

**TIÊU CHUẨN
QUỐC TẾ**

**IEC
34-2A**

XUẤT BẢN LẦN THỨ NHẤT
1974

Phần bổ sung thứ nhất cho IEC34-2(1972)

Máy điện quay

Phần 2 :

Các phương pháp xác định tổn thất
và hiệu xuất của máy điện quay
bằng thí nghiệm

ỦY BAN KỸ THUẬT ĐIỆN QUỐC TẾ

PHẦN BỔ SUNG THỨ NHẤT CHO ẤN PHẨM 34-2 (1972)

Máy điện quay

**Phân 2. Các phương pháp để xác định các tổn thất và hiệu suất
của máy điện quay từ các thử nghiệm
(loại trừ các máy đối với các phương tiện kéo)**

Đo các tổn thất bằng phương pháp nhiệt lượng kế

ØØØØØ

LỜI NÓI ĐẦU

1. Các quyết định hoặc thỏa thuận chính thức của IEC về các vấn đề kỹ thuật được soạn thảo bởi các Ủy ban Kỹ thuật, trong đó có đại diện của các ủy ban quốc gia đang có sự quan tâm đặc biệt đến vấn đề này, thể hiện sự nhất trí quốc tế cao về các chủ đề được đề cập.

2. Các quyết định hoặc thỏa thuận này là những khuyến khích để sử dụng quốc tế và đã được các Ủy ban quốc gia chấp thuận theo ý nghĩa đó.

3. Để xúc tiến sự thống nhất quốc tế, IEC bày tỏ mong muốn tất cả các ủy ban quốc gia nên chấp nhận khuyến nghị của IEC như là các qui định quốc gia của mình trong những mực các điều kiện quốc gia cho phép. Bất kỳ có sự khác biệt nào giữa khuyến nghị của IEC và qui định quốc gia tương ứng, cần được nêu rõ trong chừng mực cho phép trong các qui định này.

LỜI TỰA

Khuyến nghị này đã được soạn thảo bởi phân ban 2D, các tổn thất và hiệu suất, của ủy ban kỹ thuật số 2. Máy điện quay

Khuyến nghị này tạo thành phần bổ sung thứ nhất cho ấn phẩm IEC 34-2, các máy điện quay, Phần 2 : Các phương pháp xác định các tổn thất và hiệu suất của máy điện quay từ các thử nghiệm (loại trừ các máy cho các phương tiện kéo)

Một bản dự thảo đầu tiên đã được thảo luận ở các cuộc họp được tổ chức ở Luân đôn năm 1968 và Bucarét năm 1970. Theo sau cuộc họp cuối cùng này, một bản dự thảo cuối cùng, tài liệu 2D (văn phòng TW) 17, đã được đệ trình tới các Ủy ban quốc gia để chấp nhận theo qui tắc 6 tháng vào tháng 8-1971. Các bản sửa đổi, tài liệu 2D (văn phòng TW) 19, đều được đệ trình tới các ủy ban quốc gia để chấp nhận theo thủ tục 2 tháng vào tháng 2-1972

Các nước sau đây đã biểu quyết rõ ràng ủng hộ ấn phẩm này

Úc	Nhật	Thụy Sĩ
Áo	Na uy	Thổ Nhĩ Kỳ
Bỉ	Ba Lan	Liên Xô
Đan Mạch	Bồ Đào Nha	Vương Quốc Anh
Ai Cập	Nam Phi (Cộng hòa)	Mỹ
Phần Lan	Thụy Điển	Nam Tư
Israel	Ý	

PHẦN BỔ SUNG THÚ NHẤT CHO ẤN PHẨM 34-2 (1972)

Các máy điện quay

Phần 2 : Các phương pháp xác định các tổn thất và hiệu suất của máy điện quay qua các thử nghiệm (loại trừ các máy đối với các phương tiện kéo)

Đo các tổn thất bằng phương pháp nhiệt lượng kế ØØØØØØ

Mở đầu

Phương pháp nhiệt lượng kế có thể được dùng để xác định hiệu xuất của máy điện quay :

- Hoặc bằng việc xác định các tổn thất khi mang tải
- Hoặc bằng việc xác định các tổn thất riêng rẽ và từ đó suy ra các tổn thất tổng qui ước bằng tổng các tổn thất riêng rẽ
- Tùy thuộc vào các hoàn cảnh, các phép đo nhiệt lượng kế có thể được thực hiện theo hai cách khác nhau :
- Hoặc bằng cách đo số lượng và độ tăng nhiệt độ của môi trường làm mát (phương pháp trực tiếp)
- Hoặc bằng cách lấy chuẩn độ tăng nhiệt độ của môi trường làm mát

Các phép đo nhiệt lượng kế cần được thực hiện đối với từng mạch làm mát, hoặc sơ cấp hoặc thứ cấp, một cách riêng rẽ.

Các phương pháp xác định tổn thất trong khuyến nghị này được đặt ra chủ yếu đối với các máy phát điện lớn nhưng các nguyên tắc được dùng cũng có thể được áp dụng cho các máy khác.

Trang 9

3.1 Liệt kê các ký hiệu

Bổ sung vào bảng liệt kê các ký hiệu với các ký hiệu sau :

P_i : Các tổn thất sinh ra ở bên trong bề mặt qui chiếu

P_e : Các tổn thất sinh ra ở bên ngoài bề mặt qui chiếu

P_l : Các tổn thất bị tiêu tan bởi các mạch làm mát dưới dạng nhiệt và nhiệt này có thể được đo bằng phương pháp nhiệt lượng kế

P_2 : Các tổn thất không được truyền vào môi trường làm mát nhưng được tiêu tan qua bề mặt qui chiếu bằng sự truyền dẫn, đối lưu, bức xạ, thẩm lậu rò gỉ v.v...

c_p : Nhiệt dung riêng của môi trường làm mát

Q : Lưu lượng môi trường làm mát

ρ : Tỷ khối môi trường làm mát

Δt : Độ tăng nhiệt độ của môi trường làm mát hoặc hiệu số nhiệt độ giữa bề mặt qui chiếu của máy và nhiệt độ môi trường xung quanh bên ngoài

γ : Vận tốc ra của môi trường làm mát

α : Hệ số lưu lượng

e : Sai số đo tổn thất P_1 và P_2

h : Hệ số truyền nhiệt

ΔP : Hiệu số giữa áp lực tĩnh trong ống đầu hút và áp lực môi trường xung quanh

A : Diện tích tiết diện ngang của ống đầu hút

t : Nhiệt độ

t_1 : Nhiệt độ vào của môi trường làm mát

t_2 : Nhiệt độ ra của môi trường làm mát

b : Áp lực phong vũ biểu

Mục lục

Lời nói đầu

Lời tựa

Mở đầu

Đoạn 1 : Tổng quát

1.	Tổng quát	
2.	Xác định các tổn thất P_1 bằng cách đo lượng và độ tăng nhiệt độ của môi trường làm mát	5
3.	Các tổn thất P_i được đo bằng điện bằng cách sử dụng phương pháp nhiệt lượng kế chuẩn	5
4.	Các điều kiện ổn định	6
5.	Các tổn thất P_2 không được truyền vào môi trường làm mát.....	6
6.	Các tổn thất bên ngoài bề mặt qui chiếu P_e	7

Đoạn 2 : Môi trường làm mát bằng nước

7.	áp dụng và quan hệ cơ bản	8
8.	Đo lưu lượng nước	8
9.	Đo độ tăng nhiệt độ của nước	9
10.	Cấp chính xác đo.....	10

Đoạn 3 : Môi trường làm mát bằng không khí

11.	áp dụng vào quan hệ cơ sở	10
13.	Đo độ tăng nhiệt độ không khí	13
14.	Xác định nhiệt dung riêng của không khí	13
15.	Độ chính xác của phép đo	13

Đoạn 4 : các nhận xét thực tế

16.	Chuẩn bị cho các đo nhiệt lượng kế với các chất làm mát lỏng	14
17.	Các đấu nối và thiết bị đối với các phép đo nhiệt lượng kế với các chất làm mát lỏng.	15

Hình vẽ

Trang 53*Thay thế điều 17 bằng đoạn sau đây***PHÂN ĐOẠN 1 - TỔNG QUÁT**

1. Để có thể cho phép phân loại các tổn thất tổng, ta có thể xác định đối với một máy "một bề mặt qui chiếu". Đó là một bề mặt bao quanh hoàn toàn một máy sao cho tất cả các tổn thất được sản sinh bên trong nó (P_1) phải được tiêu tán ra bên ngoài qua bề mặt qui chiếu này (xem hình 1, trang 30)

Các tổn thất tổng của máy bao gồm :

- Các tổn thất bên trong bề mặt qui chiếu P_i
- Các tổn thất bên ngoài bề mặt qui chiếu P_e

Các tổn thất bên trong bề mặt qui chiếu P_i có thể được chia thành 2 loại :

$$P_i = P_1 + P_2$$

P_1 : các tổn thất có thể được đo bằng nhiệt lượng kế và được tiêu tan dưới dạng nhiệt bởi các mạch làm mát. Các tổn thất này tạo nên phần chủ yếu của các tổn thất (các tổn thất bên trong có thể đo được)

P_2 : Các tổn thất không được truyền tới môi trường làm mát và được tiêu tan qua bề mặt qui chiếu bằng sự truyền dẫn, đối lưu, bức xạ, thẩm lâu rò gỉ v.v... các tổn thất này tạo nên một phần nhỏ của các tổn thất tổng và có thể tính toán được (các tổn thất bên trong không thể đo được)

Ghi chú : P_2 có thể là số âm và vì thế được trừ đi khi dòng nhiệt chảy vào bề mặt qui chiếu.

Các tổn thất sản sinh bên ngoài bề mặt qui chiếu (P_e) có thể hình thành một phần của các tổn thất được qui định và trong trường hợp này cần được đo riêng rẽ

Ghi chú : Các tổn thất trong các gói đỡ bên trong bề mặt qui chiếu được kể vào các tổn thất P_i

2. Xác định các tổn thất P_1 bằng cách đo lượng và độ tăng nhiệt độ của môi trường làm mát

Trong các điều kiện vận hành ổn định và khi sự cân bằng nhiệt độ đã đạt được thì các tổn thất được tiêu tan bởi môi trường làm mát là :

$$P_1 = c_p * Q * \rho * \Delta t kW$$

ở đây :

c_p : Nhiệt dung riêng của môi trường làm mát bằng $kJ/(Kg\ K)$ ở áp lực p

Q : Lưu lượng của môi trường làm mát bằng m^3/s

ρ : Tỷ khối của môi trường làm mát bằng kg/m^3 ở nhiệt độ ở điểm đo lưu lượng

Δt : Độ tăng nhiệt độ của môi trường làm mát bằng độ k

Nếu môi trường làm mát là nước thì phương pháp đo được trình bày trong phân đoạn II

Nếu môi trường làm mát là không khí thì phương pháp đo được trình bày trong phân đoạn III.

Ghi chú : Các tổn thất gói đỡ có thể được đo bằng cách sử dụng dầu như là một môi trường làm mát nhưng nên đo về phía nước của bộ trao đổi nhiệt dầu - nước vì các đặc tính nhiệt của nước biết rõ hơn

3. Các tổn thất P_i được đo bằng điện bằng cách sử dụng phương pháp nhiệt lượng kế chuẩn**3.1 Tổng quát**

Trong phương pháp này, đường cong chuẩn liên quan độ tăng nhiệt độ của môi trường làm mát với các tổn thất được tiêu tan trong máy được xác định bằng các thử nghiệm tiến hành dưới các điều kiện như thế nào để các tổn thất P_i có thể đo được bằng các phương pháp điện một cách trực tiếp. Phương pháp này không yêu cầu đánh giá các tổn thất P_2 , miễn là các điều kiện trong khi làm các thử nghiệm được hiệu chỉnh một cách chính xác, và phương pháp này có thể được dùng khi việc đo nhiệt lượng kế trực tiếp của mạch làm mát là không thể được hoặc khi phương pháp này dẫn đến các khó khăn trong vận dụng thực tế.

3.2 Sản sinh các tổn thất khi định chuẩn

Các tổn thất của máy phát do từ một nguồn điện cho phép đo được một cách chính xác. Các tổn thất này có thể được sản sinh bên trong máy, hoặc là a) dưới dạng các tổn thất bình thường của máy, tức là bằng cách cho máy chạy không tải hoặc mang tải theo các tổn thất được yêu cầu hoặc là b) dưới dạng các tổn thất nhiệt từ một điện trở đặc biệt được gắn vào máy, sao cho các tổn thất này sinh một hiệu ứng nhiệt lượng tương tự như cái đang sảy ra trong máy dưới các điều kiện bình thường.

Điều cần thiết là, để đạt được độ chính xác cực đại, độ lớn của các tổn thất được dùng để định chuẩn phải bao quanh các giá trị ta muốn đo bằng phương pháp nhiệt lượng kế chuẩn mực. Nếu điều này không thực hiện được thì việc ngoại suy đường cong chuẩn mực cần phải tùy thuộc vào sự thỏa thuận.

3.3 Xác định các tổn thất để đo

Khi đã đạt được đường cong chuẩn mực, ta cho chạy máy trong các điều kiện để máy sinh ra các tổn thất để đo. Việc đo độ tăng nhiệt độ chất làm mát và qui chiếu về đường cong chuẩn mực cho phép xác định các tổn thất.

3.4 Các điều kiện cần đáp ứng trong khi chuẩn mực và thử nghiệm

Máy phải trong cùng các điều kiện với cả hai chế độ chạy, tức là trong cùng vỏ bọc, với cùng hệ thống làm mát và cùng một lắp đặt. Nhiệt độ bao quanh cũng như các điều kiện môi trường bao quanh cũng phải giữ gần giống nhau trong cả hai trường hợp. Lưu lượng chất làm mát cần phải giữ ở cùng giá trị, các nhiệt độ "được làm mát" càng gần nhau càng tốt.

Các điều kiện ổn định như được mô tả trong điều 4 cần phải đạt được trước khi đo các giá trị cuối cùng và các điều kiện được xác định trong các phân đoạn 1,2 và 3 cần phải phù hợp với phương pháp này.

4. Các điều kiện ổn định

Nếu các điều kiện vận hành cũng như nhiệt độ vào của môi trường làm mát vào máy đều đủ ổn định thì sự cân bằng nhiệt có thể coi là đã đạt được khi đo các độ tăng nhiệt độ và lưu lượng dòng chảy của môi trường làm mát chỉ rằng các tổn thất là không đổi trong vòng $\pm 1\%$ trong một thời gian 2 giờ, hoặc khi độ tăng nhiệt độ môi trường làm mát không thay đổi quá $\pm 1\%$ trong một giờ, lưu lượng dòng chảy giữ cố định.

Nếu nhiệt độ vào của môi trường làm mát hoặc nhiệt độ của các cuộn dây thay đổi quá $\pm 0,3^{\circ}\text{C}/\text{giờ}$, thì sự cân bằng nhiệt có thể rất khó đạt được. Trong các trường hợp như thế, một giá trị thấp hơn cần được nghiên cứu. Trong trường hợp đo không khí bằng nhiệt lượng kế thì điều kiện này có thể được chọn như 1 tiêu chuẩn của độ ổn định nhiệt. Tuy nhiên, để xác định các tổn thất hoặc khi các sai số đo lường không yêu cầu thì một sự thay đổi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}/\text{giờ}$ là cho phép.

Nếu nhiệt độ vào của môi trường làm mát không phù hợp với các điều kiện được qui định ở trên thì có thể cần thiết trì hoãn các thử nghiệm cho đến khi có các điều kiện thích hợp thuận lợi hơn.

Theo hướng dẫn, khoảng thời gian thử nghiệm nên thay đổi tùy thuộc vào phương pháp đo các tổn thất và chắc chắn là tối 10 giờ đến 20 giờ để xác định các tổn thất ở đây tải và khoảng từ 15 giờ đến 30 giờ để xác định các tổn thất ở không tải.

5. Các tổn thất P_2 không được truyền vào môi trường làm mát

Các tổn thất này bao gồm :

- Các tổn thất tiêu tan vào trong các bệ móng và vào trực tiếp bằng sự truyền dẫn, các tổn thất này thường có thể bỏ qua và cũng rất khó đo

- Các tổn thất gây ra bởi sự tiếp xúc của các bề mặt bên ngoài của máy với môi trường không khí bao quanh (đối lưu) và với vỏ bọc (bức xạ)

- Các tổn thất do sự thay đổi động năng của không khí làm mát luân chuyển trong một máy có một hệ thống làm mát hở. Các tổn thất này thường nhỏ nhưng có thể tính toán được bằng cách dùng công thức sau :

$$P = \frac{\rho Q}{2000} v^2 \text{ kW}$$

ở đây :

Q : Lưu lượng dòng không khí tính bằng m^3/s

ρ : tì khối của không khí tính bằng kg/m^3

v : vận tốc ra của không khí tính bằng m/v

Để giảm các tổn thất P_2 (bao gồm cả tổn thất do rò rỉ) tới mức tối thiểu, các điều kiện thử nghiệm có thể được cải tiến bằng cách thay đổi hoặc là lưu lượng của dòng chảy hoặc là nhiệt độ của môi trường làm mát để giảm sự chênh lệch nhiệt độ giữa hệ thống và không khí môi trường. Tuy nhiên, cần phải cẩn thận để đảm bảo rằng độ chính xác của các phép đo nhiệt độ không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ môi trường xung quanh. Các thận trọng này chủ yếu là trong các phép đo các tổn thất riêng rẽ.

Các tổn thất P_2 có thể được giảm tối thiểu bằng cách bọc chát giữ nhiệt thích hợp lên các bề mặt bức xạ hoặc một phần của máy, các đặc tính truyền nhiệt đã biết của vật liệu giữ nhiệt được tính đến trong các tính toán. Phương pháp này đặc biệt thích hợp cho các chỗ khó loại trừ dòng không khí bên ngoài hoặc khó duy trì một nhiệt độ môi trường xung quanh tương đối cố định.

Trong thực tế, người ta chỉ xem xét đến các tổn thất tiêu tán P_2 bởi các bề mặt của máy bằng cách hướng dẫn các phép đo như thế nào để giá trị của các tổn thất này còn lại dưới 2,5% của các tổn thất P_i được đo ở đây tải và dưới 5% của các tổn thất P_i được xác định bằng phương pháp của các phép đo tổn thất riêng rẽ, chỉ có các tổn thất được tiêu tan ở bề mặt của máy mới cần được tính đến. Các tổn thất này có thể thu được từ công thức :

$$\text{Tổn thất } P_2 = h \times \text{diện tích (m}^2\text{)} \times \Delta t (\text{k})$$

ở đây

Δt : Hiệu nhiệt độ giữa bề mặt qui chiếu của máy với nhiệt độ không khí môi trường bên ngoài

Thừa nhận rằng h đối với các tổn thất được tiêu tán bởi bề mặt là nằm giữa 10W và 20W/($\text{m}^2 \cdot \text{k}$), một giá trị hợp lý là 15W ($\text{m}^2 \cdot \text{k}$), khi đã có sự thận trọng loại trừ các dòng không khí trên các bề mặt bức xạ. Giá trị được sử dụng cần có sự nhất trí giữa nhà chế tạo và người mua.

Các ví dụ để xác định h đối với các tổn thất tiêu tan từ các bề mặt tiếp xúc với không khí là

- Đối với các bề mặt bên ngoài $h = 11 + 3v \text{ W/(m}^2 \cdot \text{k)}$

ở đây v là vận tốc của không khí môi trường xung quanh bằng m/s và

- Đối với các bề mặt hoàn toàn nằm trên bề mặt bên ngoài của máy :

$$h = 5 + 3v \text{ W/(m}^2 \cdot \text{k)}$$

ở đây v là vận tốc của không khí làm mát bằng m/s (xem hình 1, trang 30)

6. Các tổn thất bên ngoài bề mặt qui chiếu P_e

Các tổn thất này chủ yếu gồm có :

- Các tổn thất trong biến trở của kính thích chính, trong bộ điều chỉnh điện áp, các mạch kính thích độc lập của máy kính thích

- Các tổn thất trong máy kính thích khi mạch làm lạnh là độc lập với máy chính.

- Các tổn thất do ma sát trong các gối đỡ, hoặc hoàn toàn hoặc cục bộ thì phụ thuộc vào sự không biết chúng ở ngoài toàn bộ hoặc một phần vào bề mặt qui chiếu.

Các tổn thất trên, được đánh giá một cách riêng rẽ, cần phải được bổ sung vào các tổn thất bên trong P_i .

PHÂN ĐOẠN 2 - MÔI TRƯỜNG LÀM MÁT LÀ NUỐC

7. Áp dụng và quan hệ cơ bản

Phương pháp này chỉ áp dụng cho các máy được cung cấp một hệ thống làm mát sơ cấp khép kín và dùng nước như một chất làm mát thứ cấp nhưng nó cho một phương pháp đo lường rất thực tế và chính xác. Các sơ đồ đấu nối điển hình đối với các bộ làm mát lắp song song và nối tiếp đã cho trong hình 2 và 3, trang 31.

Các tổn thất tiêu tán bởi nước được cho trong công thức sau :

$$P_1 = C_p \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta t \text{ kW}$$

ở đây

C_p : Nhiệt dung riêng của nước bằng $\text{kJ} (\text{KgK})$ (ở áp lực không đổi $p = 0,1 \text{ MN/m}^2$) được xác định từ hình 4 trang 32, như là một giá trị tích phân c_p , giữa nhiệt độ vào của nước t_1 và các nhiệt độ ra của nước t_2

ρ : Tỉ khối của nước (kg/m^3) được chỉ ra trên đường cong trong hình 4 ở điểm ở đó lưu lượng $Q(\text{m}^3/\text{s})$ được đo

$\Delta t = t_2 - t_1$ độ tăng nhiệt độ của nước tính bằng k

Nếu có bất kỳ nghi ngờ gì về độ chính xác của các hệ số được dùng đối với C_p và ρ , đặc biệt nếu nước làm mát có chứa muối thì cần thiết phải đo C_p và ρ .

Thận trọng trong việc chuẩn bị và hướng dẫn các phép đo cũng như việc hiệu chỉnh các dụng cụ đo, là một yếu tố quyết định để thu được các kết quả chính xác.

8. Đo lưu lượng nước

Lưu lượng nước cần được điều chỉnh bằng một van được đặt suôi dòng từ lưu tốc kế
Việc đo khối lượng nước có thể thực hiện bằng các phương pháp sau đây :

- Các thùng được định cỡ
- Các bộ đo khối lượng được định cỡ chính xác
- Các bộ đo khối lượng được định cỡ chính xác
- Các lưu tốc kế kiểu chong chóng hoặc điện tử
- Địa có lỗ đo lưu lượng, ống venturi (ống khuyếch tán) hoặc vòi phun phù hợp với khuyến nghị ISO-R541

8.1 Các khuyến nghị đối với việc đo lưu lượng nước

8.1.1 Đo bằng các thùng định cỡ

Khối lượng của thùng cân được chọn như thế nào để thời gian nạp đầy ít nhất là 1 phút

Các kích thước của thùng khi khối lượng của nó được xác định bằng tính toán sẽ như thế nào để các thay đổi trong khối lượng do áp lực nước đều nhỏ hơn 0.02%

Lưu lượng của dòng nước qua hệ thống làm mát sẽ không bị ảnh hưởng trong khi đo

Thời gian cân được đo bằng cách sử dụng hoặc là hai đồng hồ bấm giây đồng thời hoặc bằng 1 trang bị đo thời gian bằng điện

8.1.2 Các phép đo bằng cách sử dụng các lưu tốc kế hoặc lưu lượng kế hoặc khối lượng kế.

Việc lắp đặt các lưu kế loại lưu tốc hoặc khối lượng cần phù hợp với các chỉ dẫn của nhà chế tạo (các đoạn thẳng dòng ở trước và sau, vị trí v.v... và phải cẩn thận không có các bọt khí có trong nước).

Khuyến nghị rằng các dụng cụ đo cần được hiệu chỉnh trước và sau các phép đo trong các điều kiện tương tự như các điều kiện vận hành trong khi đo, đặc biệt nếu không thể tuân theo phương pháp lắp đặt được khuyến nghị bởi nhà chế tạo dụng cụ đo lường

Trong trường hợp đo khối lượng thì thời gian cân được đo bằng hai đồng hồ bấm giây đồng thời hoặc bằng một trang bị đo thời gian bằng điện. Thời gian đo cân đủ dài để đảm bảo đủ độ chính xác và không được dưới 5 phút

Nếu việc đo được thực hiện với một lưu tốc kế đọc trực tiếp, cân thực hiện khoảng 20 số đọc và lấy giá trị trung bình.

Ghi chú : Khuyến nghị xác định, với sự nhất trí giữa nhà chế tạo và người mua, các điểm đo khác nhau khi thiết lập kế hoạch của nhà máy phát điện.

Trong một số điều kiện nhất định, có thể nên sử dụng một lắp đặt cho phép đưa vào vận hành hoặc ra ngoài vận hành thiết bị đo mà không phải ngừng chạy máy (xem hình 9, trang 36)

9. Đo độ tăng nhiệt độ của nước

Việc đo có thể thực hiện bằng một trong các phương tiện sau :

- Các nhiệt ngẫu hoặc nhiệt điện trở, tốt nhất là bạch kim, được đặt trực tiếp trong nước hoặc trong các túi nhiệt kế đầy dầu, và được định vị đối diện với nhau để có thể thu được các số đọc trực tiếp của độ tăng nhiệt độ của nước. Độ chính xác có thể đạt được cao hơn nếu sử dụng các bộ phận nhiệt điện trở bằng bạch kim.

- Các nhiệt kế chính xác được đặt trong các túi nhiệt kế đầy dầu. Để giảm sai số, các nhiệt kế cần phải được đổi chỗ lẫn nhau sau mỗi lần đọc và dầu cần phải giữ ở mức mong muốn.

Các dụng cụ đo cân phải được hiệu chỉnh trước và sau các thử nghiệm

Việc đo nhiệt độ bao gồm hiệu số nhiệt độ do các tổn thất trong các bộ làm mát và hệ thống dẫn được liên kết nằm giữa các điểm đo và được thừa nhận là 1 độ C đối với một độ sụt áp lực là 4,2MN/m². Tổn thất tương ứng với độ sụt áp lực cần phải trừ đi từ tổng các tổn thất được đo khi sử dụng phương pháp này.

Khuyến nghị dùng một dụng cụ tự ghi khi phương pháp đo cho phép

9.1 Định vị các túi nhiệt kế (xem hình 5, trang 33)

Các bao nhiệt kế cần đặt ngay bên cạnh hốc máy phát và ở bên ngoài hốc này nhưng với một khoảng cách tối hốc này như thế nào để trang bị đồng nhất hóa các nhiệt độ, được chỉ ở dưới, có thể đặt được.

Nơi cần thiết, các ống nước cần được bọc cách nhiệt để tránh nhiệt truyền ra ngoài.

Nhiệt độ nước ở nơi đặt các túi nhiệt kế cần đồng nhất. Một trang bị đồng nhất hóa các nhiệt độ cần phải được đặt để thu được dòng chảy đồng nhất. cân có một (hoặc 2) "cút" nối 90° liên kết với một ống dài khoảng 20 lần đường kính. Trong trường hợp có nhiều bộ làm mát, thì lưu lượng nước của mỗi bộ làm mát phải được hiệu chỉnh bằng nhau để có cùng nhiệt độ nước ra, hoặc phép đo sẽ được thực hiện trên từng bộ làm mát riêng biệt.

Độ sâu của túi nhiệt kế cần ở giữa 0,6 và 0,8 lần bán kính của ống. Các thành (vách) cần càng mỏng càng tốt và bằng một vật liệu có độ dẫn nhiệt cao.

9.2 Đặt trang bị đo bên trong túi nhiệt kế

Dụng cụ đo cân phải được định vị càng gần càng tốt với thành của túi nhiệt kế, cân nạp đầy dầu túi để cải thiện tiếp xúc nhiệt. Để tránh sự trao đổi nhiệt với không khí, túi cần được cung cấp nút đậy nắp.

Khi nhiệt độ được đo bằng các nhiệt ngẫu hoặc các bộ nhiệt điện trở thì các dây dẫn ra cần phải được đặt tiếp xúc với bề mặt ngoài của ống với một khoảng cách bằng 25 cm và được cách nhiệt (xem hình 5).

10. Cấp chính xác đo

Cấp chính xác trong việc xác định các tổn thất bằng phương pháp nhiệt lượng kế phụ thuộc vào phương pháp đo được sử dụng, loại dụng cụ được dùng và bất kỳ sai số nào trong việc dự đoán các tổn thất P_2 . Có hai loại sai số đo được cho ở bảng 1 dưới đây :

- Loại A thích hợp với cấp chính xác cao nhất có thể đạt được
- Loại B thích hợp với mức chính xác có thể chấp nhận được đối với phần lớn các trường hợp.

Nếu sai số tương đối trong P_i gây ra bởi một sai số trong P_2 đúng là lớn hơn 1,5% trong trường hợp của loại A hoặc lớn hơn 3% đối với loại B, thì phương pháp nhiệt lượng kế không được khuyến nghị.

Có một số không chính xác chung cho tất cả các phương pháp đo, chẳng hạn sự không ổn định của các đại lượng can dự vào phép đo tốc độ, điện áp, cường độ v.v...

Ghi chú : Các phép đo được thực hiện với phép đo nhiệt lượng nước nói chung cho các kết quả chính xác hơn các phép đo với không khí. Cũng vậy, nếu có các bong bóng khí trong nước (một kính quan sát cho phép phát hiện được), tốt hơn là loại trừ chúng để dùng phương pháp nhiệt lượng kế bằng nước hơn là dùng phương pháp nhiệt lượng kế với không khí.

Bảng 1

Sai số đo trong phép đo nhiệt lượng bằng nước

Điều	Đại lượng	Ảnh hưởng của sai số e theo % của P_1	
		Loại A	Loại B
4	Cân bằng nhiệt ¹⁾	≤ 1	
7	Nhiệt dung riêng x tỉ khói nước	≤ 1	
8	Lưu lượng nước	≤ 1	
9	Độ tăng nhiệt độ	≤ 1	
5	Dự đoán các tổn thất P_2 ²⁾	≤ 0,5 ≤ 1,5	≤ 3
	Các tổn thất P_i : độ tin cậy 95% Các giới hạn sai số = $\sqrt{\sum e^2}$	≤ 2,5	≤ 5

1) Nếu sự cân bằng nhiệt đã không đạt được thì sai số có thể là thấy được

2) Giá trị thấp hơn là khả thực nếu tất cả các đề phòng được mô tả trong điều 5 được thực hiện. Giá trị cao hơn đối với loại A là khả thực trong trường hợp ở đó P_2 là thấp hơn 5% của P_i

PHÂN ĐOẠN 3 - MÔI TRƯỜNG LÀM MÁT LÀ KHÔNG KHÍ

Các phép đo được thực hiện trong mạch sơ cấp

11. Áp dụng vào quan hệ cơ sở

Đo trong mạch sơ cấp đòi hỏi kinh nghiệm về khí động học áp dụng. Phương pháp đo được dùng sẽ thay đổi theo cỗ thiết bị và kiểu thông gió được chấp nhận.

Phép đo nhiệt lượng bằng không khí có thuận lợi là có thể áp dụng được cho tất cả các hệ thống thông gió, trong mạch mở hoặc khép kín, không có một dụng cụ đo chuyên dùng nào có thể gắn vào máy trong khi lắp đặt. Vì lý do này, nên các phép đo thực hiện bằng phép nhiệt lượng bằng không khí cũng có thể thực hiện trên các máy đã được lắp đặt hoàn chỉnh đủ tại nơi đặt và các máy này không có thiết kế đặc biệt nào cho loại đo này. Tuy nhiên, cần phải chỉ ra rằng có một số khó khăn trong phép đo có thể nổi lên do các vận tốc không khí không đồng đều qua phân đoạn đo hoặc do nhiệt độ không đồng đều

Phương pháp nhiệt lượng kế dùng không khí cần phải sử dụng.

- Nếu máy làm mát hoàn toàn bằng mạch hở và vì vậy, một mạch nước thứ cấp không khả dụng được

- Nếu nước mạch thứ cấp có chứa các bong bóng hoặc các khí làm cho phép đo chính xác của dòng nước không thể được và không có một phương pháp đo dòng chảy nước có thể áp dụng được

- Nếu không có một trang bị nào thích hợp trong mạch nước thứ cấp để đo lưu lượng và nhiệt độ nước và nếu một trang bị như thế không thể lắp đặt được về sau này

Như trong trường hợp phép đo nhiệt lượng bằng nước, người ta giả thiết, dùng phép đo nhiệt lượng bằng không khí, rằng hệ thống đạt được sự cân bằng nhiệt

Các dòng không khí trong mạch sơ cấp giữa không khí nóng và lạnh không ảnh hưởng gì đến phép đo nhiệt lượng kế miễn là sự trao đổi không khí này xảy ra hoàn toàn ở bên trong bề mặt qui chiếu

Mục đích của phép đo nhiệt lượng không khí là để đo tổn thất P_1 (phân đoạn 1). Để đạt được điều này, cần xác định:

- Tỉ khối của dòng chảy ρQ
- Độ tăng nhiệt của không khí Δt
- Nhiệt dung riêng của không khí ở áp lực cố định

12. Xác định tỉ khối của dòng chảy,

việc đo lưu lượng thể tích dòng không khí Q cần phải đo và tỉ trọng không khí ρ cần được đọc từ đồ thị trong hình 7 trang 34, ở điểm ở đó việc đo dòng không khí được thực hiện, hoặc bằng cách dùng một phương pháp so sánh.

12.1.1 Nguyên tắc đo bằng trở kháng khí động được so chuẩn

Để áp dụng nguyên tắc này, một màng chắn tiết lưu được đặt trong mạch sơ cấp và xác định độ sụt áp lực. Bằng sự hiệu chỉnh, cho sự biến đổi lưu lượng thể tích theo hàm số của hiệu áp lực, số đọc độ sụt áp lực cho phép xác định lưu tốc dòng chảy. Việc so chuẩn chỉ có giá trị đối với một tỉ trọng không khí đã cho. Vì thế, giá trị của lưu lượng được xác định bằng so chuẩn phải được hiệu chỉnh và được tính toán đối với một tỉ trọng không khí ở thời điểm đo.

Một màn chắn được tạo bởi một tấm mỏng đặc lỗ được dùng như một van tiết lưu đo (xem hình 6, trang 33). Các tấm mỏng này cần phải có các kích thước và được so chuẩn và phải được đặt ở chỗ thích hợp, thẳng góc với dòng không khí và được dùng với số lượng vừa đủ để cho độ sụt áp lực ở lưu lượng không khí định mức có 1 độ lớn đo được ($100 \text{ N/m}^2 = 10,2 \text{ kg/m}^2 = 10,2 \text{ mm H}_2\text{O}$)

Để tránh điều giảm quá mức trong việc thông gió của máy thì độ sụt áp lực cần không được lớn hơn các giá trị đã cho ở trên

Phương pháp này thích hợp đặc biệt đối với các máy có thông gió mạch hở. Để tính toán lưu lượng không khí Q đối với các giá trị khác của tỉ trọng không khí, công thức sau đây cần được dùng :

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\dots 1 / \dots 2}$$

Nguyên tắc đưa một trở kháng khí động vào mạch không khí yêu cầu phép đo độ sụt áp lực. Đối với mục đích này, người ta sử dụng một áp lực kế có ống nghiêng, hoặc trong mọi trường hợp một áp lực kế chia độ theo N/m^2 có thang đo đủ dãy ($\pm 1 \text{ N/m}^2$)

Trong một mạch kín, thì các bộ trao đổi nhiệt đều thích hợp cho mục đích này nhưng chúng khó so chuẩn

12.1.2 Đo với một vòi phun dầu vào

Đối với các máy được làm mát bằng không khí thì lưu lượng không khí cũng có thể được đo ở phía không khí vào bằng một vòi phun đầu vào.

Đối với phép đo này thì áp dụng công thức sau :

$$Q = \alpha \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta P} \cdot A \text{ m}^3/\text{s}$$

ở đây

A : Tiết diện ngang của vòi phun đầu vào (m^2)

ρ : Tỉ khối không khí tại nơi đo (kg/m^3)

ΔP : Hiệu giữa áp lực tĩnh trong vòi phun đầu vào và áp lực môi trường xung quanh (N/m^2)

Hệ số $\alpha=0,98$ với một vòi phun đầu vào chuẩn và độc lập với dòng không khí

Diện tích tiết diện ngang của vòi và số các vòi chuẩn được yêu cầu tùy thuộc vào độ sụt áp lực để đo, giá trị tối ưu của áp lực này là trong miền 100 N/m^2

12.1.3 Phương pháp so sánh

Trong phương pháp này, có một trang bị được đặt trong mạch làm mát của máy cho phép đưa vào các tổn thất đã biệt $P(\text{kW})$ và P này tương ứng với một độ tăng nhiệt độ được $\Delta t(\text{k})$ của môi trường làm mát. Khi nhiệt dung riêng C_p (kJ/kgK) ở vị trí đo được biết thì lưu lượng khối không khí có thể thu được từ công thức :

$$\rho \cdot Q = \frac{P}{C_p \cdot \Delta t} \text{ kg/s}$$

12.2 Đo tỉ trọng không khí

Tỉ trọng không khí ρ là một hàm của áp lực áp lực kế thực tại b, nhiệt độ t và độ ẩm tương đối của không khí ở nơi đo lưu lượng

Áp lực khí quyển ở nơi đo lưu lượng thì không khác mấy áp lực khí quyển trong vùng lân cận của trang bị mà có thể hoặc là được đo bằng một áp kế hoặc thu được từ một trạm khí tượng địa phương. Áp lực áp lực kế phải là giá trị thực tại và không phải là giá trị được hiệu chỉnh theo độ cao trên mặt biển. Nhiệt độ tại chỗ đo lưu lượng có thể được xác định đủ chính xác với một nhiệt kế thông thường.

Để xác định tỉ trọng không khí khi các bộ làm mát được dùng để đo lưu lượng, thì cần lấy giá trị trung bình số học giữa nhiệt độ đầu vào và đầu ra của bộ làm mát

Một ẩm kế đặc biệt cần được dùng để đo độ ẩm

Hình 7, trang 34, chỉ các tỉ trọng không khí khô và ẩm theo nhiệt độ

Ảnh hưởng của áp lực áp lực kế có thể được tính toán từ công thức sau :

$$\rho_b = \rho_{bo} \frac{b}{b_o}$$

ở đây

$bo : 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

13. Đo độ tăng nhiệt độ không khí

Việc đo nhiệt độ có thể được thực hiện bằng các bộ phát hiện (dò) đo bằng điện [các nhiệt kế điện trở, các nhiệt ngẫu, các tecmixto (nhiệt trở bán dẫn)]. nếu sự khác nhau về nhiệt độ là trong miền 10 độ C, thì các nhiệt kế thủy ngân có khác độ 1/10 độ cho một độ chính xác đủ.

13.1 Đo với mạch hở thông gió

Đối với các máy được làm mát với không khí môi trường xung quanh, thì phải đo nhiệt độ không khí vào và ra. Việc phân phối nhiệt độ này có thể thay đổi một cách đáng kể. Đối với độ chính xác lớn hơn, thì lỗ đầu ra phải được chia nhỏ thêm chẳng hạn bằng một mảnh lưới dây thành các tiết diện xấp xỉ 0.1m x 0.1m. Nhiệt độ không khí cần được đo trong mỗi tiết diện theo cách được chỉ trong điều 13.

Cần cẩn thận đảm bảo vận tốc không khí trong tiết diện đo là cố định khi vận tốc không khí không ổn định thì cần đặt một màn chắn để cân bằng hóa các vận tốc không khí, lúc này thì các phép đo sẽ được thực hiện và xác định giá trị trung bình. Màn chắn có thể được coi như là một màn chắn giá trị trung bình nhiệt và nó cần được định vị bằng các giá đỡ cách điện.

13.2 Đo với mạch thông gió khép kín

Đối với các máy với thông gió mạch khép kín thì các tổn thất được hấp thụ bởi các bộ làm mát được xác định bằng hiệu số giữa nhiệt độ không khí nóng và nhiệt độ không khí lạnh ở đầu ra của bộ trao đổi nhiệt

Khi phía không khí nóng của bộ làm mát có thể tới được thì nhiệt độ có thể được đo bằng các nhiệt kế thủy ngân. Nhiệt độ đầu ra cần được đo ở một số điểm vì nhiệt độ không khí có thể thay đổi ở các chỗ khác nhau do độ tăng nhiệt độ của nước

Khi phía không khí nóng của bộ làm mát không thể tới được thì nhiệt độ không khí nóng cần được đo bằng các bộ phát hiện nhiệt độ bằng điện được đặt giữa các cánh làm mát của bộ trao đổi nhiệt nhưng không được tiếp xúc với nó

14. Xác định nhiệt dung riêng của không khí

Nhiệt dung riêng của không khí $C_p = 1.01 \text{KJ/(kgK)}$

Các giá trị này lớn hơn đối với không khí ẩm (xem hình 8, trang 35)

15. Độ chính xác của phép đo

Độ chính xác trong việc xác định các tổn thất bằng phương pháp nhiệt lượng kế phụ thuộc vào phương pháp đo được sử dụng.

Sai số đo đối với mỗi phương pháp đo, phụ thuộc vào phương pháp được dùng và giá trị khác nhau của nhiệt độ, được cho trong bảng sau :

Bảng II**Sai số đó trong nhiệt lượng kế bởi không khí**

Đại lượng và phương pháp đo	% sai số
Nhiệt dung riêng Cp	± 0.5
Tỉ trọng không khí ρ	± 0.5
Lưu lượng không khí	
- Màn chắn tiết lưu	± 2.5
- Phong tốc kế hoặc đồng hồ điện	± 3.0
- Ống Pitot	± 3.0
- Vòi đầu vào	± 1.5
Độ tăng nhiệt độ Δt Trong dây :	
bằng nhiệt kế thủy ngân hoặc điện $5^{\circ}\text{C} < \Delta t < 10^{\circ}\text{C}$	± 2.5
{ $10^{\circ}\text{C} < \Delta t < 20^{\circ}\text{C}$	± 1.0
$12^{\circ}\text{C} < \Delta t$	± 0.08

Phương pháp được chọn đối với các mục đích thử nghiệm phải cho phép một độ chính xác đo trong khoảng 2,5% đối với loại A và trong khoảng 5% đối với loại B (xem điều 10) trừ phi có thỏa thuận trái ngược.

Phân đoạn 4 - Các cứu xét thực tế**16. Chuẩn bị cho các đo nhiệt lượng kế với các chất làm mát lỏng**

Các phép đo nhiệt lượng kế phải được thực hiện riêng rẽ trên từng mạch làm mát. Trong trường hợp máy được làm mát chỉ bằng một lưu chất thì cần phải có một hoặc nhiều nhiệt kế đối với dầu của các gối đỡ và một nhiệt kế cho nước làm mát của các bộ làm mát không khí hoặc khí (xem hình 2, trang 31). Việc sử dụng hai chất làm mát sơ cấp chẳng hạn, Hydro và nước nguyên chất yêu cầu một hoặc một số nhiệt kế tùy thuộc vào việc đấu nối các bộ làm mát và phạm vi đo (xem hình 3, trang 31)

Theo các yêu cầu liên quan đến độ chính xác, đề nghị thiết lập các đường đo của các mạch đo các lưu lượng nước và dầu cũng như các điểm đo nhiệt độ, khi lập kế hoạch đặt các đường ống. Các lắp đặt và sửa đổi sau này không chỉ tốn kém mà có thể còn dẫn tới sự ô nhiễm dầu của các gối đỡ và các mạch nước có độ tinh khiết cao

Khi mà các trang bị đo lưu lượng, chẳng hạn các lưu lượng kế của Tuabin hoặc trang bị tiết lưu trong mạch nước chưa sử lý, mất độ chính xác của chúng một cách nhanh chóng do các cặn bẩn hoặc do ăn mòn thì ta chỉ được lắp đặt chúng cho các thời gian cần thiết để đo. Để có thể lắp đặt chúng và tháo chúng ra không phải ngừng hoạt động của máy, người ta sử dụng hai đường ống song song (xem hình 9, trang 36) có thể đóng lại ở 2 đầu. Việc lắp đặt này phải để lại các chiều dài (của ống) tự do 1 ở giữa các van và lưu lượng kế với các giá trị tối thiểu sau :

- Trong đầu vào S1 : $l \geq 10$ lần bề rộng danh định
- Trong đầu ra S1 : $l \geq 5$ lần bề rộng danh định

Ta phải dự kiến một van nhỏ S₅ để kiểm tra rằng nước làm mát không chảy ra ngoài nhánh của lưu lượng kế (Q), tức là các van S₃ và S₄ được đóng thật kín

Lưu lượng kế bao gồm các chi tiết đấu nối liên kề làm rối loạn dòng chảy cũng như các bộ phát xung, các bộ khuỷu chệch đại và các đồng hồ đo được liên kết nếu có yêu cầu thì cần phải được

hiệu chỉnh trước khi thử nghiệm. Các đoạn ống giữa các điểm đo nhiệt độ đối với việc xác định độ tăng nhiệt độ cần phải bọc cách nhiệt. Một cách nhiệt không đầy đủ có thể dẫn đến các sai số theo cả hai hướng.

Nếu các bộ làm mát ở bên ngoài vỏ bọc máy thì có thể thực hiện phép đo nhiệt lượng kế của chất làm lạnh sơ cấp nếu các đường dẫn không khí, cho phép lắp đặt các dụng cụ đo thích hợp cho phép đo chính xác. Nếu không, các đường dẫn không khí phải được dự kiến một cách nhiệt thích hợp giữa máy phát và các bộ làm mát để cho phép đo được thuận lợi trong mạch thứ cấp của bộ làm mát. Các đường dẫn không khí và vỏ bọc máy cần phải gắn kín cẩn thận chống rò không khí.

17. Các đấu nối và thiết bị đối với các phép đo nhiệt lượng kế với các chất làm mát lỏng.

Hình 2, trang 31, chỉ 4 bộ làm mát khí - nước được nối song song về phía mạch nước. Các tổn thất công suất tổng được tiêu tan bởi nước làm mát thu được từ phép đo lưu lượng nước Q và độ tăng nhiệt độ Δt .

Kết quả không phụ thuộc vào sự phân bố của nước trong các bộ làm mát được đấu song song, vào sự phân bố khí, và vào sự phân bố các tổn thất trong các dòng chảy khi riêng phần 1 tới 4. Việc cách nhiệt các đường ống nước giữa các điểm đo nhiệt độ là cần thiết (xem cả tiêu mục 9.1).

Hình 3, trang 31, chỉ việc đấu nối tiếp các bộ làm mát dùng 2 chất lưu làm mát. Tổng của các tổn thất được tiêu tan có thể được xác định từ phép đo lưu lượng tổng của nước làm mát và tổng độ tăng nhiệt độ. Việc cách nhiệt các ống nước là cần thiết.

Nếu thực hiện việc cách nhiệt trở nên quá tốn kém thì có thể bỏ qua việc đấu nối tiếp các bộ làm mát bằng cách đo lưu lượng tổng Q của nước làm mát, nhưng bằng cách xác định các độ tăng nhiệt độ riêng phần Δt_1 và Δt_2 hoặc bằng cách đo trực tiếp tổn thất công suất bị tiêu tán bởi nước có độ tinh khiết cao trong mạch làm mát. Các xét tương tự cũng áp dụng cho các bộ làm mát đấu nối song song.

Để nâng cao độ chính xác của phép đo độ tăng nhiệt độ chất làm mát, việc thử nghiệm cần phải thực hiện với một độ tăng nhiệt độ càng cao càng tốt. Đối với mục đích này, dòng chảy chất làm mát có thể được điều giảm càng nhiều càng tốt nhưng không vượt quá các giới hạn nhiệt độ cho phép. Điều này có thể áp dụng với nước làm mát đủ lạnh hơn là việc dùng nước ngưng như một chất làm mát.

Phương pháp nhiệt lượng kế bằng cách đấu rẽ nhánh này cho phép thu được một độ chênh lệch nhiệt độ Δt lớn hơn, và do đó nâng cao được độ chính xác của phép đo. Trang bị tiết lưu cho phép một sự phân bổ thuận lợi dòng chảy trên các đường dẫn song song

Khi việc đấu nối thực sự chính xác, như đã chỉ trong hình 2, không thể thực hiện được do việc bố trí các đường dẫn và cách nhiệt thì có thể sử dụng phương pháp nhiệt lượng kế được kết hợp trong đó lưu lượng tổng đo được sẽ nhân với giá trị trung bình của các độ tăng nhiệt độ riêng lẻ được đo của từng bộ làm mát (xem hình 11, trang 36). Trong trường hợp này, trước khi đo, cần điều chỉnh các lưu lượng riêng phần bằng các van xuôi dòng sao cho các độ tăng nhiệt độ Δt_1 tới Δt_4 hầu như bằng nhau. Độ chính xác càng cao với việc thực hiện việc bố trí này thì càng giảm được sai sót trong việc đánh giá các tổn thất bằng độ tăng nhiệt độ trung bình. Khoảng cách cho phép cực đại giữa các giá trị Δt phải tùy thuộc vào sự nhất trí. Có thể bỏ qua việc bọc cách nhiệt đường ống.

- 1) - Bức xạ về phía thành vách
 - Đổi lưu về phía không khí
 - Không khí môi trường xung quanh
- 2) Bề mặt tỏa nhiệt
- 3) Kích thước từ
- 4) Bộ làm mát đối với ống lót gối đỡ chấn
- 5) Không khí làm mát
- 6) Các bộ làm mát chính
- 7)) Truyền dẫn về phía nền móng
- 8) Truyền dẫn về việc roto tuabin

Hình 1 . Bề mặt qui chiếu

Hình vẽ

- Khí
- Nước chưa xử lý

Hình 2 - Các bộ làm mát đấu song song

- Nước chưa xử lý
- Nước có độ tinh khiết cao
- Khí

Hình 3 - Các bộ làm mát đấu nối tiếp

quanpham.vn

- 1) Tỉ khối ρ kg/m³
Nhiệt dung riêng Cp KJ (kgk)
- 2) Nhiệt dung riêng Cp
- 3) Tỉ khối ρ

Hình 4 - Các giá trị đặc tính của nước nguyên chất theo nhiệt độ

- 1) Cách nhiệt
- 2) Dầu
- 3) Dòng nước

Hình 5 - Vị trí của túi nhiệt kế trong ống dẫn nước

Hình 6 - Các màng chắn tiết lưu đo được đặt trong mạch làm mát tại chỗ

Nhiệt độ không khí

Hình 7 : Tỷ trọng không khí phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm

quanpham.vn

Hình 8 : Tỷ nhiệt khói cp của không khí với
các độ ẩm và nhiệt độ khác nhau

Hình 9

Trang bị tiết lưu

Q = lưu lượng kế

t_w = nhiệt độ của chất làm mát nóng

t_u = nhiệt độ mà dòng chảy chất làm mát riêng phần trong mạch nối tắt được làm mát xuống nhiệt độ này

t_k = nhiệt độ hỗn hợp của t_u và t_w

Hình 10

Hình 11

