler) tắc bản.
- Hệ thống đường ống gió tăng áp tắc bản.
- Cửa nạp hoặc xupáp nạp tắc bản.
- Vành tăng áp phía máy nén tắc bản.
- Cánh máy nén hoặc tuabin bị hư hỏng, không cân bằng.
- Thiết bị tận dụng nhiệt khí xả (hâm nước tiết kiệm, nồi hơi khí xả, phin lọc giảm âm, tắc bản).

Các nguyên nhân phía động cơ diesel có thể làm cho toàn hệ thống tăng áp làm việc không ổn định và gây ho máy nén bao gồm :

- Vòi phun bị kẹt gây chất lượng phun sương kém.
- Bơm cao áp hoặc van suất dầu kém làm lượng phun và thời điểm phun bị thay đổi.
- Chất lượng nhiên liệu khí vào động cơ không đảm bảo.
- Xupáp xả, nạp bị kênh đóng không kín, cháy thổi.

- Tình trạng somi xilanh, piston kém, xéc măng bị mòn, gãy.
- Công suất phát ra giữa các xilanh không đồng đều.

Các nguyên nhân bên ngoài và chế độ khai thác động cơ :

Chế độ khai thác của động cơ trong điều kiện khó khăn cũng gây ra những ảnh hưởng không nhỏ tới quá trình làm việc của tuabin tăng áp :

- Tàu hành trình trong điều kiện thời tiết xấu, sóng gió lớn (đối với máy chính).
- Chế độ khai thác với mức độ phụ tải thay đổi lớn làm cho điểm phối hợp làm việc của động cơ và tuabin thay đổi liên tục. Liên quan đến chế độ khai thác có một số điểm như giảm vòng quay máy chính đột ngột hoặc việc lựa chọn chế độ khai thác cũng như hiệu chỉnh bộ điều tốc không phù hợp.
- Một số biện pháp phòng ngừa và xử lý :

Biện pháp phòng ngừa chính là kiểm soát thông số sức cản thông qua các thiết bị đo sức cản thuộc hệ thống nạp xả (ví dụ các ống chữ U). Ngoài ra cần có kế hoạch bảo dưỡng sửa chữa tuabin, bộ hơi, bơm cao áp, vòi phun,... và duy trì việc đo kiểm tra các thông số làm việc của động cơ. Tùy theo nguyên nhân gây ho-cho máy-nén, các biện pháp xử lý ho máy nén có thể bao gồm:

- Vệ sinh bảo dưỡng tuabin tăng áp thường xuyên đặc biệt phần phin lọc, tiêu âm cũng như trên toàn hệ thống đường ống nối giữa phần máy nén và động cơ để quá trình lưu thông của khí nạp vào động cơ được đảm bảo tránh gây sự phản áp ngược trở lại máy nén gây ho máy nén.
- Giảm phụ tải cho động cơ xuống tránh cho nhiệt độ khí thải ra khỏi động cơ quá cao.
- Thay đổi hành trình của tàu theo xu hướng giảm tác động của sóng gió.
- Giảm vòng quay động cơ từ từ hoặc theo nhiều cấp.

3.5 Cân bằng động cho roto.

Cân bằng động là quá trình làm giảm lực quán tính khi trục mất cân bằng của roto do một nguyên nhân nào đó bằng cách mài đi hoặc thêm vào phần bị mất cân bằng, qua quá trình cân bằng trục sẽ đưa toàn bộ roto của tuabin về trạng thái cân bằng.

- Nguyên nhân gây mất cân bằng trục:

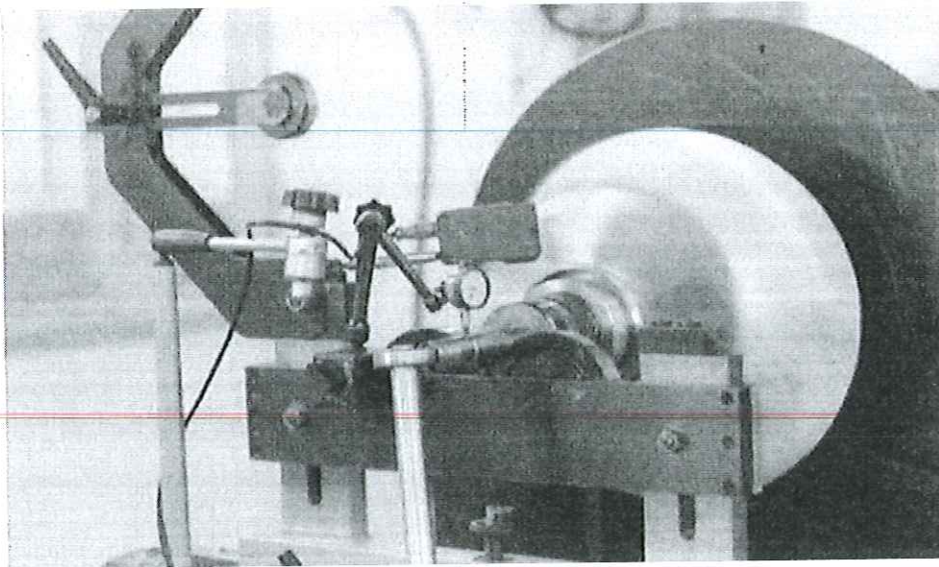
Việc mất cân bằng trục tuabin diễn ra là do sự dịch chuyển trọng tâm của trục so với cốt trục. Sự dịch chuyển này do sự mài mòn kim loại, sự va chạm một số chi tiết gây mất kim loại của roto (mẻ cánh tuabin hoặc máy nén mài mòn của trục trong quá trình làm việc) ra hoặc do quá trình tháo lắp căn chỉnh giữa các chi tiết của tuabin chưa đúng kỹ thuật.

- Hậu quả của việc mất cân bằng:

Khi việc mất cân bằng vượt quá sức chịu đựng cho phép, với tiếng ồn tuabin khác thường và sự rung động cao tác động trực tiếp lên vòng bi hoặc bạc đỡ trục trong thời gian dài là nguyên nhân chính gây hỏng các chi tiết trong tuabin như ổ đỡ bị vỡ, gây va chạm giữa phần roto với vỏ làm phá vỡ toàn bộ tuabin. Việc sửa chữa và thay thế nhiều phụ tùng là điều không thể tránh được.

- Phương pháp kiểm tra:

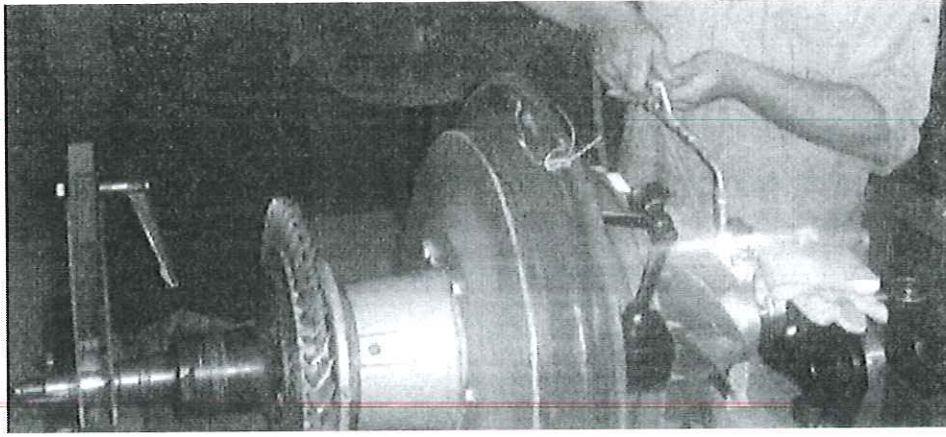
Khi quá trình bảo dưỡng tuabin được diễn ra thì việc cân bằng động roto của tuabin là hết sức cần thiết đảm bảo cho tuabin làm việc với hiệu suất cao. Trước khi cân bằng động trục tuabin thì ta cần phải kiểm tra: độ nhảy hai đầu trục, đường kính các chi tiết và độ cong bề mặt cánh động của tuabin, độ võng của trục xem còn trong giới hạn cho phép không, rồi mới thực hiện cân bằng động trục tuabin.



Hình 3-47 Kiểm tra độ đồng tâm của trục

- Phương pháp cân bằng động:

Sau khi tiến hành kiểm tra và biết được mức độ đồng tâm giữa hai đầu trục thì ta tiến hành cân bằng trục đó là dùng một máy cân bằng động để dò ra vị trí và trọng lượng cần mài đi hoặc thêm vào phần mất đi (trên thực tế ít khi dùng cách này). Và cân bằng động tuabin chủ yếu dựa vào kinh nghiệm của người trực tiếp thực hiện cân bằng động, nó rất quan trọng vì công việc mài trục tuabin ít hay nhiều lần phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm người thực hiện. Trước khi thực hiện cân bằng động cho tuabin theo kinh nghiệm thì người cân bằng động thường gia nhiệt cho trục roto sau đó tiến hành mài và cân bằng. Khi tiến hành gia nhiệt cho tuabin như vậy thì ta đảm bảo rằng nhiệt độ của trục khi ta cân bằng gần với nhiệt độ của trục khi làm việc thực tế để đảm bảo rằng không có sự thay đổi về cấu trúc của vật liệu khi ta tiến hành mài và cân bằng.



Hình 3-48 Gia nhiệt trước khi thực hiện mài để cân bằng

Dùng phương pháp mài đi một phần trục để cân bằng và đồng thời đồng tâm của hai đầu trục bằng đồng hồ so.



Hình 3-49 Tiến hành mài trục để cân bằng

3.6 Vệ sinh tuabin

Sau một thời gian hoạt động để đảm bảo độ tin cậy và an toàn của tuabin tăng áp khi xả thì cần bảo dưỡng và vệ sinh thường xuyên như sau mỗi lần tháo sửa chữa hay bảo dưỡng theo định kỳ, vệ sinh một số thiết bị sau: vỏ tuabin, máy nén, bầu dầu, ống phun, phin lọc giảm âm,... ta sử dụng dầu hay hóa chất kết hợp với khí nén để thổi sạch tạp chất bẩn ra khỏi bề mặt.

Dầu nhờn được thay thế sau thời gian hoạt động khoảng 1000 giờ làm việc và dầu nhờn được sử dụng để bôi trơn cho ổ đỡ có thể sử dụng loại có độ nhớt theo tiêu chuẩn sau:

Bảng 2 - Độ nhớt ở 50⁰C

Độ nhớt ở 50 ⁰ C				
Tiêu chuẩn	Centi stốc	Engler	Redwood N ₀ .1	Saybolt
Áp dụng	30 ÷ 50	4,0 ÷ 7,0	125 ÷ 225	140 ÷ 253

Bảng 3 - Số lượng dầu dùng cho tuabin

VTR	354	454	564	714
Lít	4,3	8,6	17,2	33,5

- Khoang nước làm mát thì thường bị đóng cặn do đó mà ta có thể sử dụng một dung dịch axit HCl (axit clohidric) nồng độ 5% dùng để ngâm cùng với nước trong các khoang nước làm mát trong thời gian từ 2 ÷ 6 giờ. Sau khi ngâm dung dịch thì khoang nước làm mát tẩy sạch các cặn bám ở bên trong thì ta tiến hành xả dung dịch bằng nước sạch để tránh cho quá trình ăn mòn do axit với kim loại
- Khoang chứa dầu nhờn thì ta có thể làm sạch với dầu hoả (kerosene), để tránh gây gỉ sét trong khoang này, khi làm sạch xong thì ta tiến hành kiểm tra nạp đầy dầu vào khoang này để đảm bảo luôn có dầu bôi trơn khi tuabin làm việc.
- Làm sạch phía tuabin : Nhiên liệu dư của quá trình cháy trong động cơ diesel là nguyên nhân chính làm cho cánh tuabin và ống phun bị đóng cặn điều này làm cho hiệu suất của tuabin bị giảm xuống đặc biệt khi tăng áp cho động cơ 4 kỳ điều này làm cho áp suất cháy gia tăng cao hơn do đó mà cần phải làm sạch tuabin là hết sức quan trọng. Có hai phương pháp có thể áp dụng cho làm sạch phía tuabin là làm sạch bằng nước và làm sạch khô, những phương pháp này có thể được áp dụng riêng phụ thuộc chủ yếu vào tải của động cơ và nhiệt độ khí xả trước khi vào tuabin.

- Phương pháp làm sạch bằng nước được thực hiện mỗi lần sau khi tuabin hoạt động từ 48 ÷ 500 giờ làm việc, khoảng cách giữa các lần làm sạch thì phụ thuộc vào cấu cặn và sự tăng nhiệt độ sau tuabin, lặp lại quá trình làm sạch khi nhiệt độ khí xả sau tuabin tăng từ 20⁰C lên trên nhiệt độ trung bình ở toàn tải. Và phải chú ý đến các chỉ dẫn sau từ nhà sản xuất:
 - Dùng nước ngọt để làm sạch mà không thêm bất cứ một dung môi hoà tan nào, nhiệt độ khí xả trước tuabin phải không được vượt quá 430⁰C tránh gây quá nhiệt cho các bộ phận.
 - Nhiệt độ sau khi ra khỏi tuabin phải không được lớn hơn 200⁰C tránh gây ăn mòn cho các bề mặt tiếp xúc.
 - Nhìn chung áp suất không tăng quá 0,5 bar để đảm bảo gioăng làm kín làm việc tốt trong quá trình làm sạch.
 - Nếu không có phương pháp nào đo được nhiệt độ khí xả trước tuabin thì có thể dùng nhiệt độ trước xilanh của động cơ nằm trong khoảng 300 ÷ 350⁰C.
- Quá trình thực hiện :
 - Giảm tải của động cơ nếu nhiệt độ khí xả trước tuabin cao hơn 430⁰C hoặc tăng tải động cơ nếu nhiệt độ khí xả trước tuabin nhỏ hơn 300⁰C.
 - Chờ 5 ÷ 10 phút cho tải ổn định trước khi bắt đầu phun nạp nước.
 - Đảm bảo nhiệt độ ra khỏi xilanh nằm trong khoảng 300⁰C ÷ 350⁰C. Kiểm soát sự tăng áp suất tránh làm tăng tốc độ của tuabin có thể cao hơn khi tải tăng.
 - Kiểm tra xem đường nạp nước ở vỏ tuabin đã mở chưa, nếu đã mở ta kết nối nước để làm sạch thông qua đường này, nhớ điều chỉnh áp suất nước cấp được giới thiệu từ nhà chế tạo động cơ. Mở van nạp nước và phun nước làm sạch trong khoảng từ 5 ÷ 10 phút. Kiểm tra sự thoát nước làm sạch thông qua lỗ thoát trên vỏ, sau đó đóng van nạp nước và làm lại các bước trên một lần nữa nếu thấy cần thiết. Đóng cửa nạp nước chờ khoảng 5 ÷ 10 phút trước khi tăng tải cho động cơ.

- Phương pháp làm sạch bằng gió nén: Phương pháp này có thể được thực hiện làm sạch mỗi khi tuabin hoạt động trong khoảng 24÷ 48 giờ làm việc, với các chỉ dẫn sau:
 - Ngăn ngừa sự bùng cháy trong tuabin bằng việc kiểm soát nhiệt độ trước khi vào tuabin trong khoảng 580 ÷ 590⁰C.
 - Mặc dù phương pháp này được sử dụng với tần suất nhiều hơn nhưng không thể làm sạch hoàn toàn của lớp cặn bám trên cánh.
- Quá trình thực hiện:
 - Đảm bảo cho nhiệt độ vào tuabin không được vượt quá 580 ÷ 590⁰C. Kiểm soát sự gia tăng áp suất không lớn hơn 0,5 bar. Tốc độ của tuabin thì có thể cao hơn trong quá trình làm sạch.
 - Kết nối và điều chỉnh không khí cấp làm sạch với áp suất 0,5 ÷ 0,6 bar trong khoảng từ 5 ÷ 7 phút, làm đi làm lại nếu thấy cần thiết
- Làm sạch phía máy nén: Máy nén có thể được làm sạch trong quá trình làm việc bằng một vòi phun nước. Quá trình này phù hợp khi mức độ nhiễm bẩn không lớn. Trong trường hợp có nhiều cặn thì máy nén phải được tháo ra và làm sạch. Nước thì không làm hoà tan nhưng nó làm tách cặn bằng va chạm cơ khí. Khi máy nén được làm sạch thường xuyên thì tránh sự hình thành cặn cặn và đảm bảo cho máy nén tạo ra được áp suất theo yêu cầu.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. KẾT LUẬN

Qua đề tài “**xây dựng quy trình bảo dưỡng tuabin tăng áp VTR 564**” chúng ta có thể thấy được tầm quan trọng của công nghệ tăng áp sử dụng tuabin khí xả. Từ đó khẳng định vai trò quan trọng của tuabin tăng áp trong sự phát triển của động cơ diesel nói riêng và động cơ đốt trong nói chung.

Quá trình thực hiện bài luận giúp em hiểu rõ được nguyên lý làm việc, kết cấu và tầm quan trọng của việc bảo dưỡng tuabin khí xả. Qua đó, chúng ta xây dựng được quy trình bảo dưỡng tuabin, giúp tiết kiệm được thời gian và tăng tính kinh tế cho mỗi lần sửa chữa. Việc thực hiện bài luận vẫn đã giúp em có cơ hội trao đổi kiến thức đã học và tìm hiểu thêm được những kiến thức mới mẻ hơn, tạo thuận lợi cho em hiểu biết thêm về chuyên ngành của mình.

Một lần nữa, em xin chân thành cảm ơn quý thầy đã chỉ dẫn em hoàn thành bài luận này. Nhưng do kiến thức của em còn có hạn không thể trình bày cặn kẽ được tất cả các vấn đề của đề tài. Em rất mong nhận được sự góp ý của quý thầy cho bài luận của em.

II. KIẾN NGHỊ

Trong quá trình thực hiện đề tài, em thấy rằng đây là một đề tài rất hay và mang tính thực tế cao. Tuy nhiên, trong quá trình học tập còn mang nhiều tính lý thuyết. Vì vậy em kiến nghị với nhà trường cũng như quý thầy cô trong trường, nên áp dụng thực tế cũng như việc thực hành vào các bài giảng dạy; nhằm cho sinh viên hiểu rõ hơn về hoạt động của tuabin thực tế trên tàu. Từ đó mỗi sinh viên có thể đưa ra cho mình một cái nhìn về điều kiện hoạt động thực tế của tuabin, để có thể rút ra cho mình những bài học kinh nghiệm và tầm quan trọng của việc bảo dưỡng tuabin. Em xin cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

1. PGS.TS.Lê Hữu Sơn; *Tuabin tàu thủy*; Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh 2014.
2. PGS.TS.Lê Hữu Sơn; *Động cơ tuabin khí*; Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh 2014.
3. Nguyễn Văn Sơn; *Tuabin tăng áp*; Thành phố Hồ Chí Minh 2002
4. U.Sill; *Steam turbine Generators process control and diagnostics*; NXB PublicisMCD verlag, 1996.
5. Rolf Kehlhofer; *Combined – Cycle Gas & Steam Turbine Power plants*; PennWell, 1999.
6. Je-Chin Han; *Gas turbine heat transfer and cooling technology*; Taylor & Francis, 2000.
7. Cumpsty, N.A.; *Jet Propulsion*; Cambridge University Press; 1997.
8. Fox W.J.; *Marine Steam Engines and Turbines*; London 1956.
9. Meherwan P.Boyce; *Gas Turbine engineering handbook*; Second Edition; Gulf Professional Publishing, 2001.