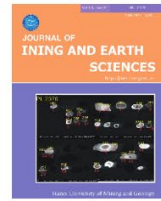




Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



Research, calculation and selection of hydraulic oil water cooler for JKYB hydraulic explosion-proof hoist used at Duong Huy coal company



Tan Dang Nguyen^{1,*}, Thu Quoc Tran²

¹ Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam

² Duong Huy Coal Company, Quang Ninh province, Vietnam

ARTICLE INFO

Article history:

Received 09th Oct. 2021

Revised 24th Jan. 2022

Accepted 20th Feb. 2022

Keywords:

Heat exchange,
Hydraulic explosion-proof hoist,
Hydraulic oil cooler,
Oil cooler sizing calculator.

ABSTRACT

Hydraulic drive systems are commonly used in many different industrial sections. In the underground mining industry, in addition to ensuring transmission for big equipment, hydraulic equipment also must be fire safety. During the working process, the hydraulic oil gets hot and the viscosity decreases, it make the transmission power decrease. Due to the harsh actual working conditions of hydraulic equipment such as high working intensity, high working environment temperature, the oil cooler cannot cool the hydraulic oil to the required temperature. In order to choose the right type of oil cooler for hydraulic actuators, it is necessary to calculate the working parameters of the oil cooler according to specific working conditions. Currently, the selection of hydraulic oil coolers is often based on the experience of the designer, so it can lead to errors. In order to increase the reliability of the hydraulic oil cooler, this paper has built a calculation formula based on the thermodynamic theory and the heat transfer characteristic graphs in the catalogs of the hydraulic oil cooler. At the same time, the paper made an illustrative example for the selection of the hydraulic oil cooler of the JKYB hydraulic explosion-proof hoist used at Duong Huy coal company.

Copyright © 2022 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E - mail: nguyendangtan@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2022.63(2).09



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>

Nghiên cứu, tính toán và lựa chọn kết làm mát dầu thủy lực bằng nước cho tời thủy lực phòng nổ JKYB sử dụng tại công ty than Dương Huy

Nguyễn Đăng Tấn ^{1,*}, Trần Quốc Thu ²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, Việt Nam

² Công ty than Dương Huy - TKV, tỉnh Quảng Ninh, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 09/10/2021

Sửa xong 24/01/2022

Chấp nhận đăng 20/02/2022

Từ khóa:

Kết làm mát,
Làm mát dầu thủy lực,
Tời thủy lực phòng nổ,
Trao đổi nhiệt.

TÓM TẮT

Các hệ thống truyền động thủy lực được sử dụng phổ biến trong nhiều lĩnh vực công nghiệp khác nhau. Trong ngành khai thác mỏ hầm lò, ngoài việc đảm bảo truyền động cho các thiết bị công suất lớn, thiết bị thủy lực, còn đảm bảo được tính chất phòng cháy nổ. Trong quá trình làm việc, dầu thủy lực bị nóng và độ nhớt giảm dẫn đến công suất truyền giảm. Do điều kiện làm việc thực tế của các thiết bị thủy lực khắc nghiệt như: cường độ làm việc lớn, nhiệt độ môi trường làm việc cao dẫn đến kết làm mát dầu không làm mát được dầu thủy lực đến nhiệt độ yêu cầu. Để lựa chọn loại kết làm mát dầu phù hợp cho thiết bị truyền động thủy lực, cần phải tính toán các thông số làm việc của kết làm mát theo điều kiện làm việc cụ thể. Một số công ty chế tạo kết làm mát dầu thủy lực như Parker đã cung cấp phần mềm để tính toán, lựa chọn kết làm mát dầu thủy lực bằng không khí. Đối với làm mát dầu thủy lực bằng nước thì việc tính toán lựa chọn vẫn dựa vào tài liệu kỹ thuật của hãng. Nhằm hệ thống hóa việc lựa chọn kết làm mát dầu thủy lực, bài báo xây dựng công thức tính toán dựa trên cơ sở lý thuyết nhiệt động học và các đồ thị đặc tính truyền nhiệt trong các catalog của các hãng sản xuất kết làm mát dầu thủy lực. Đồng thời, nghiên cứu còn thực hiện một ví dụ minh họa cho việc lựa chọn kết làm mát dầu thủy lực của tời điện thủy lực JKYB sử dụng tại công ty than Dương Huy.

© 2022 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Mở đầu

Trong đời sống sinh hoạt hay trong công nghiệp, việc đốt nóng hay làm nguội một chất lỏng,

chất khí hay chất rắn được sử dụng khá phổ biến. Chất lỏng hay chất khí tham gia vào quá trình trao đổi nhiệt được gọi là môi chất (Bùi Hải và nnk., 2001). Đặc biệt trong lĩnh vực truyền động thủy lực, dầu thủy lực bị làm nóng trong quá trình làm việc dẫn đến độ nhớt của dầu giảm và làm giảm công suất truyền động, thậm chí thiết bị không thể làm việc được. Có nhiều loại môi chất sử dụng trong kết làm mát dầu của hệ thống thủy lực,

*Tác giả liên hệ

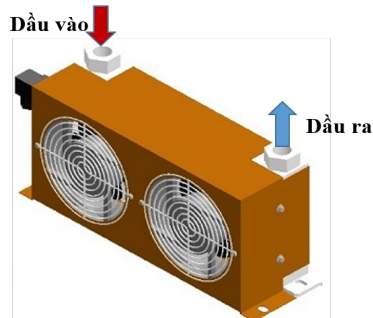
E - mail: nguyendangtan@humg.edu.vn

DOI: 10.46326/JMES.2022.63(2).09

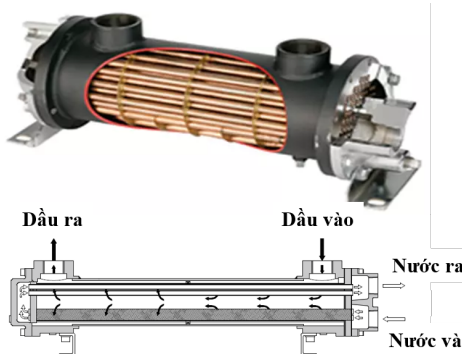
nhưng làm mát bằng không khí và làm mát bằng nước là phổ biến nhất (SMC, 2020).

Với hệ thống làm mát bằng không khí, dầu thủy lực được giải nhiệt bằng dòng không khí cưỡng bức. Đây là phương pháp làm mát hoạt động bằng cách đưa không khí có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của chất lỏng nóng bên trong ống hoặc lõi của bộ trao đổi nhiệt (Hình 1). Hệ thống làm mát bằng không khí có chi phí vận hành thấp và bảo trì đơn giản. Phương pháp này cũng loại bỏ các vấn đề về nước ô nhiễm và giảm thiểu ăn mòn. Ngoài ra, nhiệt sinh ra từ hệ thống làm mát bằng gió có thể được sử dụng cho các mục đích khác, tuy nhiên hiệu quả làm mát bằng không khí không cao. Bộ làm mát bằng không khí cũng lớn hơn và tạo ra nhiều tiếng ồn làm ảnh hưởng đến môi trường làm việc. Hơn thế nữa, các thay đổi ở nhiệt độ môi trường ảnh hưởng đến khả năng làm mát nên hoạt động của kết làm mát kém ổn định hơn và khó duy trì.

Hệ thống làm mát sử dụng nước để làm mát dầu thủy lực trong ống của bộ tản nhiệt, dầu thủy lực và nước được phân cách bởi các vách ngăn hoặc kiểu ống lồng, ống chùm (Hình 2).



Hình 1. Kết làm mát dầu thủy lực bằng không khí (SMC, 2020).



Hình 2. Kết làm mát dầu thủy lực bằng nước (SMC, 2020).

So với hệ thống làm mát bằng không khí có công suất tương đương, hệ thống làm mát bằng nước kích thước nhỏ gọn hơn, làm việc êm và không làm thay đổi nhiệt độ môi trường xung quanh. Những biến đổi nhiệt độ môi trường xung quanh rất ít hoặc không có ảnh hưởng đến khả năng làm mát, nó cho phép hệ thống hoạt động ổn định. Trong khi đó, nước nóng thoát ra của hệ thống có thể được sử dụng cho các mục đích khác. Mặc dù, bộ làm mát sử dụng nước có cấu tạo khá đơn giản nhưng nước làm mát yêu cầu phải đảm bảo sạch. Ngoài ra, kết làm mát còn phải chịu được ăn mòn và xói mòn nên làm tăng chi phí bảo trì, sục rửa. Nghiên cứu này lựa chọn đối tượng là làm mát dầu thủy lực bằng nước. Vì vậy, bài báo tập trung nghiên cứu cho đối tượng này.

Chuyển động của dầu thủy lực và nước làm mát trong thiết bị trao đổi nhiệt có thể thực hiện theo phương án song song cùng chiều, song song ngược chiều, trao đổi hỗn hợp hoặc trao đổi nhiệt cắt nhau. Các kết làm mát dầu thủy lực bằng nước hiện nay chủ yếu thực hiện theo nguyên tắc các môi chất chuyển động song song ngược chiều (Võ và nnk, 2006). Bộ làm mát có thể bố trí trên đường hồi của hệ thống thủy lực hoặc trong một vòng tuần hoàn độc lập. Kết cấu của kết làm mát được lắp đặt trên đường hồi khá đơn giản. Kích thước của kết làm mát được chọn phù hợp với nhiệt độ làm việc tối đa của hệ thống hoặc nhiệt độ tối đa của kết chứa dầu. Nhiệt độ dầu vào mát là nhiệt độ hệ thống và nhiệt độ dầu thoát ra sau làm mát là nhiệt độ của kết chứa dầu.

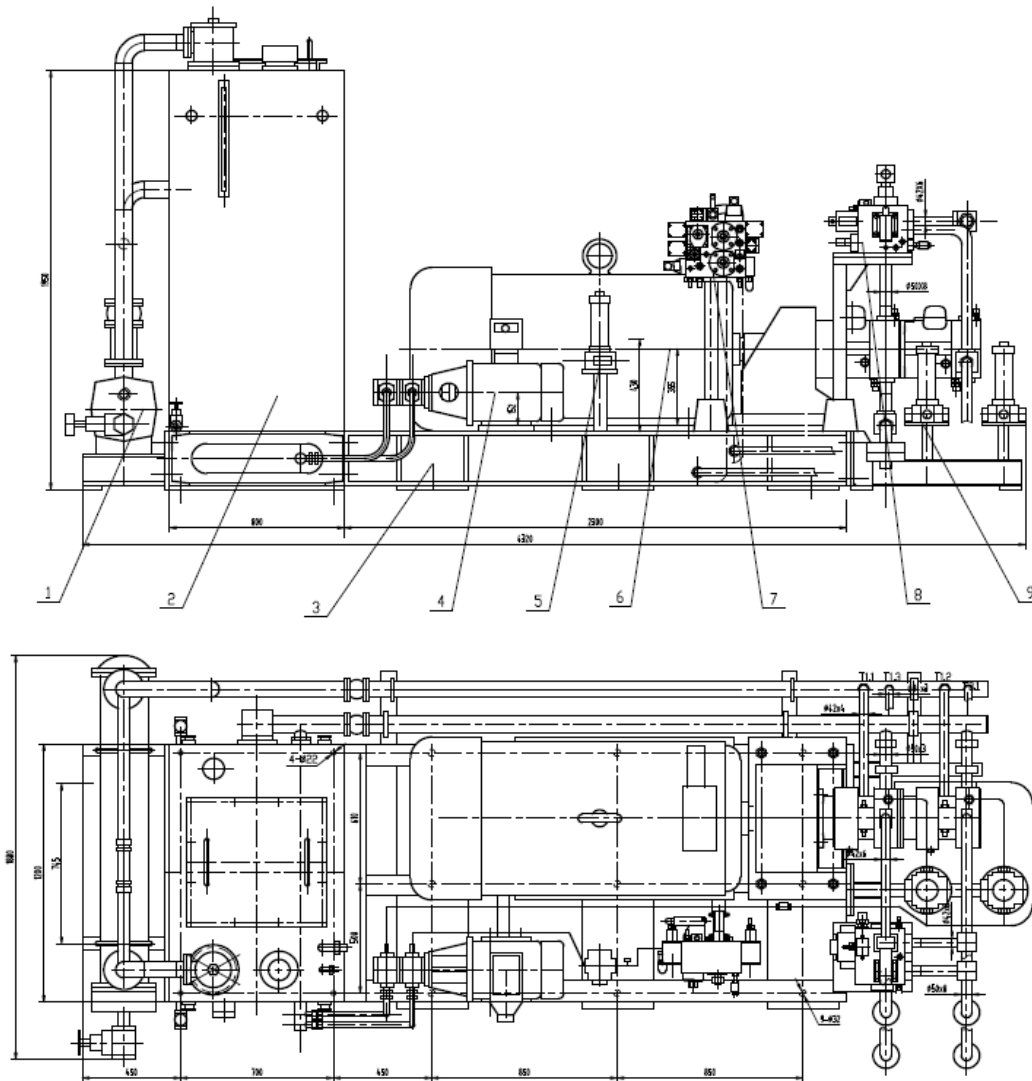
Kết cấu của một bộ làm mát độc lập có thể phức tạp hơn nhiều, phụ thuộc vào vị trí đường hút của bơm dầu trong mối quan hệ với đầu ra của đường hồi. Kích thước bộ làm mát phải được chọn mà nhiệt độ dầu vào làm mát phù hợp với nhiệt độ kết dầu cần thiết. Điều này có nghĩa là dầu sau bộ làm mát có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ kết chứa dầu mong muốn. Dầu lạnh này sẽ hòa trộn với dầu trong kết, nghĩa là không phải tất cả dầu đều được làm mát. Trộn lẫn hai dòng dầu làm phức tạp thêm mô hình thiết kế các điều kiện thực tế của kết chứa dầu thủy lực.

Trong các tài liệu kỹ thuật của các nhà cung cấp kết nước làm mát dầu thủy lực hiện nay, ứng với mỗi loại sản phẩm sẽ có các thông số diện tích bề mặt tản nhiệt (m^2), công suất truyền nhiệt (kW), lưu lượng dầu và nước làm mát chuyển động qua thiết bị (lít/phút), áp suất nước và dầu

lớn nhất cho phép đi qua (MPa), tổn thất áp suất (MPa) (SMC, 2020; Parker, 2020). Tuy nhiên, nhiệt độ dầu thủy lực sau khi làm mát phụ thuộc vào điều kiện làm việc của thiết bị thủy lực cũng như điều kiện làm mát cụ thể. Để lựa chọn kết làm mát dầu phù hợp cần phải tính toán được nhiệt độ dầu thủy lực sau khi làm mát. Xác định nhiệt độ dầu thủy lực sau khi làm mát không được cung cấp trong các tài liệu kỹ thuật của kết làm mát. Điều này gây khó khăn cho người sử dụng khi lựa chọn kết làm mát. Trong bài báo này, lấy ví dụ tính toán cho kết làm mát dầu thủy lực của tời thủy lực JKYB sử dụng tại giếng đứng của Công ty than Dương Huy. Tời thủy lực này được chế tạo bởi Công ty

Citic Heavy Industries Co., Ltd và được đưa vào sử dụng tháng 1 năm 2016 (Hình 3). Nếu tời làm việc trong điều kiện thời tiết mát mẻ tức nhiệt độ môi trường dưới 35°C thì nhiệt độ dầu thủy lực duy trì trong khoảng nhiệt độ từ 30°C - 40°C . Khi thời tiết nắng nóng trên 35°C , đặc biệt vào các ngày hè oi bức thì nhiệt độ dầu tăng lên trên 45°C - 50°C nên làm dầu thủy lực bị loãng, tời không kéo được tải trọng định mức. Do đó, tời phải dừng hoạt động để chờ cho nhiệt độ dầu thủy lực giảm.

Phương án thay thế kết nước làm mát mới đã được lựa chọn, tuy nhiên khi thay thế cần phải nghiên cứu tính toán phải đảm bảo nhiệt độ của dầu thủy lực từ 30°C - 35°C trong điều kiện nhiệt độ



Hình 3. Sơ đồ cấu tạo tời thủy lực JKYB (Zhao, 2016).

(1. Thiết bị làm mát; 2. Thùng chứa dầu thủy lực; 3. Khung đỡ; 4. Bơm hỗ phụ; 5, 9. Lọc dầu; 6. Bơm chính; 7, 8. Van an toàn).



Hình 4. Thiết bị làm mát dầu và nhiệt độ dầu thủy lực 35°C khi nhiệt độ môi trường 27°C.

môi trường đến 40°C (Hình 4). Xuất phát từ nhu cầu thực tế trên, bài báo xây dựng cơ sở để tính toán công suất truyền nhiệt và mức giảm nhiệt độ cho két làm mát dầu, từ đó lựa chọn loại két phù hợp trong tài liệu kỹ thuật của các nhà sản xuất.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết tính toán lựa chọn két làm mát dầu thủy lực bằng nước

Trong bài toán tính nhiệt, có thể chia thành hai loại: bài toán thiết kế két làm mát và bài toán kiểm tra. Bài toán thiết kế sẽ xác định diện tích bề mặt truyền nhiệt để chế tạo thiết bị theo yêu cầu của khách hàng. Bài toán kiểm tra dựa trên cơ sở thiết kế thiết bị đã có sẵn, kiểm tra lại một số thông số như: nhiệt độ ra của môi chất và công suất truyền nhiệt của thiết bị.

Phương trình cân bằng nhiệt lượng giữa dầu thủy lực nóng tỏa ra và nhiệt lượng do nước làm mát nhận vào được xác định như sau (Baehr và Schaber, 2006):

$$G_1 C_{p1} (T''_1 - T'_1) = G_2 C_{p2} (T'_2 - T''_2), (W) (1)$$

Trong đó: các chỉ số "1" và "2" thể hiện môi chất là dầu thủy lực và nước làm mát; $(T''_1 - T'_1) = \Delta T_1$ và $(T'_2 - T''_2) = \Delta T_2$ - độ chênh nhiệt độ của dầu thủy lực và nước làm mát khi đi qua thiết bị làm mát, °K; G_1, G_2 - lưu lượng khối lượng của môi chất nóng và lạnh, kg/s; C_{p1}, C_{p2} -

nhiệt dung riêng khối lượng đẳng áp của môi chất nóng và lạnh, J/kg.K.

Nếu đặt $U = G.C_p$ là nhiệt dung riêng toàn phần của môi chất thì phương trình (1) được viết lại như sau:

$$U_1 (T''_1 - T'_1) = U_2 (T''_2 - T'_2), (W) (2)$$

$$\text{hay } U_1 \Delta T_1 = -U_2 \Delta T_2, (W) (3)$$

Viết dưới dạng vi phân, phương trình cân bằng nhiệt lượng được xác định:

$$\delta Q = U_1 dT_1 = -U_2 dT_2 (4)$$

Khi xét một khoảng diện tích phân bố dF_x (m^2) của két làm mát dầu thủy lực thì phương trình truyền nhiệt được viết được viết (Stephan và nnk., 2018):

$$\delta Q = k(T_1 - T_2)dF_x = k\Delta T_x dF_x, (W) (5)$$

Trong đó: $T_1 - T_2 = \Delta T_x$ - độ chênh nhiệt độ giữa môi chất nóng và lạnh trên diện tích bề mặt dF_x , °K; k - hệ số truyền nhiệt của két làm mát, hệ số này được xem là không đổi trên toàn bộ bề mặt diện tích $F, W/m^2 \cdot ^\circ K$.

Tính trên toàn bộ diện tích của thiết bị trao đổi nhiệt:

$$Q = \int_F k\Delta T_x dF_x = kF\Delta T, (W) (6)$$

Trong đó: độ chênh nhiệt độ trung bình trên mặt F của dầu thủy lực và nước làm mát ΔT được xác định:

$$\Delta T = \frac{1}{F} \int_F \Delta T_x dF_x (7)$$

Diện tích bề mặt truyền nhiệt được xác định như sau:

$$F = \frac{Q}{k\Delta T}, (m^2) (8)$$

Hệ số truyền nhiệt k được xác định tùy thuộc vào bề mặt trao đổi nhiệt là phẳng hay trụ. Với két làm mát dầu thủy lực sử dụng các ống dẫn $d_2/d_1 \leq 1,4$ nên hệ số truyền nhiệt được xác định như sau:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}, (W/m^2 \cdot ^\circ K) (9)$$

Trong đó: α_1, α_2 - hệ số tỏa nhiệt đối lưu, chính là nhiệt lượng truyền qua một đơn vị diện tích bề mặt trong một đơn vị thời gian khi độ chênh lệch nhiệt độ giữa chất lỏng và bề mặt vách là 1°K. Hệ số tỏa nhiệt phụ thuộc vào tính chất vật

lý, tốc độ chuyển động của dầu thủy lực và nước làm mát, hình dạng và kích thước bề mặt trao đổi nhiệt, phạm vi nhiệt độ, ..., $W/m^2 \cdot ^\circ K$; δ - chiều dày vách, $\delta = 0,5(d_2 - d_1)$, m; d_2, d_1 - đường kính trong và ngoài ống hình trụ, m; λ - hệ số dẫn nhiệt của vách, là lượng nhiệt truyền qua một đơn vị diện tích bề mặt trong một đơn vị thời gian. Đối với chất lỏng thì $\lambda = 0,0093 \div 0,7 W/m \cdot ^\circ K$.

Khi có sự bám bẩn trên bề mặt ngoài ống dẫn dầu thủy lực sẽ làm giảm hệ số truyền nhiệt, khi đó hệ số truyền nhiệt k được xác định như sau (Lucas, 2016):

$$k = k_0 \varphi \quad (10)$$

Trong đó: k_0 - hệ số truyền nhiệt khi không bám bẩn; φ - hệ số kể đến ảnh hưởng của bám bẩn. Với đa số các thiết bị, giá trị của φ nằm trong khoảng $\varphi = 0,65 \div 0,85$, với thiết bị bám bẩn quá nhiều thì $\varphi = 0,4 \div 0,5$.

Độ chênh nhiệt độ trung bình giữa hai môi chất khi không có sự chuyển pha của môi chất được xác định như sau:

$$\Delta T = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} \quad (11)$$

Khi kiểm tra chế độ làm việc của thiết bị sau một thời gian làm việc, để xác định lượng nhiệt Q , nhiệt độ ra của môi chất T_1'', T_2'' khi biết nhiệt độ vào thiết bị của môi chất T_1', T_2' , hệ số truyền nhiệt k , các giá trị U_1, U_2 và diện tích bề mặt F . Khi các môi chất chuyển động ngược chiều thì được xác định theo các công thức dưới đây (Võ và nnk, 2006):

$$T_1'' = T_1' - (T_1' - T_2')Z \quad (12)$$

$$T_2'' = T_2' + (T_1' - T_2') \frac{U_1}{U_2} Z \quad (13)$$

$$Q = U_1 (T_1' - T_1'') = U_2 (T_2'' - T_2') \quad (14)$$

$$Z = \frac{1 - e^{-\frac{kF}{U_1}(1+\frac{U_1}{U_2})}}{1 - \frac{U_1}{U_2} e^{-\frac{kF}{U_1}(1+\frac{U_1}{U_2})}} \quad (15)$$

Các hàm π, Z có thể được xác định từ bảng hoặc đồ thị theo $\frac{U_1}{U_2}$ và $\frac{kF}{U_1}$.

Trong đó: $U_1 = G_1 C_{p1}, U_2 = G_2 C_{p2}; G_1, G_2$ - lưu lượng môi chất, kg/s; C_{p1}, C_{p2} - nhiệt dung riêng của môi chất, J/kg.độ.

Công suất tản nhiệt phụ thuộc vào độ chênh nhiệt độ, nhiệt dung riêng, khối lượng riêng của chất lỏng, thể tích dung dịch cần làm mát và thời gian làm mát dung dịch. Công suất tản nhiệt có thể được tính bằng công thức sau (Parker, 2020):

$$Q_r = \frac{\Delta T * C_p * \rho * V}{t}, \quad (W) \quad (16)$$

Trong đó: ΔT - độ chênh nhiệt độ, $^\circ K$; C_p - nhiệt dung riêng, J/kg. $^\circ K$; ρ - khối lượng riêng chất lỏng, kg/m³; V - thể tích chất lỏng, m³; t - thời gian làm mát, s.

Công suất làm mát thiết kế Q_d là công suất làm lạnh của thiết bị được lựa chọn phù hợp với yêu cầu đặt ra và được xác định theo công thức sau (Parker, 2020):

$$Q_d = \frac{Q_r * k_v * k_t}{k_r}, \quad (W) \quad (17)$$

Trong đó: k_t - hệ số phụ thuộc độ chênh nhiệt độ giữa dầu thủy lực và nước làm mát; k_v - hệ số công suất làm lạnh; k_r - hệ số công suất làm lạnh phụ thuộc vào tỷ lệ giữa dòng chảy dầu và nước.

Công suất làm mát để giảm 1 $^\circ C$ được xác định như sau (SMC, 2020):

$$P_{01} = \frac{Q_d}{t_{wo} - t_w} \quad (18)$$

Trong đó: t_{wo} - nhiệt độ dầu mong muốn làm mát; t_w - nhiệt độ của nước làm mát.

Nhiệt độ dầu giảm sau khi làm mát (Daikin, 2021):

$$\Delta t = 36,9 * \frac{Q_d(kW)}{Q_o \left(\frac{l}{phút} \right)}, \quad (^\circ C) \quad (19)$$

Trong đó: $Q_o \left(\frac{l}{phút} \right)$ - lưu lượng nước làm mát; $Q_d(kW)$ - công suất làm mát thiết kế.

2.2. Ứng dụng tính toán công suất làm mát yêu cầu dầu cho tời thủy lực JKYB

Khi dầu qua két làm mát bằng nước sẽ chịu tổn thất áp suất, đồng thời nhiệt lượng do dầu truyền sang nước làm mát, mức độ truyền nhiệt và tổn thất phụ thuộc vào từng thiết bị làm mát khác nhau của các nhà sản xuất khác nhau. Các thông số đầu vào để tính toán làm mát dầu thủy lực như sau (Parker, 2020):

- Loại dầu thủy lực: loại dầu N46 tương đương ISO VG 46.

- Lưu lượng dầu: hệ thống sử dụng hai bơm chính với lưu lượng 2×180 ml/vòng và bơm phụ 16 ml/vòng. Động cơ điện có tốc độ $n = 1140$ vòng/phút. Do đó, lưu lượng dầu: $Q_o = 368480$ ml/phút (Zhao, 2016).

- Nhiệt độ dầu vào làm mát T_o ($^{\circ}\text{K}$): dầu thủy lực có thể tăng lên đến 55°C nếu trong điều kiện thời tiết nắng nóng, do đó, nhiệt độ dầu vào $T_o = 328,15^{\circ}\text{K}$.

- Nhiệt độ nước vào làm mát T_w ($^{\circ}\text{K}$): nước làm mát được cấp có nhiệt độ 25°C , do đó $T_w = 298,15^{\circ}\text{K}$.

Nước làm mát cấp vào ống của Công ty than Dương Huy có cột áp $H = 10$ m, đường kính ống dẫn $d = 42$ mm. Vận tốc tại đầu vào kết nước được tính theo công thức sau:

$$v = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 * 9,81 * 10} = 14 \text{ m/s}$$

Lưu lượng nước làm mát:

$$Q_w = \frac{\pi d^2}{4} v = \frac{3,14 * 0,042^2}{4} * 14 = 0,0194 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 1,164 \frac{\text{lít}}{\text{phút}}$$

Theo số liệu vận hành của tời thủy lực ở Công ty than Dương Huy, nhiệt độ dầu tăng từ $25 \div 55^{\circ}\text{C}$ trong thời gian 90 phút, dung tích thùng chứa 1.600 l. Công suất cần tỏa nhiệt như trên được xác định như sau: ρ - khối lượng riêng của dầu, với dầu khoáng 0,915 kg/l; C_p - nhiệt dung riêng dầu ($\text{kJ/kg}^{\circ}\text{K}$), dầu khoáng 1,88 $\text{kJ/kg}^{\circ}\text{K}$.

Thay số ta được:

$$Q_r = \frac{30 * 1,88 * 0,915 * 1600}{90 * 60} = 15,23 \text{ kW}$$

Các hệ số của công suất làm mát được xác định như sau: k_t - hệ số phụ thuộc độ chênh nhiệt độ giữa dầu thủy lực và nước làm mát, tra bảng thu được giá trị $k_t = 1,17$ (Parker, 2020); k_v - hệ số công suất làm lạnh, đối với dầu thủy lực ISO VG 46, tra bảng hệ số công suất làm lạnh $k_v = 1,05$ (Parker, 2020); Hệ số công suất làm lạnh phụ thuộc vào tỷ lệ giữa dòng chảy dầu và nước, thường tỷ lệ này lớn hơn 2:1. Trong trường hợp giá trị lớn nhất tại điều kiện công ty Dương Huy có thể đạt 1,14. Để đảm bảo an toàn trong điều kiện xấu, chọn tỷ lệ 2:1. Giá trị k_r nằm trong khoảng $0,75 \div 1,1$. Trong các tài liệu tính toán chung,

thường lấy giá trị khoảng $0,85 \div 0,95$ và chọn $k_r = 0,8$ (Parker, 2020).

Công suất làm mát thiết kế Q_d :

$$Q_d = \frac{15,23 * 1,05 * 1,17}{0,8} = 23,38 \text{ kW}$$

Nhiệt độ dầu mong muốn $t_{w0} = 30^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ nước làm mát $t_w = 25^{\circ}\text{C}$. Công suất làm mát để giảm 1°C được xác định như sau:

$$P_{01} = \frac{23,38}{30 - 25} = 4,68 \text{ kW}/^{\circ}\text{C}$$

Để đảm bảo an toàn khi dầu thủy lực bắn cần nhân thêm hệ số an toàn, thường giá trị này được khuyến cáo trong bảng $s = 1,2$ (Parker, 2020), do đó công suất làm mát cho 1°C được xác định:

$$P_{s01} = P_{01} * s = 5,62 \text{ kW}/^{\circ}\text{C}$$

Công suất làm mát riêng $5,62 \text{ kW}/^{\circ}\text{C}$, do đó bộ tản nhiệt dầu được lựa chọn khi độ chênh nhiệt độ là ΔT thì công suất làm mát của két được xác định:

$$P_s = \Delta T * P_{s01} = 30 * 5,62 = 168,5 \text{ kW}$$

Độ giảm nhiệt độ dầu sau khi làm mát:

$$\Delta t = 36,9 * \frac{168,5}{368,48} = 16,87^{\circ}\text{C}$$

Nhiệt độ dầu sau khi làm mát:

$$t = t_0 - \Delta t = 55 - 16,87 = 38,13^{\circ}$$

2.3. Tính toán kiểm tra két làm mát hiện tại

Công suất làm mát theo hệ số dẫn nhiệt (SMC, 2020) được xác định như sau:

$$P_t = hA(T_2 - T_1), \text{ kW}$$

Trong đó: A - diện tích bề mặt tản nhiệt, $A = 17 \text{ m}^2$; T_2 - nhiệt độ của chất lỏng xung quanh, $^{\circ}\text{K}$; T_1 - nhiệt độ dầu cần làm mát, $^{\circ}\text{K}$; h - hệ số dẫn nhiệt, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Theo tài liệu của công ty sản xuất két nước làm mát, két làm mát GLC 12 (Hình 5) hiện tại sử dụng có hệ số dẫn nhiệt $h = 300 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (Taizhou Eternal Hydraulic, 2021).

Do đó, công suất làm mát theo hệ số dẫn nhiệt được xác định:

$$P_t = 300 * 17((55 + 273,15) - (25 + 273,15)) = 153.000 \text{ W} = 153 \text{ kW}$$



Hình 5. Thông số kỹ thuật của kết làm mát dầu thủy lực hiện tại của tời thủy lực JKYB.

So sánh với kết quả tính $P_s = 168,5$ kW thì công suất làm mát hiện tại không đáp ứng được dẫn đến dầu bị nóng.

3. Kết quả và thảo luận

Căn cứ vào điều kiện cấp nước làm mát dầu thủy lực, công suất các bơm dầu thủy lực, dung tích thùng chứa, nhiệt độ dầu thủy lực mong muốn sau khi làm mát, nghiên cứu này đã tính toán được công suất làm mát của thiết bị yêu cầu bằng 168,5 kW. Đồng thời, cũng kiểm tra lại công suất làm mát của thiết bị hiện tại của tời thủy lực bằng 153 kW. Do đó, công suất làm mát hiện tại không đáp ứng được yêu cầu làm mát cho tời thủy lực JKYB, dẫn đến nhiệt độ dầu thủy lực có thể đến 55°C trong điều kiện làm thời tiết nắng nóng.

Căn cứ thông số kỹ thuật, vận hành của tời thủy lực, nghiên cứu này đã lựa chọn được công suất kết làm mát dầu và nhiệt độ dầu sau khi làm mát là 38,13°C. Với nhiệt độ 38,13°C thì tời thủy lực hoàn toàn có thể làm việc đủ tải trong điều kiện thời tiết nắng nóng. Hay nói cách khác, đây là cơ sở để quyết định thay thế kết làm mát dầu thủy lực mới.

4. Kết luận

Bài báo đã đưa ra cơ sở lý thuyết truyền nhiệt của dầu thủy lực với nước làm mát cũng như tính toán lựa chọn được kết làm mát dầu thủy lực. Kết quả thu được của bài báo như sau:

- Xác định được cơ sở lý thuyết tính toán truyền nhiệt giữa chất lỏng làm mát và dầu thủy lực cần làm mát.

- Căn cứ vào đặc tính kỹ thuật cũng như các hệ số trong tài liệu kỹ thuật, thông số vận hành của tời thủy lực, điều kiện làm việc và điều kiện cấp

nước làm mát, công suất kết làm mát dầu thủy lực đã được tính toán, lựa chọn nhằm đảm bảo nhiệt độ dầu thủy lực sau khi làm mát nằm trong phạm vi cho phép.

- Tính toán kiểm tra lại công suất làm mát hiện tại của kết làm mát đang được lắp đặt trên tời thủy lực JKYB để có cơ sở so sánh, đánh giá.

Kết quả nghiên cứu này làm cơ sở hướng dẫn cho người sử dụng có thể tính toán, lựa chọn kết làm mát dầu thủy lực phù hợp.

Đóng góp của tác giả

Nguyễn Đăng Tấn: nghiên cứu tổng quan, tính toán và lựa chọn kết làm mát dầu thủy lực bằng nước. Trần Quốc Thụ: cung cấp tài liệu kỹ thuật, thực trạng lắp đặt và vận hành tời thủy lực.

Tài liệu tham khảo

Bùi, H., Dương, Đ. H., & Hà, M. T. (2001). *Thiết bị trao đổi nhiệt*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Daikin. (2021). *LT Cooler - Water Cooled Type*. <https://www.daikinpmc.com/en/>

Baehr, H. D., Schaber, K. (2006). *Thermodynamik - Die Grundgesetze der Energieund Stoffumwandlungen*. Springer Berlin Heidelberg, New York.

Lucas, K. (2016). *Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen*. Springer Berlin Heidelberg New York.

Parker. (2020). *OAW water oil cooler*. Internet: <https://www.parker.com/>

Stephan, P., Schaber, K., Stephan, K., & Mayinger, F. (2018). *Thermodynamik: Grundlagen und Technische Anwendungen-Band 2: Mehrstoffsysteme und Chemische Reaktionen*. Springer-Verlag.

SMC. (2020). *Water cooled oil cooler - series HOW*. Pages 1551-1560.

Taizhou Eternal Hydraulic. (2021). *GLP Series Water Cooler*. Internet: <https://www.xjetl.com/>

Võ, C. C., Hoàng, D. H., Lê, Q., & Lê, H. A. (2006). *Nhiệt kỹ thuật*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

Zhao, K. (2016). *Hướng dẫn sử dụng JKYB/2.5/2.0*. Citic Heavy Industries co., Ltd.