

Số: 1264/TM-NĐCP

Quảng Ninh, ngày 19 tháng 05 năm 2026

THƯ MỜI QUAN TÂM BÁO GIÁ
Bơm chân không tổ máy S1 thuộc Dự án Đầu tư thiết bị phục vụ sản xuất
năm 2026 NMNĐ Cẩm Phả

Kính gửi: Quý Công ty và các nhà cung cấp quan tâm.

Hiện nay Công ty Nhiệt điện Cẩm Phả-TKV có nhu cầu Đầu tư thay thế một số thiết bị phục vụ sản xuất năm 2026 tại Nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả.

Công ty Nhiệt điện Cẩm Phả-TKV trân trọng kính mời các đơn vị có năng lực, kinh nghiệm trong các lĩnh vực liên quan quan tâm tham gia báo giá danh mục hàng hoá như Phụ lục kèm theo: Phụ lục 01-Giới thiệu về hệ thống thiết bị đầu tư; Phụ lục 02: Lựa chọn thông số kỹ thuật, công nghệ thiết bị đầu tư và Phụ lục 03: Biểu mẫu đề xuất kỹ thuật và báo giá thiết bị.

1. Yêu cầu về thiết bị

- Yêu cầu về thông số thiết bị lựa chọn đầu tư: nêu chi tiết tại Phụ lục 02;
- Biểu mẫu yêu cầu Báo giá: chi tiết tại Phụ lục số 3;
- Các thiết bị còn mới 100% chưa qua sử dụng, có nguồn gốc xuất xứ rõ ràng, mã hiệu, thông số kỹ thuật rõ ràng, đầy đủ và được sản xuất từ năm 2025 trở lại đây;
- Hàng hóa có đầy đủ giấy tờ chứng minh nguồn gốc, xuất xứ và chất lượng sản phẩm khi giao hàng.

2. Các yêu cầu về thương mại

- Đơn vị gửi báo giá kèm theo Giấy đăng ký kinh doanh của nhà cung cấp;
- Báo giá phải ghi rõ tên, địa chỉ, số điện thoại liên hệ của nhà cung cấp. Báo giá phải do đại diện hợp pháp hoặc nhân sự được uỷ quyền/ phụ trách bán hàng của nhà cung cấp ký tên và đóng dấu;
- Đơn giá trong báo giá phải được tính đúng, tính đủ các chi phí liên quan (vận chuyển, bảo hiểm, thanh toán....), phí, lệ phí, thuế GTGT;
- Địa điểm giao hàng: Tại Nhà máy Nhiệt điện Cẩm Phả, tổ 4, khu 4A, phường Cửa Ông, tỉnh Quảng Ninh, Việt Nam;
- Thời gian giao hàng và thực hiện các dịch vụ liên quan (hướng dẫn vận hành, đào tạo...) do Nhà cung cấp đề xuất;
- Thời gian bảo hành: Tối thiểu 12 tháng kể từ ngày bàn giao, nghiệm thu đưa thiết bị vào sử dụng;
- Hình thức thanh toán:
 - Tạm ứng: Không tạm ứng;
 - Thanh toán: 02 lần;

* *Thanh toán lần 1:* Chủ đầu tư thanh toán cho Nhà thầu 95% giá trị quyết toán hợp đồng trong vòng 45 ngày kể từ ngày Chủ đầu tư nhận được đầy đủ hồ sơ thanh toán gồm: Bảo lãnh thực hiện hợp đồng; Hồ sơ tài liệu chứng minh nguồn gốc xuất xứ và chất lượng của hàng hóa; Biên bản nghiệm thu bàn giao đưa thiết bị vào sử dụng; Hồ sơ quyết

toán; Hóa đơn GTGT hợp lệ; Bảo lãnh bảo hành và công văn đề nghị thanh toán của Nhà thầu.

* *Thanh toán lần 2*: Chủ đầu tư thanh toán cho Nhà thầu 100% giá trị quyết toán hợp đồng (đã bao gồm giá trị thanh lần 1) trong vòng 30 ngày sau khi cấp thẩm quyền phê duyệt quyết toán dự án hoàn thành Dự án Đầu tư thiết bị phục vụ sản xuất năm 2026 NMNĐ Cẩm Phả. Hồ sơ thanh toán gồm: Quyết định phê duyệt quyết toán dự án hoàn thành và công văn đề nghị thanh toán.

3. Hình thức gửi báo giá và thời gian nhận báo giá

Hiệu lực của báo giá: Tối thiểu 120 ngày kể từ ngày ký báo giá.

Thời gian nộp đề xuất kỹ thuật và báo giá: Chậm nhất ngày 26/05/2026.

Báo giá và các tài liệu kèm theo của Quý đơn vị nộp trực tiếp hoặc gửi về địa chỉ của Chủ đầu tư như sau:

Người liên hệ: Mrs. Vũ Thị Tình – Phòng Kế hoạch - Đầu tư - Vật tư, Công ty nhiệt điện Cẩm Phả – TKV, tổ 4, khu 4A, phường Cửa Ông, tỉnh Quảng Ninh.

Điện thoại: 0912083796.

Email: Tinhvucpc@gmail.com.

Rất mong nhận được sự hợp tác của Quý đơn vị quan tâm!

Trân trọng./.



Nơi nhận:

- Như trên;
- Giám đốc (E-copy, b/c);
- Phòng KTAT, KHĐTVT;
- Lưu: VT, KHĐTVT, VTT⁽²⁾.

**KT. GIÁM ĐỐC
PHÓ GIÁM ĐỐC**



Vũ Hoàng Lân

PHỤ LỤC 01. GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG THIẾT BỊ ĐẦU TƯ

(Đính kèm Thư mời báo giá số: /TM-NĐCP ngày /05/2026)

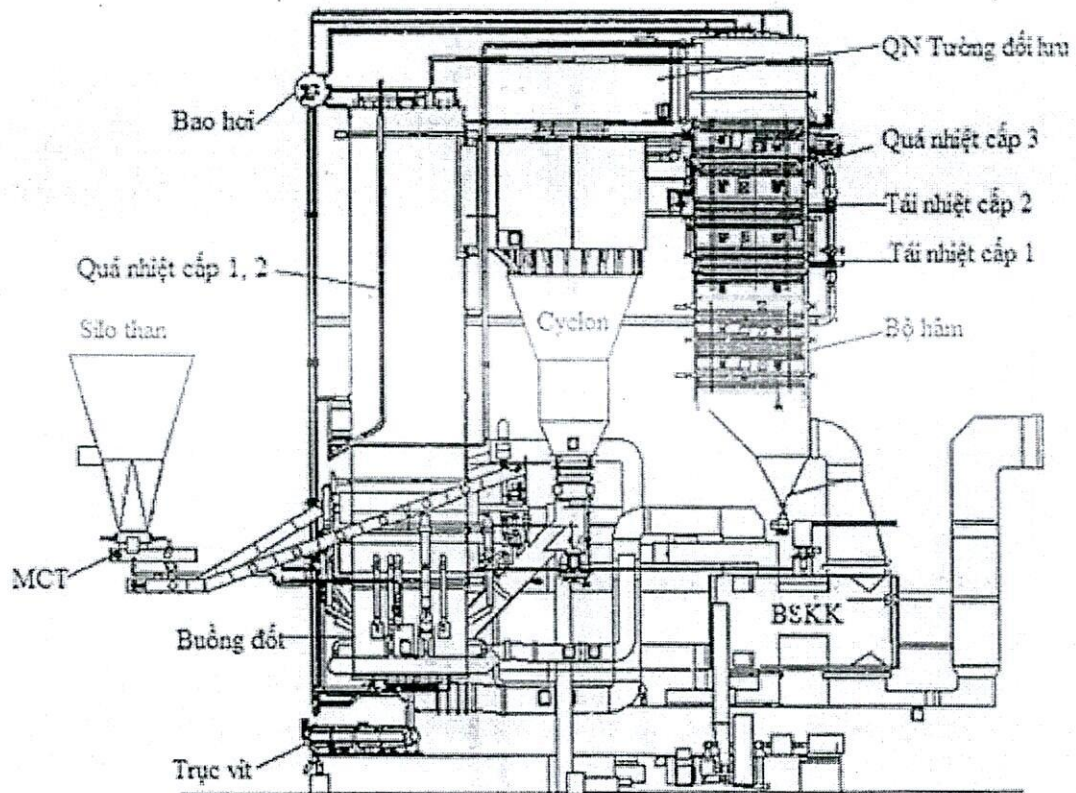
1. Thông số đặc tính kỹ thuật của thiết bị

1.1. Giới thiệu chung về Nhà máy

Nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả, do Công ty Nhiệt điện Cẩm Phả - TKV quản lý và vận hành với quy mô công suất phát điện (tinh) 2x300MW, cấu hình tổ máy gồm 2 lò hơi và 1 tua bin hơi-máy phát điện, sử dụng than nội địa khu vực vùng mỏ Cẩm Phả. Tổ máy số 1 chính thức phát điện thương mại kể từ ngày 10/8/2010. Tổ máy số 2 phát điện thương mại từ ngày 15/5/2011.

Lò hơi

NMND Cẩm Phả áp dụng công nghệ lò CFB (lò hơi tầng sôi tuần hoàn) với nhiên liệu chính là sử dụng các loại than xấu, kém chất lượng.



Hình 2.1: Sơ đồ tổng thể lò hơi Nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả

Bảng 2.1: Thông số thiết kế của lò hơi

Chỉ tiêu	Đơn vị	BMC tái định mức	RO	75%RO	60%RO
Lưu lượng hơi chính	tấn/giờ	545	509	373.5	289.5
Áp lực bao hơi	MPa	18.8	18.8	14.9	12.3

Chỉ tiêu	Đơn vị	BMC tải định mức	RO	75%RO	60%RO
Áp lực hơi chính	MPa	17.6	17.6	14.1	11.7
Nhiệt độ hơi chính	°C	541	541	541	541
Lưu lượng đầu ra của hơi tái nhiệt	tấn/giờ	454	425	319	250
Áp lực đầu ra của hơi tái nhiệt	MPa	3.5	3.3	2.4	1.8
Nhiệt độ đầu ra của hơi tái nhiệt	°C	541	541	541	538
Áp lực đầu vào của hơi tái nhiệt	MPa	3.6	3.4	2.6	2.0
Nhiệt độ đầu vào của hơi tái nhiệt	°C	325	319	317	317
Lưu lượng hơi tái nhiệt qua đường đi tắt	tấn/giờ	295	259	157	45
Nhiệt độ nước giảm ôn	°C	178.8	176.1		
Nhiệt độ đầu vào của nước cấp	°C	278	274	256	241
Tỷ lệ phần trăm của xả bỏ	%	1	1	1	1
Nhiệt độ gió cấp 1 sau bộ sấy không khí	°C	240	237	224	214
Nhiệt độ gió cấp 2 sau bộ sấy không khí	°C	240	237	224	214
Nhiệt độ của khói sau ống khói	°C	123	121	113	108

Tuabin - Máy phát

Tuabin được chế tạo tại nhà máy Cáp Nhĩ Tân, model N340-16.7/538/538, kiểu hình là Tuabin phản lực ngưng hơi nước có 2 đường xả hơi thoát, có kết cấu xilanh kép, 1 cấp quá nhiệt trung gian, thông số hơi cận tới hạn. Công suất định mức là 340 MW. Độ dài tầng cánh cuối là 1000mm, độ dài tầng cánh trước tầng cánh cuối 515mm, số tầng cánh lưu động của hơi:

- Xilanh cao áp: 1 tầng điều chỉnh +12 tầng cánh.
- Xilanh trung áp: 9 tầng cánh.
- Xilanh hạ áp: 2x7 tầng cánh.
- Chiều quay nhìn từ phía đầu tuabin hướng về phía máy phát theo chiều quay của kim đồng hồ.

Bảng 2.2: Các thông số chính của tua bin

Hạng mục	Đơn vị	Dữ liệu thiết kế
Model		N340-16.7/538/538
Loại		Cận tới hạn, trục đơn, 1 cấp quá nhiệt trung gian, 3 xilanh, 2 cửa xả, tuabin kiểu ngưng hơi phản lực
Công suất định mức	MW	340
Công suất tính toán lớn nhất	MW	360,46(VWO)
Áp lực hơi chính định mức	MPa	16,77
Nhiệt độ hơi chính định mức	°C	538
Áp lực hơi tái nhiệt định mức	MPa	3,253
Nhiệt độ hơi tái nhiệt định mức	°C	538
Lưu lượng hơi mới định mức	t/h	1017,94
Lưu lượng hơi mới lớn nhất	t/h	1090
Áp lực hơi thoát	kPa	6,9
Nhiệt độ nước làm mát thiết kế	°C	26
Phương thức phân phối hơi		Điều chỉnh điện thủy lực
Tốc độ định mức	vòng/phút	3000
Tốc độ động cơ vận trục	vòng/phút	3,35
Chiều quay		Nhìn từ phía đầu tuabin hướng về máy phát chiều quay theo kim đồng hồ
Số tầng cánh	Tầng	Xilanh cao áp: 1 tầng điều chỉnh + 12 tầng cánh Xilanh trung áp: 9 tầng cánh Xilanh hạ áp: 2x7 tầng cánh
Hệ thống thu hồi nhiệt nước cấp		3 gia nhiệt cao áp + 1 khử khí + 4 gia nhiệt hạ áp
Dao động tần số cho phép lớn nhất	Hz	$48,5 < f < 52,5$
Hiệu suất biến động tốc độ	%	3 ÷ 6
Khi không tải dao động tốc độ định mức	vòng/phút	±3

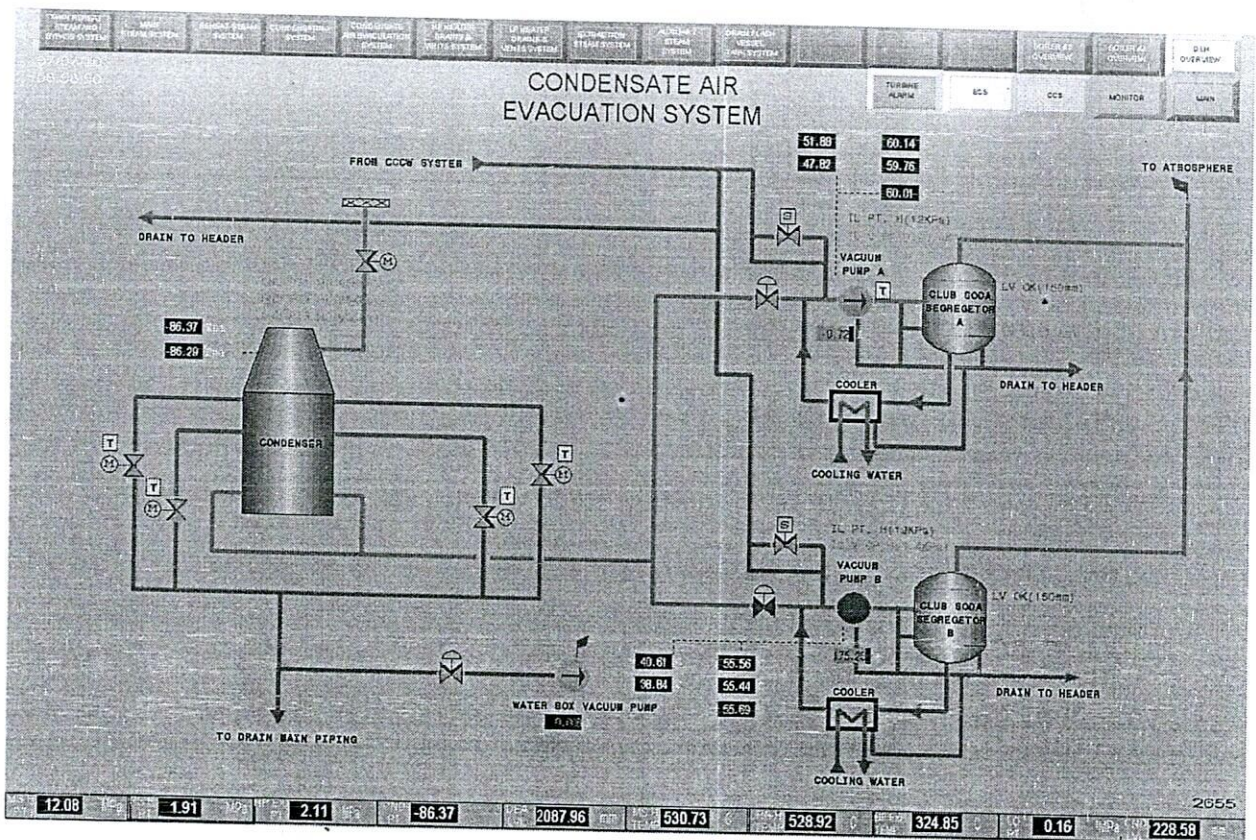
1.2. Tổng quan thiết bị đầu tư thay thế - Hệ thống Bơm chân không tổ máy số 1

Trong một tổ máy nhiệt điện, "chân không" chỉ trạng thái áp suất thấp (nhỏ hơn áp suất khí quyển) được duy trì liên tục bên trong bình ngưng (condenser) – thiết bị trao đổi nhiệt lớn nằm ngay dưới đuôi tuabin hơi. Hơi nước sau khi giãn nở và sinh công tại các tầng cánh tuabin sẽ đi vào bình ngưng, gặp các ống truyền nhiệt chứa nước làm mát, lập tức ngưng tụ lại thành nước lỏng. Chính quá trình ngưng tụ giảm thể tích đột ngột này (từ trạng thái hơi sang trạng thái lỏng) là yếu tố vật lý tự nhiên tạo ra độ chân không bên trong thiết bị.

Việc tạo và duy trì một độ chân không sâu, ổn định là nhiệm vụ sống còn đối với hiệu quả kinh tế của nhà máy, xuất phát từ hai lý do chính:

- Tối đa hóa hiệu suất sinh công: Theo nguyên lý nhiệt động học (chu trình Rankine), áp suất xả của hơi ở đuôi tuabin càng thấp thì độ chênh lệch năng lượng (entanpi) từ đầu vào đến đầu ra càng lớn. Tuabin sẽ "vắt kiệt" được nhiều công cơ học hơn từ cùng một lượng hơi. Chỉ cần độ chân không giảm đi một chút, hiệu suất toàn tổ máy sẽ tụt giảm ngay lập tức, tiêu hao than tăng lên và công suất phát điện giảm xuống.

- Loại bỏ các khí không ngưng: Trong thực tế vận hành, hệ thống không bao giờ kín tuyệt đối. Luôn có một lượng nhỏ không khí lọt vào từ các cụm chèn trục tuabin, van, đường ống, cộng thêm các khí không ngưng giải phóng từ nước cấp. Nếu không hút liên tục, các bọt khí này sẽ bám vào bề mặt ống truyền nhiệt trong bình ngưng, tạo thành một lớp cách nhiệt cực kỳ tồi tệ, phá vỡ quá trình ngưng tụ và làm tăng áp suất ngược của tuabin.



Hình 2.5: Màn hình vận hành bơm chân không NMNĐ Cẩm Phả

Hy

Để đáp ứng yêu cầu vận hành khắc nghiệt liên tục, hệ thống tạo chân không tại các tổ máy của Nhà máy nhiệt điện Cẩm Phả ưu tiên sử dụng công nghệ bơm chân không vòng nước (Liquid Ring Vacuum Pump), tiêu biểu là các cụm bơm công nghiệp chịu tải nặng của NASH. Nguyên lý vận hành của bơm sử dụng một cánh quạt (roto) đặt lệch tâm quay với tốc độ cao, văng nước công tác ra vách buồng bơm để tạo thành một "vòng nước" khép kín. Sự lệch tâm tạo ra các khoang không gian có thể tích thay đổi liên tục gồm giãn nở để hút hỗn hợp khí ẩm từ bình ngưng vào và thu hẹp để nén khí xả ra ngoài môi trường.

1.2.1. Hiện trạng thiết bị hệ thống

TT	Tên gọi	Đơn vị	Thông số	Ghi chú
I	Phần bơm	Bộ	2	
1	Mã hiệu: NASH TC-11E			
2	Năng lực hút bơm chân không	kg/h	76	ứng với chân không bình ngưng 8,5 kPa (a), nhiệt độ nước biển làm mát bình ngưng 30,5°C. Mục V.a (tài liệu kỹ thuật gốc)
3	Năng lực hút bơm chân không	kg/h	75	ứng với chân không bình ngưng 6,9 kPa (a), nhiệt độ nước biển làm mát bình ngưng 26°C. Mục V.a (tài liệu kỹ thuật gốc)
4	Áp suất giới hạn	inHg (a) kPa (a)	1 3,38	Mục III.5 (tài liệu kỹ thuật gốc)
5	Thời gian hút chân không	phút	16	Mục III.11 và V.c (tài liệu kỹ thuật gốc)
6	Tốc độ bơm chân không	vòng/phút	590	Mục III.13.2 (tài liệu kỹ thuật gốc)
7	Số cấp	Cấp	2	Mục III.13.1 (tài liệu kỹ thuật gốc)
8	Lượng nước chèn cho 1 bơm chân không	m ³ /h kg/h	13,6 13.600	Mục III.9 (tài liệu kỹ thuật gốc)
9	Kích thước ống đầu hút	200 mm DN		Mục IV.g (tài liệu kỹ thuật gốc)
11	Kích thước ống đầu xả	150 mm DN		Mục IV.h (tài liệu kỹ thuật gốc)
12	Vật liệu vỏ bơm	CI/GB9439, HT200		Mục IV.i (tài liệu kỹ thuật gốc)
13	Vật liệu cánh bơm	DI/GB1348, QT600		Mục IV.j (tài liệu kỹ thuật gốc)

ky

TT	Tên gọi	Đơn vị	Thông số	Ghi chú
14	Vật liệu trục bơm	CS/45, GB699 (tương đương ASTM A-36 1045)		Mục IV.1 (tài liệu kỹ thuật gốc)
II	Phần động cơ	Bộ	2	
1	Mã hiệu Y 355M2-10TH			
2	Công suất	kW	132	
3	Dòng điện	A	271	
4	Điện áp	V	380	
5	Cấp cách điện		IP56	
6	Nối kiểu tam giác			
7	Tốc độ	vòng/phút	590	
8	Cos Ø		0,78	
9	Độ ồn	dB (A)	99	
10	Trọng lượng	kg		
III	Bình phân ly	Bộ	02	
1	Mã hiệu CY07-521			
2	Áp lực thiết kế	MPa	0,1	
3	Áp lực thử áp	MPa	0,2	
4	Áp lực làm việc lớn nhất	MPa	0,05	
5	Nhiệt độ thiết kế	°C	80	
6	Trọng lượng	kg	223	
7	Thể tích	m ³	0,43	
8	Nhà sản xuất Zibo North Pressure Vessel manufacture Co.Ltd			
IV	Bộ trao đổi nhiệt	Bộ	02	
1	Áp lực thiết kế	MPa	0,8/1	
2	Áp lực lớn nhất	MPa	0,5/0,8	
3	Áp lực thí nghiệm	MPa	0,75/1,5	
4	Nhiệt độ thiết kế	°C	80/80	

TT	Tên gọi	Đơn vị	Thông số	Ghi chú
5	Môi chất: Nước/nước			
6	Trọng lượng	kg	590	
7	Diện tích trao đổi nhiệt	m ²	20	
8	Nhà sản xuất: Ji Nan Pressure Vessel factory			

Hiện tại 2 bơm chân không của tổ máy số 1 luôn duy trì vận hành để đảm bảo chân không 2 tổ máy dưới -85kPa vào mùa hè và dưới -90kPa vào mùa đông. Sau khoảng 15 năm vận hành, các cánh và khoang bơm bị ăn mòn nhiều.

1.2.2. Nguyên nhân của hiện trạng

Trong quá trình vận hành dài hạn tại tổ máy, hệ thống bơm chân không (đặc biệt là dòng bơm vòng nước) thường gặp phải hiện tượng suy giảm hiệu suất – biểu hiện qua việc không thể duy trì được độ chân không sâu trong bình ngưng hoặc dòng điện động cơ bơm tăng cao. Tình trạng này xuất phát từ các nguyên nhân cơ lý hóa đan xen, được phân chia thành hai nhóm yếu tố chính sau đây:

1. Nhiệt độ nước làm kín (nước công tác) tăng cao. Đây là nguyên nhân phổ biến và ảnh hưởng trực tiếp nhất đến sức hút của bơm vòng nước. Nước làm kín không chỉ tạo vành đai khép kín mà còn làm nhiệm vụ hấp thụ nhiệt nén.

+ Khi nhiệt độ nước công tác cấp vào bơm tăng lên (do bộ làm mát nước bơm chân không bị bẩn, suy giảm khả năng trao đổi nhiệt), áp suất hơi bão hòa của nước cũng tăng theo.

+ Lúc này, một phần nước bên trong buồng bơm sẽ tự bốc hơi, chiếm chỗ của không gian hút khí từ bình ngưng. Tệ hơn, hiện tượng này dẫn đến xâm thực (cavitation), tạo ra các bọt khí nổ vỡ liên tục làm phá hủy bề mặt cánh bơm và làm suy giảm nghiêm trọng lưu lượng hút thực tế của thiết bị.

2. Hao mòn khe hở cơ khí bên trong buồng bơm. Dù bơm vòng nước không có sự tiếp xúc kim loại trực tiếp giữa rô-to và vỏ bơm tĩnh, nhưng sự mài mòn vẫn diễn ra âm thầm do ma sát thủy lực và các hạt cặn lơ lửng.

+ Tăng khe hở đĩa phân phối: Sau nhiều năm vận hành, bề mặt mặt chà của rô-to và đĩa phân phối khí bị xước hoặc mòn đi, làm khe hở trục lớn hơn tiêu chuẩn.

+ Hậu quả là khí đã được nén ở chu trình xả sẽ bị rò rỉ ngược qua các khe hở này để quay lại khoang hút, tạo ra luồng khí luẩn quẩn bên trong, làm giảm hiệu suất thể tích của bơm.

1.2.3. Đánh giá, kết luận

Hệ thống bơm chân không vòng nước đóng vai trò như "lá phổi" của tổ máy nhiệt điện. Việc duy trì độ chân không sâu và ổn định tại bình ngưng là điều kiện tiên quyết để

tối đa hóa độ chênh lệch entanpi qua tuabin, từ đó quyết định trực tiếp đến hiệu suất phát điện. Dựa trên tình trạng vận hành thực tế và định hướng chiến lược của nhà máy, việc đầu tư thay mới hệ thống bơm chân không hiện hữu là vô cùng cấp thiết, xuất phát từ các luận điểm cốt lõi sau:

1. Tình trạng suy giảm hiệu suất cơ khí không thể phục hồi. Sau nhiều năm vận hành liên tục với cường độ cao, các cụm bơm chân không hiện tại đã bước vào giai đoạn suy thoái kỹ thuật nghiêm trọng. Dù đã được Phân xưởng Sửa chữa áp dụng nhiều biện pháp bảo dưỡng định kỳ, nhưng các hao mòn vật lý cốt lõi trên bề mặt đĩa phân phối, cánh quạt và tình trạng rỗ do xâm thực (cavitation) là không thể phục hồi. Hiệu suất thể tích của bơm đã giảm sút đáng kể, dẫn đến việc bơm không còn đủ công suất hút để duy trì độ chân không theo thông số thiết kế, đặc biệt là trong các thời điểm nhiệt độ nước làm mát môi trường tăng cao vào mùa hè.

2. Tồn thất kinh tế do gia tăng suất hao nhiệt và tiêu hao than. Sự suy giảm năng lực của bơm chân không gây ra hậu quả dây chuyền trực tiếp đến hiệu quả kinh tế của toàn tổ máy. Khi độ chân không tại bình ngưng giảm, áp suất ngược tại đuôi tuabin tăng lên, làm giảm công năng hữu ích sinh ra từ cùng một khối lượng hơi. Để giữ vững mức công suất phát điện định mức (330 MW), hệ thống lò hơi bắt buộc phải đốt thêm nhiên liệu để bù đắp. Sự gia tăng suất tiêu hao nhiệt kéo dài liên tục hàng năm sẽ tạo ra một khoản tổn thất chi phí nhiên liệu khổng lồ, vượt xa chi phí bỏ ra để đầu tư một cụm bơm chân không thế hệ mới.

3. Nguy cơ sự cố và đe dọa độ tin cậy cung cấp điện. Các hệ thống thiết bị quay khi đã vượt qua giới hạn tuổi thọ an toàn sẽ tiềm ẩn rủi ro sự cố đột xuất (như kẹt trục, vỡ vòng bi, đứt gioăng phốt) với tần suất ngày càng dày đặc. Nếu cụm bơm chân không gặp sự cố nhảy rô-le trong ca trực mà bơm dự phòng cũng không đạt đủ công suất, độ chân không bình ngưng sẽ suy giảm với tốc độ cực nhanh, buộc hệ thống bảo vệ phải tự động cắt tuabin để đảm bảo an toàn. Việc tổ máy ngừng khẩn cấp không chỉ gây thiệt hại nghiêm trọng về sản lượng điện thương phẩm mà còn làm giảm uy tín của nhà máy trong việc đáp ứng phương thức huy động của Hệ thống điện Quốc gia.

4. Phù hợp với lộ trình phát triển bền vững và chuyển đổi xanh. Trong giai đoạn hiện nay, việc tối ưu hóa hiệu suất vận hành không chỉ là bài toán kinh tế mà còn là mệnh lệnh chiến lược. Việc thay thế bằng các dòng bơm chân không công nghệ mới (vật liệu chống ăn mòn tốt hơn, biên dạng cánh tối ưu hơn, tổn thất cơ năng thấp hơn) sẽ giúp giảm dòng điện tự dùng của chính cụm bơm đó. Quan trọng hơn, việc khôi phục độ chân không sâu sẽ giúp nhà máy giảm đáng kể lượng than tiêu thụ trên mỗi kWh điện sản xuất ra. Đây là một bước đi thiết thực, đóng góp trực tiếp vào mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính, hiện thực hóa kế hoạch phát triển bền vững của nhà máy.

PHỤ LỤC 02. LỰA CHỌN THÔNG SỐ KỸ THUẬT, CÔNG NGHỆ THIẾT BỊ ĐẦU TƯ (để tham khảo)

(Theo thư mời báo giá số: /TM-NĐCP ngày tháng 05 năm 2026)

Việc lựa chọn, thiết kế, lắp đặt và vận hành bơm chân không cần tuân thủ các quy chuẩn và tiêu chuẩn kỹ thuật nhằm đảm bảo hiệu suất hoạt động, an toàn và bảo vệ môi trường. Dưới đây là các tiêu chuẩn và quy chuẩn áp dụng:

- QCVN 22:2016/BGTVT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tiếng ồn và độ rung trong các hệ thống cơ khí công nghiệp.
 - QCVN 19:2009/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khí thải công nghiệp, đặc biệt khi vận hành bơm chân không có khả năng phát sinh khí thải.
 - QCVN 40:2011/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp nếu hệ thống bơm sử dụng nước làm mát.
 - TCVN 4200:2012 – Độ bền và độ kín của các hệ thống đường ống và thiết bị áp lực, áp dụng cho hệ thống chân không.
 - TCVN 8246:2009 – Bơm chân không và máy thổi khí - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử.
 - TCVN 9385:2012 – Lắp đặt thiết bị cơ điện - Yêu cầu kỹ thuật trong lắp đặt và bảo trì bơm chân không.
 - TCVN 2292:1978 – An toàn vận hành và bảo trì các loại máy bơm trong công nghiệp.
 - Thông tư số 36/2019/TT-BCT – Quy định chi tiết một số nội dung về an toàn trong nhà máy điện.
 - Bảo trì và bảo dưỡng: Tuân thủ quy trình bảo dưỡng định kỳ theo khuyến cáo của nhà sản xuất và tiêu chuẩn vận hành an toàn.
- * Về các yêu cầu kỹ thuật cần đáp ứng đối với hệ thống thiết bị mới đầu tư:
- Mục tiêu của lựa chọn bơm chân không:
 - + Khôi phục độ chân không yêu cầu trong bình ngưng, đảm bảo hệ thống vận hành ổn định trong toàn bộ dải tải tổ máy.
 - + Khắc phục tình trạng suy giảm hiệu suất và độ tin cậy của bơm hiện hữu, vốn đã vận hành liên tục hơn 15 năm, xuất hiện mài mòn cơ khí nghiêm trọng và không còn đáp ứng yêu cầu kỹ thuật.
 - + Đảm bảo an toàn kỹ thuật và tính sẵn sàng của hệ thống chân không, đặc biệt trong điều kiện hiện không có thiết bị dự phòng đồng cấp.
 - + Đồng bộ hóa thiết bị mới với hệ thống điều khiển và hạ tầng kỹ thuật hiện hữu, thuận tiện trong vận hành, theo dõi và bảo trì.
 - + Giảm thiểu rủi ro sự cố bất ngờ và ngừng tổ máy, từ đó nâng cao độ ổn định chung cho toàn bộ dây chuyền sản xuất điện.

+ Thiết bị lựa chọn cần đảm bảo tiêu chuẩn kỹ thuật nghiêm ngặt về độ chân không, lưu lượng hút khí không ngưng, độ bền cơ học, khả năng vận hành liên tục, và phù hợp với điều kiện thực tế tại Nhà máy Nhiệt điện Cẩm Phả.

- Yêu cầu kỹ thuật và vận hành của bơm chân không:

+ Công suất và hiệu suất vận hành: Đảm bảo lưu lượng khí hút theo yêu cầu của hệ thống bình ngưng, thường được tính toán dựa trên lượng khí không ngưng và rò rỉ trong hệ thống. Về áp suất chân không, phải đạt được mức áp suất tối ưu để duy trì hiệu suất tuabin hơi, thông thường khoảng 90,5 - 98 mbar trong bình ngưng. Công suất động cơ phù hợp với lưu lượng và mức chân không yêu cầu, tối ưu hóa hiệu suất năng lượng. Bơm phải đạt hiệu suất cao, giảm tiêu thụ điện năng và giảm chi phí vận hành.

+ Kết cấu và vật liệu chế tạo: Vỏ bơm và các bộ phận tiếp xúc trực tiếp với chất lỏng hoặc khí phải được chế tạo từ vật liệu chịu ăn mòn và mài mòn như thép không gỉ (Inox 304, 316...) hoặc gang chịu nhiệt hoặc bọc chất chống ăn mòn. Phải sử dụng phốt để ngăn ngừa rò rỉ khí và chất lỏng. Cánh bơm và buồng bơm cần có thiết kế tối ưu để giảm tổn thất thủy lực và tăng hiệu suất.

+ Hệ thống làm mát và bôi trơn: Bơm chân không có thể sử dụng hệ thống làm mát bằng nước hoặc bằng không khí để đảm bảo nhiệt độ vận hành ổn định. Hệ thống bôi trơn cần đảm bảo giảm ma sát, giảm mài mòn và kéo dài tuổi thọ của bơm.

+ Khởi động và dừng máy: Quy trình khởi động phải đảm bảo bơm đạt đến tốc độ định mức trước khi đưa vào vận hành. Hệ thống phải có chức năng bảo vệ quá tải, quá nhiệt và mất pha. Có các chế độ dừng khẩn cấp để đảm bảo an toàn khi xảy ra sự cố.

+ Giám sát và điều khiển: Bơm cần được trang bị cảm biến giám sát các thông số vận hành như: Áp suất chân không, nhiệt độ nước làm mát hoặc dầu bôi trơn, dòng điện và điện áp của động cơ. Phải kết nối với hệ thống DCS để theo dõi và điều chỉnh từ xa.

+ Bảo trì và bảo dưỡng: Phải có kế hoạch bảo trì định kỳ bao gồm kiểm tra phốt làm kín, vệ sinh buồng bơm và thay dầu bôi trơn. Các bộ phận hao mòn như cánh bơm, bạc đạn và phốt cơ khí cần được kiểm tra và thay thế khi cần thiết. Hệ thống phải có thiết kế dễ tháo lắp và bảo trì để giảm thiểu thời gian dừng máy.

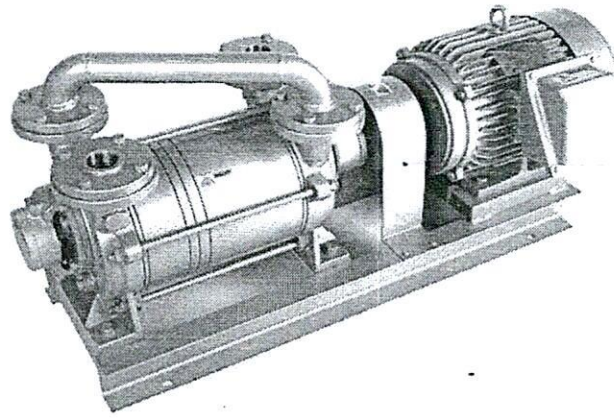
+ Kiểm soát tiếng ồn và rung động: Mức độ tiếng ồn phải dưới mức tiêu chuẩn cho phép (dưới 85 dB (A) tại khoảng cách 1m).

+ Xử lý nước làm mát: Nếu sử dụng bơm chân không vòng nước, nước làm mát sau khi sử dụng phải được xử lý hoặc tái sử dụng theo đúng quy định môi trường.

+ Ngăn ngừa rò rỉ: Hệ thống phải đảm bảo không có rò rỉ dầu hoặc chất lỏng ra môi trường.

* Về phân tích và đề xuất giải pháp kỹ thuật - công nghệ:

- Bơm chân không vòng nước 2 cấp:



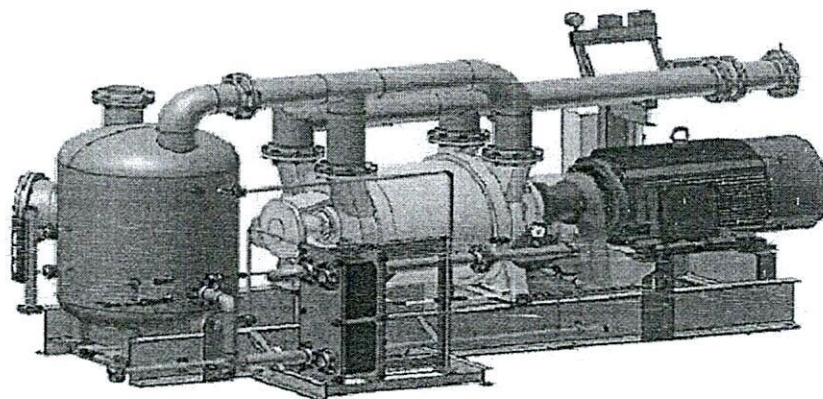
Hình 3.1: Bơm chân không vòng nước 2 cấp

+ Bơm chân không vòng nước 2 cấp là thiết bị tạo áp suất âm sử dụng nước làm môi chất làm kín, phù hợp cho các hệ thống yêu cầu hút khí không ngưng như bình ngưng tuabin hơi trong nhà máy nhiệt điện. Cấu tạo bơm gồm hai buồng bơm (cấp 1 và cấp 2) lắp nối tiếp trên cùng một trục truyền động. Mỗi cấp có cánh bơm lắp lệch tâm trong vỏ bơm, khi quay sẽ tạo thành vòng nước lệch tâm, làm thay đổi thể tích giữa các cánh bơm và vòng nước, từ đó hình thành chu trình hút – nén – đẩy khí. Ở cấp 1, khí được hút và nén lên áp suất trung gian; sau đó được dẫn sang cấp 2 (có thể qua bộ làm mát trung gian) để tiếp tục nén lên áp suất xả. Nhờ quá trình nén hai lần liên tiếp, bơm 2 cấp có khả năng đạt mức chân không sâu (có thể dưới 33 mbar) và duy trì hiệu suất tốt trong dải áp suất thấp.

+ Ưu điểm của bơm chân không vòng nước 2 cấp là vận hành ổn định, ít rung nhờ vòng nước hấp thụ dao động, kết cấu tương đối đơn giản, tuổi thọ cao và phù hợp với khí có hơi nước hoặc bụi nhẹ.

+ Tuy nhiên, thiết bị tiêu tốn nước làm kín nếu không có hệ tuần hoàn, kích thước và khối lượng lớn hơn bơm 1 cấp, đồng thời hiệu suất phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ và lưu lượng nước làm kín. Việc bảo trì hệ thống trao đổi nhiệt và phụ trợ cũng cần được thực hiện định kỳ để đảm bảo hiệu suất lâu dài.

- Bơm chân không vòng nước 1 cấp:



Hình 3.2: Bơm chân không vòng nước 1 cấp

+ Bơm chân không vòng nước 1 cấp là thiết bị cơ khí được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống công nghiệp nhằm tạo ra môi trường chân không bằng cách sử dụng nước làm chất lỏng làm kín và truyền động. Thiết bị này hoạt động dựa trên nguyên lý cánh quạt quay lệch tâm trong buồng bơm chứa nước, tạo thành một vòng nước đồng tâm có khả năng hút và nén khí không ngưng ra khỏi hệ thống.

+ Về cấu tạo, bơm gồm thân bơm dạng trụ với buồng bơm hình oval, cánh bơm gắn trên trục và đặt lệch tâm, hệ thống cấp nước làm kín liên tục từ bên ngoài, cùng các cửa hút và cửa xả bố trí đối diện nhau để đưa khí vào và đẩy khí đã nén ra ngoài.

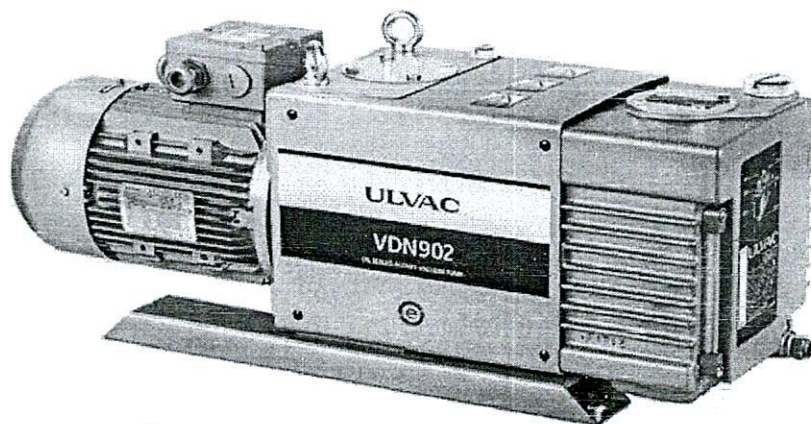
+ Bơm chân không vòng nước 1 cấp hoạt động theo nguyên lý tạo chân không nhờ sự quay lệch tâm của cánh bơm trong buồng bơm chứa nước. Khi trục quay, nước được cấp vào buồng bơm sẽ quay theo cánh bơm, tạo thành một vòng nước lệch tâm so với trục. Sự lệch tâm này làm thay đổi liên tục thể tích giữa các cánh bơm và vòng nước trong một chu kỳ quay, từ đó hình thành quá trình hút – nén – đẩy khí.

+ Vòng nước đóng vai trò rất quan trọng: vừa làm kín giữa cánh bơm và thành buồng để đảm bảo khả năng tạo chân không, vừa hấp thụ nhiệt phát sinh trong quá trình nén khí, giúp ổn định nhiệt độ vận hành. Đồng thời, nhờ sử dụng nước làm môi chất, bơm có thể xử lý khí ẩm hoặc khí chứa hơi nước mà không làm giảm đáng kể tuổi thọ thiết bị.

+ Bơm chân không vòng nước 1 cấp có kết cấu đơn giản, gọn nhẹ, dễ lắp đặt và bảo trì, không cần hệ thống phụ trợ phức tạp. Nhờ sử dụng nước làm môi chất làm kín, bơm vận hành êm, ít rung, có khả năng xử lý khí ẩm hoặc chứa bụi nhẹ và không cần bôi trơn bằng dầu, do đó chi phí đầu tư và vận hành tương đối thấp. Thiết bị phù hợp với các ứng dụng không yêu cầu mức chân không sâu.

+ Tuy nhiên, bơm 1 cấp chỉ đạt mức chân không khoảng 70–85 mbar nên không đáp ứng tốt các hệ thống đòi hỏi chân không sâu. Hiệu suất giảm khi làm việc ở áp suất thấp và phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ, lưu lượng nước làm kín. Nếu vận hành kéo dài ở tải cao mà không bảo trì tốt, các chi tiết như cánh bơm và ổ trục dễ mài mòn, làm tăng rung động và giảm tuổi thọ thiết bị.

- Bơm chân không vòng dầu:



Hình 3.3: Bơm chân không vòng dầu

+ Bơm chân không vòng dầu (còn gọi là bơm chân không có dầu, bơm chân không kín dầu) là loại bơm sử dụng dầu chân không để làm kín, bôi trơn và làm mát trong quá trình tạo chân không. Loại bơm này thường hoạt động theo nguyên lý cánh gạt quay (rotary vane), được dùng phổ biến khi yêu cầu đạt chân không sâu và ổn định hơn so với các dòng bơm vòng nước.

+ Nguyên lý hoạt động: Bên trong buồng bơm là một cánh gạt lệch tâm quay trong một vỏ hình trụ. Khi cánh gạt quay, thể tích buồng hút thay đổi, tạo ra các chu kỳ hút – nén – xả khí liên tục. Dầu chân không được phun hoặc lấp đầy vào các khoang để: Tăng độ kín khí giữa cánh gạt và vỏ bơm; Giảm ma sát, bôi trơn chi tiết chuyển động; Hấp thụ nhiệt sinh ra trong quá trình nén.

+ Sau khi khí và dầu được thải ra ngoài, chúng sẽ đi qua bộ tách để tách dầu khỏi khí. Dầu được tuần hoàn trở lại buồng bơm.

+ Bơm chân không dầu (hoặc bơm khô công nghệ cao) có ưu điểm nổi bật là khả năng đạt mức chân không rất sâu, có thể xuống 0,1–1 mbar, phù hợp với các hệ thống yêu cầu hút sâu và ổn định. Hiệu suất vận hành tương đối ổn định và không phụ thuộc vào chất lượng nước như bơm vòng nước. Thiết kế thường nhỏ gọn, độ rung và tiếng ồn thấp, tiêu hao năng lượng tốt khi làm việc ở chế độ trung bình hoặc tải thấp.

+ Tuy nhiên, loại bơm này có chi phí đầu tư và vận hành cao do cần dầu chuyên dụng, bảo trì định kỳ và thay dầu thường xuyên. Bơm nhạy cảm với khí ẩm, bụi hoặc tạp chất vì dễ làm nhiễm bẩn dầu, giảm hiệu suất và tuổi thọ. Ngoài ra, nguy cơ rò rỉ dầu gây ô nhiễm môi trường đòi hỏi phải có hệ thống thu gom và xử lý phù hợp.

* Về kết luận và kiến nghị, giải pháp công nghệ được lựa chọn là bơm chân không vòng nước 2 cấp dựa trên các cơ sở chính như sau:

- Đáp ứng yêu cầu kỹ thuật: Bơm 2 cấp duy trì ổn định áp suất chân không khoảng 90,5 – 98 mbar, phù hợp với tiêu chuẩn làm việc của bình ngưng tổ máy công suất vừa theo thiết kế hiện tại.

- Kết cấu đơn giản, dễ tích hợp: Thiết bị cơ khí đơn giản, dễ lắp đặt trên nền móng hiện hữu, thuận tiện bảo trì – thay thế cụm chi tiết, giảm thời gian dừng máy và không cần cải tạo lớn hệ thống đường ống.

- Chi phí đầu tư – vận hành hợp lý: Tổng mức đầu tư và chi phí vận hành thấp hơn so với bơm dầu, phù hợp với khả năng tài chính và kế hoạch tối ưu ngân sách cải tạo, bảo trì của nhà máy.

- Tận dụng hạ tầng hiện có: Sử dụng trực tiếp nguồn nước làm kín từ hệ thống tuần hoàn, không đòi hỏi bổ sung bộ làm mát trung gian hay hệ trao đổi nhiệt phụ trợ.

- Phù hợp với môi trường làm việc ẩm ướt: Chịu được hơi ẩm và khí ướt từ bình ngưng, không bị suy giảm đáng kể tuổi thọ, đồng thời vận hành êm, độ ồn và rung thấp, đáp ứng tốt yêu cầu vận hành liên tục, lâu dài của tổ máy.

Các thông số chính đối với bơm chân không hiện hữu tổ máy số 1 như sau:

TT	Tên gọi	Đơn vị	Thông số	Ghi chú
1	Mã hiệu: NASH TC-11E			
2	Năng lực hút bơm chân không	kg/h	76	ứng với chân không bình ngưng 8,5 kPa (a), nhiệt độ nước biển làm mát bình ngưng 30,5°C. Mục V.a (tài liệu kỹ thuật gốc)
3	Năng lực hút bơm chân không	kg/h	75	ứng với chân không bình ngưng 6,9 kPa (a), nhiệt độ nước biển làm mát bình ngưng 26°C. Mục V.a (tài liệu kỹ thuật gốc)
4	Áp suất giới hạn	inHg (a) kPa (a)	1 3,38	Mục III.5 (tài liệu kỹ thuật gốc)
5	Thời gian hút chân không (chạy 2 bơm từ áp suất khí quyển xuống 33,86 kPa (a) / -67,44 kPa)	phút	16	Mục III.11 và V.c (tài liệu kỹ thuật gốc)
6	Tốc độ bơm chân không	vòng/phút	590	Mục III.13.2 (tài liệu kỹ thuật gốc)
7	Số cấp	Cấp	2	Mục III.13.1 (tài liệu kỹ thuật gốc)
8	Lượng nước chèn cho 1 bơm chân không	m ³ /h kg/h	13,6 13.600	Mục III.9 (tài liệu kỹ thuật gốc)
9	Kích thước ống đầu hút	200 mm DN		Mục IV.g (tài liệu kỹ thuật gốc)
11	Kích thước ống đầu xả	150 mm DN		Mục IV.h (tài liệu kỹ thuật gốc)
12	Vật liệu vỏ bơm	CI/GB9439, HT200		Mục IV.i (tài liệu kỹ thuật gốc)
13	Vật liệu cánh bơm	DI/GB1348, QT600		Mục IV.j (tài liệu kỹ thuật gốc)
14	Vật liệu trục bơm	CS/45, GB699 (trương đương ASTM A-36 1045)		Mục IV.l (tài liệu kỹ thuật gốc)

Phân tích về 5 nhóm thông số chính trong bảng trên như sau:

1. Năng lực hút bơm chân không (75, 76 kg/h):

- Thực tế, thứ mà bơm chân không rút ra từ bình ngưng là một hỗn hợp khí bao gồm:

+ Không khí khô (Free Dry Air): Là lượng khí không ngưng đọng vào hệ thống (từ cụm chén trục tuabin, các van, kẽ hở mặt bích...).

+ Hơi nước bão hòa (Saturated Water Vapour): Ở môi trường chân không, một phần nước ngưng tụ sẽ bốc hơi và hòa trộn cùng không khí.

- Ở môi trường áp suất cực thấp như 6,9 kPa (điểm thiết kế của bình ngưng), chất khí giãn nở vô cùng lớn và thể tích thay đổi liên tục theo nhiệt độ. Do đó, tiêu chuẩn quốc tế (HEI) quy định phải dùng lưu lượng khối lượng (Mass Flow - kg/h) để phản ánh chính xác "lượng vật chất" thực tế mà bơm phải gánh vác, không bị đánh lừa bởi sự co giãn thể tích.

- Thông số 75 kg/h không đứng một mình. Nó chỉ có ý nghĩa khi gắn liền với mức áp suất hút 6,9 kPa tuyệt đối. Đây chính là điểm thiết kế của bình ngưng (tương đương áp suất âm khoảng -94,4 kPa). Điều này tức là khi bình ngưng đang duy trì ở mức chân không 6,9 kPa, nếu có một lượng hỗn hợp khí 75 kg sinh ra trong 1 giờ, chiếc bơm này đủ sức hút sạch khối lượng đó để giữ vững mức 6,9 kPa mà không để áp suất bị tăng lên (chân không bị giảm đi).

- Với nguyên tắc lựa chọn bơm mới tương đương hoặc tốt hơn bơm cũ, Tư vấn đề xuất lựa chọn thông số như sau "Năng lực hút bơm chân không (tương ứng với áp suất tuyệt đối trong bình ngưng 6,9 kPa (a)) là ≥ 75 kg/h với điều kiện nhiệt độ nước chén theo mức cao nhất vào mùa hè tại nhà máy". Điều kiện này đảm bảo loại trừ được ảnh hưởng của việc nhiệt độ toàn cầu nóng lên ảnh hưởng đến hiệu suất bơm.

2. Áp suất giới hạn (2,03 inHg (a)):

- Thuật ngữ "Blank-off" (Đóng mù / Bịt kín) mô tả một bài test khắc nghiệt nhất đối với bơm chân không như sau:

+ Đóng kín hoàn toàn van ở đầu hút (suction port) để không có bất kỳ lượng khí nào từ bên ngoài lọt vào, sau đó bật bơm chạy.

+ Bơm sẽ liên tục hút sạch lượng khí ít ỏi còn sót lại bên trong buồng bơm cho đến khi không thể hút thêm được nữa.

+ Mức áp suất tuyệt đối thấp nhất (độ chân không sâu nhất) mà kim đồng hồ dừng lại và không thể nhích thêm được li nào nữa, chính là "áp suất giới hạn".

- Đây là giới hạn vật lý tuyệt đối của chiếc bơm. Dù hệ thống có kín hoàn hảo 100%, chiếc bơm đó cũng không bao giờ có thể tạo ra độ chân không sâu hơn con số này.

- Số liệu 2,03 inHg (a) theo thiết kế của bơm chân không hiện hữu quy đổi ra 6,87 kPa (a). Tuy nhiên, ở đây nảy sinh một vấn đề là điểm làm việc thiết kế của bình ngưng NMNĐ Cẩm Phả là 6,9 kPa trong khi khả năng làm việc tối đa của bơm chỉ đạt 6,87 kPa. Do đó, chiếc bơm NASH TC-11E cũ này được thiết kế với "khoảng dự phòng" (safety margin) gần như bằng không:

+ Khi bơm còn mới tinh xuất xưởng, đóng kín van cửa hút thì áp suất tuyệt đối đầu hút được 6,87 kPa.

+ Khi lắp vào hệ thống thực tế (lắp hồ), phải gánh thêm 75 kg/h hỗn hợp khí lọt vào, chiếc bơm này sẽ phải vất kiệt 100% công suất mới giữ nổi mốc 6,9 kPa cho bình ngưng.

+ Chỉ cần cánh bơm bị mòn xước nhẹ, hoặc nhiệt độ nước làm mát mùa hè tăng lên một chút, áp suất giới hạn của bơm sẽ lập tức bị đội lên. Lúc này, bơm hoàn toàn bất lực, độ chân không của tổ máy suy giảm không cách nào cứu vãn được.

- Trong bơm vòng nước, áp suất hút luôn bị giới hạn bởi nhiệt độ của nước làm kín (seal water) do hiện tượng bay hơi. Khi áp suất trong buồng hút giảm xuống đến mức tiệm cận với áp suất hơi bão hòa của lượng nước đang quay bên trong bơm, phần nước này sẽ tự động sôi lên và bốc hơi ngay ở nhiệt độ thường. Hơi nước bọt lên chiếm hết chỗ của không khí, gây ra hiện tượng xâm thực (Cavitation). Các bọt khí này nổ vỡ đập vào cánh quạt, phát ra tiếng rào rào như sỏi đá bắn vào tôn, làm bơm không thể hút thêm được nữa. Con số 2,03 inHg (a) chính là "điểm tới hạn xâm thực" của thiết kế cánh bơm đời cũ này.

- Để chấm dứt tình trạng này, đối với bơm mới, cần phải nâng cấp thông số áp suất giới hạn xuống mức 1 inHg (a) (khoảng 3,38 kPa (a)). Khi bơm mới có khả năng kéo xuống tối đa tận 3,38 kPa (a), nó sẽ cực kỳ dư dả và thông thả khi phải duy trì bình ngưng ở mốc 6,9 kPa. Sự chênh lệch lớn này giúp bơm chạy êm hơn, chịu đựng được lượng khí lọt nhiều hơn và "miễn nhiễm" với tình trạng nước làm mát bị nóng lên vào những đợt cao điểm mùa hè tại Cẩm Phả.

3. Thời gian hút chân không (16 phút):

- Thông số này là một chỉ số mang tính chiến lược trong giai đoạn khởi động tổ máy. Nhìn vào tài liệu kỹ thuật gốc, thông số này được ghi chú rất kỹ: "Từ áp suất khí quyển xuống 10 inHg (a) (33,86 kPa) bằng việc chạy song song hai (2) bơm".

- Bản chất của quá trình "rút chân không ban đầu" như sau:

+ Khi tổ máy đang ngừng dự phòng, toàn bộ không gian bên trong bình ngưng và phần thoát hơi tuabin chứa đầy không khí ở áp suất khí quyển (khoảng 101,3 kPa).

+ Để tổ máy có thể bắt đầu nhận hơi từ lò hơi đưa sang (qua hệ thống bypass) hoặc để bắt đầu quay rotor tuabin, cần phải rút sạch khối lượng không khí khổng lồ này ra ngoài cho đến khi đạt được một mức "chân không môi" tối thiểu. Trong trường hợp này là 10 inHg (a), tương đương áp suất âm khoảng -67,4 kPa.

+ Giai đoạn này đòi hỏi năng lực hút cực lớn trong thời gian ngắn, do đó quy trình chuẩn của nhà máy là phải khởi động chạy song song cả 2 bơm chân không để thực hiện nhiệm vụ này.

- Số liệu 16 phút không phải là khoảng thời gian được chọn ngẫu nhiên, mà được thiết kế đồng bộ với biểu đồ khởi động lò hơi:

+ Chốt chặn quy trình khởi động: Hệ thống DCS luôn cài đặt các điều kiện liên động bảo vệ. Nếu bình ngưng chưa đạt đủ mức chân không yêu cầu (> 60 kPa), van bypass sẽ không được phép mở để xả hơi vào bình ngưng nhằm bảo vệ thiết bị khỏi quá nhiệt và quá áp.

+ Bài toán tiêu hao nhiên liệu khởi động: Trong lúc chờ đợi bình ngưng đạt chân không, lò hơi đã phải đốt môi bằng dầu DO để sấy và duy trì thông số hơi. Nếu hệ thống bơm hút quá chậm (ví dụ mất 30 - 40 phút mới đạt chân không môi), toàn bộ lượng nhiên liệu đốt trong khoảng thời gian dôi dư đó là lãng phí hoàn toàn. Còn số 16 phút là khoảng thời gian tối ưu, vừa vặn với nhịp độ sấy lò, giúp nhà máy tiết kiệm được hàng chục triệu đồng tiền dầu môi cho mỗi lần khởi động tổ máy.

- Đối với bơm mới, yêu cầu kỹ thuật đối với thông số này là "thời gian khởi tạo chân không ≤ 16 phút với điều kiện thử nghiệm sử dụng chạy song song hai bơm chân không, hút toàn bộ thể tích không gian hơi của hệ thống bình ngưng từ trạng thái áp suất khí quyển (1 atm) xuống đạt mức áp suất 33,86 kPa tuyệt đối".

4. Tốc độ bơm (590 vòng/phút):

- Ưu điểm tốc độ thấp (590 vòng/phút) của bơm chân không như sau:

+ Tuổi thọ cơ khí cao (độ bền vòng bi/bạc đạn): Tốc độ vòng quay tỷ lệ thuận với tốc độ mài mòn. Khi quay ở 590 vòng/phút, lực ly tâm, độ văng và tải trọng hướng kính đè lên hệ thống vòng bi là rất thấp. Một chiếc bơm chạy ở 590 vòng/phút có thể hoạt động liên tục trong thời gian dài mới phát sinh khiếm khuyết cần sửa chữa, trong khi bơm chạy ở 1450 vòng/phút có tần suất bảo dưỡng sửa chữa cao hơn.

+ Tối ưu hóa "Vòng nước làm kín": Trong bơm chân không vòng nước, cánh quạt văng nước ra thành bơm tạo thành một màng nước mỏng. Ở tốc độ thấp 590 vòng/phút, màng nước này hình thành một cách êm ái, ổn định và không bị nhiễu loạn. Khí được nén một cách trơn tru. Nếu quay quá nhanh, sự va đập thủy lực bên trong buồng bơm sẽ rất dữ dội, làm tiêu hao công suất động cơ vô ích (chỉ để khuấy nước chứ không nén khí).

+ Đề kháng cực tốt với xâm thực: xâm thực là hiện tượng bọt khí nổ vỡ đập vào cánh bơm. Lực phá hủy của sự nổ vỡ này phụ thuộc rất lớn vào tốc độ dài ở đỉnh cánh (Rotor Vane Tip Speed). Tài liệu kỹ thuật gốc của bơm hiện hữu ghi rõ Tip Speed chỉ là 20,39 m/s. Nhờ đỉnh cánh lướt đi chậm, dù có xảy ra xâm thực nhẹ vào mùa hè, cánh quạt cũng không bị phá hủy nhanh chóng. Các bơm tua nhanh có tốc độ đỉnh cánh chém nước cực mạnh sẽ rỗ cánh chỉ sau vài tháng làm việc ở chân không sâu.

+ Độ rung và tiếng ồn cực thấp: Với khối lượng kim loại lớn và quay chậm, tổ hợp bơm hoạt động cực kỳ đầm chắc. Tiếng ồn chủ yếu chỉ là tiếng gió xả ra, môi trường làm việc quanh trạm bơm sẽ rất an toàn và thoải mái cho nhân viên vận hành.

- Để loại bỏ 100% các dòng bơm giá rẻ, vòng đời ngắn và đảm bảo mua được thiết bị hoạt động bền, ổn định thì thông số này sẽ được lựa chọn như sau: "tốc độ vòng quay định mức của bơm ≤ 600 vòng/phút; yêu cầu này nhằm đảm bảo tính đồng bộ với hệ thống bộ móng hiện hữu, giảm thiểu ma sát cơ học, tăng tuổi thọ thiết bị và đáp ứng môi trường làm việc liên tục 24/7 của tổ máy nhiệt điện công suất lớn".

5. Vật liệu vỏ bơm, cánh bơm, trục bơm:

	Thông số hiện hữu	Thông số đề xuất	Phân tích
Vật liệu vỏ bơm	CI/GB9439, HT200	CI/GB9439, HT200 (tương đương hoặc tốt hơn)	Vỏ bơm chân không vòng nước không phải chịu áp lực quá cao từ bên trong (chủ yếu là áp suất âm và áp suất xả gần khí quyển), nhưng cần khối lượng lớn để hấp thụ rung động và giảm ồn trong quá trình hoạt động. Gang xám HT200 có tính đúc cực tốt, dễ gia công hình dáng phức tạp, khả năng tự bôi trơn tốt và đặc biệt là khả năng tiêu âm, giảm chấn.
Vật liệu cánh bơm	DI/GB1348, QT600	DI/GB1348, QT600 (tương đương hoặc tốt hơn)	Cánh bơm là bộ phận làm việc khắc nghiệt nhất. Nó phải quay liên tục trong môi trường hỗn hợp khí - nước, chịu lực ly tâm lớn và có nguy cơ đối mặt với hiện tượng xâm thực (cavitation) hoặc va đập thủy lực (water hammer). Việc sử dụng gang cầu QT600 có giới hạn bền kéo tối thiểu 600 MPa ngăn chặn nguy cơ nứt vỡ cánh.
Vật liệu trục bơm	CS/45, GB699 (tương đương ASTM A-36 1045)	CS/45, GB699 (tương đương ASTM A-36 1045)	Trục bơm phải chịu mômen xoắn lớn từ động cơ và ứng suất uốn do khối lượng của cụm cánh bơm. Thép 45 có cơ tính tổng hợp rất tốt, độ bền cao, dễ gia công nhiệt luyện (tôi, ram) để tăng độ cứng bề mặt tại các vị trí lắp vòng bi, đồng thời giữ được phần lõi đủ dai để không bị gãy dưới tác dụng của tải trọng động.

Bảng 4 - Thông số kỹ thuật, công nghệ lựa chọn như Bảng dưới đây:

TT	Nội dung	Ghi chú
I	PHẦN BƠM	Số lượng: 2
1	Kiểu loại: bơm chân không vòng nước 2 cấp.	
2	Tiêu chuẩn thiết kế: HEI	
3	Năng lực hút bơm chân không (tương ứng với áp suất tuyệt đối trong bình ngưng 8,5 kPa (a)) là ≥ 76 kg/h với điều kiện nhiệt độ nước làm mát bình ngưng 30 độ C	Nhà thầu phải cung cấp vật tư và phương án đo thông số.

TT	Nội dung	Ghi chú
4	Năng lực hút bơm chân không (tương ứng với áp suất tuyệt đối trong bình ngưng 6,9 kPa (a)) là ≥ 75 kg/h với điều kiện nhiệt độ nước làm mát bình ngưng 26 độ C	Nhà thầu phải cung cấp vật tư và phương án đo thông số.
5	Áp suất giới hạn ≤ 1 inHg (a).	Đóng van đầu hút bơm chân không.
6	Thời gian khởi tạo chân không ≤ 16 phút với điều kiện thử nghiệm sử dụng chạy song song hai bơm chân không, hút toàn bộ thể tích không gian hơi của hệ thống bình ngưng từ trạng thái áp suất khí quyển (1 atm) xuống đạt mức áp suất 33,86 kPa tuyệt đối.	
7	Tốc độ vòng quay định mức của bơm ≤ 600 vòng/phút	
8	Vật liệu vỏ bơm: CI/GB9439, HT200 (tương đương hoặc tốt hơn).	
9	Vật liệu cánh bơm: DI/GB1348, QT600 hoặc tương đương hoặc tốt hơn.	
10	Vật liệu trục bơm: CS/45, GB699 (tương đương ASTM A-36 1045)	
11	Lưu lượng nước chèn bơm: $\leq 13,6$ m ³ /h.	
12	Kích thước đường ống đầu hút: phù hợp với không gian và thiết bị đi kèm. Tham chiếu thông số thiết bị hiện hữu là 200 mm DN.	Nhà thầu tham dự có thể đến khảo sát tại công trường.
13	Kích thước đường ống đầu xả: phù hợp với không gian và thiết bị đi kèm. Tham chiếu thông số thiết bị hiện hữu là 150 mm DN.	Nhà thầu tham dự có thể đến khảo sát tại công trường.
II	THIẾT BỊ KÈM THEO	
1	Động cơ: theo tiêu chuẩn IE3 trở lên; cấp điện áp 0,4 kV.	
2	Bộ phân ly: kèm cảm biến và cảnh báo mức.	
3	Cụm van đầu hút bơm chân không	
4	Cụm van điền nước bơm chân không	
5	Bộ trao đổi nhiệt nước chèn	
6	Hệ thống đo lường điều khiển: các cảm biến kèm theo.	

TT	Nội dung	Ghi chú
III	PHÂN DỊCH VỤ	
1	Tháo dỡ thiết bị cũ	
2	Lắp đặt thiết bị mới	Bao gồm cả xây dựng bệ móng phù hợp với không gian hiện hữu và thiết bị cung cấp mới (nếu cần)
3	Lắp đặt, kết nối phần điện - điều khiển	
4	Thí nghiệm chạy thử	
5	Đào tạo chuyển giao công nghệ	

th

PHỤ LỤC 03. BIỂU MẪU ĐỀ XUẤT KỸ THUẬT VÀ BÁO GIÁ THIẾT BỊ

(Đính kèm Thư mời báo giá số: *1264* /TM-NĐCP ngày 19/05/2026)

STT	Nội dung hạng mục	ĐVT	Số lượng	Thông số kỹ thuật theo thiết bị Nhà thầu chào	Hãng sản xuất/ Xuất xứ, mã hiệu	Đơn giá (đồng/đvt)	Thành tiền trước thuế (đồng)	Thuế GTGT (đồng)	Thành tiền (đồng)	Ghi chú
1	Bơm chân không	Bộ	02							Đáp ứng theo thông số kỹ thuật, công nghệ lựa chọn nêu chi tiết tại Bảng 4 – Phụ lục 02
2	Thiết bị kèm theo	Bộ	02							Đáp ứng theo thông số kỹ thuật, công nghệ lựa chọn nêu chi tiết tại Bảng 4 – Phụ lục 02
3	Dịch vụ liên quan	Bộ	02							Đáp ứng theo thông số kỹ thuật, công nghệ lựa chọn nêu chi tiết tại Bảng 4 – Phụ lục 02
	Tổng cộng:									

Ghi chú: Các đơn vị cung cấp có thể tham gia chào giá các hàng hóa trong đương hoặc tốt hơn đáp ứng theo thông số kỹ thuật, công nghệ lựa chọn nêu chi tiết tại Bảng 4 – Phụ lục 02.