

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM
KHOA MÁY TÀU BIỂN**



**THUYẾT MINH
ĐỀ TÀI NCKH CẤP TRƯỜNG**

**ĐỀ TÀI
NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ BẠC TRỤC CHONG
CHỐNG BẰNG VẬT LIỆU THORDON**

**Chủ nhiệm đề tài: THS. TRƯƠNG TIẾN PHÁT
Thành viên tham gia: THS. ĐỖ THỊ HIỀN
 THS. PHAN TRUNG KIÊN**

Hải Phòng, tháng 5/2016

MỤC LỤC

| | |
|--|----|
| MỞ ĐẦU | 1 |
| 1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu | 1 |
| 2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài..... | 1 |
| 3. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu | 1 |
| 4. Phương pháp nghiên cứu, kết cấu của công trình nghiên cứu | 1 |
| 5. Kết quả đạt được của đề tài..... | 1 |
| CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ CÁC LOẠI BẠC NHỰA ĐƯỢC SỬ DỤNG LÀM BẠC TRỤC CHONG CHÓNG TÀU THỦY | 2 |
| 1.1. Đặc tính kỹ thuật của bạc nhựa tổng hợp..... | 2 |
| 1.2. Kết cấu bạc nhựa tổng hợp..... | 4 |
| 1.2.1. Bạc lót dạng ống | 4 |
| 1.2.2. Bạc lót tách rời..... | 5 |
| 1.2.3. Bạc lót có mặt bích (dạng trụ nguyên hoặc tách đôi) | 6 |
| 1.2.4. Dạng thanh ghép | 6 |
| 1.3. Mối lắp ghép có độ dôi | 7 |
| 1.4. Khe hở làm việc | 8 |
| 1.5. Độ giãn nở trong chất lỏng..... | 9 |
| 1.6. Độ co ngót do nhiệt..... | 10 |
| CHƯƠNG 2 ĐẶC TÍNH CỦA VẬT LIỆU THORDON | 12 |
| 2.1. Các thuộc tính chính và các tính năng của nhựa Thordon | 12 |
| 2.2. Áp lực..... | 13 |
| 2.3. Ma sát..... | 13 |
| 2.4. Tự bôi trơn | 13 |

| | |
|---|-----------|
| 2.5. Ảnh hưởng của nước | 13 |
| 2.6. Ảnh hưởng của nhiệt độ | 14 |
| 2.7. Độ cứng của vật liệu | 14 |
| 2.8. Khả năng tương thích hóa học | 15 |
| 2.9. Đặc tính vật lý đặc trưng của Thordon | 16 |
| CHƯƠNG 3 TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ BẠC TRỤC CHONG CHÓNG BẰNG VẬT LIỆU THORDON..... | 18 |
| 3.1. Phân tích..... | 18 |
| 3.2. Áp lực tác dụng lên bạc đỡ..... | 18 |
| 3.3. Vận tốc | 19 |
| 3.4. Đồ thị PVT | 20 |
| 3.5. Tỷ lệ chiều dài / Đường kính (L/D) | 24 |
| 3.6. Chiều dày của bạc | 26 |
| 3.7. Rãnh nước làm mát | 27 |
| 3.8. Dung sai chế tạo | 28 |
| 3.9. Khe hở lắp đặt tối thiểu ban đầu | 29 |
| 3.10. Hệ số giãn nở nhiệt cho phép | 30 |
| 3.11. Hệ số hấp thụ cho phép | 30 |
| KẾT LUẬN | 32 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | 33 |
| PHỤ LỤC | 34 |

DANH SÁCH BẢNG BIỂU

| Stt | Tên bảng biểu | Trang |
|------------|---|--------------|
| 1 | Bảng 1.1. Đặc tính kỹ thuật của Feroform T14: | 3 |
| 2 | Bảng 1.2. Độ giãn nở nhiệt của feroform | 10 |

DANH SÁCH HÌNH ẢNH

| Stt | Tên hình ảnh | Trang |
|-----|--|-------|
| 1 | Hình 1.1. Hình ảnh minh họa bạc nhựa | 2 |
| 2 | Hình 1.2. Bạc nhựa dạng ống | 5 |
| 3 | Hình 1.3. Bạc nhựa dạng ống tách đôi | 6 |
| 4 | Hình 1.4. Bạc nhựa dạng thanh ghép | 7 |
| 5 | Hình 1.5. Độ dôi và dung sai chế tạo cho bạc ferroform loại “T” | 7 |
| 6 | Hình 1.6. Bảng tính độ dôi lắp ép của bạc nhựa Thordon | 8 |
| 7 | Hình 1.7. Đồ thị khe hở làm việc giữa bạc nhựa Thordon và trục chong chóng | 8 |
| 8 | Hình 1.8. Dung sai đường kính trong bạc ferroform RC _{min} | 9 |
| 9 | Hình 1.9. Đồ thị biểu diễn sự co ngót do nhiệt của bạc nhựa Thordon | 10 |
| 10 | Hình 2.1. Giá trị modun nén đàn hồi (E _o) | 13 |
| 11 | Hình 2.2. Khả năng tương thích hóa học của nhựa Thordon | 14 |
| 12 | Hình 2.3. Đặc tính vật lý đặc trưng của nhựa Thordon | 15 |
| 13 | Hình 3.1. Áp lực bạc đỡ | 16 |
| 14 | Hình 3.2a. và 3.2b. Đồ thị PVT | 20 |
| 15 | Hình 3.2c. và 3.2d. Đồ thị PVT | 21 |
| 16 | Hình 3.2e. và 3.2f. Đồ thị PVT | 22 |
| 17 | Hình 3.3. Chiều dày tối thiểu của bạc Thordon | 25 |
| 18 | Hình 3.4. Khe hở làm việc tối thiểu của bạc nhựa Thordon | 27 |
| 19 | Hình 3.4. Yếu tố hấp thụ nước | 28 |

DANH SÁCH THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt

Chữ viết tắt, chữ đầy đủ, nghĩa, chữ của từ

Trang

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu

Hiện nay trong ngành công nghiệp đóng tàu đang sử dụng rất nhiều các vật liệu phi kim để chế tạo bạc trục chong chóng, trong đó vật liệu Thordon được sử dụng rất phổ biến. Do đó tác giả muốn nghiên cứu phương pháp tính toán, thiết kế bạc nhựa làm bằng vật liệu Thordon để giúp cho chúng ta làm chủ trong việc tính toán, thiết kế và chế tạo bạc nhựa Thordon.

Vì vậy đề tài *“Nghiên cứu tính toán, thiết kế bạc trục chong chóng bằng vật liệu Thordon”* sẽ có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao.

2. Tổng quan về tình hình nghiên cứu thuộc lĩnh vực đề tài

Hiện nay trong lĩnh vực thiết kế và chế tạo các thành phần của hệ trục tàu thủy đã có nhiều nghiên cứu, tài liệu hướng dẫn thiết kế và chế tạo bạc phi kim. Tuy nhiên các tài liệu chỉ đưa ra các phương pháp thiết kế, chế tạo chung cho các loại bạc phi kim.

3. Mục tiêu, đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Nghiên cứu các đặc tính của vật liệu Thordon.

Nghiên cứu tính toán, thiết kế bạc trục chong chóng bằng vật liệu Thordon.

4. Phương pháp nghiên cứu, kết cấu của công trình nghiên cứu

Vận dụng lý thuyết chuyên ngành, tài liệu về đặc tính vật liệu Thordon, kinh nghiệm thực tế trong quá trình thiết kế, chế tạo và lắp ráp bạc nhựa ở các nhà máy đóng tàu ở khu vực Hải Phòng. Từ đó nghiên cứu đưa ra phương pháp tính toán, thiết kế bạc trục chong chóng bằng vật liệu nhựa Thordon.

5. Kết quả đạt được của đề tài

Đề tài sẽ có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao, đưa ra phương pháp tính toán thiết kế bạc trục chong chóng bằng vật liệu Thordon phục vụ cho công tác thiết kế, chế tạo bạc trục chong chóng và sử dụng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ CÁC LOẠI BẠC NHỰA ĐƯỢC SỬ DỤNG LÀM BẠC TRỤC CHONG CHỐNG TÀU THỦY

1.1. Đặc tính kỹ thuật của bạc nhựa tổng hợp

Hiện nay có rất nhiều loại vật liệu nhựa tổng hợp đang được sử dụng làm bạc trục chong chống trong ngành hàng hải như: Caprong, Feroform, thordon, tectolit, vesconite...



Hình 1.1. Hình ảnh minh họa bạc nhựa

Các loại vật liệu kỹ thuật cao và tiên tiến này đang lập ra những tiêu chuẩn mới cho việc chống mài mòn, tính đa năng và sự tin cậy đối với những loại bạc trục dùng trong ngành Hàng Hải. Bạc nhựa có đủ khả năng đáp ứng các yêu cầu của người thiết kế, chủ phương tiện, người vận hành, các nhà máy đóng mới và sửa chữa tàu với một sự thuận lợi, tiết kiệm chi phí một cách rất đáng kể. Đó là nhờ có các thành phần đa dạng về cơ, lý, hóa. Đặc điểm chính của loại vật liệu này là:

- Sức bền cơ học cao.
- Tính chống mòn cao.
- Ma sát thấp, chịu va đập, không trượt dính.
- Khoảng nhiệt độ làm việc cao.

- Hệ số giãn nở khi ngâm nước thấp (không nở trong dầu, mỡ).
- Chịu được tải trọng ma sát khô, ma sát giới hạn.
- Bôi trơn được với nhiều chất bôi trơn như: nước, dầu bôi trơn, mỡ công nghiệp...
- Bền vững tốt trong hóa chất.

Bảng 1.1- Đặc tính kỹ thuật của Feroform T14:

| Tính chất | Đơn vị đo | T14 |
|--|----------------------------------|-----------|
| Trọng lượng riêng | | |
| Độ bền nén | g/cm ³ | 1,32 |
| Áp suất làm việc bình thường | MPa | 310 |
| Độ bền va đập | MPa | 75 |
| | KJ/m ² | 55 |
| Độ bền kéo | | |
| Độ cứng Brinell | MPa | 85 |
| % độ giãn nở trong nước | HB | 25 |
| | ở 20°C | 0,2 |
| Hệ số ma sát | ở 80°C | 1,0 |
| | Khô | 0,13-0,18 |
| Độ bền dính | Ướt | 0,16-0,22 |
| Hệ số giãn nở nhiệt | KN ở chiều dày: 6,4 | 2,7 |
| Nhiệt độ tối đa khi làm việc liên tục | 10 ⁻ 6/°C bình thường | 70 |
| | °C | 100 |
| Nhiệt độ tối đa khi làm việc gián đoạn | °C | 120 |

Nhờ những tính năng kỹ thuật độc đáo này, các loại nhựa tổng hợp đã và đang được sử dụng rộng rãi trong:

- Kết cấu vỏ, các ống bao và giá đỡ trục chong chóng, bánh lái, các thiết bị giảm lắc, các bộ phận chính của chong chóng biển bước, chong chóng mũi...
- Các thiết bị trên boong như: các ổ và tấm trượt nắp hầm hàng, tời, xuồng cứu sinh...
- Các thiết bị, phụ tùng tàu thủy, giàn khoan...

1.2. Kết cấu bạc nhựa tổng hợp

Tất cả những hình dạng bạc lót từ trước đến nay đều có thể sử dụng hoặc dưới dạng thành phẩm, sẵn sàng để lắp đặt; hoặc bán thành phẩm để gia công tinh tại xưởng đóng tàu.

Trong trường hợp kích thước của trục và vỏ bao đã được xác định trước như trong trường hợp tàu đóng mới, các bạc lót có thể được cung cấp một cách hoàn chỉnh sẵn sàng cho lắp đặt (không cần thiết phải gia công). Nhưng trong trường hợp hệ trục hay vỏ tàu có thể phải thay đổi, hoán cải lại hoặc làm thêm ống lót..., thì bạc lót bán hoàn chỉnh và kích thước chính xác sẽ được tiến hành tại xưởng đóng tàu theo các giá trị và số liệu thực tế của hệ trục và vỏ tàu.

1.2.1. Bạc lót dạng ống

Thông thường, đây là loại hình dạng được khuyến nghị sử dụng vì việc gia công cơ khí, lắp đặt và cố định bạc, tất cả đều được thực hiện một cách dễ dàng hơn chỉ với một chi tiết mà thôi:

- Gia công cơ khí chỉ cần thực hiện với hai công việc: gia công đường kính ngoài OD và gia công đường kính trong ID.
- Cố định bạc có thể thực hiện bởi mỗi lắp có độ dôi đơn giản.
- Việc lắp ráp có thể tiến hành bằng cách làm lạnh.

Bạc lót dạng ống là dạng được dùng phần lớn làm bạc lót bánh lái và trục chong chóng.



Hình 1.2. Bạc nhựa dạng ống

1.2.2. Bạc lót tách rời

Loại bạc lót tách rời thường được sử dụng cho những hệ trục có kết cấu tại những nơi cần đến khả năng thay thế bạc lót mà không cần phải rút trục.

Trong những trường hợp như thế có thể dùng những phương pháp cơ khí để cố định bạc hoặc dùng một mối lắp có độ dôi và mối lắp này có thể được phá bỏ bằng biện pháp cơ khí. Điều này có thể được thực hiện bằng cách ví dụ như dùng then côn.

Nếu một ống lót được cắt đôi ra bằng máy phay, các miếng chêm thường được dùng để chèn đầy khe hở do dao cắt để lại. Tuy nhiên, ta có thể chế tạo ống lót mà không có khe hở bằng cách cắt đôi ống phôi bán hoàn chỉnh (có kích thước đường kính ngoài lớn hơn 3-5 mm, kích thước đường kính trong nhỏ hơn 3-5 mm), nhẹ nhàng kết chặt hai nửa lại nhau bằng keo dán kín khí và đai thép mảnh (giống như quai kẹp), sau đó có thể gia công cơ khí chính xác đường kính trong, ngoài và tách ra làm hai nửa.

Những ống lót như thế, nếu yêu cầu, có thể cố định bằng môi lắp chặt.

1.2.3. Bạc lót có mặt bích (dạng trụ nguyên hoặc tách đôi)

Loại bạc này có thể được sử dụng đối với hệ trục sử dụng mặt bích để cố định bạc bằng biện pháp cơ khí hoặc đối với hệ trục có tải trọng dọc trục nhỏ.

Với những hệ trục xuất hiện tải dọc trục lớn nên sử dụng vòng chặn riêng và đây cũng là biện pháp có chi phí thấp. Trong trường hợp này chỉ sử dụng bạc lót có mặt bích khi cần phải định vị bạc hoặc phục vụ cho việc tháo, lắp bạc.



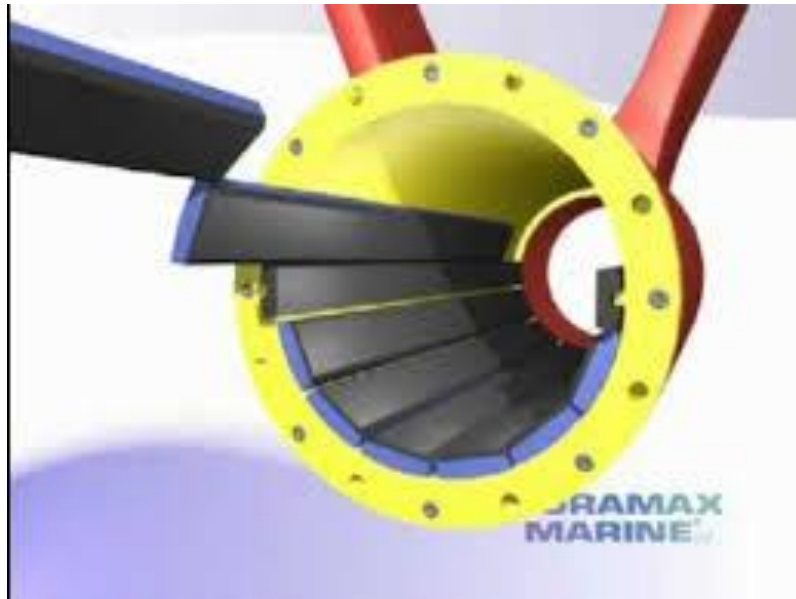
Hình 1.3. Bạc nhựa dạng ống tách đôi

1.2.4. Dạng thanh ghép

Cấu trúc nguyên thủy của loại bạc này được phát triển từ loại bạc bằng gỗ. Gai ắc được chọn làm vật liệu chế tạo bạc lót. Nhằm tận dụng gỗ, người ta đã chế tạo bạc bằng cách dùng một loạt các thanh, từng miếng một ghép lại với nhau.

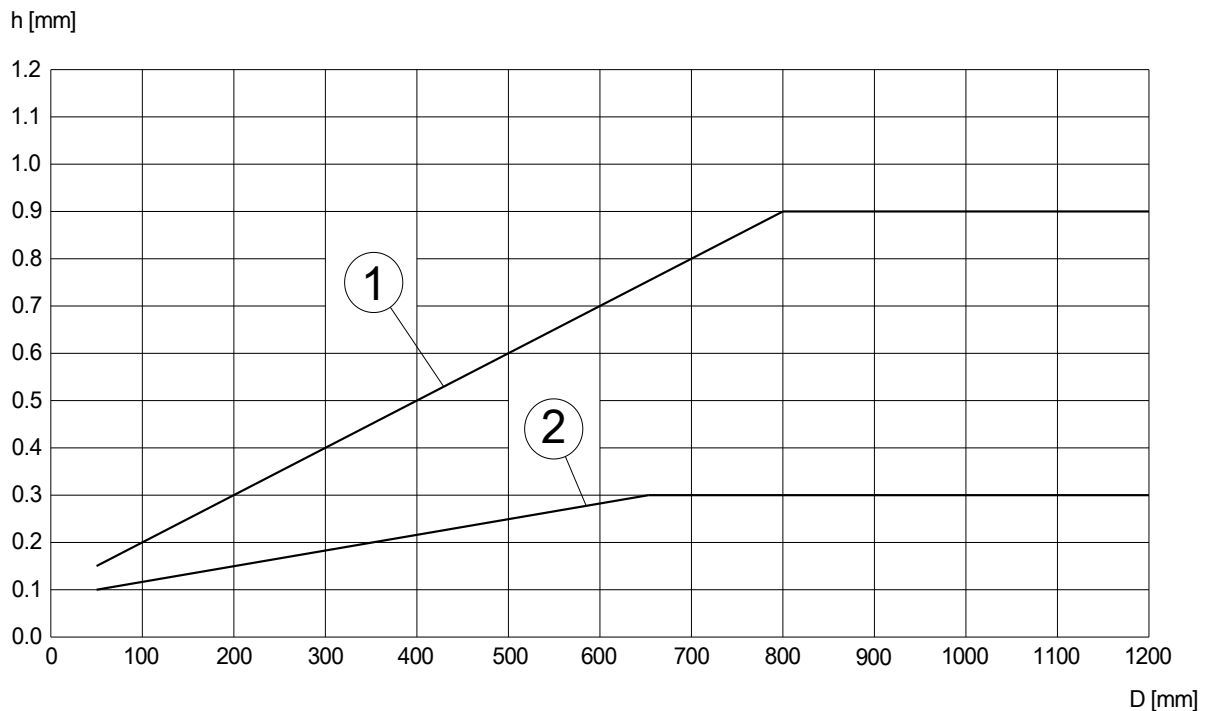
Những mặt nghiêng cho phép các thanh có thể ghép sát lại với nhau để tạo thành một bạc lót hoàn chỉnh. Thông thường các phiến kẹp dọc được lắp thêm vào tại các vị trí khoảng 90° và 270° để thuận tiện cho việc lắp đặt và cố định bạc. Một hình thức khác của nó là dùng vỏ bao có rãnh mang cá (vỏ bao có rãnh).

Sau khi lắp các thanh ghép nên doa lại cho đúng chính xác đường kính trong. Một số chủ tàu và xưởng đóng tàu vẫn thích dạng này và nhựa tổng hợp có thể cấp dưới dạng tấm, từ đó các thanh được cắt ra và gia công sử dụng.



Hình 1.4. Bạc nhựa dạng thanh ghép

1.3. Môi lắp ghép có độ dôi



Hình 1.5 – Độ dôi và dung sai chế tạo cho bạc feroform loại “T”

1– Độ dôi tối thiểu nên sử dụng (h)

2– Khoảng dung sai gia công đề nghị sử dụng (m)

Các bạc nhựa thường được giữ cố định trong ống bao nhờ mỗi lắp có độ dôi.

Các giá trị tối thiểu của độ dôi gia công vỏ bạc trục được cho trong hình 2.5 là các giá trị dung sai chế tạo và độ dôi tối thiểu đối với mỗi ghép có khả năng đạt được. Các giá trị cho trong đồ thị này chỉ sử dụng cho bạc trục ferroform loại “T”.

Đối với loại bạc trục bôi trơn bằng dầu nhờn và một số trường hợp bôi trơn bằng nước, một vài chi tiết cơ khí sẽ được lắp đặt thêm vào như then chặn hoặc băng chặn...

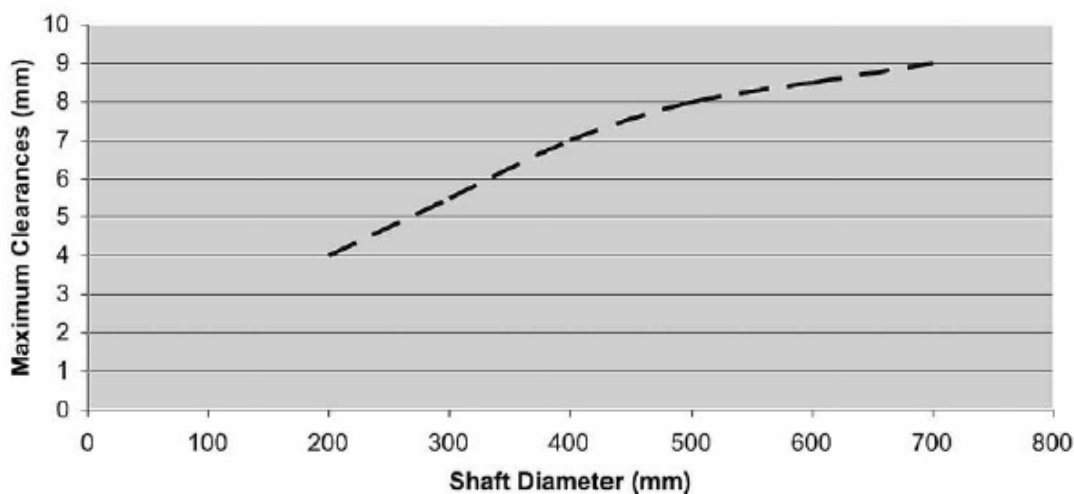
Figure 9: Bearing Pressure Ranges and Normal Interference

| Bearing Pressure Range | Interference (Metric) | Interference (Imperial) |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Up to 300 psi (0 to 2 MPa) | Housing I.D. x 0.0020 + 0.05 mm | Housing I.D. x 0.0020 + 0.002” |
| 300 to 1500 psi (2 to 10 MPa) | Housing I.D. x 0.0034 + 0.05 mm | Housing I.D. x 0.0034 + 0.002” |
| 1500 to 4300 psi (10 to 30 MPa) | Housing I.D. x 0.0045 + 0.05 mm | Housing I.D. x 0.0045 + 0.002” |

Hình 1.6. Bảng tính độ dôi lắp ép của bạc nhựa Thordon

1.4. Khe hở làm việc

Khe hở giữa bạc và trục khi hoạt động được cho trong đồ thị hình 2.7. Khe hở lớn nhất khi hoạt động là yếu tố quan trọng cho sự làm việc của bạc trục. Nếu sử dụng làm bạc trục lái, nên tham khảo các quy định trong quy phạm về khe hở hoạt động thấp nhất.



Hình 1.7. Đồ thị khe hở làm việc giữa bạc nhựa Thordon và trục chong chóng

1.5. Độ giãn nở trong chất lỏng

Được tính toán theo tác động bề mặt chứ không theo thể tích. Độ giãn nở theo phương hướng kính trong nước của feroform loại “T” được xác định:

$$m_d = 5.10^{-3}.D \quad [1]$$

Trong đó:

D – Đường kính của bạc.

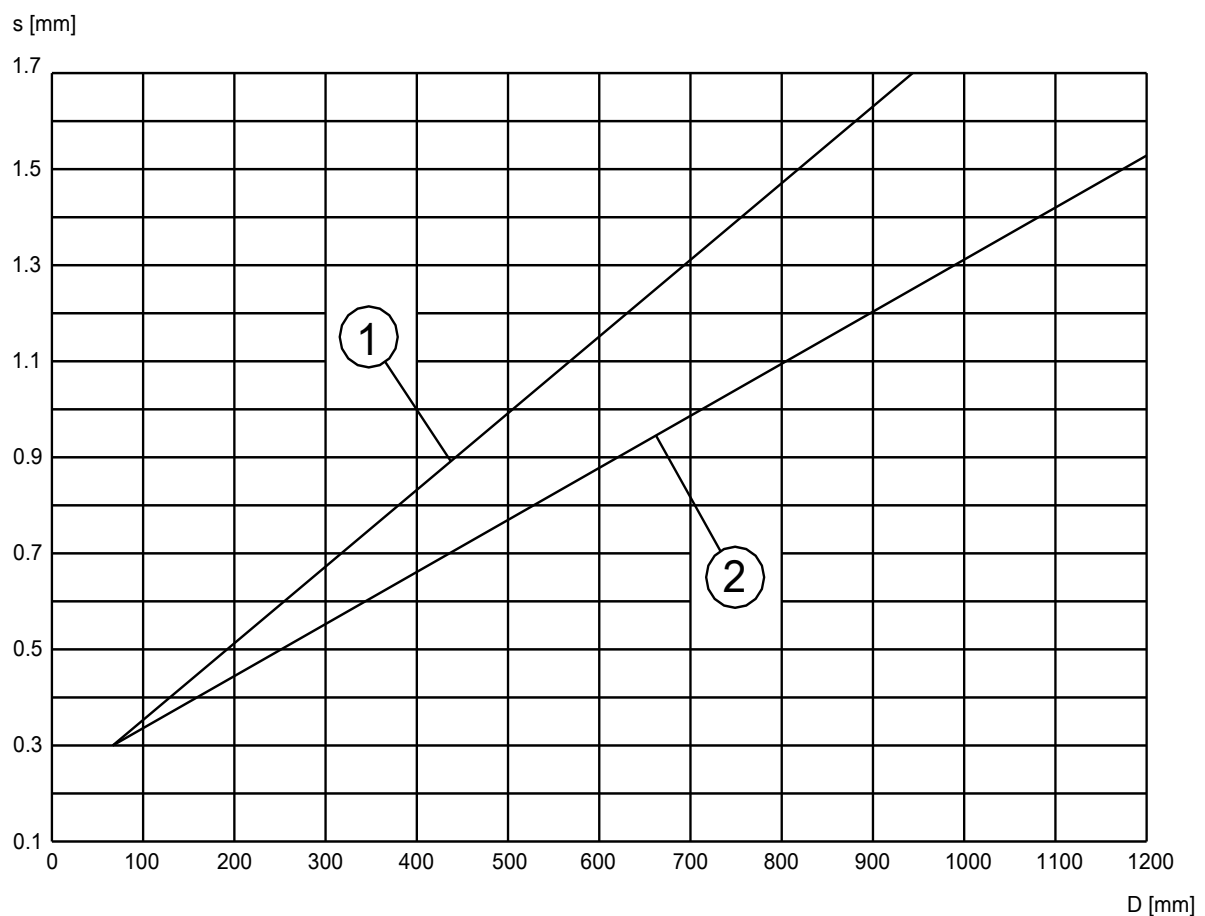
Các loại bạc FEROFORM có tính ổn định đối với dầu nhờn và mỡ công nghiệp.

Trong nước độ giãn nở dọc trục của loại bạc feroform "T" được xác định: bằng 0,2%

$$m_l = 2.10^{-3}.L \quad [2]$$

Trong đó:

L – Chiều dài của bạc.



Hình 1.8 – Dung sai đường kính trong bạc feroform RC_{min}

1– Khe hở với bạc trục bôi trơn bằng nước

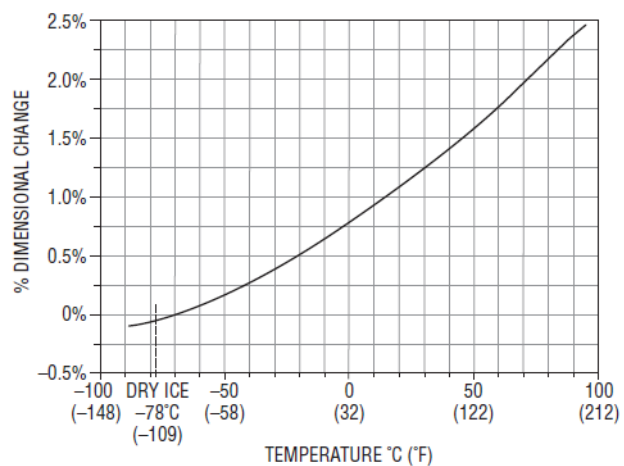
2– Khe hở với bạc trục bôi trơn bằng dầu nhờn

1.6. Độ co ngót do nhiệt

Hệ số giãn nở do nhiệt của mỗi loại vật liệu chế tạo bạc có sự khác biệt nhất định. Tuy nhiên, hệ số giãn nở do nhiệt độ của vật liệu chế tạo bạc nhựa bình thường nằm trong khoảng từ $20 \times 10^{-6}/^{\circ}C$ đến $20 \times 10^{-5}/^{\circ}C$.

Bảng 1.2 – Độ giãn nở nhiệt của feroform

| Loại vật liệu | Bình thường cho đến lớp mỏng $x 10^{-6}/^{\circ}C$ | Tương đương cho đến lớp mỏng $x 10^{-6}/^{\circ}C$ |
|---------------|--|--|
| F21/24 | 60 | 20 |
| F363 | 45 | 15 |
| F36 | 41 | 13 |
| F61 | 16 | 8 |
| F71 | 100 | 100 |
| T11/T12/T14 | 50 | 45 |



| COEFFICIENT OF EXPANSION FOR TEMPERATURE RANGE | | | |
|--|------------------------------|----------------|------------------------------|
| <0°C (32°F): | 10.2 x 10 ⁻⁵ (°C) | > 30°C (86°F): | 18.1 x 10 ⁻⁵ (°C) |
| | 5.7 x 10 ⁻⁵ (°F) | | 10.1 x 10 ⁻⁵ (°F) |
| 0°C to 30°C: | 14.8 x 10 ⁻⁵ (°C) | | |
| (32°F to 86°F) | 8.2 x 10 ⁻⁵ (°F) | | |

Hình 1.9. Đồ thị biểu diễn sự co ngót do nhiệt của bạc nhựa Thordon

CHƯƠNG 2

ĐẶC TÍNH CỦA VẬT LIỆU THORDON

2.1. Các thuộc tính chính và các tính năng của nhựa Thordon

Các thuộc tính chính và các tính năng của Thordon là:

- Một lớp duy nhất, kết tinh, kỹ thuật bôi trơn nhiệt dẻo.
- Chịu hao mòn / kháng mài mòn cao
- Ma sát thấp, tự bôi trơn, áp lực cao, vận tốc (PV) giới hạn
- Kích thước ổn định tuyệt vời tại các khoảng nhiệt độ làm việc bình thường
- Độ bền cao và độ dẻo thấp
- Duy trì độ bền tốt với việc gia tăng nhiệt độ làm việc lên đến 70°C (158 °F)
- Nhiệt độ làm việc liên tục tối đa trong nước hoặc dầu: 80°C (176 °F).
- Nhiệt độ làm việc liên tục tối đa trong không khí: 110°C (230 °F).
- Hấp thụ nước tối thiểu
- Bền vững rất tốt trong hóa chất
- Dễ dàng gia công mà không ảnh hưởng đến hệ số ma sát hoặc các thuộc tính tự bôi trơn.

Áp lực thiết kế tối đa 31 MPa (4500psi) của vật liệu thordon là đủ cao mà vật liệu có thể được sử dụng để chế tạo như bạc trục. Ma sát thấp và hấp thụ nước thấp làm cho nó trở thành một vật liệu lý tưởng để chế tạo bạc trục. Bạc Thordon hoạt động được trong điều kiện bôi trơn kém, nó rất phù hợp để làm bạc trục tàu thủy và ứng dụng trong công nghiệp nặng, nơi điều kiện bôi trơn là khó khăn và là nguyên nhân hư hỏng thường gặp của bạc đồng và bạc kim loại khác.

2.2. Áp lực

Độ bền cao và độ dẻo thấp của Thordon cho phép nó hỗ trợ hoạt động dưới áp lực cao. Áp lực động thiết kế tối đa là 31 MPa (4500 psi) ở trạng thái hoạt động không bôi trơn hoặc bôi trơn bằng nước, dầu hoặc mỡ (cho mục đích bảo vệ chống ăn mòn). Điểm áp lực tĩnh cao nhất là 45 MPa (6500 psi).

2.3. Ma sát

Hệ số khô của ma sát của Thordon là 0,10. Trong nước, nó là 0,10-0,17. Ma sát thấp cho phép Thordon được sử dụng khi khởi động không cần bôi trơn.

2.4. Tự bôi trơn

Thordon là một polymer đồng nhất với chất bôi trơn để giảm ma sát và hao mòn được xây dựng thành các cấu trúc phân tử. Khi bạc đỡ hoạt động, một lớp film chuyên tiếp được hình thành giữa trục và bạc, ma sát ổn định trong suốt quá trình hoạt động của bạc. Bởi vì các chất bôi trơn được phân tán đồng đều khắp vật liệu, gia công không có ảnh hưởng xấu đến tự bôi trơn của nó hoặc các đặc tính ma sát thấp.

2.5. Ảnh hưởng của nước

Thử nghiệm lâu dài của Thordon chỉ ra rằng sự hấp thụ nước là tối thiểu. Đối với mục đích thiết kế một hệ số 0,15% của độ dày bạc được sử dụng cho sự hấp thụ nước. Các hệ số tương tự được sử dụng để hấp thụ dầu hoặc mỡ.

Khi Thordon phải chịu ngâm liên tục trong nước nóng, nghĩa là trên 80°C (176°F), vật liệu thoái hóa theo thời gian do một phản ứng với nước nóng. Sự suy giảm này hoặc sự hư hỏng được gọi là thủy phân. Các bề mặt của vật liệu ban đầu trở lên mềm và sau đó cuối cùng xuất hiện các vết nứt và phá vỡ. Thủy phân cũng sẽ xảy ra với các chất lỏng khác với thành phần được tạo thành chủ yếu là nước.

2.6. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Thordon ít bị ảnh hưởng bởi sự thay đổi nhiệt độ so với các loại nhựa cơ khí. Các hệ số giãn nở nhiệt của Thordon là $4,6 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}$ hoặc $2,5 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{F}$. Hệ số giãn nở nhiệt này nằm trong giới hạn cho phép, mặc dù nhỏ, nhưng vẫn phải được xem xét khi định kích thước bạc Thordon.

Vòng hãm hoặc thiết bị chặn nên được sử dụng cho nhiệt độ trên $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ($158 \text{ }^\circ\text{F}$).

Nhiệt độ hoạt động tối đa cho Thordon trong nước là $80 \text{ }^\circ\text{C}$ ($176 \text{ }^\circ\text{F}$).

Chế độ hoạt động không bôi trơn, nhiệt độ hoạt động tối đa là $110 \text{ }^\circ\text{C}$ ($230 \text{ }^\circ\text{F}$).

2.7. Độ cứng của vật liệu

Độ cứng vật liệu chế tạo bạc phụ thuộc vào cả hai thông số kích thước và tính chất vật lý. Các thông số kích thước là chiều dài chịu lực, đường kính và độ dày bạc.

Các tính chất vật lý được xem như là Modun nén đàn hồi (E_o) của vật liệu bạc, modun này bằng với ứng suất nén chia cho biến dạng nén. Độ cứng vật liệu có thể được tính như sau:

$$\text{Độ cứng} = (L \times D \times E_o) / t$$

Trong đó: L = Chiều dài bạc: mm;

D = Đường kính bạc: mm;

E_o = Modun nén đàn hồi: Mpa;

t = Chiều dày bạc (W.T.): mm.

Figure 1: Compressive Young's Modulus of Elasticity (E_0)

| Material | E_0 (MPa) | E_0 (psi) |
|--------------------|-------------|----------------|
| Thordon SXL | 440 | 64,000 |
| Thordon XL | 490 | 71,000 |
| Thordon HPSXL | 650 | 94,250 |
| ThorPlas | 2410 | 350,000 |
| UHMWPE | 480 | 70,000 |
| Laminated Phenolic | 1,730 | 251,000 |
| Nylon | 2,750 | 400,000 |
| White Metal | 33,500 | 4,860,000 |
| Steel | 206,900 | 30,000,000 |

Hình 2.1. Giá trị modun nén đàn hồi (E_0)

Đối với bạc thì độ cứng của bạc là tỷ lệ thuận với giá trị của các Modun nén đàn hồi của vật liệu.

Hình 2.1 cho giá trị của Modun nén đàn hồi (E_0) cho vật liệu khác nhau thường được sử dụng để chế tạo bạc.

Trong tính toán kỹ thuật, độ cứng của kết cấu bạc thường nằm trong phạm vi giữa 0,5-1,00 MN/mm (2,8-5,7 x 10⁶ lbs./inch). Điều này là ít hơn nhiều so với độ cứng đặc trưng của vật liệu bạc 5,0-20,0 MN/mm (28,0-112,0 x 10⁶ lbs./in.).

Kết quả là, độ cứng của vật liệu bạc như Thordon thường không được xem xét trong tính toán dao động xoắn.

2.8. Khả năng tương thích hóa học

Khả năng tương thích hóa học của nhựa Thordon được thể hiện trong hình 2.2.

Figure 2: Thordon Chemical Resistance Chart

| Chemical/Fluid | ThorPlas | Thordon Elastomers | Chemical/Fluid | ThorPlas | Thordon Elastomers |
|--------------------------|------------|--------------------|---------------------------------|------------|--------------------|
| Salt solutions | A | A | Hydrocarbon/fuels | A | A-D |
| Ammonium chloride | A | A | Aromatic hydrocarbons | A | D |
| Calcium chloride | A | A-B | Benzene | A | D |
| Cupric chloride | A | A | Toluene | A | D |
| Magnesium chloride | A | A | Xylene | A | D |
| Potassium chloride | A | A | Aliphatic – gasoline, grease | A | A-B |
| Sodium chloride | A | A-B | Lubricating oils (petroleum) | A | B |
| Weak acids (Aq.) | A-B | B-D | Liquid propane gas | A | B-C |
| Acetic acid | B | D | Chlorinated Solvents | C-D | D |
| Benzoic acid | A | D | Ethylene Chloride | C | D |
| Boric acid | A | A-B | Chloroform | D | D |
| Carbonic acid | A | A | Alcohols | A | D |
| Chromic acid | A | D | Ethanol | A | D |
| Citric acid | A | A | Methanol | A | D |
| Formic acid, 3% | B | D | Isopropyl alcohol | A | D |
| Lactic acid | A | B-D | Ketones | A-B | D |
| Strong acids | A-C | B-D | Methyl ethyl ketone | A | D |
| Hydrochloric, 10% | C | B | Acetone | B | D |
| Nitric acid, 0.1% | C | C | Ethers | A | D |
| Phosphoric acid, 3% | A | A | Diethyl ether | A | D |
| Sulphuric, 5% | A | B-C | Isopropyl ether | A | B |
| Sulphuric, concentrated | C | D | Esters | A | D |
| Weak bases | A-B | A-C | Ethyl acetate | A | D |
| Ammonia 10% Aq. | A | A | Methyl acetate | A | D |
| Magnesium hydroxide, 10% | B | C | Freon 12 | A | A-C |
| Potassium carbonate | A | B | Detergents, Organic | A | B-D |
| Sodium carbonate | A | B | Castor oil | A | A-B |
| Triethanolamine | B | B-D | Silicone fluids | A | A |
| Strong bases | C-D | B | Vegetable Oils | A | A-B |
| Potassium hydroxide, 10% | C | B | | | |
| Sodium hydroxide, 10% | C | B | | | |
| Oxidizing agents | A | B-C | | | |
| Hydrogen peroxide, 1-3% | A | B | | | |
| Chromic acid | A | C | | | |

A: Excellent-No Effect; B: Good-Little Effect; C: Fair-Moderate Effect; D: Unacceptable

Hình 2.2. Khả năng tương thích hóa học của nhựa Thordon

2.9. Đặc tính vật lý đặc trưng của Thordon

Đặc tính vật lý đặc trưng của nhựa Thordon được thể hiện trong hình 2.3.

Figure 3: ThorPlas Typical Physical Properties – Metric & Imperial

| Property | Unit | Values |
|---|--|--|
| Density | g.ml ⁻¹ | 1.40 |
| Hardness (Shore D) | – | 83 |
| Tensile Strength at Break (D638) | MPa (psi) | 67 (9,750) |
| Tensile Modulus of Elasticity | MPa (psi) | 2930 (425,000) |
| Elongation at Break | % | ~10 |
| Compression Strength (D695) | MPa (psi) | 105 (15,300) |
| Compression Stress at Yield | MPa (psi) | 92 (13,400) |
| Compressive Young's Modulus of Elasticity | MPa (psi) | 2,410 (350,000) |
| Compression Strain at Yield | % | ~8 |
| Minimum Notched Impact Energy (D256) | J.m ⁻¹ (Ft.lb.in. ⁻¹) | 31 (0.60) |
| Notched Specific Impact Energy (D256) | J.m ⁻² (Ft.lb.in. ⁻²) | 506 (0.24) |
| Coefficient of Linear Thermal Expansion (20-120°C) | °C (°F) | 4.6 x 10 ⁻⁵ (2.5 x 10 ⁻⁵) |
| Volumetric Swell -Water, 24-h immersion (D570) | Wt% | 0.034 |
| Volumetric Swell -Water, long-term immersion | Vol% | < 0.15 |
| Dynamic Coefficient of Friction (0.27 MPa or 40 psi), dry (D3702) | – | ~0.1 |
| Dynamic Coefficient of Friction (>200 bar or >3000 psi), dry | – | ~0.10 |
| Dynamic Coefficient of Friction (>200 bar or >3000 psi), wet | – | 0.10-0.17 |
| Abrasive Wear (Rotary Drum Abrasion), dry (D5963) | mm ³ (in. ³) | 195 (0.012) |
| Melting Temperature | °C (°F) | > 250 (> 480) |
| Max. Continuous Service Temp. in Air | °C (°F) | 110 (230) |
| Max. Continuous Service Temp. in Water | °C (°F) | 80 (176) |

Note: Properties are typical values, unless otherwise noted, and may be altered to some extent by processing conditions.

Hình 2.3. Đặc tính vật lý đặc trưng của nhựa Thordon

CHƯƠNG 3

TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ BẠC TRỤC CHONG CHỐNG BẰNG VẬT LIỆU THORDON

3.1. Phân tích

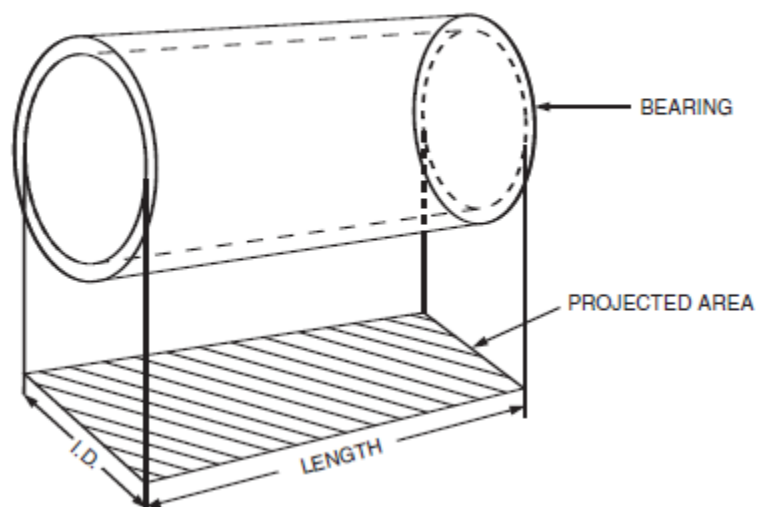
Các thông tin sau đây cần được xem xét khi tính toán và thiết kế bạc bằng vật liệu Thordon:

- Kích thước trục và cốt bạc;
- Áp lực tác dụng lên bạc đỡ;
- Tốc độ quay của trục;
- Chế độ mài mòn và độ mài mòn;
- Loại dầu bôi trơn - bôi trơn tốc độ trung bình và dòng chảy.

3.2. Áp lực tác dụng lên bạc đỡ

Áp lực danh nghĩa được tính bằng cách chia tải trọng tại tâm bạc đỡ cho diện tích tiếp xúc giữa trục và bạc (phần gạch chéo trong hình 3.1).

Figure 4: Bearing Pressure



Hình 3.1. Áp lực bạc đỡ

Diện tích tiếp xúc giữa trục và bạc được xác định bằng cách nhân đường kính bên trong (ID) của bạc với chiều dài bạc (L), như trong Hình 4. Việc sử dụng ID đường kính trong của bạc nhân với chiều dài bạc (L) là một phương pháp tính trong các cách tính diện tích tiếp xúc giữa trục và bạc. Cách chia tải trọng tác dụng lên gối đỡ cho diện tích tiếp xúc giữa trục và bạc sẽ cho các áp lực tương đối tác dụng trên một đơn vị diện tích. Điều này giả định rằng áp lực là đồng nhất trên toàn bộ diện tích tiếp xúc. Trong thực tế, áp lực là lớn nhất tại vị trí 6 giờ và giảm dần theo một đường cong parabol tới không, tại điểm trục bắt đầu không tiếp xúc với bạc. Do các ưu điểm đó, cần xem xét khả năng chịu tải của bạc, để giữ khe hở dầu nhỏ đến mức tối thiểu.

Tải trọng tác dụng lên gối đỡ cần phải được định nghĩa như là tải trọng thiết kế tối đa, tải hoạt động bình thường hoặc một sự kết hợp của tải trọng tĩnh và tải trọng động. Ngoài ra, điều quan trọng là xác định nếu tải là hằng số hoặc theo chu kỳ.

$$\text{Áp lực} = \text{Tải trọng} / \text{Chiều dài bạc} \times \text{Đường kính trong của bạc.}$$

3.3. Vận tốc

Vận tốc trượt hoặc vận tốc tuyến tính trên trục cũng là một yếu tố thiết kế quan trọng. Vận tốc là một cân nhắc quan trọng khi đánh giá phát sinh nhiệt do ma sát.

Nó được tính bằng phương trình sau đây cho trục quay.

$$\begin{aligned} V \text{ (m/sec)} &= \frac{\pi dN}{60 \times 1000} = \frac{dN}{19,100} \\ \text{or} \\ V \text{ (fpm)} &= \frac{\pi dN}{12} = 0.262 dN \end{aligned}$$

Trong đó:

V = Vận tốc trượt;

d = Đường kính trục (mm hoặc in.);

N = Số vòng quay của trục;

p = Số pi 3.1416.

Thordon có thể làm việc ở áp lực cao trong chuyển động dao động hoặc vòng quay nhỏ. Đối với việc khai thác phi thủy động lực học, khi vận tốc dài trên đường kính trục tăng, tải trọng trên bạc đỡ nên được xem xét cùng với giới hạn PVT cho phép.

3.4. Đồ thị PVT

Bất kỳ sự phân tích bạc trượt luôn luôn dựa vào ba yếu tố. Áp lực, vận tốc và thời gian (PVT) là những yếu tố độc lập mà không tách riêng khi lựa chọn một vật liệu bạc vì nhiệt sinh ra là tỷ lệ thuận với cả ba như trong các mối quan hệ sau:

$$H \sim PV\mu T$$

Trong đó:

H: Nhiệt hoặc nhiệt độ tăng lên;

P: Áp lực;

V: Vận tốc;

μ : Hệ số ma sát;

T: Thời gian.

Để đánh giá một ứng dụng, nó là cần thiết để biết chu kỳ nhiệm vụ của thiết bị. Bao lâu mỗi ngày nó chạy, nghĩa là 8 giờ, 24 giờ hoặc dừng lại và bắt đầu? Có vòng quay đầy đủ, thường quy định tại RPM, hoặc dùng nó chu kỳ dao động hoặc thông qua một góc độ hạn chế? Qua những gì góc và tần suất không chuyển động xảy ra và bao nhiêu giờ một ngày (Duty Cycle)? Những yếu tố này đều đóng một vai trò trong việc xác định lượng nhiệt do ma sát sẽ được tạo ra dưới áp lực xác định.

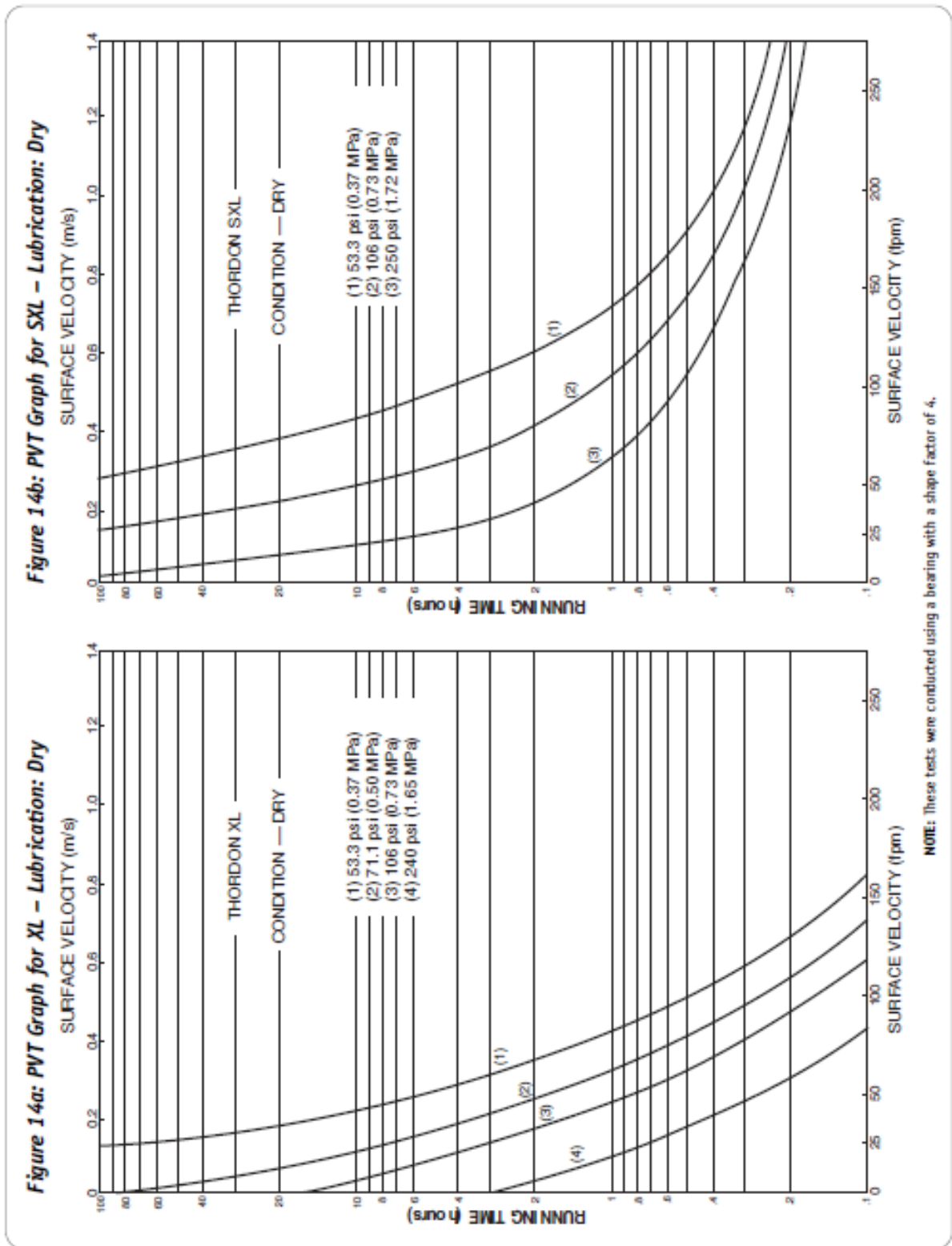
Tuy nhiên, nếu nhiệt ma sát tạo ra được loại bỏ bởi một dòng đầy đủ của chất bôi trơn làm mát như nước, dầu hoặc chất lỏng, bạc Thordon sẽ hoạt động tốt ở vận tốc xa bên ngoài giới hạn hiển thị trên đồ thị PVT. Ứng dụng tiêu biểu này có thể áp dụng cho trục chân vịt tàu biển và bơm hoặc tuabin ổ trục thẳng đứng,

nơi một dòng chảy liên tục của nước lạnh được cung cấp. Tốc độ tối thiểu của dòng nước làm mát được đề nghị là 0,15 lít / phút / mm (1 US Gal / phút / inch) đường kính trục.

Các đồ thị PVT – Hình 3.2 (a) đến (f) - đã được phát triển bởi Bạc Thordon Inc. như một hướng dẫn cho các kỹ sư thiết kế trong việc lựa chọn đúng loại nhựa Thordon cho áp lực khai thác cụ thể, vận tốc trượt và thời gian. Các đường cong đã được phát triển bằng cách sử dụng kỹ thuật dải áp suất, nơi vật liệu được thử nghiệm tại một áp lực dưới vận tốc khác nhau với các yếu tố hạn chế được nhiệt độ bạc. Giới hạn nhiệt độ tùy tiện đối với tất cả các lớp Thordon trong các bài kiểm tra là 82 °C (180 °F), đo tại đường kính ngoài của ổ đỡ, trừ khi được thử nghiệm trong nước. Giới hạn trong nước đã được thiết lập tại 60 °C (140 °F) để tránh thủy phân. Khi nhiệt độ giới hạn đã đạt được trong thời gian thử nghiệm, kiểm tra đã được ngừng lại và thời gian ghi lại. Nhiệt độ mẫu thử sau đó đã được phép trở về môi trường xung quanh trước khi thử nghiệm được lặp lại đối với vận tốc khác. Để sử dụng các đồ thị, chọn loại dầu bôi trơn gần nhất với ứng dụng của bạn. Xác định vị trí các giá trị vận tốc trượt cho ứng dụng của bạn. Trường hợp vận tốc trượt tiếp xúc với các đường cong gần nhất áp lực của bạn, đọc thời gian cần thiết để đạt tới giới hạn nhiệt độ hoạt động. Nếu thời gian cần thiết cho các ứng dụng của bạn là ít hơn giá trị này, sau đó ứng dụng này sẽ có khả năng phù hợp. Nếu không, sau đó hoặc là một loại Thordon khác nhau cần phải được lựa chọn, hoặc cải thiện chất bôi trơn hoặc làm mát cung cấp.

Các đồ thị PVT cho dầu và nước được phát triển sử dụng ngâm trong dầu hoặc nước không có dòng chảy chất lỏng hoặc làm mát. Nếu hệ thống có thể được thiết kế để kết hợp một dòng chảy của chất bôi trơn làm mát thay vì ngâm, phần lớn nhiệt ma sát sẽ được tiêu tan bởi dòng chảy của chất bôi trơn. Khi bạc được hoạt động theo điều kiện thủy động lực học, không có nhiệt ma sát bổ sung được phát triển như là tốc độ được tăng lên, ngoại trừ một sự tăng nhẹ kéo ma sát của chất bôi trơn. Sự gia tăng này là quá thấp mà nó không ảnh hưởng đến các hoạt động của bạc.

Dưới tác dụng của dòng chất lỏng làm mát, các giới hạn trên đồ thị PVT không được áp dụng. Các ống bao của tàu thủy sử dụng nước hoặc dầu bôi trơn là điển hình của tình huống này.



Hình 3.2a. và 3.2b. Đồ thị PVT

Figure 14c: PVT Graph for XL – Lubrication: Water Bath

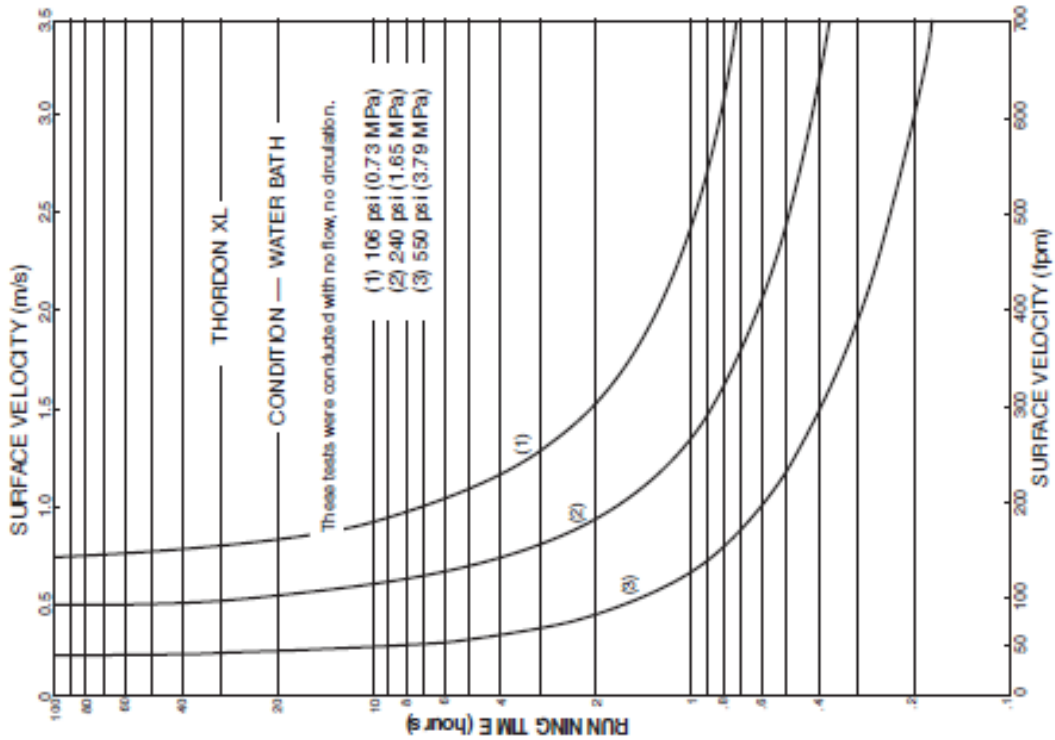
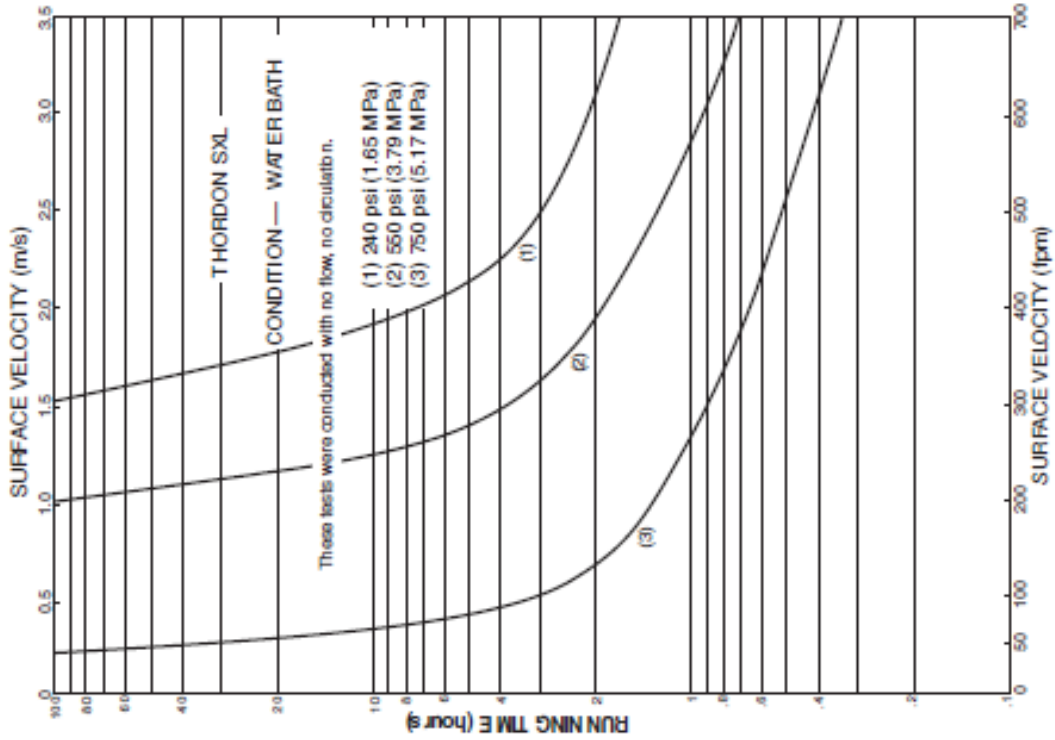
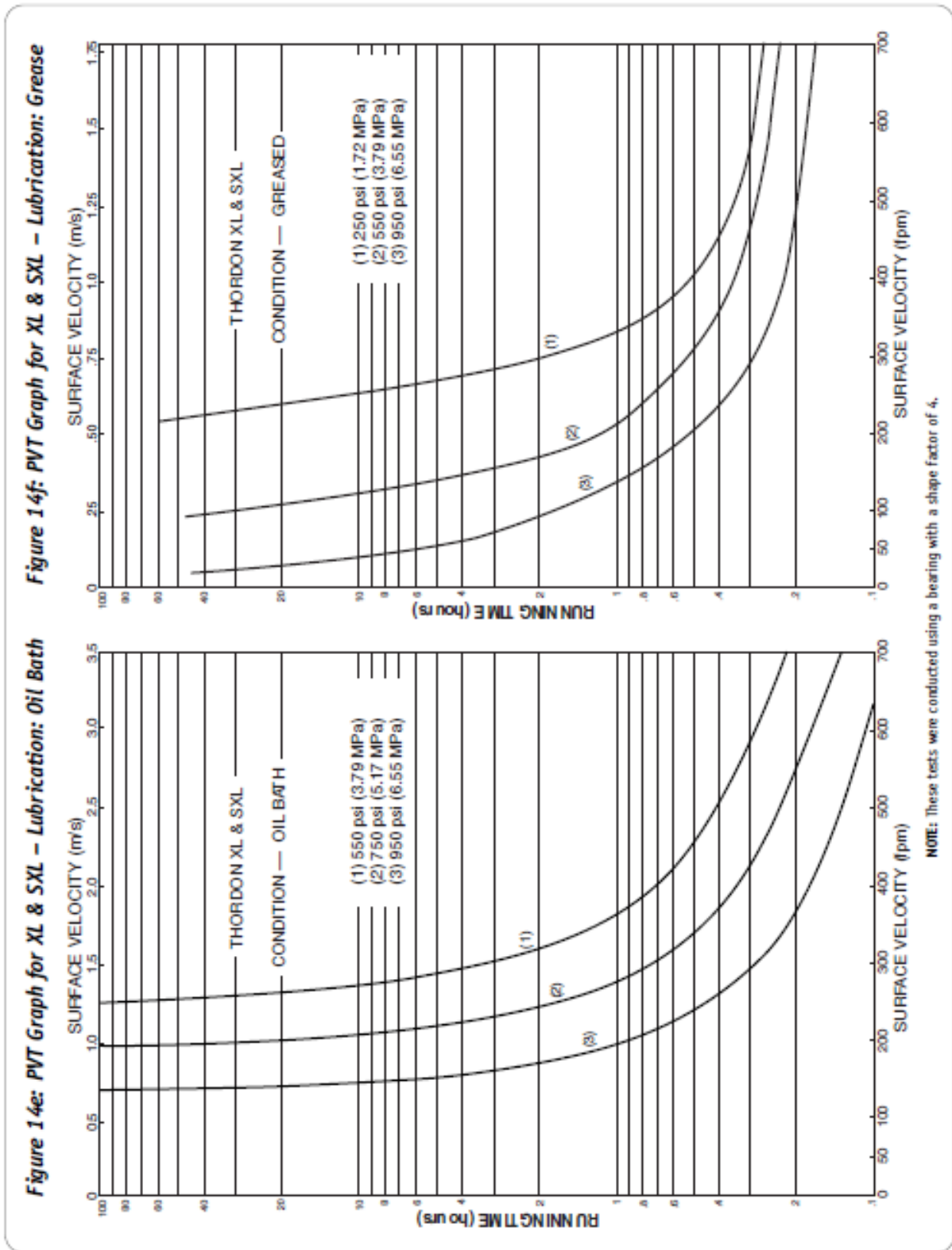


Figure 14d: PVT Graph for SXL – Lubrication: Water Bath



NOTE: These tests were conducted using a bearing with a shape factor of 4.

Hình 3.2c. và 3.2d. Đồ thị PVT



Hình 3.2e. và 3.2f. Đồ thị PVT

3.5. Tỷ lệ chiều dài / Đường kính (L/D)

Trong lĩnh vực công nghiệp tỉ số L/D thay đổi đặc trưng từ 1/1 cho đến 1,5/1. Tỉ số L/D bằng 1 /1 có thể xem là tối ưu bởi vì nó cho phép:

- Diện tích mặt cắt ngang thích hợp để việc phân bố áp suất trên bạc một cách hợp lý.
- Dễ dàng cho thực hiện việc chỉnh tâm (bạc càng dài việc chỉnh tâm càng khó).
- Diện tích bề mặt bên ngoài phù hợp để có thể cho phép cố định bạc bằng cách lắp có độ dôi .
- Phân bố áp suất sẽ tốt nhất trên suốt chiều dài bạc.
- Cho phép hình thành một lớp bôi trơn dễ dàng và bền vững trong quá trình hoạt động.

Trong ngành đóng tàu tỉ số L/D thường được sử dụng với giá trị lớn hơn, các giá trị đó được cho như sau:

- Đối với hệ trục chong chóng bôi trơn bằng dầu nhớt, tỉ số L/D trong khoảng từ 1,5/1 cho đến 2/1 .
- Đối với hệ trục chong chóng bôi trơn bằng nước, tỉ số L/D trong khoảng từ 2/1 cho đến 4/1.
- Đối với bạc trục lái, tỉ số L/D trong khoảng từ 1,8/1 cho đến 2/1 .

Những khoảng tỉ số trên nhằm duy trì áp suất thấp trên bạc.

Theo kinh nghiệm thiết kế của tác giả, nên chọn tỉ số L/D thấp nhất. Tuy nhiên vẫn phải tuân thủ các điều khoản của Quy phạm.

Tuy nhiên, vì trọng lượng rất lớn của chong chóng, phân bố áp suất có xu hướng tập trung tại ổ đỡ trục chong chóng phía sau và ổ đỡ trục phía trước gần như không chịu tải hoặc tải trọng âm. Trong quá trình hoạt động, tỷ lệ L / D cao có xu hướng tạo ra ma sát cao hơn hoặc miết trên các trục. Điều này là do ổ đỡ phía trước không đỡ trục và tạo ra sự gián đoạn không cần thiết của nước làm mát. Thậm chí có thể có tiếp xúc giữa trục và bạc ở phía bên trên của ổ đỡ phía trước. Tỷ lệ L / D 2: 1 của bạc trục chong chóng Thordon đã được thử nghiệm trong các điều kiện tương tự như 4: 1 và đã cho thấy lực ma sát tạo ra ít hơn.

Trong hầu hết các trường hợp, tải trọng của bạc là thống nhất, tỷ lệ L / D cao hơn sẽ làm giảm áp lực và cải thiện tuổi thọ của bạc. Việc định tâm là khó khăn hơn, nhưng nếu áp lực cao, sự gia tăng tỷ lệ L / D có thể là cần thiết. Đối với bạc nhựa của trục chong chóng, tỷ lệ L / D không nên lớn hơn 3: 1. Giới hạn này được đưa ra do lo ngại về nguồn cung cấp nước làm mát đủ để làm mát trên toàn bộ chiều dài bạc với tốc độ tương đối cao.

3.6. Chiều dày của bạc

Nếu chiều dày của bạc Thordon sẽ là quá lớn, bạc có thể được sử dụng kết hợp với một lớp cốt bạc bằng kim loại hoặc lót trên trục.

Một trong những phương pháp này sẽ cho phép giảm độ dày thành của bạc. Nếu một lớp lót trục được sử dụng, một kết quả có lợi hơn nữa - như là đường kính hiệu quả của trục và đường kính trong của bạc tăng lên, áp lực giảm. Mức độ hao mòn cho phép của bạc trước khi bạc bị mòn cũng là một yếu tố quyết định độ dày của bạc. Khe hở làm việc tối đa cho phép và các yếu tố bên ngoài khác cũng tham gia vào việc xem xét này. Đối với rãnh nước làm mát, độ mòn tối đa cho phép nên được nhỏ hơn độ sâu rãnh làm mát.

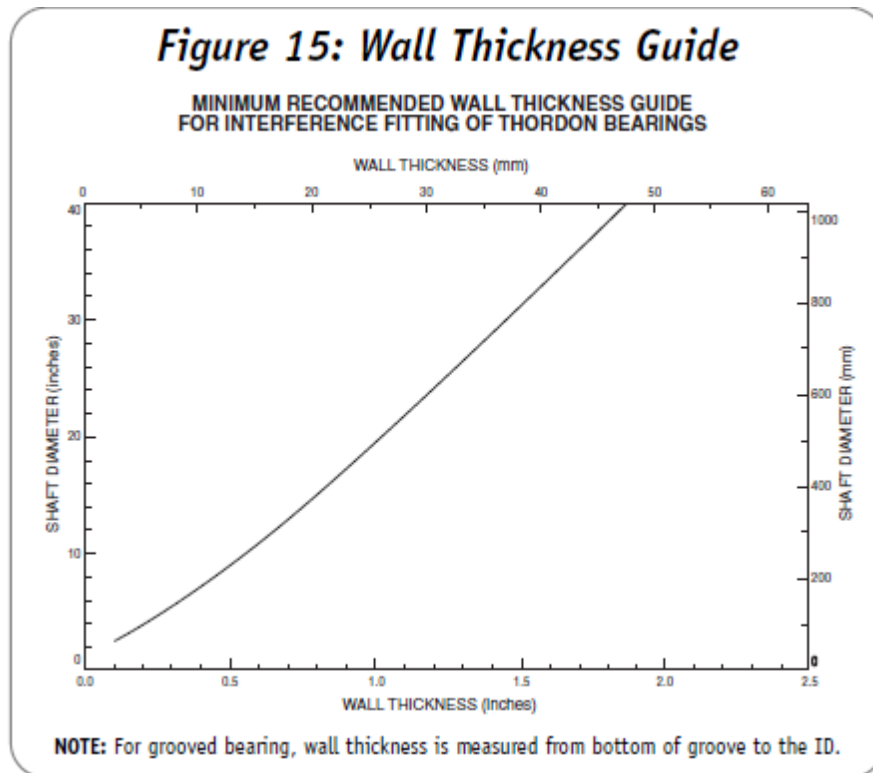
Do tính chất đàn hồi của vật liệu, bạc Thordon phải được đỡ dọc theo toàn bộ chiều dài của nó.

Bạc không được đỡ sẽ hoạt động hầu như không có tải. Nếu độ dày bạc có thể được quy định trong thiết kế, nó thường là thích hợp hơn để sử dụng bạc mỏng hơn. Khe hở làm việc và dung sai có thể giảm, tản nhiệt được cải thiện và các tải trọng cho phép tối đa là lớn hơn.

Độ dày tối thiểu theo khuyến cáo của bạc Thordon được quy định trong Hình 3.3. Các giá trị hiển thị là dựa trên áp lực tiếp xúc giữa bạc và ổ đỡ. Tăng chiều dày bạc hoặc số lượng của sự tiếp xúc sẽ làm tăng áp lực tiếp xúc. Trong cả hai ổ trục có rãnh và không có rãnh, độ dày của bạc chịu lực hình thành một lớp liên tục trong ổ đỡ là vật liệu duy nhất được coi cho các mục đích phù hợp can thiệp. Đối với bạc, chiều dày bạc tối thiểu sẽ lớn hơn so với một bạc không có rãnh bởi

số lượng của chiều sâu của rãnh như chiều dày chỉ sau rãnh được xem xét khi tính toán áp lực tiếp xúc.

Đối với bạc Thordon Composite, chỉ độ dày của vật liệu lớp vỏ bên ngoài màu vàng nên được xem xét khi xác định độ dày bạc tối thiểu. Các vật liệu bề mặt bạc (GM2401) quá mềm để đóng góp vào sự áp lực tiếp xúc.



Hình 3.3. Chiều dày tối thiểu của bạc Thordon

3.7. Rãnh nước làm mát

Đối với bạc Thordon được bôi trơn và làm mát cưỡng bức bằng nước hoặc dầu, rãnh bôi trơn sẽ được gia công hoặc đúc vào bạc để hỗ trợ trong các dòng chảy của chất bôi trơn và làm mát qua toàn bộ chiều dài bạc. Các rãnh này cũng cung cấp một kênh cho phép các hạt mài li ti có thể thoát đi qua một cách dễ dàng và nhanh chóng qua bạc trục. Số lượng các rãnh cũng như chiều sâu của họ và thay đổi chiều rộng với kích thước của ổ đỡ, độ dày thành bạc có sẵn. Rãnh nước làm mát thường sâu 7mm (0.27 ") đối với trục có đường kính 400mm (16") hoặc lớn hơn, nhưng không nên lớn hơn một nửa độ dày thành bạc. Chiều rộng của rãnh

thường giống như chiều sâu, nhưng có thể được tăng lên khi rãnh quá nông để đảm bảo đủ lưu lượng nước làm mát.

Ghi chú: Không bố trí rãnh tại vị trí 6 giờ cho bạc trục chong chóng.

3.8. Dung sai chế tạo

Thordon, một loại vật liệu phi kim loại, không thể được gia công với dung sai chính xác giống như đồng hoặc các vật liệu kim loại khác. Đồng thời, dung sai kim loại không cần thiết để có được hiệu suất tối ưu. Dung sai gia công tiêu chuẩn cho đường kính ngoài, đường kính trong, chiều dày và chiều dài của bạc Thordon như sau:

- *Đường kính bạc lên đến 330mm (13.00 ")*

Đường kính ngoài: + 0.13mm, -0.00mm (0,005 ", -0,000")

Đường kính trong: + 0.13mm, -0.00mm (0,005 ", -0,000")

- *Đường kính bạc từ 330 đến 530mm (13.00 "và 21.00")*

Đường kính ngoài: + 0.18mm, -0.00mm (0,007 ", -0,000")

Chiều dày thành bạc (W.T.): + 0.00mm, -0.13mm (0,000 ", -0,005")

Đường kính trong (với Composite): + 0.18mm, -0.00mm (0,007 ", -0,000")

- *Đường kính bạc lớn hơn 530mm (21.00 ")*

Đường kính ngoài: + 0.25mm, -0.00mm (0,010 ", -0,000")

Chiều dày thành bạc: + 0.00mm, -0.13mm (0,000 ", -0,005")

Đường kính trong (với Composite): + 0.25mm, -0.00mm (0,010 ", -0,000")

- *Dung sai chiều dài bạc:*

Đối với bạc ngắn hơn 500mm (20 "): + 0.00mm, -0.50mm (0,000 ", -0,020")

Đối với bạc dài hơn 500mm (20 "): + 0.00mm, -1.00mm (0,000 ", -0,040")

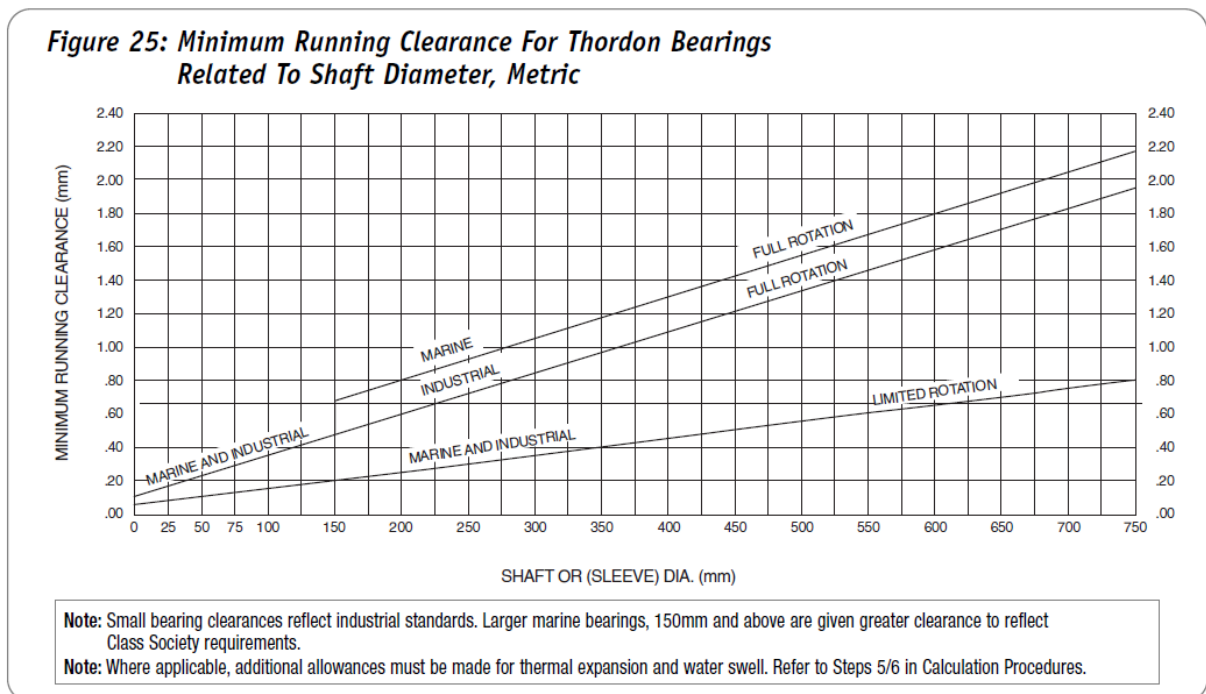
3.9. Khe hở lắp đặt tối thiểu ban đầu

Khe hở lắp đặt ban đầu của bạc Thordon thường lớn hơn khe hở khi làm việc, chủ yếu là do khe hở lắp đặt ban đầu bao gồm sự hấp thụ và các độ giãn nở nhiệt cho phép. Sự gia tăng này sẽ biến mất trong quá trình hoạt động của bạc, nhưng điều này sẽ mất thời gian.

Đề xuất khe hở làm việc cho các bạc Thordon, cũng như tất cả các vật liệu phi kim loại khác, thường là lớn hơn những quy định cho các loại bạc kim loại.

Khe hở làm việc là cần thiết cho việc thiết lập một lớp màng bôi trơn lỏng thỏa đáng. Điều này đảm bảo an toàn để cho phép giảm ma sát và nhiệt độ phát sinh trong quá trình hoạt động. Hình 3.4 minh họa cho khe hở làm việc chấp phép đối với các loại bạc Thordon trong công nghiệp và hàng hải.

Khe hở làm việc là sự khác biệt hoàn toàn về kích thước giữa việc lắp đặt với đường kính của ổ đỡ sau khi tính toán những tác động của sự hấp thụ nhiệt độ và nước, và đường kính ngoài của trục.



Hình 3.4. Khe hở làm việc tối thiểu của bạc nhựa Thordon

3.10. Hệ số giãn nở nhiệt cho phép

Hệ số giãn nở nhiệt cho phép (C_t) là một khe hở bổ sung phải được đưa vào tính toán khi bạc sẽ hoạt động ở nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ môi trường xung quanh. Các hệ số C_t được tính dựa trên hệ số giãn nở nhiệt của Thordon sử dụng công thức sau đây.

$$C_t \text{ (diametrical)} = 2 \text{ W.T. } \alpha (T_0 - T_a)$$

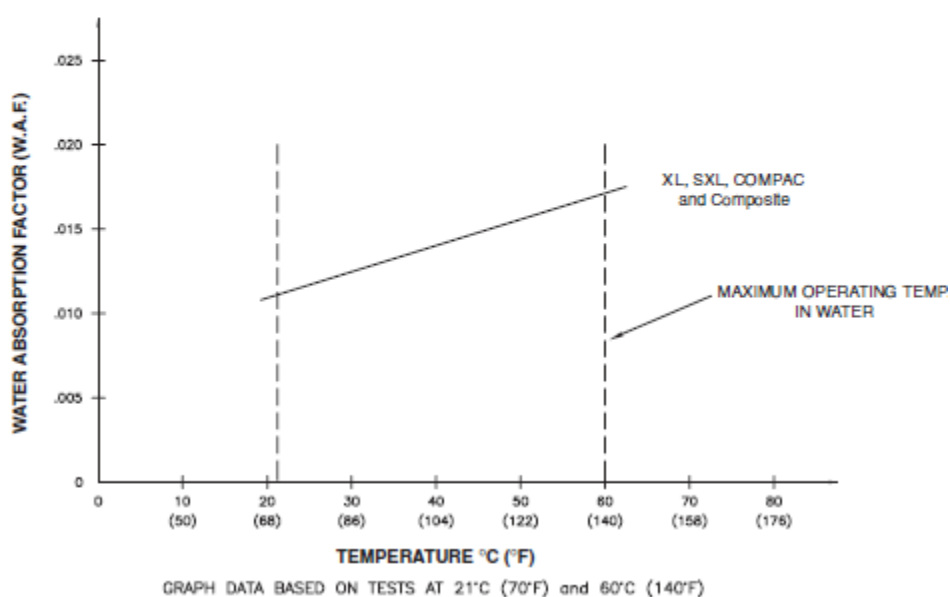
α = Hệ số nở nhiệt của Thordon như sau:

Đối với một phạm vi nhiệt độ từ 0 °C đến 30 °C (32 °F đến 86 °F)

XL và Composite: $\alpha = 0.000148 / ^\circ\text{C}$ ($0.000082 / ^\circ\text{F}$)

SXL và compac: $\alpha = 0.000151 / ^\circ\text{C}$ ($0.000084 / ^\circ\text{F}$)

3.11. Hệ số hấp thụ cho phép



Hình 3.4. Yếu tố hấp thụ nước

Thordon thường hấp thụ chất lỏng với tốc độ 1,3% khối lượng, mặc dù trong chất lỏng ẩm hơn việc sự giãn nở về thể tích có thể đạt được một tỷ lệ 2%. Mặc dù ít hơn đáng kể so với hầu hết các sản phẩm phi kim loại khác, sự giãn nở này phải được đưa vào tính toán vì nó làm giảm đường kính doa cũng như làm tăng một chút độ dôi. Hệ số hấp thụ (C_s) được tính theo công thức sau đây.

$$C_s \text{ (diametrical)} = \text{W.A.F.} \times \text{W.T.}$$

Trong đó:

W.A.F. là yếu tố hấp thụ nước được xác định từ Hình 3.5 cho nhiệt độ hoạt động tối đa gần đúng.

W.T. là độ dày thành bạc.

KẾT LUẬN

Đề tài “*Nghiên cứu tính toán, thiết kế bạc trục chong chóng bằng vật liệu Thordon*” góp phần bổ xung và phát triển cơ sở lý thuyết, phương pháp tính toán và thiết kế bạc trục chong chóng hiện nay ở Việt nam, giúp các kỹ sư có thêm tài liệu để tham khảo khi tính toán và thiết kế bạc trục chong chóng bằng vật liệu phi kim.

Đề tài cũng góp phần giúp cho các nhà nghiên cứu, kỹ sư và sinh viên đang theo học ngành máy tàu thủy dần dần làm chủ hoàn toàn việc tính toán và thiết kế bạc trục chong chóng, thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật và phù hợp với các yêu cầu của Đăng kiểm.

Các nghiên cứu của đề tài này, có thể sử dụng làm tài liệu tham khảo cho nghiên cứu, đào tạo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Selutrenco. Sửa chữa và lắp ráp hệ thống động lực tàu thủy. Nhà xuất bản Lêningrat – 1974.
2. Nguyễn Đăng Cường, Hà Tôn . Lắp ráp và sửa chữa thiết bị tàu thủy. Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội – 1998.
3. Quy trình công nghệ của các nhà máy đóng và sửa chữa tàu.
4. Tiêu chuẩn Việt nam, TCVN (2003), Qui phạm phân cấp và đóng tàu biển vỏ thép, Hà nội.
5. Engtex group. Bạc lót Ferroform, tài liệu thiết kế, gia công và lắp đặt.
6. ThorPlas_Engineering_Manual.
7. Marine_Bearing_Installation_Manual.

PHỤ LỤC

VÍ DỤ TÍNH TOÁN:

Dữ liệu ban đầu:

- Loại hình khai thác: Bạc nhựa trực chong chóng tàu thủy.
- Đường kính trục: 250mm +0.00 / - 0.10mm
- Đường kính cốt bạc: 300mm + 0.10 / -0.00mm
- Chiều dài cốt bạc: 1000mm
- Nhiệt độ khai thác: Min. -2°C Max. 30°C
- Nhiệt độ môi trường: 21°C

Tính đường kính ngoài:

Bước 1:

Độ dôi lắp ép đối với đường kính cốt bạc 300mm ở nhiệt độ môi trường 23°C được tra trong đồ thị hình 20a. là 1.85mm.

Bước 1.1:

Đường kính ngoài của bạc O.D = Đường kính lớn nhất của cốt bạc + độ dôi lắp ép = 300.10 + 1.85 = 301.95mm

Theo tiêu chuẩn dung sai chế tạo của bạc, đường kính ngoài của bạc như sau:

$$O.D = 301.95 + 0.13 / - 0.00 \text{mm.}$$

Tính đường kính trong của bạc:

Bước 2:

$$\text{Hệ số doa trong hình 23} = 1.147$$

$$\text{Hệ số doa thực tế} = \text{Độ dôi trung bình} \times \text{hệ số doa}$$

$$\text{Độ dôi trung bình} = \text{Độ dôi (bước 1)} + 50\% \text{ của dung sai chế tạo cốt bạc và đường kính ngoài của bạc} = 1.85 + (0.10 + 0.13) / 2 = 1.97 \text{mm.}$$

$$\text{Hệ số doa thực tế là: } 1.97 \times 1.147 = 2.26 \text{mm.}$$

Bước 3:

Khe hở làm việc đối với trục chong chóng đường kính 250mm được tra trong hình 25 là 0.96mm.

Bước 4:

Hệ số giãn nở nhiệt (C_t) = $2W\alpha(T_o - T_a)$

$$C_t = 2 \times 25 \times 0.000151 \times 9 = 0.07\text{mm}$$

Bước 5:

Hệ số hấp thụ: $C_s = W.A.F$ (trong hình 27) x chiều dày thành bạc

$$C_s = 0.0124 \times 25 = 0.31\text{mm}.$$

Tổng khe hở làm việc cho phép = Bước 2 + Bước 3 + Bước 4 + Bước 5 = 3.6mm

Bước 6:

Đường kính trong I.D = Đường kính lớn nhất của trục + Tổng khe hở làm việc cho phép = $250 + 3.6\text{mm} = 253.60\text{mm}$

Với dung sai chế tạo $+0.13/-0.00\text{mm}$

Đường kính trong của bạc I.D = $253.6 + +0.13/-0.00\text{mm}$

Khe hở lắp đặt nhỏ nhất = Bước 3 + Bước 4 + Bước 5 = 1.34mm

Tính chiều dài bạc:

Bước 1:

Hệ số giãn nở nhiệt theo chiều dài bạc:

$$C_t = 1000 \times 0.000151 \times 9 = 1.36\text{mm}$$

Bước 2:

Hệ số hấp thụ theo chiều dài bạc $C_s = 0.005 \times 1000 = 5.00\text{mm}$

Bước 3:

Chiều dài gia công bạc = chiều dài cốt bạc – hệ số giãn nở nhiệt theo chiều dài
cho phép – hệ số hấp thụ theo chiều dài cho phép = 1000 – 1.36 – 5.00 =
99.3.64mm

Với dung sai chế tạo theo chiều dài bạc:

$$L = 993.64 +0.00/-1.00\text{mm}$$

ĐỒ THỊ TRA CỨU KHI TÍNH TOÁN THIẾT KẾ

Figure 20a: Housing Interference: XI Bearings (Metric)

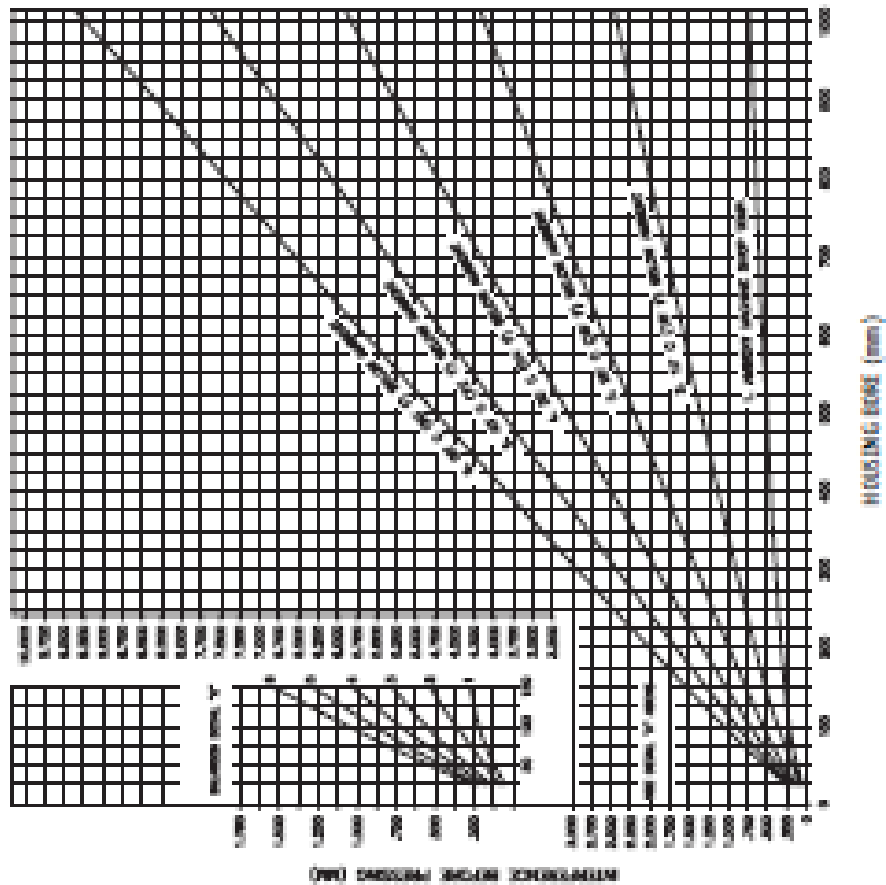


Figure 20b: Housing Interference: XI Bearings (Imperial)

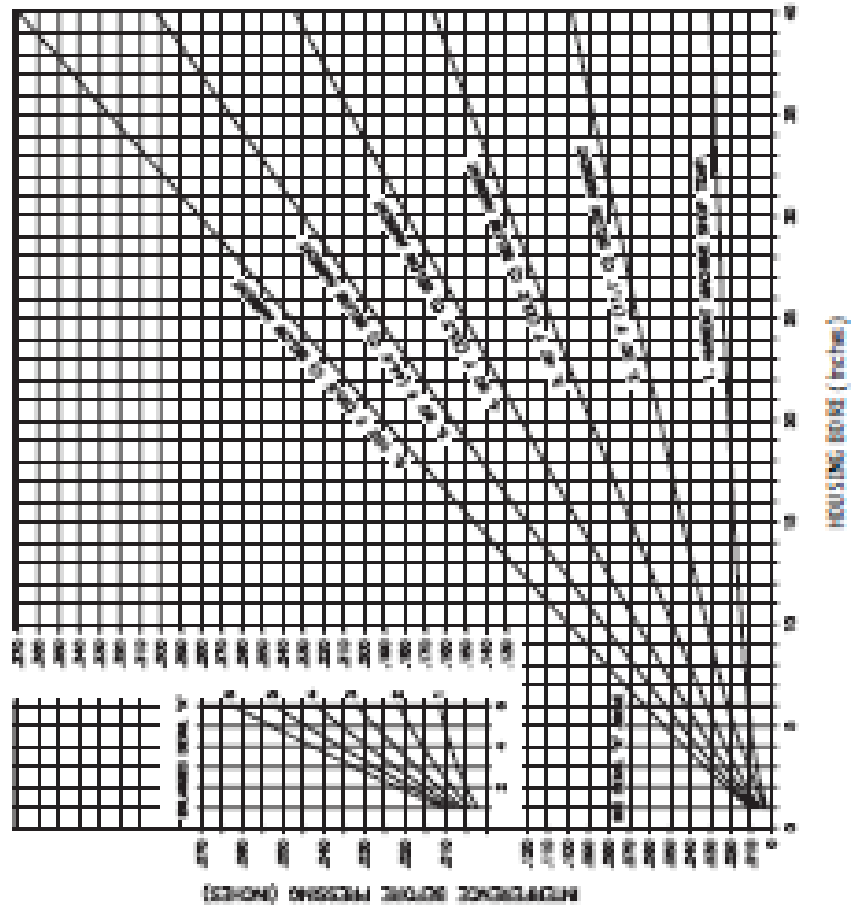
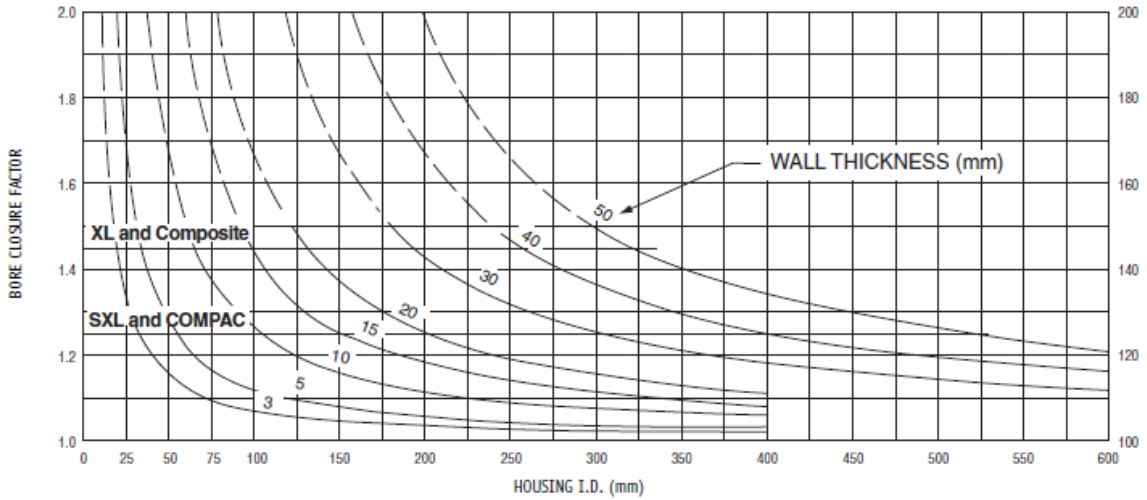
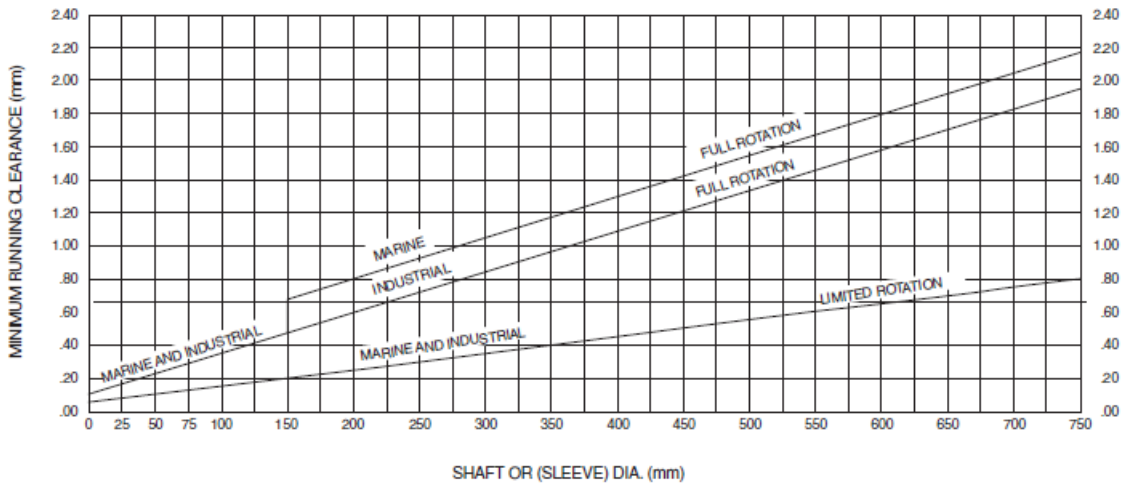


Figure 23: Bore Closure Factor For Various Wall Thicknesses, Metric



Note: This graph has been limited for use up to a maximum bore closure factor of 1.25 for SXL and COMPAC, and a maximum of 1.45 for XL and Composite.

Figure 25: Minimum Running Clearance For Thordon Bearings Related To Shaft Diameter, Metric



Note: Small bearing clearances reflect industrial standards. Larger marine bearings, 150mm and above are given greater clearance to reflect Class Society requirements.
Note: Where applicable, additional allowances must be made for thermal expansion and water swell. Refer to Steps 5/6 in Calculation Procedures.

**Figure 27: Water Absorption Factor (W.A.F.)
For Various Water Temperatures**

