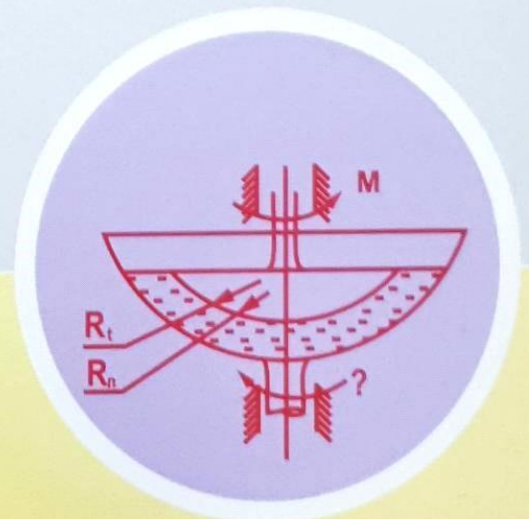
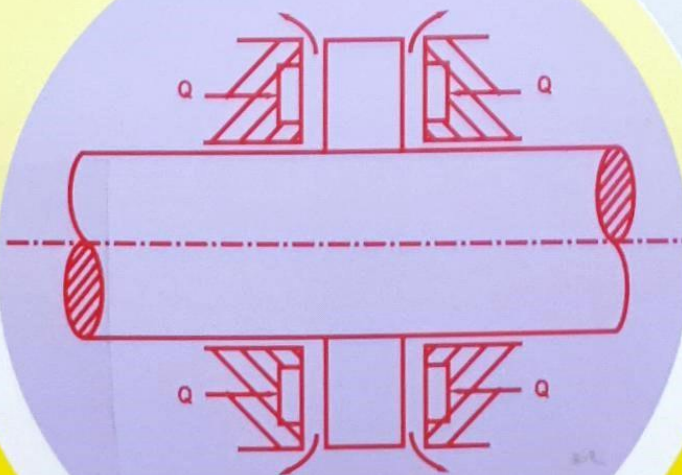
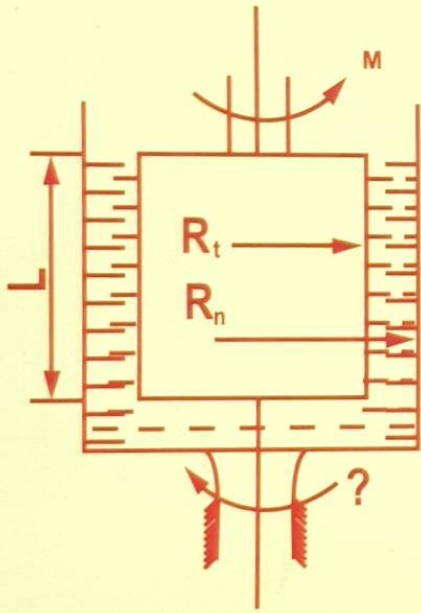


PGS.TS Nguyễn Doãn Ý

# GIÁO TRÌNH MA SÁT MÒN BÔI TRƠN TRIBOLOGY



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS. TS NGUYỄN DOÃN Ý

## LỜI NÓI ĐẦU

Một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất đặt ra đối với nước ta trong thời kỳ tiếp tục tiến hành công nghiệp hóa và hiện đại hóa là sử dụng hiệu quả nhất các trang thiết bị hiện có. Nói cách khác là: cần phải nâng cao độ tin cậy và tuổi thọ của các máy móc, dụng cụ, trang thiết bị, nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế và xã hội đối với điều kiện phát triển.

Cùng với sự phát triển khoa học kỹ thuật, các yêu cầu mới cũng được đặt ra đối với các máy móc thiết bị, thí dụ như trong điều kiện chân không, nhiệt độ cao, quá thấp, môi trường xâm thực... Các yêu cầu về độ tin cậy và tuổi thọ của các máy móc thiết bị, khi các thiết bị này được sử dụng trong các ngành công nghiệp khác biệt này. Việc nâng cao độ tin cậy và tuổi thọ không chỉ mang ý nghĩa lớn với các nhà máy, công ty mà còn là một yêu cầu cấp thiết đối với các ngành kinh tế khác.

## GIÁO TRÌNH

# MA SÁT – MÒN – BÔI TRƠN

## TRIBOLOGY

Ma sát, mòn, bôi trơn (Tribology) đóng vai trò quan trọng nhất. Nó quyết định đến trên 95% độ tin cậy và tuổi thọ của các máy móc, dụng cụ, trang thiết bị. Ma sát, mòn và bôi trơn là ba vấn đề liên quan hữu cơ với nhau, không thể giải quyết riêng biệt từng vấn đề, không thể chống mòn mà không quan tâm đến ma sát và bôi trơn, ngược lại không thể chỉ nghĩ đến kỹ thuật bôi trơn và vật liệu bôi trơn nếu chưa rõ bản chất của ma sát và mòn.

Nội dung được trình bày trong sách này là những vấn đề cơ bản về ma sát, mòn, bôi trơn, có thể sẽ có ích cho các sinh viên, học sinh trung học, nghiên cứu sinh và các kỹ sư đang hoạt động trong lĩnh vực nâng cao độ tin cậy, tuổi thọ của máy móc, thiết bị.

Do tính chất rộng lớn của vấn đề và là một khoa học liên ngành nên trong phạm vi một cuốn sách không thể trình bày đầy đủ cơ sở lý thuyết, tính toán và kết quả thực nghiệm. Các nội dung tỉ mỉ hơn sẽ được trình bày trong các chuyên ngành riêng: Ma sát - Mòn - Bôi trơn.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Giáo sư, Viện sĩ Nguyễn Anh Tuấn và các giảng viên bộ môn Máy và Ma sát học Khoa Cơ khí Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã giúp đỡ, đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho quá trình biên soạn cuốn sách.



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT  
HÀ NỘI

## LỜI NÓI ĐẦU

Một trong những nhiệm vụ quan trọng nhất đặt ra đối với nước ta trong thời kì tiếp cận với tự động hóa và hiện đại hóa là sử dụng hiệu quả nhất các trang thiết bị hiện có. Nói cách khác là: cần phải nâng cao độ tin cậy và tuổi thọ của các máy móc, dụng cụ, trang thiết bị, nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế và xã hội đối với đầu tư phát triển.

Cùng với sự phát triển khoa học kỹ thuật, các yêu cầu mới cũng được đặt ra đối với các máy móc thiết bị, thí dụ như trong điều kiện chân không, nhiệt quá cao, quá thấp, môi trường xâm thực, ăn mòn hóa học... Độ tin cậy và tuổi thọ cần phải được xác định, khi các thiết bị làm việc trong điều kiện khốc liệt này. Việc nâng cao độ tin cậy và tuổi thọ không chỉ mang ý nghĩa lớn với các nhà máy, công ty mà còn là nhiệm vụ quan trọng đối với cả quốc gia và quốc tế.

Trong các vấn đề chung liên quan đến độ tin cậy, tuổi thọ của máy thì vấn đề **Ma sát, mòn, bôi trơn (Tribology)** đóng vai trò quan trọng nhất. Nó quyết định đến trên 95% độ tin cậy và tuổi thọ của máy và thiết bị.

Ma sát, mòn và bôi trơn là ba vấn đề liên quan hữu cơ với nhau, không thể giải quyết riêng biệt từng vấn đề, không thể chống mòn mà không quan tâm đến ma sát và bôi trơn, ngược lại không thể chỉ nghĩ đến kỹ thuật bôi trơn và vật liệu bôi trơn nếu chưa rõ bản chất ma sát và mòn của đối tượng.

Nội dung được trình bày trong cuốn sách này là những vấn đề cơ bản về ma sát, mòn, bôi trơn, có thể sẽ đáp ứng một phần quan trọng đối với các sinh viên, học viên cao học, nghiên cứu sinh, các nhà nghiên cứu đang hoạt động trong lĩnh vực nâng cao độ tin cậy, tuổi thọ của máy móc, thiết bị.

Do tính chất rộng lớn của vấn đề và là một khoa học liên ngành nên trong phạm vi một cuốn sách không thể trình bày đầy đủ cơ sở lý thuyết, tính toán và kết quả thực nghiệm. Các nội dung tỉ mỉ hơn sẽ được trình bày trong các chuyên ngành riêng: Ma sát - Mòn - Bôi trơn.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Giáo sư, Viện sĩ Nguyễn Anh Tuấn và các giảng viên bộ môn Máy và Ma sát học Khoa Cơ khí Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã giúp đỡ, đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho quá trình biên soạn cuốn sách.

Tác giả

# MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
<b>Phần I</b>	
<b>NGÀNH HỌC TRIBOLOGY</b>	
1.1. Định nghĩa	5
1.2. Mục đích	5
1.3. Phân loại Tribology	5
1.4. Kỹ thuật Tribology	5
<b>Phần II</b>	
<b>MA SÁT</b>	
<b>Chương 1. Các đặc trưng cơ bản của ma sát</b>	
1.1 Định nghĩa, các thuật ngữ chính	7
1.2. Các đặc trưng cơ bản của ma sát	7
1.3. Phân loại ma sát	9
1.4. Tổng quan về phân loại ma sát	11
1.5. Đồ thị nguyên tắc của hệ số ma sát	11
1.6. Tính hệ số ma sát	13
<b>Chương 2. Thông số hình học bề mặt tiếp xúc</b>	
2.1. Tiếp xúc của bề mặt	15
2.2. Chất lượng bề mặt chi tiết máy	19
2.3. Sự tiếp xúc của bề mặt có độ nhám lớn	34
2.4. Các tính chất lưu biến của tiếp xúc	46
2.5. Phương pháp và công cụ nghiên cứu bề mặt tiếp xúc	47
<b>Chương 3. Hệ số ma sát ngoại và dịch chuyển ban đầu</b>	
3.1. Khái niệm chính	51
3.2. Sự tương tác của các vật rắn	51
3.3. Tính hệ số ma sát tĩnh	73

<b>Chương 4. Tính ma sát trên cơ sở có hình</b>	
4.1. Tính ma sát khô (không có chất bôi trơn)	87
4.2. Ma sát giới hạn	94

<b>Chương 5. Ma sát ướt</b>	
5.1. Xây dựng công thức tính ma sát ướt	95
5.2. Thí dụ	98

### Phần III MÒN

<b>Chương 6. Mòn cặp ma sát và chi tiết máy</b>	
6.1. Định nghĩa và phương pháp tính mòn cổ điển	99
6.2. Tổng quan về mòn	100
6.3. Một số thông số tính mòn	103
6.4. Các thông số tính đường biên bề mặt tiếp xúc	104

<b>Chương 7. Tính mòn trên cơ sở cơ hình và năng lượng</b>	
7.1. Tính mòn trên cơ sở cơ hình	106
7.2. Tính mòn trên cơ sở năng lượng	109

<b>Chương 8. Mòn cặp chuyển động tịnh tiến đảo chiều</b>	
8.1. Một số giả thiết chính	111
8.2. Xây dựng đồ thị mòn	111
8.3. Thí dụ tính mòn cặp chi tiết có $k_{pk} = 1$	117

<b>Chương 9. Đặc trưng độ tin cậy và tuổi thọ của cặp ma sát</b>	
9.1. Đặc trưng độ tin cậy của cặp ma sát	119
9.2. Định nghĩa độ tin cậy của cặp ma sát	120
9.3. Nguyên nhân gây hỏng cặp ma sát	121
9.4. Hiện tượng mòn	122
9.5. Xác định các thông số độ tin cậy khi lượng mòn là hàm phi tuyến của thời gian	137
9.6. Một số thí dụ áp dụng	139

## Phân IV KỸ THUẬT BÔI TRƠN

### Chương 10. Mở đầu

10.1. Lịch sử phát triển, phân loại kỹ thuật sôi trôn	157
10.2. Một số phương trình cơ bản sử dụng trong kỹ thuật sôi trôn	163
10.3. Ổ trượt	173

### Chương 11. Bôi trôn thủy động

11.1. Khái niệm và phân loại	176
11.2. Bôi trôn ổ dài vô tận	177
11.3. Bôi trôn ổ có chiều dài giới hạn	181
11.4. Ổ hướng kính có bạc tự lựa	186

### Chương 12. Bôi trôn rôi. Tính toán ổ hướng kính, bạc kín bôi trôn rôi

12.1. Điều kiện bôi trôn rôi	195
12.2. Sự phân bố áp lực	196
12.3. Tải trọng chịu được của ổ	197
12.4. Mômen ma sát	199
12.5. Lượng tiêu hao dầu bôi trôn	200
12.6. Chế độ nhiệt	201
12.7. Các điều kiện tối ưu	202

### Chương 13. Bôi trôn thủy động tiếp xúc

13.1. Khái niệm chung	205
13.2. Giải bài toán bôi trôn thủy động của lớp dầu có độ nhớt không đổi giữa các bề mặt không biến dạng	206
13.3. Giải bài toán bôi trôn thủy động tiếp xúc đối với chất lỏng Newton	210
13.4. Giải bài toán đẳng nhiệt dừng đối với chất lỏng Newton một cách gần đúng	211

### Chương 14. Bôi trôn ổ thủy tĩnh

14.1. Khái niệm chung	220
14.2. Các hiện tượng chính trong ổ thủy tĩnh	222
14.3. Nhân tố ảnh hưởng đến sự làm việc của ổ	224
14.4. Thiết kế thủy tĩnh	224
14.5. Tính toán ổ thủy tĩnh	229

**Phần V**  
**BÔI TRƠN KHÍ**

<b>Chương 15. Giới thiệu chung về ổ khí</b>	
15.1. Vị trí vai trò của bôi trơn khí trong kỹ thuật	245
15.2. Các dạng cơ bản của ổ trực bôi trơn bằng khí	246
15.3. Phân tích ưu, nhược điểm của ổ bôi trơn khí	248
15.4. Phạm vi sử dụng ổ trực bôi trơn khí	250
15.5. Kết luận	256
<b>Chương 16. Vật liệu dùng chế tạo ổ khí</b>	
16.1. Các vật liệu dùng để chế tạo ổ khí	257
16.2. Giới thiệu về graphit dùng làm bạc	264
<b>Chương 17. Cơ sở lý thuyết bôi trơn khí</b>	
17.1. Mở đầu	270
17.2. Phương trình bôi trơn khí trong trường hợp tổng quát và trường hợp riêng	271
17.3. Phương trình bôi trơn khí dạng có chứa các tham số không thứ nguyên	280
17.4. Phương trình chuyển động trong bôi trơn khí	281
17.5. Kết luận	282
<b>Chương 18. Tính ổ bôi trơn khí</b>	
18.1. Ổ làm việc ở chế độ dừng	284
18.2. Một số ví dụ	309
<b>Phụ lục</b>	312
<b>Tài liệu tham khảo</b>	325
	330