

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11820-5:2021

Xuất bản lần 1

**CÔNG TRÌNH CẢNG BIỂN -
YÊU CẦU THIẾT KẾ - PHẦN 5: CÔNG TRÌNH BẾN**

Marine Port Facilities - Design Requirements - Part 5: Wharves

HÀ NỘI – 2021

DRAFT - 03.2025

Mục lục

Lời nói đầu.....	9
1 Phạm vi áp dụng.....	11
2 Tài liệu viện dẫn.....	11
3 Ký hiệu, thuật ngữ và định nghĩa.....	12
4 Kích thước công trình bến.....	12
4.1 Quy định chung.....	12
4.2 Chiều dài bến.....	13
4.3 Chiều rộng mặt bến.....	14
4.4 Kích thước và mặt bằng khu nước trước bến.....	14
4.5 Mực nước thiết kế.....	15
4.6 Cao độ mặt bến.....	15
4.7 Độ sâu khu nước trước bến.....	16
4.8 Xói chân công trình.....	16
5 Nguyên tắc thiết kế.....	16
5.1 Giới thiệu chung.....	16
5.2 Phương pháp hệ số thành phần.....	17
5.2.1 Quy định chung.....	17
5.2.2 Trạng thái giới hạn cực hạn (ULS).....	17
5.2.3 Trạng thái giới hạn sử dụng (SLS).....	19
5.3 Phương pháp hệ số tải trọng và sức kháng.....	20
5.3.1 Quy định chung.....	20
5.3.2 Phân loại tải trọng và trường hợp thiết kế.....	20
5.3.3 Trạng thái giới hạn cực hạn.....	20
5.3.4 Trạng thái giới hạn sử dụng.....	21
5.4 Tính toán cấu kiện.....	21
6 Bến trọng lực.....	21
6.1 Quy định chung.....	21
6.2 Tải trọng.....	22
6.3 Một số quy định khi xác định các tác động lên bến trọng lực.....	23
6.3.1 Mặt cắt ngang kết cấu trọng lực.....	24

6.3.2	Mặt trượt và tâm lật.....	25
6.3.3	Áp lực đẩy nổi.....	26
6.3.4	Nền móng dưới tường bên trọng lực.....	26
6.3.5	Mặt cắt ngang lăng thể đá đổ sau tường.....	26
6.4	Kiểm tra theo phương pháp hệ số thành phần.....	27
6.4.1	Kiểm tra ổn định trượt cung tròn của nền đất.....	27
6.4.2	Kiểm tra khả năng ổn định trượt phẳng của tường trọng lực.....	27
6.4.3	Kiểm tra ổn định lật của tường trọng lực.....	28
6.4.4	Kiểm tra sức chịu tải của nền móng.....	28
6.4.5	Kiểm tra lún của tường trọng lực.....	28
6.5	Tính toán kiểm tra theo phương pháp hệ số tải trọng và sức kháng.....	28
6.5.1	Quy định chung.....	28
6.5.2	Kiểm tra ổn định trượt cung tròn của nền móng.....	29
6.5.3	Kiểm tra ổn định trượt phẳng của tường trọng lực.....	29
6.5.4	Kiểm tra ổn định lật tường trọng lực.....	31
6.5.5	Kiểm tra sức chịu tải của đất nền.....	31
6.5.6	Kiểm tra lún tường trọng lực.....	32
7	Công trình bên tường cừ.....	32
7.1	Quy định chung.....	32
7.2	Tải trọng và tác động lên kết cấu tường cừ.....	32
7.2.1	Nguyên tắc chung.....	32
7.2.2	Tải trọng theo phương đứng.....	34
7.2.3	Tải trọng dọc bên.....	35
7.3	Bên tường cừ có neo.....	35
7.3.1	Quy định chung.....	35
7.3.2	Thiết kế tường cừ có neo.....	35
7.3.3	Thiết kế kết cấu neo.....	45
7.3.4	Thiết kế kết cấu dầm mũ.....	51
7.3.5	Kết cấu bên tường cừ cho nền đất yếu.....	52
7.4	Bên tường cừ có bản giảm tải trên nền cọc.....	53
7.4.1	Phạm vi áp dụng.....	53
7.4.2	Nguyên tắc thiết kế.....	53

7.4.3	Xác định cao trình và chiều rộng của bản giảm tải.....	54
7.4.4	Áp lực đất và áp lực nước dư tác động lên tường cừ.....	54
7.4.5	Thiết kế tường cừ.....	55
7.4.6	Thiết kế bản giảm tải và nền cọc của bản giảm tải.....	55
7.4.7	Kiểm tra ổn định tổng thể.....	57
7.5	Công trình bển tường cừ vây ô.....	57
7.5.1	Nguyên tắc thiết kế.....	57
7.5.2	Các ngoại lực tác động lên kết cấu bển tường cừ vây ô.....	59
7.5.3	Kiểm tra bề rộng của tường đối với biến dạng cát.....	60
7.5.4	Kiểm tra ổn định tổng thể của thân tường.....	66
7.5.5	Kiểm tra sức kháng trượt của tường.....	73
7.5.6	Kiểm tra chuyển vị của đỉnh tường.....	74
7.5.7	Kiểm tra ổn định trượt cung tròn.....	75
7.5.8	Mặt bằng của ô và cung cừ vây.....	75
7.5.9	Tính toán lực căng đai.....	76
7.5.10	Thiết kế cọc cừ hình chữ T.....	77
7.6	Tường cừ không neo.....	77
7.6.1	Nguyên tắc thiết kế.....	77
7.6.2	Ngoại lực tác động lên cừ.....	78
7.6.3	Xác định mặt cắt ngang của cừ.....	79
7.6.4	Xác định chiều dài chôn cừ.....	79
7.6.5	Chuyển vị đỉnh cừ.....	79
7.6.6	Ngoại lực khi thi công.....	80
7.7	Cầu tàu cừ sau.....	80
7.7.1	Nguyên tắc thiết kế.....	80
7.7.2	Bố trí và kích thước mặt cắt.....	81
7.7.3	Thiết kế tường cừ.....	83
7.7.4	Thiết kế kết cấu bên trên.....	83
7.7.5	Chiều dài chôn cọc.....	83
7.7.6	Thiết kế chi tiết.....	83
7.8	Bển tường cừ kép.....	83
7.8.1	Nguyên tắc thiết kế.....	83

7.8.2	Ngoại lực tác động lên bển cừ kép.....	85
7.8.3	Thiết kế bển cừ kép	85
8	Công trình bển bệ cọc cao	85
8.1	Quy định chung.....	85
8.2	Cấu tạo công trình bển	88
8.2.1	Bố trí mặt bằng cọc.....	88
8.2.2	Loại cọc	88
8.2.3	Kích thước đài cọc.....	89
8.3	Tải trọng tác động lên công trình bển.....	89
8.3.1	Tải trọng dùng trong thiết kế	89
8.3.2	Tải trọng va tàu.....	90
8.4	Các giả thiết về đất nền	91
8.4.1	Góc nghiêng của mái dốc giả định	91
8.4.2	Bề mặt đất nền giả định	91
8.5	Thiết kế cọc	92
8.5.1	Quy định chung.....	92
8.5.2	Hệ số phản lực theo phương ngang của đất nền.....	92
8.5.3	Điểm ngàm giả định của cọc trong đất nền	92
8.5.4	Phân phối lực ngang lên đầu cọc.....	93
8.5.5	Kiểm tra sức chịu tải dọc trục của cọc theo đất nền.....	95
8.5.6	Kiểm tra sức chịu tải ngang của cọc	96
8.5.7	Kiểm tra mối nối cọc.....	96
8.5.8	Thay đổi bề dày thành cọc hoặc vật liệu của cọc ống thép	96
8.6	Thiết kế kết cấu chắn đất.....	97
8.7	Kiểm tra ổn định theo mặt trượt cung tròn đối với kết cấu chắn đất.....	97
8.8	Tính toán bố trí cốt thép cho đài cọc.....	97
8.9	Giới hạn cho phép đối với chuyển vị và biến dạng của kết cấu bển.....	97
9	Các dạng kết cấu công trình bển khác	98
9.1	Công trình bển dạng trụ cạp	98
9.1.1	Quy định chung.....	98
9.1.2	Nguyên tắc thiết kế	99
9.1.3	Thiết kế trụ cạp	99

9.1.4	Thiết kế chi tiết	100
9.2	Công trình bến gồm các trụ độc lập	100
9.2.1	Nguyên tắc thiết kế	100
9.2.2	Bố trí mặt bằng	100
9.2.3	Tải trọng	101
9.2.4	Kết cấu trụ độc lập trên nền cọc	101
9.2.5	Kết cấu trụ độc lập bằng cọc, cừ thép vây ô	102
9.2.6	Kết cấu trụ độc lập bằng thùng chìm.....	102
Phụ lục A -	Tải trọng do tàu tác động lên công trình bến.....	103
Phụ lục B -	Các hạng mục phụ trợ trên bến	116
Phụ lục C -	Tổ hợp tải trọng theo phương pháp hệ số tải trọng và hệ số sức kháng	120
Thư mục tài liệu tham khảo.....		126

Lời nói đầu

TCVN 11820-5: 2021 biên soạn trên cơ sở tham khảo OCDI 2020 - Tiêu chuẩn kỹ thuật công trình cảng và bể cảng, và BS 6349 - Công trình hàng hải.

TCVN 11820-5: 2021 do Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông Vận tải biên soạn, Bộ Giao thông Vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 11820 “Công trình Cảng biển - Yêu cầu thiết kế” gồm các phần sau:

Phần 1: Nguyên tắc chung

Phần 2: Tải trọng và tác động

Phần 3: Yêu cầu về vật liệu

Phần 4-1: Nền móng

Phần 4-2: Cải tạo đất

Phần 5: Công trình bến

Phần 6: Đê chắn sóng

Phần 7: Luồng tàu và bể cảng

Phần 8: Ụ khô, âu tàu, triền và bến nhà máy đóng tàu

Phần 9: Nạo vét và tôn tạo đất

Phần 10: Công trình cảng khác

Công trình cảng biển - Yêu cầu thiết kế - Phần 5: Công trình bến

Marine Port Facilities - Design Requirements - Part 5: Wharves

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu thiết kế xây dựng mới cũng như cải tạo, nâng cấp công trình bến cảng biển, gồm: công trình bến trọng lực, công trình bến tường cừ, công trình bến bệ cọc cao và một số dạng kết cấu công trình bến khác.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau cần thiết cho việc áp dụng Tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 9386:2012, *Thiết kế công trình chịu động đất*;

TCVN 9395:2012, *Cọc khoan nhồi - Thi công và nghiệm thu*;

TCVN11820-1: 2017, *Công trình cảng biển – Yêu cầu thiết kế - Phần 1: Các quy định chung*;

TCVN11820-2:2017, *Công trình cảng biển – Yêu cầu thiết kế - Phần 2: Tải trọng và tác động*;

TCVN11820-3:2019, *Công trình cảng biển – Yêu cầu thiết kế - Phần 3: Yêu cầu kỹ thuật về vật liệu*;

TCVN11820-4-1:2020, *Công trình cảng biển – Yêu cầu thiết kế - Phần 4-1: Nền móng*;

TCVN11820-4-2:2020, *Công trình cảng biển – Yêu cầu thiết kế - Phần 4-2: Cải tạo đất*;

BS EN 1992 (toàn tập), *Design of concrete structures (Thiết kế kết cấu bê tông)*;

BS NA EN 1992 (toàn tập), *UK National Annex to Eurocode 2 (Phụ lục theo Eurocode 2 của Anh)*

BS EN 1993, *Design of steel structures (Thiết kế kết cấu thép)*;

BS NA EN 1993, *UK National Annex to Eurocode 3 (Phụ lục theo Eurocode 3 của Anh)*;

TCVN 11820-5:2021

PIANC Report No 22-1997, *Guidelines for the design of armoured slopes under open piled quay wall* (Hướng dẫn thiết kế lớp bảo vệ kè găm bển);

PIANC Report No 180-2015, *Guidelines for protecting berthing structures from scour caused by ships*-*Hướng dẫn thiết kế chống xói chân công trình bển*;

JSCE 2007, *Standard specifications for concrete structures-Design* (Kết cấu bê tông-Quy cách và tiêu chuẩn thiết kế);

JSCE 2007, *Standard specifications for steel and composite structures-Design* (Kết cấu thép và liên hợp-Quy cách và tiêu chuẩn thiết kế).

3 Ký hiệu, thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN11820-1: 2017, TCVN11820-2: 2017, TCVN11820-3:2019, TCVN11820-4-1:2020 và TCVN11820-4-2:2020.

4 Kích thước công trình bển

4.1 Quy định chung

a) Kích thước công trình bển cần xem xét chi tiết trong việc kết nối với luồng chạy tàu, khu quay trở tàu, khu neo tàu và các công trình bảo vệ. Ngoài ra đặc biệt cần phải xem xét đến môi trường xung quanh cũng như không gian phát triển cảng trong tương lai.

b) Để xác định kích thước và quy mô của công trình bển thì các yếu tố liên quan, bao gồm: khối lượng hàng hoá hoặc hành khách, đội tàu, điều kiện tự nhiên hiện tại cũng như xu thế phát triển hệ thống cơ sở hạ tầng giao thông vận tải trong tương lai cần được xem xét một cách thận trọng.

c) Khi thiết kế công trình bển, quá trình hành hải của tàu trên luồng, tại khu nước trước bển và khu neo cập cũng phải được xem xét thận trọng sao cho quy mô công trình là phù hợp nhất. Điều này đảm bảo rằng quy mô công trình không quá lớn làm tăng kinh phí đầu tư, nhưng cũng không quá nhỏ làm ảnh hưởng đến vận hành của tàu trong quá trình khai thác. Khuyến nghị sử dụng các công cụ mô hình toán phù hợp để xác định quy mô cũng như quy hoạch các hạng mục công trình cảng theo hướng dẫn của PIANC.

d) Khi quy hoạch mặt bằng công trình bển phải xem xét đến khả năng vận hành tàu trong quá trình neo cập và rời bển. Đồng thời, phải xét đến các yếu tố ảnh hưởng của điều kiện tự nhiên, mặt bằng và điều kiện địa chất nền đất công trình. Hệ thống giao thông vận tải kết nối với cảng biển như đường bộ, đường sắt và đường thủy cũng phải được nghiên cứu đầy đủ. Cần phải xem xét tận dụng tối đa khu đất hậu phương cũng như dự phòng mở rộng trong tương lai.

e) Công trình bển được dùng cho tàu khách phải cách ly với các khu vực bốc xếp hàng hoá nguy hiểm, và phải đảm bảo đủ diện tích đất cho các công trình lân cận như nhà chờ đợi cho hành khách và

bãi
đỗ xe.

f) Đối với công trình bến cho tàu chở hàng hoá nguy hiểm, vị trí và khoảng cách với các công trình lân cận phải được xác định theo các quy định hiện hành khác, bao gồm:

- Phải cách ly với các công trình như nhà ở, trường học và bệnh viện;
- Phải đảm bảo khoảng cách an toàn đối với các công trình bến và các tàu đang hoạt động;
- Dễ dàng triển khai các biện pháp thu gom các vật liệu nguy hiểm khi rơi vãi.

g) Các công trình bến có thể gây ra bắn và có mùi do quá trình bốc xếp hàng hoá phải đặt cách ly với các công trình như nhà ở, trường học và bệnh viện để đảm bảo tốt môi trường cho cuộc sống hàng ngày.

4.2 Chiều dài bến

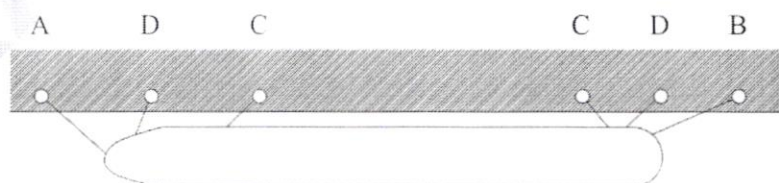
a) Chiều dài bến được xác định từ kích thước của tàu thiết kế và phải tuân thủ các quy định hiện hành.

b) Chiều dài bến được xác định theo nguyên tắc cộng chiều dài lớn nhất của tàu với khoảng dự trữ hai đầu để neo mũi và neo lái. Chiều dài bến thường lấy từ 1,10 đến 1,15 lần chiều dài tàu thiết kế lớn nhất. Tuy nhiên, khoảng cách an toàn giữa các tàu không nên lấy nhỏ hơn 15 m.

c) Các kích thước của tàu có thể tham khảo trong Phụ lục L của TCVN 11820-2:2017, hoặc các bảng thống kê về kích thước tàu biển thế giới do PIANC phát hành.

CHÚ THÍCH

- 1) Khi tàu được neo song song với bến, yêu cầu bố trí các dây neo thể hiện như trên Hình 1. Dây neo mũi và neo lái thường bố trí tạo với tuyến bến một góc từ 30° đến 45° sao cho các dây neo cố định tàu cũng như ngăn cản tốt nhất sự dịch chuyển của tàu theo cả hai phương dọc và ngang.
- 2) Đối với các tuyến bến có hình gấp khúc hoặc dạng bến nhỏ cặp tàu hai phía, khoảng cách giữa đoạn gấp khúc hoặc hai bến nhỏ liền nhau không nhỏ hơn kích thước khuyến nghị ở điều trên.
- 3) Đối với những bến bốc xếp hàng hoá nguy hiểm dễ cháy, phải bảo đảm khoảng cách an toàn với các khu vực lân cận theo các quy định chung hiện hành và các quy định trong các tiêu chuẩn, hướng dẫn riêng đối với từng hàng hóa cụ thể.

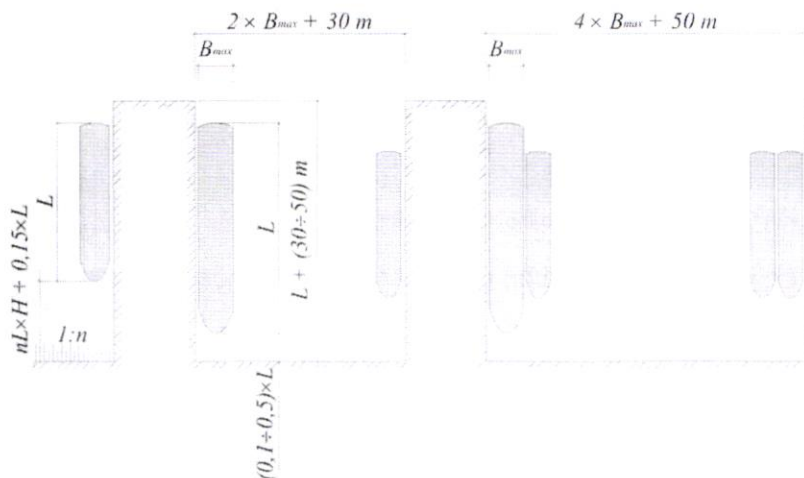


CHÚ DẪN

A - Dây neo mũi, B - Dây neo lái, C - Dây neo giằng, D - Dây neo ngang

Hình 1 – Bố trí dây neo của tuyến bến thẳng

4) Các kích thước của khu nước trước bến và khu neo cặp tàu có thể rất biến động, tùy thuộc vào từng vị trí và điều kiện tự nhiên khu vực xây dựng cảng. Vì vậy, trong những trường hợp thiết kế cụ thể, khuyến nghị sử dụng các công cụ mô phỏng hoặc mô hình số khi xem xét và đánh giá các kích thước khu nước của cảng. Có thể tham khảo Hình 2 các kích thước mặt bằng khu bến nhỏ trong trường hợp bề cảng được che chắn tốt với điều kiện neo cặp tàu thuận lợi.

**CHÚ DẪN**

B_{max} là chiều rộng của tàu lớn nhất (m)

L là chiều dài lớn nhất của tàu (m)

H là độ sâu nước trước bến (m)

n là độ nghiêng mái dốc kè

Hình 2 – Kích thước bến và khu nước đối với bến nhỏ

4.3 Chiều rộng mặt bến

a) Chiều rộng mặt bến phụ thuộc vào công nghệ bốc xếp hàng hóa trên bến. Đối với các bến chuyên dụng sử dụng công nghệ bốc xếp liên tục (như băng tải hay đường ống), chiều rộng mặt bến được xác định bằng chiều rộng đủ để bố trí thiết bị bốc xếp cộng với khoảng giao thông cần thiết (cho người đi bộ hoặc xe tải nhẹ trong quá trình vận hành, duy tu sửa chữa công trình). Đối với các bến hàng chuyên dụng container và tổng hợp, chiều rộng mặt bến được xác định bằng kích thước nhịp cần trục (khoảng cách giữa hai ray cần trục) cộng với khoảng giao thông cần thiết phía sau.

b) Khi xác định chiều rộng mặt bến, ngoài yếu tố về công nghệ, chiều rộng mặt bến phụ thuộc vào tính toán ổn định và kết cấu công trình. Đối với bến bệ cọc cao, chiều rộng bến được xem như là chiều rộng bản mặt cầu, đối với bến trọng lực và bến tường cừ, chiều rộng bến được xác định từ khoảng cách mép bến đến biên đường tiếp giáp với bến.

c) Đối với bến liền bờ, chiều rộng mặt bến không nên lấy quá 50 m.

4.4 Kích thước và mặt bằng khu nước trước bến

a) Các kích thước mặt bằng khu nước trước bến phải phù hợp và tuân thủ các quy định hiện hành.

b) Chiều rộng và chiều dài khu nước trước bến được xác định dựa trên kích thước lớn nhất của tàu thiết kế. Chiều rộng khu nước neo cập tàu thông thường được lấy bằng 1,5 đến 2,0 lần chiều rộng của tàu thiết kế. Chiều dài khu nước neo cập tàu có thể lấy bằng 1,2 đến 1,3 chiều dài của tàu thiết kế.

c) Trong trường hợp phía trước bến có tuyến luồng đi qua, kích thước khu nước trước bến cần phải được mở rộng thêm để giảm thiểu các tác động từ sóng tàu vận hành trên luồng đến các tàu đang neo cập và làm hàng trên bến. Khoảng cách từ mép tàu tới mép tàu được lấy bằng khoảng 2,0 lần bề rộng

tàu thiết kế lớn nhất (B_{max}) trong trường hợp vận tốc lớn nhất của tàu chạy trên luồng là 4,0 knots, và lấy bằng 4,0 lần B_{max} trong trường hợp vận tốc lớn nhất của tàu chạy trên luồng bằng 6,0 knots. Tác động này nên được đánh giá bằng các mô hình số để xác định độ gia tăng kích thước khu nước trước bến cho phù hợp.

CHÚ THÍCH: knots là đơn vị đo vận tốc của tàu, 1 knots bằng 1,852 km/h.

d) Việc xác định kích thước khu nước trước bến cần phải lưu ý đến việc xem xét dự phòng nhu cầu phát triển của đội tàu trong tương lai.

4.5 Mức nước thiết kế

Mức nước thiết kế (MNTK) được trình bày trong 5.3.2, TCVN 11820-2:2017.

4.6 Cao độ mặt bến

a) Cao độ mặt bến được xác định từ mực nước cao thiết kế (MNCTK), kích thước tàu thiết kế, điều kiện tự nhiên khu vực xây dựng và phải tuân thủ các quy định hiện hành.

b) Cao độ mặt bến (CĐMB), tính bằng m, được xác định không thấp hơn giá trị lớn hơn trong hai biểu thức sau:

$$\text{CĐMB} = H_{1\%} + 1,5 \quad (1)$$

$$\text{CĐMB} = H_{50\%} + 2,0 \quad (2)$$

Trong đó:

$H_{1\%}$ và $H_{50\%}$ lần lượt là mực nước quan trắc ứng với đảm bảo suất là 1 % và 50 % theo mực nước giờ, được xác định theo 5.3.2 của TCVN 11820-2:2017, đơn vị là m.

c) Cao độ mặt bến có thể được điều chỉnh cho phù hợp với từng điều kiện cụ thể khi xem xét chi tiết các yếu tố dưới đây:

- Các thay đổi bất thường của mực nước do bão, lũ hay nước dâng;
- Thiết bị và công nghệ bốc xếp hàng hóa trên bến;
- Kích thước và tính năng của tàu thiết kế;
- Dự phòng lún (đối với kết cấu bến trọng lực);
- Các yêu cầu về sửa chữa và duy tu công trình bến trong quá trình khai thác vận hành;
- Cao độ của các công trình bến lân cận.

d) Khi công trình bến được xây dựng ở vùng biển hở hoặc khu vực ít được che chắn, cao độ mặt bến có thể được lấy cao hơn sao cho cao độ đỉnh sóng thiết kế (trong điều kiện cực hạn) không tác động đến bản đáy của công trình.

e) Trong một số trường hợp khi có yêu cầu, cao độ mặt bến có thể xem xét thêm mực nước dâng do biến đổi khí hậu gây ra.

TCVN 11820-5:2021

4.7 Độ sâu khu nước trước bến

- a) Độ sâu nước trước bến (ĐSTB) được xác định từ mực nước thấp thiết kế (MNTTK, được định nghĩa trong Bảng 8, TCVN 11820-2:2017), theo nguyên tắc cộng thêm độ dự trữ dưới sống tàu và môn nước lớn nhất của tàu thiết kế.
- b) Khi khu nước trước bến được bảo vệ và che chắn kín, độ sâu trước bến có thể được lấy bằng 1,1 lần môn nước của tàu thiết kế. Trong trường hợp địa chất lớp mặt là nền đá hoặc đất cứng, độ sâu này được cộng thêm tối thiểu 0,5 m.
- c) Trong trường hợp khu nước trước bến bị sa bồi, độ sâu trước bến cần phải cộng thêm độ dự phòng do sa bồi giữa hai kỳ nạo vét.
- d) Đối với khu nước trước bến không được che chắn hoàn toàn hoặc bị tác động trực tiếp của sóng, các dao động của tàu trong quá trình neo cập bến phải được xem xét thận trọng. Các mô hình số theo các kiến nghị của PIANC có thể được sử dụng để xác định các dao động này. Độ dự trữ dưới sống tàu do các dao động này gây ra phải được cộng thêm vào độ sâu mực nước trước bến.
- e) Cao độ đáy bến (CĐĐB) được xác định dựa vào MNTTK và ĐSTB, theo công thức (3):

$$\text{CĐĐB} = \text{MNTTK} - \text{ĐSTB} \quad (3)$$

- f) Hệ cao độ để đo chiều sâu của các công trình bến cần phải là hệ cao độ dùng để thi công công trình như đã được quy định trong 5.3 của TCVN 11820-2:2017.

CHÚ THÍCH

- 1) Trong giai đoạn thiết kế chi tiết, khuyến nghị sử dụng các công thức thực nghiệm, mô hình số hoặc các công cụ mô phỏng được giới thiệu trong các xuất bản của PIANC để xác định các kích thước cơ bản của bến.
- 2) Các giá trị về chiều dài bến cũng như chiều sâu trước bến cho từng loại tàu khác nhau có thể tham khảo OCDI 2020.
- 3) Ngoài các quy định trong Tiêu chuẩn này, các kết quả tính toán về kích thước công trình bến phải phù hợp với các quy định hiện hành.

4.8 Xói chân công trình

- a) Trong trường hợp chân hay nền móng công trình khu neo cập tàu có thể bị xói do tác động của dòng chảy hay bánh đà tàu, cần phải có lớp bảo vệ như đá hộc, khối bê tông hay các loại vật liệu phù hợp khác để bảo vệ nền móng công trình.
- b) Kết cấu và tính toán chiều dày lớp chống xói trong trường hợp này có thể tham khảo PIANC Report No 22-1997 và PIANC Report No 180-2015.

5 Nguyên tắc thiết kế

5.1 Giới thiệu chung

- a) Công trình bến neo cập tàu được tính toán chủ yếu theo hai trạng thái giới hạn, bao gồm trạng thái giới hạn cực hạn (ULS) và trạng thái giới hạn sử dụng (SLS). Trong một số trường hợp đặc biệt khi có

yêu cầu, công trình bên có thể được tính toán theo trạng thái giới hạn mỗi, trạng thái giới hạn về khả năng phục hồi hay độ bền theo thời gian.

b) Hai phương pháp tiếp cận được trình bày trong Tiêu chuẩn này là (i) phương pháp hệ số thành phần, và (ii) phương pháp hệ số tải trọng và hệ số sức kháng. Tùy thuộc vào điều kiện thiết kế, dạng kết cấu công trình, một trong hai phương pháp thiết kế này có thể được lựa chọn.

5.2 Phương pháp hệ số thành phần

5.2.1 Quy định chung

a) Các giá trị đặc trưng của tác động (tải trọng) và vật liệu (khả năng chịu lực) với các hệ số thành phần tương ứng trong từng trường hợp thiết kế cụ thể sao cho các kích thước và vật liệu của kết cấu công trình lựa chọn phải thỏa mãn các điều kiện thiết kế và khai thác đặt ra.

b) Phương pháp hệ số thành phần phải được tính toán cho cả hai trạng thái làm việc của kết cấu: điều kiện cực hạn và điều kiện khai thác bình thường.

CHÚ THÍCH

Phương pháp hệ số thành phần nên được áp dụng trong những trường hợp sau:

- Có biến động ngẫu nhiên lớn về các tác động của tải trọng và địa chất nền đất công trình.
- Các dạng kết cấu mới ít hoặc chưa được áp dụng phổ biến.

5.2.2 Trạng thái giới hạn cực hạn (ULS)

5.2.2.1 Nguyên tắc chung

a) Cường độ và độ ổn định của công trình bên phải được xác định trên cơ sở xem xét các trạng thái giới hạn cực hạn sau đây:

- EQU là trạng thái giới hạn về sự mất ổn định tổng thể hay cục bộ của công trình, trong trường hợp:
 - o Có sự biến động về tải trọng khai thác so với tải trọng thiết kế;
 - o Cường độ của vật liệu kết cấu hoặc nền đất không tham gia giữ ổn định.
- STR là trạng thái giới hạn về sự phá hoại hay biến dạng quá mức của kết cấu hay bộ phận kết cấu công trình do ứng suất vượt quá cường độ thiết kế của vật liệu;
- GEO là trạng thái giới hạn về sự phá hoại hay biến dạng quá mức của nền đất (đá) do ứng suất vượt quá cường độ thiết kế của vật liệu nền;
- FAT là trạng thái giới hạn về mỏi của công trình hay cấu kiện công trình;
- UPL là trạng thái giới hạn về ổn định nổi của kết cấu hay nền đất khi chịu áp lực đẩy nổi;
- HYD là trạng thái giới hạn về đẩy nổi, xói cục bộ hay xói ngầm trong nền đất dưới tác động của nước ngầm.

TCVN 11820-5:2021

b) Tùy thuộc vào trường hợp thiết kế và phương pháp tiếp cận về tải trọng, vật liệu hay sức kháng, các hệ số thành phần của ba (03) trạng thái giới hạn EQU, STR và GEO được phân thành các bộ như sau:

- Khi tính toán trạng thái giới hạn EQU, các hệ số thành phần của tải trọng được lấy trong bộ A;
- Khi tính toán về cường độ cấu kiện công trình mà không có sự tham gia hay ảnh hưởng của địa chất đất nền, các hệ số thành phần của tải trọng được lấy trong bộ B;
- Khi tính toán về cường độ cấu kiện công trình có sự tham gia của tải trọng và sức kháng của nền công trình, các hệ số thành phần của tải trọng, của vật liệu nền và của sức kháng có thể được lấy trong bộ B hay bộ C, hoặc đồng thời cả hai bộ này.

c) Các hệ số thành phần tải trọng của các bộ A, B và C được đề cập chi tiết trong TCVN 11820-2:2017. Các hệ số thành phần vật liệu và hệ số sức kháng của nền đất được đề cập chi tiết trong TCVN 11820-4-1:2020 và được chỉ ra trong các trường hợp cụ thể trong Tiêu chuẩn này.

d) Ứng với mỗi trạng thái giới hạn nêu trên trong tính toán thiết kế công trình bền là bộ các hệ số thành phần tải trọng, tổ hợp tải trọng, hệ số thành phần của vật liệu và điều kiện làm việc tương ứng đi kèm. Nội dung chi tiết xem TCVN 11820-2:2017.

5.2.2.2 Công thức tổng quát

a) Khi tính toán công trình bền theo trạng thái giới hạn về khả năng chịu lực, công thức sau phải được thỏa mãn:

$$S_d \leq R_d \quad (4)$$

$$S_d \gamma_{Sd} S \left\{ \gamma_f (\psi F_k); a_d \right\} \quad (5)$$

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R \left\{ \eta \frac{X_k}{\gamma_m}; a_d \right\} \quad (6)$$

trong đó:

S_d là giá trị thiết kế của tác động;

R_d là giá trị thiết kế của sức kháng;

S là hàm đặc trưng của tác động;

R là hàm đặc trưng sức kháng của cấu kiện hay nền móng;

F_k là giá trị đặc trưng tải trọng;

γ_{Sd} là hệ số kể đến sai lệch ngẫu nhiên mô hình tính;

γ_f là hệ số kể đến sai lệch ngẫu nhiên của tải trọng;

ψ là hệ số tổ hợp tải trọng (bao gồm ba hệ số khác nhau là ψ_0, ψ_1, ψ_2);

a_d là hệ số kể đến ảnh hưởng của hình dạng công trình;

γ_{Rd} là hệ số kể đến sai lệch ngẫu nhiên sức kháng;

γ_m là hệ số thành phần của vật liệu;

η là hệ số chuyển đổi;

X_k là giá trị đặc trưng của vật liệu.

CHÚ THÍCH

Do tính chất của vật liệu được xác định từ các thí nghiệm chuẩn dưới điều kiện đặc biệt, nên hệ số chuyển đổi được sử dụng khi cần chuyển đổi các giá trị từ kết quả thí nghiệm sang giá trị đặc trưng cho ứng xử của vật liệu, hoặc của kết cấu, hoặc nền công trình. Hệ số chuyển đổi η có thể lấy giá trị bằng 0,85 đối với vật liệu bê tông, bằng 1,0 đối với đất hoặc đá.

- b) Công trình có thể được coi là mất ổn định, kết cấu bị phá hoại hay mất khả năng làm việc khi công thức (4) không được thỏa mãn.
- c) Các hệ số trong công thức (4), (5) và (6) đối với từng trường hợp thiết kế cụ thể được trình bày chi tiết trong TCVN 11820-1:2017, trong các Bảng 1, Bảng 2, và Bảng 3 của TCVN 11820-2:2017, trong TCVN 11820-4-1:2020 và trong Tiêu chuẩn này.

5.2.3 Trạng thái giới hạn sử dụng (SLS)

5.2.3.1 Nguyên tắc chung

- a) Trạng thái giới hạn SLS thông thường bao gồm trạng thái giới hạn về chuyển vị, độ rộng vết nứt của cấu kiện, hay lún của nền móng công trình.
- b) Trạng thái giới hạn về khả năng sử dụng thường do công nghệ khai thác, yêu cầu khai thác hay khả năng làm việc của vật liệu quy định.
- c) Khi tính toán theo trạng thái giới hạn về khả năng sử dụng, tất cả các hệ số thành phần đều được lấy bằng 1,0 ngoại trừ hệ số tổ hợp tải trọng.

5.2.3.2 Công thức tổng quát

Khi tính toán công trình bền theo trạng thái giới hạn SLS, công thức (7) phải được thỏa mãn:

$$E_d \leq C_d \quad (7)$$

trong đó:

E_d là giá trị thiết kế của đại lượng cần xem xét (ví dụ chuyển vị hay độ rộng vết nứt của cấu kiện, hoặc độ lún của nền móng công trình...) do tải trọng hay tác động gây ra;

C_d là giá trị cho phép của đối tượng quan tâm để đảm bảo rằng kết cấu hay nền móng vẫn có thể duy trì khả năng làm việc bình thường.

5.3 Phương pháp hệ số tải trọng và sức kháng

5.3.1 Quy định chung

Các công trình bến được đánh giá và thiết kế theo hai nhóm được trình bày chi tiết dưới đây, bao gồm: nhóm tổ hợp tải trọng tác động lâu dài và nhóm tổ hợp tải trọng tạm thời. Cả hai nhóm tổ hợp tải trọng được sử dụng để tính toán, kiểm tra độ bền và độ ổn định của kết cấu công trình.

CHÚ THÍCH

Phương pháp hệ số tải trọng và hệ số sức kháng thường được áp dụng trong những trường hợp sau:

- Không thuộc các trường hợp nêu trong 5.2.1.
- Các dạng kết cấu truyền thống như bến cầu tàu, tường cừ hay bến trọng lực.

5.3.2 Phân loại tải trọng và trường hợp thiết kế

a) Các tác động của tải trọng được chia thành các trường hợp sau:

- Các tải trọng và tác động lâu dài trong suốt thời gian khai thác của công trình, bao gồm: tải trọng bản thân công trình, áp lực đất, tải trọng môi trường như nhiệt độ, hay ăn mòn.
- Các tải trọng và tác động tạm thời, bao gồm: tải trọng sóng, gió, dòng chảy, mực nước triều, tải trọng thiết bị và hàng hóa trên bến, lực va và lực neo tàu. Các tải trọng này có tính chất thay đổi về cả hướng và độ lớn với các tần suất xuất hiện khác nhau.

b) Trường hợp thiết kế được hiểu là các trường hợp có thể xảy ra trong quá trình khai thác vận hành công trình, và được chia làm hai (02) nhóm sau:

- Trường hợp khai thác: là các tổ hợp gồm tải trọng lâu dài kết hợp với các tải trọng tác dụng tạm thời như đã định nghĩa trong khoản a) của 5.3.2.
- Trường hợp bất thường: là các tổ hợp tải trọng trong đó thành phần tải trọng do động đất, bão hay sự cố là tải trọng chính. Trong tổ hợp này chỉ có tải trọng động đất, tải trọng do bão hoặc tải trọng do sự cố gây ra kết hợp với tải trọng lâu dài và tải trọng hàng hóa, trong đó tải trọng hàng hóa giảm 50 % so với trường hợp khai thác.

5.3.3 Trạng thái giới hạn cực hạn

a) Thiết kế theo phương pháp hệ số tải trọng và hệ số sức kháng phải thỏa mãn các điều kiện trong các công thức (8), (9) và (10):

$$m \times \left(\gamma_i \frac{S_d}{R_d} \right) \leq 1 \quad (8)$$

$$S_d = f(\gamma_{S_1} S_{1k}, \dots, \gamma_{S_n} S_{nk}) = f(\gamma_{S_1} S_{1k}(x_{1k} \dots x_{pk}), \dots, \gamma_{S_n} S_{nk}(x_{1k} \dots x_{pk})) \quad (9)$$

$$R_d = g(\gamma_{R_1} R_{1k}, \dots, \gamma_{R_n} R_{nk}) = g(\gamma_{R_1} R_{1k}(x_{1k} \dots x_{pk}), \dots, \gamma_{R_n} R_{nk}(x_{1k} \dots x_{pk})) \quad (10)$$

Trong đó:

S_d là giá trị thiết kế của tác động;

R_d là giá trị thiết kế của sức kháng;

γ_i là hệ số tầm quan trọng xem xét đến tác động và ảnh hưởng của công trình đến cộng đồng và xã hội. Thông thường hệ số γ_i lấy bằng 1,0;