



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

TRƯỜNG ĐẠI HỌC HÀNG HẢI VIỆT NAM
KHOA CÔNG TRÌNH
BỘ MÔN AN TOÀN ĐƯỜNG THỦY
----- oOo -----

TÀI LIỆU HỌC TẬP
(TEACHING & LEARNING MATERIALS)
CẢNG VÀ CÔNG TRÌNH BIỂN
(PORT AND MARINE CONSTRUCTION)

Tên học phần: Cảng và công trình biển

Trình độ đào tạo: Đại học

Hải Phòng, 2021

Topic 1. Overview of ports and the role of ports in economic development

MỞ ĐẦU

1.1. Một số khái niệm chung về giao thông vận tải và cảng

1.1.1. Vận tải và các dạng vận tải

- Giao thông vận tải là một bộ phận quan trọng của nền kinh tế quốc dân tuy nó không trực tiếp sản xuất ra của cải vật chất cho xã hội nhưng nó đảm nhận khâu vận chuyển hàng hoá từ nơi sản xuất đến nơi tiêu dùng, do đó nó là một trong những bộ phận quan trọng nhất của lực lượng sản xuất.

- Các hình thức vận tải hiện nay:

- + Giao thông đường bộ: đường sắt, đường ô tô.
- + Giao thông thuỷ: đường biển, đường sông.
- + Giao thông hàng không.
- + Giao thông đường ống.

- Mỗi một hình thức vận tải đều có đặc điểm nhất định và sẽ phát huy tác dụng tốt trong những điều kiện nhất định.

1.1.2. Đặc điểm của giao thông vận tải thuỷ

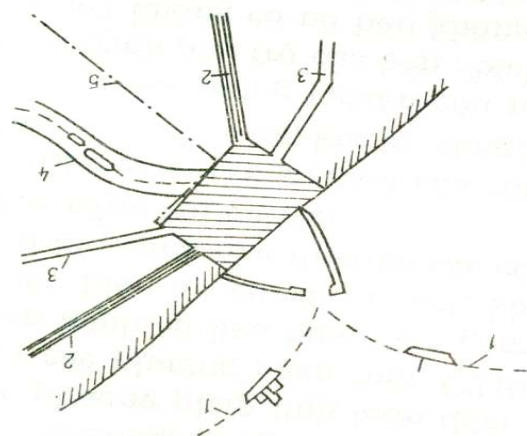
- Sức chở của phương tiện rất lớn mang tính siêu trường, siêu trọng.
- Phạm vi hoạt động của giao thông vận tải thuỷ mang tính toàn cầu.
- Chi phí cho phương tiện nhỏ nhất được thể hiện ở 2 khía cạnh:
 - + Chi phí nhiên liệu cho phương tiện là thấp nhất.
 - + Vốn đầu tư cho xây dựng, bảo quản, khai thác là thấp nhất.
- Tốc độ giao hàng đến nơi tiêu thụ tương đối nhanh.

1.1.3. Vai trò của Cảng

- Là nơi lánh nạn của tàu, điều này xảy ra khi do ảnh hưởng của thời tiết, khí hậu, tàu cần phải lánh nạn vào Cảng để đảm bảo an toàn.

- Là nơi xếp dỡ hàng hoá và ga hành khách. Đây là vai trò nguyên thủy của Cảng.

- Cung cấp dịch vụ cho tàu: lương thực, thực phẩm, nước ngọt, sửa chữa tàu.



Hình 1-1. Sơ đồ cảng là đầu mối giao thông

1. Vận tải biển; 2. Vận tải đường sắt; 3. Vận tải đường ô tô; 4. Vận tải đường thủy; 5. Vận tải đường ống

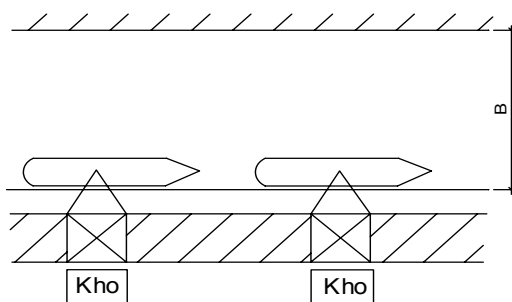
- Là cơ sở cho sự phát triển công nghiệp. Điều này liên quan đến yêu cầu của công nghiệp và cơ sở hạ tầng của chúng, làm thuận tiện cho việc phát triển thương mại thông qua Cảng. Quan điểm phát triển gần đây là các cảng tự do.

- Là một mắt xích trong dây truyền vận tải, là điểm nối giữa sự phục vụ của tàu và các dạng vận tải khác để cung cấp một mạng lưới phân phối hàng hoá quốc tế nói chung, thường là quan điểm vận chuyển liên hợp. Nó có thể liên quan đến đường sắt, đường ô tô, đường sông, đường ống.

1.2. Cấu tạo Cảng

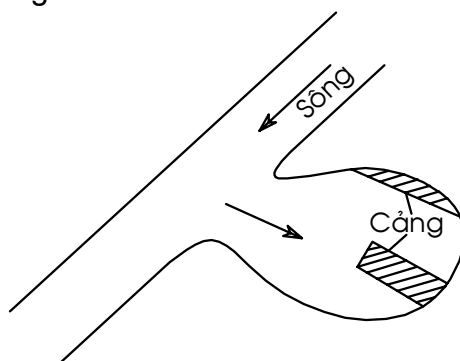
1.2.1. Cảng sông

1.2.1.1. Cảng trong lòng sông



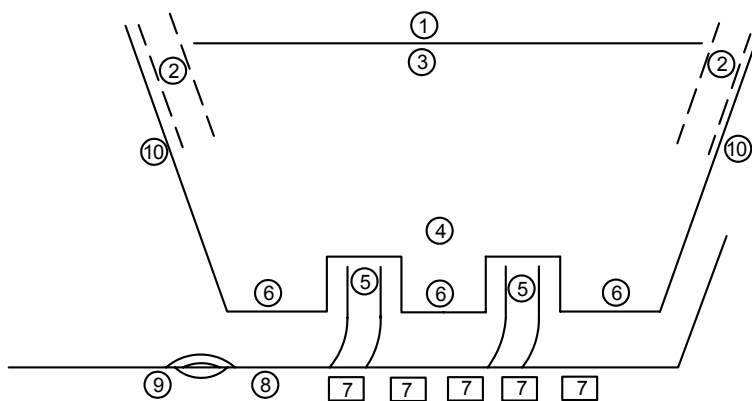
Hình 1-2. Cấu tạo cảng trong lòng sông

1.2.1.2. Cảng ngoài lòng sông



Hình 1-3. Cảng ngoài lòng sông

1.2.2. Cảng biển



Hình 1 - 4. Cảng biển

1. Đê chắn sóng ; 2. Kênh dẫn vào cảng ; 3. Khu nước của cảng ; 4. Khu nước trước bến; 5. Bến nhô ; 6. Bến liền bờ ; 7. Kho bãi ; 8. Đường sắt của cảng ; 9. Ga đường sắt ; 10. Đập chắn sóng (kè).

1.2.3. Khái niệm về cảng

Cảng có nhiệm vụ tổ chức và điều hoà mọi hoạt động của đầu mối giao thông giữa vận tải thủy với các dạng vận tải khác để vận chuyển hàng hoá, hành khách từ trên bờ xuống tàu và ngược lại. Như vậy cảng là một tập hợp các công trình, thiết bị cho phép tàu đỗ để xếp dỡ hàng hoá, đưa đón hành khách một cách thuận lợi và an toàn, đồng thời có khả năng tập trung, phân loại, đóng gói, bảo quản hàng hoá và phục vụ các nhu cầu cho tàu khi đỗ ở cảng (cung cấp nước ngọt, thực phẩm, sửa chữa,..)

Cảng gồm có 2 bộ phận chính: khu đất và khu nước

+ Khu nước gồm: tuyến kênh dẫn tàu vào cảng và các vùng nước để cho tàu quay trở, neo đậu tạm thời, truyền tải và neo đậu trước bến để bốc xếp hàng hoá giữa tàu với bờ. Khu nước của cảng được giới hạn bởi tuyến đê chắn sóng (nếu có).

+ Khu đất: là nơi bố trí kho, bãi, hệ thống giao thông, thiết bị xếp dỡ và các công trình phụ trợ khác như nhà làm việc, hệ thống cấp thoát nước ...

Phân cách giữa khu đất và khu nước là tuyến bến, là nơi để tàu neo đậu, bốc xếp hàng hoá giữa tàu với bờ, một cảng có thể có nhiều bến để phục vụ cho một hoặc nhiều loại hàng hoá khác nhau.

1.3. Phân loại Cảng

1.3.1. Theo công dụng

1.3.1.1- Cảng quân sự:

Là cơ sở phục vụ cho các hạm đội tàu của hải quân (cảng hải quân, cảng biên phòng, cảng cảnh sát biển...).

1.3.2.2- Cảng dân sự:

- Thương cảng: Dùng chủ yếu để bốc xếp, vận chuyển hàng hoá và hành khách, thường cảng này có nhiều loại hàng khác nhau như cảng Hải Phòng, Hà Nội, Nam Định....
- Cảng chuyên dùng: Chỉ phục vụ cho một mặt hàng duy nhất và được trang bị cho những công trình mang tính đặc thù như cảng Cửa Ông, Hòn Gai, cảng xăng dầu, cảng khách....
- Cảng công nghiệp: Phục vụ cho một xí nghiệp hoặc một khu công nghiệp.
- Cảng trú ẩn: phục vụ cho tàu hàng và tàu khách trú ẩn trên đường đi tránh gió bão và sóng lớn.

1.3.2. Theo ý nghĩa kinh tế giao thông

- Cảng quốc tế.
- Cảng trong nước.
- Cảng địa phương.

1.3.3. Theo vị trí địa lý

- + Cảng biển gồm:

- Cảng hở: được bố trí trên bờ biển chịu tác động trực tiếp của sóng, gió ngoài khơi. Để đảm bảo cho cảng hoạt động bình thường cần có đê chắn sóng

- Cảng đặt trong vịnh kín sóng gió, được các địa hình thiên nhiên che chắn như Cảng Cửa ông, Hòn gai trong vịnh Hạ Long.

- Cảng kín (Cảng thủy triều) được bố trí trên bờ biển cửa sông có dao động mực nước triều lớn, khu nước của cảng ăn sâu vào bờ tách riêng với biển bằng âu tàu, mực nước trong cảng khác với mực nước ngoài biển.

- Cảng đầm (cảng vũng) bố trí trong những vũng riêng ngăn cách với biển bằng các cồn cát, những cảng này phần lớn bố trí trên bờ những đầm lớn hay hồ lớn, có những kênh dẫn nối cảng với biển. Những cảng này không cần công trình bảo vệ bờ.

- Cảng trên đảo là cảng bố trí trên những hòn đảo thiên nhiên hay nhân tạo cách xa bờ

- Cảng cửa sông bố trí ở những cửa sông lớn ra phía biển hay vào sâu trong sông cách cửa sông không lớn (Cảng Hải phòng bố trí ở cửa sông Cấm vào sâu phía trong sông)

- Cảng trên hồ bao gồm các cảng đầu mối thủy lợi và cảng xí nghiệp hồ. Cảng trong đầu mối thủy lợi dùng cho tàu đổ trước khi qua âu để phân chia và thành lập đoàn tàu. Cảng xí nghiệp trên hồ cung cấp vật liệu và sản phẩm của xí nghiệp.

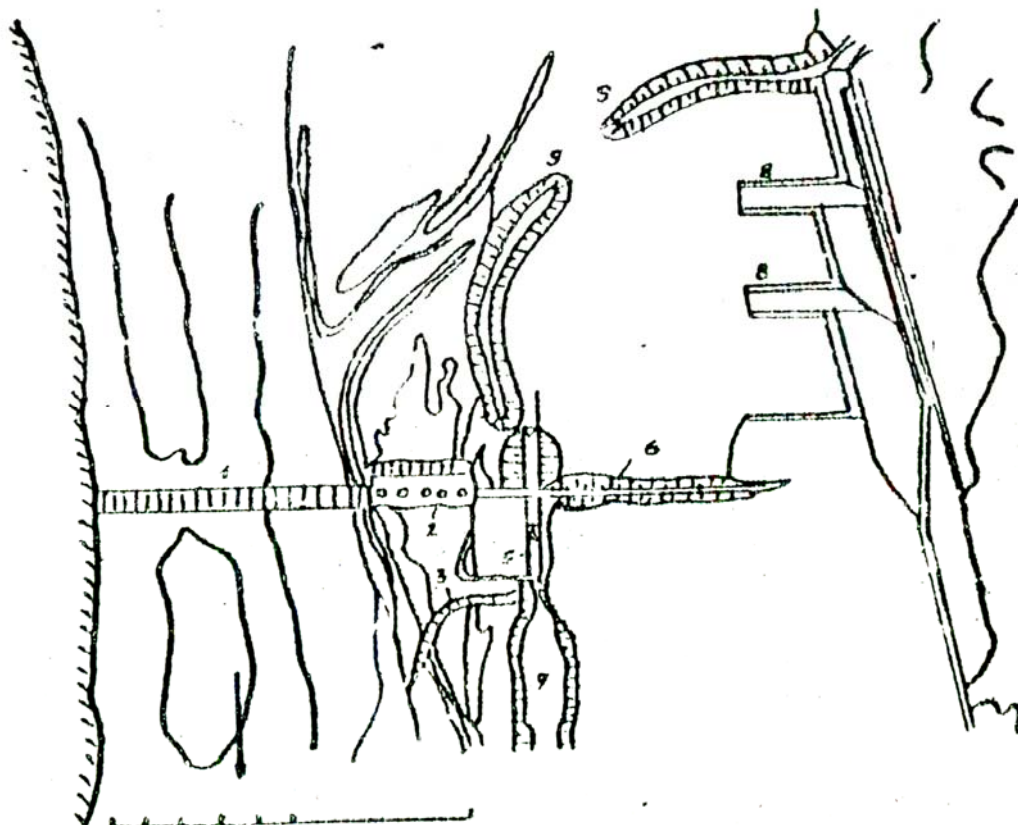
+ Cảng sông: được bố trí dọc trên 2 bờ sông, ở phía bờ lồi của đoạn sông để đảm bảo độ sâu cho tàu và tránh bồi lắng của bùn cát.

1.3.4. Theo quan điểm khai thác

Tuỳ theo lượng hàng hoá và số hành khách qua cảng theo một ngày đêm mà ta chia ra thành 4 cấp cảng

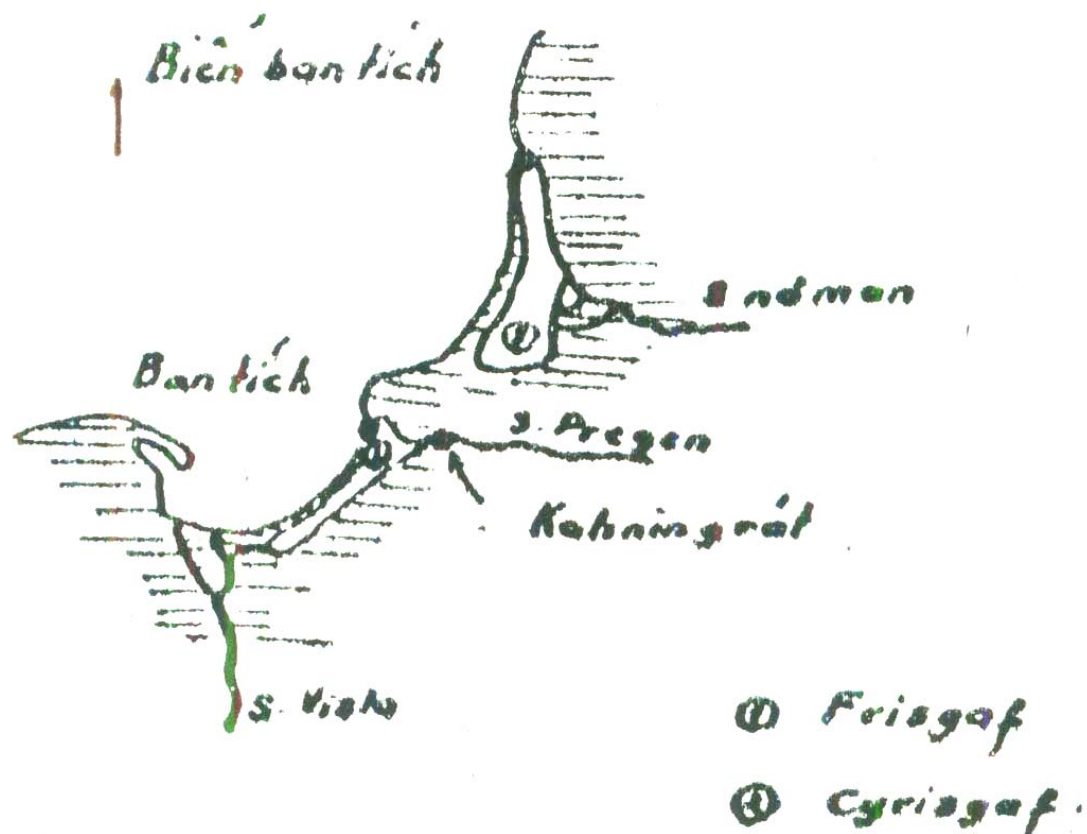
Bảng 1- 1. Phân cấp cảng

Cấp cảng	Lượng hàng (T/ngđêm)	Số người (ng/ngđêm)
I	> 15.000	> 2.000
II	3.500 ÷ 15.000	500 ÷ 2.000
III	750 ÷ 3.500	200 ÷ 500
IV	< 750	< 200



Hình 1-5. Cảng đầu mối thủy lợi.

1-Đập tràn ; 2-Nhà máy thủy điện ; 3-Đập hướng dòng ; 4-Đập tràn trên hồ
5-Âu tàu ; 6-Đập đất ; 7-Kênh dẫn tàu ; 8-Bến cảng



Hình 1-6. Cảng bố trí trong vùng sâu .

Chương 1	1-1
1.1. Một số khái niệm chung về giao thông vận tải và cảng	1-1
1.2. Cấu tạo Cảng	1-2
1.3. Phân loại Cảng	1-3

Topic 2. Basic factors to consider in port planning & design

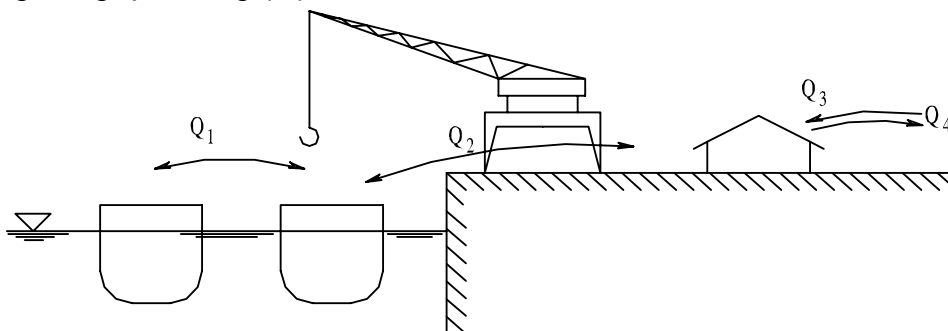
Chương 2

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆC THIẾT KẾ QUY HOẠCH CẢNG

2.1. Ảnh hưởng của yếu tố hàng hoá

2.1.1. Hàng hoá của cảng

2.1.1.1. Lượng hàng qua cảng (Q)



Hình 2-1. Sơ đồ bốc xếp hàng hoá giữa tàu với bờ

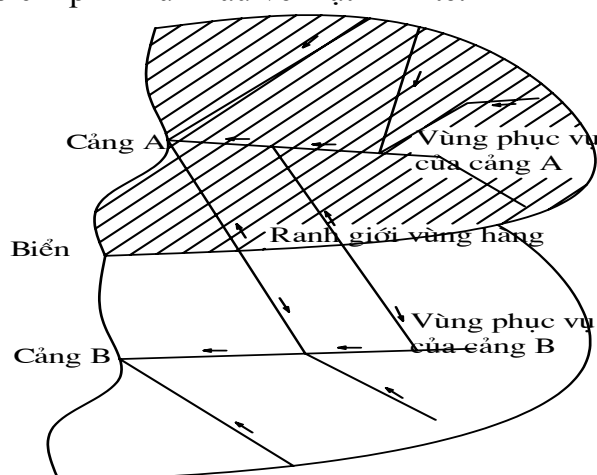
Lượng hàng qua cảng là tổng lượng hàng truyền tải giữa tàu với tàu cùng với lượng hàng đi qua tuyến bến từ trên bờ xuống tàu và ngược lại trong một đơn vị thời gian nào đó (ngày, tháng, năm). $Q = Q_1 + Q_2$ (T)

Lượng hàng vận chuyển trên nội bộ cảng (Q_3, Q_4) không được tính vào lượng hàng qua cảng.

2.1.1.2. Nguyên tắc xác định lượng hàng thiết kế

+ Xác định vùng hấp dẫn của cảng (phạm vi phục vụ của cảng) tùy theo vị trí địa lý và tầm quan trọng mà mỗi cảng có một phạm vi phục vụ nhất định. Giới hạn của hai cảng kề cận nhau gọi là đường phân hàng.

- Đường phân hàng là đường mà hàng hoá nằm tại một điểm trên đường đó khi đi về hai cảng kề cận nhau thì có chi phí như nhau về mặt kinh tế.



Hình 2-2. Đường phân hàng của cảng.

- Vị trí của đường phân hàng không cố định mà luôn thay đổi, tùy thuộc vào mạng lưới đường giao thông, vị trí địa lý và các đặc trưng kinh tế kỹ thuật của cảng.

Chương 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến thiết kế quy hoạch cảng

Khi thiết kế quy hoạch cảng cần xác định phạm vi phục vụ của cảng để xác định lượng hàng hoá qua cảng và cự li vận chuyển của hàng hoá cùng với các dạng phương tiện.

+ Sau đó tiến hành điều tra kinh tế trong phạm vi phục vụ của cảng, công tác này được tiến hành trong tất cả các ngành kinh tế quốc dân với các nội dung cơ bản như sau:

- Sự phân bố về hành chính và dân cư.

- Sự phân bố về hầm mỏ trữ lượng, sản lượng khai thác, đối tượng phục vụ, luồng vận chuyển.

- Khối lượng sản phẩm, nhu cầu xuất nhập khẩu, yêu cầu về trang thiết bị, vật tư của các ngành công- nông- ngư nghiệp, XD, GTVT. . .

+ Sau khi tiến hành điều tra kinh tế cần chỉnh lí lại tài liệu, bước này cần xác định lượng hàng qua cảng. Lượng hàng qua cảng dùng để thiết kế thường được lấy trong tương lai từ 5 ÷ 10 năm so với thời điểm bắt đầu thiết kế. Khi có lượng hàng phải tiến hành phân tích thành phần cấu tạo như luồng hàng (đi, đến), các tuyến đi hàng (ven biển, nội địa, viễn dương) và phân phối chúng cho các dạng vận tải khác. Sau đó lại căn cứ vào yêu cầu bảo quản, vận chuyển bao gói, xếp dỡ, tính chất cơ lí để chia thành từng loại hàng cụ thể (hàng bao kiện, hàng một đồng, hàng nguy hiểm, và hàng mau hỏng...). Trong quá trình chỉnh lí tài liệu, người ta cần xác định hệ số không đều của hàng hoá. Hệ số này kể đến tính chất bất bình thường của hàng hoá khi qua cảng với công thức như sau:

$$K_{kđ} = \frac{Q_t^{\max}}{Q_t^{tb}} \quad (2-1)$$

Trong đó:

$Q_t^{\max}$: lượng hàng của 1 tháng lớn nhất trong năm.

Q_t^{tb} : lượng hàng trung bình của 1 tháng trong năm.

Hệ số không đều phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại hàng, đặc điểm của tình hình sản xuất, nhu cầu tiêu dùng, vị trí địa lí của cảng và các đặc tính kĩ thuật. Khi thiết kế quy hoạch cảng người ta phải xác định hệ số không đều cho từng loại hàng cụ thể.

2.1.2. Năng lực thông qua cảng (P)

Lượng hàng lớn nhất có thể thông qua cảng từ trên tàu lên bờ và ngược lại trong một đơn vị thời gian nhất định (ngày, tháng, năm) với điều kiện nhất định về trang thiết bị và việc tổ chức khai thác chúng gọi là năng lực thông qua của cảng. Giá trị của nó phụ thuộc vào điều kiện trang thiết bị, mức độ cơ giới hoá cũng như việc tổ chức khai thác của cảng. Như vậy năng lực thông qua của cảng thể hiện khả năng sử dụng các trang thiết bị của cảng để thực hiện việc bốc xếp khối lượng hàng hoá nhất định.

Năng lực thông qua của cảng được xác định từ năng lực thông qua của tất cả các bộ phận của cảng. Để đảm bảo khả năng khai thác của cảng thì luôn luôn đảm bảo điều kiện: $P \geq Q$.

Năng lực thông qua của cảng có một tầm quan trọng và ý nghĩa đặc biệt trong việc thiết kế cảng bởi vì cần thoả mãn điều kiện tăng đến mức lớn nhất lượng hàng qua cảng nhưng lại sử dụng tối thiểu các thiết bị của cảng. Muốn vậy, phải thực hiện các biện pháp

Chương 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến thiết kế quy hoạch cảng

có hiệu quả nhất, tiên tiến nhất trong công tác bốc xếp, tăng năng xuất các thiết bị bốc xếp và vận chuyển, giảm thời gian chờ đợi tàu bè và các phương tiện giao thông trên bộ.

2.1.3. Ảnh hưởng của hàng hoá đến thiết kế cảng

- + Loại hàng: ảnh hưởng đến việc mua sắm thiết bị xếp dỡ, vận chuyển, kết cấu kho bãi, hình thức bảo quản và việc sắp xếp vị trí các bến trên toàn bình đồ cảng
- + Luồng hàng: ảnh hưởng đến việc phân các khu vực hàng hoá ở trong cảng.
- + Lượng hàng: qui định loại tàu, cỡ trọng tải của tàu, qui mô công trình bến, kích thước công trình bến, số lượng bến, diện tích khu đất, khu nước, lựa chọn năng suất và số lượng của các thiết bị xếp dỡ, vận chuyển.

2.2. Ảnh hưởng của tàu

2.2.1. Phân loại tàu

2.2.1.1. Theo công dụng

- Tàu quân sự
- Tàu dân sự gồm:
 - + Tàu chở hàng.
 - + Tàu chở khách.
 - + Tàu phục vụ.
 - + Tàu kỹ thuật.
 - + Tàu đánh cá.

2.2.1.2. Theo phạm vi chạy tàu

- Tàu biển: kích thước lớn, mớn nước sâu, độ vững chắc của thân tàu lớn, các thiết bị hàng hải hiện đại.
- Tàu nội địa (tàu sông).

2.2.1.3. Theo cách chuyển động

- Tàu tự hành.
- Tàu không tự hành.

2.2.2. Các đặc trưng chính của tàu

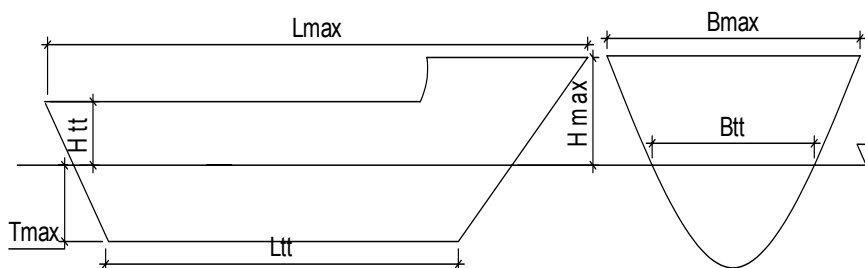
2.2.2.1. Các kích thước chính của tàu gồm

- Chiều dài (Length)
- Chiều rộng (Breadth)
- Chiều cao mạn khô (Free-board)
- Chiều cao (Height)
- Mớn nước (Draft)

Mỗi kích thước này lại có 2 giá trị:

- + Kích thước tính toán dùng để tính toán thiết kế tàu, tính toán ổn định tàu...
- + Kích thước lớn nhất dùng để tính toán thiết kế các công trình của cảng.

Các đặc trưng kích thước của tàu được thể hiện trên hình vẽ.



Hình 2-3. Các đặc trưng thông số chính của tàu.

2.2.2.2. Trọng tải và sức chứa của tàu

1) Lượng chiếm nước của tàu (Displacement)

Lượng chiếm nước của tàu là trọng lượng của khối nước mà thân tàu chiếm chỗ tương ứng với một điều kiện khai thác nào đó. Người ta chia lượng chiếm nước của tàu thành hai loại đó là lượng chiếm nước khi đầy hàng và lượng chiếm nước khi không có hàng (D , D_0).

2) Trọng tải của tàu (Deadweight – DWT)

Chia thành hai loại:

+ Trọng tải (DWT ; D_{tp}) hay trọng tải toàn phần của tàu là hiệu số giữa lượng chiếm nước khi đầy hàng và lượng chiếm nước khi không có hàng của tàu và được xác định theo công thức sau:

$$DWT = D - D_0 \quad (2-2)$$

+ Trọng tải thực chở của tàu (Deadweight cargo carrying capacity - D_t) là khối lượng hàng hóa có thể chất lên tàu theo dấu chuyên chở, theo vùng và mùa vận hành, được xác định theo công thức:

$$D_t = D_{tp} - G_{dtrữ} - G_{tvhlý} \quad (2-3)$$

Trong đó:

$G_{dtrữ}$: Trọng lượng của các khoản dự trữ trong chuyến đi (T);

$G_{tvhlý}$: Trọng lượng của thuyền viên có kèm theo hành lý (T).

3) Sức chứa của tàu (dung tích của tàu)

- Dung tích toàn phần là toàn bộ dung tích bên trong của tàu gồm các khoang, hầm, kho, buồng.... Đây là cơ sở cho việc tính lệ phí bến cảng, phí bảo hiểm trách nhiệm dân sự của chủ tàu... Đơn vị là tấn đăng ký (Register Tonnage-RT, $1RT = 2,83m^3$).

- Dung tích thực chở của tàu là toàn bộ dung tích bên trong của tàu phục vụ cho công tác vận chuyển hàng hóa hay hành khách (Bằng dung tích toàn phần trừ đi dung tích của phần không chứa hàng). Đơn vị là tấn đăng ký (Register Tonnage-RT).

2.2.3. Lựa chọn cỡ tàu hợp lý trong quy hoạch cảng

2.2.3.1. Đặt vấn đề

Trong quá trình thiết kế qui hoạch cảng mới hay mở rộng nâng cấp cảng cũ, việc tính toán qui mô của cảng để phục vụ một cỡ tàu nào đó là rất quan trọng. Tàu gồm nhiều loại, nhiều kiểu, nhiều cỡ mà việc sử dụng chúng với hiệu quả cao phụ thuộc vào nhiều

Chương 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến thiết kế quy hoạch cảng

yếu tố như lượng hàng, loại hàng, cự li vận chuyển, điều kiện luồng lạch của cảng. Trong quá trình tính toán người ta đưa ra hai chỉ tiêu sau:

- Tỷ suất vốn đầu tư cho tàu (k_i).
- Tỷ suất chi phí khai thác cho tàu (k_o).

Khi tải trọng của tàu tăng thì tỷ suất vốn đầu tư cho tàu giảm đi còn tỷ suất chi phí khai thác cho tàu chỉ giảm đến một mức độ nào đó rồi lại tăng lên do luồng hàng và bến cảng. Phương án cỡ tàu hợp lý là phương án có tổng tỷ suất vốn đầu tư cho tàu và tỷ suất chi phí khai thác cho tàu là nhỏ nhất.

2.2.3.2. Trình tự tính toán

- Nghiên cứu về tình hình hàng hóa:

Xem xét về lượng hàng, loại hàng, cự li vận chuyển của các tuyến và khối lượng vận chuyển trên mỗi tuyến. Chọn một cỡ tàu đại biểu cho từng loại hàng hóa, sau đó chọn cỡ tàu đại biểu cho một vài loại hàng hóa có khối lượng lớn nhất vì loại hàng đó sẽ quyết định quy mô của cảng.

- Nghiên cứu về tình hình tàu bè:

Xem xét tình hình của tàu đến cảng ở thời điểm hiện tại gồm: số lượng, kích thước, kiểu tàu để sơ bộ chọn cỡ tàu hợp lý.

Xem xét tình hình phát triển công nghệ đóng tàu trong và ngoài nước.

- Nghiên cứu về tình hình luồng lạch và bến cảng như độ sâu, bán kính cong, lưu tốc, năng lực thông qua...

- Dựa vào các bước ở trên để sơ bộ đưa ra các phương án cỡ tàu và kiểu tàu.

- Tính tổng tỷ suất vốn đầu tư cho tàu và cho cảng.

- Tính vốn đầu tư cho các thiết bị khác của cảng.

- Tính tổng chi phí khai thác và đầu tư của từng phương án, phân tích và lựa chọn một phương án thích hợp.

2.2.4. Lượng tàu của cảng (N_c)

Khái niệm:

Lượng tàu lớn của cảng nhất có thể ra vào cảng trong một đơn vị thời gian nhất định nào đó (ngày, tháng, năm) gọi là lượng tàu của cảng.

- Để xác định lượng tàu của cảng cần căn cứ vào lượng hàng hóa và hành khách của cảng cùng với trọng tải của tàu, lượng tàu của cảng xác định theo công thức:

$$N_c = \sum_{i=1}^n N_c^i = \sum_{i=1}^n \frac{Q_n^i}{\alpha_i D_{tp}^i} \quad (2-4)$$

Trong đó:

N_c^i : lượng tàu dùng để chở loại hàng thứ i đến cảng trong một đơn vị thời gian;

Q_n^i : lượng hàng của loại hàng thứ i đến cảng trong một đơn vị thời gian;

α_i : hệ số sử dụng tải trọng của tàu để chở hàng thứ i ;

D_{tp}^i : trọng tải của tàu dùng để chở hàng thứ i.

- Số tàu đồng thời neo đậu ở cảng:

$$m = \frac{N_c \cdot T_d}{T_n \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2} \quad (2-5)$$

Trong đó:

T_d : Thời gian đỗ của một tàu tại cảng (ngày đêm);

T_n : Thời gian khai thác cảng trong năm (ngày đêm);

α_1, α_2 : Hệ số không đều ra vào của tàu trong tháng và trong một ngày đêm.

2.2.5. Ảnh hưởng của tàu đến thiết kế qui hoạch cảng

- Loại tàu ảnh hưởng đến việc chọn các kích thước của công trình bến và kích thước khu nước của cảng.

- Chiều rộng của tàu ảnh hưởng đến chiều rộng của luồng tàu, diện tích khu nước. Mớn nước của tàu ảnh hưởng đến việc xác định độ sâu và cao trình đáy khu nước của cảng, cao trình đáy bến.

- Trọng tải và số lượng tàu ảnh hưởng tới số lượng bến, số lượng thiết bị xếp dỡ, kho bãi, như vậy sẽ ảnh hưởng đến tổng mặt bằng của cảng.

2.3. Ảnh hưởng của các phương tiện, thiết bị xếp dỡ và vận chuyển đến thiết kế quy hoạch cảng

2.3.1. Các loại thiết bị xếp dỡ của cảng

2.3.1.1 Cần trục

1) Cần trục công(Cần trục cổ ngỗng)

Đây là loại thiết bị xếp dỡ chủ yếu ở cảng, được dùng để xếp dỡ hàng bao kiện, hàng đồ đóng, thiết bị kim loại từ tàu lên bờ và ngược lại.

- Sức nâng của cần trục công từ 2 đến 40T.

- Tầm với của nó từ 7 đến 42m và có thể đặt các đường sắt ở trong lòng công.

2) Cầu trục(Cần trục cầu)

Loại này được sử dụng một cách phổ biến trên các kho bãi, xưởng công nghiệp, nó có ưu điểm là sử dụng một cách có hiệu quả hơn diện tích kho bãi nhưng phạm vi hoạt động hạn chế, giá thành xếp dỡ cao.

3) Cầu trục tự hành: có 2 loại

- Cầu trục ô tô.

- Cầu trục bánh xích.

4) Cầu trục nổi: Loại này được đặt trên các phao nổi

2.3.1.2. Băng truyền:

Dùng để xếp dỡ hàng rời hoặc hàng bao kiện gồm có băng truyền cố định và băng truyền di động.

2.3.2. Các loại thiết bị vận chuyển của cảng

Chương 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến thiết kế quy hoạch cảng

- Ô tô: Có nhiều loại như ô tô chở hàng, ô tô máy kéo, rơ moóc... với trọng tải và kích thước khác nhau.

- Đầu máy và toa xe hỏa.

- Các thiết bị nâng chuyển: chủ yếu đảm nhận khâu vận chuyển hàng hóa trong nội bộ kho bãi, hầm tàu toa xe.

2.3.3. Ảnh hưởng của các loại thiết bị xếp dỡ – vận chuyển đến thiết kế quy hoạch cảng

Mỗi loại hàng có một loại thiết bị xếp dỡ vận chuyển thích hợp, cùng một loại hàng nhưng với số lượng và chủng loại khác nhau thì thiết bị xếp dỡ vận chuyển cũng khác nhau. Số lượng thiết bị xếp dỡ vận chuyển đảm bảo được lưu lượng hàng hoá thông qua cảng sẽ ảnh hưởng đến việc bố trí bình đồ cảng, kho bãi, số lượng bến cũng như kết cấu của chúng.

Thiết bị xếp dỡ, phương tiện vận chuyển còn ảnh hưởng tới chi phí đầu tư, khai thác cảng và mua sắm thiết bị cho cảng.

2.4. Ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên đến thiết kế quy hoạch Cảng

2.4.1. Điều kiện địa hình

Điều kiện địa hình ảnh hưởng tới việc lựa chọn vị trí của cảng, sự đi lại của tàu và vốn đầu tư xây dựng cảng.

Địa hình khu vực cần khảo sát bao gồm: khu đất của cảng, đáy khu nước, bao gồm cả luồng dẫn tàu vào cảng.

Căn cứ vào đặc trưng, kích thước của đường bờ có một số loại địa hình cơ bản như sau:

2.4.1.1. Địa hình bờ biển

Phụ thuộc vào dạng đường bờ mà có các loại sau:

- + Bờ thẳng: Là loại địa hình bằng phẳng, thoải đều, độ sâu tự nhiên kém.
- + Bờ khúc khuỷu: Thường hình thành các vũng vịnh được che chắn sóng gió tốt nhờ các cồn cát.
- + Bờ vùng núi, ven biển: có đường bờ dốc, cao, độ sâu tự nhiên lớn, được che chắn bởi các đảo tự nhiên.
- + Địa hình vùng cửa sông ven biển: dòng sông bị chia cắt thành nhiều nhánh bởi các bãi bồi, độ sâu tự nhiên kém, tàu bè ra vào khó khăn nên cần nạo vét thường xuyên.

2.4.1.2. Địa hình bờ sông

Dưới tác động của sóng và dòng chảy, bờ sông có dạng hình sin tạo thành bờ lồi và bờ lõm; bờ lõm thì tốc độ dòng chảy mạnh, độ sâu tự nhiên lớn; bờ lồi thì tốc độ dòng chảy nhanh, độ sâu tự nhiên kém. Vị trí đặt cảng được chọn bên bờ lõm nhưng cần có biện pháp gia cố bảo vệ bờ.

Để đảm bảo việc chọn lựa vị trí đặt cảng cũng như giải quyết các vấn đề bố trí tổng bình đồ, cần phải thiết lập bình đồ địa hình trên bờ và dưới nước (bình đồ địa hình loại nhỏ và loại lớn).

Hình dáng đường bờ sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến việc lựa chọn đường mép bến, vị trí đường mép bến sao cho chi phí đầu tư đặc biệt là công tác san lấp và nạo vét là nhỏ nhất.

Địa hình khu vực xây dựng ảnh hưởng trực tiếp đến việc bố trí tổng mặt bằng của cảng.

2.4.2. Điều kiện địa chất và địa chất thủy văn

2.4.2.1. Điều kiện địa chất

Tất cả các công trình của cảng như đê chắn sóng, công trình bến, kho tàng, đường bãi... đều được xây dựng dựa vào điều kiện địa chất để sao cho đảm bảo ổn định và hoạt động bình thường trong quá trình khai thác. Ngoài ra còn phải xét đến tính chất của đất ở dưới đáy của khu nước để phục vụ cho công tác nạo vét, đi lại và neo đậu của tàu.

Điều kiện địa chất là một trong những yếu tố vô cùng quan trọng, quyết định đến hình dạng và loại kết cấu công trình của cảng, quyết định giá thành xây dựng và chi phí khai thác cho cảng.

2.4.2.2. Điều kiện địa chất thủy văn

Nước trong đất đóng vai trò quan trọng trong hoạt động xây dựng. Cần nghiên cứu chế độ hoạt động của nước, thành phần hoá học của nước, khả năng ăn mòn của nước đối với vật liệu xây dựng công trình.

Sự thay đổi lượng nước trong đất có thể làm thay đổi tính chất cơ lý trong đất. Sự di chuyển của nước ngầm trong đất làm chuyển động của cát, làm mất ổn định công trình.

2.4.3. Điều kiện khí tượng

2.4.3.1. Gió

- Ảnh hưởng đến việc lựa chọn vị trí của cảng để đảm bảo điều kiện phòng hỏa, vệ sinh của cảng cũng như các khu vực dân cư xung quanh.
- Ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của các thiết bị xếp dỡ.
- Gió là nguyên nhân gây ra lực va tĩnh và lực neo tàu
- Hướng gió ảnh hưởng đến việc lựa chọn hướng cảng và hướng của luồng tàu vào cảng.

Như vậy để thiết kế quy hoạch cảng ta phải biết được các đặc trưng của gió như: hướng gió, tốc độ gió thổi, tần suất xuất hiện của gió trên các tuyến, chu kỳ của gió....

2.4.3.2. Mưa và sương mù

- Mưa ảnh hưởng đến công tác bốc xếp hàng hoá của cảng do đó ảnh hưởng đến số thời gian làm việc trong năm.
- Mưa ảnh hưởng đến việc bảo quản hàng hoá trên kho, bãi của cảng.
- Sương mù thường xuất hiện trên mặt sông, mặt biển, nó gây cản trở tầm nhìn của con người. Do đó sẽ ảnh hưởng đến hoạt động của cảng: sự đi lại của tàu, các phương tiện vận chuyển, xếp dỡ.

2.4.3.3. Nhiệt độ, độ ẩm, áp suất không khí.

- Ảnh hưởng đến công tác bảo quản hàng hoá, đặc biệt các loại hàng dễ bốc hơi như xăng dầu ; các loại hàng dễ hỏng: rau quả, thực phẩm ...

Chương 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến thiết kế quy hoạch cảng

- Ảnh hưởng đến việc thiết kế kho bãi, ảnh hưởng đến điều kiện làm việc của công nhân, năng suất bốc xếp hàng.

2.4.4. Điều kiện thủy văn

2.4.4.1. Sự dao động của mực nước

Sự dao động của mực nước trên sông hay trên biển là do các nguyên nhân sau:

Ở các vùng biển, ven biển, các đoạn sông gần biển, sự dao động của nước chủ yếu là do các yếu tố thiên văn gây ra thủy triều. Ngoài ra còn có hiện tượng nước dâng do khí áp, hoặc nước dâng do dòng chảy của sông ở gần cửa biển.

Sự dao động của nước do lượng nước mưa được thể hiện theo mùa rõ rệt giữa mùa mưa và mùa khô.

Sự dao động của nước có thể gây nên sự chìm ngập hoặc bồi cạn khu đất ảnh hưởng đến việc đi lại của tàu bè, đến việc xác định cao trình đỉnh bến và cao trình khu đất.

Sự dao động của mực nước ảnh hưởng đến sự hoạt động của thiết bị xếp dỡ và việc lựa chọn kết cấu công trình bến.

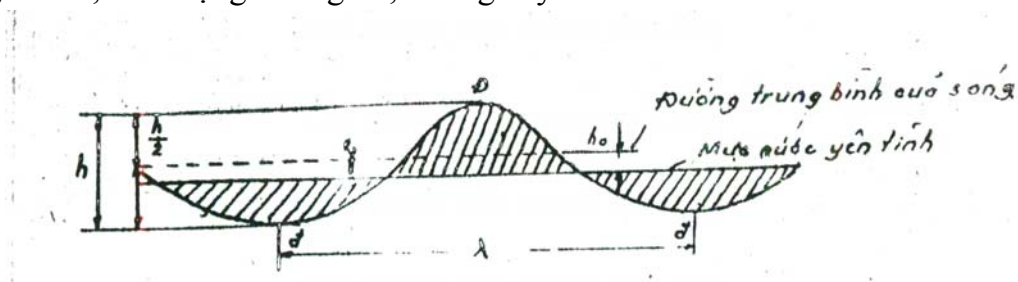
Các tài liệu về sự dao động mực nước cần thu thập như: chế độ dao động, các giá trị cực đại, cực tiểu. Các tài liệu về sự dao động của nước cần được thu thập để phục vụ cho việc thành lập các đường tần suất mực nước, đường cong bảo đảm mực nước để từ đó xác định theo qui phạm các mực nước cao thiết kế, thấp thiết kế cùng với các tần suất bảo đảm khác nhau.

2.4.4.2. Sóng

Sóng xuất hiện trên sông hay trên biển chủ yếu là do gió, ngoài ra còn có các nguyên nhân khác như hoạt động của các phương tiện, thủy triều,...

Sóng ảnh hưởng đến công trình bến, các công trình bảo vệ bờ, đến sự neo đậu của tàu và bốc xếp hàng hoá, ảnh hưởng đến việc bố trí luồng tàu vào cảng do đó ảnh hưởng đến thời gian khai thác, chi phí đầu tư xây dựng cảng.

Các thông số cơ bản của sóng cần thu thập gồm: chiều dài sóng, chiều cao sóng, chu kỳ sóng, tốc độ, tần suất, áp lực sóng. Các thông số này phụ thuộc vào chiều dài, tốc độ và chu kỳ gió thổi, hình dạng đường bờ, đường đáy.



Hình 2-4. Các thông số cơ bản của sóng.

Đ- Đỉnh sóng đ- Đáy sóng h- Chiều cao sóng λ - Bước sóng

2.4.4.3. Dòng chảy

Sự di chuyển đáng kể của khối nước trên một khoảng cách lớn gọi là dòng chảy. Nó có thể xuất hiện trên sông, hồ, biển.

Dòng chảy ảnh hưởng đến sự neo đậu và đi lại của tàu, ảnh hưởng đến việc lựa chọn luồng lạch, sự bố trí và tính toán các công trình của cảng. Dòng chảy còn gây ra sự di chuyển của bùn cát, có thể gây bồi xói làm ảnh hưởng đến chi phí đầu tư, khai thác của cảng.

Để thiết kế quy hoạch cảng cần phải biết các đặc trưng dòng chảy: hướng, tốc độ, tính chất, tình trạng hiện tại và xu thế trong tương lai.

2.4.4.4. Bùn cát:

Chuyển vận bùn cát gây ra hiện tượng bồi xói làm ảnh hưởng đến sự đi lại của tàu và hư hại các công trình của cảng. Việc lựa chọn vị trí xây dựng cảng, lối ra vào cảng cũng như xây dựng các công trình cảng nếu không đúng có thể gây nên hiện tượng bồi hoặc xói bất lợi, làm ảnh hưởng đến chi phí đầu tư và khai thác của cảng. Sự tác động của sóng và dòng chảy làm bùn cát chuyển động không ngừng do đó khi thiết kế quy hoạch cảng cần tìm hiểu các đặc trưng của bùn cát như: độ bão hoà, suất chuyển cát, phương vận chuyển.

2.4.4.5. Sinh vật biển và tính chất của nước biển

Nước thì không chỉ tác động cơ học mà còn có tác động xâm thực lên công trình do các tính chất vật lý và hoá học của nó.

Các sinh vật biển thì gây nên hiện tượng làm tăng độ nhám bề mặt, tăng diện tích chịu lực, do đó làm tăng tải trọng sóng và dòng chảy tác động lên công trình.

Chương 2	2-1
2.1. Ảnh hưởng của yếu tố hàng hoá đến thiết kế quy hoạch cảng.....	2-1
2.2. Ảnh hưởng của tàu đến thiết kế quy hoạch cảng	2-3
2.3. Ảnh hưởng của các phương tiện, thiết bị dỡ và vận chuyển đến thiết kế quy hoạch cảng	2-6
2.4. Ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên đến thiết kế quy hoạch Cảng	2-7

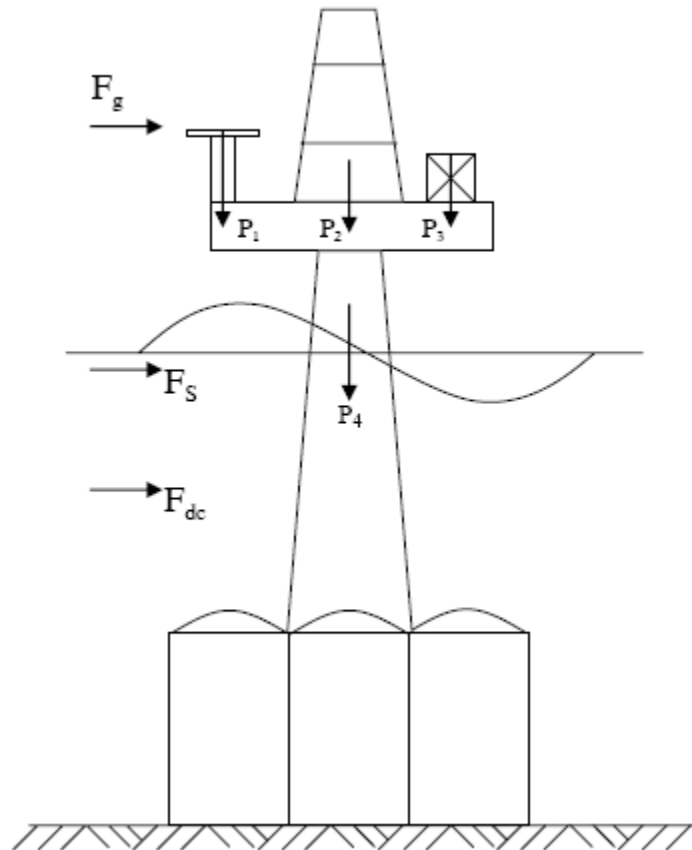
Topic 3.Environmental conditions

Chương 3.

CÁC TẢI TRỌNG VÀ TÁC ĐỘNG LÊN CÔNG TRÌNH BIỂN.

3.1. Các loại tải trọng tác dụng lên công trình biển.

3.1.1. Tải trọng thường xuyên P



Hình 3- 1 Tải trọng tác dụng lên công trình Biển.

- Tính với trọng lượng bản thân;
- Tính trang thiết bị cố định;
- Tải trọng dẫn thường có ở các công trình trọng lực;
- Áp lực tải trọng tĩnh ở mực nước trung bình.

3.1.2. Hoạt tải L .

- Tính với trang thiết bị có thể di chuyển;
- Các loại vật tư (ống thép, cọc...);
- Các sản phẩm khoan.

3.1.3. Tính tải trọng do biến dạng của kết cấu D .

- Biến dạng do nhiệt độ thay đổi;
- Những sai số do lắp ráp;
- Do lún lệch;
- Tải trọng động đất: được đặc trưng bởi gia tốc của nền.

3.1.4. Tải trọng môi trường E:

Gió, sóng, dòng chảy các yếu tố thuỷ triều.

3.1.5. Tải trọng do sự cố A.

3.2. Tải trọng sóng.

3.2.1. Chuyển động của sóng theo mô hình tiên định.

3.2.1.1. Sóng Airy.

Là sóng điều hoà có biên độ nhỏ dựa trên giả thiết chuyển động có thể và điều hoà của vận tốc phần tử nước.

$$\eta_{(x,t)} = \frac{H}{2} \cos(Kx - \omega t) = \frac{H}{2} \cos 2\pi \left(\frac{x}{L} - \frac{t}{T} \right) \quad (3.1)$$

Trong đó

$$k = \frac{2\pi}{L}; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}; \quad c = \frac{L}{T};$$

$$\omega^2 = gk \tanh kd; \quad L = \frac{2\pi g}{\omega^2} T^2 = 1,56 T^2$$

Biết H, ω , T, L xác định được chuyển động của phần tử sóng bề mặt. Trong thực tế cần biết H, T là xác định được các thông số còn lại.

Vận tốc sóng:

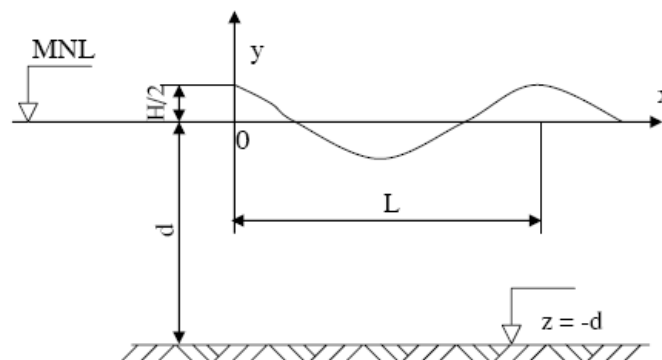
$$v_x = \frac{H}{2} \frac{gT}{L} \frac{\cosh[k(z+d)]}{\cosh(kd)} \cos(kx - \omega t) \quad (3.2)$$

$$v_z = \frac{H}{2} \frac{gT}{L} \frac{\sinh[k(z+d)]}{\cosh(kd)} \sin \omega t \quad (3.3)$$

- Gia tốc sóng:

$$W_x = \dot{v}_x = \frac{g\pi H}{L} \frac{\cosh[k(z+d)]}{\cosh(kd)} \sin \omega t \quad (3.4)$$

$$W_z = \dot{v}_z = \frac{g\pi H}{L} \frac{\sinh[k(z+d)]}{\cosh(kd)} \cos \omega t \quad (3.5)$$



Hình 3- 2 Sóng điều hòa.

3.2.1.2. Sóng bậc cao.

Sóng Stokes bậc 3, 5 gọi là sóng phi tuyến. Lý thuyết sóng Stokes thích hợp cho vùng nước vừa.

3.2.1.3. Sóng CNOIDAL:

Thích hợp cho vùng nước nông.

3.2.2. Chuyển động sóng theo mô hình ngẫu nhiên.

Cho $\eta(t)$ là quá trình ngẫu nhiên:

- Dừng.
- Chuẩn
- Giá trị trung bình bằng 0 ($\bar{\eta} = 0$)

Hàm mật độ xác suất, tung độ mặt sóng có dạng: phân phối theo luật Gaus.

$$f_{\eta}(\eta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_{\eta}} \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{(\eta - \bar{\eta})^2}{\sigma_{\eta}^2} \right] \quad (3.6)$$

$\bar{\eta} = 0$ như nói ở trên, σ_{η} là độ lệch chuẩn tung độ mặt sóng và có giá trị:

$$\sigma_{\eta} = \sqrt{D_{\eta}} = \sqrt{M_0}$$

Trong đó:

D_{η} - Phương sai tung độ mặt sóng;

M_0 - Mômen bậc không của hàm mật độ phổ sóng.

Hàm phổ chuyển động sóng bề mặt hay dùng có ba loại:

3.2.2.1. Hàm phổ P.M (Pierson – Moskowitz).

$$S_{\eta\eta}(\omega) = \frac{\alpha g^2}{\omega^5} \exp \left[-\beta \left(\frac{g}{\omega w} \right)^4 \right] \quad (3.7)$$

Trong đó:

$$\alpha = 4\pi^3 \left(\frac{H_s}{gT_z} \right)^2 \quad (3.8)$$

$$\beta = 16\pi^3 \left(\frac{w}{gT_z} \right)^4 \quad (3.9)$$

- w : là tốc độ gió lấy ở độ cao 19,5 m so với mực nước biển trung bình.

$H_s = H_{\frac{1}{3}}$ là chiều cao sóng đáng kể.

- T_z : là trung bình chu kỳ sóng cắt không .

Người ta còn biểu diễn H_s , T_z qua α và β :

$$H_s = \frac{2w^2}{g} \frac{\alpha}{\beta} \quad (3.10)$$

$$T_z = 2\pi \frac{w}{g} \frac{1}{(\beta\pi)^{1/4}} \quad (3.11)$$

- Từ các công thức 3.7 đến 3.11 ta thấy α và β cũng như H_s và T_z là phụ thuộc vào vận tốc gió là W , biết H_s , T_z và vận tốc gió w ta xác định được α và β . Ví dụ đối với biển Bắc: $\alpha = 0,0081$ và $\beta = 0,74$.

- Tần số ứng với đỉnh phổ này có giá trị:

$$\omega_p = \left(\frac{4}{5} \beta \right)^{1/4} \frac{g}{w} \quad (3.12)$$

- Phổ P-M: thích hợp với điều kiện biển mở, nó thích hợp với môi trường biển thềm lục địa Việt Nam.

3.2.22. Phổ JONSWAP.

- Là phổ thu được do đề án phối hợp khảo sát sóng biển Bắc.

$$S_{\eta\eta}(\omega) = \frac{\alpha g^2}{\omega^5} \exp \left[-\frac{5}{4} \left(\frac{\omega}{\omega_p} \right)^4 \right] \gamma \exp \left[\frac{\left(\frac{\omega}{\omega_p} - 1 \right)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (3.13)$$

Trong đó:

α , ω_p , γ - Các tham số phụ thuộc H_s và T_z của một trạng thái biển ngắn hạn ở vùng biển đang xét.

σ - Đặc trưng cho độ nhọn của đỉnh phổ.

ω_p - Tần số góc của đỉnh phổ Pierson – Moskowitz tương ứng với vùng biển Bắc, các tham số trên được xác định như sau:

$$\gamma = \frac{S_{\eta\eta}^{\text{Jonswap}}(\omega)_{\max}}{S_{\eta\eta}^{\text{P.M}}(\omega)_{\max}}$$

γ - Tỷ số giữa giá trị cực đại của phổ Jonswap và phổ Pierson-Moskowitz

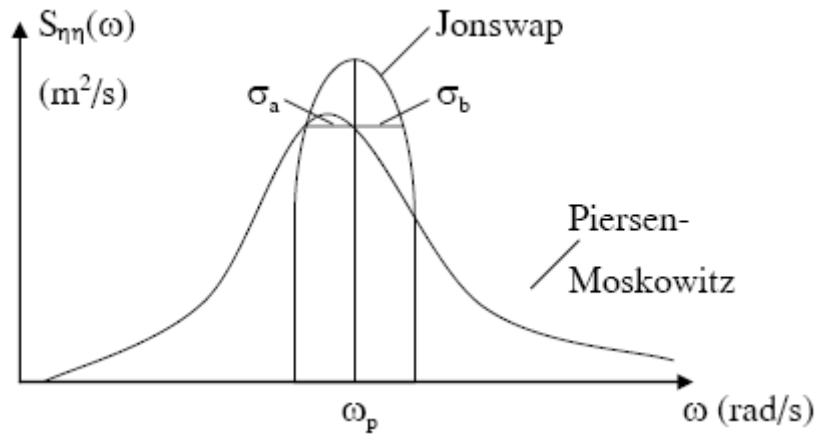
$1 < \gamma < 7$ thường $\gamma = 3,3$.

Khi $\gamma = 1$ thì phổ Jonswap tương ứng với phổ Pierson-Moskowitz.

$$\sigma = 0,07 = \sigma_a, \text{ khi } \omega < \omega_p$$

$$\sigma = 0,09 = \sigma_b, \text{ khi } \omega > \omega_p$$

$$\alpha = 0,0081$$



Hình 3- 3 Các phổ sóng P-M và Jonswap.

3.2.2.3. Phổ Bretschneider.

$$S_{\eta\eta}(\omega) = \left(\frac{A}{\omega^5} \right) \exp(-B\omega^{-4}) \quad (3.14)$$

- A, B là các thông số của phổ:

$$A = 1,819.H_s^2 \left(\frac{2\pi}{T_s} \right)^4 \quad (3.15)$$

$$B = 0,675 \cdot \left(\frac{2\pi}{T_s} \right)^4 \quad (3.16)$$

Trong đó:

H_s - chiều cao sóng đáng kể.

T_s - chu kỳ tương ứng của sóng đáng kể.

H_s , T_s (của sóng đáng kể) có thể biểu diễn gần đúng, thông qua các giá trị trung bình của chiều cao sóng H và chu kỳ sóng T_z .

$$H_s = 1,6 \cdot \bar{H}$$

$$T_s = 1,1 \cdot T_z$$

Từ phổ sóng bề mặt ta xác định được phổ vận tốc, phổ gia tốc và phổ lực.

$$S_{\eta\eta}(\omega) \rightarrow S_{VV}(\omega) \rightarrow S_{\dot{V}\dot{V}}(\omega) \rightarrow S_{FF}(\omega)$$

Chú ý:

1) η là quá trình ngẫu nhiên biểu diễn gần đúng theo chuỗi Fourier mỗi thành phần của chuỗi là 1 hàm điều hoà, còn nếu η theo quan điểm tiên định có thể dùng lý thuyết

Chương 3. Các quy tắc chung trong thiết kế công trình biển.

sóng Airy để mô tả. Như vậy η theo quá trình ngẫu nhiên có thể coi là tổng vô hạn các sóng điều hoà Airy.

Dạng điều hoà mô tả η của chuỗi Purier dưới dạng như $e^{i\omega t}$ đưa về dạng $y=A.x$ ta có quá trình mặt sóng, vận tốc, gia tốc viết dưới dạng:

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta_{(x,t)} = \eta_{(x)} e^{i\omega t} \\ V_x = \frac{g}{\omega} K \frac{\text{chk}(z+d)}{\text{chk}d} \eta_{(x,t)} = A_x \eta_{(x,t)} \\ V_z = \frac{g}{\omega} \frac{k.\text{shk}(z+d)}{\text{ch}(kd)} \eta_{(x,t)} = A_z \eta_{(x,t)} \\ \dot{V}_x = gk \frac{\text{chk}(z+d)}{\text{chk}d} \eta_{(x,t)} = B_x \eta_{(x,t)} \\ \dot{V}_z = gk \frac{\text{shk}(z+d)}{\text{chk}d} \eta_{(x,t)} = B_z \eta_{(x,t)} \end{array} \right. \quad (3.17)$$

Phổ sóng viết dưới dạng $S_{\gamma\gamma} = A^2 S_{xx}$ do vậy chúng ta sẽ có phổ vận tốc, gia tốc như sau:

$$\begin{aligned} S_{V_x V_x} &= A_x^2 \cdot S_{\eta\eta}(\omega) \\ S_{V_z V_z} &= A_z^2 \cdot S_{\eta\eta}(\omega) \\ S_{\dot{V}_x \dot{V}_x} &= B_x^2 \cdot S_{\eta\eta}(\omega) \\ S_{\dot{V}_z \dot{V}_z} &= B_z^2 \cdot S_{\eta\eta}(\omega) \end{aligned} \quad (3.18)$$

- Biểu thức (30) là quan hệ hàm mật độ phổ giữa vận tốc và gia tốc với biên độ sóng tại điểm có toạ độ x và z theo thời gian t .

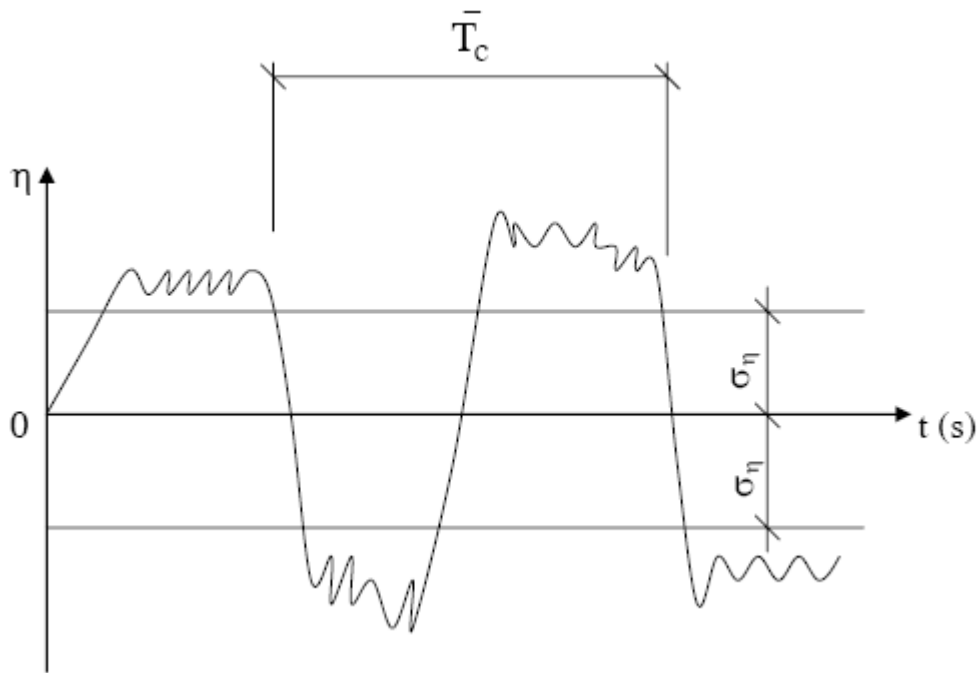
2) Trong lý thuyết các quá trình ngẫu nhiên, người ta đã chứng minh được mối quan hệ giữa phổ vận tốc và phổ gia tốc:

$$S_{\ddot{v}\ddot{v}}^{(\omega)} = \omega^2 S_{vv}^{(\omega)} \quad (3.19)$$

Phương sai của γ là σ_γ^2 được xác định theo công thức:

$$\sigma_\eta^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} \eta^2 f_\eta(\eta) d\eta \quad (3.20)$$

Nếu biểu diễn η của một điểm có toạ độ x, z nào đó theo t ta sẽ xác định được σ_η là độ lệch quân phương của η (độ lệch đó khác chiều cao sóng trung bình).



Hình 3- 4 Chu kỳ sóng.

Hàm mật độ phổ $S_{\eta\eta}(\omega)$ thể hiện trạng thái của quá trình ngẫu nhiên mặt sóng $\eta(t)$ phụ thuộc vào thời gian. Hàm mật độ phổ thông này được xây dựng trên cơ sở thu thập và phân tích các số liệu sóng thống kê tại địa phương. Sử dụng biến đổi tích phân Fourier có thể biểu diễn hàm tự tương quan $R_{\eta\eta}(\tau)$ và mật độ phổ $S_{\eta\eta}(\omega)$ đối với quá trình $\eta(t)$ bằng hệ thức Weiner – Khinchin:

$$\sigma_{\eta}^2 = R_{\eta\eta}(\tau) \Big|_{\tau=0} = \int_0^{\omega} S_{\eta\eta}(\omega) d\omega \quad (3.21)$$

Từ (33) ta có nhận xét:

Biết phổ của sóng, của từng địa phương, có thể tính được phương sai σ_{η}^2 theo (3.21) sau khi xác định được σ_{η}^2 , sẽ xác định được mật độ phân phối chuẩn theo (3.6) rồi xác định được các đặc trưng của các hàm phổ vận tốc theo (3.17) các đặc trưng của các hàm phổ gia tốc (3.18).

3) Tính các chu kỳ trung bình của sóng, ta phải quan tâm đến hai giá trị trung bình là T_Z và T_m , trong quá trình ngẫu nhiên dùng:

- Chu kỳ cắt không:

$$T_Z = 2\pi \times \sqrt{\frac{M_0}{M_4}} \quad (3.22)$$

- Chu kỳ đỉnh sóng:

$$T_m = 2\pi \times \sqrt{\frac{M_2}{M_4}} = \frac{T_0}{1,41}$$

Trong đó:

Mô men phổ bậc k được xác định bởi:

$$M_k = \int_0^{\infty} \omega^k S_{\eta\eta}(\omega) d\omega \quad (3.23)$$

Thì thông số xác định chiều rộng giải phổ $S_{\eta\eta}(\omega)$, ký hiệu ε , có dạng:

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{M_2^2}{M_0 M_4} \right)^{1/2}$$

Thông số ε luôn dương và nằm trong khoảng $[0,1]$. Các trường hợp giới hạn của ε :

- $\varepsilon = 0$: trường hợp phổ của quá trình dải hẹp;
- $\varepsilon = 1$: trường hợp phổ của quá trình dải rất rộng (quá trình ồn trắng).

Khi $k = 0 \Rightarrow \omega^0 = 1$

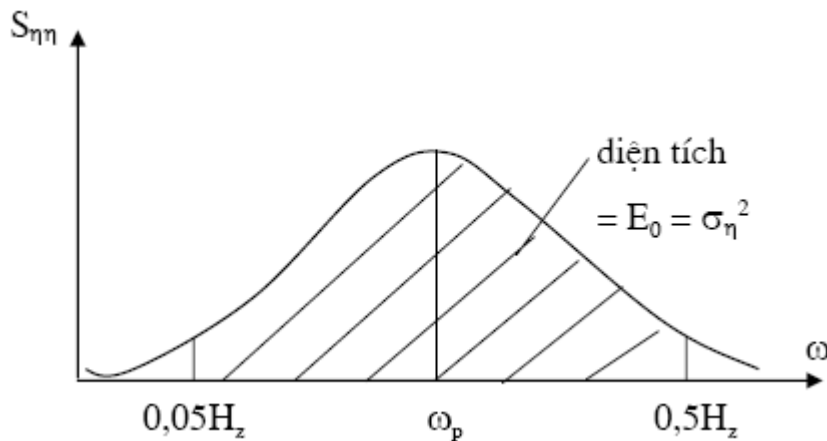
$$\sigma_{\eta}^2 = M_0 = \int_0^{\infty} S_{\eta\eta}(\omega) d\omega \quad (3.24)$$

Ngoài ra (36) còn có ý nghĩa như sau:

$$M_0 = \sigma_{\eta}^2 = E_0 \quad (3.25)$$

E_0 là tổng năng lượng sóng bằng diện tích dưới đường cong hàm mật độ xác suất.

Khi $k=2$ ($k=4$) thì xuất hiện momen bậc 2 (M_2) và momen bậc 4 (M_4).



Hình 3- 5

- Với điều kiện sóng biển, người ta đã đo được tần số dao động $f = 0,05 \text{ Hz}$ (Hez) tương ứng với phổ dải rộng:

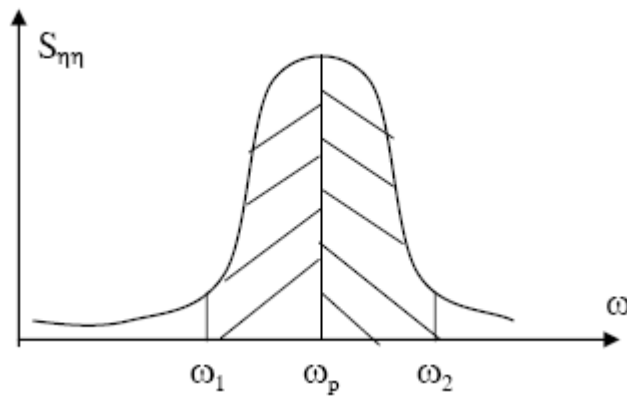
$$\omega = 2\pi.f(\text{rad/s})$$

- Đối với phổ dải hẹp ω_1, ω_2 nằm lân cận ω_p , diện tích nằm giữa ω_1 và ω_2 chiếm (70÷80%) diện tích (E_0).

- Nếu η_t ở phổ dải hẹp thì dao động sóng sẽ theo hình sin.

Để cho $T_m = T_z$ thì $\varepsilon = 0$.

- ε : có ý nghĩa lớn dùng để tính mỗi cho công trình nó liên quan đến vấn đề tích lũy mỗi.



Hình 3- 6

4) Cách mô tả chiều cao sóng theo quá trình ngẫu nhiên khi xác định tải trọng sóng một thông số cần phải quan tâm đó là chiều cao sóng H . Quan sát các giá trị $H_{thực}$ sẽ thấy H là một quá trình ngẫu nhiên và qua nhiều quan trắc, xử lý ta thấy H không tuân theo luật chuẩn mà tuân theo luật phân phối Rayleigh.

$$f_H(H) = \frac{H}{2\sigma_\eta^2} \exp\left(-\frac{H^2}{8\sigma_\eta^2}\right) \quad (3.26)$$

Trong đó:

σ_η^2 - Phương sai được xác định theo Rayleigh từ hàm (3.26) ta sẽ xác định được các đặc trưng của chiều cao sóng.

Chiều cao sóng trung bình:

$$H_o = \int_0^\infty H f_H(H) dH \quad (3.27)$$

thay $f_H(H)$ từ (3.26) vào (3.27) rồi tích phân ta có:

$$H_o = \sqrt{2\pi}\sigma_\eta = 2,507\sigma_\eta \quad (3.28)$$

Chiều cao trung bình bình phương:

$$\bar{H} = \left(\int_0^\infty H^2 f_H(H) dH \right)^{1/2} \quad (3.29)$$

Thay (3.26) vào (3.29) tích phân lên ta được:

$$\bar{H} = 2\sqrt{2}\sigma_\eta \quad (3.30)$$

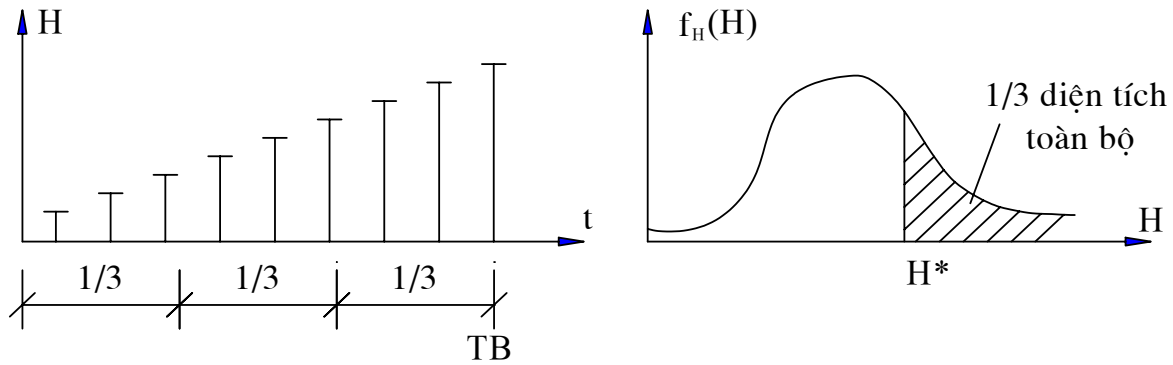
$$\bar{H} = 1,103 \times H_o = 2,82\sigma_\eta$$

Chiều cao sóng đáng kể:

Là chiều cao trung bình của 1/3 số lượng sóng cao nhất trong 1 trạng thái biển ngắn hạn T ; đo, đếm, sắp xếp lại thứ tự từ nhỏ đến lớn.

Chương 3. Các quy tắc chung trong thiết kế công trình biển.

Ví dụ: đếm được 90 con sóng nếu biểu hiện bằng phương pháp xác suất từ biểu đồ $f_H(H)$ theo Rayleigh:



Hình 3- 7

- Từ biểu đồ tìm được giá trị H^* , để có diện tích = 1/3 toàn bộ, sau đó trong phạm vi diện tích đó, lấy trung bình ta sẽ được H_s :

$$H_s = H_{1/3} = \int_H^{\infty} H \cdot f_H(H) dH \quad (3.31)$$

- Cần tìm H^* từ điều kiện hàm phân phối xác suất $P(H > H^*)$

$$P(H > H^*) = \int_{H^*}^{\infty} f_H(H) dH = \frac{1}{3} \quad (3.32)$$

$\left(\frac{1}{3}\right)$ - Giá trị của những sóng có giá trị $H > H^*$ tra ngược lại được 1 giá trị H^* đưa (40) vào (46) rồi lại tích phân ta sẽ được $\rightarrow$

$$H_s = 4\sigma_\eta \quad (3.33)$$

5) Hàm phân phối của chiều cao sóng:

- Xét chiều cao sóng có giá trị $\tilde{H}$, hàm phân phối $P(H < \tilde{H})$:

Có xác suất:

$$P(H < \tilde{H}) + P(H > \tilde{H}) = 1 \quad (3.34)$$

$$Q(\tilde{H}) = P(H > \tilde{H}) = 1 - P(H < \tilde{H}) = \int_{\tilde{H}}^{\infty} f_H(H) dH = \exp\left(-\frac{\tilde{H}^2}{8\sigma_\eta^2}\right) = n\% \quad (3.35)$$

$n\%$ - Gọi là mức đảm bảo đối với chiều cao sóng H .

Đặt gọn lại:

$$n\% = \exp\left(-\frac{\tilde{H}^2}{8\sigma_\eta^2}\right) \quad (3.36)$$

$$\tilde{H} = H_{n\%} = \sigma_\eta \sqrt{8 \sqrt{-\ln(n\%)}} \quad (3.37)$$

Khi $n = 3\%$ ta có

$$H_{3\%} = 5,29 \sigma_{\eta} \quad (3.38)$$

Khi $n = 1\%$ ta có

$$H_{1\%} = 6,07 \sigma_{\eta} \quad (3.39)$$

Khi $n = 0,1\%$ ta có

$$H_{0,1\%} = 7,43 \sigma_{\eta} \quad (3.40)$$

Khi $n = 1/3\%$ ta có

$$H_{0,33\%} = 6,67 \sigma_{\eta} \quad (3.41)$$

Ký hiệu: $H_{0,33\%} = H^*$

Nếu lấy chiều cao tính toán = H^* thì mức đảm bảo: $n\% = 1/3\% = 0,33\%$

- Hiện nay trên thực tế tính toán công trình biển tồn tại hai quan điểm tính chiều cao sóng:

+ Theo quy phạm phương tây: $H_s = 4\sigma_{\eta}$;

+ Quy phạm Liên Xô: lấy theo $n=1\% \Rightarrow H_{1\%} = 6,07\sigma_{\eta}$.

Kết luận:

- Các phổ sóng $S_{\eta\eta}(\omega)$ phụ thuộc: H_s và T_z được xác định trên cơ sở quan trắc và xử lý thống kê.

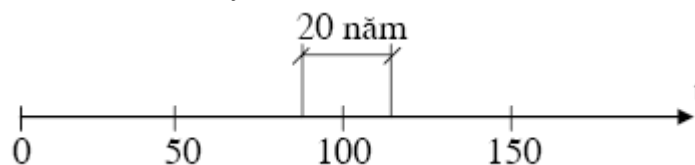
Cần phân biệt các trạng thái biển:

+ Trạng thái biển ngắn hạn là: $E_i(H_{Si}, T_{Zi})$;

+ Trạng thái biển dài hạn: là tập hợp tất cả trạng thái biển ngắn hạn trong cả đời sống công trình.

Trạng thái biển dài hạn là tổng các trạng thái biển ngắn hạn: $\sum E_i$

Các Quy phạm tính toán xét với tần suất lặp lại là một lần trong 50 năm hay 100 năm. Cho nên với công trình xây dựng với tuổi thọ 20 năm thì tùy theo Quy phạm tính toán là 50 năm hay 100 năm mới xảy ra một lần, để xét $\sum E_i$ ở điểm nào trên trục t



Trong 20 năm đời sống công trình có các trạng thái biển khác nhau, nếu ngắn hạn thì có các H_{Si} và T_{Zi} là các quá trình ngẫu nhiên.

Tùy theo kinh nghiệm thực tế đã chỉ ra rằng chiều cao sóng đáng kể trong khoảng thời gian dài thường phân phối theo luật Weibull:

$$P_L(H_s) = \int_0^{H_s} f_{H_s}(H_s) dH = 1 - \exp \left[- \left(\frac{H_s - H_0}{\beta} \right)^\alpha \right] \quad (3.42)$$

Trong đó:

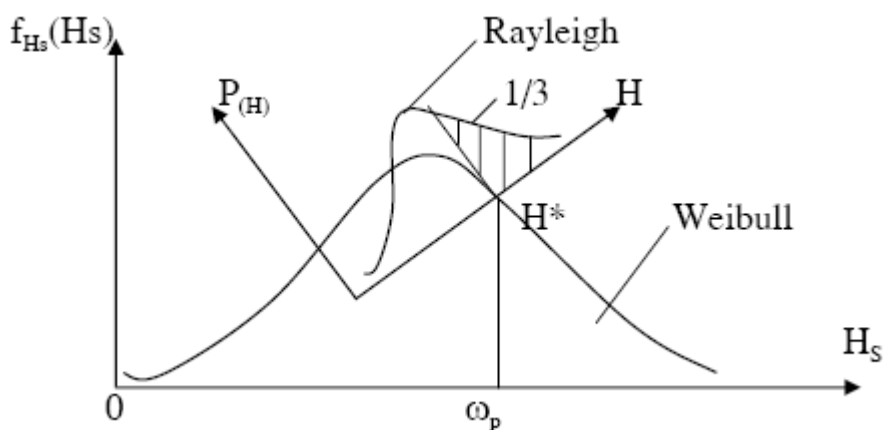
Chương 3. Các quy tắc chung trong thiết kế công trình biển.

α và β là các tham số hình dáng và kích thước của phân phối và được xác định từ các số liệu quan trắc ở vùng biển đang xét, bằng các phương pháp ước lượng thống kê, hoặc bằng giấy xác suất Weibull.

Ví dụ:

Có trạng thái biển E_i có các thống kê sau:

TT	Chiều cao sóng H(m)	Số lượng sóng N	H _i
1	2 (H ₁)	45 (n ₁)	H ₀ = ?
2	4 (H ₂)	35 (n ₂)	$\bar{H}$ = ?
3	6 (H ₃)	25 (n ₃)	H _{01%} = ?
4	8 (H ₄)	5 (n ₄)	H _S = ?
5	10 (H ₅)	2 (n ₅)	H _{33%} = ?
		$\Sigma N_i = N$	



Hình 3- 8

Yêu cầu:

Xác định các đặc trưng xác suất của chiều cao sóng H_i

Xác suất:

$$P_i = \frac{n_i}{\Sigma n_i} = \frac{n_i}{N}$$

H	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₅	...
P	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	...

3.3. Các phương pháp tính toán sóng trong thiết kế.

3.3.1. Phương pháp tính toán sóng thiết kế.

- Xuất phát từ mô hình ngẫu nhiên của sóng cho các chiều cao sóng H: là đại lượng ngẫu nhiên đặc trưng bởi H_S và T_Z nhưng không tính theo cách tính phổ sóng mà tìm giá trị cực đại theo quan điểm ngẫu nhiên.

$$H_{\max} = H_S \times \sqrt{0,5 \ln N_c} \quad (3.43)$$

$$T_{\max}^2 = T_z^2 \sqrt{0,5 \ln N_c} \quad (3.44)$$

Trong đó:

$$N_c = \bar{f} \times T$$

N_c - Trung bình của các chu trình sóng trong một trạng thái biển ngắn hạn.

$\bar{f}$ - Tần số trung bình trong 1 đơn vị thời gian, $\bar{f} = \frac{1}{T_z}$.

T - Thời gian kéo dài của trạng thái biển ngắn hạn tính bằng giây.

Ví dụ:

Một cơn bão trong 3 giờ có: $T_z = 10s \Rightarrow N_c = \frac{3 \times 3600}{10} = 1080$ (chu trình).

$$\Rightarrow H_{\max} = H_S \times \sqrt{0,5 \ln 1080} = 1,86 H_S$$

Biết được $H_S, T_z \Rightarrow H_{\max}$.

- $H_{\max}$ được coi là sóng thiết kế, $H_{\max}$ tính theo mô hình tiền định.

3.3.2. Phương pháp tính sóng theo mô hình ngẫu nhiên.

Tất cả các thông số của sóng biểu diễn bằng xác suất có thể dùng lý thuyết độ tin cậy để xác định các đặc trưng xác suất của phản ứng ở đầu ra như là chuyển vị, nội lực, ứng suất, từ đó đánh giá độ tin cậy của công trình.

3.4. Tác động tải trọng sóng lên công trình biển có kích thước nhỏ.

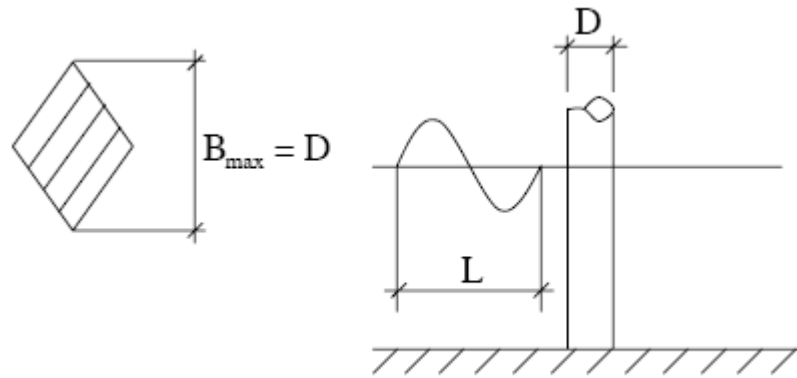
3.4.1. Các chế độ của sóng tác dụng lên các loại công trình biển.

Việc xác định tải trọng của sóng lên công trình kể cả công trình có các phần tử kết cấu có kích thước nhỏ cũng là 1 bài toán phức tạp, xuất phát từ các lý thuyết khác nhau. Người ta có thể mô tả bằng giải tích nhưng để mô tả 1 số hiện tượng phụ liên quan đến tác dụng và va đập sóng thì không thể mô tả đơn giản và định lượng được. Các lực sóng hầu như phụ thuộc vào đặc điểm tương tác giữa công trình và sóng.

Trong công trình biển người ta chia ra làm 3 chế độ tải trọng sóng theo quan hệ giữa L và D :

+ L : chiều dài sóng đặc trưng cho chế độ sóng tới là sóng khi không có công trình.

+ D : là kích thước đặc trưng cho công trình. (D) có thể là đường kính nếu công trình dưới dạng phần tử thanh, tiết diện tròn và thẳng đứng (hoặc) D là chiều rộng lớn nhất của mặt cắt tiết diện ngang chiếu lên phương vuông góc với phương truyền sóng.



Hình 3- 9

Có 3 chế độ sóng:

$\frac{D}{L} > 1$ - Công trình có kích thước lớn khi sóng gặp công trình sẽ dội lại hoàn toàn, tính chất dội như là sóng gặp tường chắn phải tính theo như sóng dội hoàn toàn (khi tính tải trọng sóng).

- $0,2 < \frac{D}{L} < 1$: trường hợp này sóng dội lại 1 phần thường gặp khi công trình có kích thước đủ lớn làm thay đổi chế độ chuyển động của sóng. Tải trọng sóng trong trường hợp này được xác định theo sóng nhiễu xạ.

- $\frac{D}{L} < 0,2$: Công trình có kích thước nhỏ tới mức công trình không làm thay đổi chuyển động của sóng việc tính tải trọng sóng hoàn toàn dựa vào chế độ sóng tới khi chưa có công trình tải trọng này được xác định theo phân tử của MORISON.

Theo MORISON:

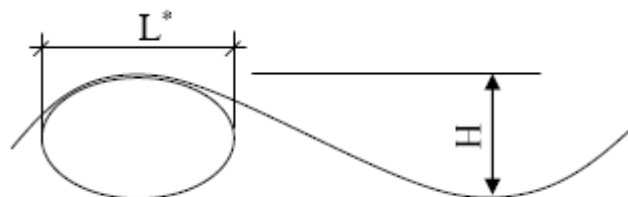
Tải trọng sóng phụ thuộc vào vận tốc (v), gia tốc (w).

- Nếu $\frac{D}{L^*} < 0,2$: thì thành phần tải trọng sóng do vận tốc (v) là trội.

- Nếu $\frac{D}{L^*} > 0,2$: thì tải trọng sóng do gia tốc w (V) là trội.

Trong đó:

- L^* : là độ dài cạnh elíp (ở vùng nước sâu quỹ đạo tròn $\rightarrow L^* = H$)



Hình 3- 10

3.4.2. Tải trọng sóng tác dụng lên vật thể có kích thước nhỏ.

3.4.2.1. Phương trình MORISON xác định tải trọng sóng lên phân tử lặn trụ đứng có kích thước nhỏ ($\frac{D}{L} < 0,2$)

Năm 1950 MORISON cùng nhóm nghiên cứu dựa trên kết quả thực nghiệm về tải trọng sóng tác động lên một cột lặn trụ thẳng đứng đã xác định tải trọng sóng gồm hai thành phần:

Lực cản vận tốc (lực cản chính diện) gây tải trọng sóng có giá trị tỷ lệ với bình phương vận tốc (q_D).

Lực quán tính gây tỷ lệ bậc nhất với gia tốc của sóng (q_M):

$$q_{(z,t)} = q_D + q_M \quad (3.45)$$

Trong đó:

$$q_D = \frac{1}{2} \rho C_d D |V_x| V_x \quad (3.46)$$

D - Đường kính;

V vận tốc;

ρ - Khối lượng riêng của nước biển.

$$q_M = \rho A W_x + C_m \rho A W_x = \rho A W_x (1 + C_m) = C_M \rho A W_x \quad (3.47)$$

A - Diện tích mặt cắt ngang phần tử kết cấu;

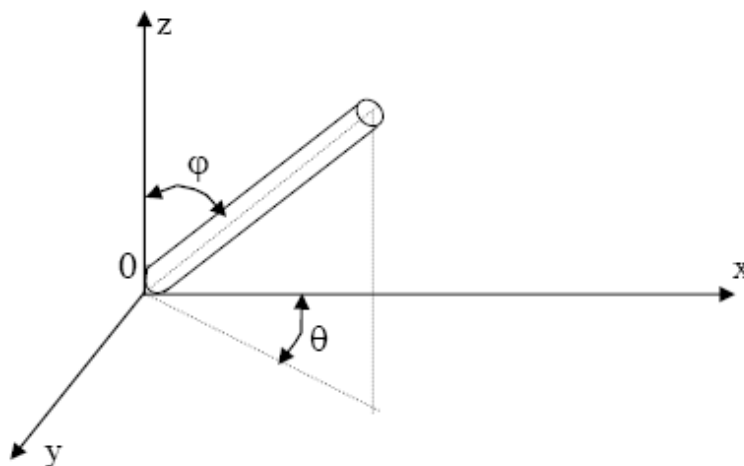
$|V_x|$ - vì phải tìm ra dấu lực trùng với phương vận tốc chuyển động của phân tử nước;

C_m - Hệ số nước kèm;

C_D - Hệ số cản.

3.4.2.2. Tải trọng sóng lên phần tử thanh xiên không gian.

Xét phần tử thanh xiên không gian được gắn với hệ trục tọa độ zxy.



Hình 3- 11

Chương 3. Các quy tắc chung trong thiết kế công trình biển.

- Phân thành phần vận tốc, gia tốc theo thành phần pháp tuyến và tiếp tuyến với trục thanh:

$$\vec{V} = \vec{V}_n + \vec{V}_\tau$$

$$\vec{W} = \vec{W}_n + \vec{W}_\tau$$

- Người ta đã chứng minh được rằng chỉ có thành phần v_n , w_n gây nên tải trọng sóng tác dụng lên các phần tử thanh. Vị trí thanh nghiêng xác định bởi hai thông số φ và θ . Dựa vào nghiên cứu thí nghiệm để sử dụng phương trình MONISON cho trường hợp thanh xiên, có nghĩa là tìm tác động sóng xác định theo v_n ; w_n ; φ ; θ .

Xác định vận tốc:

Công thức MORISON trong trường hợp này như sau:

$$v_n = \left[v_x^2 + v_z^2 - (c_x v_x + c_z v_z)^2 \right]^{1/2} \quad (3.48)$$

Theo các trục x, y, z có các thành phần vận tốc.

$$\begin{cases} v_{nx} = v_x - c_x (c_x v_x + c_z v_z) \\ v_{ny} = -c_y (c_x v_x + c_z v_z) \\ v_{nz} = v_z - c_z (c_x v_x + c_z v_z) \end{cases} \quad (3.49)$$

$$v_n = \left(v_{nx}^2 + v_{ny}^2 + v_{nz}^2 \right)^{1/2} \quad (3.50)$$

Trong đó:

$$\begin{cases} C_1 = c_x = \sin \varphi \cdot \cos \theta = \frac{L_x}{L} \\ C_2 = c_y = \sin \varphi \cdot \sin \theta = \frac{L_y}{L} \\ C_3 = c_z = \cos \varphi = \frac{L_z}{L} \end{cases} \quad (3.51)$$

Trong đó:

L - Chiều dài của đoạn thanh không gian.

L_x , L_y , L_z - chiều dài hình chiếu của thanh không gian lên các trục x, y, z.

Xác định gia tốc

Tương tự chúng ta có thành phần gia tốc pháp tuyến w_n :

$$\begin{cases} w_{nx} = w_x - c_x (c_x w_x + c_z w_z) \\ w_{ny} = -c_y (c_x w_x + c_z w_z) \\ w_{nz} = w_z - c_z (c_x w_x + c_z w_z) \end{cases} \quad (3.52)$$

$$w_n = \left(w_{nx}^2 + w_{ny}^2 + w_{nz}^2 \right)^{1/2} \quad (3.53)$$

- Từ đó xác định được thành phần tải trọng sóng lên 1m dài:

$$\begin{cases} q_x = \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot D \cdot |V_{nx}| V_{nx} + \rho \cdot C_M \cdot A \cdot W_{nx} \\ q_y = \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot D \cdot |V_{ny}| V_{ny} + \rho \cdot C_M \cdot A \cdot W_{ny} \\ q_z = \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot D \cdot |V_{nz}| V_{nz} + \rho \cdot C_M \cdot A \cdot W_{nz} \end{cases} \quad (3.54)$$

- Tải trọng sóng tác động lên 1m dài thanh xiên:

$$\bar{q}_n = \frac{1}{2} \rho C_d D |V_n| \vec{V}_n + \rho C_M A \vec{W}_n \quad (3.55)$$

$$q_n = \sqrt{q_x^2 + q_y^2 + q_z^2} \quad (3.56)$$

- Tải trọng sóng tác động lên phần tử thanh xiên:

$$\begin{cases} F_x = \int_L q_x dl = q_x L \\ F_y = \int_L q_y dl = q_y L \\ F_z = \int_L q_z dl = q_z L \end{cases} \quad (3.57)$$

3.5. Tác động tải trọng sóng lên công trình biển có kích thước lớn.

3.5.1. Cách tính thực hành.

Với công trình có kích thước lớn ($0,2 < D/L < 1,0$) khi sóng chuyển động tới gặp công trình gây ra hiện tượng nhiễu xạ. Để xét đến hiện tượng nhiễu xạ người ta cần phải xác định các hệ số nhiễu xạ, biểu diễn chúng như là hàm của tần số hoặc số sóng. Ví dụ các hệ số sau được xác định đối với vật cản trụ tròn với quan hệ khác nhau của chiều cao và đường kính.

- C_h : là tỷ số của toàn bộ lực ngang lớn nhất với lực lớn nhất FROUDE-KRILOV, có thể xác định như lực quán tính, tính theo công thức MORISON với điều kiện sự tồn tại của vật cản không gây ảnh hưởng đến chuyển động của phần tử chất lỏng.
- C_d : là tỷ số của toàn bộ lực lớn nhất với lực thẳng.
- C_m - quan hệ tương ứng với mô men lật.

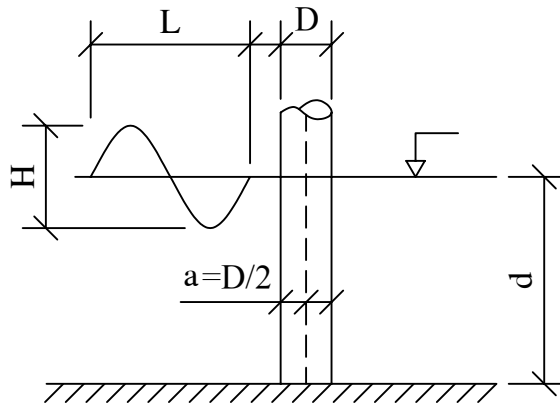
Các hệ số này được xác định đối với điều kiện $H/d < 0,6$

Trong đó:

- H - Chiều cao sóng tới.
- d - Chiều sâu nước.

+ Khi xác định C_h, C_d : $0,3 < (H/2a) < 2,3$

+ Khi xác định C_m : $0,6 < H/2a < 2,3$



Hình 3- 12

$$\begin{aligned} C_h &= 1 + 0,75 \left(\frac{H}{2a} \right)^{1/3} (1 - 0,3k^2 a^2) \\ C_d &= 1 + 0,74k^2 a^2 \left(\frac{H}{2a} \right) \text{ khi: } 1,48ka \left(\frac{H}{2a} \right) < 1 \\ C_d &= 1 + 0,5ka \text{ khi: } 1,48ka \left(\frac{H}{2a} \right) > 1 \\ C_m &= 1,9 - 0,35ka \end{aligned} \quad (3. 58)$$

Trong đó:

$a = D/2$ - Bán kính vật cản.

$k = 2\pi/L$ - Số sóng.

Sử dụng các hệ số này thay cho tính toán theo lý thuyết chính xác của sóng nhiễu xạ, cho kết quả không sai khác quá 5%. Tải trọng sóng tác dụng lên trụ tròn không chuyển động lúc này sẽ tính theo công thức của MORISON biểu diễn dưới dạng:

$$q_{(z,t)} = \frac{1}{2} \rho C_d D V_x |V_x| + C_h [C_M \rho A W_x] \quad (3. 59)$$

Trong đó:

$$C_M = (1 + c_m)$$

v_x, w_x - vận tốc và gia tốc sóng theo phương x.

C_h, C_d, C_m -Đã nói ở trên.

$q_{(z,t)}$ - tải trọng sóng tác dụng lên một đơn vị chiều dài công trình.

3.5.2. Cách tính tổng quát.

Trong trường hợp tổng quát thì sóng tới gặp vật cản có kích thước lớn gây ra sóng nhiễu xạ, tạo ra trường chuyển động sóng xung quanh vật thể có kích thước lớn. Chuyển động sóng là chuyển động có thể, hàm thế vận tốc bằng hàm thế sóng tới cộng với hàm thế sóng nhiễu xạ. Thiết lập phương trình cân bằng động lực học của chuyển động phần tử chất lỏng:

$$\phi_{(x,y,z,t)} = \phi_1(x, y, z, t) + \phi_{dif}(x, y, z, t) \quad (3. 60)$$

Trong đó:

$\phi_{(x,y,z,t)}$ - Hàm thế vận tốc phụ thuộc vào không gian và thời gian.

$\phi_i(x,y,z,t)$ - Hàm thế vận tốc sóng tới.

$\phi_{dif}(x,y,z,t)$ - Hàm thế vận tốc sóng nhiễu xạ.

Để xác định thế sóng tổng cộng, ta giả thiết chuyển động của sóng tới và sóng nhiễu xạ được mô tả bằng các hàm điều hòa:

$$\begin{cases} \nabla^2 \phi_i(x, y, z, t) = 0 \\ \nabla^2 \phi_{dif}(x, y, z, t) = 0 \end{cases} \quad (3.61)$$

- Giải phương trình Laplace với bốn điều kiện:

- (1)- Phương trình Laplace đối với hàm thế vận tốc; Hàm thế vận tốc là hàm điều hoà;
- (2)- Điều kiện không thấm ở mặt đáy ($v = 0$);
- (3)- Phương trình động lực học Bernoulli viết cho điều kiện đẳng áp ở mặt nước (mặt tự do);
- (4)- Là điều kiện động học ở mặt tự do $\left(v = \frac{dz}{dt} \right)$

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0 \quad \forall M(x, y, z) \in \Omega; \forall t \\ \frac{\partial \phi}{\partial z} = 0 \quad \forall (x, y, z) = -d \\ \frac{\partial \phi}{\partial t} + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} \right)^2 \right] + g\eta_{(x,z,t)} = 0 \quad \forall t; \forall M(x, y, z) \\ \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial \phi}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial y} \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{\partial \phi}{\partial z} = 0 \quad \forall t; \forall M(x, y, z) \end{cases} \quad (3.62)$$

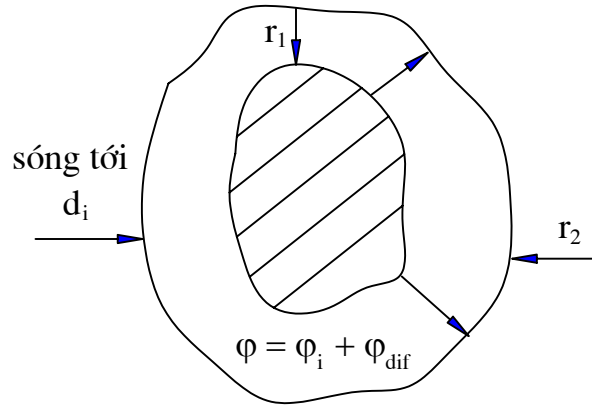
- Sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, bằng cách chia lưới trong phạm vi r_1 và r_2 dưới dạng phần tử hình chóp (3 chiều).

- Sử dụng phương pháp phần tử biên, chỉ xét trên r_1 , như vậy từ việc giải bài toán không gian ba chiều thành bài toán hai chiều.

- Sau khi giải được hàm ϕ trên biên r_1 ta xác định được vận tốc và gia tốc phần tử nước tác dụng trên biên và xác định áp lực do gia tốc, vận tốc tác dụng trên biên (sóng tới + sóng nhiễu xạ, cho ta tải trọng sóng tổng cộng tác dụng lên bề mặt kết cấu).

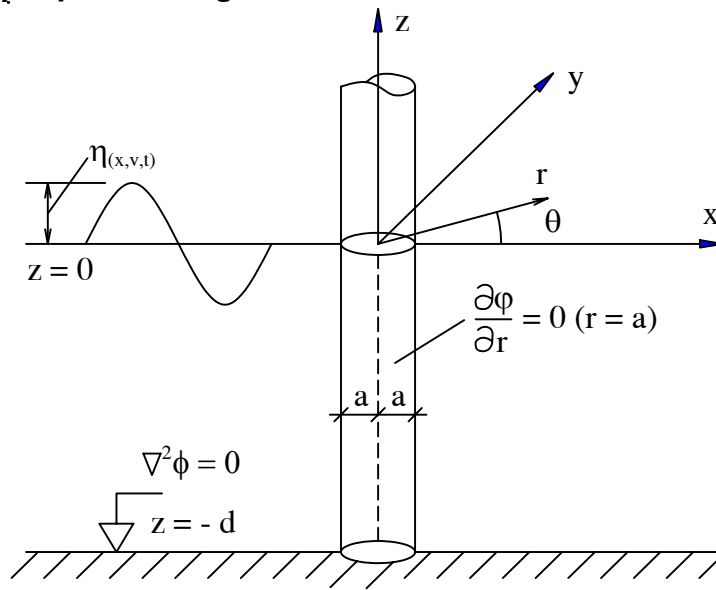
Các trường hợp đơn giản:

- Lãng trụ tròn đứng xác định được công thức giải tích.
- Trụ tròn xoay.
- Lãng trụ đứng.
- Lãng trụ nằm ngang.



Hình 3- 13

3.5.3. Trường hợp trụ tròn đứng.



Hình 3- 14

Từ phương trình:

$$\nabla^2 \phi(x, y, z, t) = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0$$

Sử dụng các điều kiện biên (3.62), trường hợp sóng phẳng, hàm thế là hàm điều hoà viết dưới dạng phức:

$$\phi(x, y, z, t) = \phi_{(x,y)} \times f_{(z)} \exp(i\omega t) \quad (3.63)$$

Trong đó:

$$f_{(z)} = \frac{\text{ch}[k(d+z)]}{\text{ch}(kd)} \quad (3.64)$$

$\phi_{(x,y)}$ - Nghiệm phương trình Helmholtz.

Đưa phương trình Laplace về dạng:

$$\nabla^2 \phi + k^2 \phi = 0 \quad (3.65)$$

Trong đó:

φ - Hàm thế của sóng phẳng, xét biên độ không phụ thuộc vào thời gian và chiều sâu nước.

- Giả sử sóng tới là sóng Airy có biên độ a_0 ($H = 2a_0$):

$$\varphi = \varphi_i + \varphi_{dif} \quad (3.66)$$

φ - Hàm thế tổng cộng sóng phẳng, sóng tới là sóng Airy.

φ_i - Hàm thế sóng tới.

φ_{dif} - Hàm thế sóng nhiễu xạ.

Biểu diễn hàm thế sóng tới φ_i dưới dạng hệ tọa độ trụ:

$$\varphi_i(r, \theta, \omega) = \frac{i \cdot g \cdot a_0}{\omega} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} (-i)^n \cdot J_n(k \cdot r) \cdot \exp[-i \cdot n \cdot (\theta - \alpha)] \cdot J \quad (3.67)$$

Trong đó:

a_0, ω, k - Biên độ, tần số vòng, số sóng;

α - Góc tác dụng của sóng tới đối với hình trụ, giả sử phương sóng tới trùng với phương trục x.

$$\theta = kx - \omega t.$$

Trong đó điều kiện biên: vận tốc theo phương n chính là vận tốc theo phương r bằng không

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{v}_n = \vec{v}_r = 0 \quad \frac{\partial \varphi_d}{\partial r} = -\frac{\partial \varphi_i}{\partial r}; r = a \\ \left. \frac{\partial \varphi}{\partial r} \right|_{r=a} = 0 \text{ (điều kiện bề mặt trụ)} \end{array} \right. \quad (3.68)$$

Giải phương trình Helmholtz:

$$\nabla^2 \varphi_d + k^2 \varphi_d = 0 \quad (3.68)$$

Ta có hàm thế φ_d thỏa mãn điều kiện (3.68) thu được nghiệm như sau:

$$\varphi_d(r, \theta, \omega) = i \frac{g \cdot a_0}{\omega} \sum \alpha_r H_n^2(k \cdot r) \exp(-i \cdot n \cdot \theta) \quad (3.69)$$

Trong đó:

α_r - Hằng số xác định từ điều kiện biên (3.68):

$$\alpha_r = -(-i)^n \exp(i \cdot r \cdot \alpha) \frac{J'_n(k \cdot a)}{H_n^{(2)'}(k \cdot a)} \quad (3.70)$$

J_n - Hàm Bessel bậc n;

$H_n^{(2)}$ - Hàm Hankel loại 2, bậc n;

Ký hiệu $(\cdot)'$ là đạo hàm theo đối số, $r = 0; \pm 1; \pm 2, \pm 3; \dots$

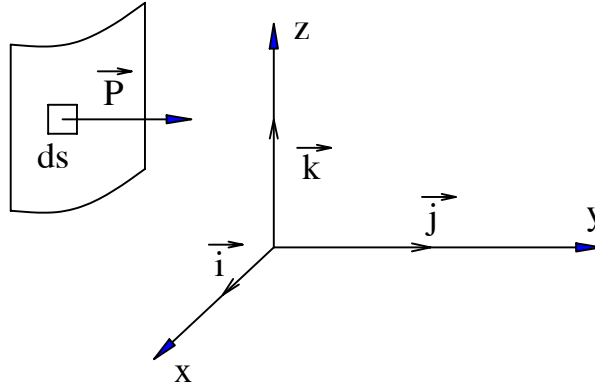
Chương 3. Các quy tắc chung trong thiết kế công trình biển.

Sau khi xác định được hàm thế ϕ_d ta xác định được hàm thế tổng cộng ϕ , từ đó xác định được tải trọng sóng tác dụng lên bề mặt vật thể.

$$\vec{F}_{ds}(\omega) = (-P \cos \theta ds; P \sin \theta ds) \quad (3.71)$$

- Áp lực phần tử nước hướng vào, ngược chiều với véc tơ tổng cộng, các lực do sóng tác dụng lên mặt ướt hình trụ, lực tác dụng trên một đơn vị chiều dài:

$$\vec{F}_T(\omega, t) = - \int_S \vec{P} \cdot \vec{r} \cdot dS = - \int_0^{2\pi} \int_{-d}^0 \vec{P} \cdot \vec{r} \cdot a \cdot d\theta \cdot dz \quad (3.72)$$



Hình 3- 15

S - Diện tích mặt cắt ướt hình trụ.

P - Cường độ áp lực sóng lên trên bề mặt vật thể (phương trình Becnoulli sau khi bỏ qua thành phần phi tuyến):

$$P = -\rho \frac{\partial \phi}{\partial t} - \rho g z \quad (3.73)$$

Thay P vào phương trình trên (3.72) thu được:

$$\vec{F}_T(\omega, t) = \int_{-d}^0 \int_0^{2\pi} \rho \cdot \frac{\partial \phi}{\partial t} \cdot \vec{r} \cdot a \cdot dz \cdot d\theta + \int_{-d}^0 \int_0^{2\pi} \rho \cdot g \cdot z \cdot \vec{r} \cdot d\theta \cdot dz \quad (3.74)$$

Trong đó:

- Áp lực sóng:

$$\int_{-d}^0 \int_0^{2\pi} \rho \cdot \frac{\partial \phi}{\partial t} \cdot \vec{r} \cdot a \cdot dz \cdot d\theta \quad (3.75)$$

- Áp lực thủy tĩnh:

$$\int_{-d}^0 \int_0^{2\pi} \rho \cdot g \cdot z \cdot \vec{r} \cdot a \cdot d\theta \cdot dz \quad (3.76)$$

Giá trị lớn nhất ở độ sâu z:

$$F_{\max}(\omega, z, t) = \frac{4 \cdot \rho \cdot g \cdot a_0}{k} \times \frac{\operatorname{ch}[k \cdot (z + d)]}{\operatorname{ch}(kd)} \times \frac{1}{|H_1^{(2)}(k, a)|} (\cos \alpha, \sin \alpha)$$

3.6. Tải trọng gió.

3.6.1. Biểu thức tổng quát của tải trọng gió.

3.6.1.1. Áp suất của gió.

- Khí quyển chuyển động gây ra gió có vận tốc $v = v(t)$ gây ra áp suất động khí quyển, hay còn gọi là áp suất động của gió:

$$q_0(t) = 0,5 \cdot \rho \cdot v^2(t) \quad (3.77)$$

Trong đó:

$\rho = 0,125 \text{ Kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4 = 0,125 \text{ Kg}/\text{m}^3$ - Khối lượng riêng của không khí trong điều kiện tiêu chuẩn:

$$q_0(t) = \frac{V^2(t)}{16} \quad (3.78)$$

$$V(t) = \bar{v} + v(t) \quad (3.79)$$

Trong đó:

$\bar{v}$ - Thành phần vận tốc trung bình trong khoảng thời gian Δt được xác định như sau:

$\Delta t = 3''; 1'; 2'; 1\text{h}$ tùy thuộc vào cách tính toán và $v(t)$ thành phần mạch động của gió biến thiên trong khoảng thời gian Δt

$$q_0(t) = 0,5 \cdot \rho \cdot v^2(t)$$

$$q_0(t) = \frac{1}{2} \rho [\bar{v} + v(t)]^2 = \frac{1}{2} \rho \bar{v}^2 + \rho \bar{v} \cdot v(t) \quad (3.80)$$

$$q_0(t) = q_{0\text{tĩnh}} + q_{0\text{động}} \quad (3.81)$$

$q_{0\text{tĩnh}}$ - Tính không phụ thuộc vào thời gian.

$q_{0\text{động}}$ - Tính phụ thuộc vào thời gian.

(bỏ qua thành phần $v(t)^2$ vì quá bé).

3.6.1.2. Áp lực gió

Là áp lực không kể đến vật cản có hình dạng gì chỉ phụ thuộc vào vận tốc gió, nhưng nếu có vật cản thì áp lực gió chuyển thành tác động gió cũng có hai thành phần tĩnh và động:

$$Q = Q_{\text{tĩnh}} + Q_{\text{động}} \quad (3.82)$$

Hình dáng kết cấu công trình có liên quan đến tác dụng của gió gây ra tải trọng gió, ngoài diện tích đón gió còn phải kể đến hệ số khí động học:

$$Q = \begin{cases} Q_{\text{tĩnh}} = q_0^t \cdot C \cdot A = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \bar{v}^2 \cdot C \cdot A \\ Q_{\text{động}} = q_0^d \cdot C \cdot A = \rho \cdot \bar{v} \cdot C \cdot A \cdot v(t) \end{cases} \quad (3.83)(3.84)$$

Trong đó:

C - Hệ số khí động phụ thuộc dạng kết cấu và chế độ chuyển động của gió.

A - Diện tích đón gió của kết cấu vuông góc với phương gió thổi.

3.6.2- Tải trọng gió đối với công trình (theo quan điểm tiên định).

3.6.2.1. Tính tải trọng gió trên đất liền

- Sử dụng qui phạm TCVN 27.37.90 “tải trọng và tác động”:

$$q = q^t + q^d$$

Trong đó

q^t - nhất thiết phải tính với mọi công trình.

q^d - chỉ cần tính trong trường hợp công trình có tần số dao động riêng:

$$f = 4\text{Hz} \ (T \geq 0,25\text{s}); \ T = \frac{1}{f}.$$

3.6.2.2- Tính tải trọng gió cho các công trình biển

- Xác định (q^t) thành phần tĩnh của áp lực gió theo giá trị tiêu chuẩn:

$$q_{tc}^t = q_0 \cdot k \cdot C \quad (3.85)$$

Trong đó

q_0 - Áp lực động của gió ở độ cao 10m so với mốc chuẩn.

k - Hệ số kể đến sự thay đổi của áp lực động gió theo chiều cao công trình.

C - Hệ số khí động phụ thuộc vào hình dáng của các phần tử kết cấu công trình.

- Tải trọng gió tĩnh tác động lên công trình:

$$Q_i^t = q_{tc}^t \cdot A_i = q_i \cdot k_i \cdot C_i \cdot A_i \quad (3.86)$$

Trong đó:

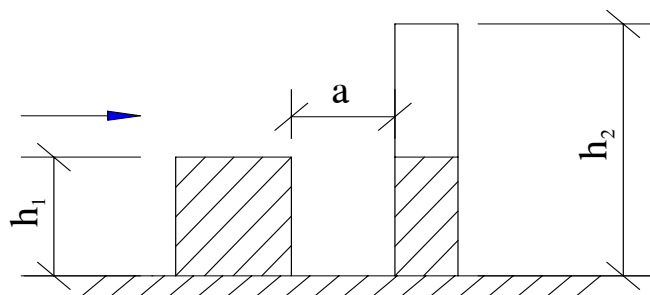
i - Bộ phận thứ i của kết cấu chịu lực gió.

A_i - Diện tích chắn gió của phần tử thứ i.

+ Trường hợp kết cấu bị che chắn: $A_i = A_{0i} E_i$

+ Phần không bị che chắn: $E_i = 1$

+ Phần bị che chắn: E_i phụ thuộc tỷ số a/h_1



Hình 3- 16($h_1 < h_2$)

Bảng 3- 1 Hệ số che chắn.

a/h_1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,8	$\geq 2,0$
E_i	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0

Trường hợp kết cấu rỗng gồm nhiều phần tử ghép lại, giả sử như phần tử i là rỗng thì khi tính ta sẽ coi i như là phần tử đặc để tính A_i sau đó sẽ điều chỉnh rỗng ở hệ số:

$$C_i = C_{xi} \varphi_i \quad (3. 87)$$

Trong đó:

C_{xi} - Hệ số cản chính diện của kết cấu.

φ_i - Hệ số lấp đầy ($\varphi_i < 1$).

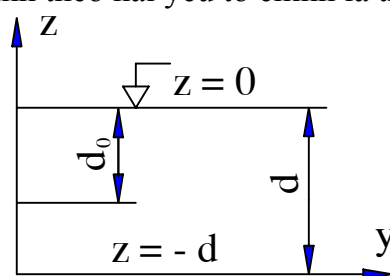
3.6.2.3. Cách tính thành phần tải trọng gió tĩnh.

Theo qui phạm Việt Nam. Gió ở Việt Nam được chia thành bốn vùng tương ứng với q_0 là 50; 70; 90; 110. (trang 31 điều 54 - QP). Trong khi đó những vùng có ảnh hưởng của gió bão thì áp lực q_0 được tăng thêm 10 daN/m².

3.7. Tải trọng dòng chảy.

3.7.1. Vận tốc dòng chảy.

- Dòng chảy được xác định theo hai yếu tố chính là triều và gió:



Hình 3- 17

$$v_{dc}(z) = v_{dc}^{tr}(z) + v_{dc}^g(z) \quad (3. 88)$$

- Theo qui phạm Dn.V:

$$v_{dc}^{tr}(z) = v_{tr}^0 \left(\frac{d+z}{d} \right)^{1/7} \quad (3. 89)$$

Trong đó:

v_{tr}^0 - vận tốc dòng chảy triều vùng nước lặn.

$$v_{dc}^g(z) = \begin{cases} = v_{dc}^g \left(\frac{d_0 + z}{d} \right) & \text{khi } 0 \geq z \geq -d_0 \\ = 0 & \text{khi } z \leq -d_0 \end{cases}$$

Trong đó:

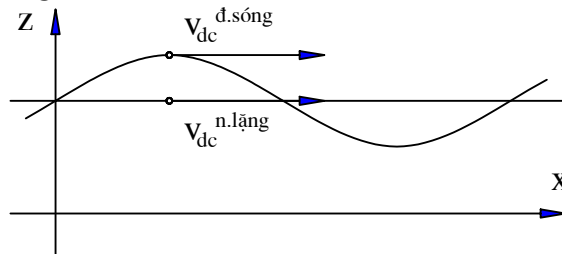
$$v_g^0 = 0,02 \cdot \bar{v}_{1h(10)} \quad (3.90)$$

d_0 - Độ sâu nước chịu ảnh hưởng của vận tốc gió.

$\bar{v}_{1h(10)}$ - Vận tốc gió đo được ở độ cao 10m trên mực nước biển, lấy trung bình trong một giờ.

Công thức (3.90) áp dụng đối với điều kiện biển hỏ không có tài liệu thống kê.

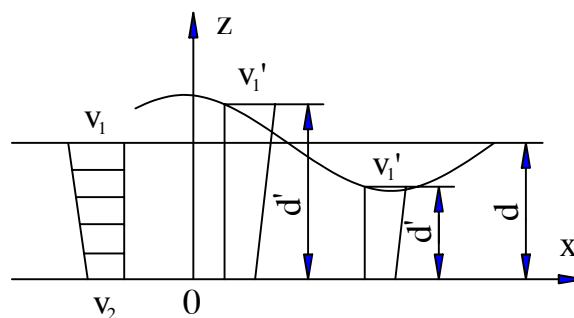
+ Khi tính vận tốc dòng chảy ở đỉnh sóng trong Qui phạm DnV, cho phép lấy bằng vận tốc trên vùng nước lặn: $v_{dc}^{\text{đỉnh sóng}} = v_{dc}^{\text{nước lặn}}$



Hình 3- 18

+ Trong Quy phạm Liên Xô BCH 90 người ta quan tâm đến hai thành phần là v_1 (dòng chảy mặt), v_2 là dòng chảy đáy. Người ta coi như vận tốc v của dòng chảy là biến đổi bậc nhất trong trường hợp đó người ta đưa ra một cách tính vận tốc dòng chảy ở các vị trí dao động xung quanh mực nước lặn:

$$v'_1 = (v_1 + v_2) \frac{d'}{d} - v_2 \quad (3.91)$$

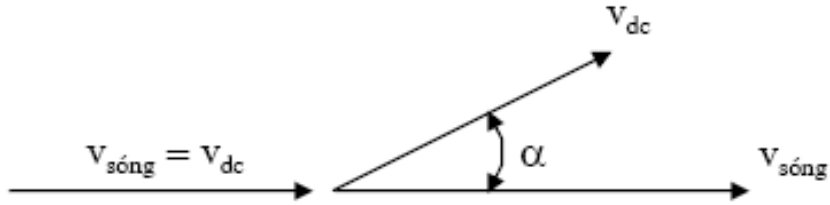


Hình 3- 19

3.7.2. Xác định tải trọng do dòng chảy.

- Giả sử dòng chảy là dòng chảy ổn định, chuyển động đều theo phương nằm ngang: $v_{dc} = \text{const}$, chuyển động dưới góc α đối với trục x:

$$\bar{v}_{dc} = (v_{dc} \cos \alpha; v_{dc} \sin \alpha; 0) \quad (3.92)$$



Hình 3- 20

Giả sử có một công trình ở trong điều kiện trên và kích thước nhỏ không gây hiện tượng nhiễu xạ, nếu dùng công thức Monison; tải trọng do dòng chảy

$$F_{dc}(z, t) = \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot D \cdot |v_{dc}| \cdot v_{dc} + \underbrace{C_M \cdot w_{dc}}_{=0} \cdot \rho \cdot A$$

$$\Rightarrow F_{dc}(z, t) = \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot D \cdot |v_{dc}| \cdot v_{dc} \quad (3.93)$$

3.7.3. Xác định tải trọng sóng và dòng chảy.

$$\vec{F}(z, t) = \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot D \cdot |\vec{v} + \vec{v}_{dc}| \cdot (\vec{v} + \vec{v}_{dc}) + C_M \cdot \vec{w}_s \cdot \rho \cdot A \quad (3.94)$$

Thành phần của biểu thức (118) được xác định theo các công thức sau, với chú ý rằng dòng chảy chỉ chứa trong mặt phẳng nằm ngang:

$$\begin{cases} F_x(z, t) = \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot D \cdot |\vec{v} + \vec{v}_{dc}| \cdot (v_s + v_{dc} \cdot \cos \alpha) + C_M \cdot w_s \cdot \rho \cdot A \\ F_y(z, t) = \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot D \cdot |\vec{v} + \vec{v}_{dc}| \cdot v_{dc} \cdot \sin \alpha \end{cases} \quad (3.95)$$

Hình 3- 21

$$|\vec{v} + \vec{v}_{dc}| = \left[(v_s + v_{dc} \cdot \cos \alpha)^2 + v_{dc}^2 \cdot \sin^2 \alpha \right]^{1/2} \quad (3.96)$$

$$\alpha = 0 \rightarrow |\vec{v} + \vec{v}_{dc}| = \sqrt{(v_s + v_{dc})^2} = v_s + v_{dc}$$

Chương 3

KHU ĐẤT VÀ KHU NƯỚC CỦA CẢNG

3.1. Cấu tạo, công dụng và yêu cầu của khu nước

3.1.1. Cấu tạo và công dụng

Khi thiết kế qui hoạch cảng chúng ta phải tính toán đầy đủ kích thước các khu nước của cảng. Đối với cảng có đê chắn sóng thì giới hạn của khu nước được xác định bởi tuyến đê (gọi là khu nước bên trong). Với cảng sông không có đê chắn sóng thì giới hạn khu nước bên trong được xác định bởi luồng chạy tàu chung.

Khu nước của cảng bao gồm các khu nước bộ phận: khu nước cho tàu neo đậu chờ đợi, khu nước cho tàu neo đậu bốc xếp hàng hoá giữa tàu với tàu, khu nước sát bến để cho tàu neo đậu bốc xếp hàng hoá giữa tàu với bờ, khu nước để cho tàu giảm tốc độ quay vòng ra vào bến, khu nước để cho tàu đi lại.

Đối với cảng sông thường dùng các đoàn xà lan nên thường bố trí một khu thiết lập và một khu giải thể các đoàn xà lan.

3.1.2. Các yêu cầu chung của khu nước

- Khu nước của cảng cần có đủ kích thước để tàu đi lại, neo đậu, quay trở.
- Khu nước của cảng cần có đủ độ sâu cần thiết để tàu có thể đi lại, neo đậu, quay trở một cách thuận tiện, an toàn và nhanh chóng.
- Khu nước của cảng phải đảm bảo độ yên tĩnh về sóng, gió, dòng chảy.
- Điều kiện địa chất đáy thuận lợi cho việc thả neo hoặc phải xây dựng được các công trình neo đậu cần thiết.
- Phải đảm bảo ít bị bồi lắng bùn cát.

3.2. Xác định độ sâu, cao trình đáy khu nước của Cảng

Chiều sâu khu nước của cảng là một đặc trưng kinh tế quan trọng được xác định dựa vào môn nước của tàu. Việc xác định đúng đắn độ sâu của cảng sẽ làm giảm khối lượng nạo vét do đó làm giảm chi phí đầu tư và khai thác của cảng.

3.2.1. Cảng biển

3.2.1.1. Công thức xác định độ sâu

- 1) Độ sâu khu nước cho tàu đi lại

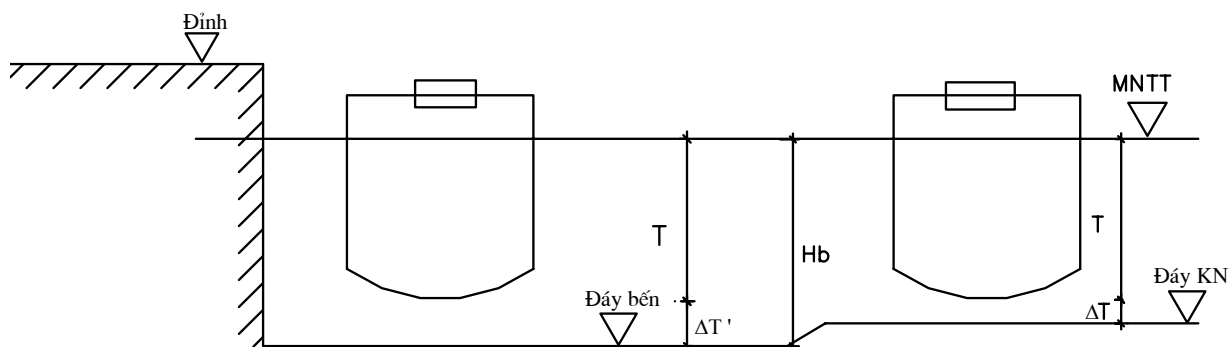
$$H_{KN} = T + \Delta T \quad ; \quad \Delta T = \Delta T_v + \Delta T_k ;$$

$$\Delta T_v = z_1 + z_2 + z_3 ; \quad \Delta T_k = z_4 + z_5$$

$$\Rightarrow H_{KN} = T + z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 \quad (3-1)$$

- 2) Độ sâu khu nước cho tàu neo đậu

$$H_b = T + z_1 + z_4 + z_5 \quad (3-2)$$



Hình 3-1. Xác định độ sâu khu nước.

Trong đó:

T: mớn nước của tàu;

ΔT : dự trữ độ sâu dưới đáy tàu;

ΔT_v : dự trữ độ sâu chạy tàu;

ΔT_k : dự trữ độ sâu kĩ thuật.

z_1 : dự trữ độ sâu đảm bảo cho tàu quay trở được tự do, đảm bảo cho sự làm việc hữu hiệu của chân vịt và an toàn cho vỏ tàu đồng thời xét đến sự thay đổi mớn nước không đều do xếp dỡ hàng trên tàu. Giá trị của nó phụ thuộc vào chiều dài tàu, vật liệu vỏ tàu và điều kiện địa chất đáy, được lấy theo bảng sau:

Bảng 3.1 Giá trị z_1

Loại chất đáy	Giá trị z_1 (cm) ứng với chiều dài tàu (m)					
	≤ 85	$86 \div 125$	$126 \div 165$	$166 \div 210$	$211 \div 250$	> 250
Bùn	$\frac{30}{70}$	$\frac{45}{100}$	$\frac{70}{140}$	$\frac{90}{100}$	$\frac{110}{100}$	$\frac{140}{100}$
Cát sỏi và đất sét	$\frac{40}{80}$	$\frac{55}{110}$	$\frac{80}{150}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{120}{100}$	$\frac{150}{100}$
Đá	$\frac{50}{90}$	$\frac{65}{120}$	$\frac{90}{160}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{130}{100}$	$\frac{160}{100}$

Giá trị trên : tàu vỏ thép

Giá trị dưới: tàu vỏ gỗ

z_2 : dự trữ độ sâu do sóng

Dưới tác dụng của sóng, thân tàu sẽ dao động thẳng đứng tạo nên sự nghiêng dọc làm tăng mớn nước khi ở mũi, khi ở lái do đó nếu không kể đến hiện tượng này sẽ có thể dẫn đến sự va chạm giữa vỏ tàu với đáy, giá trị của nó được xác định theo công thức sau:

$$z_2 = 0,3 h_s - z_1 \quad (3-3)$$

h_s : chiều cao sóng cho phép trong khu nước của cảng. Nếu $z_2 < 0$ thì lấy $z_2 = 0$

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

z_3 : dự trữ độ sâu kể đến hiện tượng tăng mớn nước khi tàu chuyển động, z_3 phụ thuộc vào tốc độ tàu, chiều dài tàu, các hệ số hình dáng của tàu và tính cân bằng mớn nước của tàu khi ở trạng thái tĩnh.

$$z_3 = K_{cv} \cdot v \quad (\text{m}) \quad (3-4)$$

v : vận tốc chạy tàu (km/h)

K_{cv} : hệ số phụ thuộc vào chiều dài tàu và được lấy theo bảng sau

Bảng 3.2. Giá trị K_{cv}

Chiều dài tàu (m)	≤ 85	$86 \div 125$	$126 \div 165$	> 165
K_{cv}	0,017	0,022	0,027	0,033

z_4 : dự trữ độ sâu bồi lắng của bùn cát. Giá trị của nó phụ thuộc vào tốc độ bồi lắng bùn cát và chu kì nạo vét. Tuy nhiên $z_4 \geq 0,5\text{m}$ là chiều dày tối thiểu của lớp bùn cát để việc nạo vét đạt hiệu quả kinh tế.

z_5 : dự trữ độ sâu kể đến hiện tượng nạo vét không đều. Giá trị của nó phụ thuộc vào phương tiện nạo vét.

3.2.1.2. Xác định cao trình đáy khu nước của cảng

1) Xác định mực nước thấp thiết kế (MNTTK)

Để xác định được cao trình đáy khu nước và cao trình đáy bến sau khi đã tính được độ sâu khu nước, ta cần xác định được mực nước thấp thiết kế. Xác định đúng đắn MNTTK có một ý nghĩa to lớn về mặt kinh tế và khai thác của cảng vì nó liên quan đến thời gian chạy tàu và khối lượng nạo vét.

Tuỳ thuộc vào lượng tàu ra vào cảng mà lựa chọn cho phù hợp, với mật độ tàu ra vào lớn thì lấy mực nước có tần suất từ $90 \div 98\%$. Nếu mật độ tàu ra vào nhỏ thì có thể lấy tần suất bé hơn.

2) Xác định cao trình đáy khu nước và cao trình đáy bến

Sau khi xác định được độ sâu khu nước và độ sâu trước bến của cảng đồng thời xác định được MNTTK ta sẽ tính được cao trình đáy bến và cao trình đáy khu nước như sau

$$\nabla_{\text{đáy khu nước}} = \nabla_{MN(p\%)} - H_{KN} \quad (3-5)$$

$$\nabla_{\text{đáy bến}} = \nabla_{MN(p=98\%)} - H_b \quad (3-6)$$

Trong đó:

$p\%, p = 98\%$: mực nước tính toán ứng với tần suất $p\%$ và 98% của đường tần suất lũy tích mực nước hàng giờ được quan trắc trong nhiều năm.

3.2.2. Cảng sông

3.2.2.1. Khu nước neo đậu và chạy tàu (H_{KN})

$$H_{KN} = T + \Delta T = T + z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 \quad (3-7)$$

Trong đó:

z_1 : dự trữ độ sâu đảm bảo cho tàu quay trở được tự do, đảm bảo cho sự làm việc hữu hiệu của chân vịt và an toàn cho vỏ tàu đồng thời xét đến sự thay đổi mớn nước

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

không đều do xếp dỡ hàng trên tàu. Giá trị của nó phụ thuộc vào chiều dài tàu, vật liệu vỏ tàu và địa chất đáy và được lấy theo bảng sau:

Bảng 3.3 Giá trị z_1

Mớn nước của tàu T (m)	Tàu không tự hành				Tàu tự hành
	Vận chuyển hàng khô		V/c xăng dầu, chất nổ		
	Đất sét lẫn cát sỏi	Đất lẫn đá dăm	Đất sét, đất lẫn cát sỏi	Đất lẫn đá dăm	
< 1,5	0,05	0,10	0,10	0,15	0,10
1,5 ÷ 3,0	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20
> 3,0	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30

z_2 : dự trữ độ sâu do sóng

$$z_2 = 0,3 h_s - z_1 \quad (3-8)$$

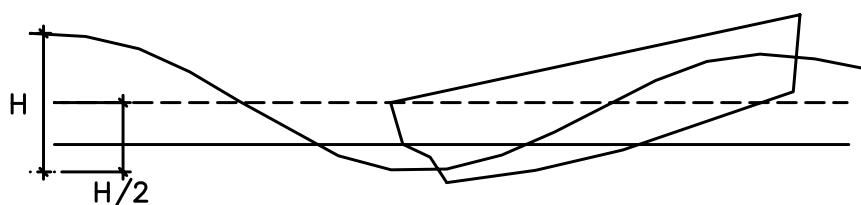
nếu $z_2 < 0$ thì lấy $z_2 = 0$

Trong đó:

h_s : chiều cao sóng cho phép trong khu nước của cảng và được lấy theo bảng sau

Bảng 3.4 Giá trị h_s

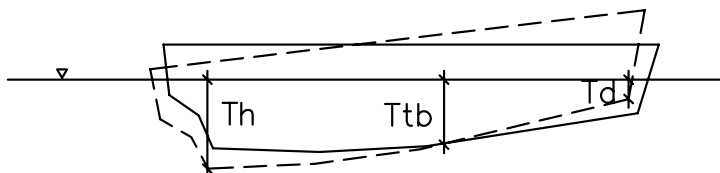
Trọng tải tàu (T)	Giá trị h_s (m)	
	Bến vuông góc với hướng sóng	Bến song song với hướng sóng
5000 ÷ 7000	1,2	0,8
3000 ÷ 5000	1,0	0,5
< 3000	0,7	0,5



Hình 3-2. Sự dao động của tàu do sóng.

z_3 : dự trữ độ sâu để phòng có chướng ngại vật và sự chênh lệch mực nước giữa mũi và lái tàu.

$$z_3 = 0,3 \div 0,5 \text{ m.}$$



Hình 3-3. Sự thay đổi mớn nước của tàu khi chạy.

z_4 : dự trữ độ sâu bồi lắng của bùn cát, $z_4 \geq 0,5\text{m}$

z_5 : dự trữ độ sâu do nạo vét không đều, $z_5 = 0,2 \div 0,3 \text{ m}$

3.2.2.2. Độ sâu trước bến

$$H_b = T + z_1 + z_4 + z_5 \quad (3-9)$$

3.2.2.3. Xác định cao trình đáy khu nước và cao trình đáy bến

Do tính chất dao động mực nước trong cảng nên cao trình đáy khu nước và đáy bến được xác định theo các công thức sau:

$$\nabla_{\text{đáy khu nước}} = \nabla_{MN (p = 85 \div 99)\%} - H_{KN} \quad (3-10)$$

$$\nabla_{\text{đáy bến}} = \nabla_{MN (p = 85 \div 99)\%} - H_b \quad (3-11)$$

Trong đó:

H_{KN} , H_b : là chiều sâu khu nước và chiều sâu trước bến;

$\nabla_{MN (p = 85 \div 99)\%}$: là mực nước tính toán được xác định tùy theo cấp của cảng dựa vào đường tần suất mực nước.

Cảng cấp I, II : $p = 99\%$;

Cảng cấp III : $p = 97\%$;

Cảng cấp IV : $p = 95\%$;

Các bến nhỏ : $p = (85 \div 95)\%$.

3.3. Diện tích, kích thước các khu nước bộ phận của Cảng

3.3.1. Cảng biển

3.3.1.1. Khu nước cho tàu giảm tốc độ quay vòng vào bến (S_1)

Khi đi qua cửa cảng, tàu cần phải chuyển động thẳng một quãng đường đủ dài để triệt tiêu quán tính. Thông thường chiều dài đoạn thẳng lấy là (L): $L = (3 \div 5) L_t$

Sau khi triệt tiêu quán tính, tàu cần một diện tích đủ lớn để quay vòng có thể theo hình thức tự quay hoặc dùng tàu lai dắt, đường kính quay vòng (D_{qv}) được lấy như sau:

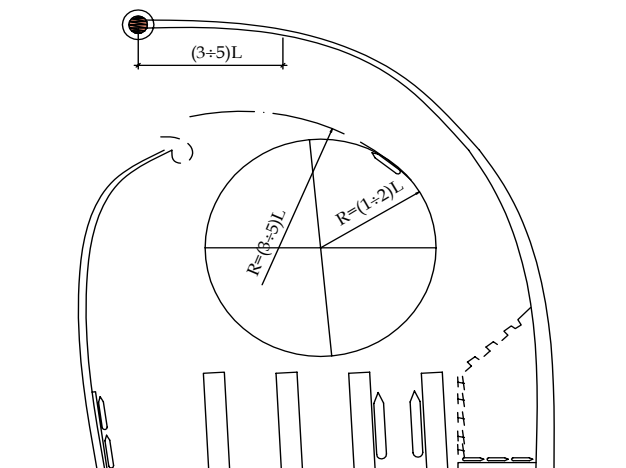
+ Tàu tự quay: $D_{qv} = (3 \div 4) L_t$

+ Dùng tàu lai: $D_{qv} = 1,25L_t + 150m$; nếu $L_t \leq 200m$

$D_{qv} = 2L_t$; nếu $L_t > 200m$

+ Dùng trụ quay: $D_{qv} = (1,0 \div 1,5) L_t$

$$S_1 = LB + \frac{\pi \cdot D_{qv}^2}{4} \quad (3-12)$$



Hình 3-4. Vùng quay vòng của tàu

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

3.3.1.2. Khu nước chuyển tải (bốc xếp hàng hoá giữa tàu với tàu, S_2)

Trong rất nhiều cảng phải bố trí nơi bốc xếp hàng trên mặt nước từ tàu biển chuyển sang tàu sông, xà lan và ngược lại. Diện tích khu nước này được xác định theo công thức sau:

$$S_2 = n_t \cdot s_2 \quad (3-13)$$

Trong đó:

n_t : số tàu đồng thời neo đậu tại khu nước để xếp dỡ hàng hoá;

$$n_t = \frac{Q_{nv}}{P_{nv}} \quad (3-14)$$

$$P_{nv} = P_g \cdot X_m \cdot t \quad (3-15)$$

Q_{nv} : lượng hàng lớn nhất được bốc xếp trong 1 ngày đêm tại khu nước chuyển tải (T);

P_{nv} : khả năng thông qua của một vị trí chuyển tải trong 1 ngày đêm(T);

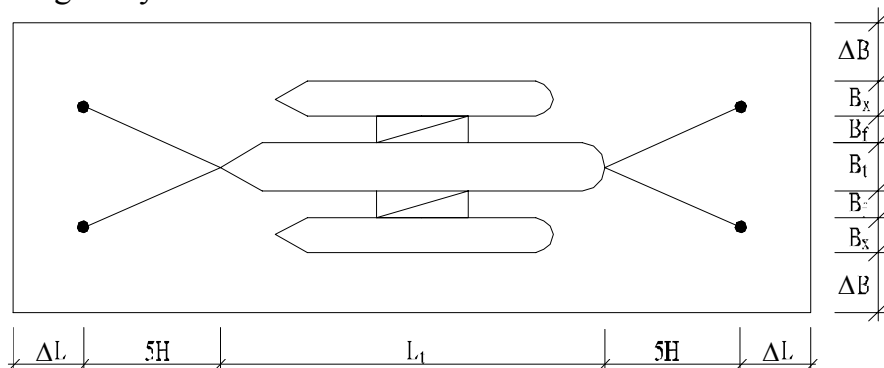
P_g : năng suất của một thiết bị bốc xếp hàng hoá (T/h);

X_m : số lượng máy bốc xếp tại một vị trí;

t : thời gian làm việc của một máy trong một ngày(h);

s_2 : diện tích cần thiết cho một tàu neo đậu để làm công tác chuyển tải, giá trị của nó phụ thuộc vào hình thức neo đậu tàu và kích thước của tàu.

+ Neo bằng 4 dây:



Hình 3-5. Sơ đồ neo tàu bằng 4 dây.

Từ hình vẽ, ta có:

$$s_2 = (2\Delta L + 10H_{KN} + L_t) \cdot (B_t + 2B_f + 2B_x + 2\Delta B) \quad (3-16)$$

Trong đó:

B_t, B_f, B_x : chiều rộng của tàu, của phao nổi và xà lan;

$\Delta B, \Delta L$: khoảng cách dự trữ an toàn theo chiều rộng và chiều dài của tàu:

$$\Delta L = 1/2L_t; \Delta B = 3 B_t \quad (3-17)$$

H_{KN} : độ sâu khu nước để tàu neo đậu

+ Trường hợp khu nước chật hẹp, có thể neo tàu bằng phao neo hoặc trụ neo.

3.3.1.3. Khu nước cho tàu neo đậu chờ đợi (S_3)

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

Mỗi một cảng đều phải cần khu nước chờ đợi để cho tàu đỗ tạm thời chờ đợi vào bến (vì bến bận, vì chờ đợi thủy triều, chờ đợi thủ tục, ...) hoặc sau khi tàu bốc hàng xong tàu ra khỏi bến nhưng chưa thể đi khỏi cảng (vì thời tiết, thủ tục ...). Ở những cảng lớn lượng tàu ra vào nhiều, khu nước rộng, người ta bố trí khu nước chờ đợi làm 2 vùng đó là vùng cho tàu đi vào cảng và đi khỏi cảng. Khu nước chờ đợi có thể bố trí ở trong hoặc ngoài đê chắn sóng tùy thuộc vào điều kiện sóng gió, để ở xa nơi bốc xếp hàng, ở cạnh luồng tàu ra vào cảng. Nếu neo đậu tàu dầu thì cần bố trí ở cuối hướng gió và hướng dòng chảy.

Diện tích khu nước này được xác định theo công thức:

$$S_3 = n_t' \cdot s_3 \quad (3-18)$$

Trong đó:

n_t' : số tàu đồng thời neo đậu trên khu nước chờ đợi và được xác định theo công thức:

$$n_t' = \frac{Q_n \cdot K_{kd} \cdot t_d}{T_n \cdot D_{tp}} \cdot 2 \quad (3-19)$$

Q_n : lượng hàng đến cảng trong 1 năm (T);

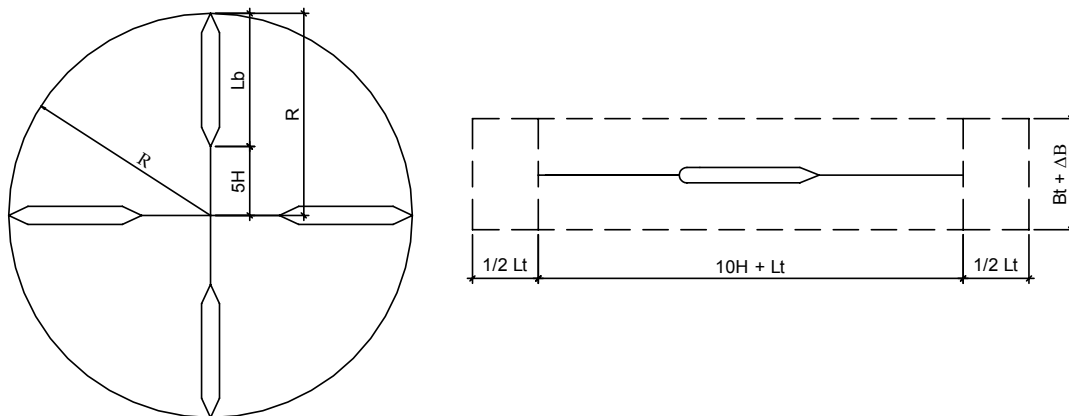
K_{kd} : hệ số không đều của hàng hoá;

t_d : thời gian đỗ của 1 tàu tại khu nước chờ đợi (ngđêm);

T_n : số ngày khai thác của cảng trong 1 năm (ngđêm);

D_{tp} : trọng tải của tàu tính toán (T).

s_3 : diện tích cần thiết cho 1 tàu khi neo đậu tại khu nước chờ đợi, giá trị của nó phụ thuộc vào hình thức neo đậu tàu và kích thước của tàu.



Hình 3-6. Sơ đồ neo đậu tàu bằng 1 dây và 2 dây.

$$+ \text{Neo đậu bằng 1 dây: } s_3 = \pi \cdot (5H_{KN} + L_t)^2 \quad (3-20)$$

$$+ \text{Neo đậu bằng 2 dây: } s_3 = (2\Delta L + 10H_{KN} + L_t) \cdot (2\Delta B + B_t) \quad (3-21)$$

$$+ \text{Neo đậu bằng trụ neo: } s_3 = (L_t + 40m)(B_t + 2\Delta B) \quad (3-22)$$

3.3.1.4. Khu nước sát bến để cho tàu neo đậu bốc xếp hàng hoá giữa tàu với bờ (S_4)

Diện tích khu nước này phụ thuộc vào hình dạng các bến, việc bố trí các bến phụ thuộc vào kích thước của tàu và số lượng bến.

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

Khu nước sát bến phải đảm bảo cho tàu đỗ để xếp hàng hoá giữa tàu với bờ được an toàn trong khi các tàu khác vẫn có thể đi lại dọc theo tuyến bến hoặc ra vào bến được thuận tiện và an toàn.

1) Trường hợp bố trí tuyến bến thẳng chạy dọc theo đường bờ

Khi số lượng bến ≥ 3 ta có: $B = 3B_x + 3B_t + 2\Delta B$ (3-23)

Khi số lượng bến < 3 ta có: $B = 2B_x + 2B_t + \Delta B$ (3-24)

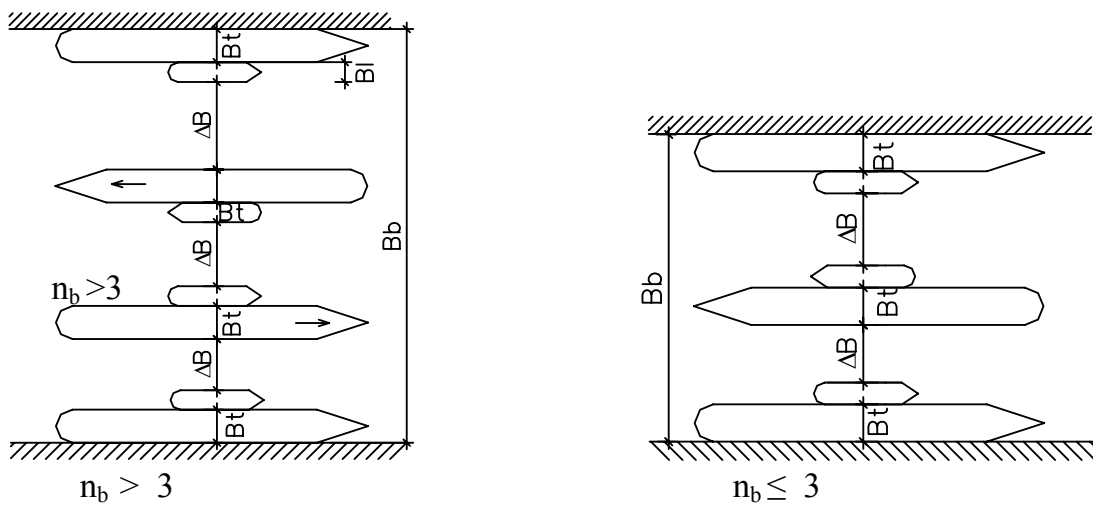
với $\Delta B = 1,5 B_t$ là khoảng cách an toàn giữa tàu với tàu.

2) Trường hợp bến lồi, bến nhô

1. Khi số lượng bến ≤ 3 ta có: $B = 3B_x + 3B_t + 2\Delta B$ (3-25)

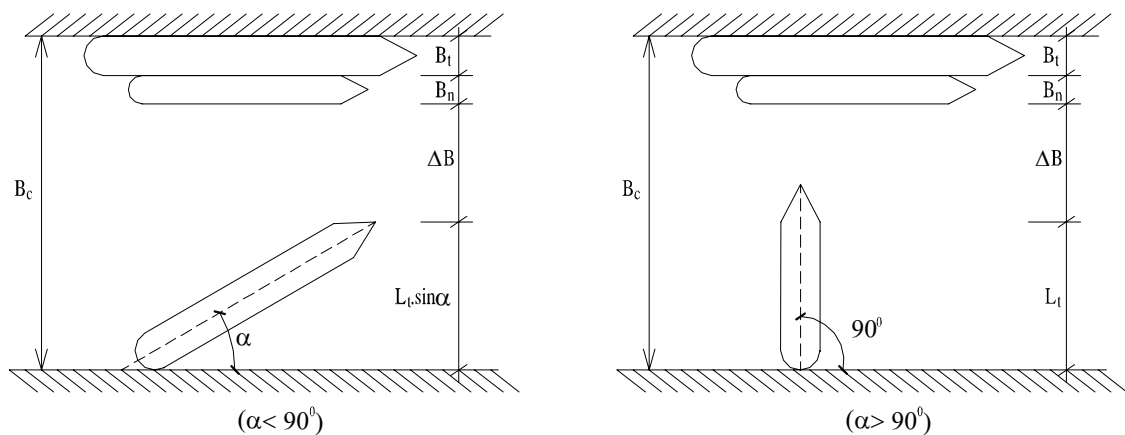
2. Khi số lượng bến > 3 ta có: $B = 4B_x + 4B_t + 3\Delta B$ (3-26)

với $\Delta B = 1,5 B_t$ là khoảng cách an toàn giữa tàu với tàu



Hình 3-7. Vững bốc xếp hàng và chạy tàu.

3) Kiểm tra điều kiện quay trở tàu đối với bến lồi



$B_c = L_t \cdot \sin \alpha + \Delta B + B_t + B_n$

$B_c = L_t + \Delta B + B_t + B_n$

Như vậy diện tích khu nước trước bến được xác định theo công thức:

Với tuyến bến thẳng:

$S_4 = B * L_{tb}$ (3-27)

Với bến lồi, bến nhô:

$$S_4 = \frac{1}{2} B \cdot L_{tb} \quad (3-28)$$

Trong đó:

B: chiều rộng tàu.

L_{tb} : tổng chiều dài tuyến bến.

3.3.2. Cảng sông

Khu nước của cảng sông nói chung giống như khu nước của cảng biển nhưng ở cảng sông do tính chất bố trí cảng thường xuyên chạy dọc theo bờ, tàu chạy đến cảng từ 2 phía, cảng không có đê chắn sóng, tàu sông nhỏ hơn tàu biển do đó việc tính toán khu nước cũng có những điểm khác:

Tàu sông phần lớn là các loại xà lan bao gồm từ 2 ÷ 4 chiếc ghép lại với nhau đi chuyển bằng tàu kéo và tàu đẩy. Khi vào cảng chúng cần đỗ lại tại một khu vực riêng biệt để phân loại, tháo rời xà lan, đưa từng chiếc vào bến bốc xếp hàng.

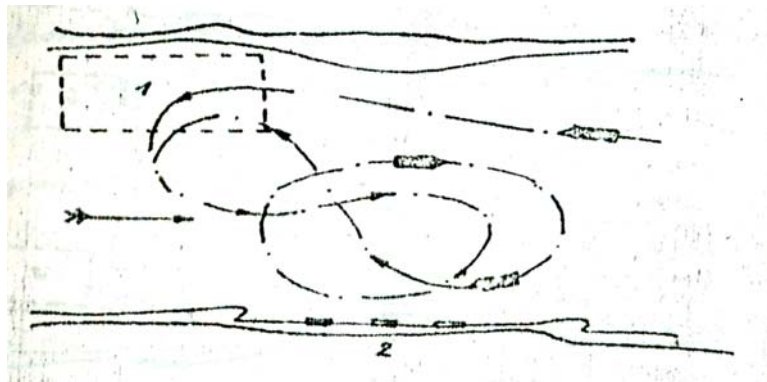
Ngược lại khi bốc xếp hàng xong từng xà lan lại được đưa ra một khu nước riêng để ghép thành đoàn xà lan mới khi rời cảng.

Như vậy ở cảng sông bố trí 2 vùng nước là vùng đến và vùng đi.

3.3.2.1. Xác định vùng đến, vùng đi

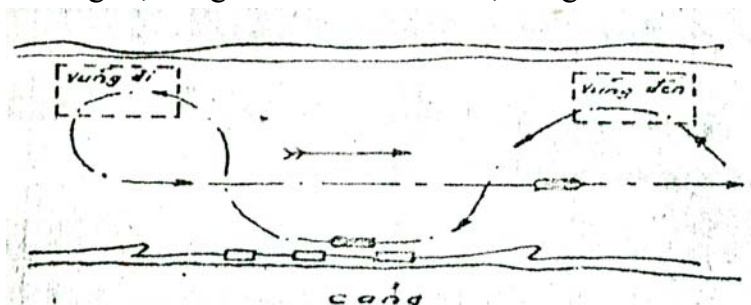
1) Yêu cầu chung

- Với những cảng nhỏ lượng tàu ra vào ít thì vùng đến và vùng đi có thể bố trí chung làm một.



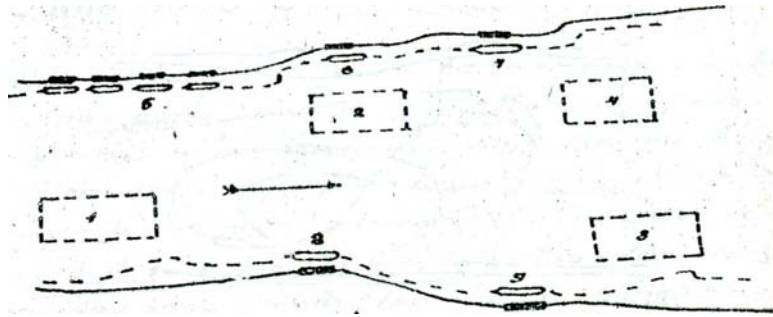
Hình 3-8. Vùng đến và vùng đi bố trí chung.

- Với những cảng lớn số lượng tàu ra vào nhiều, có nhiều loại hàng thì vùng đến và vùng đi được bố trí riêng rẽ, vùng đến bố trí ở hạ lưu, vùng đi bố trí ở thượng lưu.



Hình 3-9. Vững đến và vững đi bố trí riêng rẽ.

Nếu cảng có nhiều loại hàng khác nhau thì vững đến và vững đi phải phân chia thành nhiều khu vực cho từng loại hàng cụ thể: khu vực của tàu dầu, khu vực cho tàu hàng khô dễ cháy, khu vực cho bè gỗ ...



Hình 3-10. Bố trí vững cho từng loại hàng(Hàng gỗ)

- Với những loại hàng không có yêu cầu phòng hoả có thể bố trí ở gần khu bến bốc xếp hàng, với những loại hàng dễ cháy nổ thì phải bố trí ở cuối hướng dòng chảy.

Vững đến và vững đi cần phải bố trí ở những đoạn sông yên tĩnh, kín sóng gió, tốc độ dòng chảy nhỏ ...

Diện tích khu nước này được bố trí dựa vào số lượng tàu đồng thời neo đậu nhưng khác với cảng biển, tàu sông thường không đỗ riêng mà đỗ theo từng nhóm từ 2÷4 chiếc phụ thuộc vào chiều rộng của sông, các nhóm tàu được bố trí thành từ 1÷2 dãy dọc theo chiều dài sông.

4) Yêu cầu về kích thước của các vững

- Khoảng cách nhỏ nhất của các dãy tàu theo chiều dọc không nhỏ hơn $5B_t$ và:

+ Không nhỏ hơn 50m đối với tàu hàng khô không cháy;

+ Không nhỏ hơn 70m đối với tàu hàng khô dễ cháy;

+ Không nhỏ hơn 100m đối với tàu dầu.

- Khoảng cách từ mép luồng chạy tàu đến dãy tàu đầu tiên không nhỏ hơn $3B_t$.

- Khoảng cách giữa cụm tàu dầu với các loại hàng khác không nhỏ hơn 300m ; với các loại hàng còn lại không nhỏ hơn 150m.

3.3.2.2. Tính toán khu nước sát bến để tàu neo đậu bốc xếp hàng và đi lại

Đối với cảng sông, các bến thường được bố trí kế tiếp nhau dọc theo đường bờ và được xác định theo 2 điều kiện:

- Đảm bảo cho tàu đến và đi khỏi bến được thuận tiện. Tàu sông khi đỗ ở bến nhất thiết phải ngược chiều dòng chảy do đó khi tàu đến từ thượng lưu hoặc đi về phía hạ lưu đều phải quay vòng. Vì vậy yêu cầu về khu nước trước bến phải đủ lớn và thường lấy như sau:

đối với cảng lớn : $B = (2,5 \div 3,0) L_t$

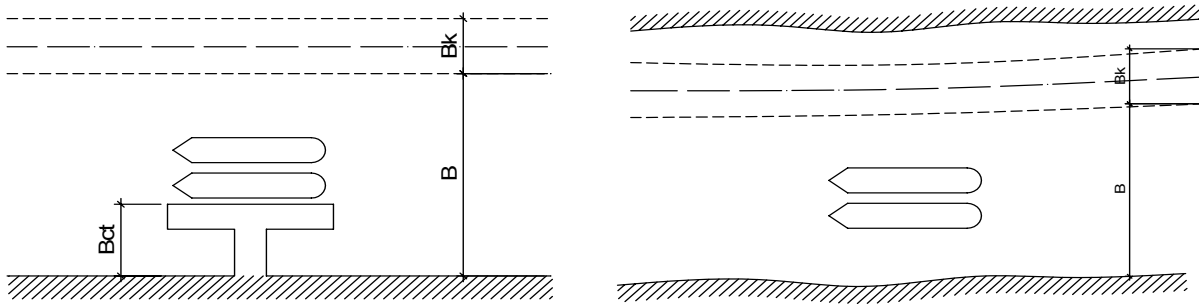
đối với cảng nhỏ, vừa : $B = (1,2 \div 1,5) L_t$

- Đảm bảo cho tàu đỗ ở bến bốc xếp hàng an toàn trong khi các tàu khác vẫn đi lại dọc theo tuyến bến để bốc hàng. Tùy theo yêu cầu số lượng tàu qua lại, chiều rộng này được lấy như sau:

* Bến nhô: $B = [(2 \div 3)B_t] + B_{ct} + \Delta B$

* Bến liền bờ: $B = [(2 \div 3)B_t] + \Delta B$ (3-29)

$\Delta B = 1,5B_t$



Hình 3-11. Xác định chiều rộng khu nước sát bến.

Chú ý: Chiều rộng của khu nước trước bến không được xâm phạm vào luồng chạy tàu chung trên sông. Đối với các khu nước khác được xác định như trong cảng biển.

3.4. Khu đất của Cảng

3.4.1. Khái niệm

Khu đất của cảng gồm 2 phần chính sau:

Khu đất trước bến: là dải đất tiếp giáp bến dùng để bố trí các thiết bị xếp dỡ, kho bãi, đường sắt, và đường ô tô. Đây là phần quan trọng nhất vì nó tham gia trực tiếp quá trình xếp dỡ.

Khu đất phía sau: dùng để bố trí kho bãi hậu phương, các đường vận hành của ô tô, tàu hoả, bãi đỗ xe, ga, bãi phân loại, các nhà văn phòng, xưởng sửa chữa, khu dịch vụ ...

3.4.2. Xác định cao trình đỉnh bến và cao trình khu đất của cảng

3.4.2.1 Cảng biển

Cao trình đỉnh bến là một đặc trưng kinh tế quan trọng khi chọn cao độ thiết kế phải thoả mãn các yêu cầu:

- + Thuận tiện cho công tác xếp dỡ
- + Không làm ngập các công trình của cảng

Cao trình đỉnh bến và cao trình khu đất của cảng được xác định theo 2 tiêu chuẩn sau:

+ Tiêu chuẩn chính:

$$\nabla_{\text{đỉnh bến}} = \nabla_{MN(p=50\%)} + a \quad (3-30)$$

+ Tiêu chuẩn kiểm tra:

$$\nabla_{\text{đỉnh bến}} = \nabla_{MN(p=1 \div 5)\%} + a' \quad (3-31)$$

Trong đó:

a, a' : độ vượt cao của bến, $a = 2m, a' = (0 \div 1)m$;

$\nabla_{MN(p=50\%)}$; $\nabla_{MN(p=1 \div 5)\%}$: là cao trình mực nước ứng với $p = 50\%$ và $p = (1 \div 5)\%$ của đường tần suất lũy tích mực nước được quan trắc nhiều năm .

Trong 2 giá trị trên lấy giá trị lớn hơn để làm cao trình thiết kế.

3.4.2.2. Cảng sông

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

Cao trình đỉnh bến của cảng sông được lấy theo điều kiện cho phép ngập, thời gian ngập không quá 1 tháng và không ảnh hưởng đến việc bảo quản hàng hoá trong cảng.

Cao trình đỉnh bến được lấy theo công thức như sau: $\nabla_{\text{đỉnh bến}} = \nabla_{\text{MN}} (p = 1 \div 10)\%$

Trong đó: $\nabla_{\text{MN}} (p = 1 \div 10)\%$: cao trình mực nước ứng với tần suất $p = (1 \div 10)\%$ của đường tần suất lũy tích đỉnh lũ được lấy tùy thuộc vào cấp của cảng.

+ Với cảng cấp I: $p = 1\%$

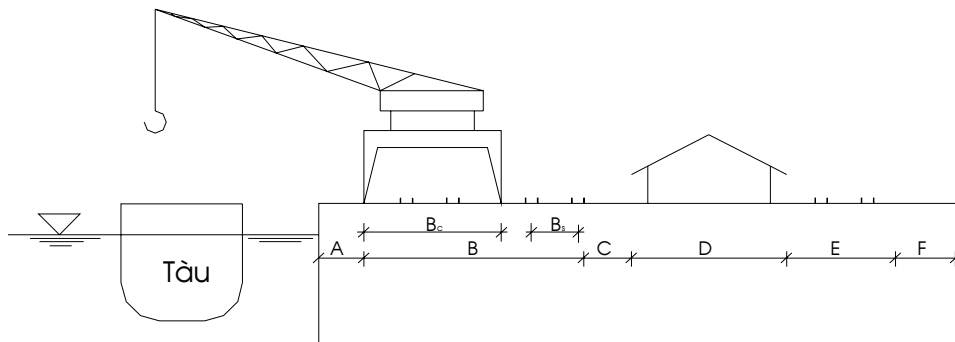
+ Với cảng cấp II , III: $p = 5\%$

+ Với cảng cấp IV : $p = 10\%$

3.4.2.3. Chiều cao tự do của bến.

$$H_t = \nabla_{\text{đỉnh bến}} - \nabla_{\text{đáy bến}} \quad (3-32)$$

3.4.3. Cấu tạo và kích thước các vùng đất của cảng



Hình 3-12. Khu đất trước bến của cảng

3.4.3.1. Khu đất trước bến

Vùng A: được xác định từ điều kiện bảo đảm an toàn công tác bốc xếp hàng của công nhân và thiết bị xếp dỡ trên bến, bảo đảm an toàn khi mép bến bị hư hỏng do tàu va đập và đảm bảo an toàn cho tàu neo đậu trước bến khi mực nước lên cao. Kích thước của A được lấy từ $(2,25 \div 2,75)\text{m}$ tính từ mép bến đến chân cần trục trước bến. Trên tuyến A thường đặt các bích neo tàu, các đường hào cấp điện nước.

Vùng B: để bố trí các thiết bị bốc xếp và đường sắt trước bến. Chiều rộng của B phụ thuộc vào khoảng cách giữa hai chân cần trục và số đường sắt trước bến và được tính theo công thức:

$$B = B_c + (n_s + 1)B_s \quad (3-34)$$

Trong đó:

B_c : chiều rộng của chân cần trục, giá trị của nó phụ thuộc vào số đường tàu hoả ở trong lòng cầu;

+ $B_c = 6\text{m}$ nếu có 1 đường tàu hoả;

+ $B_c = 10,5\text{m}$ nếu có 2 đường tàu hoả;

+ $B_c = 15,3\text{m}$ nếu có 3 đường tàu hoả.

n_s : số đường sắt nằm ngoài chân cầu;

B_s : khoảng cách giữa các tim đường sắt nằm ngoài chân cầu.

Vùng C: bãi công tác hàng. Chiều rộng của C phụ thuộc vào tầm với của cần trục trước bến. Kết cấu của nó có thể có thêm hoặc không có thêm. Kích thước của vùng C phải đảm bảo phạm vi quay trở của xe nâng, phạm vi đặt hàng và chuyển hàng, phạm vi cho phương tiện chạy dọc theo kho.

Vùng D: kho hàng có kích thước $(6 \div 60)$ m.

Vùng E : dùng để bố trí hệ thống giao thông sau kho (đường sắt, đường ô tô).

Vùng F : dùng để bố trí dây kho thứ 2.

Vùng I : bố trí hệ thống giao thông sau cảng, xe thô sơ, dải cây xanh ...

Toàn bộ vùng lãnh thổ từ A ÷ I có kích thước $(110 \div 140)$ m, nếu có thêm dây kho thứ 2 thì kích thước này là từ $(130 \div 200)$ m. Chiều rộng này còn phải phụ thuộc vào điều kiện địa hình cụ thể và phương án bố trí bốc xếp hàng.

3.4.3.2. Khu đất phía sau

Được dùng để bố trí ga đường sắt của cảng, xưởng sửa chữa, bãi đỗ xe, nhà văn phòng, các công trình phục vụ ...

3.4.3.3. Khu đất các công trình công cộng

Được dùng để xây dựng các công trình công cộng không cho phép bố trí hoặc không có lợi trên vùng lãnh thổ của cảng như các kho gom hàng, các cơ sở kỹ thuật, dịch vụ...

3.5. Các dạng đường mép bến-xác định số lượng bến

3.5.1. Các dạng đường mép bến

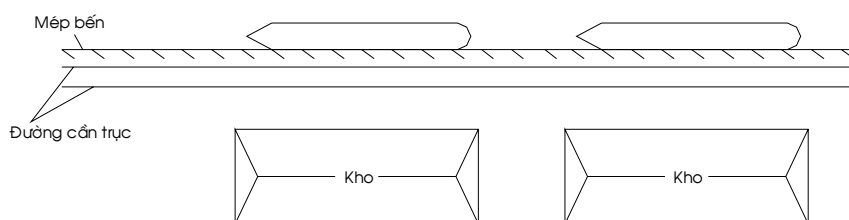
3.5.1.1. Điều kiện để lựa chọn đường mép bến

Việc lựa chọn dạng đường mép bến phụ thuộc vào các yếu tố sau đây:

- Sự an toàn về hàng hải cho một tàu đến neo đậu và đi khỏi bến.
- Đường sắt có dẫn ra trước bến hay không.
- Có đủ diện tích, kích thước khu đất để bố trí các thiết bị xếp dỡ, kho bãi, các đường giao thông hay không.

3.5.1.2 Các dạng đường mép bến

1) Bến bố trí thành tuyến (bến liền bờ)



Hình 3-13. Bến bố trí thành tuyến

Khái niệm:

Bến bố trí thành tuyến là các bến được bố trên một đường thẳng hoặc đường cong, bến nọ kế tiếp bến kia dọc theo mép bờ.

Ưu điểm:

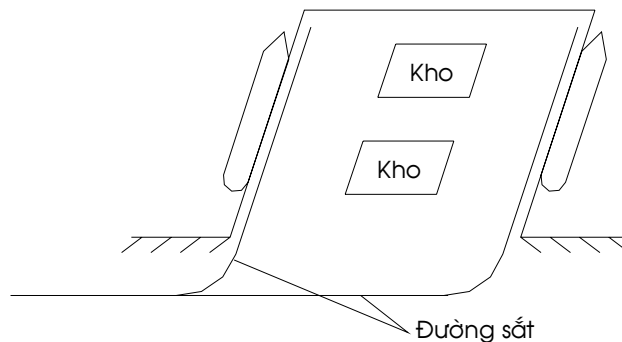
Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

- Khu đất trước bến rộng rãi nên rất thuận tiện với các bến chuyên dụng có yêu cầu kho bãi lớn.
- Hình dáng khu nước đơn giản, điều động tàu thuận lợi.
- Không có phần công trình ăn sâu vào khu nước nên ít ảnh hưởng đến chế độ thủy văn của khu nước, đặc biệt trong trường hợp tuyến bến thẳng.
- Phân bố địa chất dọc theo tuyến bến tương đối giống nhau nên thuận tiện cho việc thiết kế và thi công.
- Việc xây dựng công trình bến, kho bãi đơn giản, liên hệ giữa tuyến bến với khu đất phía sau thuận lợi.

Nhược điểm:

- Mặt bằng cảng kéo dài và không tập trung làm kéo dài đường đi của các phương tiện thủy bộ, hệ thống giao thông và các đường kỹ thuật khác, việc sử dụng đất kém hiệu quả.
- Làm phức tạp việc bố trí đường sắt nhất là khi số bến liên tiếp lớn.
- Độ sâu tự nhiên kém.

2) Bến nhô



Hình 3-14. Bến nhô

Khái niệm:

Bến nhô là các bến được bố trí trên chu vi của công trình ăn sâu vào khu nước, nó có dạng hình bình hành, hình chữ nhật, hình thang.

Bến nhô chia làm 2 loại:

- + Bến nhô hẹp: $B = (10 \div 60)$ m được dùng cho bến hàng chuyên dụng như: xăng dầu, hành khách, than, quặng. Trên bến không bố trí hệ thống kho bãi, đường giao thông.
- + Bến nhô rộng: $B = (200 \div 300)$ m, thường dùng cho các bến hàng khô, trên đó có bố trí đầy đủ hệ thống kho bãi, phương tiện xếp dỡ.

Ưu điểm:

- Tận dụng độ sâu tự nhiên.
- Bình đồ cảng tập trung thành một khối, rút ngắn chiều dài hệ thống giao thông, kỹ thuật.
- Hiệu quả sử dụng cao.

- Nếu cảng phải xây đê chắn sóng thì có thể rút ngắn chiều dài tuyến đê.

Nhược điểm :

- Làm thay đổi chế độ thủy văn.
- Khó thiết kế và thi công vì độ sâu và địa chất thay đổi theo chiều dài bến.
- Chi phí sử dụng cao.
- Bố trí các công trình khó.

5) Bến kiểu bậc thang

Bến kiểu bậc thang là hình thức trung gian giữa 2 kiểu trên nên nó mang ưu và nhược điểm của 2 loại đó và trong những điều kiện nhất định nó có thể là một phương án tốt.

3.5.2. Xác định số lượng bến hàng

Số bến của cảng phục vụ bốc xếp cho một loại hàng được xác định theo công thức:

$$N_b^i = \frac{Q_n^i \cdot K_{kd}^i}{30.12.P_c^i \cdot K_z \cdot K_m} \quad (3-35)$$

Trong đó:

N_b^i : số bến của cảng dùng để xếp dỡ loại hàng thứ i;

K_{kd}^i : hệ số không đều của loại hàng thứ i;

30x12: số ngày trong một năm;

P_c^i : năng suất bốc xếp loại hàng thứ i ở 1 bến trong 1 ngày đêm(T/ngđêm);

$$P_c^i = \frac{24.D_{tp}^i}{t_b + t_p} \quad (3-36)$$

D_{tp}^i : trọng tải của tàu tính toán dùng để chở loại hàng thứ i;

t_b : thời gian bến bận để bốc xếp hàng hoá cho tàu;

t_p : thời gian tàu làm các công tác phụ.;

0,875: hệ số sử dụng thời gian trong ngày;

P_k^i : năng suất của 1 máy xếp dỡ;

N_{xd} : số lượng tuyến xếp dỡ trên 1 bến;

K_z : hệ số bến bận, nó phụ thuộc vào số lượng tàu đến cảng trong 1 tháng và số lượng bến tương hỗ;

K_m : hệ số sử dụng các bến có kể đến sự ngừng trệ sản xuất do điều kiện khí tượng;

$$K_m = \frac{720 - t_m}{720} \quad (3-37)$$

720: số giờ trong 1 tháng;

t_m : số giờ cảng ngừng hoạt động trong 1 tháng vì điều kiện khí tượng.

Số lượng bến của cảng được xác định theo công thức:

$$N_b = \sum_{i=1}^n N_b^i \quad (3-38)$$

3.5.3. Xác định các kích thước của bến

3.5.3.1. Chiều dài bến

1) Chiều dài 1 bến

Chiều dài của 1 bến phụ thuộc vào hình dạng tuyến bến và hình thức đỗ tàu.

Với tuyến bến thẳng, chiều dài một bến bao gồm chiều dài của tàu tính toán và độ dài dự trữ an toàn để đảm bảo cho tàu vào bến neo đậu và đi khỏi bến một cách thận lợi, an toàn và nhanh chóng mà không phụ thuộc vào các bến khác.. Chiều dài 1 bến được xác định theo công thức sau:

$$L_b = L_t + d \quad (3-39)$$

d: khoảng cách dự trữ an toàn của các tàu;

L_t : chiều dài tàu tính toán.

Với bến độc lập, thì chiều dài của bến là:

$$L_b = \left(\frac{4}{6} \div \frac{5}{6} \right) L_t \quad (3-40)$$

6) Chiều dài tổng cộng của tuyến bến thẳng

Khi biết hình thức đỗ tàu, ta sẽ xác định được chiều dài của 1 bến và tổng chiều dài tuyến bến. Trong khi tính toán chiều dài bến, ta lấy theo chiều dài tính toán đồng thời có xét đến khuynh hướng phát triển trong tương lai nên thường khá lớn. Thực tế khai thác cho thấy không phải bao giờ tất cả các tàu tính toán cũng đồng thời cập bến. Vì vậy, có hiện tượng sử dụng không thường xuyên các độ dài dự trữ an toàn, do đó để đảm bảo tính kinh tế và không ảnh hưởng đến chất lượng khai thác người ta có thể giảm chiều dài tuyến bến theo công thức sau:

$$L_{tb} = \alpha \cdot N_b \cdot L_b \quad (3-41)$$

α : hệ số chiết giảm chiều dài tuyến bến $0,9 \leq \alpha < 1$.

3.5.3.2. Chiều rộng bến

Chiều rộng tuyến bến phụ thuộc vào hình thức kết cấu công trình bến và yêu cầu khai thác của bến (sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ).

Chương 3	3-1
3.1. Cấu tạo, công dụng và yêu cầu của khu nước	3-1
3.2. Xác định độ sâu, cao trình đáy khu nước của Cảng	3-1
3.3. Diện tích, kích thước các khu nước bộ phận của Cảng	3-5
3.4. Khu đất của Cảng	3-11
3.5. Các dạng đường mép bến-xác định số lượng bến	3-13

Topic 4. Port's waters planning and design

KHU ĐẤT VÀ KHU NƯỚC CỦA CẢNG

3.1. Cấu tạo, công dụng và yêu cầu của khu nước

3.1.1. Cấu tạo và công dụng

Khi thiết kế qui hoạch cảng chúng ta phải tính toán đầy đủ kích thước các khu nước của cảng. Đối với cảng có đê chắn sóng thì giới hạn của khu nước được xác định bởi tuyến đê (gọi là khu nước bên trong). Với cảng sông không có đê chắn sóng thì giới hạn khu nước bên trong được xác định bởi luồng chạy tàu chung.

Khu nước của cảng bao gồm các khu nước bộ phận: khu nước cho tàu neo đậu chờ đợi, khu nước cho tàu neo đậu bốc xếp hàng hoá giữa tàu với tàu, khu nước sát bến để cho tàu neo đậu bốc xếp hàng hoá giữa tàu với bờ, khu nước để cho tàu giảm tốc độ quay vòng ra vào bến, khu nước để cho tàu đi lại.

Đối với cảng sông thường dùng các đoàn xà lan nên thường bố trí một khu thiết lập và một khu giải thể các đoàn xà lan.

3.1.2. Các yêu cầu chung của khu nước

- Khu nước của cảng cần có đủ kích thước để tàu đi lại, neo đậu, quay trở.
- Khu nước của cảng cần có đủ độ sâu cần thiết để tàu có thể đi lại, neo đậu, quay trở một cách thuận tiện, an toàn và nhanh chóng.
- Khu nước của cảng phải đảm bảo độ yên tĩnh về sóng, gió, dòng chảy.
- Điều kiện địa chất đáy thuận lợi cho việc thả neo hoặc phải xây dựng được các công trình neo đậu cần thiết.
- Phải đảm bảo ít bị bồi lắng bùn cát.

3.2. Xác định độ sâu, cao trình đáy khu nước của Cảng

Chiều sâu khu nước của cảng là một đặc trưng kinh tế quan trọng được xác định dựa vào môn nước của tàu. Việc xác định đúng đắn độ sâu của cảng sẽ làm giảm khối lượng nạo vét do đó làm giảm chi phí đầu tư và khai thác của cảng.

3.2.1. Cảng biển

3.2.1.1. Công thức xác định độ sâu

- 1) Độ sâu khu nước cho tàu đi lại

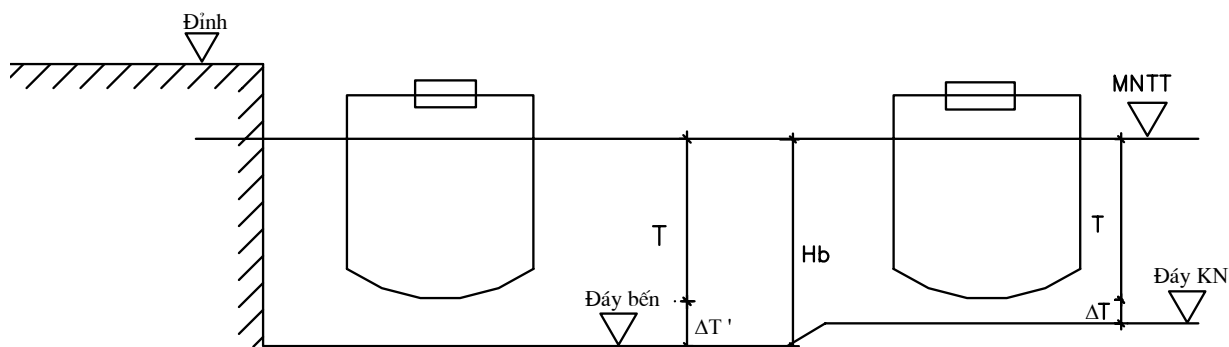
$$H_{KN} = T + \Delta T \quad ; \quad \Delta T = \Delta T_v + \Delta T_k ;$$

$$\Delta T_v = z_1 + z_2 + z_3 ; \quad \Delta T_k = z_4 + z_5$$

$$\Rightarrow H_{KN} = T + z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 \quad (3-1)$$

- 2) Độ sâu khu nước cho tàu neo đậu

$$H_b = T + z_1 + z_4 + z_5 \quad (3-2)$$



Hình 3-1. Xác định độ sâu khu nước.

Trong đó:

T: mớn nước của tàu;

ΔT : dự trữ độ sâu dưới đáy tàu;

ΔT_v : dự trữ độ sâu chạy tàu;

ΔT_k : dự trữ độ sâu kỹ thuật.

z_1 : dự trữ độ sâu đảm bảo cho tàu quay trở được tự do, đảm bảo cho sự làm việc hữu hiệu của chân vịt và an toàn cho vỏ tàu đồng thời xét đến sự thay đổi mớn nước không đều do xếp dỡ hàng trên tàu. Giá trị của nó phụ thuộc vào chiều dài tàu, vật liệu vỏ tàu và điều kiện địa chất đáy, được lấy theo bảng sau:

Bảng 3.1 Giá trị z_1

Loại chất đáy	Giá trị z_1 (cm) ứng với chiều dài tàu (m)					
	≤ 85	$86 \div 125$	$126 \div 165$	$166 \div 210$	$211 \div 250$	> 250
Bùn	$\frac{30}{70}$	$\frac{45}{100}$	$\frac{70}{140}$	$\frac{90}{140}$	$\frac{110}{140}$	$\frac{140}{140}$
Cát sỏi và đất sét	$\frac{40}{80}$	$\frac{55}{110}$	$\frac{80}{150}$	$\frac{100}{150}$	$\frac{120}{150}$	$\frac{150}{150}$
Đá	$\frac{50}{90}$	$\frac{65}{120}$	$\frac{90}{160}$	$\frac{100}{160}$	$\frac{130}{160}$	$\frac{160}{160}$

Giá trị trên : tàu vỏ thép

Giá trị dưới: tàu vỏ gỗ

z_2 : dự trữ độ sâu do sóng

Dưới tác dụng của sóng, thân tàu sẽ dao động thẳng đứng tạo nên sự nghiêng dọc làm tăng mớn nước khi ở mũi, khi ở lái do đó nếu không kể đến hiện tượng này sẽ có thể dẫn đến sự va chạm giữa vỏ tàu với đáy, giá trị của nó được xác định theo công thức sau:

$$z_2 = 0,3 h_s - z_1 \quad (3-3)$$

h_s : chiều cao sóng cho phép trong khu nước của cảng. Nếu $z_2 < 0$ thì lấy $z_2 = 0$

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

z₃: dự trữ độ sâu kể đến hiện tượng tăng mớn nước khi tàu chuyển động, z₃ phụ thuộc vào tốc độ tàu, chiều dài tàu, các hệ số hình dáng của tàu và tính cân bằng mớn nước của tàu khi ở trạng thái tĩnh.

$$z_3 = K_{cv} \cdot v \quad (\text{m}) \quad (3-4)$$

v : vận tốc chạy tàu (km/h)

K_{cv}: hệ số phụ thuộc vào chiều dài tàu và được lấy theo bảng sau

Bảng 3.2. Giá trị K_{cv}

Chiều dài tàu (m)	≤ 85	86 ÷ 125	126 ÷ 165	> 165
K _{cv}	0,017	0,022	0,027	0,033

z₄: dự trữ độ sâu bồi lắng của bùn cát. Giá trị của nó phụ thuộc vào tốc độ bồi lắng bùn cát và chu kỳ nạo vét. Tuy nhiên z₄ ≥ 0,5m là chiều dày tối thiểu của lớp bùn cát để việc nạo vét đạt hiệu quả kinh tế.

z₅: dự trữ độ sâu kể đến hiện tượng nạo vét không đều. Giá trị của nó phụ thuộc vào phương tiện nạo vét.

3.2.1.2. Xác định cao trình đáy khu nước của cảng

1) Xác định mực nước thấp thiết kế (MNTTK)

Để xác định được cao trình đáy khu nước và cao trình đáy bến sau khi đã tính được độ sâu khu nước, ta cần xác định được mực nước thấp thiết kế. Xác định đúng đắn MNTTK có một ý nghĩa to lớn về mặt kinh tế và khai thác của cảng vì nó liên quan đến thời gian chạy tàu và khối lượng nạo vét.

Tuỳ thuộc vào lượng tàu ra vào cảng mà lựa chọn cho phù hợp, với mật độ tàu ra vào lớn thì lấy mực nước có tần suất từ 90 ÷ 98%. Nếu mật độ tàu ra vào nhỏ thì có thể lấy tần suất bé hơn.

2) Xác định cao trình đáy khu nước và cao trình đáy bến

Sau khi xác định được độ sâu khu nước và độ sâu trước bến của cảng đồng thời xác định được MNTTK ta sẽ tính được cao trình đáy bến và cao trình đáy khu nước như sau

$$\nabla_{\text{đáy khu nước}} = \nabla_{MN(p\%)} - H_{KN} \quad (3-5)$$

$$\nabla_{\text{đáy bến}} = \nabla_{MN(p=98\%)} - H_b \quad (3-6)$$

Trong đó:

p%, p = 98%: mực nước tính toán ứng với tần suất p% và 98% của đường tần suất lũy tích mực nước hàng giờ được quan trắc trong nhiều năm.

3.2.2. Cảng sông

3.2.2.1. Khu nước neo đậu và chạy tàu (H_{KN})

$$H_{KN} = T + \Delta T = T + z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 \quad (3-7)$$

Trong đó:

z₁: dự trữ độ sâu đảm bảo cho tàu quay trở được tự do, đảm bảo cho sự làm việc hữu hiệu của chân vịt và an toàn cho vỏ tàu đồng thời xét đến sự thay đổi mớn nước

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

không đều do xếp dỡ hàng trên tàu. Giá trị của nó phụ thuộc vào chiều dài tàu, vật liệu vỏ tàu và địa chất đáy và được lấy theo bảng sau:

Bảng 3.3 Giá trị z_1

Mớn nước của tàu T (m)	Tàu không tự hành				Tàu tự hành
	Vận chuyển hàng khô		V/c xăng dầu, chất nổ		
	Đất sét lẫn cát sỏi	Đất lẫn đá dăm	Đất sét, đất lẫn cát sỏi	Đất lẫn đá dăm	
< 1,5	0,05	0,10	0,10	0,15	0,10
1,5 ÷ 3,0	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20
> 3,0	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30

z_2 : dự trữ độ sâu do sóng

$$z_2 = 0,3 h_s - z_1 \quad (3-8)$$

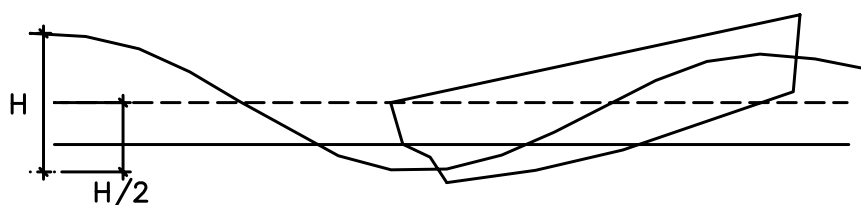
nếu $z_2 < 0$ thì lấy $z_2 = 0$

Trong đó:

h_s : chiều cao sóng cho phép trong khu nước của cảng và được lấy theo bảng sau

Bảng 3.4 Giá trị h_s

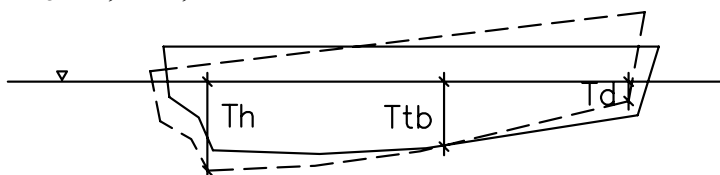
Trọng tải tàu (T)	Giá trị h_s (m)	
	Bến vuông góc với hướng sóng	Bến song song với hướng sóng
5000 ÷ 7000	1,2	0,8
3000 ÷ 5000	1,0	0,5
< 3000	0,7	0,5



Hình 3-2. Sự dao động của tàu do sóng.

z_3 : dự trữ độ sâu để phòng có chướng ngại vật và sự chênh lệch mực nước giữa mũi và lái tàu.

$$z_3 = 0,3 \div 0,5 \text{ m.}$$



Hình 3-3. Sự thay đổi mớn nước của tàu khi chạy.

z_4 : dự trữ độ sâu bồi lắng của bùn cát, $z_4 \geq 0,5\text{m}$

z_5 : dự trữ độ sâu do nạo vét không đều, $z_5 = 0,2 \div 0,3 \text{ m}$

3.2.2.2. Độ sâu trước bến

$$H_b = T + z_1 + z_4 + z_5 \quad (3-9)$$

3.2.2.3. Xác định cao trình đáy khu nước và cao trình đáy bến

Do tính chất dao động mực nước trong cảng nên cao trình đáy khu nước và đáy bến được xác định theo các công thức sau:

$$\nabla_{\text{đáy khu nước}} = \nabla_{MN (p = 85 \div 99)\%} - H_{KN} \quad (3-10)$$

$$\nabla_{\text{đáy bến}} = \nabla_{MN (p = 85 \div 99)\%} - H_b \quad (3-11)$$

Trong đó:

H_{KN} , H_b : là chiều sâu khu nước và chiều sâu trước bến;

$\nabla_{MN (p = 85 \div 99)\%}$: là mực nước tính toán được xác định tùy theo cấp của cảng dựa vào đường tần suất mực nước.

Cảng cấp I, II : $p = 99\%$;

Cảng cấp III : $p = 97\%$;

Cảng cấp IV : $p = 95\%$;

Các bến nhỏ : $p = (85 \div 95)\%$.

3.3. Diện tích, kích thước các khu nước bộ phận của Cảng

3.3.1. Cảng biển

3.3.1.1. Khu nước cho tàu giảm tốc độ quay vòng vào bến (S_1)

Khi đi qua cửa cảng, tàu cần phải chuyển động thẳng một quãng đường đủ dài để triệt tiêu quán tính. Thông thường chiều dài đoạn thẳng lấy là (L): $L = (3 \div 5) L_t$

Sau khi triệt tiêu quán tính, tàu cần một diện tích đủ lớn để quay vòng có thể theo hình thức tự quay hoặc dùng tàu lai dắt, đường kính quay vòng (D_{qv}) được lấy như sau:

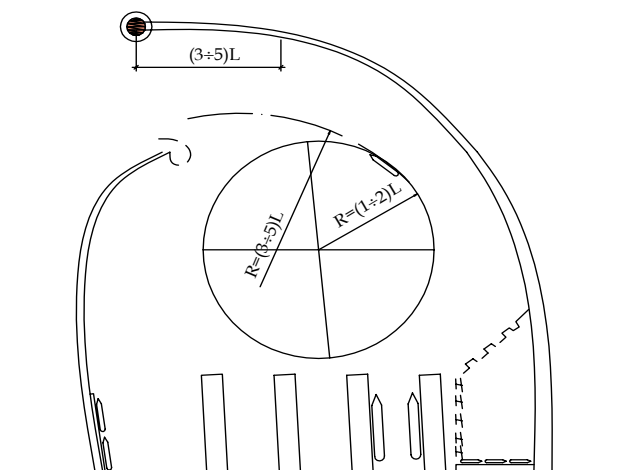
+ Tàu tự quay: $D_{qv} = (3 \div 4) L_t$

+ Dùng tàu lai: $D_{qv} = 1,25L_t + 150m$; nếu $L_t \leq 200m$

$D_{qv} = 2L_t$; nếu $L_t > 200m$

+ Dùng trụ quay: $D_{qv} = (1,0 \div 1,5) L_t$

$$S_1 = LB + \frac{\pi \cdot D_{qv}^2}{4} \quad (3-12)$$



Hình 3-4. Vùng quay vòng của tàu

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

Mỗi một cảng đều phải cần khu nước chờ đợi để cho tàu đỗ tạm thời chờ đợi vào bến (vì bến bận, vì chờ đợi thủy triều, chờ đợi thủ tục, ...) hoặc sau khi tàu bốc hàng xong tàu ra khỏi bến nhưng chưa thể đi khỏi cảng (vì thời tiết, thủ tục ...). Ở những cảng lớn lượng tàu ra vào nhiều, khu nước rộng, người ta bố trí khu nước chờ đợi làm 2 vùng đó là vùng cho tàu đi vào cảng và đi khỏi cảng. Khu nước chờ đợi có thể bố trí ở trong hoặc ngoài đê chắn sóng tùy thuộc vào điều kiện sóng gió, để ở xa nơi bốc xếp hàng, ở cạnh luồng tàu ra vào cảng. Nếu neo đậu tàu dầu thì cần bố trí ở cuối hướng gió và hướng dòng chảy.

Diện tích khu nước này được xác định theo công thức:

$$S_3 = n_t' \cdot s_3 \quad (3-18)$$

Trong đó:

n_t' : số tàu đồng thời neo đậu trên khu nước chờ đợi và được xác định theo công thức:

$$n_t' = \frac{Q_n \cdot K_{kd} \cdot t_d}{T_n \cdot D_{tp}} \cdot 2 \quad (3-19)$$

Q_n : lượng hàng đến cảng trong 1 năm (T);

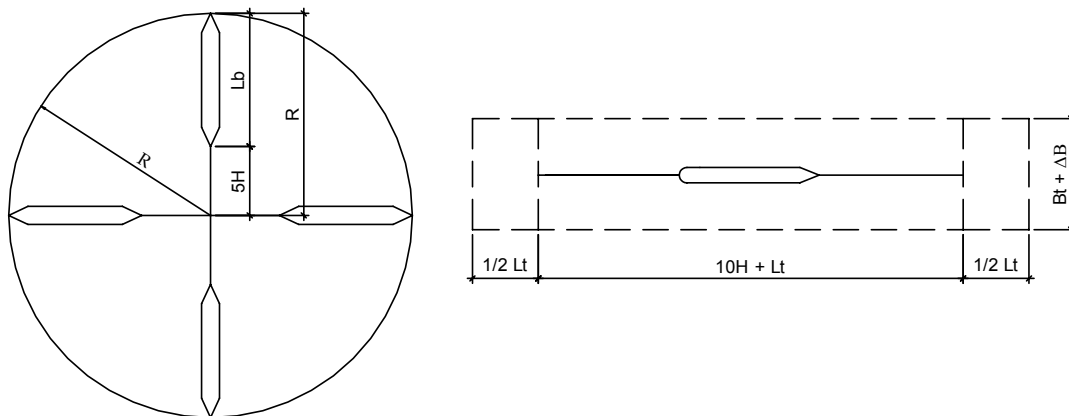
K_{kd} : hệ số không đều của hàng hoá;

t_d : thời gian đỗ của 1 tàu tại khu nước chờ đợi (ngđêm);

T_n : số ngày khai thác của cảng trong 1 năm (ngđêm);

D_{tp} : trọng tải của tàu tính toán (T).

s_3 : diện tích cần thiết cho 1 tàu khi neo đậu tại khu nước chờ đợi, giá trị của nó phụ thuộc vào hình thức neo đậu tàu và kích thước của tàu.



Hình 3-6. Sơ đồ neo đậu tàu bằng 1 dây và 2 dây.

+ Neo đậu bằng 1 dây: $s_3 = \pi \cdot (5H_{KN} + L_t)^2 \quad (3-20)$

+ Neo đậu bằng 2 dây: $s_3 = (2\Delta L + 10H_{KN} + L_t) \cdot (2\Delta B + B_t) \quad (3-21)$

+ Neo đậu bằng trụ neo: $s_3 = (L_t + 40m)(B_t + 2\Delta B) \quad (3-22)$

3.3.1.4. Khu nước sát bến để cho tàu neo đậu bốc xếp hàng hoá giữa tàu với bờ (S_4)

Diện tích khu nước này phụ thuộc vào hình dạng các bến, việc bố trí các bến phụ thuộc vào kích thước của tàu và số lượng bến.

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

Khu nước sát bến phải đảm bảo cho tàu đỗ để bốc xếp hàng hoá giữa tàu với bờ được an toàn trong khi các tàu khác vẫn có thể đi lại dọc theo tuyến bến hoặc ra vào bến được thuận tiện và an toàn.

1) Trường hợp bố trí tuyến bến thẳng chạy dọc theo đường bờ

$$\text{Khi số lượng bến } \geq 3 \text{ ta có: } B = 3B_x + 3B_t + 2\Delta B \quad (3-23)$$

$$\text{Khi số lượng bến } < 3 \text{ ta có: } B = 2B_x + 2B_t + \Delta B \quad (3-24)$$

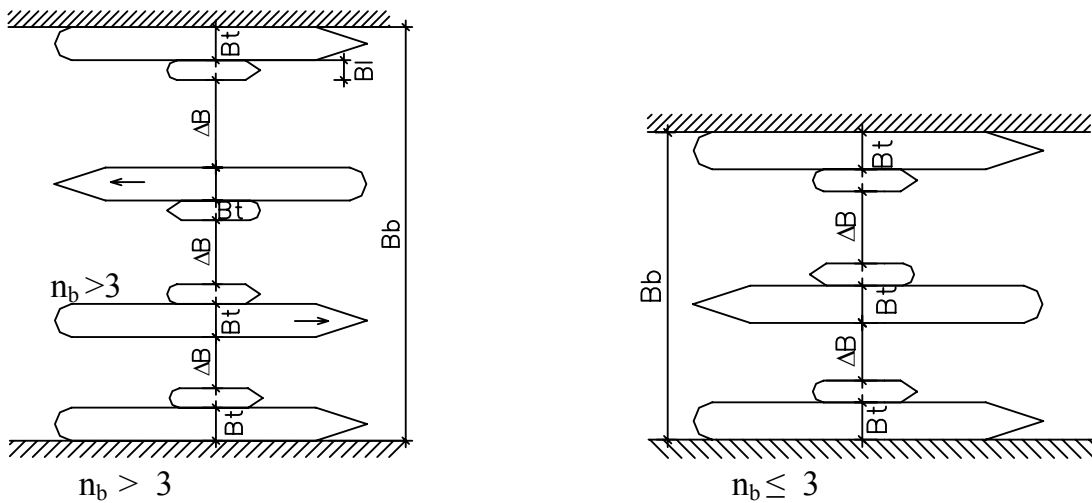
với $\Delta B = 1,5 B_t$ là khoảng cách an toàn giữa tàu với tàu.

2) Trường hợp bến lồi, bến nhô

$$1. \text{ Khi số lượng bến } \leq 3 \text{ ta có: } B = 3B_x + 3B_t + 2\Delta B \quad (3-25)$$

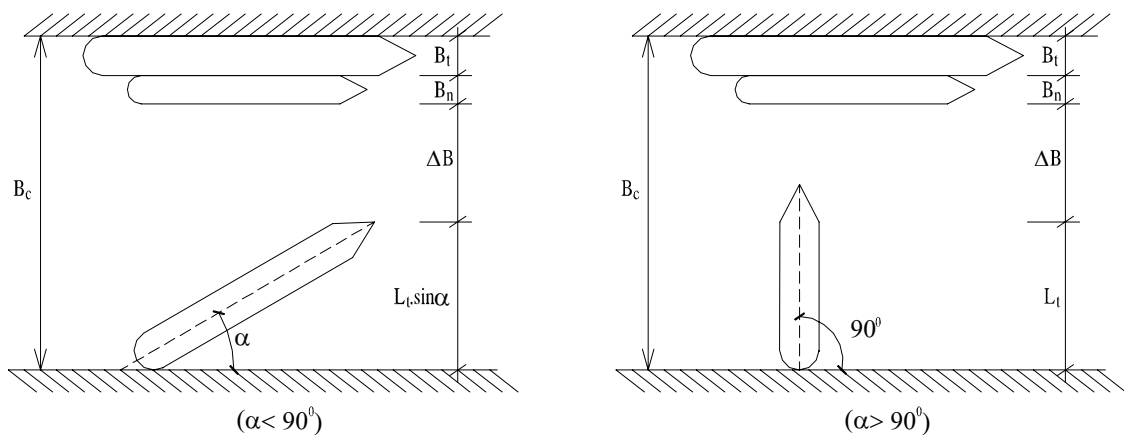
$$2. \text{ Khi số lượng bến } > 3 \text{ ta có: } B = 4B_x + 4B_t + 3\Delta B \quad (3-26)$$

với $\Delta B = 1,5 B_t$ là khoảng cách an toàn giữa tàu với tàu



Hình 3-7. Vững bốc xếp hàng và chạy tàu.

3) Kiểm tra điều kiện quay trở tàu đối với bến lồi



$$B_c = L_t \cdot \sin \alpha + \Delta B + B_t + B_n$$

$$B_c = L_t + \Delta B + B_t + B_n$$

Như vậy diện tích khu nước trước bến được xác định theo công thức:

Với tuyến bến thẳng:

$$S_4 = B * L_{tb} \quad (3-27)$$

Với bến lồi, bến nhô:

$$S_4 = \frac{1}{2} B \cdot L_{tb} \quad (3-28)$$

Trong đó:

B: chiều rộng tàu.

L_{tb} : tổng chiều dài tuyến bến.

3.3.2. Cảng sông

Khu nước của cảng sông nói chung giống như khu nước của cảng biển nhưng ở cảng sông do tính chất bố trí cảng thường xuyên chạy dọc theo bờ, tàu chạy đến cảng từ 2 phía, cảng không có đê chắn sóng, tàu sông nhỏ hơn tàu biển do đó việc tính toán khu nước cũng có những điểm khác:

Tàu sông phần lớn là các loại xà lan bao gồm từ 2 ÷ 4 chiếc ghép lại với nhau đi chuyển bằng tàu kéo và tàu đẩy. Khi vào cảng chúng cần đỗ lại tại một khu vực riêng biệt để phân loại, tháo rời xà lan, đưa từng chiếc vào bến bốc xếp hàng.

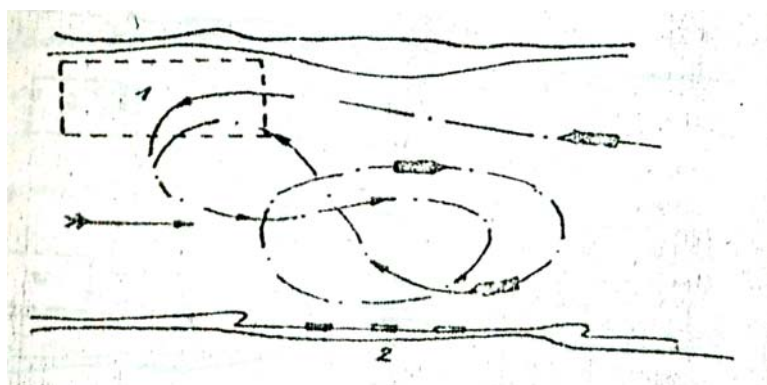
Ngược lại khi bốc xếp hàng xong từng xà lan lại được đưa ra một khu nước riêng để ghép thành đoàn xà lan mới khi rời cảng.

Như vậy ở cảng sông bố trí 2 vùng nước là vùng đến và vùng đi.

3.3.2.1. Xác định vùng đến, vùng đi

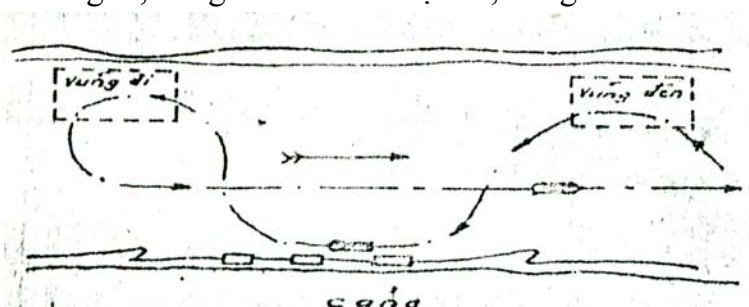
1) Yêu cầu chung

- Với những cảng nhỏ lượng tàu ra vào ít thì vùng đến và vùng đi có thể bố trí chung làm một.



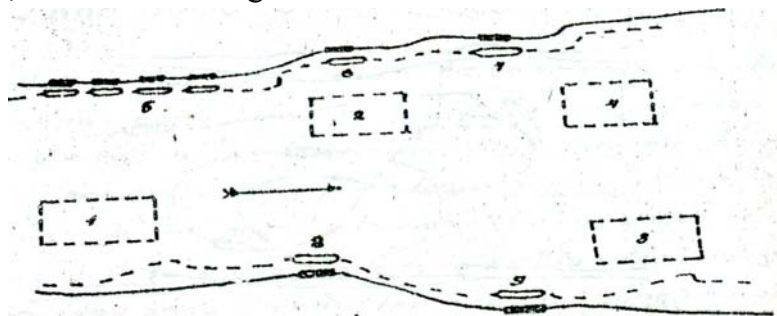
Hình 3-8. Vùng đến và vùng đi bố trí chung.

- Với những cảng lớn số lượng tàu ra vào nhiều, có nhiều loại hàng thì vùng đến và vùng đi được bố trí riêng rẽ, vùng đến bố trí ở hạ lưu, vùng đi bố trí ở thượng lưu.



Hình 3-9. Vững đến và vững đi bố trí riêng rẽ.

Nếu cảng có nhiều loại hàng khác nhau thì vững đến và vững đi phải phân chia thành nhiều khu vực cho từng loại hàng cụ thể: khu vực của tàu dầu, khu vực cho tàu hàng khô dễ cháy, khu vực cho bè gỗ ...



Hình 3-10. Bố trí vững cho từng loại hàng(Hàng gỗ)

- Với những loại hàng không có yêu cầu phòng hoả có thể bố trí ở gần khu bến bốc xếp hàng, với những loại hàng dễ cháy nổ thì phải bố trí ở cuối hướng dòng chảy.

Vững đến và vững đi cần phải bố trí ở những đoạn sông yên tĩnh, kín sóng gió, tốc độ dòng chảy nhỏ ...

Diện tích khu nước này được bố trí dựa vào số lượng tàu đồng thời neo đậu nhưng khác với cảng biển, tàu sông thường không đỗ riêng mà đỗ theo từng nhóm từ 2÷4 chiếc phụ thuộc vào chiều rộng của sông, các nhóm tàu được bố trí thành từ 1÷2 dãy dọc theo chiều dài sông.

4) Yêu cầu về kích thước của các vững

- Khoảng cách nhỏ nhất của các dãy tàu theo chiều dọc không nhỏ hơn $5B_t$ và:

+ Không nhỏ hơn 50m đối với tàu hàng khô không cháy;

+ Không nhỏ hơn 70m đối với tàu hàng khô dễ cháy;

+ Không nhỏ hơn 100m đối với tàu dầu.

- Khoảng cách từ mép luồng chạy tàu đến dãy tàu đầu tiên không nhỏ hơn $3B_t$.

- Khoảng cách giữa cụm tàu dầu với các loại hàng khác không nhỏ hơn 300m ; với các loại hàng còn lại không nhỏ hơn 150m.

3.3.2.2. Tính toán khu nước sát bến để tàu neo đậu bốc xếp hàng và đi lại

Đối với cảng sông, các bến thường được bố trí kế tiếp nhau dọc theo đường bờ và được xác định theo 2 điều kiện:

- Đảm bảo cho tàu đến và đi khỏi bến được thuận tiện. Tàu sông khi đỗ ở bến nhất thiết phải ngược chiều dòng chảy do đó khi tàu đến từ thượng lưu hoặc đi về phía hạ lưu đều phải quay vòng. Vì vậy yêu cầu về khu nước trước bến phải đủ lớn và thường lấy như sau:

đối với cảng lớn : $B = (2,5 \div 3,0) L_t$

đối với cảng nhỏ, vừa : $B = (1,2 \div 1,5) L_t$

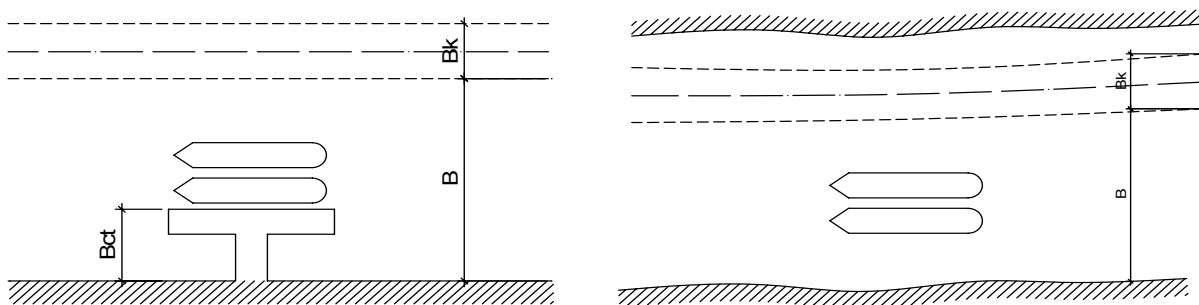
- Đảm bảo cho tàu đỗ ở bến bốc xếp hàng an toàn trong khi các tàu khác vẫn đi lại dọc theo tuyến bến để bốc hàng. Tùy theo yêu cầu số lượng tàu qua lại, chiều rộng này được lấy như sau:

Topic 5. Planning and designing the port's land

* Bến nhô: $B = [(2 \div 3)B_t] + B_{ct} + \Delta B$

* Bến liền bờ: $B = [(2 \div 3)B_t] + \Delta B$ (3-29)

$\Delta B = 1,5B_t$



Hình 3-11. Xác định chiều rộng khu nước sát bến.

Chú ý: Chiều rộng của khu nước trước bến không được xâm phạm vào luồng chạy tàu chung trên sông. Đối với các khu nước khác được xác định như trong cảng biển.

3.4. Khu đất của Cảng

3.4.1. Khái niệm

Khu đất của cảng gồm 2 phần chính sau:

Khu đất trước bến: là dải đất tiếp giáp bến dùng để bố trí các thiết bị xếp dỡ, kho bãi, đường sắt, và đường ô tô. Đây là phần quan trọng nhất vì nó tham gia trực tiếp quá trình xếp dỡ.

Khu đất phía sau: dùng để bố trí kho bãi hậu phương, các đường vận hành của ô tô, tàu hoả, bãi đỗ xe, ga, bãi phân loại, các nhà văn phòng, xưởng sửa chữa, khu dịch vụ ...

3.4.2. Xác định cao trình đỉnh bến và cao trình khu đất của cảng

3.4.2.1 Cảng biển

Cao trình đỉnh bến là một đặc trưng kinh tế quan trọng khi chọn cao độ thiết kế phải thỏa mãn các yêu cầu:

- + Thuận tiện cho công tác xếp dỡ
- + Không làm ngập các công trình của cảng

Cao trình đỉnh bến và cao trình khu đất của cảng được xác định theo 2 tiêu chuẩn sau:

+ Tiêu chuẩn chính:

$$\nabla_{\text{đỉnh bến}} = \nabla_{MN (p = 50\%)} + a \quad (3-30)$$

+ Tiêu chuẩn kiểm tra:

$$\nabla_{\text{đỉnh bến}} = \nabla_{MN (p = 1 \div 5)\%} + a' \quad (3-31)$$

Trong đó:

a, a' : độ vượt cao của bến, $a = 2m, a' = (0 \div 1)m$;

$\nabla_{MN (p = 50\%)}$; $\nabla_{MN (p = 1 \div 5)\%}$: là cao trình mực nước ứng với $p = 50\%$ và $p = (1 \div 5)\%$ của đường tần suất lũy tích mực nước được quan trắc nhiều năm .

Trong 2 giá trị trên lấy giá trị lớn hơn để làm cao trình thiết kế.

3.4.2.2. Cảng sông

Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

Cao trình đỉnh bến của cảng sông được lấy theo điều kiện cho phép ngập, thời gian ngập không quá 1 tháng và không ảnh hưởng đến việc bảo quản hàng hoá trong cảng.

Cao trình đỉnh bến được lấy theo công thức như sau: $\nabla_{\text{đỉnh bến}} = \nabla_{\text{MN}} (p = 1 \div 10)\%$

Trong đó: $\nabla_{\text{MN}} (p = 1 \div 10)\%$: cao trình mực nước ứng với tần suất $p = (1 \div 10)\%$ của đường tần suất lũy tích đỉnh lũ được lấy tùy thuộc vào cấp của cảng.

+ Với cảng cấp I: $p = 1\%$

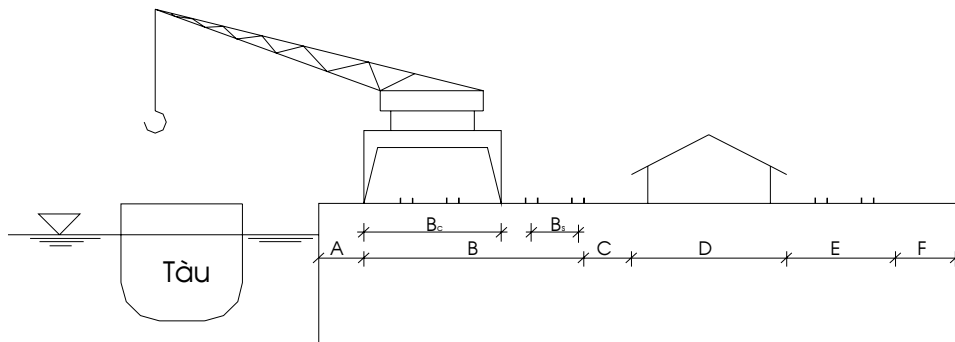
+ Với cảng cấp II , III: $p = 5\%$

+ Với cảng cấp IV : $p = 10\%$

3.4.2.3. Chiều cao tự do của bến.

$$H_t = \nabla_{\text{đỉnh bến}} - \nabla_{\text{đáy bến}} \quad (3-32)$$

3.4.3. Cấu tạo và kích thước các vùng đất của cảng



Hình 3-12. Khu đất trước bến của cảng

3.4.3.1. Khu đất trước bến

Vùng A: được xác định từ điều kiện bảo đảm an toàn công tác bốc xếp hàng của công nhân và thiết bị xếp dỡ trên bến, bảo đảm an toàn khi mép bến bị hư hỏng do tàu va đập và đảm bảo an toàn cho tàu neo đậu trước bến khi mực nước lên cao. Kích thước của A được lấy từ $(2,25 \div 2,75)$ m tính từ mép bến đến chân cần trục trước bến. Trên tuyến A thường đặt các bích neo tàu, các đường hào cấp điện nước.

Vùng B: để bố trí các thiết bị bốc xếp và đường sắt trước bến. Chiều rộng của B phụ thuộc vào khoảng cách giữa hai chân cần trục và số đường sắt trước bến và được tính theo công thức:

$$B = B_c + (n_s + 1)B_s \quad (3-34)$$

Trong đó:

B_c : chiều rộng của chân cần trục, giá trị của nó phụ thuộc vào số đường tàu hoả ở trong lòng cầu;

+ $B_c = 6\text{m}$ nếu có 1 đường tàu hoả;

+ $B_c = 10,5\text{m}$ nếu có 2 đường tàu hoả;

+ $B_c = 15,3\text{m}$ nếu có 3 đường tàu hoả.

n_s : số đường sắt nằm ngoài chân cầu;

B_s : khoảng cách giữa các tim đường sắt nằm ngoài chân cầu.

Vùng C: bãi công tác hàng. Chiều rộng của C phụ thuộc vào tầm với của cần trục trước bến. Kết cấu của nó có thể có thêm hoặc không có thêm. Kích thước của vùng C phải đảm bảo phạm vi quay trở của xe nâng, phạm vi đặt hàng và chuyển hàng, phạm vi cho phương tiện chạy dọc theo kho.

Vùng D: kho hàng có kích thước $(6 \div 60)$ m.

Vùng E : dùng để bố trí hệ thống giao thông sau kho (đường sắt, đường ô tô).

Vùng F : dùng để bố trí dây kho thứ 2.

Vùng I : bố trí hệ thống giao thông sau cảng, xe thô sơ, dải cây xanh ...

Toàn bộ vùng lãnh thổ từ A ÷ I có kích thước $(110 \div 140)$ m, nếu có thêm dây kho thứ 2 thì kích thước này là từ $(130 \div 200)$ m. Chiều rộng này còn phải phụ thuộc vào điều kiện địa hình cụ thể và phương án bố trí bốc xếp hàng.

3.4.3.2. Khu đất phía sau

Được dùng để bố trí ga đường sắt của cảng, xưởng sửa chữa, bãi đỗ xe, nhà văn phòng, các công trình phục vụ ...

3.4.3.3. Khu đất các công trình công cộng

Được dùng để xây dựng các công trình công cộng không cho phép bố trí hoặc không có lợi trên vùng lãnh thổ của cảng như các kho gom hàng, các cơ sở kỹ thuật, dịch vụ...

3.5. Các dạng đường mép bến-xác định số lượng bến

3.5.1. Các dạng đường mép bến

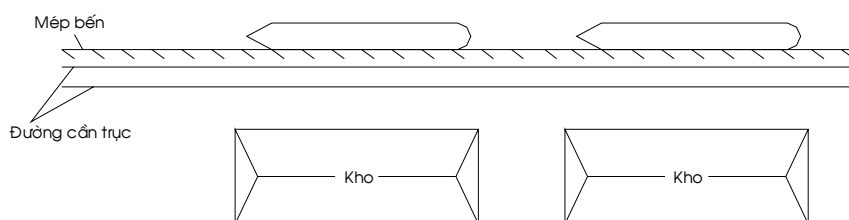
3.5.1.1. Điều kiện để lựa chọn đường mép bến

Việc lựa chọn dạng đường mép bến phụ thuộc vào các yếu tố sau đây:

- Sự an toàn về hàng hải cho một tàu đến neo đậu và đi khỏi bến.
- Đường sắt có dẫn ra trước bến hay không.
- Có đủ diện tích, kích thước khu đất để bố trí các thiết bị xếp dỡ, kho bãi, các đường giao thông hay không.

3.5.1.2 Các dạng đường mép bến

1) Bến bố trí thành tuyến (bến liền bờ)



Hình 3-13. Bến bố trí thành tuyến

Khái niệm:

Bến bố trí thành tuyến là các bến được bố trên một đường thẳng hoặc đường cong, bến nọ kế tiếp bến kia dọc theo mép bờ.

Ưu điểm:

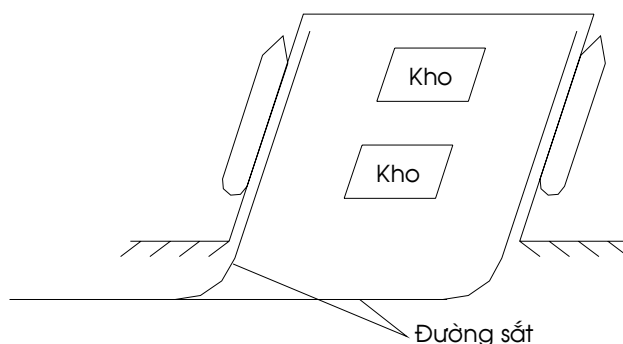
Chương 3. Khu đất và khu nước của Cảng

- Khu đất trước bến rộng rãi nên rất thuận tiện với các bến chuyên dụng có yêu cầu kho bãi lớn.
- Hình dáng khu nước đơn giản, điều động tàu thuận lợi.
- Không có phần công trình ăn sâu vào khu nước nên ít ảnh hưởng đến chế độ thủy văn của khu nước, đặc biệt trong trường hợp tuyến bến thẳng.
- Phân bố địa chất dọc theo tuyến bến tương đối giống nhau nên thuận tiện cho việc thiết kế và thi công.
- Việc xây dựng công trình bến, kho bãi đơn giản, liên hệ giữa tuyến bến với khu đất phía sau thuận lợi.

Nhược điểm:

- Mặt bằng cảng kéo dài và không tập trung làm kéo dài đường đi của các phương tiện thủy bộ, hệ thống giao thông và các đường kỹ thuật khác, việc sử dụng đất kém hiệu quả.
- Làm phức tạp việc bố trí đường sắt nhất là khi số bến liên tiếp lớn.
- Độ sâu tự nhiên kém.

2) Bến nhô



Hình 3-14. Bến nhô

Khái niệm:

Bến nhô là các bến được bố trí trên chu vi của công trình ăn sâu vào khu nước, nó có dạng hình bình hành, hình chữ nhật, hình thang.

Bến nhô chia làm 2 loại:

- + Bến nhô hẹp: $B = (10 \div 60)$ m được dùng cho bến hàng chuyên dụng như: xăng dầu, hành khách, than, quặng. Trên bến không bố trí hệ thống kho bãi, đường giao thông.
- + Bến nhô rộng: $B = (200 \div 300)$ m, thường dùng cho các bến hàng khô, trên đó có bố trí đầy đủ hệ thống kho bãi, phương tiện xếp dỡ.

Ưu điểm:

- Tận dụng độ sâu tự nhiên.
- Bình đồ cảng tập trung thành một khối, rút ngắn chiều dài hệ thống giao thông, kỹ thuật.
- Hiệu quả sử dụng cao.

- Nếu cảng phải xây đê chắn sóng thì có thể rút ngắn chiều dài tuyến đê.

Nhược điểm :

- Làm thay đổi chế độ thủy văn.
- Khó thiết kế và thi công vì độ sâu và địa chất thay đổi theo chiều dài bến.
- Chi phí sử dụng cao.
- Bố trí các công trình khó.

5) Bến kiểu bậc thang

Bến kiểu bậc thang là hình thức trung gian giữa 2 kiểu trên nên nó mang ưu và nhược điểm của 2 loại đó và trong những điều kiện nhất định nó có thể là một phương án tốt.

3.5.2. Xác định số lượng bến hàng

Số bến của cảng phục vụ bốc xếp cho một loại hàng được xác định theo công thức:

$$N_b^i = \frac{Q_n^i \cdot K_{kd}^i}{30.12.P_c^i \cdot K_z \cdot K_m} \quad (3-35)$$

Trong đó:

N_b^i : số bến của cảng dùng để xếp dỡ loại hàng thứ i;

K_{kd}^i : hệ số không đều của loại hàng thứ i;

30x12: số ngày trong một năm;

P_c^i : năng suất bốc xếp loại hàng thứ i ở 1 bến trong 1 ngày đêm(T/ngđêm);

$$P_c^i = \frac{24.D_{tp}^i}{t_b + t_p} \quad (3-36)$$

D_{tp}^i : trọng tải của tàu tính toán dùng để chở loại hàng thứ i;

t_b : thời gian bến bận để bốc xếp hàng hoá cho tàu;

t_p : thời gian tàu làm các công tác phụ.;

0,875: hệ số sử dụng thời gian trong ngày;

P_k^i : năng suất của 1 máy xếp dỡ;

N_{xd} : số lượng tuyến xếp dỡ trên 1 bến;

K_z : hệ số bến bận, nó phụ thuộc vào số lượng tàu đến cảng trong 1 tháng và số lượng bến tương hỗ;

K_m : hệ số sử dụng các bến có kể đến sự ngừng trệ sản xuất do điều kiện khí tượng;

$$K_m = \frac{720 - t_m}{720} \quad (3-37)$$

720: số giờ trong 1 tháng;

t_m : số giờ cảng ngừng hoạt động trong 1 tháng vì điều kiện khí tượng.

Số lượng bến của cảng được xác định theo công thức:

$$N_b = \sum_{i=1}^n N_b^i \quad (3-38)$$

3.5.3. Xác định các kích thước của bến

3.5.3.1. Chiều dài bến

1) Chiều dài 1 bến

Chiều dài của 1 bến phụ thuộc vào hình dạng tuyến bến và hình thức đỗ tàu.

Với tuyến bến thẳng, chiều dài một bến bao gồm chiều dài của tàu tính toán và độ dài dự trữ an toàn để đảm bảo cho tàu vào bến neo đậu và đi khỏi bến một cách thận lợi, an toàn và nhanh chóng mà không phụ thuộc vào các bến khác.. Chiều dài 1 bến được xác định theo công thức sau:

$$L_b = L_t + d \quad (3-39)$$

d: khoảng cách dự trữ an toàn của các tàu;

L_t : chiều dài tàu tính toán.

Với bến độc lập, thì chiều dài của bến là:

$$L_b = \left(\frac{4}{6} \div \frac{5}{6} \right) L_t \quad (3-40)$$

6) Chiều dài tổng cộng của tuyến bến thẳng

Khi biết hình thức đỗ tàu, ta sẽ xác định được chiều dài của 1 bến và tổng chiều dài tuyến bến. Trong khi tính toán chiều dài bến, ta lấy theo chiều dài tính toán đồng thời có xét đến khuynh hướng phát triển trong tương lai nên thường khá lớn. Thực tế khai thác cho thấy không phải bao giờ tất cả các tàu tính toán cũng đồng thời cập bến. Vì vậy, có hiện tượng sử dụng không thường xuyên các độ dài dự trữ an toàn, do đó để đảm bảo tính kinh tế và không ảnh hưởng đến chất lượng khai thác người ta có thể giảm chiều dài tuyến bến theo công thức sau:

$$L_{tb} = \alpha \cdot N_b \cdot L_b \quad (3-41)$$

α : hệ số chiết giảm chiều dài tuyến bến $0,9 \leq \alpha < 1$.

3.5.3.2. Chiều rộng bến

Chiều rộng tuyến bến phụ thuộc vào hình thức kết cấu công trình bến và yêu cầu khai thác của bến (sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ).

Chương 3	3-1
3.1. Cấu tạo, công dụng và yêu cầu của khu nước	3-1
3.2. Xác định độ sâu, cao trình đáy khu nước của Cảng	3-1
3.3. Diện tích, kích thước các khu nước bộ phận của Cảng	3-5
3.4. Khu đất của Cảng	3-11
3.5. Các dạng đường mép bến-xác định số lượng bến	3-13

Topic 6.Mechanization of cargo handling in ports

Chương 4

CƠ GIỚI HOÁ CÔNG TÁC XẾP DỠ Ở CẢNG

4.1. Các quá trình xếp dỡ ở Cảng

4.1.1. Các quá trình xếp dỡ

Việc xếp dỡ hàng hoá là một chức năng quyết định nhất, thường xuyên nhất ở Cảng. Các quá trình xếp dỡ chính ở Cảng gồm:

- Từ tàu này sang tàu khác.
- Từ tàu lên ô tô, toa xe và ngược lại.
- Từ tàu lên kho bãi và ngược lại.
- Từ kho, bãi lên ô tô, toa xe và ngược lại.

4.1.2. Mục đích của công tác cơ giới hoá xếp dỡ (CGHXD)

Cơ giới hoá tổng hợp công tác xếp dỡ là cơ giới hoá toàn bộ quá trình bốc xếp sao cho sức lao động của con người chỉ dùng để điều khiển máy móc và làm các công tác phụ.

Mục đích của công tác cơ giới hoá xếp dỡ:

- Thay thế sức lao động của con người bằng máy móc có năng suất cao.
- Rút ngắn thời gian dỡ của các loại phương tiện vận chuyển: tàu, ô tô, toa xe.
- Hạ giá thành xếp dỡ do năng suất cao.
- Tăng năng lực thông qua khả năng.
- Bảo đảm chất lượng hàng hoá trong quá trình vận chuyển.

4.1.3. Phương hướng của công tác CGHXD

Để cơ giới hoá được tốt:

- Chế tạo các thiết bị xếp dỡ vận chuyển tiên tiến thích ứng với từng loại hàng, nhóm hàng.
- Tiêu chuẩn hoá việc bao gói để sử dụng hữu ích sức nâng cần trục và tải trọng phương tiện vận chuyển.
- Cơ giới công tác xếp dỡ hầm tàu và toa xe, từng bước áp dụng tự động hoá quá trình xếp dỡ.

2. Các sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ

4.2.1. CGHXD hàng bao kiện

4.2.1.1. Đặc điểm của hàng bao kiện

Gồm những loại hàng khác nhau về trọng lượng, kích thước và điều đó thường là nguyên nhân gây ra các khó khăn hạn chế cho nhiều sự lựa chọn về xếp dỡ bởi vì trên một bên thường phải bốc xếp nhiều loại hàng bao kiện khác nhau.

Theo đặc điểm bao gói và hình dáng, có thể chia hàng bao kiện thành các loại hàng sau:

Chương 4. Cơ giới hoá công tác xếp dỡ ở cảng

- Bao bì bằng vải hay giấy có trọng lượng (50 ÷ 100) kg.
- Bao bì bằng các loại đai thép, nhựa như bông, giấy.
- Thùng hay cuộn dạng trụ tròn có trọng lượng khác nhau như dầu, nhựa đường, sơn, hoá chất, cáp.
- Thép và các chi tiết thép không bao gói.
- Thùng bằng gỗ, giấy đệm.
- Các hàng kiện nặng có hoặc không có bao bì.

4.2.1.2. Công cụ mang hàng

Hàng bao kiện bao gồm rất nhiều loại khác nhau về kích thước, trọng lượng, kiểu bao gói nên việc sử dụng công cụ mang hàng có một ý nghĩa rất to lớn.

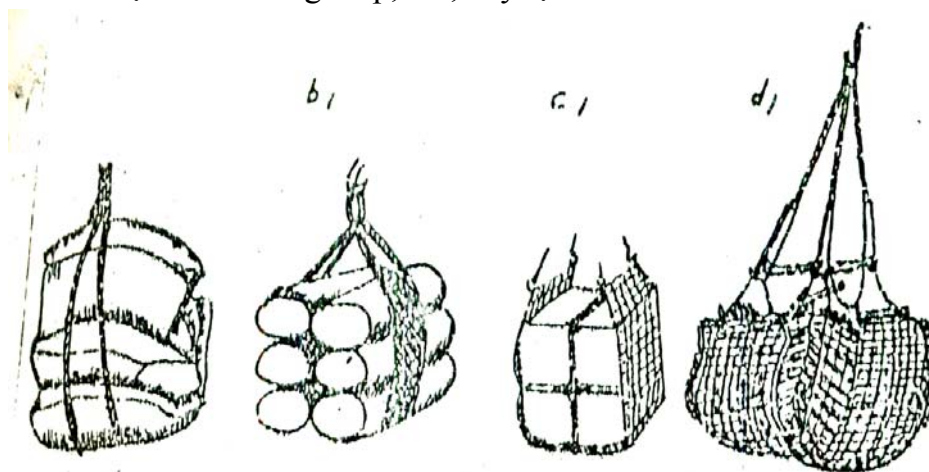
Công cụ mang hàng là vật liên kết giữa bao bì của hàng hoá với móc cầu, nó cho phép nâng cao năng suất lao động, giảm nhẹ điều kiện làm việc, tránh làm hỏng hàng hoá đồng thời nâng cao năng suất cần trục, rút ngắn thời gian chờ đợi của các phương tiện vận tải.

Khi chọn công cụ mang hàng phải thoả mãn các điều kiện sau đây:

- Đảm bảo mang đồng thời số lượng các kiện hàng sao cho sử dụng hết sức nâng của cần trục.
- Giảm bớt các động tác sắp xếp hàng hoá không cần thiết khi vận chuyển hàng từ vị trí này đến vị trí khác.
- Bảo đảm các yêu cầu về sử dụng như: vững chắc, đơn giản, an toàn.

Công cụ mang hàng được chia thành 3 loại:

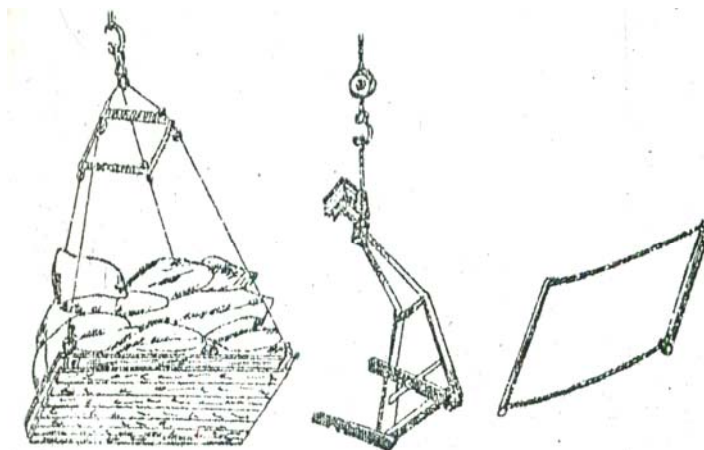
- Các thiết bị thô sơ: vòng thép, đai, dây tự xiết.



Hình 4-1. Thiết bị lấy hàng đối với hàng kiện.

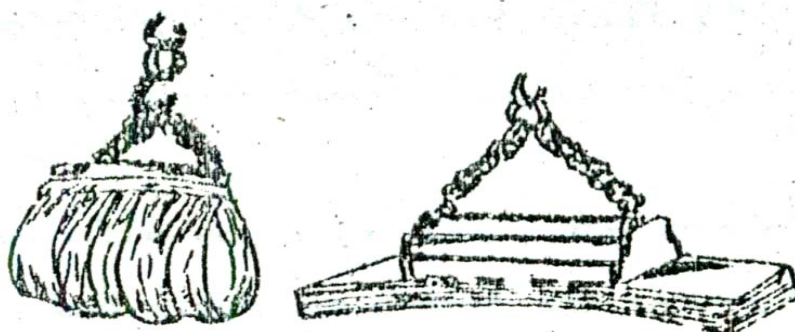
- a. Lấy hàng bằng dây chảo b. Lấy hàng bằng dây cáp dài
c-Lấy hàng bằng cáp khối d-Lấy hàng bằng dây móc lưới.

- Các thiết bị đặc biệt: móc, kẹp.



Hình 4-2. Tấm đệm chất hàng.

- Các thiết bị tự động: nam châm điện.



Hình 4-3. Thiết bị lấy hàng điện từ (Nam châm điện)

4.2.1.3. Các sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ

Với hàng bao kiện có thể sử dụng cần trục trên tàu hoặc cần trục trên bờ để xếp dỡ hàng hoá giữa tàu với bờ.

Các sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ hàng bao kiện tham khảo trong qui trình thiết kế quá trình công nghệ cảng biển.

4.2.2. CGHXD hàng gỗ

4.2.2.1. Đặc điểm

Gỗ vận chuyển qua cảng gồm nhiều loại khác nhau về kích thước và hình dáng:

- Gỗ chưa qua chế biến, có chiều dài ($4 \div 9$) m.
- Gỗ đã qua sơ chế: được xẻ thành gỗ hộp, gỗ ván.
- Các sản phẩm của gỗ.

4.2.2.2. Công cụ mang hàng

Dây tự xiết, móc, kẹp.

4.2.2.3. Các sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ

Tham khảo trong qui trình thiết kế quá trình công nghệ cảng biển.

4.2.3. CGHXD hàng đồ đóng (vun đóng)

4.2.3.1. Tính chất, đặc điểm

Chương 4. Cơ giới hoá công tác xếp dỡ ở cảng

Hàng đồ đồng thường chia làm 2 loại:

- Loại có thể hư hỏng do điều kiện thời tiết.
- Loại không bị hư hỏng do điều kiện thời tiết: than, vật liệu xây dựng được bảo quản trên bãi.

Đặc điểm chung: được đồ thành đồng với các chỉ tiêu như dung trọng, độ khô, mái dốc tự nhiên khác nhau. Ngoài ra mỗi loại hàng còn có các tính chất hoá học khác nhau đòi hỏi có các yêu cầu đặc biệt về xếp dỡ, vận chuyển, bảo quản.

4.2.3.2. Công cụ mang hàng

Thùng tự lật, tự đổ, gầu ngoạm, máy xúc, băng chuyền.

4.2.3. Các sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ

Tham khảo trong qui trình thiết kế quá trình công nghệ cảng biển.

4.2.4. CGHXD hàng xăng dầu

4.2.4.1. Đặc điểm

- Có tính bốc hơi cao.
- Nguy cơ cháy nổ cao.
- Tính nhớt.

4.2.4.2. Cơ giới hoá xếp dỡ công tác bốc xếp hàng xăng dầu

Có thể dùng bơm hoặc tự chảy, trong đó:

- Dùng máy bơm trên bờ hoặc trên tàu.
- Tự chảy:

$$Q = 0,028.m.\sqrt{\frac{h.d^5}{L}} \quad (4-1)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng(m³/ph)

h : cột chất lỏng toàn phần (m)

L : chiều dài đường ống (m).

m : hệ số phụ thuộc vào dung trọng.

d :đường kính trong của lòng ống (cm).

4.3. Tính toán tuyến xếp dỡ tối ưu

4.3.1. Khái niệm về tuyến xếp dỡ và số tuyến xếp dỡ tối ưu

4.3.1.1. Khái niệm về tuyến xếp dỡ

Một hệ thống các thiết bị xếp dỡ được bố trí một cách hợp lí và liên hoàn để bốc xếp hàng lên xuống tàu được liên tục gọi là tuyến xếp dỡ.

Ở trong cảng, số tuyến xếp dỡ được đặc trưng bằng số cần trục trước bến (có bao nhiêu cần trục trước bến thì có bấy nhiêu tuyến xếp dỡ). Trên một bến có thể có một hoặc nhiều tuyến xếp dỡ.

4.3.1.2. Khái niệm về số tuyến xếp dỡ tối ưu

Khi thiết kế cảng để thoả mãn điều kiện kinh tế thì phải đảm bảo tối ưu về cả 3 mặt sau:

- Tối ưu về tàu: chọn loại tàu và trọng tải tàu để vận chuyển một loại hàng có lượng hàng và cự li vận chuyển nhất định cho hợp lí.
- Tối ưu về bến: hình thức tuyến bến, số lượng bến, chiều dài bến là bao nhiêu cho hợp lí nhất.
- Tối ưu về tuyến xếp dỡ, trên 1 bến cần bao nhiêu tuyến xếp dỡ là hợp lí nhất.

Đối với các cảng hiện đại người ta có thể thiết kế đồng thời tối ưu về cả 3 mặt trên còn đối với các cảng vừa và nhỏ khi biết được lượng hàng và luồng hàng ta có thể chọn cỡ tàu hợp lí phù hợp với lượng hàng và luồng hàng đó. Đối với số bến nó phụ thuộc vào năng suất, số lượng thiết bị xếp dỡ và loại hàng. Trong thiết kế qui hoạch cảng thì giá thành mua sắm thiết bị xếp dỡ chiếm một phần đáng kể trong vốn đầu tư nên người ta quan tâm đến việc tính toán tối ưu về tuyến xếp dỡ.

Trên 1 bến có thể có một hoặc nhiều tuyến xếp dỡ, khi tăng thêm 1 tuyến xếp dỡ (so với ban đầu), tức là tăng năng lực thông qua của bến, cảng bốc xếp được nhiều hàng hơn, tàu được giải phóng nhanh hơn. Do đó giảm được thời gian tàu đỗ ở bến, tức là giảm được chi phí đầu tư và khai thác cho tàu, đồng thời khi bến được giải phóng nhanh thì thời gian tàu đỗ ở khu nước chờ đợi cũng giảm.

Tóm lại khi tăng thêm 1 tuyến xếp dỡ thì chi phí đầu tư và khai thác của tàu giảm đi nhưng của cảng tăng lên do có thêm tuyến xếp dỡ đó. Phương án có số tuyến xếp dỡ tối ưu là phương án mà sự giảm chi phí cho tàu và sự tăng chi phí cho cảng là xấp xỉ bằng nhau.

4.3.2. Tính toán số tuyến xếp dỡ tối ưu

Khi biết lượng tàu ra vào cảng ta phải chọn sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ từ đó đi tính toán số tuyến tối ưu theo trình tự sau:

4.3.2.1. Xác định số tuyến xếp dỡ nhỏ nhất ($N_{\min}$) và lớn nhất ($N_{\max}$)

Số tuyến xếp dỡ nhỏ nhất ($N_{\min}$)

$$N_{\min} = \frac{M_r}{0,875 \cdot P_{k_1}} \quad (4-2)$$

$$P_{k_1} = \frac{P_{k_7}}{7} \quad (T/h) \quad (4-3)$$

Trong đó:

0,875: hệ số sử dụng thời gian trong ngày;

M_r : định mức giờ tàu được xác định theo qui trình thiết kế công nghệ cảng biển hoặc tự lập;

P_{k_1} : năng suất bốc xếp của 1 tuyến xếp dỡ trong 1 giờ làm việc;

P_{k_7} : năng suất bốc xếp của 1 tuyến xếp dỡ trong 1 ca làm việc (T/ca) được tra theo bảng 1- phụ lục 3.

Số tuyến xếp dỡ lớn nhất ($N_{\max}$)

Chương 4. Cơ giới hoá công tác xếp dỡ ở cảng

$N_{\max}$ phụ thuộc vào loại hàng được vận chuyển, trọng tải của tàu và số lượng tàu và được lấy như sau:

+ **Trường hợp 1:** Đối với hàng bao kiện, dùng các sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ 1, 2, 3, 4 thì:

$$N_{\max} = \text{số lượng hầm tàu} \quad ; \quad \text{nếu } D_{tp} < 1500T$$

$$N_{\max} = \text{số lượng hầm tàu} + 1 \quad ; \quad \text{nếu } D_{tp} \geq 1500T$$

+ **Trường hợp 2:** Với các bến bốc xếp hàng thiết bị kim loại, container dùng sơ đồ số 5 và các bến bốc xếp hàng gỗ dùng sơ đồ số 8, 9, 10 thì không phụ thuộc vào trọng tải tàu, ta luôn có $N_{\max} = \text{số lượng hầm tàu}$.

+ **Trường hợp 3:** Với hàng đồ đồng, dùng sơ đồ số 6, 7 thì:

$$N_{\max} = \text{số lượng hầm tàu} \quad ; \quad \text{nếu } D_{tp} \leq 3000T$$

$$N_{\max} = \text{số lượng hầm tàu} - 1 \quad ; \quad \text{nếu } D_{tp} > 3000T$$

Chú ý: $N_{\max}$ còn phụ thuộc vào một số yếu tố khác nữa như kích thước lỗ cửa hầm tàu, kiểu thiết bị bốc xếp và công cụ mang hàng.

Số phương án tuyến xếp dỡ nằm trong phạm vi từ $N_{\min} \div N_{\max}$ và thường được lấy từ 3 ÷ 4 phương án.

4.3.2.2. Xác định năng suất giờ của các thiết bị xếp dỡ đối với mỗi phương án.

$$\sum P_k^i = P_{k_i} \times N_i \quad (T/h) \quad (4-4)$$

4.3.2.3. Xác định thời gian cần thiết để tàu đỗ ở bến bốc xếp hàng cho mỗi phương án.

$$\tau_i = \frac{D_r}{\sum P_k^i} \quad (h)$$

$$\text{hoặc} \quad (4-5)$$

$$\tau_{oi} = \frac{D_r}{24 \cdot \sum P_k^i} \quad (\text{ngđêm}) \quad (4-6)$$

Mỗi một phương án số tuyến xếp dỡ có một τ_i (τ_{io})

4.3.2.4. Xác định số chuyến tàu cần thực hiện trong 1 năm đối với một lượng hàng và cỡ tàu cho trước.

$$r' = \frac{Q_n}{D_r} \quad (\text{chuyến/năm}) \quad (4-7)$$

Mặt khác có thể so sánh số lần tàu đỗ ở bến trong 1 năm, số lần này được tính theo năng lực thông qua của bến:

$$r'' = \frac{24 \cdot T_n \cdot K_z \cdot K_m}{T_b + T_p} \quad (4-8)$$

$$T_b = \frac{D_r}{M_r} \quad (h) \quad (4-9)$$

Trong đó:

Chương 4. Cơ giới hoá công tác xếp dỡ ở cảng

T_n : số ngày làm việc của cảng trong 1 năm;

24: số giờ trong 1 ngày;

K_z, K_m : hệ số bến bận và hệ số khí tượng;

T_b : thời gian cần thiết để xếp dỡ ở hàng cho 1 tàu;

T_p : thời gian cần thiết làm các công tác phụ cho tàu.

Số chuyến tàu tính toán r cho 1 bến có thể bằng r' nhưng không vượt quá r'' . Có 2 khả năng xảy ra:

$$+ r' \leq r'' \Rightarrow r = r'$$

+ $r' > r''$ thì trước khi tính toán số tuyến xếp dỡ tối ưu trên 1 bến

ta cần tính toán số lượng bến bằng cách lấy $\frac{r'}{r''}$ và làm tròn kết quả về phía lớn thành số nguyên, từ đó xác định được lượng hàng trong 1 bến(r : số chuyến tàu đến bến trong 1 năm).

4.3.2.5. Sau khi tính toán được số chuyến tàu đến bến trong 1 năm ta tính được tổng thời gian tàu đỗ ở bến trong 1 năm ở mỗi phương án.

$$\sum T_i = r.T_i \quad (h) \quad (4-10)$$

4.3.2.6. Tính tiết kiệm thời gian tàu đỗ để xếp dỡ ở cảng (do đặt thêm 1 tuyến xếp dỡ):

$$\Delta T_i = \sum T_{i-1} - \sum T_i \quad (h/năm) \quad (4-11)$$

Từ đó tạo ra tiết kiệm chi phí khai thác cho tàu(đ/h):

$$\Delta \Xi_i = A * \Delta T_i \quad (\text{đồng/năm}) \quad (4-12)$$

4.3.2.7. Tiết kiệm thời gian tàu đỗ ở bến để bốc xếp hàng tức là tàu được giải phóng nhanh hơn, chu kì vận tải được rút ngắn, điều đó chứng tỏ rằng với một lượng hàng hoá kế hoạch cho trước, số lượng tàu có thể ít đi tức là có thể giảm được chi phí đầu tư cho tàu. Trị số ngày được xác định theo công thức:

$$\Delta K_i = \frac{B}{24.T_n} . E_{cp} . \sum \Delta T_i \quad (4-13)$$

Trong đó:

B: giá thành tính toán của tàu(đồng);

$E_{cp} = 0,1$: hệ số hiệu quả của tàu;

T_n : Số ngày khai thác cảng trong năm;

$$E = \frac{B}{24.T_n} . E_{cp} \quad (4-14)$$

E: hệ số không đổi với tất cả các phương án, quyết định tiết kiệm vốn đầu tư cho tàu do tiết kiệm 1 giờ tàu đỗ ở cảng.

4.3.2.8. Tiết kiệm chi phí khai thác và đầu tư cho tàu do tiết kiệm thời gian tàu chờ đợi vào bến

- Tổng thời gian chờ đợi của tàu để vào xếp dỡ ở bến (ngđêm) được tính theo công thức:

$$\sum \tau_{oi} = \frac{\lambda \cdot T_{oi}^2}{1 - \lambda \cdot T_{oi}} \cdot r \quad (4-15)$$

Trong đó:

λ : số tàu đến bến trung bình trong 1 ngày đêm.

$$\lambda = \frac{Q_n}{D_r \cdot T_n} \quad (4-16)$$

Q_n : lượng hàng vào 1 bến trong 1 năm.

T_{oi} : Thời gian tàu đỗ ở bến để bốc xếp hàng (ng đêm).

$$T_{oi} = \frac{T_i}{24} \quad (4-17)$$

- Tiết kiệm thời gian của tàu ở khu nước chờ đợi do đặt thêm 1 tuyến xếp dỡ là (ng đêm):

$$\sum \Delta \tau_{oi} = \sum \tau_{oi-1} - \sum \tau_{oi} \quad (4-18)$$

- Tiết kiệm thời gian tàu chờ đợi vào bến dẫn đến tiết kiệm chi phí khai thác cho tàu (đồng):

$$\Sigma \Delta \tau_{oi} = 24 \cdot A \cdot \Sigma \Delta \tau_{oi} \quad (4-19)$$

- Tiết kiệm thời gian tàu đỗ chờ đợi vào bến kéo theo tiết kiệm vốn đầu tư cho tàu:

$$\Delta K_{oi} = \frac{B}{T_n} \cdot E_{cp} \cdot \sum \Delta \tau_{oi} = E \cdot \sum \Delta \tau_{oi} \text{ (đồng)} \quad (4-20)$$

4.3.2.9. Tính tổng tiết kiệm chi phí khai thác và vốn đầu tư cho tàu nhờ nâng cao năng lực bốc xếp do đặt thêm 1 tuyến xếp dỡ:

$$R_i = \sum \Delta \tau_{oi} + \Delta K_i + \sum \Delta \tau_{oi} + \Delta K_{oi} \quad (4-21)$$

4.3.2.10. Khi đặt thêm 1 tuyến xếp dỡ thì cảng phải thêm chi phí cho các khoản sau:

- Mua, vận chuyển, lắp đặt tuyến xếp dỡ đó. (1)
- Bảo dưỡng, sửa chữa (khấu hao, tiêu tu). (2)
- Chi phí phục vụ kỹ thuật cho các thiết bị xếp dỡ. (3)

(1) được xác định theo công thức:

$$\Delta K_{mi} = E_n \cdot \sum K_i \cdot n_i \cdot C_i \quad (4-22)$$

Trong đó:

E_n : hệ số hiệu quả kinh tế đối với thiết bị xếp dỡ; $E_n = 0,15$.

K_i : giá thành 1 máy xếp dỡ kiểu i.

C_i : hệ số chi phí lắp ráp, vận chuyển.

$C_i = 0,19$: thiết bị lớn

$C_i = 0,12$: thiết bị nhỏ

Chương 4. Cơ giới hoá công tác xếp dỡ ở cảng

(2) được xác định bằng tổng % giá thành vận chuyển, lắp ráp của các thiết bị và được xác định theo công thức:

$$\vartheta_a = \sum K_i' \cdot n_i \cdot \frac{a_i + b_i}{100} \quad (4-23)$$

K_i' : giá thành vận chuyển và lắp ráp cho 1 thiết bị kiểu i.

(3) được xác định theo công thức:

$$\vartheta_T = T_n \cdot K_d \cdot K_p \cdot S \cdot \sum n_i \cdot t_i \quad (\text{đ/năm})$$

Trong đó:

T_n : thời gian khai thác cảng trong 1 năm tính theo ngày đêm;

t_i : thời gian phục vụ kỹ thuật của 1 máy trong 1 ngày đêm;

S : định suất lương (giờ) của công nhân phục vụ máy xếp dỡ;

K_p : hệ số khu vực;

K_d : hệ số chi phí phụ.

4.3.2.11. Tổng chi phí cho cảng do đặt thêm 1 tuyến xếp dỡ là:

$$R_n = \Delta K_{ni} + \vartheta_a + \vartheta_T \quad (\text{đ/năm}) \quad (4-24)$$

4.3.2.12. Tổng chi phí cho tàu, cho cảng xác định cho mỗi phương án bằng hiệu tiết kiệm chi phí cho tàu và chi phí thêm của cảng do đặt thêm 1 tuyến xếp dỡ là:

$$\Delta R_i = R_i - R_n \quad (\text{đ/năm}) \quad (4-25)$$

Như vậy khi tăng số tuyến xếp dỡ trên 1 bến năng lực bốc xếp cho tàu được nâng cao, kết quả là giảm được chi phí đầu tư và khai thác cho tàu nhưng đồng thời làm tăng chi phí khai thác cho cảng. Như vậy cần chú ý: khi tăng số tuyến xếp dỡ trên bến thì hiệu quả kinh tế của mỗi tuyến mới so với tuyến cũ bị hạ thấp đến một lúc nào đó việc đưa thêm tuyến mới sẽ dẫn đến hiệu quả kinh tế âm, cho nên ΔR_i dương và nhỏ nhất sẽ tương ứng với số tuyến xếp dỡ tối ưu.

4.4. Những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật để so sánh, lựa chọn phương án CGHXD tối ưu

4.4.1. Vốn đầu tư

Vốn đầu tư cho một khu bến bao gồm (K):

Vốn đầu tư cho các thiết bị: K_1

Vốn đầu tư cho các công trình phục vụ (kè bờ, đường bãi): K_2

$$\text{Suy ra} \quad K = K_1 + K_2 \quad (4-26)$$

Nhiều khi cần xác định tỉ suất vốn đầu tư (đồng/tấn) để so sánh:

$$K_y = \frac{\sum K_i}{Q_n} \quad (4-27)$$

4.4.2. Giá thành xếp dỡ

Giá trị của nó phụ thuộc vào các yếu tố kinh tế – kĩ thuật và tổ chức công tác xếp dỡ. Vì thế trong công tác xếp dỡ việc phân đầu hạ giá thành có một ý nghĩa to lớn. Muốn vậy cần:

- Tiến hành cơ giới hoá và tự động hoá.
- Hoàn thiện công nghệ tổ chức khai thác, cơ chế quản lí và sử dụng các thiết bị mang hàng hợp lí.

Giá thành xếp dỡ được xác định như sau:

$$S = \frac{\sum s}{Q_n} = \frac{1}{Q_n} \cdot (s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5) \quad (4-28)$$

Trong đó:

- s_1 : chi phí cho công nhân điều khiển phương tiện xếp dỡ;
- s_2 : chi phí khấu hao tiêu tu cho công trình;
- s_3 : chi phí khấu hao tiêu tu cho máy móc;
- s_4 : chi phí năng lượng;
- s_5 : chi phí gián tiếp.

4.5. Trình tự thiết kế xếp dỡ

4.5.1. Các tài liệu xuất phát

Tuỳ thuộc vào cảng là xây mới hoặc nâng cấp một cảng cũ mà tài liệu xuất phát có thể khác nhau nhưng trong trường hợp chung nhất bao gồm các số liệu chính sau:

- Bình đồ khu vực trên đó có ghi rõ hệ thống đường giao thông, các công trình hiện có và các công trình dự định xây dựng (thể hiện cả mặt bằng và cao độ).
- Bản vẽ về bến, kho bãi hiện có kèm theo tải trọng cho phép.
- Tài liệu địa chất, thuỷ văn, khí tượng ...
- Tài liệu về các loại phương tiện vận chuyển: tàu, toa xe...
- Tài liệu về các loại thiết bị xếp dỡ, các tài liệu về hàng hoá như: loại hàng, lượng hàng, hệ số không đều, thời gian lưu kho, lượng hàng qua kho, yêu cầu xếp dỡ bảo quản ...
- Các qui trình, định mức thiết kế và các số liệu kinh tế khác.

4.5.2. Trình tự thiết kế

4.5.2.1. Lập một sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ theo các phương án (có thể tham khảo qui trình) cụ thể là:

- Chọn các thiết bị xếp dỡ chủ yếu ứng với qui trình xếp dỡ khác nhau.
- Lập dây chuyền sản xuất, mô tả thao tác và hoạt động của các thiết bị trong các quá trình xếp dỡ khác nhau. Mỗi một sơ đồ phải thoả mãn 3 yêu cầu sau: mức độ cơ giới hoá cao, mức độ an toàn sản xuất cao, mức độ vận năng cao.

Chương 4. Cơ giới hoá công tác xếp dỡ ở cảng

4.5.2.2. Tính toán số tuyến xếp dỡ tối ưu cho từng sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ và tính toán số lượng các thiết bị phụ thực hiện các quá trình xếp dỡ khác.

4.5.2.3. Xác định số lượng các loại công nhân phục vụ xếp dỡ.

4.5.2.4. Xác định các chỉ tiêu kinh tế cho từng phương án sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ, so sánh, lựa chọn sơ đồ tốt nhất.

Chương 4	4-1
4.1. Các quá trình xếp dỡ ở Cảng.....	4-1
2. Các sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ	4-1
4.3. Tính toán tuyến xếp dỡ tối ưu	4-4
4.4. Những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật để so sánh, lựa chọn phương án CGHXD tối ưu	4-9
4.5. Trình tự thiết kế xếp dỡ.....	4-10

Topic 7. Port warehouse design and plan

Chương 5

KHO BÃI

5.1. Sự cần thiết của kho bãi ở Cảng

5.1.1. Đặt vấn đề

Hàng hóa qua cảng được thực hiện theo hai phương án.

Trực tiếp: tức là hàng hoá được truyền thẳng giữa các phương tiện vận chuyển với nhau.

Gián tiếp: hàng hoá và các phương tiện vận tải trao đổi thông qua kho bãi.

Hàng hóa phải có một phần đi qua kho bãi là do các nguyên nhân sau:

- + Do điều kiện về thương mại, do lỗi của chủ hàng.
- + Do không trùng nhau về điều kiện thời gian và cường độ vận chuyển của các dạng vận tải khác nhau, do dung tích của tàu biển lớn hơn nhiều so với các phương tiện vận tải khác.
- + Do điều kiện về kinh tế mà hàng hoá đến cảng vào các giai đoạn riêng biệt trong năm tạo nên một sự tích lũy hàng hoá.
- + Do điều kiện về khai thác, yêu cầu về phân loại, đóng gói bao bọc, sửa chữa,...

Vì những nguyên nhân trên mà kho bãi là một phận không thể thiếu được, đảm bảo cho sự hoạt động liên tục của cảng.

5.1.2. Phân loại kho

5.1.2.1. Theo vị trí của kho với tuyến bến

- Kho tiền phương (kho trước bến): được bố trí ngay tuyến sát mép bến trong vùng hoạt động của cần trục trước bến với nhiệm vụ lưu giữ hàng hoá ngắn hạn.
- Kho hậu phương được bố trí ở ngoài vùng xếp dỡ của tàu, đôi khi trên khoảng cách khá xa, thậm chí ngoài phạm vi của cảng, có nhiệm vụ lưu giữ, tập trung các loại hàng hoá có thời gian lưu trữ lâu dài.

5.1.2.2. Theo phương pháp bảo quản

- Kho hở (bãi): loại này được dùng để bảo quản các loại hàng có thể để ngoài trời không bị hư hỏng hoặc có giá trị kinh tế thấp.
- Kho kín: có thể có một hoặc nhiều tầng dùng để bảo quản hàng hoá có thể bị hư hỏng hoặc có giá trị kinh tế cao.

5.1.2.3. Theo công dụng

- Kho hàng bách hoá cùng loại.
- Kho hàng bách hoá mau hỏng.
- Kho hàng hạt.
- Kho hàng nguy hiểm.
- Kho hàng xăng dầu.

5.2. Xác định dung tích kho

Dung tích kho hay còn gọi là sức chứa của kho là khối lượng hàng hoá được bảo quản trong kho.

Dung tích được xác định theo các phương pháp sau:

5.2.1. Theo thời gian lưu kho

Thời gian lưu kho là khoảng thời gian ứ đọng hàng hoá trong kho kể từ khi thời điểm bắt đầu vào kho cho đến khi xuất đi khỏi kho, nó phụ thuộc vào loại hàng, việc tổ chức khai thác của cảng.

Dung tích kho theo phương pháp này được xác định theo công thức:

$$E_k = \frac{Q_b \cdot \alpha \cdot K_e \cdot t_k}{T_n} \quad (5-1)$$

Trong đó:

α : hệ số vào kho (%);

Q_b : lượng hàng qua bến trong một năm;

E_k : dung tích kho;

K_e : hệ số không đều chất tải của kho(tra bảng);

t_k : thời gian lưu kho, giá trị của nó được xác định trong giai đoạn điều tra kinh tế (ngđêm);

T_n : Thời gian khai thác cảng trong một năm.

5.2.2. Theo trọng tải của tàu

Theo cách này dung tích kho trên một bến được xác định theo 2 điều kiện:

- Dung tích kho xác định riêng biệt cho từng nhóm các bến co cùng công nghệ xếp dỡ.
- Dung tích kho của một bến cần đảm bảo xếp dỡ được liên tục cho một tàu nghĩa là không được nhỏ hơn trọng tải của tàu tính toán.

Dung tích của 1 kho nhỏ nhất trên bến được xác định theo công thức:

$$E_i = K_c \cdot D_r + E_z \text{ (tấn)} \quad (5-2)$$

Trong đó:

K_c : hệ số phức tạp của luồng hàng, nó kể tới khả năng vượt quá lượng hàng đã có do yêu cầu xếp dỡ hàng hợp lí cho tàu và sự chênh lệch có thể có giữa hàng và tàu tại cảng quy định. Giá trị K_c lấy như sau:

$K_c = 1,3 \div 1,6$: hàng bách hoá hỗn hợp;

$K_c = 1 \div 1,3$: hàng bách hoá cùng loại;

$K_c = 1$: hàng đồ đóng.

D_r : trọng tải tàu tính toán;

E_z : dung tích dự trữ của kho được xác định theo công thức:

$$E_z = P_c \cdot n_c \text{ (tấn)} \quad (5-3)$$

P_c : khả năng bốc xếp hàng qua bến trong một ngày đêm;

n_c : Định mức tiêu chuẩn an toàn(ngày đêm), thông thường chọn $n_c = 1 \div 5$ ngày đêm phụ thuộc vào điều kiện tổ chức hoạt động của tàu và điều kiện xuất nhập hàng ở bến.

- Tổng dung tích của 1 nhóm kho nằm trên các bến có cùng một công nghệ xếp dỡ được xác định theo công thức:

$$E_{nk} = K_n \cdot \Sigma E_i + E_k \text{ (tấn)} \quad (5-4)$$

Trong đó:

k_n : Hệ số kể đến sự chênh lệch theo thời gian lượng hàng ứ đọng nhiều nhất của một nhóm kho trên các bến, trị số của nó được lấy như sau:

$k_n = 0,9$ khi có 2 bến;

$k_n = 0,8$ khi có 3 bến;

$k_n = 0,75$ khi có trên 3 bến.

E_k : thể tích dự trữ của kho dùng để bảo quản các loại hàng hóa chưa đủ điều kiện xuất vì lí do thương mại, giá trị của nó được lấy theo phần trăm thể tích kho của nhóm bến ấy không kể dự trữ.

$E_k = 15 \div 25\%$ với hàng xuất;

$E_k = 5 \div 10\%$ với hàng nhập.

Chú ý: với hàng vun đống và các loại hàng đi ven biển thì lấy $E_k = 0$.

5.3. Kho kín hàng bao kiện

5.3.1. Diện tích kho được xác định theo công thức:

$$S_k = \frac{E_k}{q_k \cdot k_k} \text{ (m}^2\text{);} \quad E_k = \frac{E}{N_b} \quad (5-5)$$

Trong đó:

E: Tổng dung tích kho của cảng;

E_k : Dung tích kho trên một bến;

N_b : Số bến;

q_k : Tải trọng khai thác của kho, là trọng lượng của hàng hóa tính toán trên 1 m² diện tích kho;

k_k : Hệ số sử dụng diện tích hữu ích của kho, nó kể đến phần diện tích không được xếp hàng như tường, cột ..., giá trị của nó nằm trong một giới hạn nhất định phụ thuộc vào chiều rộng kho, số tầng kho và được lấy theo bảng sau:

Bảng 5-1. Xác định hệ số k_k

Kiểu kho	Hàng cùng loại	Hàng hỗn hợp
Kho một tầng		
Chiều rộng $\leq 24m$	0,65	0,55
24÷30m	0,7	0,6
$\geq 30m$	0,75	0,6

Kho ≥ 2 tầng		
Chiều rộng $\leq 36\text{m}$	0,6	0,5
$36 \div 48\text{m}$	0,65	0,55
$\geq 48\text{m}$	0,7	0,6

Sau khi xác định được diện tích hữu hiệu của kho theo công thức trên người ta phải xác định diện tích xây dựng của kho (S_{XD}). Diện tích này kể tới phần diện tích tăng thêm so với $S_{\text{hữu hiệu}}$ do các kết cấu công trình như tường, cột, vỉa hè,...

Khi thiết kế sơ bộ, người ta lấy:

$$S_{XD} = 1,1 \cdot S_k \quad (5-6)$$

5.3.2. Các kích thước chính của kho

5.3.2.1 Chiều dài kho (L_k)

Chiều dài kho bị hạn chế bởi nhiều điều kiện cụ thể như kích thước khu đất và các công trình liên quan. Cần phải chú ý đến việc dành diện tích xây dựng đường, bãi cho các phương tiện xếp dỡ, vận chuyển.

Thông thường khoảng cách từ đầu hồi các nhà kho đến tim đường ô tô từ 10÷13 m.

Khi bố trí kho trên các bến liên tiếp có số đường sắt ≥ 2 thì khoảng cách giữa các kho cần phải bố trí sao cho đường nối các đường sắt không làm giảm tuyến xếp dỡ của kho. Để đảm bảo các điều kiện đó chiều dài kho được xác định như sau:

Chiều dài kho không nhỏ hơn 1/2 chiều dài bến, thông thường có thể lấy:

$$L_K = L_b - \Delta L \quad ; \quad \Delta L = (20 \div 26) \text{ m} \quad (5-7)$$

Trường hợp kho có chiều dài lớn, có thể ngã kgo thành nhiều đoạn riêng biệt để tiện cho việc bảo quản hàng hoá và phòng hoả.

5.3.2.2. Chiều rộng kho (B_K)

Chiều rộng kho cũng bị giới hạn bởi các điều kiện cụ thể về khu đất và bố trí các công trình liên quan.

Thông thường chiều rộng kho được chọn theo tiêu chuẩn thiết kế, thường lấy chiều rộng kho là bội số của 6 như: 6, 12, 18, 24, 30, 36, 48, 60...

Chiều rộng kho của cảng sông không quá 48 m.

Chiều rộng kho của cảng biển không quá 60 m.

5.3.2.3. Chiều cao của kho

Chiều cao của kho được tính từ mặt sàn đến điểm thấp nhất của kết cấu chịu lực mái.

Chiều cao của kho một tầng được lấy như sau: $4,8 \text{ m} \leq H_K \leq 6 \text{ m}$.

Với kho nhiều tầng thì: tầng 1: lấy như kho 1 tầng;

từ tầng 2 trở lên: chiều cao của các tầng thuộc vào hệ thống cơ giới hoá vận chuyển thẳng đứng và lấy $\geq 4,5\text{m}$.

5.3.2. Chiều cao xếp hàng và tải trọng trên sàn kho

Chiều cao xếp hàng là một đặc trưng công nghệ của kho. Chiều cao hữu ích của kho, tải trọng cho phép trên sàn kho và các tải trọng khai thác trung bình phụ thuộc vào chiều cao xếp hàng.

Chiều cao xếp hàng trong kho được xuất phát từ các điều kiện sau đây:

- Điều kiện cơ giới hoá xếp và dỡ các chồng hàng. Điều này thuộc giới hạn của các thiết bị xếp dỡ.
- Tính ổn định của chồng hàng và bảo đảm an toàn cho hàng hoá.
- Độ bền của bao bì.
- Chiều cao xếp hàng trong kho có thể đạt tới giới hạn khả năng kỹ thuật của máy móc cần dùng với điều kiện ổn định của chồng hàng.

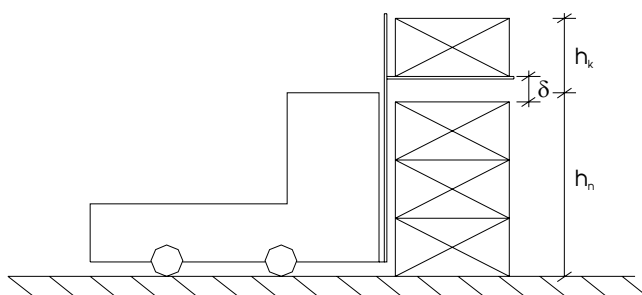
Khi xếp hàng bằng xe nâng, chiều cao xếp hàng có thể tính theo công thức:

$$h_{xh} = h_n + h_k - \delta \quad (5-8)$$

h_n : chiều cao kỹ thuật của xe nâng;

h_k : chiều cao kiện hàng trên cùng;

δ : khe hở công nghệ (khe hở cần thiết giữa kiện hàng và chồng hàng).



Trong khi xác định kích thước của kho, ta chỉ sử dụng đến tải trọng khai thác trung bình trên sàn kho q (T/m^2) được lấy theo bảng sau:

Bảng 5-2. Xác định tải trọng khai thác.

Số tầng kho	Tải trọng cho phép trên sàn kho (T/m^2)	Tải trọng khai thác trung bình		
		Hàng xuất	Hàng nhập	Hàng vận tải trên biển
Kho 1 tầng và tầng 1 của kho nhiều tầng	4,0	2,1	1,65	1,75
	3,0	1,85	1,55	1,65
Các tầng trên của kho nhiều tầng	2,0	1,35	1,25	1,25
	1,5	1,1	1,1	1,1

Tải trọng dải đều của kho nhiều tầng, với tầng 1 là $4 T/m^2$, từ tầng hai trở lên là $2 T/m^2$, ngoài ra với các cảng mở rộng, các kho đã xây từ trước có thể sử dụng tải trọng $1,5 \div 3 T/m^2$.

Tải trọng khai thác trong một loại hàng được xác định theo công thức:

$$q_i = \frac{a_i \cdot q_n}{b_n \cdot l_n} \cdot K_y \text{ (T/m}^2\text{)} \quad (5-9)$$

a_i : số kiện hàng trong một chồng hàng;

q_n : trọng lượng của một kiện hàng;

b_n, l_n : kích thước đáy của kiện hàng;

K_y : hệ số; $K_y = 0,95$: hàng cùng loại; $K_y = 0,92$: hàng hỗn hợp.

5.4.3. Các thiết bị giao nhận của kho

5.4.3.1. Cửa kho

- Cửa kho là nơi giao nhận hàng hoá giữa các phương tiện vận tải với kho. Kích thước của cửa kho phụ thuộc vào kích thước của kiện hàng và phương tiện xếp dỡ. Chiều rộng của cửa kho phải đảm bảo cho xe vận năng ra vào 2 chiều. Kích thước cửa kho có thể lấy như sau:

+ Với kho 1 tầng và tầng 1 của kho nhiều tầng(cao x rộng): 5,4x4,8; 5,4x5,0; 5,4x5,2.

+ Với kho từ tầng 2 trở lên thì lấy(cao x rộng): 4,2x4,0; 4,2x4,8; 4,2x5,0; 5,0x4,8.

+ Với kho phục vụ vận tải địa phương thì kích thước có thể lấy nhỏ hơn 3x3m.

- Số cửa kho tùy thuộc vào chiều dài kho và số tuyến xếp dỡ.

5.4.3.2. Thềm kho(ke hàng)

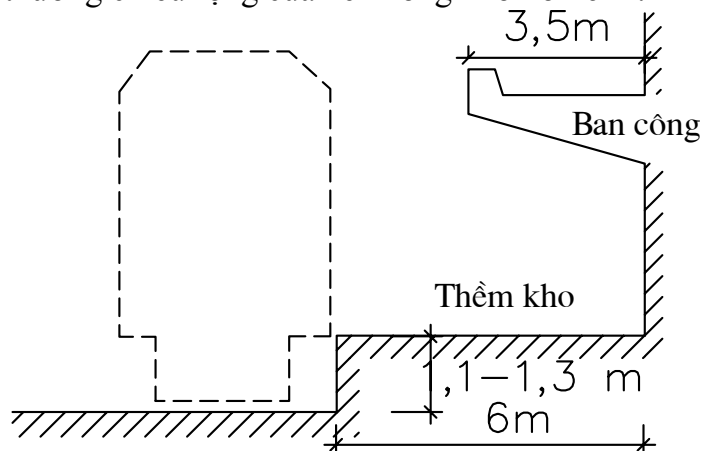
Ke hàng dùng để xếp dỡ hàng hoá giữa kho - toa xe - ô tô, chúng có thể xây dựng dọc theo kho hoặc ở đầu hồi kho. Khi ke hàng bố trí ở đầu hồi kho để xếp dỡ cho ô tô có thể tạo thành hình răng cưa để kéo dài tuyến xếp dỡ.

Chiều rộng của ke phụ thuộc 2 yếu tố:

+ Điều liên quay trở của xe nâng trên kho hàng.

+ Đủ rộng để có các lối đi cho các phương tiện hoạt động trong lòng toa xe đi từ ke hàng vào toa.

Do đó chiều rộng ke phụ thuộc phương pháp làm việc, chiều dài và bán kính quay của xe nâng, thông thường chiều rộng của ke không nhỏ hơn 6 m.



Hình 5-1. Bố trí thềm kho và ban công

Chiều cao của ke hàng phải đảm bảo sao cho mặt ke ngang bằng với sàn của toa xe, ô tô khi đỗ để xếp hàng, thông thường chiều cao này từ 1,1÷1,2 m.

5.5. Bãi chứa hàng

Các loại hàng như thiết bị kim loại, vật liệu xây dựng, gỗ, than, quặng, thường được để trên bãi vì chúng ít chịu ảnh hưởng của thời tiết và thuận tiện cho công tác xếp dỡ hàng hoá.

5.5.1. Bãi gỗ

5.5.1.1. Phương pháp bảo quản

- Gỗ vận chuyển qua cảng có thể là gỗ nguyên cây, gỗ xẻ và các sản phẩm của gỗ.
- Gỗ xếp trên bãi được để thành từng đồng trực tiếp trên mặt bãi, trường hợp cần chống ẩm và thoát nước tốt thì gỗ đặt trên đệm kê.
- Gỗ có đường kính nhỏ, người ta có thể bó lại từng bó, mỗi bó có thể tích từ 3-10 m³.
- Gỗ xếp trên bãi thành từng đồng có chiều cao mỗi đồng là 2m, dài từ 30 ÷ 40m, khoảng cách giữa các đồng không nhỏ hơn 2m. Trường hợp gỗ ngắn thì chiều cao đồng có thể từ 2 ÷ 4m, khoảng cách giữa các đồng 0,5 ÷ 1m.

5.5.1.2. Tính toán diện tích bãi gỗ

- Thể tích gỗ để trên bãi được tính theo công thức:

$$E = V \cdot K_m \text{ (m}^3\text{)} \quad (5-10)$$

Trong đó:

V: số lượng gỗ được bảo quản trên bãi

K_m : hệ số chất đầy của đồng gỗ, phụ thuộc vào chiều dài cây gỗ.

- Khối lượng gỗ trong một đồng được tính theo công thức:

$$E_m = V_m \cdot K_m = l_m \cdot b_m \cdot h_m \cdot K_m \text{ (m}^3\text{)} \quad (5-11)$$

Trong đó:

l_m, b_m, h_m : lần lượt là chiều dài, chiều rộng, chiều cao của đồng gỗ.

$$\text{- Số lượng đồng gỗ ở trên bãi: } m = \frac{E}{E_m} \text{ (đồng)} \quad (5-12)$$

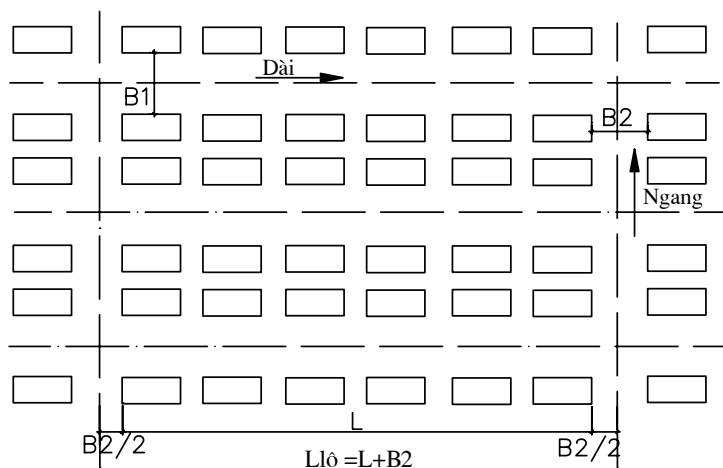
Khi có được số lượng đồng gỗ ở trên bãi là m, người ta đi bố trí như sau:

Các đồng gỗ được bố trí thành từng lô có diện tích không quá 900m², mỗi lô có hai hàng dọc, mỗi hàng từ 6 ÷ 8 đồng, chiều rộng mỗi lô 14÷17m, lối đi dọc từ 5÷7m, lối đi ngang từ 10÷12m.

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= m_1 \cdot l_m + \delta_1 \cdot (m_1 - 1) \\ B_1' &= 2 \cdot b_m + \delta_2 \\ L_b &= L_1 \cdot N_1 + B_2 \cdot (N_1 - 1) \\ B_b &= B_1' \cdot N_2 + B_1 \cdot (N_2 - 1) \end{aligned} \right\} \quad (5-13)$$

m_1 : số đồng trong một lô theo hàng dọc.

Bố trí trên mặt bằng như sau:



Hình 5-2. Sơ đồ bãi gỗ trên mặt bằng

5.5.2. Bãi than

Nguyên tắc tính toán bãi than cũng tương tự như bãi gỗ song có xét đến quy tắc bảo quản than trên bãi và quy tắc phòng cháy.

Sau khi xác định bố trí bãi, người ta định ra diện tích bãi than với chú ý như sau:

- + Than giữ ở trên bãi được đổ thành đồng dài hình chóp cụt song song với bãi, mặt bãi được đắp từng hoặc xây tường xung quanh tăng diện tích.
- + Nếu trên bãi giữ nhiều loại than thì than được đổ thành từng đồng riêng biệt.
- + Nếu thời gian bảo quản trên bãi > 1 tháng thì phải lèn chặt để tránh hiện tượng than tự bốc cháy.
- + Kích thước của đồng than là không hạn chế trên mặt bằng, chúng phụ thuộc vào những điều kiện khai thác và phương pháp tiến hành xếp dỡ.
- + Nếu là loại than dễ cháy, không được lèn chặt thì chiều cao đồng than quy định như sau:

Bảng 5-3. Xác định chiều cao đồng than

Loại than	Chiều cao đồng (m) với thời gian lưu giữ	
	> 1 tháng	< 1 tháng
Dễ cháy	2	3
Dễ cháy trung bình	4	8

Bãi giữ than phải được nối với đường ô tô, đường sắt của cảng. Trong bãi phải bố trí đường đi lại cho ô tô, các thiết bị xếp dỡ.

Khoảng cách giữa các đồng than, giữa đồng than với công trình khác nhau quy định như sau:

- + Khoảng cách giữa hai đồng than liên tiếp không nhỏ hơn 1m khi chiều cao đồng $\leq 3m$, không nhỏ hơn 2m khi chiều cao đồng $> 3m$.
- + Các đường phòng hoả trong bãi có chiều rộng $\geq 10m$.

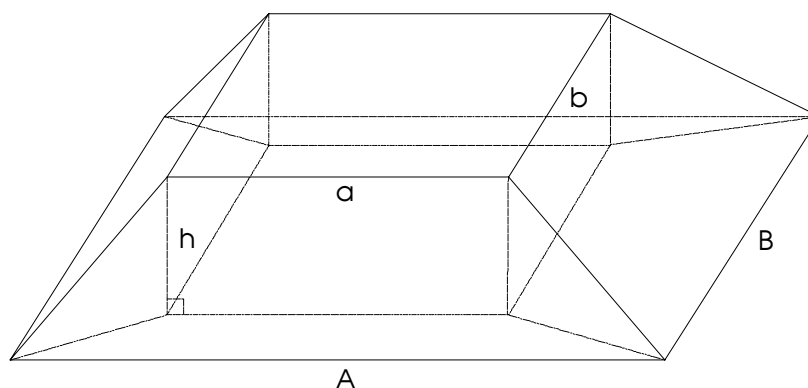
Khoảng cách nhỏ nhất từ chân đồng than đến các công trình quy định như sau:

Bảng 5-4. Xác định khoảng cách nhỏ nhất từ chân đồng than đến công trình

Tên công trình	Khoảng cách tối thiểu (m)	Ghi chú (từ mép chân đồng đến...)
Đường sắt	2,5	tim đường sắt
Đường cần trục	2	ray cần trục
Đường ô tô	1	mép đường

Xuất phát từ các chỉ dẫn trên đây, tiến hành xác định sơ bộ bằng cách vẽ giới hạn đồng than, xác định dung tích đồng, số lượng đồng, cuối cùng suy ra kích thước toàn bãi theo công thức sau:

$$V = \frac{h}{6} [A.a + B.b + (A + a).(B + b)] \quad (5-14)$$



Hình 5-3. Sơ đồ xác định kích thước bãi than

5.6. Bố trí kho bãi

Việc bố trí kho bãi phụ thuộc:

- + Địa hình cụ thể nơi xây dựng công trình.
- + Thành phần, số lượng, hướng vận chuyển hàng hoá.
- + Sơ đồ cơ giới hoá xếp dỡ.

Hợp lý hơn cả là bố trí kho song song với bến vì như vậy sẽ làm giảm chiều rộng khu đất và thuận lợi cho việc khai thác.

Khoảng cách từ mép bến đến mép kho quy định như sau:

- + Với kho một tầng là 45÷50 m.
- + Với kho hai tầng là 30 m.
- + Từ ba tầng trở lên là 25 m.

Giữa kho hàng kiện và bến có bố trí bãi làm hàng.

Chương 5	5-1
5.1. Sự cần thiết của kho bãi ở Cảng.....	5-1
5.2. Xác định dung tích kho	5-1
5.3. Xác định diện tích kho	5-3
5.4. Kho hàng kiện	5-Error! Bookmark not defined.
5.5. Bãi chứa hàng.....	5-7
5.6. Bố trí kho bãi.....	5-9

Topic 8. Marine constructions and auxiliary types of equipment

Chương 11

CÁC CÔNG TRÌNH PHỤ TRỢ CỦA BẾN

11.1. Công dụng và phân loại các công trình phụ trợ của bến

Tầm quan trọng của các công trình phụ trợ đối với bến có thể, ví như một con thuyền: không có mái chèo. Đó là các thiết bị để bảo đảm các công dụng sau :

- Bảo vệ thành tàu và kết cấu bến tránh được những hư hỏng khi tàu cập bến, cũng như khi tàu neo đậu.

- Bảo đảm cho tàu neo buộc vào bến một cách thuận tiện và an toàn cao.

- Bảo đảm liên lạc nhanh và tiện lợi giữa bờ và tàu sắp được neo cập.

- Cung cấp mọi nhu cầu của tàu một cách đầy đủ và nhanh gọn.

Từ các mục tiêu trên, các công trình phụ trợ được phân thành :

+ Thiết bị đệm tàu ;

+ Thiết bị neo tàu ;

+ Các thiết bị khác : đường ray ; thang lên xuống ; đường hào công nghệ ; gờ an toàn v.v..

11.2. Thiết bị đệm tàu

Đệm tàu là một trong hai công trình phụ trợ quan trọng bậc nhất. Phụ thuộc vào vật liệu chế tạo đệm tàu mà có các tên gọi :

- Đệm tàu bằng gỗ ;

- Đệm tàu bằng thép

- Đệm tàu bằng BTCT hay còn gọi là đệm trọng lực ;

- Đệm tàu bằng cao su ;

- Đệm tàu bằng các vật liệu kết hợp ;

- Đệm thủy khí và các vật liệu khác.

11.2.1. Đệm tàu bằng gỗ

Đệm tàu bằng gỗ thường có cấu tạo dạng khung với các thanh tựa đặt ngang, thanh tựa đặt dọc hoặc đặt xiên vào thành bến, dạng bè nổi dao động theo mực nước và cuối cùng là dạng cọc đóng theo từng khóm.

Đệm tàu bằng gỗ xuất hiện sớm nhất trong lịch sử thiết bị đệm tàu, trong đó dạng khung được áp dụng nhiều nhất, vì có các ưu điểm nổi bật : truyền lực đều lên thành bến ; gắn cố định vào kết cấu bến ; ít bị hư hỏng ; nếu hỏng thay dễ.

Gỗ được xẻ thành các tấm dài tiết diện chữ nhật 20×20 , 20×30 ; 30×30 , 40×40 cm và được bảo vệ bằng hắc ín, sơn, thuốc chống mối hoặc bằng các hóa chất đặc biệt.

Có thể gắn trực tiếp từng tấm gỗ vào thành bến qua hệ thống bulon như ở hình 11-1. Trường hợp dao động mực nước nhỏ, tàu có lực va tựa lớn nên ghép gỗ thành khung có các thanh tựa ngang sát vào nhau và các thanh lót dọc như ở hình 11-2. Thanh lót cách nhau $1,0 \div 1,5$ m. Nếu dao động mực nước lớn các thanh tựa nên đặt dọc (hình 11-3).

Sự hấp thụ năng lượng của các đệm gỗ bằng khung không lớn. Chẳng hạn nếu gỗ có $E = 50.000 \text{ T/m}^2$ và tiết diện $F = 0,4 \times 0,4 \text{ m}$, năng lượng hấp thụ trên 1 m chiều dài tấm gỗ chỉ $0,025 \text{ T/m}$.

Gặp trường hợp dao động mực nước thay đổi lớn (như cảng Hà Nội và các cảng sông ở hệ thống sông Hồng - Thái Bình) và tàu cập nhỏ dưới 1000 T, nên dùng giải pháp đệm gỗ nổi như trên hình 11-4. a, b, là các bè gỗ liên tục và không liên tục.

Tại các cảng nhỏ, kết cấu bến là cần tàu cọc gỗ hoặc kết cấu mái nghiêng, nên dùng đệm tàu bằng cọc gỗ (hình 11-5, a, b, c) Các cọc gỗ nguyên cây đóng thành khóm làm việc độc lập hoặc kết hợp với kết cấu bến.

11.2.2. Đệm tàu bằng thép

So với gỗ, đệm tàu bằng thép đắt hơn. Thêm vào đó chế độ bảo quản thép ở môi trường nước biển phức tạp hơn. Vì vậy đệm tàu bằng thép rất ít khi sử dụng. Có hai loại : thép ống và thép lò so.

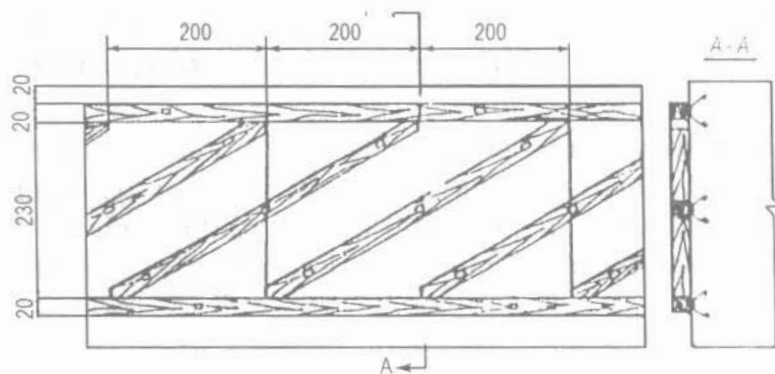
Các ống thép tròn mỏng thường ghép thành khung hai ống một và đặt thẳng đứng vào thành kết cấu bến tường đứng nhờ liên kết bằng dây xích (hình 11-6a). Tiếp xúc giữa thành bến với ống thép bằng hệ thống ống cao su. Mặt tiếp xúc với thành tàu cũng được lót thêm lớp vật liệu mềm.

So với ống thép, đệm tàu lò so tiếp nhận động năng và đập của tàu lớn hơn. Đệm lò so được chế tạo đầu tiên ở Nga, gồm hai lò so trong và ngoài (hình 11-6b) được bảo vệ trong ống thép. Ống đó trượt theo thành một ống gắn chặt vào kết cấu bến. Thép lò so có $\phi 40 \text{ mm}$ và độ nén đàn hồi đạt tới $4,5 \text{ mm/T}$. Để tiếp xúc với tàu, đầu lò so ngoài gắn với một tấm thép mỏng tròn $\phi 550$

11.2.3 Đệm tàu trọng lực

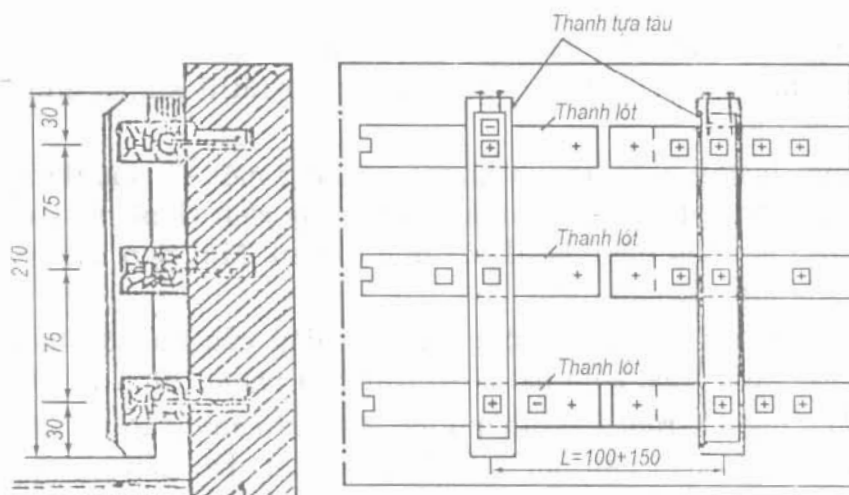
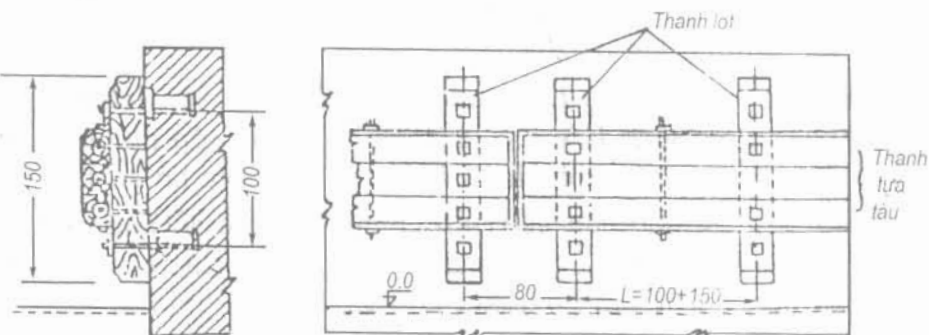
Đệm tàu bằng khối trọng lực, làm việc theo nguyên tắc biến động năng của tàu cập vào bến thành thế năng của một khối BTCT chuyển dịch đồng thời theo cả hai hướng ngang và đứng. Khối trọng lực thường bằng BTCT, bằng gang hoặc bằng các loại vật liệu nặng khác. Nó được gắn vào bến bằng một hệ thống đặc biệt : dây treo hạc con lăn.

Khối BTCT làm đệm tàu trên hình 11-7a. được thi công ở cảng Nakhodka (Nga) là một dầm BTCT có hai điểm treo với các tiết diện thay đổi từ ngoài vào : $1,8 \times 0,5 \text{ m}$; $0,7 \times 0,7 \text{ m}$; $0,8 \times 0,55 \text{ m}$ và $0,6 \times 0,6 \text{ m}$. Chiều dài theo phương ngang $6,5 \text{ m}$. Hai dầm BTCT như trên liên kết với hai dầm dọc BTCT dài 10 m ; tạo thành một

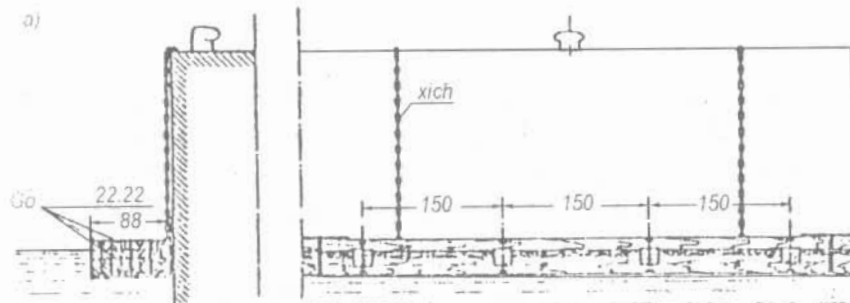


Hình 11-1. Dệm tàu gỗ với các thanh tựa tàu dặt dọc lập

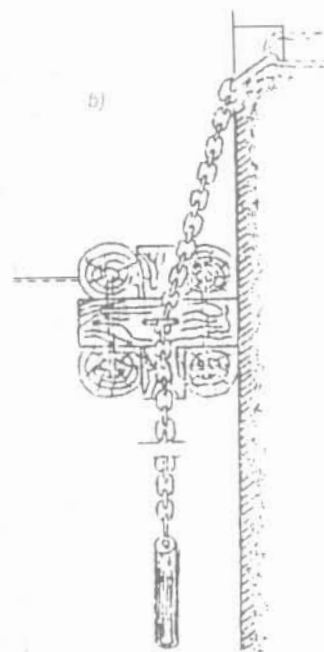
Hình 11-2. Dệm tàu bằng khung gỗ với các thanh tựa tàu nằm ngang.

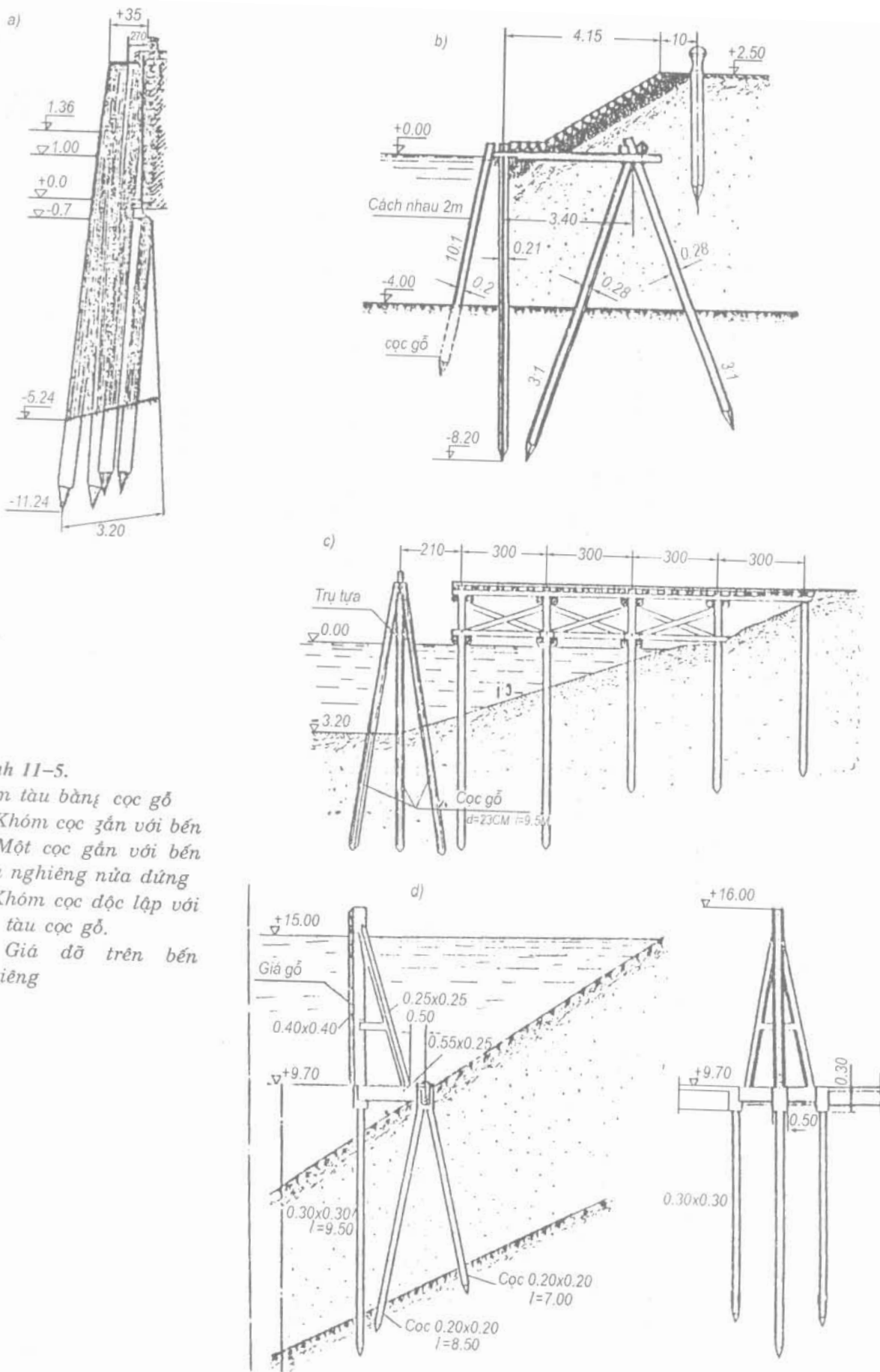


Hình 11-3. Dệm tàu bằng khung gỗ với các thanh tựa tàu thẳng đứng.

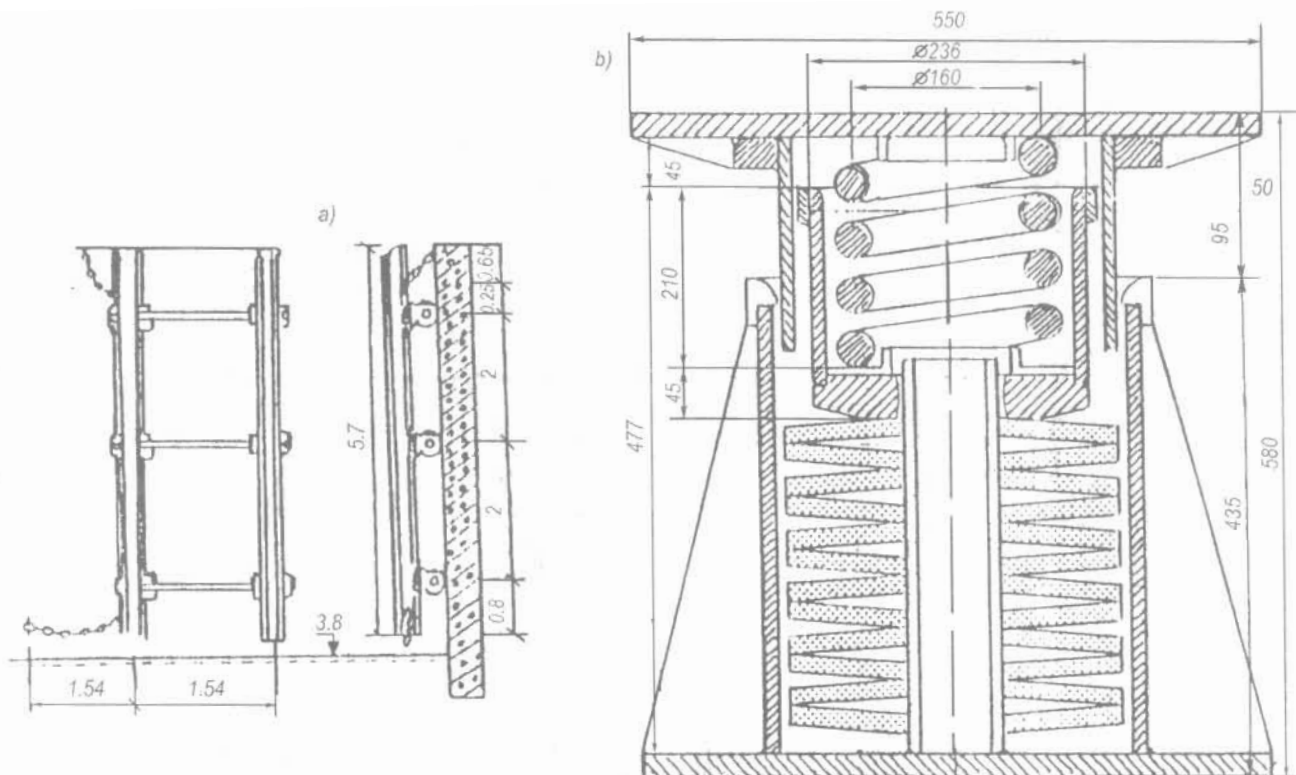


Hình 11-4. Các đệm tàu bằng bè gỗ nối
a. Bè liên tục ; b. Bè không liên tục

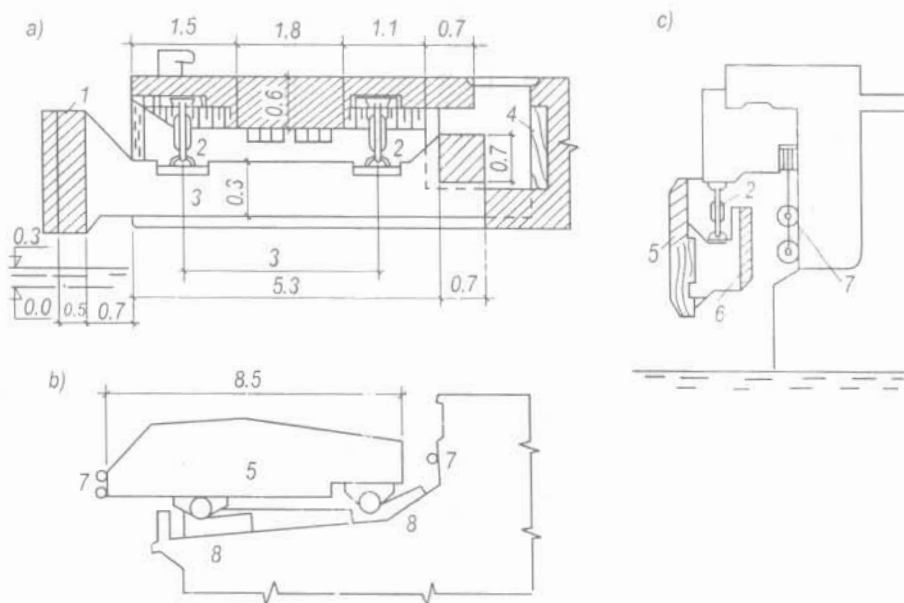




Hình 11-5.
 Dệm tàu bằng cọc gỗ
 a. Khóm cọc gắn với bến
 b. Một cọc gắn với bến
 nửa nghiêng nửa đứng
 c. Khóm cọc độc lập với
 cầu tàu cọc gỗ.
 d. Giá đỡ trên bến
 nghiêng



Hình 11.6. a. Đệm tàu bằng thép ống ; b. Đệm tàu bằng thép lò xo.



Hình 11-7. Các đệm tàu trọng lực

a. Loại khung dầm BTCT treo ; b. Loại khối bê tông trên con lăn
c. Loại khối BTCT treo ; 1. Phủ mặt bằng gỗ ; 2. Xích treo ;
3. Khung BTCT ; 4. Tấm đệm gỗ ; 5. Khối bê tông ; 6. Khối đỡ
bằng gang ; 7. Đệm cao su ; 8. Khối định hướng.

khung BTCT với tổng trọng lượng 55T và có tất cả 4 điểm treo. Khi tàu va, đệm dịch chuyển theo phương ngang 0,7 m và theo phương đứng 0,35m, năng lượng thấm giới hạn tới 200 KJ.

Một loại đệm trọng lực khác cũng bằng khối BTCT (hình 11-7b) được thiết kế cho tàu 50.000 T ở cảng Kopenhagen (Đan Mạch) Khối BTCT không treo mà đặt trên hệ con lăn. Chiều dài của khối 8,5m.

Loại đệm treo ở hình 11-7c có trọng lượng 16T, dài 5 m có thể tiếp nhận được lực xô 53T, ứng với năng lượng thấm 250 KJ. Nó được thiết kế cho cảng Napoli (Ý).

Ở Na-Uy đã thiết kế một loại đệm trọng lực bằng bể BTCT chứa cát bên trong có tổng trọng lượng 3100T. Toàn bộ bể được đặt trên một đài cọc, ngập sâu vào trong nước. Khi tàu va, bể di chuyển theo bản mặt của đài cọc và động năng bị tiêu hao. Nhược điểm chung của loại đệm này rất nặng và đắt.

11.2.4. Đệm cao su

Đệm cao su có ưu điểm hơn đối với bất kỳ loại đệm tàu nào.

Ngày nay công nghệ cao su phát triển, các mẫu mã hình dạng đệm được cải tiến gọn nhẹ cho vận chuyển và lắp ráp. Khả năng hấp thụ của đệm cao su lớn, sức kháng vật liệu cao ; chịu được mọi điều kiện khí hậu cũng như môi trường nước biển.

Đệm bằng lớp ô tô là loại đệm cao su xuất hiện trước tiên và ứng dụng rộng rãi nhất. Lớp được đặt dẹt theo thành mép bến hoặc ghép nhiều chiếc vào một trục rồi treo vuông góc với thành mép bến. Loại đệm bằng lớp cao su được ứng dụng nhiều ở Đức, nhất là ở cảng Hambourg. Giá thành mỗi đệm $200 \div 300$ Marc ; áp lực tối đa $100 \div 110$ T. Kích thước và các chỉ số của lớp được cho ở bảng 11-1.

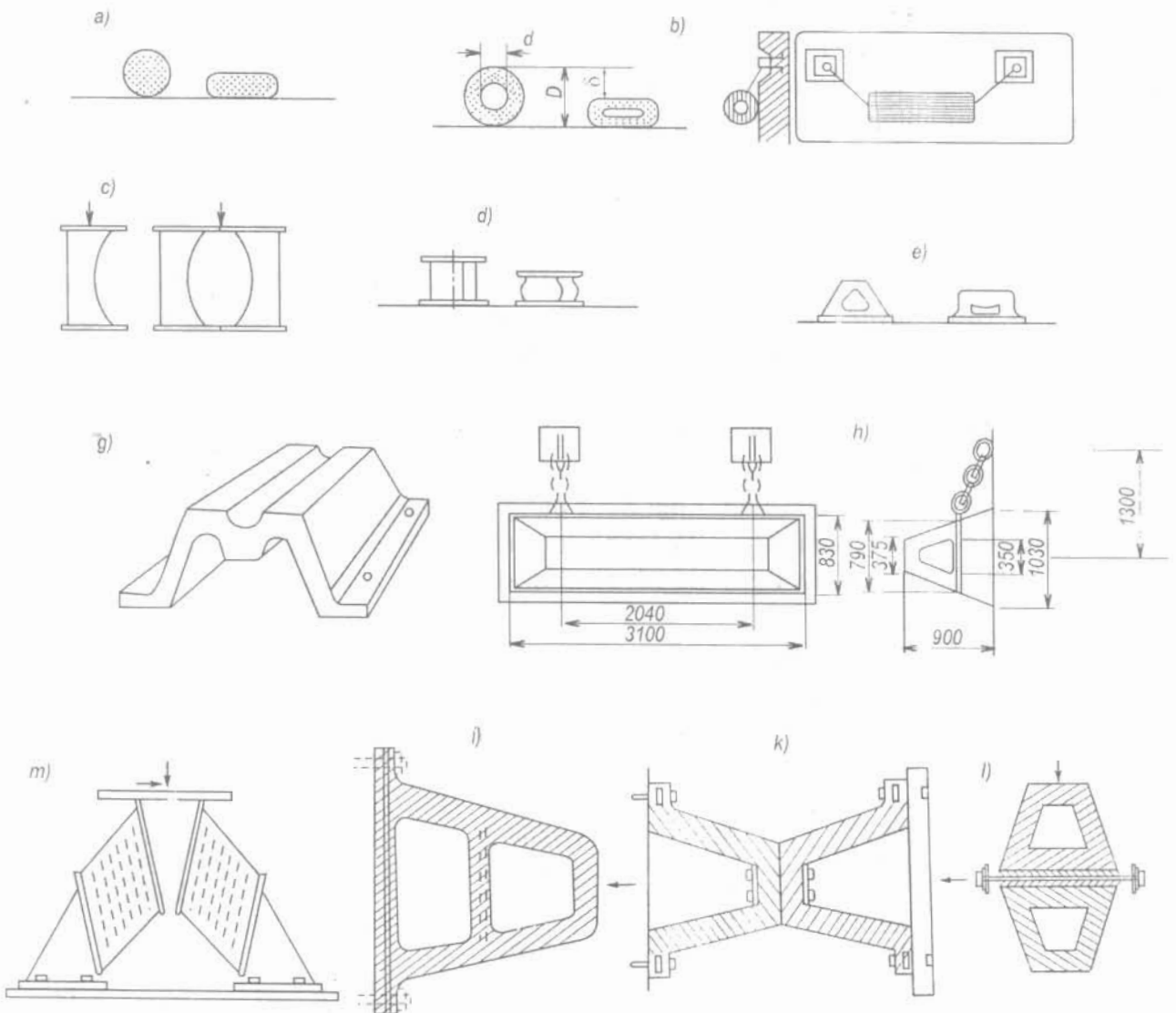
Bảng 11-1. Kích thước và các chỉ số của đệm lớp

Đường kính ngoài (cm)	Chiều dày (cm)	Biến dạng toàn bộ (cm)	Tải trọng tĩnh (T)	Năng lượng thấm (T/m)	Áp lực không khí (kg/cm ²)
76,9	20,3	12,7	1,5	0,59	2,11
97,5	22,8	13,3	5,0	1,03	4,22
154,5	33,8	25,8	12,0	2,14	3,16
137,0	41,0	30,6	17,0	3,44	2,82
158,8	50,8	38,1	21,0	3,76	3,52
193,0	63,5	40,6	30,0	5,70	3,16
198,6	76,2	55,8	53,0	13,70	3,83
290,2	99,0	81,2	72,0	30,50	3,52
304,2	122,0	91,4	107,0	45,70	3,52

Ngoài lớp ô tô, còn chế tạo rất nhiều thiết bị đệm tàu có hình dạng khác nhau như trên hình 11-8. Loại ống đặc nén ngang (hình 11-8a) là loại dễ chế tạo, song đòi hỏi cao su phải có độ co dãn cao. Ống rỗng nén ngang ở hình 11-8b có ưu điểm hơn ống đặc dễ treo buộc hơn và tiết kiệm được cao su. Ở Việt Nam đệm tàu bằng

ống rỗng được ứng dụng rộng rãi từ sau 1975 ; có chiều dài $l = 2,0\text{m} ; 3,0\text{ m} ;$ đường kính ngoài 300 mm và 400mm .

Các loại đệm cao su nén dọc (hình 11- 8c, d, e, g,h,i, k, l, m) chịu được áp lực nén lớn hơn nhiều so với các loại đệm nén ngang (tới 1000 kN thậm chí 2020 kN). Đối với bến cập tàu Tanker $\geq 100\ 000$ DWT nên sử dụng các loại đệm hình thang dúp nén dọc, vì vừa chịu được áp lực lớn vừa dễ chế tạo. Thiết bị đệm bằng các tấm cao su đặt xen kẽ cùng với các tấm thép mỏng (hình 11-8m) cũng có nhiều ưu điểm, song phức tạp và đắt nên chưa được ứng dụng rộng rãi.

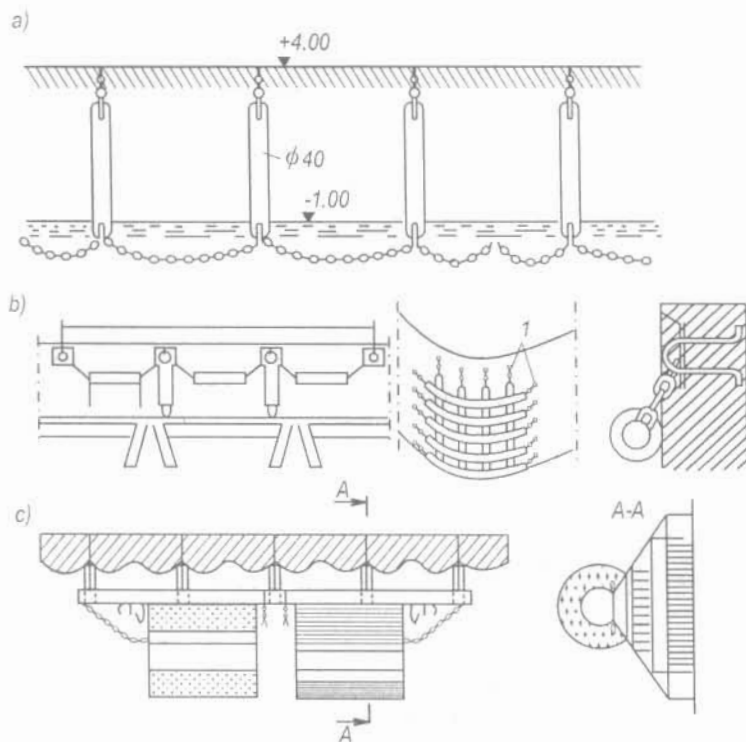


Hình 11-8. Các loại đệm tàu cao su

a. Ống đặc nén ngang, b. Ống rỗng nén ngang và cách treo ống nằm ngang. c. Các loại lord đơn và kép nén dọc ; d. Ống nén dọc ; e. Dạng hình thang ; g. Hình thang cải tiến , h, i, k, l. Dạng hình thang dúp ; m. Bảng các tấm cao su.

Phụ thuộc vào mức độ chênh lệch giữa mực nước cao và mực nước thấp mà các thiết bị, đệm cao su được đặt ngang, đứng hoặc xiên lên thành kết cấu bến ; nếu chênh lệch lớn, đặt thẳng đứng đối với các ống cao su và đặt ngang kế tiếp nhau đối với các loại đệm dạng hình thang.

Tất cả các loại đệm tàu cao su được gắn vào thành bến nhờ hệ thống bulon, dây xích và các cấu kiện hỗ trợ khác (hình 11-9).



Hình 11-9. Biện pháp gắn đệm cao su với kết cấu bến

a. Treo đứng, b. Treo ngang, c. Treo ngang có tấm lót

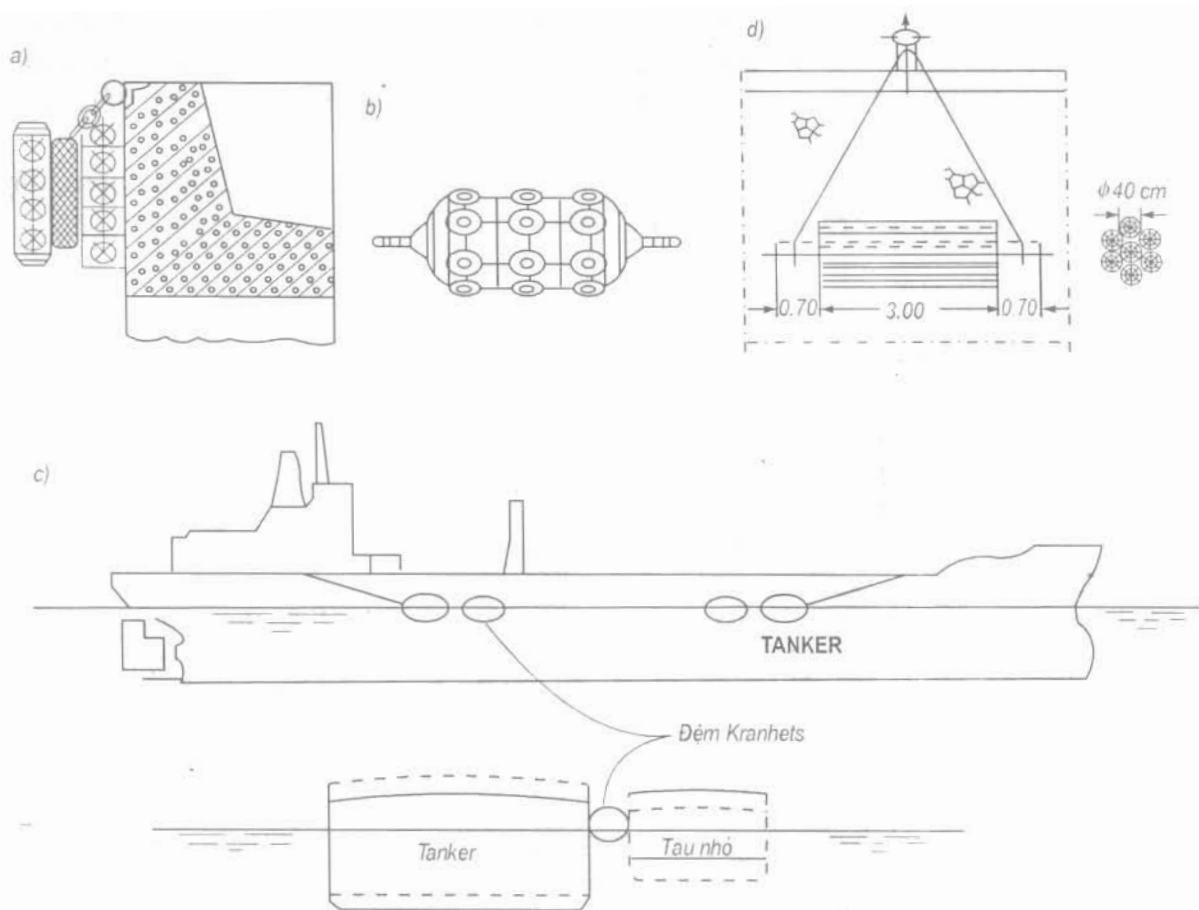
11.2.5. Đệm tàu bằng các loại vật liệu kết hợp

Trong thực tế, thường người ta kết hợp các loại vật liệu ; gỗ thép, BTCT, cao su để làm thiết bị đệm tàu ; gỗ - cao su ; thép - cao su ; BTCT - cao su ; v.v... Một ví dụ trên hình 11- 10a là loại thiết bị đệm kết hợp giữa gỗ và bánh lốp cao su. Hai vật liệu gỗ và cao su đều tham gia tiêu hao động năng của tàu cập. Đệm tàu trên hình 11 - 10b là kết hợp giữa vật liệu thép và cao su. Nó được dùng làm đệm cho tàu với tàu, trong trường hợp phải chuyển tải hàng hóa từ tàu to sang tàu nhỏ. Đệm được treo trực tiếp vào thành tàu lớn (hình 11-10c), như tàu chở dầu Tanker có trọng tải trên 20.000 DWT.

Có trường hợp đệm cấu tạo bằng 2 hoặc 3 vật liệu, song chỉ có một loại vật liệu trực tiếp làm giảm lực va của tàu, vẫn là đệm không kết hợp như đệm gỗ nổi có trục bằng thép trên hình 11-10d. Ở đây chỉ có 6 đoạn gỗ giữ chức năng đệm tàu, còn trục thép là điểm tựa cho các đoạn gỗ.

11.2.6. Các loại thiết bị đệm tàu khác

Ngoài các loại đệm gỗ, cao su, thép và BTCT, gần đây còn xuất hiện nhiều loại thiết bị đệm tàu khác. Khí, nước, hơi nước, đòn bẩy. Đệm tàu bằng khí - hơi nước



Hình 11-10.

- a. Đệm kết hợp gỗ với lớp cao su
- b. Đệm kết hợp thép với cao su loại Kranhets.
- c. Neo buộc đệm Kranhets giữa tàu với tàu.
- d. Đệm không kết hợp.

và nước được chế tạo, đầu tiên ở Anh. Còn đệm tàu dùng hệ thống đòn bẩy do một kỹ sư người Thụy Điển, tên là Nheidkhart, chế tạo. Ở một số cảng dầu lớn Bắc Âu đã sử dụng các loại đệm tàu trên, song còn tồn tại nhiều nhược điểm như đặt thêm bộ phận ép khí có áp suất cao, bộ phận phun nước v.v...

11.3. Thiết bị neo

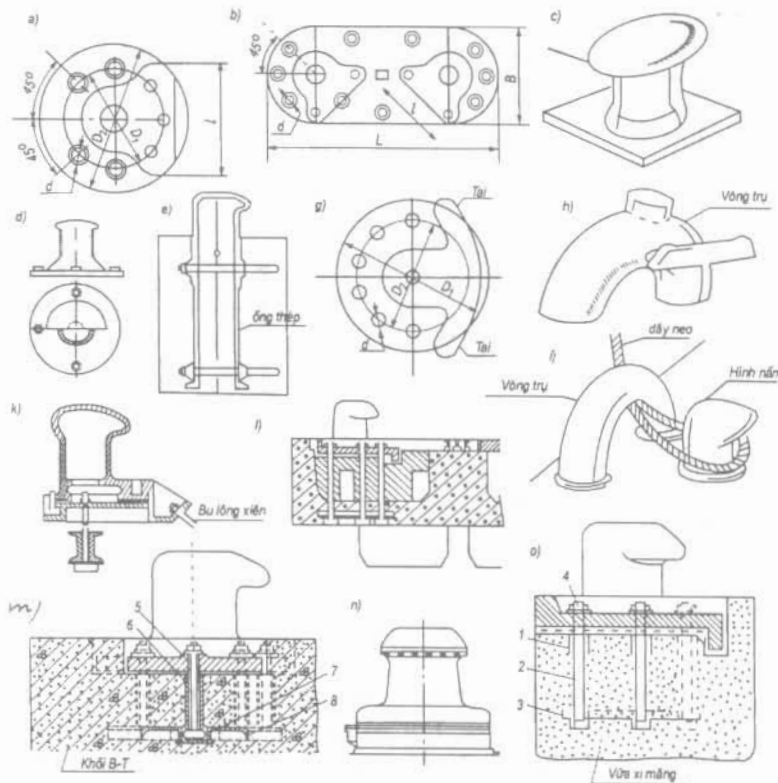
Song song với giá đỡ (đệm tàu), thiết bị neo cũng có tầm quan trọng không nhỏ đối với kết cấu bến ; vì nó bảo đảm an toàn, thuận tiện neo tàu vào bến ứng với mọi dao động mực nước, các điều kiện sóng gió. Căn cứ vào tác dụng neo giữ được phân ra thành bốn nhóm : neo mũi, neo lái, neo ngang và neo giằng. Các dây neo mũi, neo lái dùng để kéo tàu cập bến. Khi tàu đậu, các dây neo trên chịu lực neo theo phương dọc tàu do gió và do dòng chảy gây ra. Những dây neo này buộc nghiêng một góc $20^\circ \div 40^\circ$ so với tuyến mép bến.

Đối với các bến liên tục (bến dọc bờ, bến nhô) thiết bị neo thường được bố trí ở hai khu vực :

- Dọc theo mép bến, là các thiết bị neo thường
- Khu hậu cần của bến, là các thiết bị neo chống bão

Tùy thuộc vào đặc trưng cấu tạo thiết bị neo mà có các tên gọi : bích neo ; vòng neo - móc neo ; neo phao và các loại thiết bị neo tàu khác.

Trong các thiết bị neo, bích neo có mặt nhiều nhất được dùng cả cho neo thường và neo chống bão. Bích neo hình nấm (hình 11-11a, b) được sử dụng nhiều hơn.

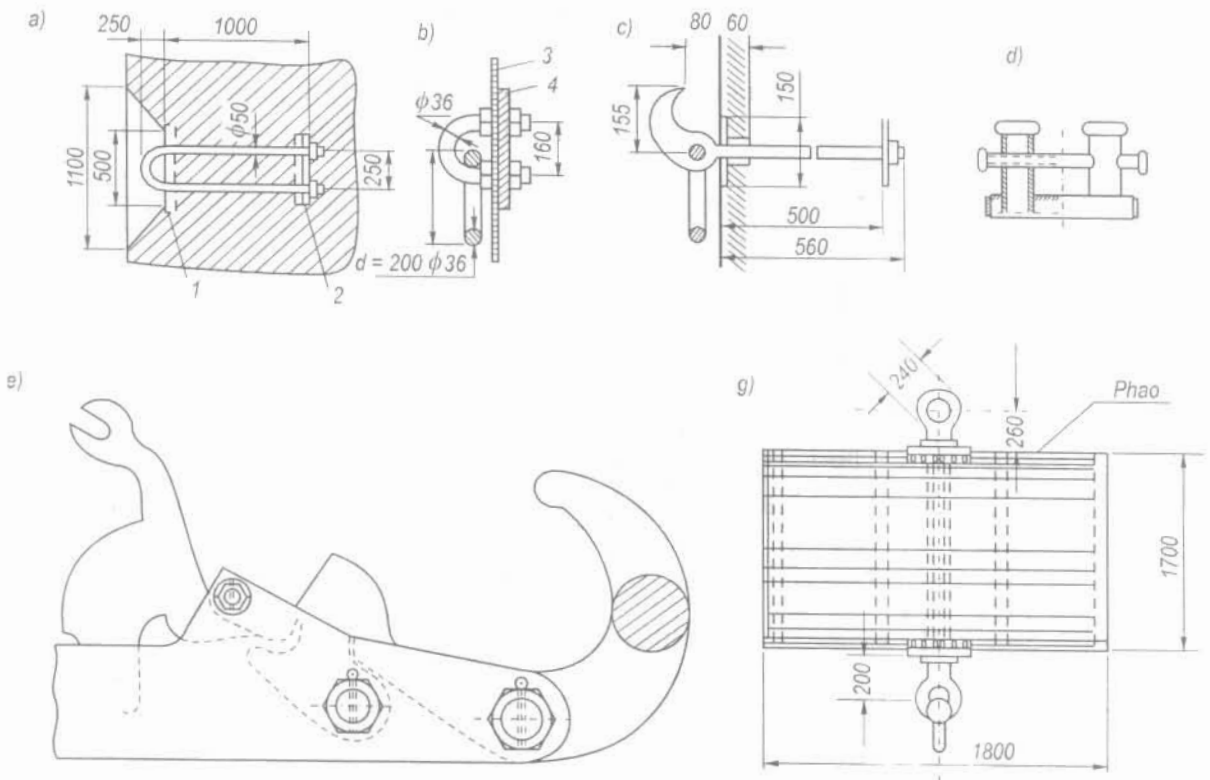


Hình 11-11. Các loại bích neo thông dụng

a. Hình nấm đơn, b. Hình nấm kép cho hai tàu neo cùng một lúc ; c. Hình trụ loe đầu cả hai phía, d. Hình trụ loe đầu một phía ; e. Hình nấm gắn liền với ống thép, g. Hình trụ có 2 tai nằm ngang ; h. - Vòng trụ ; i- Bích neo hình nấm kết hợp với vòng trụ ; k. Hình nấm gắn với bến bằng các bulon đứng và xiên ; l - Hình nấm gắn vào các cấu kiện BTCT ; m. Hình nấm gắn với khối BT, n. Hình trụ dạng ốc vít ; o. Hình nấm gắn vào vũ xi măng bằng các bulon thành dùng 1. Ống lồng ; 2. Bulon ; 3. Khung anker bằng thép hình ; 4. Vít ; 5. Bulon anker ; 6. Ống thép hàn anker ; 7. Máng thép ; 8. Anker thép U.

Tuy đầu bích neo là hình nấm, song phần kết cấu ở đoạn dưới rất khác nhau (hình 11-11e, k, l, m, o). Vì lẽ đó, bích neo hình nấm vừa giữ được dây neo khi căng khi trùng, vừa dễ gắn với kết cấu bến bằng nhiều giải pháp khác nhau : bằng ống thép (hình 11- 11e) bằng hệ thống bulon cùng các tấm thép lót hoặc các tấm BTC 1' lót, hoặc trực tiếp gắn bulon vào khối bê tông của kết cấu bến, thậm chí gắn bulon với

vữa xi măng (hình 11- 11.o). Bulon đặt thẳng đứng, ngoài ra kết hợp đặt nằm ngang hoặc xiên.



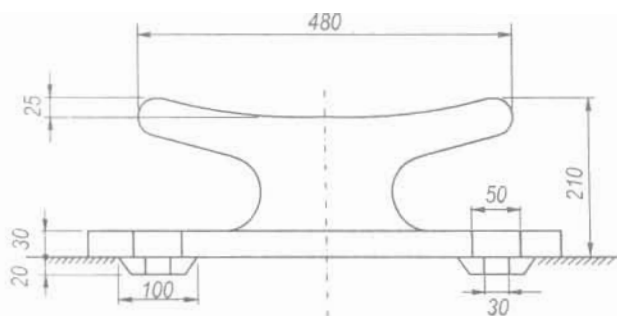
Hình 11-12. Các thiết bị neo thông thường dùng cho tàu nhỏ

a,b). Vòng neo thép, c. Móc neo đơn giản ; d. Trụ có tai ; e. Móc neo cơ động ; g. Neo phao. 1. Tấm thép $600 \times 80 \times 10 \text{ mm}$, 2. Thép chữ U ; 3. Tường cừ ; 4. Tấm thép $200 \times 230 \times 20 \text{ mm}$.

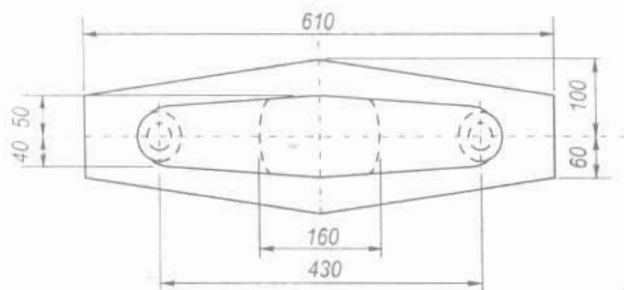
Bên cạnh các bích neo thông dụng hình nấm và hình trụ, các vòng neo, móc neo, trụ có tai, neo phao cũng được tận dụng cho các bến tàu khách, các cảng sông, cảng hồ với tàu có trọng tải nhỏ (hình 11-12 a, b, c, d, e, g). So với bích neo, vòng neo, móc neo cấu tạo đơn giản hơn, lực căng đạt từ $1 \div 15 \text{ T}$ Loại móc neo cơ động (hình 11-12e) có thể chỉnh vị trí của móc theo nhiều độ nghiêng khác nhau nhằm giảm lực căng của dây neo.

Ở Mỹ và các nước Tây Âu người ta còn chế tạo nhiều loại bích neo có trục đối xứng theo nhiều hình dạng khác nhau cùng với các tên gọi : CL 9 ; CL 12 ; CL 18 ; CL 19K (hình 11-13) ; CL 30 ; CL 42 (Hình 11-14) ; SH 20 ÷ SH 200 (Bảng 11-5) vân vân.

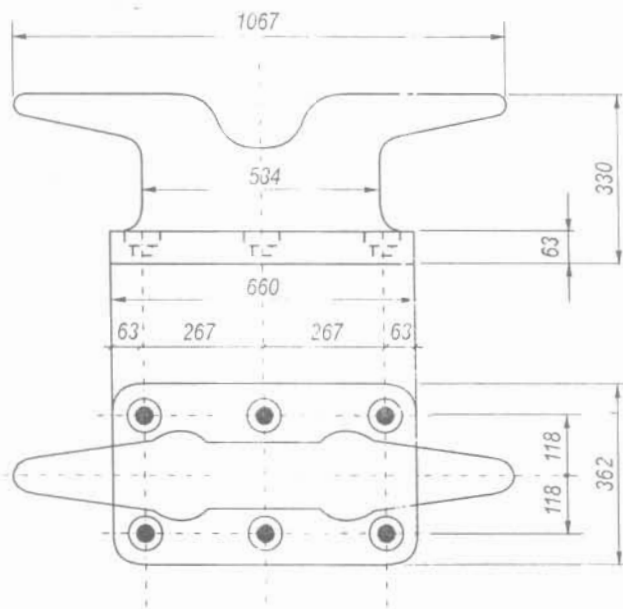
Trong tính toán thiết kế công trình bến, từ kích thước của tàu, từ các yếu tố tác động của ngoại lực gió, dòng chảy, bão, vật cản và từ kết cấu bến, xác định được lực căng lớn nhất của một dây neo $Q \text{ (T)}$. Sau đó chọn loại thiết bị neo đã được



Hình 11-13. Bích neo loại CL 19K



Hình 11-14. Bích neo loại CL 42



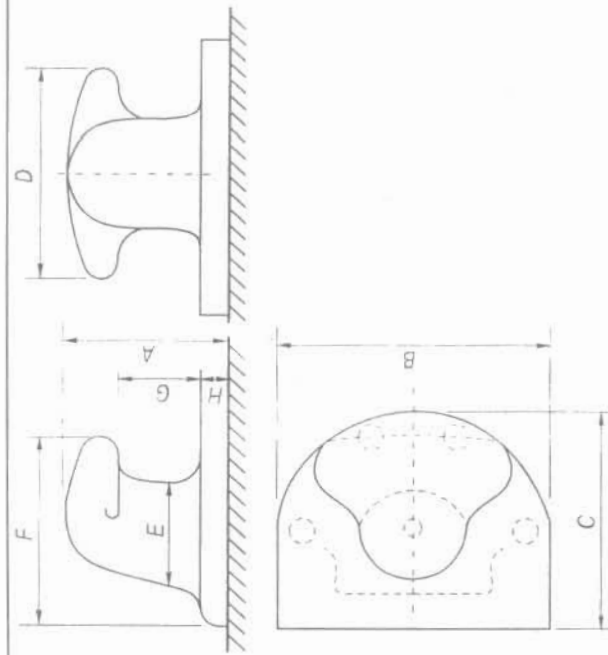
thiết kế định hình sẵn với đầy đủ các kích thước trong các bảng 11 - 2 cho hình nắm loại R ; bảng 11- 3 cho hình nắm loại HW ; bảng 11 - 4 cho bích neo loại J ; bảng 11-5 cho bích neo loại SH.

11.4. Thang lên xuống

Khoảng cách giữa cao trình mặt bến với mực nước thấp thiết kế của một bến cảng thường dao động ít nhất $2 \div 3$ m, nhiều nhất $7 \div 10$ m. Mặt khác nhiều lúc các tàu nhỏ, thậm chí sà lan hoặc thuyền bè cập bến ; do đó cần phải bố trí các

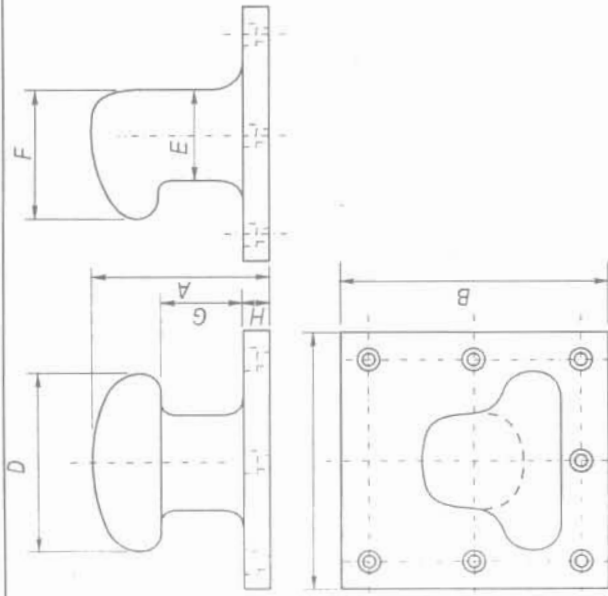
Bảng 11-2. Kích thước cho bích neo loại R (mm)

Loại	A	B	C	D	E	F	G	H	Số hiệu Bulon	Lực căng
R10	245	350	305	250	150	285	127	45	5	10 ^T
R15	290	480	410	360	190	360	145	50	5	15 ^T
R30	380	600	540	460	250	475	190	60	5	30 ^T
R50	480	800	600	600	300	570	245	80	5	50 ^T
R70 PSA	700	900	650	650	360	620	450	90	6	70 ^T
R75	510	800	650	650	343	620	260	90	6	75 ^T
R100	600	1000	750	750	381	710	306	100	7	100 ^T
R150	600	1000	750	750	381	710	306	100	7	150 ^T
R200	600	1000	750	750	381	710	306	100	7	200 ^T



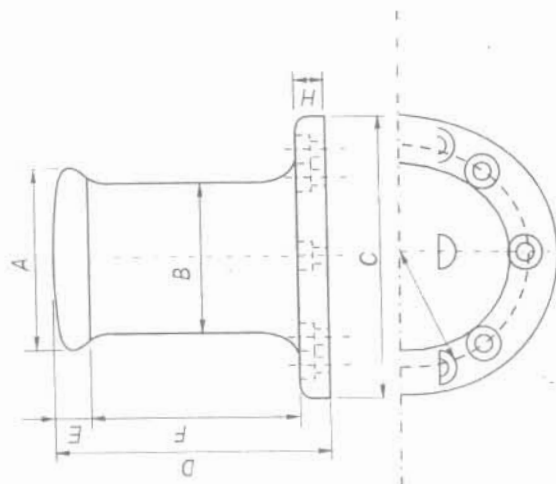
Bảng 11-3. Kích thước cho bích neo loại HW (mm)

Loại	A	B	C	D	E	F	G	H	Số hiệu Bulon	Lực căng
HW5	598	838	838	635	305	456	305	64	7	10 ^T
HW20	598	838	838	635	305	456	305	64	7	20 ^T
HW30	610	990	990	686	356	508	305	76	7	30 ^T
HW40	617	990	990	686	356	508	305	83	7	40 ^T
HW50	623	990	990	686	356	508	305	89	7	50 ^T
HW60	623	990	990	712	381	534	305	89	7	60 ^T
HW70	629	990	990	712	381	534	305	95	7	70 ^T
HW80	629	990	990	712	381	534	305	95	7	80 ^T
HW100	636	990	990	712	381	534	305	102	7	100 ^T



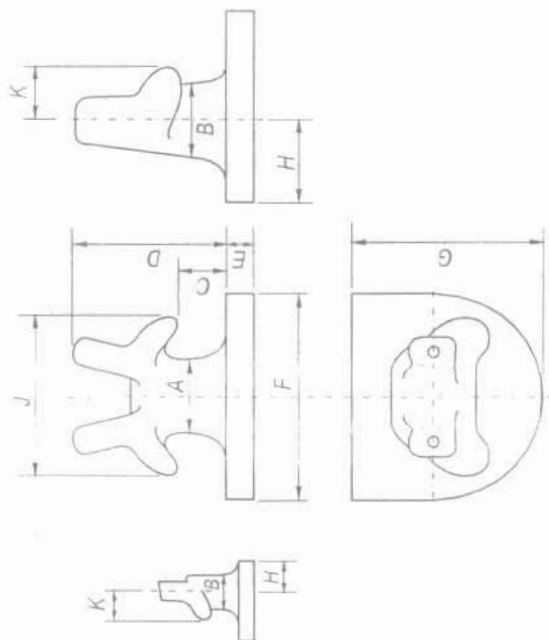
Bảng 11-4. Kích thước cho bích neo loại J (mm)

Loại	A	B	C	D	E	F	G	H	Số hiệu Bulon	Lực căng
J2	150	100	200	192	25	135	140	32	5	2 ^T
J5	192	123	270	216	32	149	200	35	4	5 ^T
J10	240	160	320	275	38	196	230	40	5	10 ^T
J15	328	230	460	380	50	270	340	60	6	15 ^T
J30	328	230	460	380	80	270	340	60	6	30 ^T
JK50	490	340	690	590	100	430	510	80	8	50 ^T
J50	630	450	900	800	100	600	680	100	8	50 ^T
J75	630	560	900	800	130	600	680	120	8	75 ^T
J125	800	560	1060	850	130	600	795	120	8	125 ^T
J200	800	560	1060	850	130	600	795	120	8	200 ^T
J250	800	560	1060	850	130	600	795	120	8	250 ^T



Bảng 11-5. Kích thước cho bích neo loại SH (mm)

Loại	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	Số hiệu bulon	Lực căng
SH20	205	205	140	405	70	480	410	165	460	185	5	10 ^T
SH30	255	255	150	460	75	610	510	265	510	185	6	30 ^T
SH50	325	325	180	515	85	780	560	280	560	230	7	50 ^T
SH75	360	360	190	650	85	840	760	305	760	240	7	75 ^T
SH100	360	360	205	660	115	970	760	255	760	240	7	100 ^T
SH150	435	435	255	740	115	1020	840	380	840	280	7	150 ^T
SH200	435	435	255	740	115	1020	840	380	840	280	7	200 ^T

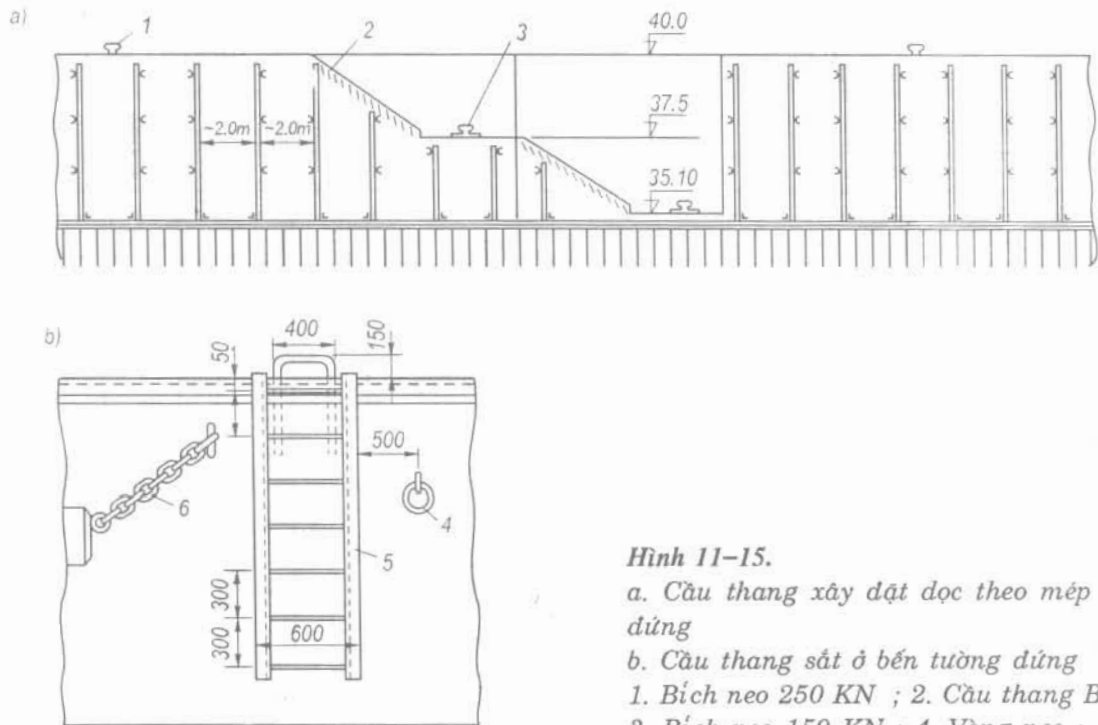


thang lên xuống từ 2 -- 4 chiếc dọc theo chiều dài mép bến. Tùy theo kết cấu bến mà lắp đặt thang dây, thang sắt, thang gỗ, cầu thang xây.

Đối với các bến mái nghiêng cầu thang xây bằng đá hộc hoặc bằng BTCT, bắt buộc phải có, vì nó phục vụ cho mục đích bốc dỡ hàng hóa (Chương 3).

Đối với các bến tường đứng giải pháp thang dây cũng được tận dụng, song thao tác chậm, vì vậy chỉ là giải pháp tạm thời.

Thang đặt ở tường đứng chủ yếu phục vụ cho các thao tác buộc hoặc tháo dây neo khi tàu cập và rời bến. Nếu một bích neo đặt dưới cao trình mặt bến (hình 11-15a, b) phải kèm theo một thang nhỏ lên xuống. Giải pháp đơn giản nhất đặt thang sắt cố định (hình 11-15b) với chiều rộng 60cm, bước 30 cm và cách vòng neo khoảng 50cm. Nếu dao động mực nước lớn. Các bích neo đặt ở nhiều cao trình, nên xây cầu thang dọc mép bến (hình 11-15a) với chiều rộng hẹp khoảng $50 \div 80$ cm, đủ cho một người lên xuống. Chiều rộng mỗi bậc $25 \div 30$ cm. Chiều cao $15 \div 20$ cm, mái dốc 1 : 1,5 ÷ 1 : 2, 0.



Hình 11-15.

a. Cầu thang xây đặt dọc theo mép tường đứng

b. Cầu thang sắt ở bến tường đứng

1. Bích neo 250 KN ; 2. Cầu thang BTCT ;

3. Bích neo 150 KN ; 4. Vòng neo ;

5. Thang sắt ; 6. Xích giá dỡ.

11.5. Đường ray trong cảng

Đường sắt, cần cầu nhất là cần cầu ray là những thiết bị chính của một cảng, nó làm tăng nhanh khả năng thông qua hàng hóa.

Đường ray làm việc chịu tác động của các tải trọng di động lớn (lực đứng, lực ngang) vừa đổi hướng, vừa thay đổi giá trị. Mặt khác, mọi đường ray trong cảng không được phép cản trở hoạt động của các thiết bị và phương tiện vận tải khác (ô tô, xe nâng hàng, cần cẩu bánh hơi, bánh xích v.v.).

Đa phần các đường ray cần cẩu và đường sắt đặt ở khu vực mép bến trong phạm vi chiều rộng $B = 15$ m. So với đường sắt thông thường, đường ray trong cảng cùng các bộ phận liên kết của nó với kết cấu bến có cấu tạo đặc biệt rất đa dạng. Trên hình 11- 16 mô tả các giải pháp liên kết đường ray với tà vẹt, với dầm đường ray cùng các nền rất khác nhau của nhiều loại kết cấu bến.

Ở Việt Nam hiện nay, số cảng có đường sắt chưa chiếm đa số, còn số cảng có ray của cần cẩu cũng có tỷ lệ tương đối. Còn kết cấu bến cảng dạng cầu tàu dài cao chiếm ưu thế hơn. Do đó đường ray đặt trên dầm đường ray, (dầm dọc) có số lượng không nhỏ.

11.6. Các thiết bị phụ trợ khác

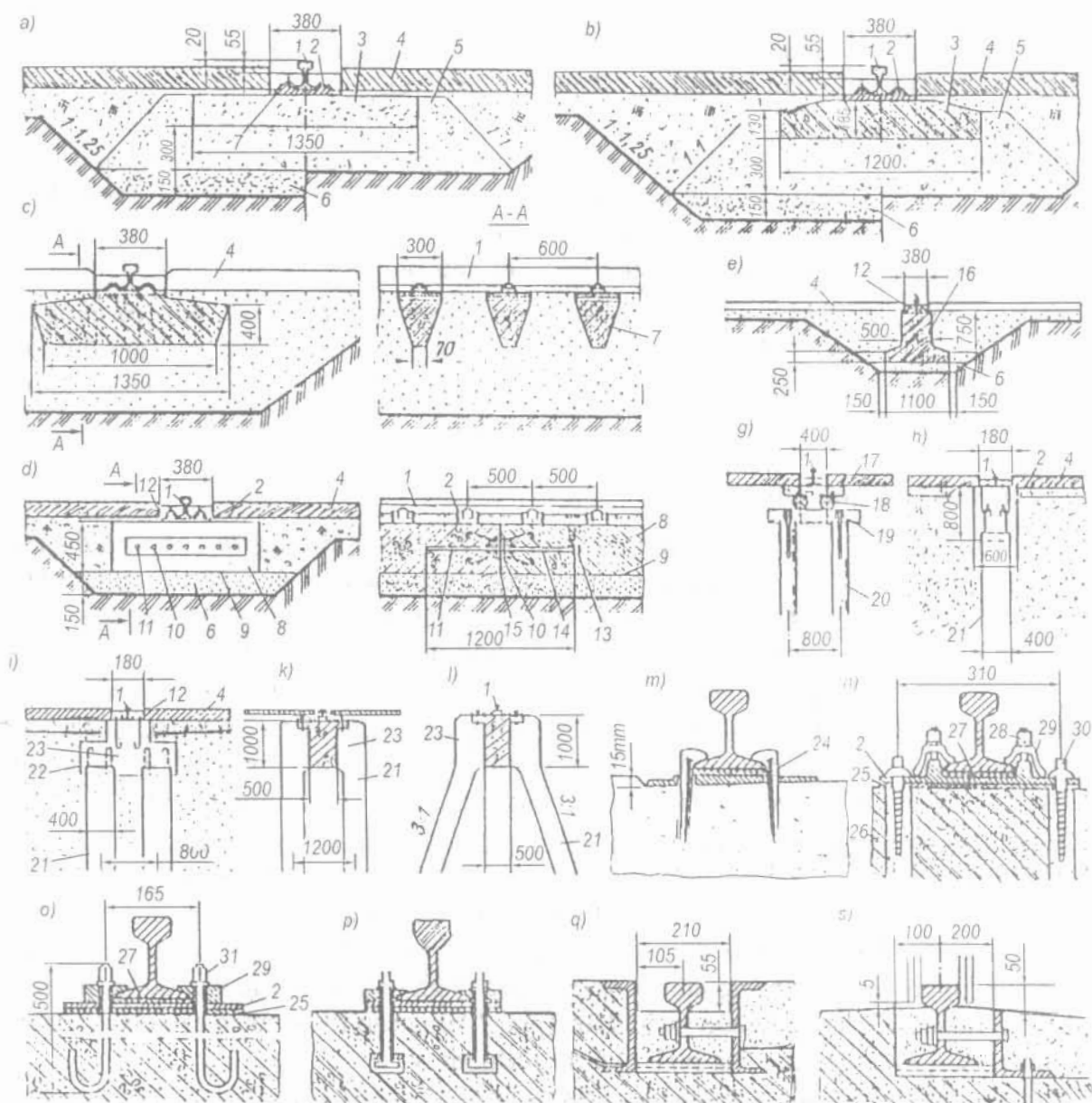
Bên cạnh giá đỡ, trụ neo, thang lên xuống, hệ thống đường ray còn nhiều các công trình phụ trợ khác : đường hào công nghệ ; cấp thoát nước ; hệ thống liên lạc, hệ thống chiếu sáng ; cấu tạo lớp mặt bến ; gờ an toàn, hệ thống phòng hỏa ; các biển báo chỉ dẫn ; các công trình phụ trợ có liên quan đến ĐTM..

Đường hào công nghệ thường đặt sát mép bến có nắp dẫy BTCT, hào không bị ứ đọng nước, các hệ thống dây điện, đường ống dẫn nước được sắp đặt trong hào theo đúng quy trình quy phạm. Một điểm cần lưu ý nữa : đường hào không làm ảnh hưởng đến hoạt động của các thiết bị bốc dỡ, của công nhân cảng đi lại.

Nước thải trong cảng gồm rất nhiều loại : nước thải độc tố có lẫn dầu mỡ, các hóa chất. Nguyên tắc chung không được thải trực tiếp các loại nước trên ra sông, biển hoặc ra hồ. Cần phải qua các bộ phận xử lý. Đối với thoát nước mặt (mưa) nên qua hệ thống cống thoát, mặt bến đủ độ dốc để rút ngắn thời gian thoát. Việc cấp nước sạch cho tàu thông qua hệ thống đường ống đặt trong hào công nghệ và hệ thống van đóng mở hợp lý. Nguồn nước sạch lấy từ nguồn nước thành phố. Trong cấp thoát nước cần chú ý : nước rửa boong tàu, khoang tàu cũng phải qua bộ phận xử lý.

Các hệ thống liên lạc, chiếu sáng, phòng hỏa, biển báo đối với mỗi loại kết cấu bến phải bố trí sao cho hợp lý. Gờ an toàn thường ngàm chặt với kết cấu mép bến qua các cấu kiện BTCT. Nếu đường ray cần cẩu sát mép bến, không nhất thiết phải có gờ an toàn. Chiều cao của gờ lấy từ $15 \div 20$ cm. Chiều rộng $20 \div 25$ cm. Nếu cao quá ảnh hưởng đến thao tác cầu hàng.

Lớp phủ mặt vừa chịu xung lực của các thiết bị, vừa chịu chất tải hàng hóa. nên cấu tạo phổ biến bằng các tấm BTCT lắp ghép cao $15 \div 25$ cm với các kích thước khác nhau 300×300 ; 200×300 ; 100×300 ; 160×300 cm v.v... hoặc tấm BTCT đổ tại chỗ bằng bê tông mác 200. Cũng có thể dẫy lớp mặt bằng bê tông xi măng dày $18 \div 30$ cm. Ngoài ra, còn giải pháp nữa bằng bê tông asphalt trên lớp gia cường đá hộc. Chi tiết cấu tạo lớp phủ mặt bến có thể tham khảo các quy phạm thiết kế nền đường ô tô.



Hình 11-16. Cấu tạo đường ray trong cảng

a. Trên tà vẹt gỗ dài $1,2 \div 1,8$ m cách nhau $0,45 \div 0,6$ m ; b. Trên tà vẹt BTCT. c. Trên tà vẹt BTCT hình nêm ; d. Trên móng băng BTCT tiết diện chữ nhật ; e. Trên dầm BTCT chữ T ; g. Trên cọc gỗ ; h, i, k, l. Trên các cọc BTCT ; m, n, o, p. Các liên kết đứng của ray ; q, s. Liên kết hông của ray ; 1. Ray P50 ; 2. Tấm lót ; 3. Tà vẹt ; 4. Lớp phủ mặt bên ; 5. Ba last ; 6. Lớp lót ; 7. Tà vẹt hình nêm làm tăng sức chịu $1,4 \div 1,6$ lần và giảm độ lún $1,5 \div 2$ lần ; 8. Tấm BTCT ; 9. Lớp ngăn cách ; 10. Cấu kiện tấm đỡ để hàn nối ; 11. Cốt thép hàn nối ; 12. Beton asphalt ; 13. Chao thép có nút ; 14. Bôi bitum ; 15. Bản mỏng ; 16. Dầm đường ray BTCT ; 17. Tà vẹt cách nhau 50 cm ; 18. Bàn chỉnh ; 19. Thanh đỡ ; 20. Cọc cách nhau 1 m ; 21. Cọc BTCT ; 22. Dầm BTCT tiết diện $0,6 \times 0,8$ m hoặc chữ T nhịp $1,7 \div 5$ m ; 23. Tiết diện ngang của dầm ; 24. Đinh móc ; 25. Tấm lót cao su ; 26. Ống bọc ; 27. Miếng lót ; 28. Bulon ; 29. Dầu chịu nén ; 30. Vít liên kết ; 31. Bulon neo sâu.