LỜI NÓI ĐẦU

Thiết bị của tàu thủy và công trình nổi đóng vai trò đảm bảo khai thác tin cậy và hiệu quả tàu hoặc công trình nổi, cũng như đảm bảo an toàn cho con người trên nó. Chúng rất đa dạng về chức năng thực hiện và chủng loại kết cấu, nhưng đều có dấu hiệu chung – các yếu tố cơ bản của chúng đều nằm bên ngoài thân tàu hoặc công trình.

Theo truyền thống, chức năng của thiết bị tàu thủy và công trình nổi liên quan đến sự điều khiển chuyển động của tàu và công trình, giữ nó trong vùng nước trước bến đã biết, hoặc là ở cầu tàu, bến bãi, nơi khai thác, đảm bảo kéo, làm hàng và thao tác cứu sinh, v.v. Tất cả các thiết bị này sẽ được nghiên cứu trong giáo trình "Thiết bị tàu thủy và công trình nổi". Giáo trình này được chia thành ba phần: phần thứ nhất bài thuật quá trình động trong thiết bị tàu thủy và công trình nổi, cũng như về các liên kết không chịu nén của các thiết bị này; phần thứ hai trình bày về các thiết bị của tàu thủy nói chung, còn các thiết bị của công trình nổi sẽ được đề cập đến trong phần thứ ba của giáo trình, mà chủ yếu là hệ thống neo giữ của giàn khoan bán chìm và thiết bị định vị, nâng – hạ của giàn tự nâng. Căn cứ vào mức độ phổ biến trên giàn khoan, các thiết bị trên giàn khoan được chia thành thiết bị có công dụng chung và thiết bị có công dụng đặc biệt. Ở nhóm thứ nhất đưa vào các thiết bị, có thể tính tương tự như thiết bị của tàu thủy nói chung. Chúng gặp phải ở biến thể này hay biến thể khác ở tất cả các giàn đã thấy từ trước. Ở chúng trước hết liên quan đến thiết bị cứu sinh, thiết bị hàng hóa, thiết bị kéo – chằng buộc, thiết bị neo, mà ít có ý nghĩa đối với sự khai thác độc lập công trình nổi. Thời gian vừa qua, các thiết bị này cũng thay đổi khá nhiều, đã và đang hoàn thiện phương pháp thiết kế chúng. Cùng với các yêu cầu về giữ gìn và bảo vệ môi trường xung quanh, sự làm việc của các cơ cấu máy móc trên tàu và các công trình nổi, lợi ích kinh tế, nguồn dự trữ năng lượng, v.v, cũng ngày càng tăng cao. Tất cả các yếu tố này đòi hỏi phải viết lại một giáo trình mới về thiết bị tàu thủy và công trình ngoài khơi.

Giáo trình này được mở rộng, cập nhật đáng kể so với một số tài liệu đã được viết trước đây, bổ sung thường xuyên vào các thành phần của thiết bị tàu thủy và công trình nổi, các chức năng tích hợp của chúng, đưa ra các giải pháp kết cấu mới. Các tài liệu mới chứa trong giáo trình này, liên quan đến giới thiệu đại cương về nắp hầm hàng và các cầu dẫn, tính toán thiết bị phòng tránh va, bảo vệ tàu khỏi hư hại khi chằng buộc dựa trên lý thuyết mới – lý thuyết năng lượng của va đập, đưa ra sơ đồ tính toán thiết bị cứu sinh trên cơ sở tính toán tự động và một số thiết bị khác với việc sử dụng lý thuyết xác suất hoặc lý thuyết độ tin cậy. Trước hết thực hiện mô tả toán học sự tương tác giữa neo và đáy biển, trình bày sự tiếp cận chức năng, trang bị các phương tiện cứu sinh kiểu mới, v.v.

Trong giáo trình này cũng phản ánh sự thay đổi trong phương pháp thiết kế thiết bị tàu và công trình nổi. Một thời gian dài, các phương pháp này cơ bản được thực hiện theo sơ đồ tĩnh. Song, thiết kế hợp lý cho các thiết bị này chỉ có thể khi tính đến đầy đủ các đặc điểm khai thác của chúng. Vì thế cho nên, sẽ tăng thời lượng nghiên cứu về vai trò của dao động, sự va đập, giật và các hiện tượng động khác, xuất hiện trong các yếu tố của thiết bị tàu thủy

và công trình nổi, tất cả các điều này cũng được thể hiện trong giáo trình "Thiết bị tàu thủy và công trình nổi".

Giáo trình gồm 12 chương, trước hết giới thiệu cho độc giả tìm hiểu về các tài liệu ở hai chương đầu. Trong các chương này trình bày phương pháp luận thiết kế thiết bị của tàu thủy và công trình nổi, được hiểu là cần thiết để đọc các chương còn lại. Đồng thời, các chương sau nếu không liên quan đến hai chương này thì có thể được độc giả tách riêng.

Giáo trình cũng đã chú ý đến các vấn đề mới khi nghiên cứu cách thiết kế, chế tạo và khai thác các thiết bị tàu thủy và công trình nổi, thường xuyên được ứng dụng trong các trường đại học, cao đẳng, các cán bộ, công nhân kỹ thuật trong các nhà máy đóng tàu. Nó cũng có thể hữu ích đối với nhiều ngành nghề gắn liền với biển và đại dương: đánh bắt cá, du lịch biển bằng thuyền buồm và một số loại hình thể thao dưới nước khác.

Khi viết cuốn sách này, tác giả đã vận dụng những kinh nghiệm thực tế, sưu tầm nhiều tài liệu liên quan đến giảng dạy cho chuyên ngành Thiết kế tàu thủy và công trình nổi, cũng như chuyên ngành Đóng tàu thủy và công trình nổi, đồng thời dựa trên đề cương đã được duyệt của môn học này. Tuy nhiên, do trình độ và kinh nghiệm còn hạn chế, cuốn sách chắc không thể tránh khỏi những khiếm khuyết, rất mong được sự đóng góp ý kiến của độc giả để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong lần tái bản. Tác giả xin chân thành cảm ơn các ý kiến đóng góp quý báu đó. Mọi thư từ liên lạc xin gửi về tác giả theo địa chỉ: Bộ môn Lý thuyết – Thiết kế tàu thủy, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam.

Tác giả

MỤC LỤC

Lời mở đầu **3**

PHẦN THỨ NHẤT: PHƯƠNG PHÁP LUẬN VỀ THIẾT KẾ THIẾT BỊ TÀU THỦY VÀ CÔNG TRÌNH NỔI **5**

***Chương 1*: QUÁ TRÌNH ĐỘNG TRONG THIẾT BỊ TÀU THỦY VÀ CÔNG TRÌNH NỔI** **5**

1.1. Lực tác dụng lên thiết bị tàu thủy và công trình nổi **5**

1.2. Sóng biển **8**

1.2.1. Sóng gió 8

1.2.2. Sóng lừng 12

1.2.3. Sóng tàu 13

1.3. Chòng chành..... **16**

1.4. Lực thủy động **21**

1.4.1. Lực thủy động tác dụng lên vật thể chuyển động ở bề mặt nước 24

1.4.2. Ảnh hưởng độ ngập sâu của đối tượng đến lực thủy động ... 26

1.4.3. Ảnh hưởng của thành rắn đến lực thủy động 27

1.4.4. Lực thủy động xuất hiện khi nâng đối tượng từ nước 28

1.4.5. Lực thủy động khi đối tượng va đập vào nước 30

1.5. Hiện tượng động do các cơ cấu dẫn động gây ra trên các yếu tố của thiết bị tàu thủy và công trình nổi **32**

1.5.1. Dẫn động điện 32

1.5.2. Dẫn động thủy lực 33

1.6. Đặc điểm của biện pháp xác suất trong tính toán thiết bị tàu thủy và công trình nổi ở chế độ động **36**

***Chương 2*: CÁP VÀ XÍCH**..... **40**

2.1. Sử dụng liên kết mềm trong thiết bị tàu thủy và công trình nổi **40**

2.2. Kết cấu cáp và xích **42**

2.3. Khối lượng dài và độ bền của liên kết mềm **47**

2.4. Tính biến dạng và tính chất ma sát của cáp …….. **51**
2.5. Tĩnh học không gian của dây mềm ……. **56**
2.6. Tĩnh học dây phẳng ……. **60**
2.7. Lực thủy động xất hiện khi liên kết mềm tương tác với dòng chất lỏng …….. **75**
2.8. Tính toán liên kết mềm trong dòng chất lỏng …… **79**
2.9. Dao động của liên kết mềm …….. **84**
2.9.1. Dao động dọc của liên kết mềm …… 84
2.9.2. Dao động ngang của liên kết mềm …… 88
PHẦN THỨ HAI: THIẾT BỊ TÀU THỦY **93**
***Chương 3*: THIẾT BỊ LÁI** ……. **93**
3.1. Khái niệm chung về tính điều khiển tàu thủy ……... **93**
3.2. Tác dụng của bánh lái ……. **99**
3.2.1. Cơ chế quay vòng của tàu khi bẻ lái ……. 99
3.2.2. Các giai đoạn chuyển động của tàu trong quá trình quay vòng …….. 103
3.2.3. Tính ổn định hướng đi của tàu …….. 105
3.2.4. Các thông số xác định đặc trưng tính quay trở của tàu ……. 107
3.3. Các thông số kỹ thuật cơ bản của bánh lái ……... **108**
3.4. Các đặc trưng thủy động lực học của bánh lái cô lập ……. **112**
3.5. Ảnh hưởng của thân tàu, chong chóng và bề mặt nước tự do đến các đặc trưng thủy động lực học của bánh lái …….. **121**
3.6. Tải trọng và mô men xoắn tính toán của thiết bị lái ……... **130**
3.7. Tính toán mô men uốn và phản lực gối đỡ trên trục lái ……. **133**
3.7.1. Bánh lái loại *I* ÷ *IV* và *VI* ÷ *XII* 133
3.7.2. Bánh lái loại *XIII* ……... 141
3.7.3. Bánh lái loại *XIV* ……... 142
3.8. Tiêu chuẩn bền và các công thức tính toán …….. **143**
3.8.1. Trục lái …….. 143

3.8.2. Tấm bánh lái …….. 144
3.8.3. Gân đuôi bánh lái …….. 151
3.9. Mối nối giữa trục lái với bánh lái ……... 152
3.9.1. Mối nối bu-lông với mặt bích nằm ngang …… 152
3.9.2. Mối nối côn với then ……. 153
3.9.3. Mối nối côn không then …… 154
3.9.4. Chốt của bánh lái ……... 156
3.9.5. Trụ lái tháo được ……... 158
3.10. Ổ đỡ trục lái …… 160
3.11. Tính toán công suất yêu cầu của dẫn động lái và lựa chọn máy lái 161……...
3.12. Đạo lưu định hướng xoay …….. 168
3.12.1. Khái niệm chung ……. 168
3.12.2. Các đặc trưng hình học của hệ đạo lưu – cánh giữ hướng .. 169
3.13.3. Các đặc trưng thủy động học của hệ đạo lưu – cánh giữ hướng …… 172
3.13.4. Tải trọng và mô men xoắn tính toán đối với đạo lưu định hướng xoay ……... 179
3.13.5. Mô men uốn và phản lực gối đỡ tính toán trên trục lái với đạo lưu định hướng xoay loại *XV* ……. 182
3.13.6. Kết cấu của trục lái, đạo lưu và cánh giữ hướng …… 182
***Chương 4*: THIẾT BỊ HÀNG HÓA …….. 187**
4.1. Khái niệm và phân loại …… 187
4.2. Lựa chọn sức nâng và cơ cấu nâng cho thiết bị hàng hóa …… 203
4.2.1. Lựa chọn sức nâng cho cần cẩu ……..... 203
4.2.2. Chọn tời hàng …… 203
4.2.3. Cơ cấu nâng ……... 205
4.2.4. Pu-li và pa-lăng ……. 206
4.3. Xác định kích thước của cần cẩu, cột cẩu …….. 209
4.3.1. Cần cẩu nhẹ làm việc đơn, có dây chằng và dây điều chỉnh 210

4.3.2. Cần cẩu nhẹ làm việc đơn, không có dây chằng, với dây điều chỉnh kép ……... 212

4.4.3. Cần cẩu nhẹ làm việc đôi có dây chằng và dây điều chỉnh ... 212

4.4. Xác định các thành phần ứng lực trong cần cẩu, cột cẩu …… **214**

4.4.1. Xác định ứng lực trên cần cẩu nhẹ làm việc đơn, có dây chằng, với dây điều chỉnh ……. 215

4.4.2. Cần cẩu nặng (làm việc đơn) có dây chằng và dây điều chỉnh ……. 217

4.2.3. Cần cẩu nhẹ làm việc đôi không có dây chằng với dây điều chỉnh kép (hệ cần *Halen*) ……. 222

4.2.4. Cần cẩu nhẹ làm việc đôi có dây chằng và dây điều chỉnh .. 224

4.5. Tính toán tiết diện cần cẩu, cột cẩu ……... **227**

4.5.1. Tính toán tiết diện cần cẩu …… 227

4.5.2. Tính toán tiết diện cột cẩu (tháp cẩu) ……... 232

4.6. Tính toán các chi tiết kết cấu của hệ cần cẩu, cột cẩu ……. **237**

4.6.1. Mã treo hàng đầu cần và mã quay cần …….. 237

4.6.2. Chạc và chốt đuôi cần ……... 238

4.6.3. Cụm mã quay bắt dây nâng cần …… 241

4.6.4. Các loại dây trong cần cẩu tàu thủy …….. 242

4.6.5. Móc cẩu ……. 243

4.7. Nắp hầm hàng và khả năng thích ứng để cố định hàng hóa ... 244

***Chương 5*: THIẾT BỊ NEO** …… **248**

5.1. Khái niệm chung …….. **248**

5.1.1. Lực bám của neo ……... 250

5.1.2. Chiều sâu thả neo …….. 251

5.1.3. Phân loại thiết bị neo ……. 251

5.1.4. Các yêu cầu cơ bản của thiết bị neo …….. 251

5.2. Phân loại neo và các đặc trưng cơ bản của neo ……. **252**

5.3. Xác định khối lượng của neo ……... **256**

5.3.1. Xác định khối lượng neo theo quy phạm …….. 256

5.3.2. Xác định khối lượng neo bằng phương pháp lý thuyết ……. 258
5.4. Dây neo …….. **268**
5.4.1. Phân loại xích neo ……. 269
5.4.2. Cấu tạo xích neo …… 269
5.5. Máy neo …… **270**
5.6. Các chi tiết khác của thiết bị neo ……... **274**
5.6.1. Lỗ thả neo …….. 274
5.6.2. Lỗ luồn dây neo ……. 280
5.6.3. Hãm và dừng neo …….. 281
5.6.4. Hầm xích neo …… 285
5.6.5. Thiết bị giữ và nhả nhanh gốc xích neo …… 285
5.7. Bố trí chung thiết bị neo ……. **287**
5.7.1. Trình tự thực hiện bố trí chung của thiết bị neo …… 287
5.7.2. Bố trí chung thiết bị neo với máy neo kiểu nằm ……... 287
5.7.3. Bố trí chung thiết bị neo với máy neo kiểu đứng …….. 289
5.7.4. Bố trí chung của thiết bị neo với tời neo – chằng buộc ……. 291
***Chương 6*: THIẾT BỊ CHẰNG BUỘC** ……. **294**
6.1. Các đặc trưng chung của thiết bị chằng buộc ……... **294**
6.2. Dây buộc ……... **298**
6.2.1. Phân loại cáp chằng buộc …….. 298
6.2.2. Xác định kích thước và số lượng cáp chằng buộc ……. 300
6.3. Các chi tiết khác của thiết bị chằng buộc …….. **306**
6.3.1. Cột buộc …… 306
6.3.2. Xô-ma luồn dây ……. 308
6.3.3. Lỗ luồn dây chằng buộc …… 310
6.3.4. Các máy móc của thiết bị chằng buộc ……... 313
6.3.5. Xác định lực kéo của các máy móc của thiết bị chằng buộc 317
6.3.6. Các phương tiện máy móc phụ trợ …… 317
6.3.7. Quả đệm chống va ……. 318

6.4. Bảo vệ tàu khỏi bị hư hại khi thao tác chằng buộc ……... **322**
6.4.1. Đặc tính chung của quả đệm chống va bảo vệ tàu …… 322
6.4.2. Năng lượng chi phí nhỏ nhất ……. 322
6.4.3. Giá trị áp suất tiếp xúc lớn nhất cho phép ……. 327
6.4.4. Lựa chọn các đặc trưng của quả đệm chống va bảo vệ ……. 328
6.5. Thiết kế thiết bị chằng buộc …….. **330**
6.6. Bố trí thiết bị chằng buộc ……... **332**
***Chương 7*: THIẾT BỊ CỨU SINH** ……. **342**
7.1. Khái niệm chung …….. **342**
7.2. Thao tác cứu sinh ……. **343**
7.2.1. Chuyển vận con người khỏi tàu bị nạn …….. 343
7.2.2. Cứu sống và tìm kiếm các phương tiện cứu sinh …….. 348
7.3. Phân loại thiết bị cứu sinh ……... **349**
7.3.1. Xuồng cứu sinh ……. 349
7.3.2. Phao cứu sinh …… 358
7.4. Thiết bị nâng hạ xuồng cứu sinh …… **361**
7.4.1. Phân loại giá xuồng ……... 362
7.4.2. Tính toán động – hình học và các lực của giá xuồng kiểu trọng lực …… 366
***Chương 8*: THIẾT BỊ KÉO** ……... **374**
8.1. Các đặc trưng chung của thiết bị kéo ……. **374**
8.2. Đặc điểm tính toán cáp kéo ……. **377**
8.2.1. Lựa chọn kích thước cáp kéo theo yêu cầu của quy phạm … 377
8.2.2. Tính toán kích thước của cáp kéo theo các công thức thực nghiệm …….. 378
8.2.3. Phương pháp tính toán xác định chiều dài cáp kéo …….. 379
8.3. Các yếu tố kết cấu của thiết bị kéo ……. **388**
8.3.1. Móc kéo ……. 389
8.3.2. Pu-li định hướng kéo ……. 392

8.3.3. Cung kéo 393
8.3.4. Vòng lăn dưới móc kéo 394
8.3.5. Vòm cuốn kéo 395
8.3.6. Cột kéo 396
8.3.7. Lỗ luồn dây cáp kéo 398
8.4. Thiết kế thiết bị kéo **399**
8.4.1. Thiết kế thiết bị kéo đối với tàu vận tải 399
8.4.2. Thiết kế thiết bị kéo cho tàu kéo 400
***Chương 9*: THIẾT BỊ PHÒNG TRÁNH VA CHẠM** **404**
9.1. Khái niệm chung **404**
9.2. Phương tiện radio **404**
9.3. Tín hiệu ánh sáng (đèn hiệu) 405
9.4. Các tín hiệu khác **408**
**PHẦN THỨ BA:
THIẾT BỊ CỦA GIÀN KHOAN NỔI** **409**
***Chương 10*. ĐIỀU KIỆN KHAI THÁC GIÀN KHOAN VÀ TẢI TRỌNG NGOÀI** **409**
10.1. Các thông số xác định điều kiện khai thác **409**
10.2. Tải trọng do tác dụng của gió **414**
10.3. Tải trọng do dòng chảy **420**
10.3.1. Tải trọng tác dụng lên các yếu tố dưới nước của giàn khoan 420
10.3.2. Sự tác dụng của dòng chảy lên đường ống dẫn trên biển 424
10.4. Tải trọng do sóng **426**
10.4.1. Tải trọng sóng tác động lên các yếu tố thẳng đứng của giàn khoan 431
10.4.2. Tải trọng sóng trên các yếu tố nằm ngang và nghiêng 434
10.4.3. Tải trọng sóng lên giàn khoan nổi tự nâng với kích thước thông ước (so sánh được) với chiều dài sóng 436
10.5. Tải trọng do băng và động đất. Sự va đập của tàu **438**

Chương 11. **HỆ THỐNG NEO ĐỊNH VỊ CỦA GIÀN KHOAN BÁN CHÌM** 445

11.1. Hệ thống định vị bằng dây neo **445**

11.2. Sơ đồ hệ thống neo định vị **449**

11.3. Các giả thiết cơ bản và các phương pháp tính toán **453**

11.4. Bố trí chung và các yếu tố kết cấu của hệ thống neo định vị **469**

Chương 12. **THIẾT BỊ NÂNG – HẠ CỦA GIÀN KHOAN NỔI TỰ NÂNG** 474

12.1. Công dụng và các chế độ sử dụng thiết bị nâng – hạ **474**

12.2. Các yếu tố kết cấu và dẫn động thiết bị nâng – hạ **478**

12.3. Xác định tải trọng tác dụng lên thiết bị nâng – hạ **487**

12.4. Cơ sở tính toán độ bền của cột chống **501**

12.5. Các cơ cấu của thiết bị nâng – hạ **511**

12.5.1. Truyền động thủy lực 511

12.5.2. Truyền động điện-cơ 520

Tài liệu tham khảo **527**

Mục lục **529**