

# TIÊU CHUẨN NGÀNH

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM	CÔNG TRÌNH BẾN CẢNG BIỂN	22 TCN 207 - 92 -
BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI VÀ BƯU ĐIỆN	<i>Tiêu chuẩn thiết kế</i>	Có hiệu lực từ

## I. NGUYÊN TẮC CHUNG

**1.1.** Tiêu chuẩn này dùng để thiết kế các công trình bến của cảng biển và của nhà máy sửa chữa tàu biển.

Tiêu chuẩn bao gồm các yêu cầu chung về thiết kế các công trình bến cố định và các yêu cầu riêng về thiết kế các kiểu bến tường góc, khối xếp, tường cừ một tầng neo và bệ cọc cao.

*Ghi chú:*

1. Ngoài các yêu cầu của Tiêu chuẩn này, khi thiết kế các công trình bến phải thoả mãn những yêu cầu của các TCVN và TCN có liên quan. Trong trường hợp chưa có TCVN và TCN thích ứng thì được phép tham khảo các tài liệu tiêu chuẩn của nước ngoài.

2. Khi thiết kế công trình bến cảng trong vùng có cấp động đất từ 7 trở lên, vùng đất lún, đất trương nở, đất than bùn, đất san hô, vùng đất dễ sụt trượt, vùng có castơ cũng như trong những vùng có các điều kiện đặc biệt khác cần phải xét thêm những yêu cầu của các tài liệu tiêu chuẩn tương ứng. Nếu không có các tài liệu tiêu chuẩn đó thì phải dựa trên cơ sở nghiên cứu riêng trong từng trường hợp.

3. Trong khi chưa có Tiêu chuẩn thiết kế công trình bến cảng sông có thể vận dụng các quy định này để thiết kế các công trình bến của cảng sông và của nhà máy sửa chữa tàu sông nhưng cần có luận cứ đầy đủ về những đặc điểm riêng của bến tàu sông (cấp công trình, mực nước tính toán, hoạt tải trên bến v.v...).

**1.2.** Các bước thiết kế, thành phần và nội dung đồ án thiết kế phải phù hợp với các yêu cầu của "Điều lệ về lập, thẩm tra, xét duyệt thiết kế các công trình xây dựng".

**1.3.** Khi thiết kế công trình bến cần có các tài liệu xuất phát phù hợp với: tổng mặt bằng và phần công nghệ của đồ án, các điều kiện tự nhiên ở khu vực xây dựng và các điều kiện thi công (theo các điều 1.4 đến 1.6).

**1.4.** Mặt bằng vị trí bến được xác định từ mặt bằng tổng thể của đối tượng xây dựng (cảng, nhà máy sửa chữa tàu v.v...). Khi lập đồ án phần công trình thuỷ phải căn cứ vào điều kiện tự nhiên mà điều chỉnh cho hợp lý vị trí tuyến mép bến trên mặt bằng.

Các số liệu ban đầu để thiết kế công trình bến được xác định từ phần công nghệ của đồ án bao gồm:

- Chiều dài bến;
- Cao độ đáy trước bến;
- Cao độ mép bến;

- Cấp tải trọng khai thác;
- Loại tàu tính toán;
- Các yêu cầu riêng đối với bến.

**1.5.** Các tài liệu về điều kiện tự nhiên và tình hình khu vực xây dựng cần cho thiết kế bao gồm:

- a. Tài liệu địa hình;
- b. Tài liệu thủy đạc;
- c. Tài liệu khí tượng thủy văn;
- d. Tài liệu sinh vật học: có hay không có các loại hà gõ, mức độ hoạt động của chúng, tình hình gỗ mục ở các cao độ khác nhau, các sinh vật cần bảo vệ;
- e. Tài liệu địa chất và địa chất thủy văn;
- g. Tài liệu về động đất (có xét cấp động đất theo vi phân vùng), các hiện tượng castơ, trượt, lún trên khu vực xây dựng.

**1.6.** Các tài liệu về điều kiện thi công cần phải có:

- a. Khả năng thi công của đơn vị xây dựng (các cơ sở sản xuất, vị trí và đặc điểm của chúng, các loại cần cẩu và thiết bị thi công khác);
- b. Vị trí các xí nghiệp chế tạo các cấu kiện bê tông cốt thép lắp ghép, công suất của chúng, mức độ sử dụng công suất, khả năng công nghệ;
- c. Sự liên hệ vận tải của khu vực xây dựng với các kho hàng và nhà máy cung ứng, với các địa điểm sản xuất vật liệu xây dựng địa phương;
- d. Các vật liệu xây dựng địa phương (chủng loại, số lượng và chất lượng, điều kiện khai thác và vận chuyển).

## **2. PHÂN LOẠI CÔNG TRÌNH BẾN**

**2.1.** Công trình bến cảng biển có thể là công trình vĩnh cửu hoặc công trình tạm.

Công trình vĩnh cửu là công trình làm ra để sử dụng lâu dài.

Công trình tạm là công trình làm ra để dùng trong thời gian thi công hoặc sửa chữa các công trình chính.

**2.2.** Công trình bến được phân loại như sau:

- a. Theo cách bố trí bến so với đường bờ - bến liền bờ, bến nhô (rộng và hẹp), bến ngoài khơi (bến đảo hoặc bến nổi), bến làm cách xa bờ và nối với bờ bằng cầu dẫn hoặc đường đắp;
- b. Theo khả năng di chuyển - bến cố định và bến di động;
- c. Theo đặc điểm kết cấu và nguyên tắc làm việc - bến trọng lực, bến tường cừ, bến bệ cọc cao, bến kiểu cầu, bến kiểu hỗn hợp, bến nổi;
- d. Theo vật liệu xây dựng - bến bằng bê tông, bê tông cốt thép, thép, gỗ và hỗn hợp;
- e. Theo cách tiếp nhận áp lực ngang của đất - bến chịu áp lực ngang của đất và bến không chịu áp lực ngang của đất;
- g. Theo công dụng:



- Bến hàng hoá (bách hoá bao kiện, gỗ, hàng rời, đồ đồng, công tơ, hàng lông v.v...),
- Bến hàng khách:
  - Bến phà biển;
  - Bến sửa chữa tàu;
  - Bến của thủy đội cảng v.v...

**2.3.** Công trình bến được phân thành các cấp căn cứ vào chiều cao H của bến. Cấp công trình bến không nhỏ hơn cấp hạng quy định dưới đây:

Cấp I	khi	$H > 25m;$
Cấp II	khi	$20m < H \leq 25m;$
Cấp III	khi	$H \leq 20m$

*Ghi chú:*

1. Chiều cao H của bến bằng tổng các giá trị tuyệt đối của cao độ đáy bến và cao độ mép bến;
2. Các công trình bến tạm thuộc cấp IV;
3. Các công trình bến làm kết hợp với để chắn sóng có  $H \leq 20m$  cũng liệt vào công trình cấp II;
4. Các công trình bến có thể nâng lên một cấp so với quy định trên trong các trường hợp sau: có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, xây dựng trong điều kiện tự nhiên bất lợi, hoặc lần đầu tiên ứng dụng kết cấu mới.

**2.4.** Ngoài các yêu cầu của điều 2.3, khi phân cấp công trình bến cần xét thêm:

- Công suất của tổ hợp công trình (cảng biển) trong đó bến là một hạng mục xây dựng;
- Khả năng thông qua trong tương lai của tuyến bến;
- Chúng loại hàng hoá và thiết bị công nghệ quyết định cấp tải trọng trên công trình;
- Yếu tố khấu hao vô hình của bến;
- An toàn của người phục vụ trên bến.

**2.5.** Căn cứ vào cấp công trình để quy định:

- Các yêu cầu về khai thác, đảm bảo hoạt động bình thường của công trình trong suốt thời gian phục vụ;
- Các yêu cầu về sự phù hợp giữa thời hạn phục vụ và sự hao mòn vô hình của công trình (tuổi thọ cần thiết của kết cấu) đảm bảo bằng cách sử dụng vật liệu xây dựng thích hợp và bảo vệ chúng khỏi các tác động của môi trường.

**2.6.** Cấp công trình do cơ quan giao thầu thiết kế quy định trên cơ sở xét tổng hợp các yêu cầu của các điều 2.4 và 2.5, được ghi rõ trong văn bản yêu cầu thiết kế giao cho bên nhận thầu.

**2.7.** Trong một tổ hợp công trình các hạng mục công trình có thể thuộc các cấp khác nhau tùy theo tầm quan trọng của nó trong tổ hợp. Trong đó thuộc cấp cao hơn là những công trình mà khi ngừng hoạt động để sửa chữa hoặc do sự cố sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến hoạt động của cả tổ hợp công trình hoặc của các xí nghiệp công nghiệp có liên hệ với tổ hợp công trình đó.

**2.8.** Trong đồ án thiết kế cần ghi rõ cấp công trình bến.

### 3. CHỌN KẾT CẤU CÔNG TRÌNH BẾN

**3.1.** Chọn kết cấu công trình phải xuất phát từ tính hợp lý về kinh tế - kỹ thuật trong từng điều kiện xây dựng cụ thể trên cơ sở so sánh các phương án.

**3.2.** Tính hợp lý kinh tế của các phương án đem so sánh phải xác định trên cơ sở đối chiếu các giá thành xây dựng công trình. Nếu các phương án có thời hạn xây dựng khác nhau thì còn phải tính thêm hiệu quả kinh tế do đưa công trình vào sử dụng sớm hơn.

**3.3.** Khi chọn phương án kết cấu cần phải xét:

- Khối lượng vật liệu xây dựng chủ yếu (sắt thép, xi măng, gỗ);
- Khả năng cung ứng các vật liệu xây dựng địa phương;
- Lượng lao động để thi công công trình;
- Mức độ phức tạp của việc xây dựng;
- Khả năng hiện có về trang thiết bị thi công;
- Yêu cầu về tuổi thọ công trình;
- Các chỉ tiêu khai thác.

**3.4.** Khi chọn phương án kết cấu công trình bến và quyết định biện pháp bảo vệ kết cấu cần xét đến tất cả các dạng tác động bất lợi của điều kiện tự nhiên và khai thác;

- Tác động thấm ướt theo chu trình làm cho bê tông ở vùng mực nước dao động bị hư hỏng nhanh chóng;

- Tác động hoá học của nước biển, nước ngọt hoặc nước khoáng xâm thực, của khí quyển, của các loại hàng là hoá chất bão hoà ẩm và của dòng điện tạp tán gây ăn mòn cho bê tông và thép;

- Mài mòn và hư hỏng kết cấu vì nguyên nhân cơ học do tác động của tàu neo đậu ở bến, do sóng, do bùn cát chuyển động và các vật trôi khác;

- Hư hỏng gỗ do mục hoặc hà gỗ.

**3.5.** Khi đáy bến có nguy cơ bị xói lở thì trong đồ án phải nêu biện pháp gia cố đáy hoặc phải tính toán thiết kế bến với cao độ đáy đến độ sâu có thể bị xói lở. Chọn một trong hai phương án này phải dựa trên cơ sở so sánh các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật.

### 4. CÁC YÊU CẦU CHỦ YẾU ĐỐI VỚI THIẾT KẾ CÔNG TRÌNH BẾN

**4.1.** Chọn kết cấu công trình bến cảng biển cần tiến hành trên cơ sở so sánh kinh tế kỹ thuật các phương án. Khi lập các phương án kết cấu, cần xét đến:

- Việc đáp ứng các yêu cầu khai thác và tương lai phát triển của công trình;
- Sự kết hợp thời gian hao mòn hữu hình và vô hình;
- Các điều kiện thiên nhiên của khu vực và của địa điểm xây dựng công trình (địa chất công trình, thủy văn, khí hậu, sinh học và các yếu tố khác của môi trường);
- Các điều kiện và phương pháp thi công;
- Các yêu cầu của tiêu chuẩn kỹ thuật về sử dụng tiết kiệm các vật liệu xây dựng chủ yếu;
- Thời hạn thi công tối ưu;

- Sử dụng tối đa các kết cấu và cấu kiện điển hình với mức độ cơ giới hoá thi công cao hợp lý.

**4.2.** Công trình bến cảng biển cần có đủ độ bền khi chịu tác động của nước, của quá trình ăn mòn theo chu trình, của sóng, của môi trường sinh vật và tác động xâm thực của hàng hoá xếp trên bến.

**4.3.** Các yêu cầu của điều 4.2 trên đây cần được đảm bảo bằng cách:

- Sử dụng các cấu kiện kết cấu được làm từ các vật liệu có khả năng chịu được tác động của môi trường xâm thực và sự mài mòn cơ học;
- Sử dụng các lớp phủ bảo vệ, ngâm tẩm thích hợp và quét sơn lên các bề mặt cấu kiện kết cấu;
- Sử dụng các giải pháp kết cấu làm giảm tác động của các yếu tố xâm thực nói trên;
- Sử dụng các biện pháp bảo vệ chủ động (bảo vệ bằng catốt v.v...).

## 5. MỨC NƯỚC TÍNH TOÁN, ĐỘ SÂU KHU NƯỚC VÀ LƯỜNG LẠCH RA VÀO CỦA CẢNG VÀ NHÀ MÁY SỬA CHỮA TÀU.

**5.1.** Mức nước tính toán là mức nước thấp nhất theo một bảo đảm suất qui định, dùng để tính toán độ sâu. Mức nước tính toán đối với khu nước và luồng lạch ra vào của các cảng biển và nhà máy sửa chữa tàu cần qui định ứng với số không độ sâu đã dùng trên hải đồ của vùng biển. Mức nước tính toán này xác định theo đường bảo đảm suất nhiều năm của mức nước ngày.

Bảo đảm suất để xác định mức nước tính toán đối với các khu nước cảng được qui định trong bảng 1 tùy thuộc vào hiệu số giữa mức nước có bảo đảm suất 50% ( $H_{50\%}$ ) và mức nước thấp nhất ( $H_{min}$ ).

**Bảng 1**

$H_{50\%} - H_{min}, cm$	Đảm bảo suất, %
$\leq 180$	98,0
260	99,0
$\geq 300$	99,5

*Ghi chú (bảng 1):*

1. Đường bảo đảm suất mức nước ngày được vẽ theo kết quả quan trắc hàng giờ tiến hành ít nhất là 3 năm.
2. Mức nước thấp nhất  $H_{min}$  là mức nước năm thấp nhất với tần suất 1 lần trong 25 năm (bảo đảm suất 4%).
3. Khi dãy số liệu quan trắc mức nước không đủ dài thì dùng phương pháp tính chuyển từ các trạm tương tự.
4. Khi có kênh ra vào cảng thì mức nước tính toán của khu nước cảng không lấy cao hơn mức nước tính toán của kênh xác định theo Qui trình thiết kế kênh biển (xem phụ lục 1)
5. Đối với các giá trị trung gian của hiệu số ( $H_{50\%} - H_{min}$ ) thì mức nước tính toán được xác định bằng cách nội suy.

5.2. Nếu có nhiều lý do cho thấy việc lấy mực nước tính toán với đảm bảo suất cao là không hợp lý (dao động thủy triều tương đối lớn, số lượt ra vào của các tàu trọng tải lớn không nhiều lắm, khối lượng nạo vét lớn v.v...) thì trong các khoản thời gian mực nước xuống thấp hơn cao độ tính toán có thể giảm môn nước tính toán của tàu bằng cách giảm tải, cho tàu neo đậu ngoài vũng hoặc nạo vét một vũng sâu ở tuyến bến mà không làm luồng sâu.

5.3. Khu nước và luồng lạch ra vào của các cảng biển và nhà máy sửa chữa tàu cần có đủ độ sâu để đảm bảo an toàn cho việc đi lại và neo đậu của tàu. Độ sâu đó cần được xác định tùy thuộc vào môn nước của tàu tính toán và các giá trị dự phòng cần thiết về độ sâu.

Nếu trên bản thuyết minh và bản vẽ thiết kế có các số liệu về độ sâu khu nước thì cần ghi rõ cao độ mực nước tính toán ứng với số không của hệ cao độ và ứng với số không hải đồ của vùng biển.

Khi thiết kế khu nước cảng cần xác định độ sâu chạy tàu và độ sâu thiết kế.

Độ sâu chạy tàu được xác định theo công thức:

$$H_{ct} = T + z_1 + z_2 + z_3 + z_0 ; \quad (1)$$

Độ sâu thiết kế xác định theo công thức:

$$H_o = H_{ct} + z_4 ; \quad (2)$$

Trong đó:

T - môn nước của tàu tính toán, m;

$z_1$  - dự phòng chạy tàu tối thiểu (đảm bảo an toàn và độ lái tốt của tàu khi chuyển động), m;

$z_2$  - dự phòng cho sóng, m;

$z_3$  - dự phòng về vận tốc (tính đến sự thay đổi môn nước của tàu khi chạy so với môn nước tàu neo đậu khi nước tĩnh), m;

$z_0$  - dự phòng cho sự nghiêng lệch của tàu do xếp hàng hoá lên tàu không đều, do hàng hoá bị xô dịch v.v..., m.

$z_4$  - dự phòng cho sa bồi, m.

5.3.1. Tàu tính toán là tàu có môn nước lớn nhất trong tất cả các tàu sẽ đến khu nước thiết kế. Môn nước của tàu tính toán cần cộng thêm một gia số  $\Delta T$  để xét đến sự thay đổi dung trọng của nước. Giá trị của  $\Delta T$  xác định theo bảng 2.

**Bảng 2**

Dung trọng nước, $t/m^3$	Độ muối %	$\Delta T, m$
1,025	32	0,000 T
1,020	26	+ 0,004 T
1,015	20	+ 0,008 T
1,010	13	+ 0,012 T
1,005	7	+ 0,016 T
1,000	0	+ 0,020 T

5.3.2. Độ dự phòng chạy tàu tối thiểu  $z_1$  xác định theo bảng 3 tùy thuộc vào loại đất ở đáy khu nước trong phạm vi độ sâu từ  $H_{ct}$  đến  $H_{ct} + 0,5m$ .

**Bảng 3**

Đất đáy trong phạm vi độ sâu từ $H_{ct}$ đến $H_{ct} + 0,5m$	Độ dự phòng $z_1, m$	
	Ở cửa vào cảng và các vũng đậu tàu ở cửa vào hoặc ở bên ngoài	Ở tất cả các vũng khác của khu nước
Bùn	0,04 T	0,03 T
Đất bồi (cát bồi, vỏ sò hén, sỏi)	0,05 T	0,04 T
Đất chặt (cát, sét)	0,06 T	0,05 T
Đá	0,07 T	0,06 T

Ghi chú:

1.T - Mớn nước của tàu tính toán;

2. Khi mặt dưới của lớp đất đáy trên cùng nằm cao hơn độ sâu  $H_{ct} + 0,5m$  thì độ dự phòng  $z_1$  được lấy đối với loại đất nằm bên dưới nếu nó là loại đất chặt hơn;

3. Khi trong đất ở đáy khu nước có đá tảng lặn thì độ dự phòng  $z_1$  lấy theo bảng 3 ứng với đá;

4. Khi công trình bến được thiết kế với lớp đệm đá ở nền nhô ra ngoài đường mép bến 2m trở lên thì trị số  $z_1$  cũng lấy như với đáy là đá;

5. Nếu độ dự phòng cho sa bồi  $z_1 \geq 0,05m$  và loại đất sẽ lắng đọng trong phạm vi  $z_1$  này là đất bùn thì giá trị của  $z_1$  có thể giảm bớt khi có đủ luận cứ.

5.3.3. Độ dự phòng  $z_2$  cho sóng để xét đến độ chìm gia tăng của đầu cuối của tàu khi có sóng. Giá trị của  $z_2$  lấy theo bảng 4 phụ thuộc vào chiều dài tàu tính toán và chiều cao sóng có tần suất 1 lần trong 25 năm xác định theo biểu đồ phân bố chiều cao sóng đảm bảo suất 3% (trong hệ sóng) đối với mũi mở ra phía biển.

**Bảng 4**

Chiều dài tàu, m	Chiều cao sóng, m							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
	Độ dự phòng $z_2, cm$							
75	10	17	34	58	76	102	130	158
100	5	14	28	46	65	87	112	136
150	0	9	20	34	51	69	87	108
200	0	5	15	26	40	57	72	92
250	0	3	10	21	33	48	63	80
300	0	0	7	16	25	39	56	68
400	0	0	4	11	18	31	51	58

*Ghi chú:*

1. Biểu đồ phân bố chiều cao sóng trong khu nước được lập có xét đến độ sâu trong khu nước đã được nạo vét đến cao độ đáy thiết kế, và cũng đã xét đến các hiện tượng khúc xạ và giao thoa sóng khi có các công trình xây dựng.

2. Nếu góc giữa hướng sóng chính và trục tàu (đang chạy hoặc neo đậu) bằng  $35^\circ$  thì các giá trị  $z_2$  trong bảng 4 được nhân với hệ số 1,4, nếu góc đó bằng  $90^\circ$  thì nhân với 1,7. Khi góc nằm giữa  $15$  và  $35^\circ$  thì nội suy hệ số đó giữa 1,0 và 1,4, còn khi góc từ  $35^\circ$  đến  $90^\circ$  thì nội suy giữa 1,4 và 1,7.

3. Với các giá trị trung gian của chiều dài tàu thì  $z_2$  xác định bằng nội suy.

**5.3.4. Độ dự phòng về vận tốc  $z_3$  được xác định theo bảng 5.**

**Bảng 5**

Vận tốc tàu		Độ dự phòng $z_3$ , cm
hải lý/h	m/sec	
3	1,6	15
4	2,1	20
5	2,6	25
6	3,1	30

*Ghi chú* (bảng 5): Độ dự phòng về vận tốc chỉ đưa vào tính toán độ sâu khu nước ở những vùng nào mà ở đó tàu tự chạy, không dùng tàu lai dắt.

**5.3.5. Độ dự phòng cho sự nghiêng lệch của tàu  $z_0$  được xác định theo bảng 6.**

**Bảng 6**

Loại tàu	Độ dự phòng $z_0$ tính theo bề rộng tàu, m	Góc nghiêng lệch của tàu độ
Tàu dầu	0,017 B	2
Tàu chở hàng khô, tàu hỗn hợp	0,026 B	3
Tàu chở gỗ	0,044 B	5

5.3.6. Độ dự phòng  $z_4$  cho sa bồi và hàng rời rơi vãi xuống khu nước trong cảng phải lấy tùy thuộc vào mức độ sa bồi dự kiến trong thời gian giữa hai lần nạo vét duy tu (kể cả bị hàng rời rơi vãi xuống trong khu nước), nhưng không được nhỏ hơn trị số 0,4m để đảm bảo tàu nạo vét làm việc có năng suất.

5.4. Chiều sâu nước trước bến nên quy định theo các cấp chiều sâu định hình ghi ở bảng 7.

Bảng 7

Loại vận tải	Chiều sâu định hình trước bến (m)								
	Bến dùng cho								
	hàng công-tenơ	hàng bách hoá và gỗ	hàng rời đổ đồng	dầu thô	sản phẩm dầu và hàng lỏng khác	hàng chở bằng tàu pha sông biển và tàu sông	vận tải bằng sà lan(tàu chở sà lan/sà lan)	bến hành khách	bến cho đội tàu công vụ của cảng
Biển xa	11,5	9,75	13,0	16,5	9,75	-	9,75/5,0	8,25	-
	13,0	11,5	15,0	18,0	11,5	-	11,5/5,0	9,75	-
	15,0	13,0	16,5	20,0	13,0	-	13,00/5,00	11,5	-
	-	-	18,0	22,0	15,0	-	-	-	-
	-	-	20,0	24,0	16,5	-	-	-	-
	-	-	22,0	27,0	-	-	-	-	-
Ven biển	-	-	24,0	-	-	-	-	-	-
	8,25	8,25	8,25	13,0	8,25	5,0	8,25/5,0	6,50	-
	9,75	9,75	9,75	15,0	9,75	6,5	9,75/5,0	8,25	-
	11,5	11,5	11,5	-	11,5/5,0	-	11,5/5,0	-	-
	-	-	13,0	-	-	-	-	-	-
Địa phương	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-
	6,5	5,0	5,0	-	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	-	6,5	6,5	-	6,5	6,5	-	6,5	6,5


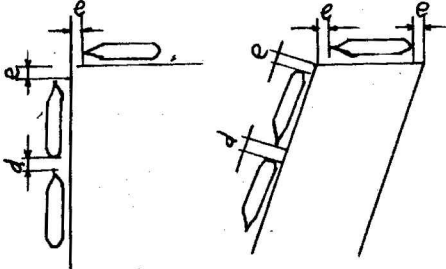



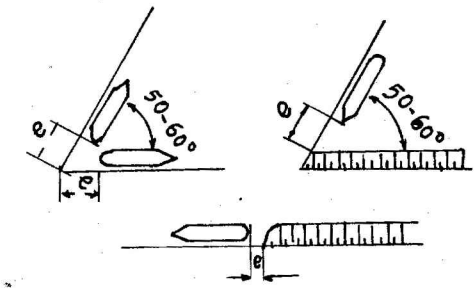
**6. CÔNG TRÌNH BẾN CHIỀU DÀI VÀ CÁCH BỐ TRÍ BẾN**

**6.1.** Số lượng bến trong một cảng cần được xác định căn cứ vào lưu lượng hàng tính toán và khả năng thông qua của bến. Số lượng bến trong nhà máy sửa chữa tàu được xác định căn cứ vào kế hoạch sản xuất của nhà máy và sơ đồ bố trí tàu.

**6.2.** Chiều dài bến cần được xác định căn cứ vào chiều dài gabari của tàu tính toán và khoảng cách dự phòng đầu bến xác định theo bảng 8.



Bảng 8

Sơ đồ bố trí tàu	Khoảng cách dự phòng đầu bến khi chiều dài tàu, m, bằng:				
	>300	300-201	200-151	150-100	<100
<p>1. Khoảng cách d giữa các tàu, m</p> 	30	25	20	15	10
<p>2. Khoảng cách e giữa tàu và điểm cuối đoạn thẳng tuyến bến, m</p> <p>a)</p> 	30	25	20	10	5
<p>b)</p> 	45-40	30	25	20	15
<p>c)</p> 	30/25	20	15	15	10
<p>d)</p> 	-/60	50	40	30	20
<p>e)</p> 	20	15	15	10	10

*Ghi chú:*

1. Các yêu cầu của điều này không dùng cho các bến dạng đảo và các bến nằm trên bờ biển không được che chắn.
2. Trường hợp tuyến bến gãy khúc thì khoảng cách giữa hai tàu được xác định xuất phát từ các điều kiện và sự thuận tiện cho các thao tác bốc xếp hàng, cho sự hoạt động của tàu khi khai thác ở bến và các điều kiện cụ thể khác của đồ án.
3. Với các tàu dài hơn 300m các số ghi ở mẫu số trong bảng 8 là dùng cho sơ đồ có gia cố bờ.

**6.3. Khi bố trí các công trình bến cần xét đến:**

- Sự thuận tiện và an toàn cho tàu ra vào bến; bến được che chắn sóng;
- Các điều kiện địa chất công trình;
- Mức độ bồi lấp ít nhất và không bị bào xói ở đáy khu nước trước bến;
- Khu đất của cảng có đủ kích thước cần thiết;
- Khối lượng đào đắp ít nhất khi tạo khu đất và nạo vét khu nước.

Khi diện tích khu đất của cảng tương đối hẹp thì phải ưu tiên dùng phương án bến nhô nếu điều kiện khu nước cho phép. Việc lựa chọn sơ đồ bố trí hệ thống bến trong cảng cho từng trường hợp cụ thể được thực hiện trên cơ sở luận chứng kinh tế kỹ thuật của nhiều phương án mặt bằng tổng thể.

**6.4. Các kết cấu công trình bến và điều kiện chính để sử dụng chúng ghi ở bảng 9.**

**Bảng 9**

<i>Các kết cấu công trình bến</i>	<i>Điều kiện sử dụng chủ yếu</i>
1. Bến liền bờ và bến nhô kiểu bệ cọc cao trên cọc ống bằng thép hoặc bê tông cốt thép với kết cấu bên trên là bê tông cốt thép lắp ghép, nửa lắp ghép hoặc đổ tại chỗ.	Đất cho phép hạ cọc và cọc ống đến độ sâu yêu cầu.
2. Bến liền bờ trên trụ cọc, có tường chắn phía trước và phía sau; bến tường chắn thép hoặc bê tông cốt thép.	Đất cho phép hạ cọc và cọc ống đến độ sâu yêu cầu
3. Bến liền bờ và bến nhô kiểu cầu trên trụ cọc với kết cấu bên trên nửa lắp ghép; các trụ tựa tàu loại mềm hoặc cứng bằng cọc thép hoặc bê tông cốt thép.	Như trên
4. Bến liền bờ bằng các khối thường hoặc khối định hình.	Đất đá, đất chặt hoặc chặt trung bình.
5. Bến liền bờ bằng các khối cực lớn, bằng cọc ống đường kính lớn và bến liền bờ dạng tường góc.	Đất đá, đất chặt và chặt trung bình hoặc đất yếu nhưng đã được gia cố đặc biệt để chịu được các tải trọng khai thác.
6. Bến liền bờ và bến nhô kiểu cầu trên các trụ bằng khối thường, khối cực lớn.	Đất đá, đất chặt hoặc chặt trung bình.

*Ghi chú:*

1. Đối với các kết cấu công trình bến không ghi ở bảng 9 thì khi sử dụng phải luận cứ về tính hợp lý.

2. Các kết cấu công trình bến ở điểm 4 chỉ dùng cho các công trình từ cấp II đến cấp IV; còn ở các điểm 1 - 3, 5 và 6 dùng cho mọi cấp công trình.

Ngoài các điều kiện địa chất công trình nêu ở bảng 9, khi chọn phương án kết cấu cần xét các điều kiện khác: sóng, môi trường xâm thực, cấp động đất của khu vực, nguồn vật liệu xây dựng địa phương, khả năng của đơn vị thi công, các tuyến đường vận tải của khu vực xây dựng v.v....

## 7. VẬT LIỆU XÂY DỰNG

**7.1.** Để chế tạo các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép của các công trình bến cảng biển phải dùng bê tông thủy công nặng phù hợp với TCVT 4116 - 85 "Kết cấu bê tông với bê tông cốt thép thủy công".

Trong đồ án cần ghi rõ các yêu cầu đối với bê tông căn cứ vào kết cấu công trình và điều kiện làm việc của bê tông và phù hợp với các chỉ dẫn của bản tiêu chuẩn này. Các yêu cầu đối với bê tông được đặc trưng bằng mác theo độ bền và độ chống thấm.

*Ghi chú:*

1. Cũng cho phép sử dụng bê tông Keramzit nhẹ nếu có đủ luận cứ.

2. Để làm lớp phủ mặt bến phải dùng bê tông phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế công nghệ cảng biển.

**7.2.** Mác bê tông theo độ bền được xác định bằng tính toán, có xét cả các yêu cầu về tuổi thọ.

Tùy theo đặc điểm cấu tạo và điều kiện chịu lực trong công trình, mác bê tông dùng cho các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép nên lấy theo bảng 10.

**Bảng 10**

N <sup>o</sup>	Loại kết cấu hoặc cấu kiện	Mác bê tông theo độ bền chịu nén, kg/cm <sup>2</sup>
1	Cọc và cọc ống, cấu kiện lắp ghép của kết cấu phần trên, bản tường góc bằng bê tông cốt thép UST	300-600
2	Như trên, bằng bê tông cốt thép thường	200-400
3	Các cấu kiện và kết cấu bằng bê tông và bê tông cốt thép chịu mài mòn (áo đường, đai bảo vệ, ống, bản chắn v.v...)	300-600
4	Các khối bê tông, các cấu kiện bê tông và bê tông có cốt của kết cấu nằm trên mặt nước (tường chắn, rầm mũ)	150-300
5	Bê tông lấp hốc neo đầu các bó cốt thép; bê tông làm thanh neo bê tông cốt thép, làm các tấm đệm mặt, làm các thanh đai phân bố lực	400-600

6	Bê tông đổ liền kết các khe nối và các nút chịu lực	Mác thiết kế lấy cao hơn một cấp so với bê tông của các cấu kiện được liền kết, còn đối với bê tông có mác $\geq 400$ thì lấy bằng mác bê tông của các cấu kiện được liền kết.
---	---	--

**Ghi chú:**

1. Mác bê tông cho các kết cấu và cấu kiện ở các điểm 2 và 4 có thể lấy cao hơn khi có yêu cầu theo kết quả tính toán về độ bền, độ bền chống nứt và chống thấm nước.

2. Với các kết cấu ứng suất trước dùng bó thép bằng các sợi nhẵn hoặc có gờ, đường kính  $\geq 5\text{mm}$  - thì mác bê tông cần lấy  $\geq 400$ .

**7.3.** Trong đồ án thiết kế điển hình các công trình và kết cấu bến cần ghi rõ: mác bê tông theo tính chống thấm nước và các yêu cầu về tuổi thọ của bê tông trong điều kiện chịu tác động xâm thực của môi trường sẽ được xác định khi ứng dụng đồ án thiết kế điển hình vào địa điểm xây dựng cụ thể.

**7.4.** Các vật liệu dùng để chế tạo bê tông thuỷ công (xi măng, các phụ gia hữu cơ hoạt tính bề mặt, cát, đá dăm, sỏi, nước để trộn bê tông và nước rửa cốt liệu) cần thoả mãn các yêu cầu trong các tiêu chuẩn hiện hành. Ngoài ra, tùy theo mức độ xâm thực của môi trường và vị trí của kết cấu cần chọn vật liệu đáp ứng các yêu cầu của TCVN 3993 - 85 và TCVN 3994 - 85 về "Chống ăn mòn trong xây dựng - Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép".

**7.5.** Cốt thép dùng cho kết cấu bê tông cốt thép trong công trình bến phải thoả mãn yêu cầu của các TCVN về kết cấu bê tông và bê tông cốt thép và về chống ăn mòn trong xây dựng.

**7.6.** Đối với cốt thép không căng trước của các kết cấu bê tông cốt thép phải dùng chủ yếu các loại thép sau đây:

a. Cốt thép cán nóng loại A-III;

b. Cốt thép cán nóng loại A-II - dùng trong trường hợp khi cốt thép loại A-III không thể sử dụng có hiệu quả theo điều kiện hình thành vết nứt.

Ngoài ra cũng cho phép dùng:

c. Cốt thép cán nóng loại A-I - chủ yếu để làm cốt ngang của các cấu kiện thẳng, làm cốt cấu tạo và cốt lắp dựng;

d. Cốt thép sợi thông thường B-I và Bp-I đường kính  $\geq 5\text{mm}$  - để làm cốt ngang trong các cấu kiện cốt thép hàn và cốt thép buộc;

e. Cốt thép cán nóng loại A-IV và A-V - chỉ để làm cốt dọc chịu lực cho khung buộc và lưới buộc trong kết cấu bê tông cốt thép thường và bê tông ứng suất trước.

Cốt thép không căng trước từ các loại thép cán nóng A-I, A-II và A-III thường phải dùng ở dạng khung hàn và lưới hàn.

**7.7.** Cốt thép căng trước của các cấu kiện ứng suất trước phải làm chủ yếu bằng các loại thép sau đây:

a. Cốt thép cán nóng loại A-IV;

b. Cốt thép từ các sợi thép B-II và Bp-II với đường kính  $\geq 5\text{mm}$ .

Ngoài ra cũng cho phép dùng:

c. Cốt thép cán nóng loại A-V;

d. Cốt thép loại A-III được gia cường bằng kéo nguội có kiểm tra ứng suất và độ giãn dài;

e. Các cốt thép loại mới АПП-V và АПП-VI có khả năng chống gỉ cao. Việc sử dụng các loại thép này cần được luận cứ đầy đủ.

Cốt thép dọc chịu lực không căng trước loại A-IV và A-V được sử dụng kết hợp với cốt thép căng trước cùng các loại đó trong những trường hợp sau:

a. Khi trong các kết cấu liên tục nửa lắp ghép từ các cấu kiện ứng suất trước nếu dùng cốt thép thường loại A-I, A-II và A-III thì không thể đảm bảo chịu được mômen uốn quá lớn ở các tiết diện gối, là nơi không có ứng suất trước;

b. Khi cần tạo ra một sự phân bố vật liệu có hiệu quả nhất trong các cấu kiện bê tông cốt thép.

**7.8.** Khi chọn loại cốt thép theo tính toán cần xét các điều kiện nhiệt khi khai thác và tính chất tác động của tải trọng trên kết cấu.

**7.9.** Để làm các chi tiết chờ và các tấm liên kết thường dùng thép dẹt cacbon thường; mức thép được xác định tùy thuộc tính chất các tải trọng trên chi tiết chờ và các tác động nhiệt, phù hợp với TCVN về "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép".

**7.10.** Để làm các móc nâng cầu và lắp ráp của các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép lắp ghép chỉ được dùng cốt thép cán nóng loại A-II mức 10ГТ và A-I mức BCT3CΠ2 và BCT3CΠ2 hoặc các loại khác có tính năng tương đương.

**7.11.** Thép dùng cho các kết cấu thép của công trình bến phải thoả mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép hiện hành và các quy định của Tiêu chuẩn này.

**7.12.** Các kết cấu chịu lực bằng thép của các công trình bến phải làm từ thép dẹt mức BCTCΠ5, BCT3CΠ5 và BCTCΠ6 theo GOST 380-71 và mức 16Д theo GOST 6713-75 của Liên Xô, hoặc các loại thép khác có tính năng tương đương.

**7.13.** Thanh neo và các chi tiết liên kết của thanh neo phải làm bằng các loại thép dùng cho kết cấu hàn mức BCT3ΠC, BCT3CΠ2 và BCT3ГΠC2 theo GOST 380-71 và GOST 2590-71, cũng như các loại thép khác có các tính năng tương đương về mặt uốn lạnh, độ giãn dài tương đối và tính dễ hàn.

**7.14.** Tường cừ thép phải làm từ thép cacbon mức BCT3CΠ4 dùng cho kết cấu hàn theo GOST 380-71, thép hợp kim thấp mức 15XCi1Д theo GOST 19281-73 và mức 16XГ theo TY 14-1-33-71, cũng như các cọc cừ bằng thép của từ các loại thép khác có các đặc trưng cơ học và thành phần hoá học thích hợp.

**7.15.** Kết cấu phần trên của công trình bến dạng cầu phải làm bằng thép cacbon mức 16Д, và thép hợp kim thấp mức 15XCНД theo GOST 6713-75, cũng như các loại thép khác có các đặc trưng cơ học và thành phần hoá học tương đương.

**7.16.** Bulông để gắn các dầm liên kết và các bích neo phải được làm từ thép mức CT3CΠ3 theo GOST 1759-70 hoặc các loại thép khác có tính năng tương đương.

**7.17.** Đối với các cấu kiện lấy theo cấu tạo không phải tính toán thì nên dùng thép cacbon bình thường mức BCT3KN2 theo GOST 380-71\* hoặc các loại thép khác có tính năng tương đương.

**7.18.** Các bộ phận đúc dùng cho kết cấu thép nên thiết kế từ loại thép cacbon đáp ứng các yêu cầu của GOST 977-75\* và từ gang xám đáp ứng các yêu cầu của GOST 1412-79, hoặc các loại thép, gang tương đương.

**7.19.** Liên kết hàn của kết cấu thép phải làm từ các vật liệu hàn phù hợp với TCVN về kết cấu thép.

**7.20.** Đá để làm tầng thể giảm tải, làm tầng đệm dưới công trình bến và làm mái dốc găm bến, phải thoả mãn các yêu cầu của các tài liệu tiêu chuẩn tương ứng.

**7.21.** Đá dăm và sỏi để làm tầng lọc ngược, để gia cố đáy trước tường v.v... cần thoả mãn các yêu cầu của TCVN 1771-75 "Đá dăm, sỏi dăm, sỏi dùng trong xây dựng", đồng thời cần thoả mãn cả yêu cầu về tính toán không tan rã.

**7.22.** Để lấp phía sau tường bến (xem thêm điều 9.14) phải dùng đá hoặc cát thiên nhiên với thành phần hạt theo trọng lượng gồm trên 90% là loại hạt lớn hơn 0.1mm, trong đó có ít nhất là 50% số hạt lớn hơn 0,25mm.

Cũng cho phép dùng các loại đất cát khác có chứa cát pha bụi nếu thể tích các hạt sét và hạt bùn với cỡ hạt < 0.1mm không chiếm quá 5% trong khối cát.

*Ghi chú:*

1. Không cho phép đắp bằng đất có chứa muối sunphat và các hạt hữu cơ khác tan được trong nước với số lượng trên 5% khối lượng phần đất khoáng ở trạng thái khô. Muốn sử dụng cát bụi lẫn bùn để lấp lòng bến thì phải rửa sạch các hạt bé bằng thiết bị cơ giới thuỷ lực.

2. Có thể dùng đất có chất sét để đắp nếu điều đó đã được luận cứ qua kinh nghiệm thực tế sử dụng ở địa phương hoặc có các nghiên cứu riêng.

**7.23.** Để chế tạo các kết cấu gỗ của công trình bến (khung đệm tàu, cọc, rầm, trụ tựa tàu v.v...) thường dùng gỗ xẻ và gỗ cây đáp ứng các yêu cầu của TCXD 44-77 "Kết cấu gỗ". Ngoài ra cũng có thể dùng gỗ dán.

Đối với các kết cấu chịu lực và thiết bị đệm tàu phải dùng gỗ nhóm I và nhóm II, đối với các cấu kiện không quan trọng và không cần tính toán thì dùng gỗ nhóm II hoặc nhóm III.

**7.24.** Để cách âm, cách nhiệt và chống gỉ nên dùng:

a. Đối với các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - dùng các vật liệu bảo vệ phù hợp với TCVN 3993-85 "Chống ăn mòn trong xây dựng. Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép";

b. Đối với các kết cấu và cấu kiện bằng thép chịu tác động xâm thực - dùng các lớp phủ chống gỉ chịu được nước như lớp phủ bằng bitum, lớp phủ bằng keo dán, mactit quét trên giấy và trên vải, cũng như các lớp phủ bằng sơn; đối với các bộ phận đệm bằng thép trong các kết cấu bê tông cốt thép thì dùng các lớp phủ bảo vệ phù hợp với TCVN 3993-85;

c. Đối với các kết cấu và cấu kiện bằng gỗ có thể bị mục hoặc hà gỗ phá hoại - dùng biện pháp ngâm tẩm bằng dung dịch nước amôniac đồng hoặc tẩm crêôzôt;

d. Đối với các tấm gỗ lát mặt - dùng biện pháp ngâm tẩm bằng nhựa fenolafomandehit tổng hợp.

## 8. CÁC TRANG THIẾT BỊ CỦA CÔNG TRÌNH BẾN

**8.1.** Để đảm bảo việc khai thác bình thường của tuyến bến trong cảng hoặc trong nhà máy sửa chữa tàu, trên công trình bến có các trang thiết bị sau:



vận hành trên bến đó.

**8.8.** Dải mép bến cần có lớp phủ bằng bê tông xi măng, bê tông atphan hoặc bê tông cốt thép. Khi làm lớp phủ trên nền đắp thì trước khi đất đắp ổn định lún nên làm lớp phủ tạm, hoặc dùng các bản bê tông cốt thép lắp ghép làm lớp phủ tạm khi có lún cứ xác đáng.

Ghi chú: Lớp phủ ở dải mép bến phải thiết kế tương tự như lớp phủ khu đất cảng theo các yêu cầu của Tiêu chuẩn thiết kế công nghệ cảng biển.

**8.9.** Khi trên những công trình bến có các phương tiện vận tải chạy trên bánh làm việc thì dọc mép bến phải đặt các gờ chắn cố định hoặc tháo lắp được. Các gờ này cần phân biệt bằng màu sắc bằng cách sơn hoặc dán màng mỏng có màu.

**8.10.** Thang leo ở các công trình bến thường làm bằng thép cán (thép góc hoặc thép tròn). Bề rộng thang: không nhỏ hơn 40cm, khoảng cách giữa các nấc thang: 25-30cm, khoảng cách đến mặt tường: không nhỏ hơn 15cm. Thang thường đặt trong các rãnh đứng, không để nhô ra ngoài mặt tường bến.

**8.11.** Khi thiết kế kết cấu công trình bến cần căn cứ vào yêu cầu công nghệ để trừ tính trước việc lắp đặt các hệ thống công trình kỹ thuật (ống dẫn nước, ống dẫn khí, cáp điện v.v...), và cả các điểm cấp nước, cấp điện trên bến.

**8.12.** Tùy theo công dụng của công trình bến, trong các mạng công trình kỹ thuật có các thành phần sau:

a. Trên các bến hàng hoá trong cảng có các hệ thống cấp điện, cấp nước chữa cháy và sinh hoạt, thoát nước, thông tin, tín hiệu và các hệ thống khác xác định theo yêu cầu công nghệ;

b. Trên các bến trong nhà máy sửa chữa tàu có các hệ thống cấp điện cho tàu, cho máy hàn và cho các máy nâng cầu - vận chuyển, cấp nước cho tàu, thoát nước, cấp nước chữa cháy, cấp khí nén, thông tin và các hệ thống khác xác định theo yêu cầu công nghệ.

**8.13.** Các điểm phân phối để cấp nước ngọt cho tàu, cấp điện cho tàu và các máy bốc xếp, nối vào mạng thông tin phải đặt dọc theo tuyến mép bến với các cự ly được quy định tương ứng trong Tiêu chuẩn thiết kế công nghệ cảng biển và Tiêu chuẩn thiết kế công nghệ nhà máy sửa chữa tàu.

**8.14.** Không cho phép đặt các điểm phân phối của các mạng công trình kỹ thuật (cấp điện, cấp nước v.v...) cách bị trí bích neo tàu dưới 3m.

**8.15.** Kích thước hố để đặt các thiết bị phân phối được lấy tùy thuộc vào sơ đồ đầu nối vào các mạng công trình kỹ thuật và kết cấu công trình bến.

**8.16.** Vị trí, cao độ và kích thước các đường hào phải lấy theo sơ đồ công nghệ của các mạng công trình kỹ thuật.

## 9. CÁC YÊU CẦU CHUNG VỀ CẤU TẠO, ĐỐI VỚI CÔNG TRÌNH BẾN

**9.1.** Kết cấu công trình bến (phần ngập nước, kết cấu bên trên) phải được chia ra thành các phân đoạn bằng các khe lún và khe nhiệt độ thẳng đứng suốt chiều cao công trình, theo yêu cầu của các điều 10.3, 11.7 và 12.6;

Chiều dài các phân đoạn công trình bến cần được xác định tùy thuộc vào tải trọng, tác động nhiệt, tính chất nền và kiểu loại kết cấu.

Trong một số trường hợp chiều dài phân đoạn được xác định bằng tính toán theo các tác



động nhiệt - ẩm phù hợp với TCVN 4116-85 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công. Tiêu chuẩn thiết kế".

**9.2.** Để đảm bảo sự kết hợp chịu lực của các cấu kiện lắp ghép trong phạm vi một phân đoạn, liên kết giữa các cấu kiện này phải được thiết kế theo đúng các chỉ dẫn ở các điều 10.10, 10.22, 10.27, 11.5, 12.8 -12.11.

**9.3.** Thiết kế các nút liên kết phải xét đến các sai số cho phép về kích thước và về vị trí của các cấu kiện; các sai số cho phép này lấy theo quy định trong các tiêu chuẩn tương ứng.

**9.4.** Tải trọng trên các bích neo và vị trí, kết cấu, cách lắp đặt chúng phải lấy theo quy định ở điều 8.3.

Các khối gắn bích neo phải làm bằng bê tông đổ tại chỗ. Cho phép gắn bích neo vào các cấu kiện lắp ghép của kết cấu tầng trên.

Đối với tường cũ có neo và tường góc phải thiết kế khối bích neo có thanh neo phụ hoặc tăng cường thanh neo của tường mặt (xem điều 9.8);

**9.5.** Các kết cấu nhịp kiểu cầu cần được thiết kế theo cách tựa tự do có hạn chế chuyển vị ngang, phần trụ không ngập nước cần được thiết kế liên khối hoặc nửa lắp ghép với bích neo đặt trên các trụ.

**9.6.** Công trình bến cần được trang bị các thiết bị đệm để làm giảm tác động va của tàu (xem các điều 8.4 và 8.5).

**9.7.** Thanh neo phải gắn vào bản mặt hoặc tường mặt ở cao độ trên mực nước thi công để có thể tiến hành các công việc sửa chữa ở trên khô. Điều quy định này được châm chước với điều kiện có luận cứ xác đáng trong từng trường hợp cụ thể.

*Ghi chú:* Mực nước thi công là mực nước triều trung bình nhiều năm (trong thời gian  $\geq 10$  năm).

**9.8.** Trong mọi trường hợp, khi điều kiện cường độ và độ bền chống nứt của kết cấu bản mặt (hoặc tường mặt) cho phép, thì thanh neo của các khối bích neo nên đặt cùng cao độ với thanh neo của bản mặt (hoặc tường mặt). Khi đó đường kính thanh neo của khối bích neo phải lấy bằng đường kính của các thanh neo kia và cho phép giảm nhỏ bước thanh neo ở những chỗ đặt các khối bích neo.

*Ghi chú:*

1. Cho phép gắn thanh neo vào các khối bích neo ở cao độ cao hơn điểm gắn các thanh neo vào bản mặt (hoặc tường mặt).

2. Ở vị trí các khối bích neo, thay vì đặt các thanh neo phụ cho phép đặt các thanh neo có đường kính lớn hơn đường kính các thanh neo của bản mặt (hoặc tường mặt).

**9.9.** Các thanh neo (trừ các thanh neo của tường góc neo trong, xem điều 10.20) phải làm bằng thép tròn, gồm nhiều đoạn nối vào nhau.

Các đoạn thanh neo phải được nối vào nhau theo một trong các phương pháp sau:

- a. Hàn tiếp xúc trong nhà máy;
- b. Hàn máng;
- c. Hàn có tấm ốp hình trụ;
- d. Dùng tăng đơ.

Đầu ren của các đoạn để bắt êcu hoặc bắt tăng đỡ phải làm bằng thép tròn có đường kính lớn hơn đường kính của các đoạn neo chính và được hàn vào các đoạn đó theo một trong các phương pháp vừa nêu trên.

Khi xác định đường kính của đầu ren phải xuất phát từ điều kiện đường kính trong của đầu ren không nhỏ hơn đường kính đoạn thanh neo chính.

*Ghi chú:*

1. Ngoài thanh neo bằng thép tròn cho phép dùng các thanh neo có tiết diện khác khi có đủ luận cứ kinh tế - kỹ thuật.

2. Cho phép dùng thanh neo bằng thép có đường kính sợi  $\geq 5\text{mm}$ , còn khi có luận cứ riêng cũng cho phép dùng thanh neo bằng bê tông cốt thép, kể cả loại ứng suất trước với cốt thép cường độ cao kiểu bó hoặc bện.

**9.10.** Trong mọi trường hợp khi điều kiện thực tế cho phép, thì trong các kết cấu bến có thanh neo liên kết vào các trụ neo phải đóng các cọc đỡ có xà mũ hoặc buộc xà mũ vào các cọc sẵn có dưới các thanh neo để tránh cho thanh neo khỏi bị võng quá mức và làm dễ dàng cho việc xây lắp.

**9.11.** Khi các tác động của sóng, dòng chảy và chân vịt tàu tạo ra một lưu tốc gây xói của dòng nước ở đáy trước công trình bến thì trên một dải dọc theo trước công trình cần làm kết cấu chống xói cho nền. Độ lớn cỡ hạt đất trong lớp áo chống xói này được xác định bằng tính toán theo các quy định về xác định các tải trọng và tác động trên công trình thủy, và theo điều 13.26.

**9.12.** Kết cấu của các khe nối không đổ liền khối giữa các cấu kiện tường mặt của công trình bến cần đảm bảo đất không lọt qua và cố gắng không tạo ra cột nước ngầm sau tường mặt.

*Ghi chú:*

1. Yêu cầu này không cần xét đến khi sau công trình có lăng thể đá đổ với kết cấu lọc ngược ở mặt trên và ở mái dốc lăng thể đá.

2. Khi kết cấu công trình bến ngăn không cho nước ngầm chảy ra phía khu nước thì phải làm thiết bị thoát nước trên suốt chiều dài tuyến bến để dẫn nước đến các lỗ thoát nước ở tường mặt (xem phụ lục 2).

**9.13.** Phải làm tầng lọc ngược cho các lăng thể đá giảm tải, các mối nối bịt kín không ngăn được đất lọt qua, các thiết bị thoát nước, các đệm đá, các kết cấu gia cố mái dốc ở gằm bến, các mặt tiếp giáp giữa khối đắp bằng cát bên trên một khối đắp bằng vật liệu hạt thô.

Vật liệu để làm tầng lọc ngược là:

a. Sỏi, đá dăm và cát - nhiều lớp hoặc một lớp với thành phần hạt và chiều dày lớp được xác định trên cơ sở nghiên cứu thí nghiệm. Khi đó cần xét đến thành phần cơ học của đất đắp, chế độ sóng trong khu nước, biên độ thủy triều.

b. Vật liệu tổng hợp (tấm thấm) không thuộc loại hàng dệt.

*Ghi chú:*

1. Khi nền dưới lớp đệm là đất hạt thô thì có thể không cần làm tầng lọc ngược, trừ trường hợp đất dưới lớp đệm có thể bị xói ngầm do tác động của sóng.

2. Được phép đặt các tấm vật liệu tổng hợp (không thuộc loại hàng dệt) dưới lớp đệm đá để

làm tăng lọc ngược với điều kiện đảm bảo được hệ số ma sát tính toán giữa tấm thấm và đất nền.

3. Tầng lọc ngược bằng đá, đá dăm hoặc sỏi được phép làm theo các khuyến nghị ở phụ lục 2.

**9.14.** Khi lấp đất lòng bến trong phạm vi từ độ sâu đáy các công trình kỹ thuật ngầm trở lên phải dùng cát, đất loại cát, đá vụn, đá dăm, sỏi, và có thể dùng cả đá hộc (khi có đủ luận cứ trong đồ án).

Khi trong kết cấu bến có các thanh neo thì những yêu cầu nêu trên đây về vật liệu (trừ đá hộc) là yêu cầu đối với lớp đất lấp bên trên, tính từ độ sâu đặt thanh neo trở lên (xem thêm điều 9.13).

Từ cao độ đáy các công trình ngầm hoặc thanh neo trở xuống thì lòng bến phải lấp bằng các loại đất thoả mãn các yêu cầu của điều 7.22.

**9.15.** Hình dạng các cấu kiện kết cấu phải làm càng đơn giản càng tốt để đảm bảo khả năng chống ăn mòn cao nhất và thi công dễ dàng nhất.

**9.16.** Hạn chế đến mức tối đa việc tạo ra các vách ngăn làm ngưng đọng hơi nước biển ở gầm bến và có biện pháp kết cấu thích hợp để thông thoáng hơi nước đó.

**9.17.** Chiều dày các cấu kiện bê tông cốt thép của kết cấu công trình cần được xác định bằng tính toán. Ngoài ra, để đảm bảo tuổi thọ đối với các kết cấu công trình bến chủ yếu, chiều dày cấu kiện cần lấy không nhỏ hơn các trị số nêu ở bảng 11.

**Bảng 11**

Cấu kiện	Bề dày tối thiểu, cm
Các cấu kiện thuộc kết cấu phần trên của bộ cọc cao, các tấm bản mặt cửa tường góc, các cọc cử phẳng và cử chữ T - bằng BTCT ứng suất trước	15
Như trên, bằng BTCT thường...	20
Cọc ống đường kính $\geq 1\text{m}$ bằng BTCT ứng suất trước .....	12
Như trên, bằng BTCT thường ....	15

**9.18.** Bề dày lớp bê tông bảo vệ phải lấy theo các chỉ dẫn của TCVN 4116-85 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công".

Ghi chú: Đối với cốt thép thanh chịu lực nằm ở phía mặt tiếp xúc với đất đắp của cấu kiện bê tông cốt thép, cũng như cốt thép thanh chịu lực của cấu kiện BTCT quay ly tâm, chiều dày lớp bảo vệ có thể giảm xuống 40mm.

**9.19.** Để tăng tuổi thọ của các kết cấu và cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép, ngoài các giải pháp kết cấu đã nêu ở các điều 9.17 và 9.18, cần phải:

- Ưu tiên dùng kết cấu ứng suất trước;
- Hạn chế ứng suất nén trong bê tông của các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép;
- Dùng các cấu kiện có tỉ số bé nhất giữa diện tích bề mặt chịu tác động xâm thực trên thể tích cấu kiện;
- Dùng các đai hoặc vỏ bọc bảo vệ, kiểu cố định hoặc tháo lắp được, làm bằng vật liệu có

độ chống gỉ cao hoặc chịu được mài mòn;

e. Dùng các tấm chắn để bảo vệ các kết cấu kiểu bê tông cao, dùng các đai chống va trôi kết hợp với tăng tiết diện cấu kiện đối với các kết cấu dạng tường.

**9.20.** Bê tông cốt thép lắp ghép phải làm thành các cấu kiện lớn xuất phát từ sự hợp lý về kinh tế - kỹ thuật và trong phạm vi cho phép về điều kiện chế tạo, vận chuyển và xây lắp.

*Ghi chú:*

1. Trong đồ án phải xem xét khả năng vận chuyển các cấu kiện BTCT lắp ghép để dựng đứng trên xe nhờ các bộ gá lắp chuyên dụng.

2. Khi điều kiện nâng cầu và vận chuyển cho phép phải xét đến việc gộp thành khối lớn các cấu kiện chế tạo trong nhà máy bằng cách lắp ráp sơ bộ và làm liền khối trên bãi cạnh công trường trước khi lắp đặt vào công trình.

3. Nên chuyên chở các cấu kiện lắp ghép bằng phương tiện vận tải biển nếu xét thấy có khả năng và hợp lý về mặt kinh tế.

**9.21.** Các kích thước gabari và cốt thép của các cấu kiện được xác định từ điều kiện khai thác, đồng thời cần thoả mãn các yêu cầu về vận chuyển và xây lắp kết cấu (xem điều 9.26).

Các kích thước gabari của cấu kiện lắp ghép phải xác định từ điều kiện giảm số lượng các chủng loại kích thước đến con số tối ưu, bằng tính toán và so sánh kinh tế kỹ thuật, có xét đến những yêu cầu về thống nhất hoá các cấu kiện cũng như thiết bị chế tạo chúng.

Trọng lượng và kích thước gabari của cấu kiện lắp ghép cần phù hợp với công nghệ chế tạo chúng.

**9.22.** Tương ứng với các sơ đồ xây lắp và bố trí kết cấu của công trình, trong các cấu kiện BTCT lắp ghép phải đặt các chi tiết chờ nhằm đảm bảo việc liên kết chắc chắn các trang thiết bị sau:

- a. Các thiết bị công nghệ cố định, các ray đường cần trục;
- b. Các cấu kiện với nhau khi xây lắp và khai thác;
- c. Các thanh neo thép;
- d. Các thiết bị neo tàu và đệm tàu, thang leo;
- e. Các kết cấu phủ ngoài mỗi nôi, các cấu kiện không liên kết vào nhau của tường mặt;
- g. Các máy rung;
- h. Các móc cầu để nâng cầu cấu kiện khi vận chuyển và xây lắp.

**9.23.** Các chi tiết chờ và bố trí chúng trong các cấu kiện lắp ghép phải thực hiện theo hướng thống nhất hoá để tránh lãng phí thép.

**9.24.** Nhằm tạo lỗ xuyên trong các cấu kiện BTCT để đút bulông, móc neo tàu, thanh neo v.v..., trước khi đổ bê tông cần đặt các chi tiết chôn sẵn để lại trong bê tông dưới dạng ống và hộp, tạo thành lớp lát mặt bê tông trong lỗ.

**9.25.** Vị trí các chi tiết chờ phải đảm bảo khả năng đầm chặt được bê tông bao quanh chi tiết đó.

**9.26.** Để nâng cầu các cấu kiện lắp ghép, phải đặt trước trong cấu kiện các móc tháo lắp được kiểu vít hoặc móc cố định bằng thép tròn (xem điều 7.10), hoặc chừa các lỗ và đặt các chi tiết chờ để lắp khoá cầu.

Sơ đồ bố trí các chi tiết để móc cầu nối trên phải xác định bằng tính toán sao cho nội lực xuất hiện ở các tiết diện cấu kiện trong quá trình vận chuyển và lắp dựng thường là nhỏ hơn khi khai thác.

**9.27.** Khi thiết kế các cấu kiện BTCT phải tuân thủ các yêu cầu cấu tạo đã nêu trong các TCVN về "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép" và "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công", cũng như các quy định trong bản Tiêu chuẩn này.

**9.28.** Việc ghép nối các cấu kiện BTCT của kết cấu lắp ghép phải thực hiện theo các chỉ dẫn trong TCVN về "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép".

**9.29.** Các mối nối hình vòng thắt nên làm bằng thép tròn trơn loại A-I với đường kính vòng  $\geq 5d$  ( $d$ -đường kính thanh thép). Trong phạm vi lõi mối nối phải đặt ít nhất là 6 thanh theo hướng vuông góc với thanh vòng. Nếu các mối nối này chịu uốn thì trong phạm vi lõi phải có đoạn thẳng với chiều dài bằng đường kính vòng uốn.

Cho phép dùng thép tròn có gờ để làm thanh vòng, nhưng đường kính uốn cong của thanh thép phải  $\geq 8d$ .

**9.30.** Liên kết hàn cốt thép phải theo đúng các yêu cầu của tiêu chuẩn về liên kết hàn cốt thép của các cấu kiện và kết cấu BTCT và các tiêu chuẩn về kết cấu bê tông và BTCT.

**9.31.** Khi dùng thép A-III<sub>R</sub> làm cốt thép cho các đoạn cọc ống UST phải dùng những thanh nguyên, hai đầu hàn nối vào hai thanh mút có đường kính lớn hơn bằng phương pháp hàn tiếp xúc. Trong đồ án cần chỉ rõ các yêu cầu sau:

a. Trước khi căng, cốt thép phải được hoá cứng bằng cách kéo nguội sau khi đã hàn các thanh mút;

b. Chiều dài và đường kính các thanh mút;

c. Khi hàn cốt thép (các thanh mút) vào vành cọc ống phải có chế độ hàn thích hợp để không gây ra hiện tượng quá nhiệt của thép làm giảm độ hoá cứng đã đạt được bằng kéo nguội trong cốt thép chủ.

**9.32.** Trong quá trình thực hiện các thao tác thi công (ví dụ: cắt đầu cọc hoặc cọc ống v.v...) các cấu kiện có thể bị mất ứng suất trước trên một phần chiều dài cấu kiện và do đó không còn đảm bảo được các yêu cầu về độ bền chống nứt hoặc về trị số giới hạn độ mở rộng vết nứt. Khi đó, các đoạn mất UST này phải được gia cường có xét đến việc thực hiện các yêu cầu về mở rộng vết nứt trong bê tông, hoặc trừ định các biện pháp bảo vệ để đảm bảo khả năng chống ăn mòn của cấu kiện.

**9.33.** Để tránh cho đầu cọc khô bị hư hỏng khi rung hoặc đóng phải đặt các cốt ngang bằng lưới hàn; khoảng cách giữa các lưới và giữa lưới trên cùng với đầu cọc không nhỏ hơn 5cm. Số lượng lưới xác định bằng tính toán và không ít hơn 5.

Các cốt ngang trên đoạn dài 1m ở đầu và mũi cọc phải bố trí theo các yêu cầu đã nêu trong TCVN về kết cấu bê tông và bê tông cốt thép đối với loại cấu kiện chịu nén lệch tâm có đặt cốt xiên. Ở đoạn giữa của cọc, bước cốt ngang xác định bằng tính toán theo độ bền hoặc lấy theo cấu tạo, nhưng phải  $\leq 20$  cm.

**9.34.** Để chống gỉ cho các cấu kiện kết cấu thép nên dùng sơn chống gỉ phù hợp với các yêu cầu của Tiêu chuẩn về chống ăn mòn cho các kết cấu kim loại.

Với các kết cấu chịu lực nằm trong nước biển và bị ăn mòn mạnh thì phải dùng biện pháp bảo vệ điện hoá hoặc làm kết cấu bảo vệ.

Khi cọc ván thép ở vùng mực nước dao động bị ăn mòn mạnh thì có thể dùng biện pháp bảo vệ bằng dầu mỡ BTCT (xem điều 11.6), còn cọc ống thép thì dùng vỏ bọc bằng BTCT.

## 10. CÁC YÊU CẦU CHỦ YẾU VỀ CẤU TẠO ĐỐI VỚI CÁC CÔNG TRÌNH BẾN KIỂU TRỌNG LỰC

10.1. Những yêu cầu của chương này dùng để thiết kế các kết cấu sau đây của công trình bến trọng lực:

- Tường góc có bản chống;
- Tường góc có neo ngoài, có hai gô tựa: gô trên nằm ở điểm thanh neo gắn vào tường, gô dưới nằm ở ngưỡng bản mỏng;
- Tường góc neo trong;
- Tường khối xếp không có khe nối thẳng đứng trong mặt cắt ngang tường, khối xếp trên cùng kéo dài tạo thành đoạn công xôn giảm tải;
- Tường bằng các khối bê tông rỗng xếp theo dạng cột;
- Tường bằng cọc ống đường kính lớn.

10.2. Khi nền công trình có thể bị lún nhiều và lún không đều do điều kiện địa chất công trình bất lợi thì không được áp dụng loại công trình bến trọng lực, nhất là loại khối xếp có quy cách.

Việc tăng tải trọng tác động lên nền trong quá trình thi công công trình bến không được gây ra các hiện tượng lún không đều, gây ra mở rộng khe nối trong khối xếp và sập đổ công trình.

*Ghi chú:*

1. Điều kiện địa chất công trình được coi là bất lợi khi ở nền công trình có đất loại sét bão hòa nước ở trạng thái dẻo và dẻo cứng với độ no nước  $G \geq 0,85$ , áp lực tính toán nằm trong khoảng  $R = (1,5 \div 3,0) \text{ kg/cm}^2$ , môđun biến dạng  $E \leq 150 \text{ kg/cm}^2$ .

Các loại đất trên còn có các đặc trưng phụ sau đây:

- Độ chặt thấp (hệ số rỗng  $e_p = \epsilon_n = 0,75$ );
- Độ ép lún lớn (hệ số ép lún  $a > 0,05 \text{ cm}^2/\text{kg}$ );
- Hệ số thấm bé và không đều nhau theo mọi hướng [ $k_t = (1.10^{-6} \div 1.10^{-9}) \text{ cm/sec}$ ];
- Độ bền tương đối bé [chỉ số lực kháng cắt trong phạm vi  $\tau = (0,02 \div 0,565) \text{ kg/cm}^2$  khi các chỉ số kháng cắt về ma sát là  $\varphi = (2 \div 20^\circ)$  và về dính là  $c = (0,05 \div 0,20) \text{ kg/cm}^2$ ];
- Thời gian ép lún ở trạng thái tự nhiên kéo dài, tính bằng năm, và đôi khi là hàng chục năm.

2. Công trình bến kiểu trọng lực nên dùng khi nền là đất chặt có độ ép lún bé với môđun biến dạng  $\geq 200 \text{ kg/cm}^2$ .

10.3. Kết cấu bến liên bờ kiểu trọng lực phải được chia ra thành các phân đoạn theo chiều dài bến. Các phân đoạn được phân cách nhau bằng các khe lún - nhiệt độ thẳng đứng trên suốt chiều cao bến.

Cầu dài phân đoạn được xác định tùy thuộc vào cấu tạo địa chất của nền, chiều cao tường bên và bề dày lớp móng đệm:



- Với nền đá, khi bề dày lớp đá đổ san móng  $\leq 1,5\text{m}$ , thì chiều dài phân đoạn bến  $\leq 45\text{m}$ ;
- Với nền không phải đá lấy chiều dài phân đoạn bến  $\leq 30\text{m}$  khi độ sâu trước bến  $< 13\text{m}$ , và lấy  $\leq 40\text{m}$  khi độ sâu trước bến  $\geq 13\text{m}$ .

*Ghi chú:*

1. Cho phép tăng chiều dài phân đoạn bến có luận cứ riêng trong đồ án.
2. Khi chia tường bến thành các phân đoạn cần xét tới việc bắt buộc phải bố trí khe lún ở những chỗ có thể có sự chênh lệch lớn về độ lún của từng đoạn công trình (chỗ có điều kiện địa chất thay đổi, chỗ tiếp giáp giữa công trình mới với công trình cũ, chỗ chiều cao tường thay đổi).

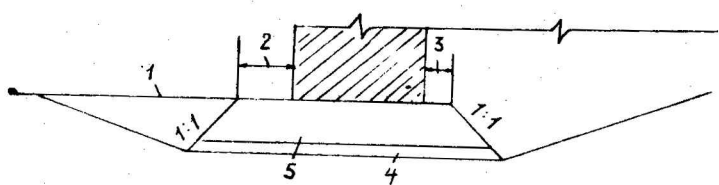
**10.4.** Khi xây dựng công trình bến trọng lực trên nền không phải đá cần làm lớp đệm bằng đá đổ. Lớp đệm này có thể đặt ngập trong đất nền hoặc đổ trên mặt đất nền (trường hợp đổ trên mặt cần chú ý các yêu cầu ở điều 8.4). Trước khi làm lớp đệm đá phải đổ lên mặt đất nền một tầng lọc ngược bằng đá dăm hoặc sỏi với bề dày  $\geq 0,3\text{m}$ , trừ trường hợp nền là đất hạt thô (xem ghi chú ở điều 9.13).

Nếu nền là đá thì không làm lớp đệm mà chỉ san nền bằng một lớp đá đổ có bề dày  $\geq 0,5\text{m}$ .

*Ghi chú:*

1. Đối với bến tường góc có neo ngoài cho phép làm lớp đệm bằng sỏi hoặc đá dăm nếu đảm bảo được điều kiện không bị xói.
2. Nếu nền là đá thì thay vì làm lớp đệm bằng đá đổ có thể làm một lớp san móng có bề dày  $\geq 0,25\text{m}$  bằng sỏi - đá dăm hoặc bằng vữa bê tông đựng trong bao tải.
3. Sự cần thiết phải làm tầng lọc ngược giữa lớp đệm đá và đất nền được xác định xuất phát từ khả năng xảy ra xói ngầm của đất nền dưới tác động của chân vệt tàu, của dòng chảy ở đáy và của sóng.

**10.5.** Mặt lớp đệm đá phải làm rộng hơn đế tường về cả hai phía (hình 1): phía biển  $\geq 2\text{m}$  phía bờ  $\geq 1\text{m}$ .



**Hình 1.** Mặt cắt ngang lớp đệm bằng đá đổ ở nền tường bến trọng lực

1. Đáy thiết kế; 2. Phần mở rộng phía biển  $\geq 2\text{m}$ ;
3. Phần mở rộng phía bờ  $\geq 1\text{m}$ ; 4. Đá dăm; 5. Đá đổ

**10.6.** Bề dày lớp đệm bằng đá đổ, kể cả tầng lọc ngược, phải xác định bằng tính toán và lấy không lớn hơn  $5\text{m}$  và không nhỏ hơn  $1\text{m}$ .

*Ghi chú:*



1. Cho phép làm lớp đệm dày hơn nếu có luận cứ kinh tế - kỹ thuật.
2. Đối với công trình bến kiểu tường góc cho phép lấy bề dày tối thiểu của lớp đệm là 0,75m.

**10.7.** Để làm các lớp đệm và các lăng thể giảm tải phải dùng đá có khối lượng 15 đến 100 kg mỗi viên.

Các yêu cầu về chất lượng vật liệu của đá đổ được quy định theo điều 7.20.

*Ghi chú:*

Nếu tường bến chịu các tác động của sóng thì khối lượng viên đá để đổ làm lớp đệm phải tính toán chịu được các tác động này.

**10.8.** Làm tầng lọc ngược cho các lớp đệm đá và các lăng thể giảm tải phải tuân theo các yêu cầu của điều 9.13.

Khi lớp đệm đá nằm trên nền là đất loại sét thì tầng lọc ngược cần làm bằng đá dăm lớn cỡ 7 - 10 cm.

Các yêu cầu về chất lượng vật liệu của tầng lọc ngược được quy định theo điều 7.21.

**10.9.** Đỉnh phần ngập nước của công trình bến cần làm đến độ 0,3 m trên mực nước thì công tính toán để đảm bảo khả năng thi công kết cấu tầng trên ở trên khô.

*Ghi chú:* Mực nước thi công tính toán phải quy định theo các chỉ dẫn ở mục ghi chú của điều 9.7.

**10.10.** Các phân đoạn bến tường góc bằng BTCT lắp ghép phải được cấu tạo hoặc bằng các khối có bản chống (xem điều 10.12) hoặc từ các bản mặt và bản đáy, các khe nối không ghép so le và không liên kết liền khối.

Trong phạm vi mỗi phân đoạn, các khối có bản chống và các bản mặt được liên kết liền khối qua kết cấu tầng trên bằng BTCT.

**10.11.** Bề rộng theo hướng dọc tuyến mép bến của các bản mặt và bản đáy của tường góc nên lấy đến mức tối đa theo khả năng cho phép chế tạo cấu kiện trong công xưởng và lắp đặt chúng ở công trường.

**10.12.** Bến tường góc có bản chống cho phép làm theo kiểu kết cấu lắp ghép từ các cấu kiện BTCT không ứng suất trước.

Tất cả các cấu kiện tạo thành một khối của kết cấu này được liên kết với nhau bằng cách đổ bê tông liền khối thông qua các cốt thép chờ và các chi tiết chôn sẵn.

**10.13.** Bản mặt của tường góc kiểu neo ngoài và neo trong thường phải làm bằng BTCT ứng suất trước.

Mác bê tông của bản mặt nên lấy không thấp hơn M 400.

Bản mặt trong các tường góc có neo ngoài cho phép làm bằng các cọc ván thép ghép vào nhau.

**10.14.** Để đảm bảo không cho đất lọt qua các khe thẳng đứng của tường góc phải làm các màn chắn đất.

Kết cấu màn chắn đất có thể lấy theo các thiết kế điển hình.

Cũng phải xem xét việc dùng màn chắn đất bằng các tấm lọc nước làm từ các vật liệu tổng hợp không thuộc loại hàng dệt.

**10.15.** Ở tường góc neo ngoài và neo trong, trên gờ các bản đáy thường làm các gối đệm bằng thép nhô ra ngoài mặt bê tông; còn ở vị trí đối diện các gối này trên bản mặt cũng làm các đệm thép chìm ngang mặt bê tông.

Chiều cao của gờ và cao độ đặt gối khớp cần phải lấy sao cho khi xảy ra biến dạng nền làm lún không đều bản mặt và bản đáy thì chúng vẫn tựa vào nhau chắc chắn.

**10.16.** Để đảm bảo ổn định của bản mặt khi lắp dựng, trước lúc lắp lòng bến, trong các bản đáy của tường góc kiểu neo trong và neo ngoài phải làm các gối đỡ tại chỗ để giữ cho bản mặt không bị đổ về phía bờ.

**10.17.** Lớp đệm cần được san phẳng cẩn thận trước khi lắp đặt lên đó các khối lắp ghép hoặc các cấu kiện tường trọng lực của công trình bến.

**10.18.** Mỗi bản mặt của tường góc kiểu neo trong hoặc neo ngoài phải được ghim giữ bằng hai thanh neo đặt ở cùng một cao trình (xem thêm các điều 9.7 và 9.8).

**10.19.** Đối với các tường góc neo trong thì trong kết cấu liên kết đầu các thanh neo phải trừ định khả năng điều chỉnh được chiều dài làm việc của các thanh neo này sau khi lắp dựng và trước lúc lắp đặt nhằm nắn thẳng mép trên tường mặt theo đúng tuyến mép bến thiết kế.

**10.20.** Trong các bến tường góc kiểu neo trong thì thanh neo nên làm từ thép rộng bản, khi đó cần đặt bề rộng bản thép trong mặt phẳng của mặt cắt ngang công trình.

Trong các bến tường góc kiểu neo ngoài thì thanh neo phải làm bằng thép tròn (xem các điều 9.9 và 9.10).

*Ghi chú:*

Khi có luận cứ kinh tế - kỹ thuật riêng thì được dùng các thanh neo có tiết diện khác hoặc thép hình.

**10.21.** Đối với các bến tường góc kiểu neo ngoài phải làm gối neo kiểu bản bê tông cốt thép. Cũng cho phép đóng cọc hoặc cừ làm tường neo để có thể thực hiện thi công trên khô khi liên kết đầu phía bờ của thanh neo.

**10.22.** Các phân đoạn bến kiểu tường xây bằng các khối xếp thông thường phải được xây thành những lớp nằm ngang có mạch so le hoặc xây thành những cột không so le mạch (xây kiểu cột). Các khối bê tông rỗng chỉ được dùng trong khối xây kiểu cột.

Trong tường xây thành những lớp nằm ngang có mạch so le, tính liên khối của phân đoạn bến được đảm bảo bằng việc xếp so le mạch và bằng kết cấu tầng trên BTCT. Trong trường hợp xây kiểu cột thì tính liên khối của phân đoạn được đảm bảo bằng kết cấu tầng trên BTCT.

*Ghi chú:*

Khối xếp thông thường là các khối bê tông có dạng hình hộp, kể cả loại hộp có mặt xiên và vát cạnh - Khối rỗng là các khối bê tông kiểu thùng không đáy với bề dày các tấm vách  $\geq 0,5\text{m}$ .

**10.23.** Trong các công trình bến kiểu tường xây bằng các khối thông thường, việc thay đổi độ sâu chân tường cần được thực hiện từng bậc với chiều cao bậc bằng một lớp khối xây.

**10.24.** Trọng lượng các khối chính nên lấy đến mức tối đa theo khả năng vận chuyển và lắp ráp.

Những khối có trọng lượng nhỏ hơn dùng để xếp ở đầu các lớp nhằm đảm bảo so le mạch đúng quy cách.

**10.25.** Trong phần ngập nước của công trình bến kiểu tường xây bằng các khối xếp thông thường, để làm các khối phải dùng bê tông có mác theo độ bền  $\geq 150$  khi độ sâu bến  $< 13\text{m}$ , và  $\geq 200$  khi độ sâu bến  $\geq 13\text{m}$ .

Các khối xếp ở lớp trên cùng để tạo mái côngxôn cho tường là những khối nằm ở vùng mực nước dao động. Mác bê tông của các khối này phải đáp ứng các yêu cầu về độ bền và không nhỏ hơn các trị số đã nêu ở điều này.

**10.26.** Chúng loại các khối thông thường cần chọn ở mức ít nhất, có luận cứ bằng các số liệu kinh tế - kỹ thuật.

Tỉ lệ kích thước của cạnh dài hơn trong mặt bằng của một khối trên chiều cao khối phải lấy như sau:

- Trong tường xây thành cao các lớp so le mạch: tỉ lệ này  $\leq 3$  đối với độ sâu bến  $< 13\text{m}$ , và  $\leq 2,5$  đối với độ sâu bến  $\geq 13\text{m}$ ;

- Trong tường xây kiểu cột không so le mạch: tỉ lệ này  $\leq 4$  đối với độ sâu bến  $< 13\text{m}$ , và  $\leq 3$  đối với độ sâu bến  $\geq 13\text{m}$ .

Tỉ lệ kích thước giữa cạnh ngắn hơn trong mặt bằng trên chiều cao khối cần phải lấy  $\geq 1$  trong tường xây thành các lớp so le mạch, và  $\geq 0,75$  đối với các khối nhỏ dùng xếp cho ngang bằng đầu các lớp.

*Ghi chú:*

Các yêu cầu của điều này không dùng cho các khối của lớp trên cùng nếu các khối đó được làm thành côngxôn giảm tải cho tường. Trong trường hợp này có thể phải dùng các khối có chiều cao nhỏ hơn và để bù lại phải tăng mác bê tông (xem điều 10.25.).

**10.27.** Trong bến tường xây so le mạch độ lệch giữa các mạch cần lấy như sau:

$\geq 0,9\text{ m}$  - trong mặt cắt ngang tường xây;

$\geq 0,7\text{ m}$  - trong mặt cắt dọc tường và trong mặt bằng mỗi lớp;

$\geq 0,9\text{ m}$  - trong các mặt cắt thẳng đứng của các trụ công trình bến.

*Ghi chú:*

Cho phép giảm độ lệch giữa các mạch xuống còn  $0,5\text{ m}$  với điều kiện số lượng các chỗ lệch mạch như vậy không chiếm quá 10% tổng số các mạch trong mặt cắt dọc tường hoặc trong mặt bằng mỗi lớp.

**10.28.** Bề rộng khe thẳng đứng giữa các khối trong cùng một phân đoạn cần lấy bằng:

$2\text{ cm}$  trong khối xây so le mạch;

$4\text{ cm}$  trong khối xây kiểu cột.

Bề rộng khe lún thẳng đứng giữa các phân đoạn cần lấy bằng  $5\text{ cm}$ .

**10.29.** Để đảm bảo không lọt đất qua các khe xếp cũng như để giảm áp lực chủ động lên công trình cần đổ lăng thể đá giảm tải sau tường hoặc dùng những biện pháp khác đã được kiểm nghiệm.

**10.30.** Đối với tường bên liền bờ bằng khối xây phải tiến hành chất tải trước cho tầng đệm nhằm nén chặt lớp đá đỡ tầng đệm và tạo độ nghiêng của tường theo quy định trong đồ án (xem phụ lục 3).

**10.31.** Thuộc loại tường bốn bằng cọc ống đường kính lớn là các kết cấu trọng lực bằng các cấu kiện BTCT vỏ mỏng hình trụ hoặc đa giác, bên trong nhồi đất, đặt trên lớp đệm đá hoặc đặt trực tiếp trên đất nền. Ngoài ra tỉ số giữa đường kính ống trên chiều cao công trình phải  $\geq 0,7$ .

Các ống có thể có kết cấu liền khối hoặc lắp ghép. Ống lắp ghép có thể làm từ các tấm phẳng hoặc tấm hình trụ đứng, nối vào nhau qua các liên kết liên tục kiểu cứng hoặc mềm, hoặc cũng có thể làm từ các đốt ống liền khối, đặt tự do lên nhau hoặc làm liền khối các mối nối sau khi lắp đặt.

## **11. CÁC YÊU CẦU CHỦ YẾU VỀ CẤU TẠO ĐỐI VỚI CÁC CÔNG TRÌNH BẾN DẠNG "TƯỜNG CỪ" MỘT TẦNG NEO**

**11.1.** Tường mặt trong các kết cấu bến kiểu "tường cừ" được làm bằng cọc ván thép hoặc cọc ván BTCT kiểu lạng trụ, hoặc bằng hàng cọc đóng liền nhau (cọc ống BTCT).

**11.2.** Tường mặt của tường cừ BTCT, bất luận thuộc kiểu kết cấu nào, cũng cần đảm bảo không cho đất lọt qua trên suốt chiều cao công trình bằng cách chèn kín khe giữa các cọc cừ (xem điều 9.12). Sự cần thiết phải chèn kín khe tới độ sâu thấp hơn đáy bến được quyết định theo yêu cầu đảm bảo không cho đất lọt qua tường.

**11.3.** Phải làm thiết bị thoát nước phía sau tường mặt của bến tường cừ trong trường hợp có thể hình thành cột nước ngầm sau tường, ví dụ như ở khu nước có mực nước dao động thường xuyên.

### *Ghi chú:*

1. Thiết bị thoát nước nên làm theo các số liệu nêu ở phụ lục 2 và theo các ghi chú ở điều 9.12;

2. Khi có đổ đá ở lòng bến sau tường thì không phải làm thiết bị thoát nước, nhưng cần bố trí các lỗ ở tường mặt để thoát nước ngầm.

**11.4.** Trong các bến liền bờ kiểu tường cừ có thể tăng cường khả năng chịu lực của tường bằng cách:

- Làm bộ giảm tải kèm theo các hàng cọc chắn đất;
- Đổ đất gia tải trước chân tường;
- Làm lạng thể giảm tải;
- Lắp lòng bến bằng đất có cốt;
- Các giải pháp công trình khác có tác dụng giảm áp lực chủ động và tăng áp lực bị động ở tường mặt.

**11.5.** Tường cừ bằng cọc ván BTCT và cọc ván thép hoặc tường bằng hàng cọc đóng liền nhau cần được liên kết với nhau ở đỉnh tường thông qua kết cấu phân trên bằng BTCT đổ liền khối hoặc nửa lắp ghép.

Đối với tường cừ bằng cọc ván thép, nếu điều kiện bố trí thiết bị đệm tàu và điều kiện

chống gỉ cho phép thì có thể làm một dầm mũ nhỏ bằng thép hoặc BTCT.

**11.6.** Cao trình đáy kết cấu phần trên bằng BTCT phải xác định từ yêu cầu bảo vệ khỏi tác động xâm thực cho đoạn cọc ván nằm ở vùng mực nước dao động. Cao độ này phải thấp hơn mực nước tính toán một đoạn  $\geq 0,2$  m.

*Ghi chú:*

Cho phép lấy cao trình đáy rầm mũ cao hơn điều quy định trên đây nếu có đủ luận cứ về đảm bảo tuổi thọ yêu cầu của công trình bên và điều kiện bề tạo mặt bố trí các thiết bị đệm tàu.

**11.7.** Các khe biến dạng - nhiệt độ trong kết cấu phần trên bằng BTCT của tường mặt phải bố trí cách nhau  $\leq 40$  m, và cả ở những chỗ điều kiện đất nền thay đổi đột ngột làm cho các bộ phận công trình có thể chuyển vị không đều.

Các khe biến dạng - nhiệt độ trong kết cấu phần trên bằng BTCT của tường cừ thép nên đặt ở các chỗ liên kết khoá giữa các cọc ván thép, tại đó các biến dạng nằm ngang và thẳng đứng có điều kiện để xảy ra.

**11.8.** Cấu tạo thanh neo và cách lắp đặt thanh neo phải thực hiện theo chỉ dẫn ở các điều 9.7 - 9.10.

**11.9.** Đối với các tường cừ có tường mặt bằng các cấu kiện BTCT dạng ống hoặc dạng chữ T tấm lớn, khi điều kiện biến dạng và ứng suất của tường mặt cho phép, phải trừ định việc căng trước các thanh neo (trước khi lấp đất lòng bến) để phân phối đều nội lực trong các thanh neo và đảm bảo tốt sự kết hợp chịu lực của cả hệ công trình (tường mặt - thanh neo - tường neo).

Trong quá trình căng trước thanh neo phải khống chế lực căng theo đúng trị số đã quy định bằng tính toán (xem điều 20.19).

**11.10.** Chỗ gián đoạn của đai liên kết phải lấy phù hợp với chỗ gián đoạn của kết cấu phần trên theo quy định ở điều 11.7, nghĩa là  $\leq 40$  m. Trong phạm vi một phân đoạn bến các dầm của đai liên kết được nối vào nhau bằng mối hàn cùng cường độ với thanh dầm hoặc hàn có tấm thép ốp.

Cho phép không hàn nối các dầm của đai liên kết, khi đó các sơ đồ tính toán của dầm phải lấy cho phù hợp với các điểm gián đoạn thực tế của dầm (xem phụ lục 4).

**11.11.** Gối neo phải làm dưới dạng tường bằng cọc hoặc cọc ván BTCT để có thể thi công trên khô khi liên kết thanh neo và căng trước thanh neo. Khi có đủ luận cứ kinh tế - kỹ thuật thì các gối neo cần làm dưới dạng bản neo BTCT hoặc bản neo ghép từ các đoạn cọc ván thép phế thải.

Khi có đủ luận cứ thì cho phép làm tường neo bằng cọc ván thép có đai liên kết hoặc làm các trụ neo bằng cọc đóng chum đầu, liên kết với nhau bằng một dầm mũ BTCT.

*Ghi chú:*

Ở những vùng có cấp động đất tính toán  $\geq 7$  thì nên dùng trụ neo kiểu cọc đóng chum đầu hoặc các kiểu gối neo cứng khác. Yêu cầu này là xuất phát từ sự cần thiết phải hạn chế biến dạng và chuyển vị của tường mặt trong bến tường cừ.

## 12. CÁC YÊU CẦU CHỦ YẾU VỀ CẤU TẠO ĐỐI VỚI CÁC CÔNG TRÌNH BẾN KIỂU BỆ CỌC CAO

**12.1.** Các cấu kiện công trình bến kiểu bê cọc cao phải được chế tạo chủ yếu là bằng bê tông cốt thép, trong đó đối với các cọc và cọc ống nền dùng BTCT ứng suất trước, còn kết cấu phần trên thì dùng BTCT thường hoặc có ứng suất trước.

Các cấu kiện của phần tiếp giáp sau bến phải làm bằng bê tông và bê tông cốt thép.

*Ghi chú:*

1. Sử dụng các cấu kiện thép để làm kết cấu chịu lực phải được luận cứ riêng trong đồ án.
2. Khi thiết kế trụ mềm (đàn hồi) chịu tải trọng tàu trong các bến nước sâu, thông thường cần phải dùng các ống bằng thép cường độ cao, với bề dày thành vách ống thay đổi và mômen kháng đàn hồi của tiết diện ống  $W$  đạt đến  $(0,01 \div 2,5) \text{ m}^3$ .

**12.2.** Bề rộng bê cọc của bến liền bờ kiểu bê cọc cao, độ nghiêng của mái dốc gằm bến và kết cấu bê cần được xác định trên cơ sở tính toán kinh tế - kỹ thuật, xuất phát từ điều kiện đảm bảo ổn định chung của công trình và điều kiện tiêu sóng.

**12.3.** Khi xác định bề rộng kết cấu phần trên của bê có xét đến các yếu tố sau:

- a) việc bố trí đường sắt, đường cần trục và các thiết bị khác;
- b) kết cấu gia cố mái dốc gằm bến và điều kiện ổn định của mái dốc đó;
- c) Kết cấu phần tiếp giáp sau bến với bờ và với các công trình hiện có.

*Ghi chú:*

1. Cho phép tăng bề rộng của kết cấu phần trên để đảm bảo điều kiện ổn định của mái dốc gằm bến khi điều kiện địa chất bất lợi nhưng phải có luận cứ về sự hợp lý so với các giải pháp khác (thay hoặc gia cố đất nền, giảm khoảng cách giữa các trụ, dùng các kết cấu neo v.v...).

2. Điều kiện địa chất được coi là bất lợi nếu nền là bùn, sét và á sét yếu với lượng ngậm nước cao: hệ số ngậm nước  $G \geq 0,85$ , chỉ số dẻo  $I_L \geq 0,75$ , mô đun biến dạng  $E \leq 50 \text{ kg/cm}^2$  khi hệ số cố kết  $c_v \leq 1.107 \text{ cm}^2/\text{năm}$ .

**12.4.** Chọn sơ đồ nền cọc của công trình bến phải xuất phát từ các yêu cầu sau:

- a) Bố trí cọc theo phương ngang phải xét đến:
  - vị trí các thiết bị đặt trên bến (đường cần cầu cống, đường sắt v. v...),
  - điều kiện có lợi nhất cho việc truyền hoạt tải lên các cọc;
  - bề rộng công trình đã xác định theo quy định ở điều 12.3;
- b) Khi xác định bước cọc (nhịp) theo phương dọc cần đạt được sự tương quan giữa các giải pháp kết cấu của bê cọc và nền cọc sao cho giá thành 1 m dài bến là nhỏ nhất. Đồng thời cần đảm bảo sử dụng tối ưu khả năng chịu lực của các cọc và độ ổn định của mái dốc gằm bến. Chiều cao các cấu kiện chịu lực của kết cấu phần trên phải thoả mãn các yêu cầu về độ bền, về độ mỏi (trong một vài trường hợp), độ chống nứt, đồng thời phải đảm bảo trị số độ võng cho phép không vượt quá  $(1/500) l$  trong phạm vi nhịp và  $(1/250) l_k$  trong phạm vi dầm hẫng ( $l$  và  $l_k$  tương ứng là chiều dài nhịp và chiều dài rầm hẫng). Xác định độ cao đáy kết cấu nhịp so với mực nước tính toán phải tính đến tác động của sóng lên đáy bê. Độ cao đó phải đủ



để có thể kiểm tra và sửa chữa bệ từ dưới gầm bển và phải cao hơn mực nước thi công tính toán từ 0,8 m trở lên (xem ghi chú ở điều 9.7).

*Ghi chú:*

Ngoài ra, nếu trên bệ cọc đặt đường cần trục và đường sắt, thì trị số biến dạng cho phép của kết cấu phần trên do tải trọng khai thác gây ra được quy định khi thiết kế với tính toán sao cho độ chênh cao giữa hai ray khi khai thác (gồm độ chênh xây lắp cộng với biến dạng) không vượt quá trị số cho phép theo các quy trình khai thác kỹ thuật hoặc theo lý lịch máy;

c) Khoảng cách tim tới tim của các trụ (cọc) thẳng đứng chịu tải trọng ngang phải lấy  $6 \geq D$  (D - cạnh dài của tiết diện cọc hoặc đường kính cọc ống).

Khoảng cách tim tới tim ở mặt phẳng chân cọc giữa các cọc đứng và cọc xiên phải lấy  $3 \geq D$  đối với các cọc treo (ma sát) và  $\geq 2,5 D$  đối với các cọc chông.

*Ghi chú:*

Trong một số trường hợp, khi cố luận cứ xác đáng trong đồ án thì khoảng cách theo phương ngang của các cọc chịu tải trọng ngang được phép lấy  $< 6D$  nhưng phải lấy  $\geq 3D$ .

**12.5.** Khi thiết kế nền cọc, tính hợp lý của việc đóng cọc xiên hay cọc chụm đầu thay cho cọc đứng cần được xác định tùy thuộc vào các yếu tố sau:

a) trị số tải trọng ngang tác động vào cọc;

b) số lượng cọc cần đóng thêm để chịu tải trọng ngang;

c) có thiết bị đóng cọc xiên hoặc cọc chụm đầu.

Tùy theo hướng tác động của tải trọng ngang mà các cọc xiên hoặc cọc chụm đầu trong công trình có thể bố trí trong mặt phẳng song song với tuyến mép bển hoặc trong mặt phẳng vuông góc với tuyến mép bển.

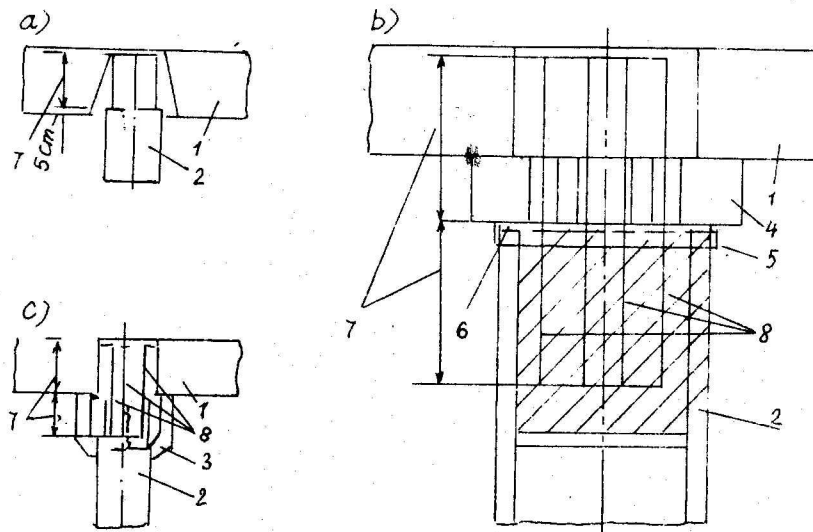
**12.6.** Khoảng cách giữa các khe biến dạng - nhiệt độ của bệ cọc BTCT phải lấy theo kết quả tính toán tĩnh học về sự làm việc của các trụ (cọc) chịu độ uốn gia tăng do biến dạng vì nhiệt của bệ, đồng thời xét cả các chỉ dẫn ở điều 8.3.

**12.7.** Ở các khe nhiệt độ của công trình bển kiểu bệ cọc cao phải làm các vấu, chốt hoặc các kết cấu truyền lực khác nhằm làm cho tải trọng do tàu tác động lên một phân đoạn bển có thể truyền sang các phân đoạn bên cạnh.

**12.8.** Bệ cọc phải liên kết cứng với nền cọc bằng cách ngàm đầu cọc vào bệ một đoạn  $\geq 5$  cm và để cốt thép chờ ở đầu cọc một đoạn dài bằng chiều dài neo phù hợp với TCVN về kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.

**12.9.** Ở các bệ bằng cấu kiện BTCT lắp ghép phải làm mộng khớp để ngàm các cốt thép chờ đầu cọc; các mộng khớp này sẽ được đổ bê tông liền khối khi lắp ghép công trình. Mặt bên của các mộng khớp phải làm nghiêng để đảm bảo truyền lực lên trụ (cọc) có hiệu quả, với giả thiết có sự hạn chế về độ dính bám ở mặt tiếp xúc giữa bê tông lắp ghép với bê tông đổ tại chỗ (hình 2a).





**Hình 2. Mặt cắt ngang mối nối giữa bệ và cọc (vùng lấp bê tông liên kết biểu hiện bằng đường gạch chéo).**

1. Bản kết cấu phần trên; 2. cọc; 3. mũ cọc; 4. dầm; 5. Vòng đai bằng thép tấm;
6. bê tông đệm; 7. chiều dài neo cốt thép; 8. cốt thép đặt thêm.

**Ghi chú:**

Yêu cầu về làm mặt nghiêng cho mộng khớp không dùng cho các trường hợp nêu ở điều 12.10.

**12.10.** Khi có làm mũ cọc hoặc khi có các cấu kiện dầm lắp ghép đặt trên các mộng ghép của bệ (hình 2b và c) thì được phép:

a) ngàm cốt chờ ở đầu cọc vào bê tông liên kết đổ trong lòng mũ cọc có đặt thêm các thanh cốt thép phụ để gắn liền mũ cọc với bệ (hình 2b);

b) với bệ là BTCT ứng suất trước thì đầu cọc không ngàm vào bệ mà chỉ cần đảm bảo sự tiếp xúc tốt ở đầu các cọc ống (hình 2c). Để đạt được điều này có thể đổ bê tông hoặc vữa ở chỗ tiếp xúc giữa đầu cọc ống với đáy bệ sau khi đã đặt các con kê để đảm bảo cao độ thiết kế của bệ.

Mối nối của cọc vào bệ trong trường hợp này phải được làm liền khối nhờ các cốt thép phụ lồng qua mộng khớp của dầm; đầu dưới của cốt thép phụ ngàm vào bê tông liên kết đổ trong lòng cọc ống còn đầu trên ngàm vào bê tông lấp mộng khớp của bệ.

Mối nối giữa cọc và bệ cần được bảo vệ khỏi các tác động ăn mòn.

**12.11.** Các cấu kiện lắp ghép trong kết cấu phần trên của bến bệ cọc cao BTCT phải được liên kết chắc chắn với nhau tạo thành một thể thống nhất khi tải trọng tác động vào kết cấu.

Khi thiết kế kết cấu liên kết cho các cấu kiện BTCT lắp ghép trong một phân đoạn bệ cọc của bến bệ cọc cao phải tuân thủ các chỉ dẫn sau đây:

a) các mối nối chịu lực, gồm mômen uốn và lực cắt của các cấu kiện lắp ghép của bệ được cấu tạo bằng cách hàn cốt thép chờ rồi đổ bê tông liên kết liền khối hoặc bằng cách hàn các chi tiết đặt sẵn (xem điều 9,28);

b) các mối nối chịu lực cắt của các cấu kiện lắp ghép được cấu tạo bằng cách chừa mộng khớp ở mặt tiếp giáp giữa các cấu kiện, sau khi đặt cấu kiện vào vị trí sẽ đặt cốt thép dạng xoắn ốc vào các mộng khớp này rồi đổ bê tông liên kết liền khối;

c) một số mối nối giữa các cấu kiện lắp ghép của bệ cho phép không cần liên kết mà "để hở" nếu điều kiện chịu lực của công trình chấp nhận giải pháp đó, còn điều kiện khai thác cũng cho phép có các chuyển vị tương đối theo đường tiếp giáp giữa các cấu kiện.

**12.12.** Bệ của công trình bến không làm với lớp ba lát bên trên (bằng cát, sỏi và đá dăm). Để làm phẳng bề mặt bến sau khi lắp đặt các cấu kiện lắp ghép dùng bê tông xi măng hoặc bê tông atphan phủ lên bề mặt đó, có xét đến yêu cầu đảm bảo các điều kiện cần thiết cho việc đặt đường ray trên bệ cọc cao.

*Ghi chú:*

Cho phép làm lớp ba lát trên mặt bệ với điều kiện có đủ luận cứ trong đồ án.

**12.13.** Ở các bệ cần bố trí việc thông gió cho khoảng không dưới gầm bến (xem phụ lục 5) và thoát nước mưa trên mặt bệ. Đối với các bến hoá chất cần đảm bảo nước có lẫn hoá chất không chảy xuống biển theo yêu cầu bảo vệ môi sinh.

**12.14.** Đối với các tấm đệm nhiệt độ trong các bệ cọc có chiều dài nhịp  $\leq 8$  m thì cho phép làm các bộ phận gối bằng thép lá.

Khi chiều dài nhịp  $> 8$  m thì trên các trụ cần sử dụng các bộ phận gối tiếp tuyến theo kiểu các gối của kết cấu nhịp cầu.

**12.15.** Cọc ống phải dùng loại ống liền hoặc loại ống nối từ các phân đoạn, liên kết với nhau qua các mối nối bằng kim loại hàn. Cường độ của mối nối phải bằng cường độ của thân cọc ống.

**12.16.** Khi có tác động bào mòn mạnh của bùn cát thì phần dưới của trục cọc nằm trong vùng sóng vỡ phải được bảo vệ bằng lớp áo BTCT tháo lắp được.

**12.17.** Khi thiết kế mái dốc gằm bến và kết cấu phần tiếp giáp của bến với bờ cần phải:

a) xác định kết cấu hệ tiêu sóng của phần tiếp giáp với bờ và kích thước các cấu kiện của hệ này trên cơ sở các kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, còn khi có các số liệu phù hợp thì dùng các kết quả khai thác trong thực tế. Trong trường hợp này nên làm theo các tài liệu ghi ở phụ lục 5;

b) quyết định độ dốc của mái dốc gằm bến xuất phát từ điều kiện ổn định của mái dốc và của nền. Trong trường hợp này cho phép đưa chân mái dốc ra quá mép tuyến đệm tàu với điều kiện tuân thủ các yêu cầu của điều 8.4.

c) trừ định việc gia cố mái dốc bằng đá đổ. Riêng phần trên của mái dốc, nơi chịu tác động xói lở mạnh, thì gia cố bằng đá lát chất lượng đảm bảo, khối lượng viên đá đủ để chịu tác động của sóng, hoặc phủ lên lớp đá đổ bằng các tấm bê tông cốt thép có tạo khe hở. Kích thước các cấu kiện dùng để gia cố phần trên của mái dốc được xác định theo kết quả các nghiên cứu nêu ở điểm a của điều này.

*Ghi chú:*

Sơ đồ bố trí công trình và loại kết cấu phần tiếp giáp của mái dốc với khu đất của bến phải được chọn sao cho không ảnh hưởng xấu đến chế độ sóng của khu nước.

**12.18.** Thiết kế nút liên kết các cấu kiện BTCT lắp ghép của công trình bến kiểu bệ cọc

cao phải xét đến các sai số cho phép về kích thước và vị trí của các cấu kiện lắp ghép.

Sai số cho phép so với vị trí thiết kế trong mặt bằng của cọc và cọc ống phải lấy theo yêu cầu của các quy trình thi công và nghiệm thu công trình.

### 13. CÁC QUY ĐỊNH CHUNG VỀ TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH BẾN

13.1. Các chuẩn tắc tính toán nêu trong bản Tiêu chuẩn này dùng để thiết kế các loại công trình bến chủ yếu, thuộc các cấp I - IV (xem các điều 2.3 và 2.6).

13.2. Khi thiết kế công trình bến ở biển cần làm các tính toán sau đây:

Theo nhóm I các trạng thái giới hạn (về mất khả năng chịu lực hoặc không còn sử dụng được) cần tính toán:

a) ổn định chung của toàn bộ công trình, còn đối với công trình bến kiểu bệ cọc cao và mái dốc gằm bến thì tính ổn định trượt theo mặt trượt cung tròn và mặt trượt gãy khúc (giả định), hoặc theo các phương pháp dựa trên lý thuyết cân bằng giới hạn phù hợp với tiêu chuẩn thiết kế nên các công trình thủy công (TCVN 4253-86) và các yêu cầu của Tiêu chuẩn này;

b) ổn định theo sơ đồ trượt phẳng, theo khe tiếp xúc giữa các khối xếp, theo mặt lớp đệm hoặc cùng với lớp đệm; ổn định trượt của kết cấu tầng trên khi chúng không được liên kết liền khối với kết cấu chính của tường, và ổn định lật (quay) quanh mép quay phía trước đối với công trình bến trọng lực. Các tính toán ổn định nói ở điểm này được thực hiện phù hợp với các chỉ dẫn của Tiêu chuẩn này.

*Ghi chú:*

Nếu điểm đặt của hợp lực các tải trọng ở đáy tường trọng lực hoặc ở các khe tiếp giáp giữa các khối xếp đảm bảo nằm trong phạm vi lõi tiết diện thì không phải tính toán về lật quanh mép quay;

c) ổn định quay quanh điểm neo của tường mặt trong bến tường cừ khi chân tường tựa tự do hay ngàm một phần - theo các chỉ dẫn của Tiêu chuẩn này;

d) ổn định của khối đất trước bản neo hoặc tường neo để đảm bảo khả năng neo cho kết cấu kiểu tường cừ - theo các chỉ dẫn của Tiêu chuẩn này;

e) khả năng chịu lực (độ bền) của các cấu kiện và nền của công trình bến - theo các chỉ dẫn của tiêu chuẩn này và các tiêu chuẩn về: "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép" (TCXD-41-70), "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công" (TCNV -4116-85), "Kết cấu thép" (TCXD-44-70), "Kết cấu gỗ" (TCXD-09-72), "Nền các công trình thủy công" (TCVN-4253-86);

đ) khả năng chịu lực của cọc và cọc ống dưới tác động của các tải trọng thẳng đứng và nằm ngang - theo các chỉ dẫn của tiêu chuẩn này và tiêu chuẩn thiết kế móng cọc (TCXD-21-72);

g) kết cấu chịu các tác động của nhiệt độ và độ ẩm - theo tiêu chuẩn "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công" (TCVN-4116-85);

h) ổn định hình dạng của kết cấu - theo các tiêu chuẩn thiết kế "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công" (TCVN-4116-85) và "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép" (TCXD-41-70)

i) tính các cấu kiện của kết cấu về mỗi khi chịu tải trọng lắp nhiều lần - theo các tiêu chuẩn thiết kế "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép" (TCXD-41-70) và "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công" (TCVN-4116-85);

Theo nhóm II các trạng thái giới hạn (về biến dạng và độ chống nứt) cần tính toán:

k) độ lún theo phương thẳng đứng, chuyển vị ngang và góc quay - theo TVCN 4253-86; độ võng cho phép của kết cấu nhịp BTCT - theo TCVN 4116-85, độ võng cho phép của kết cấu nhịp bằng thép - theo Quy trình thiết kế cầu công theo trạng thái giới hạn;

l) các kết cấu bê tông cốt thép về hình thành vết nứt - theo TCXD-41-70;

m) các kết cấu BTCT về mở rộng và khép kín khe nứt - theo TCVN-4116-85 và TCXD-41-70.

*Ghi chú:*

Ngoài các tính toán kết cấu và tính toán tĩnh học nêu trên, trong các trường hợp cần thiết phải thực hiện các tính toán khác (về thủy lực, về thấm v.v...) theo quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế kết cấu và công trình tương ứng.

**13.3.** Khi tính toán các công trình bến cảng biển phải lấy các giá trị tiêu chuẩn của tải trọng khai thác. Tải trọng được xác định phù hợp với các quy định của tiêu chuẩn này và các tiêu chuẩn về "Tải trọng và tác động" (TCVN-2737-78), về tải trọng và tác động lên công trình thủy (do sóng, do tàu) và tiêu chuẩn thiết kế công nghệ cảng biển.

*Ghi chú:*

Sự vượt tải của các tải trọng khai thác dùng để tính các kết cấu và nền công trình bến được xét đến theo chỉ dẫn ở các điều 13.13, 13.18, 13.20, và 13.21.

**13.4.** Các tải trọng và tác động trên công trình bến được phân thành hai loại: thường xuyên và tạm thời (gồm tạm thời tác động kéo dài, tạm thời tác động nhanh và tạm thời đặc biệt).

**13.5.** Tải trọng thường xuyên gồm: trọng lượng bản thân của công trình bến; trọng lượng đất lấp trên công trình bến; tải trọng do các công trình và thiết bị đặt cố định trên bến (nhà kho, cầu vượt, thiết bị lật toa xe...), áp lực chủ động của đất lấp sau công trình bến.

**13.6.** Tải trọng tạm thời tác động kéo dài gồm có: tải trọng do các máy bốc xếp di động (máy bốc xếp công ten nơ, các loại cần cẩu, băng chuyền v.v...), các phương tiện vận tải và hàng hoá đặt trên bến; phần gia tăng áp lực chủ động của đất do các thiết bị, phương tiện và hàng hoá đặt trên khu đất tiếp giáp công trình bến; áp lực thủy tĩnh do mực nước ngầm sau công trình bến cao hơn mực nước trước bến trong điều kiện hệ thống thoát nước ngầm hoạt động bình thường.

**13.7.** Tải trọng tạm thời tác động nhanh gồm: tải trọng do sóng; tải trọng do tàu (lực tựa tàu, lực neo tàu và lực va tàu khi cập bến); tải trọng ngang do cần cẩu.

**13.8.** Tải trọng tạm thời đặc biệt gồm: tải trọng do động đất, sóng thần; áp lực thủy tĩnh do mực nước ngầm sau công trình bến cao hơn mực nước trước bến trong điều kiện hệ thống công trình thoát nước ngầm chỉ còn hoạt động được 50%.

**13.9.** Khi tính toán công trình bến phải dùng các tổ hợp tải trọng và tác động sau đây:

- các tổ hợp cơ bản: gồm các tải trọng thường xuyên, các tải trọng tạm thời tác động kéo dài và một trong số các tải trọng tạm thời tác động nhanh. Tải trọng tạm thời tác động nhanh được chọn đưa vào tổ hợp cơ bản phải là tải trọng gây ảnh hưởng bất lợi nhất đối với trạng thái biến dạng - ứng suất của toàn bộ hoặc từng bộ phận kết cấu và nền công trình bến;

- tổ hợp đặc biệt: gồm các tải trọng thường xuyên, các tải trọng tạm thời tác động kéo dài, các tải trọng tạm thời tác động nhanh và một trong số các tải trọng đặc biệt.

**13.10.** Theo quy định của TCVN 4253-86, khi tính toán các công trình bến cảng biển phải lấy trị số tính toán của các đặc trưng  $tg\varphi$  và  $c$  của đất như sau: để tính toán theo nhóm trạng thái giới hạn thứ I - dùng  $tg\varphi_I$  và  $c_I$ ; để tính toán theo nhóm trạng thái giới hạn thứ II - dùng  $tg\varphi_{II}$  và  $c_{II}$  ( $\varphi$  - góc ma sát trong của đất,  $c_{II}$  - lực dính đơn vị). Các đặc trưng này xác định theo số liệu khảo sát địa chất công trình phù hợp với các quy định của TCVN 4253-86.

*Ghi chú:*

Nếu công trình bến thiết kế sẽ xây dựng trên khu vực đã có công trình bến tương tự về kết cấu và điều kiện địa chất, mà những công trình này đã được tính toán theo các đặc trưng tiêu chuẩn về trượt của đất và vẫn khai thác tốt trong thời gian dài, đồng thời đã thực hiện một khối lượng lớn các thí nghiệm mẫu đất trong phòng thí nghiệm, thì cho phép dùng các giá trị tiêu chuẩn về đặc trưng đất để tính toán, tức là lấy hệ số an toàn bằng 1 đối với lực dính và lực ma sát.

**13.11.** Các kết cấu chịu lực của công trình bến cảng biển phải tính toán chịu các tải trọng tác động trong thời gian thi công, khai thác và sửa chữa công trình.

Nếu kết cấu làm việc trong điều kiện trạng thái ứng suất phức tạp (công trình tương tác với đất) và chưa tìm được phương pháp nào để xác định nội lực và ứng suất có xét đến biến dạng dẻo, thì cho phép tính toán cường độ của kết cấu này xuất phát từ điều kiện ứng suất lớn nhất ở giai đoạn làm việc đàn hồi không lớn hơn các lực kháng tính toán tương ứng:

$$S_1 \leq \emptyset \quad (3)$$

Trong đó:

$S_1$  - nội lực tính toán trong cấu kiện (kết cấu);

$\emptyset$  - khả năng chịu lực tính toán của cấu kiện (kết cấu).

**13.12.** Khả năng chịu lực tính toán  $\emptyset$  của cấu kiện (kết cấu) phụ thuộc vào vật liệu tính chất của tải trọng (nén, kéo, uốn, nén và kéo lệch tâm với các độ lệch tâm lớn hoặc bé) và hình dạng tiết diện của cấu kiện. Khả năng chịu lực tính toán này được xác định theo quy định của các tiêu chuẩn thiết kế tương ứng (xem phụ lục 1), dùng các đặc trưng tính toán của vật liệu và các hệ số điều kiện làm việc tương ứng như đã quy định và ghi ở về phải các công thức tính toán trong các tiêu chuẩn thiết kế trên.

**13.13.** Nội lực tính toán  $S_1$  (xem điều 13.11) có thể là mô men uốn  $M_1$ , lực cắt  $Q_1$  hoặc lực dọc trục  $N_1$  và dùng để tính toán các cấu kiện và kết cấu công trình theo nhóm trạng thái giới hạn thứ I. Nội lực tính toán này được xác định theo công thức:

$$S_1 = k_n n_c n m_d S \quad (4)$$

Trong đó:

$k_n$  - hệ số bảo đảm, xét đến tầm quan trọng và cấp công trình, lấy bằng:

1,25 đối với công trình cấp I;

1,20 đối với công trình cấp II;

1,15 đối với công trình cấp III;

1,10 đối với công trình cấp IV.

$n_c$  - hệ số tổ hợp tải trọng, lấy bằng:

1,0 đối với tổ hợp cơ bản;

0,9 đối với tổ hợp đặc biệt;

0,95 đối với tổ hợp tải trọng trong giai đoạn thi công;

- $n$  - hệ số vượt tải, lấy bằng 1,25 đối với các công trình bến cảng biển;
- $m_d$  - hệ số phụ điều kiện làm việc, xét đến đặc điểm chịu lực thực tế của cấu kiện và một số giả thiết của sơ đồ tính toán, lấy theo các bảng 12, 13 và 14;
- S - nội lực (M, Q, N), xác định qua tính toán kết cấu theo các chỉ dẫn trong Tiêu chuẩn này và các tiêu chuẩn khác có liên quan (xem phụ lục 1), trong đó trị số các tải trọng khai thác và đặc trưng đất lấy theo các điều 13.3 và 13.10.

**Bảng 12**

Nguyên nhân phá hoại các cấu kiện bằng thép của kết cấu	Hệ số phụ điều kiện làm việc, $m_d(1)$
<b>THÉP CÁN</b>	
Kéo nén, uốn, cắt mặt tựa đầu (khi có gia công cho khít), ép dập cục bộ khi tiếp xúc khít...	0,95
Như trên, cho các cấu kiện đúc bằng thép cacbon với mác(2) 15Л và 25Л	0,90
35Л và 45Л	1,00
<b>LIÊN KẾT BULÔNG</b>	
Kéo	1,00
Cắt	1,00
Ép mặt	0,85

*Ghi chú:*

1. Khi tính toán kết cấu thép theo tổ hợp đặc biệt các tải trọng thì hệ số  $m_d$  phải nhân với 0,85.

2. Khi dùng các mác khác phải căn cứ vào đặc trưng của thép so với các mác thép này để quyết định giá trị  $m_d$ .

**Bảng 13**

Nguyên nhân phá hoại các cấu kiện kết cấu bê tông	Hệ số phụ điều kiện làm việc $m_d$
Bê tông đạt đến cường độ kháng tính toán khi chịu nén	0,85
Như trên, khi chịu kéo (uốn)	0,90

**Bảng 14**

Nguyên nhân phá hoại các cấu kiện của kết cấu BTCT	Hệ số phụ điều kiện làm việc, $m_d$
1	2
1. Bê tông đạt đến giới hạn cường độ chịu nén và cốt thép đạt giới hạn cường độ chịu kéo.	



a) trong các cấu kiện chịu nén:	
- đối với cốt thép thanh thuộc loại:	
A-I, A-II, A-III	0,90
A-IV	0,85
A-V	0,80
- đối với cốt thép sợi loại:	
B-II, Bp-II	0,95
b) trong các cấu kiện chịu kéo:	
- đối với cốt thép thanh loại:	
A-I, A-II, A-III	1,05
A-IV, A-V	0,95
- đối với cốt thép sợi loại:	
B-II, Bp-II	1,20
c) trong các cấu kiện khác:	
- đối với cốt thép thanh loại:	
A-I, A-II, A-III	1,00
A-IV, A-V	0,90
A-III	1,00
- đối với cốt thép sợi loại:	
B-II, Bp-II	1,05
2. Bê tông đạt đến giới hạn cường độ chịu kéo do tác động của lực cắt	1,00

**13.14.** Tính toán tiết diện các cấu kiện bằng thép của kết cấu công trình bến cảng biển phải được thực hiện theo tiêu chuẩn thiết kế kết cấu thép (TCXD 44-70). Khi dùng các công thức trong TCXD nội trên để tính tiết diện kết cấu thép phải lấy các nội lực tính toán xác định theo công thức (4) của Tiêu chuẩn này (xem điều 13.13).

**13.15.** Các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép của kết cấu công trình bến phải tính toán theo các quy định của TCVN 4116-85 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công" và TCXD 41-70 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép", căn cứ vào các quy định ở bảng 15.

Tiết diện các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép phải tính toán theo các công thức trong hai tiêu chuẩn nói trên, trong đó phải:

- xét đến các hệ số điều kiện làm việc quy định trong hai tiêu chuẩn này;
- thay vế trái của các công thức trong hai tiêu chuẩn này bằng trị số nội lực tính toán  $S_t$  xác định theo công thức (4).

**Bảng 15**

Các cấu kiện BT và BTCT của kết cấu công trình và hình dạng tiết diện	Trạng thái ứng suất của cấu kiện kết cấu	Tài liệu tiêu chuẩn dùng để tính toán	Loại tính toán
1. Tất cả các cấu kiện không ứng suất trước, trừ các cấu kiện nêu ở điểm 2.	Uốn, nén lệch tâm hoặc kéo lệch tâm với độ lệch tâm lớn hoặc bé, kéo đúng tâm.	TCVN 4116-85	Tính toán về: độ bền, độ mở rộng các vết nứt vuông góc, biến dạng do tác động nhiệt - ẩm, do mỗi khi tần suất lặp của tải trọng $\geq 2.10^6$ .
2. Các cấu kiện của kết cấu ứng suất trước; các tiết diện chữ T, chữ I có sườn, rỗng lòng, hình tròn, hình khuyên của các cấu kiện ứng suất trước và không ứng suất trước.	Uốn, nén lệch tâm và kéo lệch tâm với độ lệch tâm lớn và nhỏ, kéo đúng tâm, xoắn kèm theo uốn (trạng thái ứng suất phức tạp)	TCXD 41-70	Tính toán về: độ bền, hình thành vết nứt, khép kín các vết nứt vuông góc và vết nứt xiên, đứt các chi tiết chôn sẵn của các dầm hẫng ngắn.

**13.16.** Tính toán các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép theo nhóm trạng thái giới hạn thứ II (về biến dạng, hình thành, mở rộng hoặc khép kín các vết nứt vuông góc và các vết nứt xiên) phải thực hiện theo TCVN 4116-85 và TCXD -41 - 70, trong đó các nội lực được xác định bằng tính toán tĩnh học có xét đến các quy định ở điều 13.3 và 13.10.

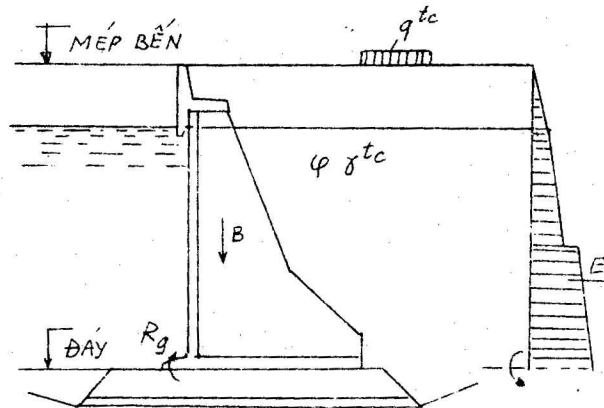
**13.17.** Khi tính toán ổn định (nhóm trạng thái giới hạn thứ I) của công trình bến cảng biển và các cấu kiện của chúng (trừ các tính toán ổn định tường neo và bản neo) cần thỏa mãn điều kiện:

$$N_{tr I} \leq R_{g I}; \tag{5}$$

Trong đó:

$N_{tr I}$  - trị số tính toán của tổng các lực hoặc mômen gây trượt cho kết cấu (cấu kiện);

$R_{g I}$  - trị số tính toán của tổng các lực hoặc mômen giữ cho kết cấu (cấu kiện) khỏi trượt (xem hình 3).



**Hình 3.** Sơ đồ tính toán ổn định công trình.

**13.18.** Trị số tính toán của các lực (mômen) gây trượt  $N_{trI}$  xác định theo công thức (xem thêm điều 13.17):

$$N_{trI} = n_c \cdot n \cdot m_d \cdot N_{tr} \quad (6)$$

Trong đó:

$n_c$  và  $n$  - như ở điều 13.13.

$m_d$  - hệ số phụ điều kiện làm việc, xác định theo bảng 16;

$N_{tr}$  - lực (hoặc mô men) gây trượt, xác định theo Tiêu chuẩn này; các giá trị tải trọng và đặc trưng của đất dùng trong tính toán có xét đến các quy định ở điều 13.3. và 13.10.

**Bảng 16**

<i>Nguyên nhân mất ổn định của công trình hoặc nền.</i>	<i>Hệ số phụ điều kiện làm việc, <math>m_d</math></i>
1	2
1. Mất ổn định công trình khi trượt phẳng và mất ổn định nền công trình bến khi trượt sâu theo mặt trượt gãy khúc trong điều kiện bài toán phẳng	0,95
2. Mất ổn định nền công trình bến và mái dốc găm bến (đoạn mái dốc hạn chế giữa các trụ) khi trượt sâu theo mặt trượt cung tròn trong điều kiện bài toán phẳng	0,75
3. Mất ổn định nền công trình bến và mái dốc găm bến (đoạn mái dốc hạn chế giữa các trụ) khi trượt sâu theo mặt trượt cung tròn trong điều kiện bài toán không gian, cũng như khi có xét đến lực dính của đất và lực cắt của các cọc trong điều kiện bài toán phẳng	0,80
4. Mất ổn định công trình khi lật quanh một mép quay:	1,20
5. Mất ổn định tường mặt ngàm không hoàn toàn của bến tường cừ khi quay quanh điểm gấn thanh neo:	1,05
6. Mất ổn định của khối đất đảm bảo việc neo giữ cho kết cấu kiểu tường cừ (trượt sâu).	1,20
7. Mất ổn định tường neo của bến tường cừ có neo	1,50
8. Mất ổn định bản neo	1,55
9. Mất ổn định công trình bến trọng lực theo phương pháp ép trôi sâu (phương pháp Gerxevanov)	0,80

**13.19.** Trị số tính toán của lực giữ (mômen giữ)  $R_{gI}$  xác định theo công thức (xem thêm điều 13.17):

$$R_{gI} = \frac{n}{k_n} R_g \quad (7)$$

Trong đó:

$m$  - hệ số điều kiện làm việc, lấy theo TCVN 4253-86, bảng 1.15 đối với các công trình cảng;

$k_n$  - như ở điều 13.13;

$R_g$  - lực giữ hoặc mômen giữ, xác định theo quy định của Tiêu chuẩn này; các giá trị tải trọng và đặc trưng của đất dùng trong tính toán có xét đến các quy định ở điều 13.3 và 13.10.

**13.20.** Khi tính toán ổn định chung của công trình theo sơ đồ trượt sâu với giả thiết mặt trượt cong tròn (phương pháp Terxhagi) cần thỏa mãn điều kiện sau đây:

$$n_c n_m M_{tr} \leq \frac{m}{k_n} M_g, \quad (8)$$

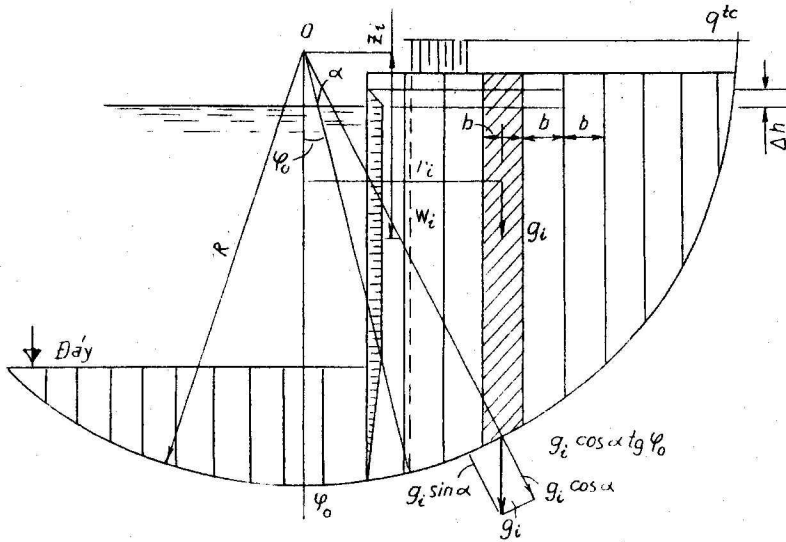
Trong đó:

$n_c, n, k_n$  - như ở điều 13.13;

$m_d$  - hệ số phụ điều kiện làm việc, lấy theo bảng 16, điểm 2;

$m$  - như ở điều 13.19.

$M_{tr}$  và  $M_g$  - tương ứng là các tổng mômen của các lực gây trượt và lực giữ ứng với tâm cung trượt nguy hiểm nhất, xác định theo quy định ở các điều 13.18 và 13.19. (xem thêm hình 4).



**Hình 4.** Sơ đồ tính toán ổn định chung của công trình theo giả thiết mặt trượt cong tròn.

Các mômen  $M_{tr}$  và  $M_g$  xác định theo các công thức sau:

$$M_{tr} = R \sum g_i \sin \alpha_i + \sum W_i Z_i \quad (9)$$

$$M_g = R \left[ \sum g_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_{ci} + \sum c_{ci} l_i + \sum Q_{ci} \right] \quad (10)$$

Trong đó:

$R$  - bán kính cung trượt;

$g_i$  - tổng trọng lượng của các lớp đất, của các cấu kiện công trình và của hoạt tải trong phạm vi cột đất thứ  $i$ ;

$\alpha_i$  - góc nghiêng so với đường nằm ngang của đường tiếp tuyến với cung trượt ở giao điểm của cung trượt với đường tác động của lực  $g_i$ , đó cũng là góc giữa đường thẳng đứng với bán kính  $R$  vẽ qua giao điểm trên:

$$\alpha_i = \arcsin \frac{r_i}{R} \quad (11)$$

- $r_i$  - khoảng cách theo đường nằm ngang từ tâm quay  $O$  đến đường tác động của lực  $g_i$ ;  
 $\varphi_{ii}$  và  $c_{ii}$  - tương ứng là góc nội ma sát và lực dính của đất ở đáy cọc đất thứ  $i$ ;  
 $l_i$  - chiều dài đoạn cung ở đáy cọc thứ  $i$ ;  
 $w_i$  - áp lực thủy động tăng thêm, xác định theo chỉ dẫn ở điều 13.25;  
 $z_i$  - khoảng cách từ tâm cung trượt đến lực  $w_i$ ;  
 $Q_{ci}$  - lực kháng trượt, tính cho 1m dài công trình do sức chống gãy của các cọc đóng xuống quá mặt trượt một đoạn sâu  $t_n$ . Trị số  $Q_{ci}$  có thể xác định theo công thức:

$$Q_{ci} = \frac{4M_c}{t_z L} \quad (12)$$

- $M_c$  - mômen uốn trong cọc ở dưới mặt trượt, xác định theo hai điều kiện:  
 a) Điều kiện độ bền của tiết diện BTCT, tính theo công thức trong TCVN 4116-85;  
 b) Điều kiện ngàm của cọc dưới mặt trượt một đoạn  $t_z = t_n/1,25$ , theo công thức:

$$M_c = \frac{(\sigma_p - \sigma_a) l_c t_z^2}{8} \quad (13)$$

Trong biểu thức (13) nếu  $\sigma_p \leq \sigma_a$  thì lấy  $M_c = 0$ ;

Trong tính toán sẽ lấy trị số bé hơn trong hai trị số  $M_c$  tính được.

$\sigma_p$  - như ở điều 13.32;

$\sigma_a$  - như ở điều 13.27;

$l_c$  - chiều dài của đoạn thẳng mà trên phạm vi đoạn đó áp lực chủ động và bị động của đất sẽ truyền lên cọc. Tùy thuộc khoảng cách  $L$  từ tim đến tim của các cọc dọc theo tuyến mép bến mà lấy  $l_c$  như sau:

$$l_c = L \text{ khi } L \leq 3 d_c;$$

$$l_c = 3 d_c \text{ khi } L > 3 d_c;$$

với  $d_c$  - đường kính cọc (hoặc cạnh tiết diện chữ nhật của cọc), và  $d_c \leq 1,0$  m (xem thêm ghi chú 1 dưới đây);

$t_z$  - nửa chiều dài đoạn cọc bị uốn giữa 2 mặt phẳng ngàm (hình 5).

$$t_z = \sqrt{8M_c / (\sigma_p - \sigma_a) l_c};$$

$t_c$  - khoảng cách từ mặt trượt đến chân cọc, (hình 5).

*Ghi chú:*

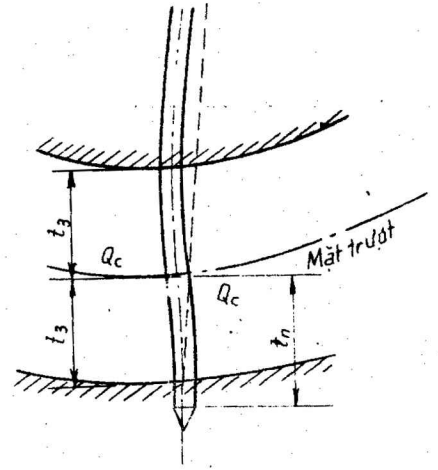
1. Đối với các bến liên bờ kiểu bệ cọc cao trên nền cọc ống với đường kính cọc  $> 1,0$ m cần tiến hành các tính toán sau;

- ổn định nền công trình (mặt trượt không cắt qua các cọc);

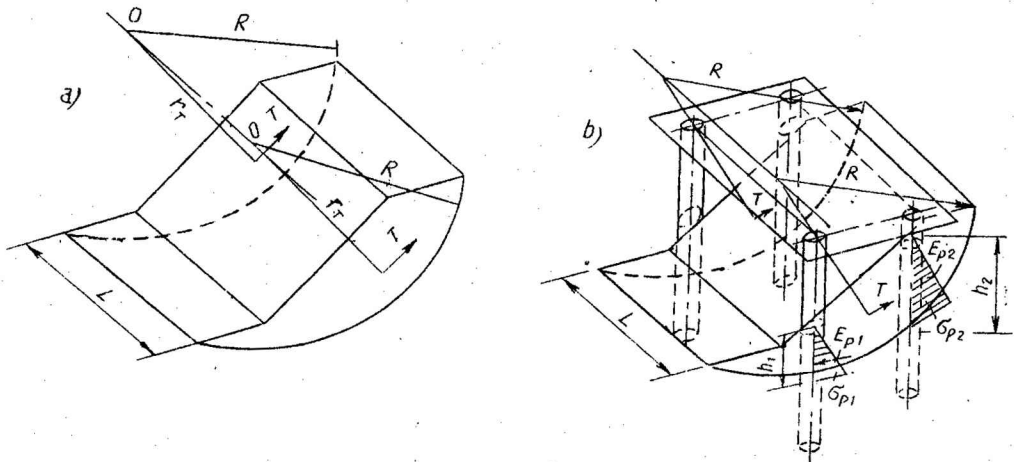
- ổn định mái dốc gằm bên (mặt trượt đi qua điểm cuối của kết cấu phân trên hoặc điểm cuối của tường chắn phía sau công trình bên);

- các ứng lực phụ truyền lên cọc ống khi mái dốc gằm bên có thể bị mất ổn định. Trong tính toán này độ ổn định mái dốc được xác định qua việc giải bài toán phẳng và thực hiện tính toán trong điều kiện bài toán không gian.

Khi điều kiện ổn định của mái dốc gằm bên trong điều kiện bài toán phẳng không đảm bảo được thì tiến hành tính toán ổn định phần mái dốc nằm giữa hai hàng cọc trong điều kiện bài toán không gian (xem ghi chú 2 dưới đây và hình 6b). Trong tính toán này trị số của lực ma sát  $T$  ở hai mặt bên của khối mái dốc không được vượt quá tổng các lực  $E_{pi}$  của áp lực bị động của đất lên cọc trong phạm vi theo chiều cao là từ giao điểm của tim cọc với mái dốc đến mặt trượt và theo chiều rộng thì bằng đường kính cọc, tức là  $T \leq \sum E_{pi}$ , trong đó  $E_{pi} = 0,5h_i\sigma_{pi}$  ( $d$  - đường kính ngoài của cọc ống;  $E_{pi}$  trong trường hợp này đồng thời cũng là tải trọng phụ trên cọc).



**Hình 5.** Sơ đồ chịu lực của cọc bị mất trượt cắt qua khi nền công trình mất ổn định chung.



**Hình 6.** Sơ đồ mất ổn định mái dốc giữa hai hàng cọc.

2. Nếu kết quả tính toán bài toán trượt phẳng theo công thức 8 cho thấy dọc theo tuyến mép bên có một đoạn ngắn (bề dài bé hơn bề rộng) mái dốc mất ổn định trong khi các đoạn bên cạnh vẫn đảm bảo ổn định thì cho phép tính toán ổn định đoạn này theo sơ đồ bài toán không gian, có xét thêm lực ma sát và lực dính  $T_i$  (xem hình 6a) ở hai mặt bên khối trượt. Thiên về an toàn, có thể xem lực ma sát phát sinh do tác động của áp lực đất chủ động lên mặt bên. Điều kiện ổn định được kiểm tra theo công thức 8, trong đó  $m_d$



lấy theo bảng 16, điểm 3; còn trị số  $M_g$  thì tăng lên bằng cách cộng thêm vào một mômen giữ  $M_g T = 2 \sum T_i r_{T_i} / L (\sum T_i r_{T_i} - \text{mô men giữ do lực } T_i \text{ ở một mặt bên; } T_i = E_{ai} \text{tg} \varphi_{il} + c_{il} \omega_i - \text{là hợp lực của lực ma sát và lực dính, trên diện tích } \omega_i \text{ của mặt bên khối đất; } E_{ai} - \text{hợp lực của áp lực chủ động trên diện tích } \omega_i; r_{T_i} - \text{cánh tay đòn của lực } T_i \text{ tính đến tâm cung trượt nguy hiểm nhất; } L - \text{chiều dài khối đất tính trượt}).$

**13.21.** Khi ở nền công trình có các lớp kẹp đất yếu hơn so với khối đất chính và do đó có thể xảy ra trượt dọc theo các lớp kẹp này thì nên tính toán ổn định chung theo sơ đồ trượt sâu với giả thiết mặt trượt gãy khúc (hình 7) theo biểu thức:

$$n_c n_m n_d R_{tr} \leq \frac{m}{k_n} R_g \quad (14)$$

Trong đó:

$n_c, n, k_n$  - như ở điều 13.13;

$n_d$  - hệ số phụ điều kiện làm việc, lấy theo bảng 16, điểm 1;

$m$  - như ở điều 13.19;

$R_{tr}$  và  $R_g$  - tổng hình chiếu theo phương ngang của các phân lực nền. Các phân lực này tương ứng là các lực gây trượt và lực giữ xác định theo quy định ở điều 13.18 và 13.19 bằng các công thức sau:

a) đối với các khối sẽ trượt xuống theo mặt trượt:

khi  $\theta_i > \varphi_{il}$ :

$$R_{tr} = \sum (G_i - c_{il} b_i \text{tg} \theta_i) \text{tg}(\theta_i - \varphi_{il}) ; \quad (15)$$

$$R_g = \sum c_{il} b_i ; \quad (16)$$

khi  $\theta_i \leq \varphi_{il}$ :

$$R_g = \sum (G_i - c_{il} b_i \text{tg} \theta_i) \text{tg}(\varphi_{il} - \theta_i) + \sum c_{il} b_i ; \quad (17)$$

b) đối với các khối sẽ trôi lên theo mặt trượt:

$$R_g = \sum (G_i + c_{il} b_i \text{tg} \theta_i) \text{tg}(\varphi_{il} + \theta_i) + \sum c_{il} b_i ; \quad (18)$$

Trong đó:

$G_i$  - trọng lượng khối  $i$  có đáy trượt đồng nhất kể cả trọng lượng đất, trọng lượng công trình và tải trọng bên ngoài;

$c_{il}$  và  $\varphi_{il}$  - tương ứng là lực dính và góc ma sát trong của đất ở đáy khối  $i$ ;

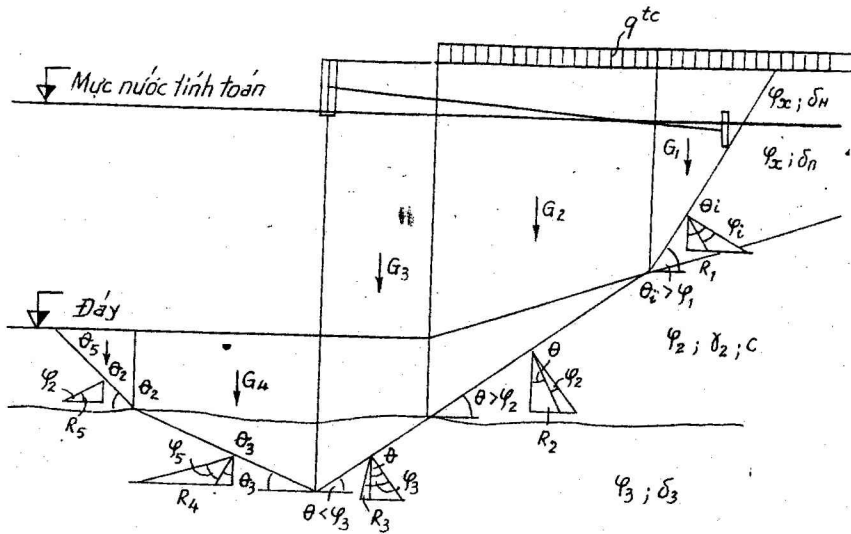
$b_i$  - bề rộng khối  $i$ ;

$\theta_i$  - góc giữa mặt trượt ở đáy khối  $i$  so với phương ngang.

*Ghi chú:*

1. Hoạt tải chỉ đặt trên bề mặt của khối  $i$  khi  $\theta_i > \varphi_{il}$

2. Mặt trượt ở phía áp lực chủ động không cho phép vẽ dốc hơn mặt phẳng phá hoại (xem điều 13.29), còn ở phía áp lực bị động không dốc hơn mặt phẳng ép trôi.



**Hình 7.** Sơ đồ tính toán ổn định công trình theo giả thiết mặt trượt gãy khúc.

**13.22.** Ở các giai đoạn luận chứng hoặc dự án, việc tính toán công trình bến kiểu trọng lực về ổn định theo giả thiết ép trôi sâu (phương pháp Gerxêvanov, hình 8) được phép thực hiện theo công thức:

$$n_c n_m d \leq \frac{m}{k_n} E_{\min} \quad (19)$$

Trong đó:

- $n_c, n, k_n$  - như ở công thức 13.13;
- $m_d$  - hệ số phụ điều kiện làm việc, lấy theo bảng 16;
- $m$  - như ở điều 13.19;
- $E_a$  - áp lực chủ động lên tường, xác định theo các quy định của tiêu chuẩn này, trong đó tải trọng và các đặc trưng của đất phải theo quy định ở các điều 13.3 và 13.10.;
- $E_{\min}$  - lực kháng trượt của lăng thể đất ở nền công trình, được tạo ra do áp lực bị động và thành phần nằm ngang của phản lực ở nền của lăng thể đất, xác định theo công thức:

$$E_{\min} = \frac{b_p}{2} \cdot \frac{Az^3 + Bz^2 + Cz + D}{1 + fz} ; \quad (20)$$

$$b_p = b + 0,585 h_n ; \quad (21)$$

$$A = \gamma \lambda_{pl} f \cdot b_p ; \quad (22)$$

$$B = \gamma (\lambda_{pl} - 1) b_p + 2g_1 f \lambda_{pl} ; \quad (23)$$

$$C = \gamma f b_p - 2g_0 + 2g_1 \lambda_{pl} ; \quad (24)$$

$$D = 2fg_0 \quad (25)$$

$i = \text{tg } \varphi_1$  - hệ số ma sát tính toán theo đất nền;

$b$  - bề rộng nền công trình;

$h_n$  - chiều dày lớp đệm;

$\gamma$  - dung trọng đất;

$\lambda_{pl} = \text{tg}^2 (45^\circ + 0,5\varphi_1)$  - hệ số thành phần ngang của áp lực đất bị động;

$g_0 = \sigma'_{\max}$  - theo công thức (74);

$g_1 = \gamma_k h_n$  - áp lực do trọng lượng lớp đệm;

$z = \text{tg} \theta$  - xác định qua việc giải phương trình bậc 3 bằng cách chọn nghiệm của phương trình:

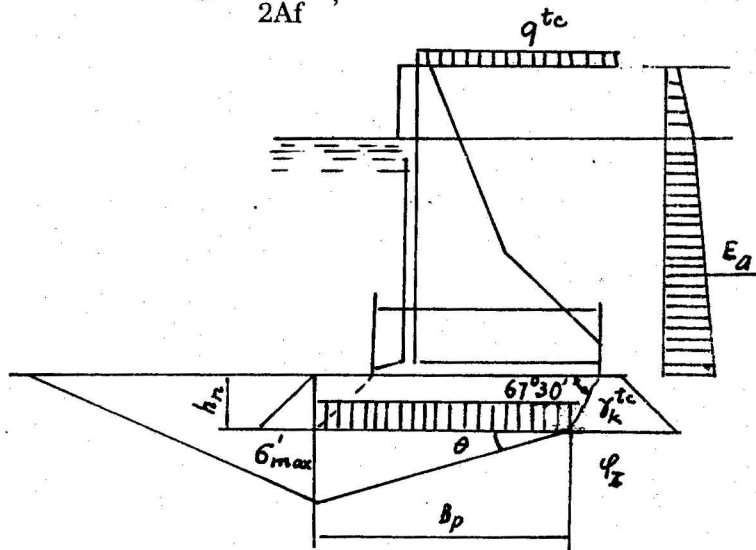
$$z^3 + uz^2 + vz + \omega = 0 \quad (26)$$

$\theta$  - góc nghiêng của mặt trượt trong nền dưới lớp đệm;

$$u = \frac{3A + Bf}{2f}; \quad (27)$$

$$v = \frac{2B}{2Af}; \quad (28)$$

$$\omega = \frac{C - Df}{2Af}; \quad (29)$$



**Hình 8.** Sơ đồ tính toán ổn định theo giả thiết ép trời sâu (phương pháp Gerxevanov)

**13.23.** Đối với các kết cấu kiểu tường chắn, tải trọng tập trung do cần cầu được phép thay bằng một tải trọng phân bố đều tương đương.

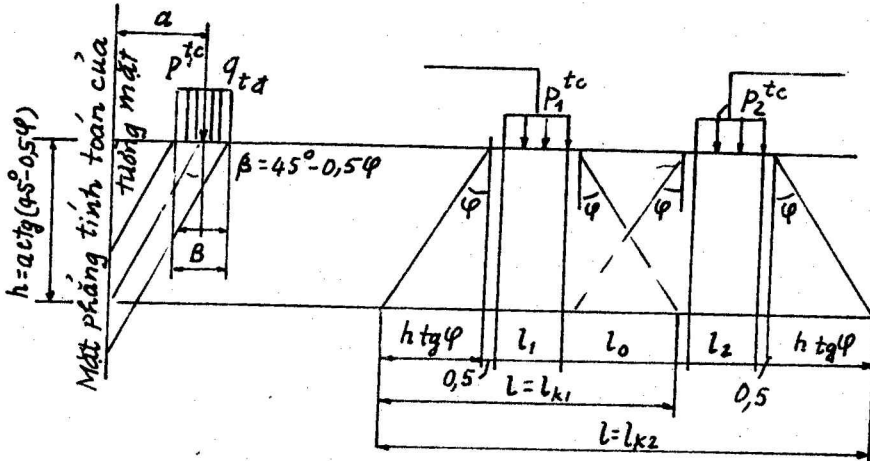
Trong trường hợp này chỉ nên xét tải trọng của chân phía mép bến của cần cầu, còn áp lực chân phía bờ của cần cầu thì lấy bằng tải trọng phân bố đều của hàng hoá xếp trên khu vực này.

Đối với đường ray cần cầu phía mép bến cho phép xác định tải trọng rải đều tương đương theo công thức:

$$q_{td} = \frac{p^{tc}}{bl} \quad (30)$$

Trong đó:

- $p^{tc}$  - tổng tải trọng lớn nhất do một nhóm lực tập trung khi sử dụng một cần cầu riêng rẽ hoặc hai cần cầu cạnh nhau, xác định theo sơ đồ bố trí công nghệ các cần cầu trên bến ( $p^{tc} = \sum p_i^{tc}$ ). Áp lực do các lực này được truyền lên chiều dài dải phân bố (hình 9);
- $b$  - bề rộng bản, dầm dưới ray hoặc chiều dài tà vẹt;
- $l$  - chiều dài dải phân bố tải trọng dọc tuyến mép bến xác định theo hình 9.



Hình 9. Sơ đồ xác định tải trọng tương đương

a) Sơ đồ theo mặt cắt ngang;

b) Sơ đồ theo mặt cắt dọc;

- với một chân riêng rẽ của cần cầu (khi  $l_0 > 2htg\varphi + 1,0m$ ):  $l = l_{k1} = 2htg\varphi + l_1 + 1,0 m$ ;

- với hai chân của hai cần cầu cạnh nhau:

(khi  $l_0 < 2htg\varphi + 1,0m$ ):  $l = l_{k2} = 2htg\varphi + l_0 + l_0 + l_2 + 1m$

**13.24.** Tải trọng do tác động sóng phải xét đến khi sóng khởi điểm trước công trình có chiều cao  $> 1,0 m$ .

Biểu đồ áp lực sóng lên công trình ở thời điểm chân sóng tiến đến mặt công trình được xác định theo các quy định của Tiêu chuẩn về tải trọng trên công trình thủy. Nhưng, để xét đến tốc độ dao động mực nước phía sau công trình và tác động tiêu năng của tường mặt và vật liệu đắp sau tường, trong tính toán cho phép dùng biểu đồ áp lực sóng (sóng nhiều xạ, sóng trượt, sóng xiên góc với bờ) có các tung độ bằng 1/2 tung độ của biểu đồ chính.

Biểu đồ áp lực sóng lên công trình ở thời điểm đỉnh sóng tiến đến mặt công trình cũng xác định theo Tiêu chuẩn về tải trọng trên công trình thủy. Trong trường hợp này trong tính toán vẫn lấy nguyên cường độ áp lực sóng theo biểu đồ đã dựng.

**13.25.** Biểu đồ áp lực thấm trên tường mặt do mực nước trước công trình bị hạ thấp lấy theo hình 10. Tung độ lớn nhất của biểu đồ nằm ở cao trình mực nước trước tường và bằng:

$$\sigma_{th} = \gamma^{ic} \Delta h; \quad (31)$$

Trong đó:

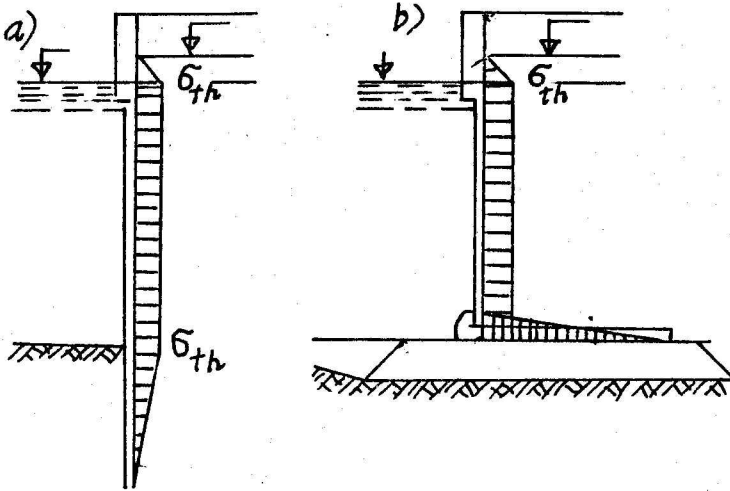
$\gamma^{tc}$  - trọng lượng riêng của nước;

$\Delta h$  - Độ chênh tính toán của mực nước trước và sau tường.

Điểm có tung độ bằng không phía dưới của biểu đồ áp lực thấm lấy ở cao độ chân tường đối với bến tường cừ, và ở cao độ chân kết cấu chèn khe hở đối với hàng cọc đóng liền.

Ghi chú:

Khi thiết kế các kết cấu nêu trên phải trừ định làm kết cấu thoát nước (xem điều 9.12) để loại trừ việc hình thành độ chênh mực nước. Trong trường hợp này không cần xét áp lực thấm. Còn nếu mực nước trước bến hạ nhiều và nhanh, đặc biệt là khi nền ít thấm, thì trong tính toán phải lấy dung trọng đất ở vùng mực nước dao động phù hợp với các quy định ở điều 13.28.



Hình 10. Biểu đồ áp lực thấm  $\sigma_{th}$  trên công trình bến

a) Bến kiểu tường cừ; b) bến trọng lực.

**13.26.** Khi các tác động sóng, dòng đáy và chân vịt tàu có thể tạo ra lưu tốc gây xói trước công trình bến thì độ lớn (trọng lượng) của vật liệu làm lớp bảo vệ đáy hoặc làm lớp đệm phải xác định theo tiêu chuẩn về tải trọng trên công trình thủy.

Lưu tốc đáy lớn nhất,  $v_{m,d}$ , m/sec trước tường thẳng đứng (cách tường  $0,25\bar{\lambda}$ ) do sóng đứng tạo ra được xác định theo công thức:

$$v_{m,d} = \frac{2n_c \pi h}{\sqrt{\frac{\pi}{g} \bar{\lambda} \operatorname{sh} \frac{4\pi}{\bar{\lambda}} H}} \quad (32)$$

trong đó:  $n_c$  - hệ số, phụ thuộc vào độ thoải của sóng:

độ thoải của sóng $\bar{\lambda} / h$	8	10	15	20	30
$n_c$	0,6	0,7	0,75	0,8	1,0

$\pi = 3,14;$

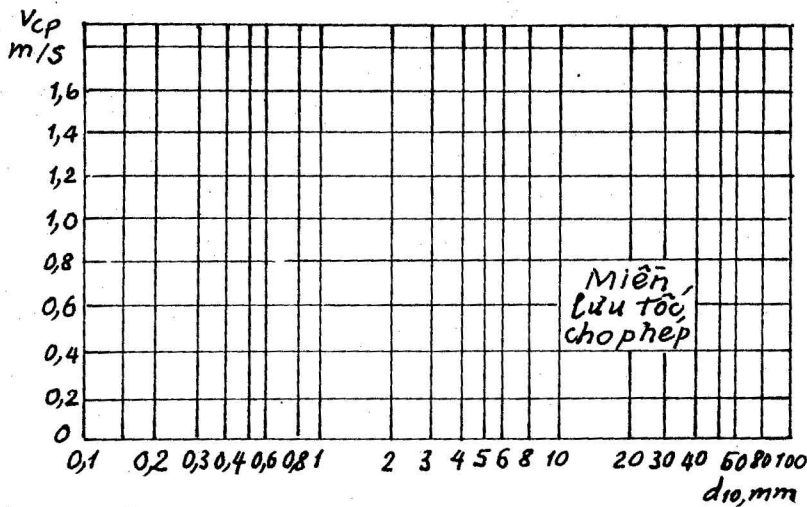
- h - chiều cao sóng có đảm bảo suất tương ứng trong hệ sóng (thường lấy bằng 2%), m;
- $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$  - gia tốc trọng trường;
- $\bar{\lambda}$  - chiều dài sóng trung bình, m;
- H - độ sâu nước trước bến, m.

Trị số cho phép của lưu tốc đáy không gây xói,  $v_{cp}$ , m/sec, phải xác định theo hình 11 đối với đất có cỡ hạt  $d_{10} \leq 100\text{mm}$ , và xác định theo công thức sau khi  $d_{10} > 100\text{mm}$

$$v_{cp} = 1,55k_m \sqrt{\frac{(\gamma_m - \gamma_b)gd_{50}}{\gamma_b}}, \quad (33)$$

trong đó:

- $k_m$  - hệ số, xét ảnh hưởng độ dốc đáy đôi với tốc độ khởi động của hạt đất; với đáy thoải cho phép lấy  $k_m = 1$ ;
- $d_{50}$  - độ lớn của các hạt đất mà trong mẫu đất thí nghiệm có 50% vật liệu có trọng lượng bé hơn các hạt đó;
- $\gamma_m$  - trọng lượng riêng của vật liệu,  $t/m^3$ ;
- $\gamma_b$  - trọng lượng riêng của nước, thường lấy bằng  $1,0 \text{ t/m}^3$ , hoặc trong khoảng  $(1,0 + 1,03)$  đối với nước biển.



Hình 11. Đồ thị xác định trị số cho phép của lưu tốc đáy không gây xói.

**13.27.** Thành phần nằm ngang của áp lực chủ động do trọng lượng bản thân của đất và tải trọng rải đều gây ra phải xác định theo lý thuyết cân bằng giới hạn của đất có xét đến đặc điểm trượt theo mặt cong của lạng thể phá hoại (theo phương pháp lý thuyết cân bằng giới hạn của Xôcôlovskii và Goluskevich). Quy luật biến thiên của áp lực đất chủ động trong phạm vi mỗi lớp đất đồng nhất là quy luật tuyến tính.

Thành phần nằm ngang của áp lực chủ động cũng được phép xác định theo lý thuyết cổ điển đối với mặt trượt phẳng của lạng thể phá hoại.

Tung độ của biểu đồ thành phần ngang của áp lực chủ động trong các phương pháp trên được xác định theo công thức:



$$\sigma_{a,x} = \left( q_i^{tc} + \sum \gamma_i^{tc} h_i \right) \lambda_a - c \lambda_{ac} , \quad (34)$$

Tung độ của biểu đồ thành phần đứng của áp lực chủ động được xác định theo công thức:

$$\sigma_{a,y} = \sigma_{a,x} \operatorname{tg}(\alpha + \delta) , \quad (35)$$

Trong các công thức 34 và 35:

- $q_i^{tc}$  - hoạt tải trên bển (xem điều 13.3), áp lực do hoạt tải  $q_i^{tc}$  được truyền theo mặt phẳng phá hoại đến điểm cần tính tung độ áp lực chủ động lên tường;
- $\sum \gamma_i^{tc} h$  - áp lực thẳng đứng do trọng lượng bản thân của đất ở độ sâu cần xác định tung độ biểu đồ áp lực chủ động;
- $\gamma_i^{tc}$  - dung trọng đất ở trạng thái độ ẩm tự nhiên, bị đẩy nổi hoặc bão hoà nước, xác định theo điều 13.28;
- $h_i$  - chiều cao lớp đất thứ  $i$  có cùng các đặc trưng cơ lý;
- $c$  - lực dính của đất (xem điều 13.10) nằm ở độ sâu cần xác định tung độ biểu đồ áp lực chủ động (khi tính toán theo trạng thái giới hạn nhóm I thì  $c = c_I$ , nhóm II thì  $c = c_{II}$ );
- $\lambda_a, \lambda_{ac}$  - các hệ số thành phần nằm ngang của áp lực chủ động và do lực dính xác định theo các quy định ở điều 13.29, căn cứ vào các đặc trưng đất (xem điều 13.10) ở độ sâu cần xác định tung độ biểu đồ áp lực chủ động (khi tính toán theo nhóm I các trạng thái giới hạn thì  $\lambda_a = \lambda_{aI}$  và  $\lambda_{ac} = \lambda_{acI}$ , theo nhóm II:

$$\lambda_a = \lambda_{aII}, \lambda_{ac} = \lambda_{acII};$$

- $\alpha$  - góc nghiêng so với phương đứng của mặt phẳng tính toán tiếp nhận áp lực chủ động (khi tính toán theo nhóm I các trạng thái giới hạn thì  $\alpha = \alpha_I$ , theo nhóm II -  $\alpha = \alpha_{II}$ );
- $\delta$  - góc ma sát của đất lên mặt phẳng tiếp nhận áp lực chủ động (khi tính toán theo nhóm I các trạng thái giới hạn thì  $\delta = \delta_I$ , theo nhóm II -  $\delta = \delta_{II}$ ).

*Ghi chú:*

1. Nếu  $c \lambda_{ac} > \sigma_{a,x}$  thì trên đoạn này ta lấy  $\sigma_{a,x} = 0$
2. Nếu tường có mặt sau thẳng đứng thì cho phép xác định theo lý thuyết cổ điển, còn nếu tường có mặt sau nghiêng thì dùng lý thuyết cân bằng giới hạn (xem phụ lục 6).

13.28. Đối với đất dính khi mực nước dao động, phải tùy theo vị trí và độ ẩm mà lấy dung trọng  $\gamma^{tc}$  của đất như sau (hình 12).

- phía trên cao độ trung bình của đỉnh triều - lấy theo các số liệu khảo sát địa chất công trình;

- phía dưới cao độ trung bình của chân triều, ở trạng thái đẩy nổi thuỷ tĩnh - lấy theo công thức:

$$\gamma^{tc} = \gamma_s^{tc} - \varepsilon_0 (\gamma_s^{tc} - 1) - 1 \quad (36)$$

Trong đó:

$\gamma_s^{tc}$  - khối lượng riêng của các hạt cứng của đất;

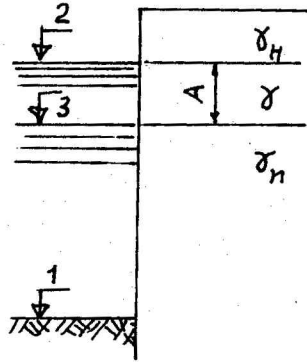
$\varepsilon_0$  - thể tích các lỗ hổng trong  $1 \text{ cm}^3$  đất.

*Ghi chú:*

Khi có các số liệu đủ tin cậy cho phép xét đến trạng thái đẩy nổi không hoàn toàn đối với đất dính có độ ẩm hữu hạn, nếu trong lớp đất dính đó không có các lớp kẹp hoặc thấu kính thấm nước.

- trong phạm vi giữa mực nước cao và mực nước thấp khi mực nước dao động với biên độ trung bình, coi tất cả các lỗ hổng trong đất đều chứa đầy nước - theo công thức:

$$\gamma^{tc} = \gamma_s^{tc} - \varepsilon_0 (\gamma_s^{tc} - 1) \quad (37)$$



**Hình 12 - Vị trí các khu vực đất theo độ ẩm**

A biên độ trung bình của dao động triều;

$\gamma_H$  ở trạng thái ẩm tự nhiên;

$\gamma$  ở trạng thái bảo hoà nước;

$\gamma_n$  ở trạng thái đẩy nổi thuỷ tĩnh.

1) cao trình đáy bến;

2) cao độ trung bình của đỉnh triều;

3) cao độ trung bình của chân triều.

**Ghi chú:**

Đối với đất dính (sét, á sét, á cát), ranh giới có các lỗ hổng chứa đầy nước được xác định theo kết quả khảo sát địa chất thuỷ văn.

**13.29.** Trong trường hợp tường bến có mặt sau thẳng đứng và mặt đất nằm ngang thì các hệ số thành phần nằm ngang của áp lực đất chủ động theo lý thuyết cân bằng giới hạn cần xác định theo bảng 17.

**Bảng 17**

Góc ma sát trơn, $\varphi^\circ$	Hệ số thành phần nằm ngang của áp lực chủ động theo Xôkôlôvskii và Gôlôuskevich, khi góc ma sát $\delta$ bằng			
	0		0,5	
	$\lambda_a$	$\lambda_{ac}$	$\lambda_a$	$\lambda_{ac}$
10	0,70	1,68	0,66	1,57
11	0,68	1,65	0,64	1,53
12	0,66	1,62	0,61	1,50
13	0,63	1,59	0,59	1,46
14	0,61	1,56	0,56	1,43
15	0,59	1,53	0,54	1,40
16	0,57	1,50	0,52	1,37

17	0,55	1,47	0,50	1,34
18	0,53	1,45	0,48	1,31
19	0,51	1,42	0,46	1,28
20	0,49	1,40	0,44	1,25
21	0,47	1,37	0,42	1,22
22	0,45	1,34	0,41	1,20
23	0,44	1,32	0,40	1,18
24	0,42	1,29	0,38	1,15
25	0,41	1,27	0,36	1,12
26	0,39	1,25	0,35	1,10
27	0,38	1,22	0,33	1,07
28	0,36	1,20	0,32	1,05
29	0,34	1,18	0,30	1,02
30	0,33	1,16	0,29	1,00
31	0,32	-	0,28	-
32	0,31	-	0,27	-
33	0,30	-	0,26	-
34	0,28	-	0,25	-
35	0,27	-	0,24	-
36	0,26	-	0,23	-
37	0,25	-	0,22	-
38	0,24	-	0,21	-
39	0,23	-	0,20	-
40	0,22	-	0,19	-

*Ghi chú:*

Có thể sử dụng bảng này khi tính toán theo lý thuyết cổ điển cho trường hợp mặt tường thẳng đứng và mặt đất nằm ngang.

Khi tính toán theo lý thuyết cổ điển, hệ số thành phần ngang của áp lực đất chủ động phải xác định theo công thức:

$$\lambda_a = \frac{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}(\alpha + \delta) + \operatorname{tg}(\beta + \varphi)} \quad (38)$$

Trong đó:

$\alpha, \delta$  - như ở điều 13.27

$\beta$  - góc phá hoại (góc giữa đường thẳng đứng và mặt phá hoại), xác định theo điều 13.30;

$\varphi$  - góc ma sát trong của đất (xem điều 13.10).

Trong trường hợp riêng, khi không có tải trọng trên mặt bên, hoặc tải trọng này phân bố đều trên toàn bộ mặt bên, đối với mặt sau tính toán của tường bên giả định là nghiêng một góc  $\alpha = \beta = 45^\circ - 0,5\varphi$ , và khi góc ma sát giữa đất và mặt sau bên là  $\delta = \varphi$ , hoặc đối với trường hợp mặt sáu của tường bên là thẳng đứng và không có ma sát, tức  $\delta = 0$  và  $\alpha = 0$  thì hệ số thành phần ngang của áp lực chủ động xác định theo công thức: (39)

$$\alpha_a = \text{tg}^2(45^\circ - 0,5\varphi) \quad (39)$$

Hệ số thành phần nằm ngang của lực kháng trượt do lực dính trong đất xác định theo công thức:

$$\lambda_{ac} = 2\sqrt{\lambda_a} \quad (40)$$

**13.30. Góc phá hoại khi tính theo lý thuyết cổ điển được xác định bằng công thức:**

$$\text{tg}\beta = -V^\pm \sqrt{V(V + c \text{tg}\varphi - \text{tg}\alpha + S_\beta) - c \text{tg}\varphi \text{tg}\alpha + S_\beta c \text{tg}\varphi} \quad (41)$$

$$V = \text{tg}(\alpha + \delta + \varphi) \quad (42)$$

Trong đó:

$\varphi$  - như ở điều 13.29;

$\alpha, \delta$  - như ở điều 13.27;

$S_\beta$  - hệ số, xét đến vị trí của hoạt tải trên lăng thể phá hoại, xác định theo công thức:

$$S_\beta = \frac{2\sum a_i (q_o^{tc} - q_i^{tc})}{H \left[ H\gamma_n^{tc} + 2q_o^{tc} + 2\sum (\gamma_i^{tc} - \gamma_n^{tc}) h_i \right]}, \quad (43)$$

$a_i, q_i^{tc}$  - tương ứng là bề rộng của dải tải trọng  $i$  và cường độ tải trọng trên dải  $i$  đó trên các đoạn có  $1 q_i^{tc} \neq q_o^{tc}$  (hình 13);

$q_o^{tc}$  - cường độ tải trọng ở giao điểm của mặt bãi với mặt phẳng phá hoại;

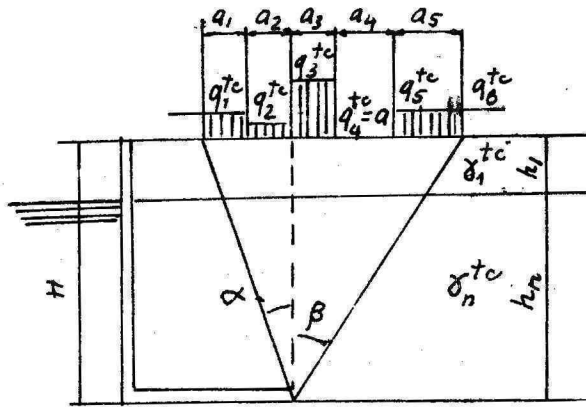
$H$  - tổng chiều cao của lăng thể phá hoại;

$\gamma_i^{tc}$  và  $h_i$  - dung trọng và chiều cao của lớp đất thứ  $i$ ;

$\gamma_n^{tc}$  - dung trọng của lớp đất bên dưới trong lăng thể phá hoại.

Trong biểu thức (41) dấu trước căn số được chọn sao cho góc  $\beta$  nằm trong cung phần tư thứ nhất.

Khi xác định, trong khối đất lấp, góc nghiêng  $\alpha$  của mặt phẳng tiếp nhận áp lực chủ động (xem hình 13) và góc nghiêng  $\beta$  tương ứng với nó của mặt phá hoại phải xuất phát từ điều kiện áp lực chủ động của lăng thể phá hoại tác động lên tường có giá trị lớn nhất.



**Hình 13.** Sơ đồ đặt hoạt tải trên bển khi xác định hệ số  $S_{\beta}$

Tính toán được tiến hành theo công thức 41 bằng cách chọn nghiệm dưới dạng bảng tính (bảng 18) khi  $\delta = \varphi$ . Cho một số giá trị của góc  $\alpha$ , tìm các giá trị của đại lượng  $tg\beta$ . Trị số tính toán là trị số bé nhất của đại lượng  $tg\beta$ , nó cho ta áp lực chủ động lớn nhất lên tường và một trị số góc  $\alpha$  tương ứng.

Trong trường hợp riêng nêu ở điều 13.29 góc phá hoại xác định theo công thức:

$$\beta = 45^{\circ} - 0,5 \varphi \quad (44)$$

**13.31.** Khi có lăng thể đá giảm tải, biểu đồ áp lực chủ động cũng được dựng theo quy định ở các điều 13.27 - 13.30 với giả thiết các lớp đất, đá kéo dài vô tận; sau đó cộng thêm vào một biểu đồ áp lực do tải trọng của đất nằm trên mái dốc khối đá đổ, bên trong lăng thể trượt. Tung độ  $\Delta\delta_i$  của biểu đồ áp lực gia tăng này (hình 14) trong trường hợp tổng quát được xác định như sau:

- trong phạm vi lăng thể đá với chiều cao  $\Delta H$  - theo công thức:

$$\Delta\sigma_i = \frac{(q_i^{tc} + \sum \gamma_i^{tc} h_i)(\lambda_{ar} - \lambda_{ak})S'_o}{\Delta H}, \quad (45)$$

- phía dưới lăng thể đá với chiều cao  $\Delta t$  - theo công thức:

$$\Delta\sigma_i = \frac{(q_i^{tc} + \sum \gamma_i^{tc} h_i)(\lambda_{ar} - \lambda_{ak})S_o}{\Delta t}, \quad (46)$$

2. Dấu ngoặc vuông để chỉ số thứ tự các cột trong bảng.

Trong các công thức (45) và (46):

- $q_i^{tc} + \sum \gamma_i^{tc} h_i$  - áp lực do trọng lượng bản thân của đất và tải trọng khai thác ở cao độ của giao điểm giữa mái dốc lăng thể đá với mặt phá hoại; mặt phá hoại này được vẽ từ điểm cần xác định tung độ  $\Delta\delta_i$  ở mặt sau tường bên;
- $\lambda_{ar}$  - hệ số thành phần ngang của áp lực chủ động của đất nằm trên mái dốc lăng thể đá;
- $\lambda_{ak}$  - hệ số thành phần ngang của áp lực chủ động của đá đổ;
- $S'_o, S_o$  - hình chiếu lên phương đứng của các đoạn mái dốc đá; các đoạn này nằm giữa các mặt phẳng phá hoại vẽ qua chân các đoạn  $\Delta H$  và  $\Delta t$  ở mặt phẳng tính toán của tường mặt (xem hình 14).

Bảng 18

Các giá trị cho theo trình tự tăng dần	1	$\alpha$ , độ
	2	$\alpha, \delta = \varphi$ , độ
	3	$V = \text{tg}(\alpha + \delta + \varphi)$
	4	$\text{ctg}\varphi$
	5	$\text{tg}\alpha$
Các trị số lấy theo hình 13	6	$S_{\beta} = \frac{2 \sum a_i (q_0^{tc} - q_i^{tc})}{H \left[ \gamma_n^{tc} H + 2q_0^{tc} + 2 \sum (\gamma_i^{tc} - \gamma_n^{tc}) h_i \right]}$
	7	$\text{ctg}\varphi \text{tg}\alpha$
	8	$S_{\beta} \text{ctg}\varphi$
	9	$(V + \text{ctg}\varphi - \text{tg}\alpha + S_{\beta})$ [3] + [4] - [5] + [6]
	10	$(V + \text{ctg}\varphi - \text{tg}\alpha + S_{\beta})$ [3] . [9]
	11	$-\text{ctg}\varphi \text{tg}\alpha + S_{\beta} \text{ctg}\varphi$ - [7] + [8]
	12	$\sqrt{[10] + [11]}$
	13	$\text{tg}\beta = - [3] \pm [12]$
	14	$\beta$ , độ

*Ghi chú:* 1. Đáp số cần tìm là các góc  $\alpha$  và  $\beta$  nằm trên cùng một dòng, mà theo dòng đó ở cột 13 ta có trị số bé nhất của đại lượng  $\text{tg}\beta$ . Phía trên và phía dưới dòng này trị số  $\text{tg}\beta$  ở cột 13 đều có giá trị lớn hơn;

2. Dấu ngoặc vuông để chỉ số thứ tự các cột trong bảng.





**13.32.** Áp lực bị động của đất phải xác định theo lý thuyết cân bằng giới hạn có xét đến đặc điểm mặt trượt của lăng thể bị động là mặt cong.

Trong phạm vi mỗi lớp đất đồng nhất quy luật biến thiên của áp lực theo chiều sâu được coi là tuyến tính.

Tung độ biểu đồ thành phần ngang của áp lực bị động lên tường thẳng đứng khi mặt đất nằm ngang được xác định theo công thức:

- với áp lực bị động thuận:

$$\sigma_p = \lambda_p \sum \lambda_i^{tc} h_i + c \lambda_{pc} ; \quad (49)$$

- với áp lực bị động nghịch:

$$\sigma_p = \left( q_i^{tc} + \sum \gamma_i^{tc} h_i \right) \lambda_p + c \lambda_{pc} ; \quad (50)$$

Trong các công thức 49 và 50:

$\sum \gamma_i^{tc} h_i$ ,  $c$ ,  $q_i^{tc}$  - như ở điều 13.27, nhưng chỉ đối với tung độ áp lực bị động;

$\lambda_p$  - hệ số thành phần ngang của áp lực bị động của đất, lấy theo bảng 19, tùy thuộc góc ma sát trong  $\varphi$  của đất (xem điều 13.10) ở tiết diện cân tính tung độ biểu đồ áp lực bị động và góc ma sát  $\delta$  giữa lăng thể bị động với tường;

$\lambda_{pc}$  - hệ số áp lực bị động do lực dính, xác định theo bảng 19, hoặc theo công thức:

$$\lambda_{pc} = \frac{0,9\lambda_p - 1}{\operatorname{tg}\varphi} ; \quad (51)$$

*Ghi chú:*

1. Cho phép xác định áp lực bị động của đất theo lý thuyết cổ điển với giả thiết mặt trượt phẳng trong lăng thể bị động. Trong trường hợp này tung độ biểu đồ áp lực bị động xác định theo các công thức (49) và (50), trong đó giá trị của  $\lambda_p$  lấy theo bảng 20, còn  $\lambda_{pc}$  - theo công thức:

$$\lambda_{pc} = 2\sqrt{\lambda_p} \quad (52)$$

hoặc theo bảng 20.

2. Đối với lớp đất trên mặt, nơi mà cấu trúc của đất dính có thể bị phá hoại thì lấy  $c=0$ ; trị số đầy đủ của lực dính được lấy từ độ sâu 1,0m. Từ cao trình đáy đến độ sâu 1,0m lực dính tăng từ 0 đến  $c$  theo quy định tuyến tính.

**Bảng 19**

Góc ma sát trong của đất $\varphi^\circ$	Hệ số thành phần ngang của áp lực bị động của đất theo Xôcôlôvskii và Góluskevich khi góc ma sát $\delta$ bằng					
	0		0,333 $\varphi$		$\varphi$	
	$\lambda_p$	$\lambda_{pc}$	$\lambda_p$	$\lambda_{pc}$	$\lambda_p$	$\lambda_{pc}$
5	1,14	1,28	1,20	1,56	1,23	2,01

6	1,21	1,34	1,28	1,67	1,31	2,15
7	1,26	1,39	1,34	1,77	1,39	2,25
8	1,31	1,45	1,40	1,87	1,47	2,40
9	1,37	1,51	1,45	1,95	1,55	2,55
10	1,42	1,58	1,51	2,04	1,63	2,65
11	1,47	1,65	1,57	2,14	1,71	2,80
12	1,53	1,72	1,64	2,23	1,80	2,94
13	1,58	1,79	1,72	2,32	1,90	3,09
14	1,63	1,87	1,79	2,42	2,01	3,24
15	1,69	1,94	1,86	2,52	2,12	3,39
16	1,76	2,01	1,96	2,62	2,27	3,58
17	1,82	2,08	2,04	2,73	2,42	3,77
18	1,89	2,15	2,14	2,84	2,56	3,95
19	1,96	2,23	2,25	2,95	2,71	4,14
20	2,04	2,30	2,35	3,06	2,86	4,32
21	2,12	2,36	2,49	3,22	3,01	4,55
22	2,20	2,42	2,63	3,37	3,26	4,78
23	2,28	2,48	2,78	3,53	3,47	5,01
24	2,37	2,54	2,94	3,68	3,70	5,24
25	2,46	2,60	3,10	3,84	3,94	5,46
26	2,56	2,67	3,25	3,97	4,23	5,79
27	2,67	2,73	3,41	4,07	4,55	6,12
28	2,78	2,80	3,58	4,18	4,88	6,45
29	2,80	2,87	3,76	4,30	5,26	6,78
30	3,00	2,94	3,94	4,41	5,67	7,10
31	3,12	-	4,17	-	6,07	-
32	3,25	-	4,39	-	6,48	-
33	3,39	-	4,67	-	6,90	-
34	3,54	-	4,95	-	7,33	-
35	3,69	-	5,29	-	7,76	-
36	3,85	-	5,64	-	8,35	-
37	4,02	-	6,05	-	8,98	-
38	4,20	-	6,50	-	9,70	-
39	4,39	-	7,05	-	10,54	-
40	4,60	-	7,57	-	11,47	-

Bảng 20

Góc ma sát trong của đất, $\varphi^\circ$	Hệ số thành phần ngang của áp lực bị động của đất theo phương pháp cổ điển khi góc ma sát ở bằng					
	0		0,333 $\varphi$		0,75 $\varphi$	
	$\lambda_p$	$\lambda_{pc}$	$\lambda_p$	$\lambda_{pc}$	$\lambda_p$	$\lambda_{pc}$
10	1,42	2,38	1,52	2,46	1,63	2,55
11	1,47	2,42	1,58	2,51	1,73	2,62
12	1,52	2,46	1,65	2,60	1,82	2,70
13	1,57	2,50	1,73	2,63	1,92	2,77
14	1,64	2,56	1,81	2,69	2,03	2,85
15	1,69	2,60	1,92	2,77	2,15	2,93
16	1,76	2,65	1,98	2,81	2,28	3,03
17	1,82	2,70	2,08	2,88	2,42	3,11
18	1,89	2,75	2,18	2,95	2,58	3,21
19	1,96	2,80	2,28	3,02	2,74	3,31
20	2,04	2,86	2,40	3,10	2,93	3,42
21	2,12	2,91	2,52	3,17	3,13	3,54
22	2,20	2,97	2,65	3,26	3,36	3,66
23	2,28	3,02	2,78	3,33	3,59	3,79
24	2,37	3,08	2,93	3,42	3,86	3,93
25	2,46	3,14	3,09	3,52	4,16	4,08
26	2,56	3,20	3,26	3,61	4,49	4,24
27	2,66	3,26	3,44	3,71	4,82	4,39
28	2,77	3,33	3,64	3,82	5,19	4,56
29	2,88	3,39	3,85	3,92	5,59	4,73
30	3,00	3,46	4,08	4,04	6,00	4,90
31	3,12	-	4,33	-	6,43	-
32	3,25	-	4,60	-	6,93	-
33	3,39	-	4,89	-	7,47	-
34	3,54	-	5,21	-	8,00	-
35	3,69	-	5,56	-	8,60	-
36	3,85	-	5,94	-	9,22	-
37	4,02	-	6,37	-	9,90	-
38	4,20	-	6,83	-	10,57	-
39	4,39	-	7,35	-	11,30	-
40	4,60	-	7,92	-	12,18	-

**13.33.** Trường hợp mặt đất trước tường nghiêng một góc  $\theta$  so với đường nằm ngang (hình 15) thì cho phép xác định tung độ biểu đồ áp lực bị động của đất bằng lý thuyết cổ điển theo công thức:

$$\sigma_p = \lambda_{p0} \sum \gamma_i^{tc} h_i + c \lambda_{c0} ; \quad (53)$$

trong đó:

$$\lambda_{p0} = \frac{1}{(1 - \sqrt{z_p})^2} \frac{\cos^2 \varphi}{\cos \delta} ; \quad (54)$$

$$z_p = \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta)}{\cos \delta \cos \theta} ; \quad (55)$$

$$\lambda_{c0} = 2\sqrt{\lambda_{p0}} . \quad (56)$$

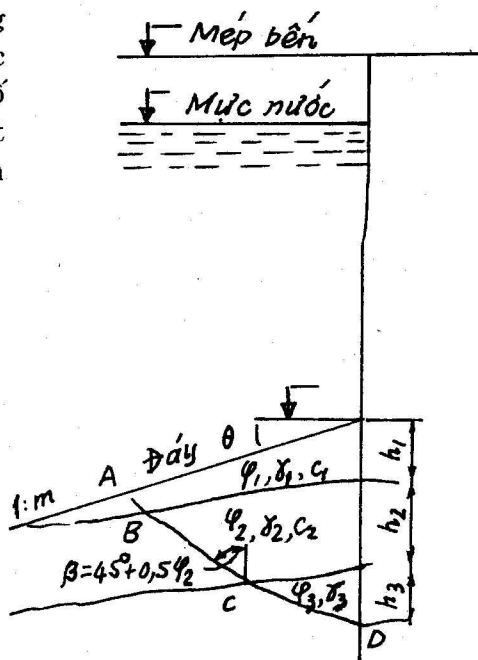
Trong các công thức (53) (56):

$\sum \gamma_i^{tc} h_i, c$  - như ở điều 13.32;

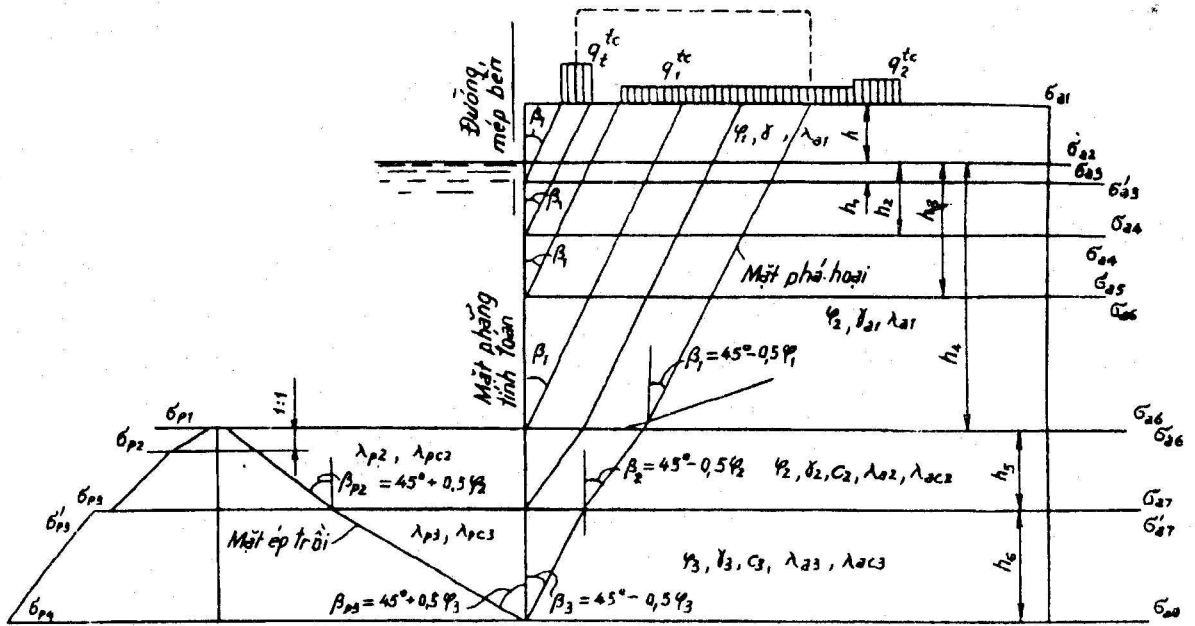
$\delta$  - góc masát giữa đất với tường;

$\varphi$  - như ở điều 13.29.

**13.34.** Khi dựng các biểu đồ áp lực đất chủ động và bị động nên xác định tung độ tại ranh giới giữa các lớp đất và tại các chỗ giao cắt giữa mặt phẳng tính toán chịu áp lực bị động với các mặt phẳng phá hoại vẽ từ điểm góc hoặc các điểm đột biến của tải trọng phân bố đều trên mặt bến, tức là xem áp lực trên mặt bến được truyền xuống mặt phẳng tính toán theo mặt phẳng phá hoại (hình 16).



**Hình 15:** Sơ đồ tính toán áp lực bị động của đất khi đáy nghiêng: ABCD - mặt lạng thể ép trôi theo lý thuyết cổ điển.



Hình 16. Biểu đồ áp lực chủ động và bị động của đất, và các hoạt tải

- Tung độ biểu đồ áp lực chủ động:

$$\sigma_{a1} = 0;$$

$$\sigma_{a2} = \gamma_n h \lambda_{a1}$$

$$\sigma_{a3} = (\gamma_n h + \gamma_n h_1) \lambda_{a1};$$

$$\sigma'_{a3} = (q_{td}^{tc} + \gamma_n h + \gamma_n h_2) \lambda_{a1};$$

$$\sigma_{a4} = (q_{td}^{tc} + \gamma_n h + \gamma_n h_2) \lambda_{a1};$$

$$\sigma'_{a4} = (\gamma_n h + \gamma_n h_2) \lambda_{a1};$$

$$\sigma_{a5} = (\gamma_n h + \gamma_n h_3) \lambda_{a1};$$

$$\sigma'_{a5} = (q_1^{tc} + \gamma_n h + \gamma_n h_3) \lambda_{a1};$$

$$\sigma_{a6} = (q_1^{tc} + \gamma_n h + \gamma_n h_4) \lambda_{a1};$$

$$\sigma'_{a6} = (q_1^{tc} + \gamma_n h + \gamma_n h_4) \lambda_{a2} - C_2 \lambda_{ac2};$$

$$\sigma_{a7} = (q_1^{tc} + \gamma_n h + \gamma_n h_4 + \gamma_2 h_5) \lambda_{a2} - C_2 \lambda_{ac2};$$

$$\sigma'_{a7} = (q_1^{tc} + \gamma_n h + \gamma_n h_4 + \gamma_2 h_5) \lambda_{a3} - C_3 \lambda_{ac3};$$

$$\sigma_{a8} = (q_1^{tc} + \gamma_n h + \gamma_n h_4 + \gamma_2 h_5 + \gamma_3 h_6) \lambda_{a3} - C_3 \lambda_{ac3};$$

- Tung độ biểu đồ áp lực bị động:  $\sigma_{p1} = 0$

$$\sigma_{p2} = \gamma_2 + \dots + C_2 \lambda_{pc2};$$

$$\sigma_{p3} = \gamma_2 h_5 \lambda_{p2} + C_2 \lambda_{pc2};$$

$$\sigma'_{p3} = \gamma_2 h_5 \lambda_{p3} + C_3 \lambda_{pc3};$$

$$\sigma_{p4} = (\gamma_2 h_5 + \gamma_3 h_6) \lambda_{p3} + C_3 \lambda_{pc3}.$$

**13.35.** Độ bền và độ chống nứt của các cấu kiện thuộc kết cấu phần trên phải tính toán chịu tác động của các lực sau:

a) Áp lực chủ động do trọng lượng bản thân của đất, có xét đến hoạt tải do thiết bị công nghệ và hàng hoá xếp trên bến;

b) Tải trọng do tàu (lực neo tàu, lực tựa tàu và lực va tàu khi cập bến);

c) Tải trọng do trọng lượng bản thân các cấu kiện của kết cấu phần trên.

**13.36.** Khi nền cấu tạo từ những loại đất có thời gian cố kết kéo dài (độ ép lún lớn) - đất lẫn than bùn và đất loại sét bão hoà nước (độ no nước  $G \geq 0,85$ , môđun biến dạng  $E_0 \leq 50 \text{ kg/cm}^2$ , hệ số cấp độ cố kết  $c_v^0 < 4$ , hệ số cố kết  $c_v \leq 1.10^7 \text{ cm}^2/\text{năm}$  và chỉ số độ sệt  $I_s \geq 0,75$ ), cũng như đất bùn - thì khi tính toán khả năng chịu lực của nền phải xét cấp độ cố kết bằng cách lấy các đặc trưng của đất (gồm các chỉ tiêu cơ lý về độ bền và các thông số về cát:  $\text{tg}\varphi_1$  và  $c_1$ ) ứng với trạng thái chưa ổn định do giảm ứng suất tiếp tuyến  $\tau_1$  trên mặt trượt vì hình thành áp suất dư của nước trong lỗ hổng. Trong trường hợp này ứng suất tiếp bằng:

$$\tau_1 = (p - u) \text{tg}\varphi_1 + c_1 ; \quad (57)$$

Trong đó:

$p$  - ứng suất pháp trên mặt trượt,  $\text{kg/cm}^2$ .

Áp lực dư trong nước lỗ hổng cần xác định có tính đến sự thay đổi trạng thái đất theo mức độ chất tải lên đất trong quá trình xây dựng và thời gian đầu khai thác công trình, còn các chỉ tiêu về cát của đất ( $\varphi_1$  và  $c_1$ ) thì xác định ở trạng thái đất chưa cố kết hoặc cố kết một phần.

Cho phép kiểm tra ổn định của nền theo phương pháp "ma sát bằng không", khi ngoại lực cân bằng với áp lực lỗ hổng, tức  $p = u$ , và do đó  $\tau = 0$ .

Trong một số trường hợp nếu dự báo là đất sẽ đủ cố kết, hoặc xuất phát từ điều kiện khai thác công trình (chẳng hạn, khi thời gian thi công kéo dài, khi tính toán công trình bến ở độ sâu nạo vét đáy trong tương lai v.v..) thì các chỉ tiêu về cát có thể lấy ứng với trạng thái đất đã cố kết hoàn toàn theo công thức:

$$\tau = p \text{tg}\varphi_1 + c_1 . \quad (58)$$

#### 14. CÁC QUY ĐỊNH CHUNG VỀ TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH BẾN KIỂU TRỌNG LỰC

**14.1.** Tính toán công trình bến kiểu trọng lực cần thực hiện theo qui định ở điều 13.2a, b, e, l, m và sử dụng hệ số tính toán theo quy định ở các điều 13.13 và 13.19.

**14.2.** Công trình bến kiểu trọng lực theo điều kiện mức độ cho phép về lún không đều (nhóm II các trạng thái giới hạn) phải thiết kế với tính toán sao cho hợp lực các tải trọng không vượt ra ngoài lõi tiết diện của đáy.

Điều kiện này xác định bằng công thức:

$$a \geq b/3 , \quad (59)$$

hoặc

$$a \leq b/6 . \quad (60)$$



Trong các công thức 59 và 60:

a - Khoảng cách từ mép trước công trình đến điểm đặt hợp lực của tải trọng, xác định theo công thức:

$$a = \frac{M_g - M_l}{g} ; \quad (61)$$

b - Bề rộng đáy công trình;

e - Độ lệch tâm của hợp lực các tải trọng, xác định theo công thức:

$$e = 0,5 b - a ; \quad (62)$$

$M_g$  - Mômen tổng của các lực giữ ứng với mép quay phía trước;

$M_l$  - Mômen tổng của các lực gây lật ứng với mép quay phía trước;

g - Tổng các lực thẳng đứng tác động lên đáy công trình.

Cho phép hợp lực các tải trọng vượt ra ngoài lõi tiết diện đáy khi tăng độ lệch tâm đến:

$e \leq 0,25 b$  đối với công trình trên nền đá, và

$e \leq 0,2b$  đối với công trình trên nền đất cứng và chặt nhưng chỉ trong trường hợp tính toán chịu tổ hợp đặc biệt các tải trọng.

*Ghi chú:*

Các lực giữ phải bao gồm toàn bộ các lực đứng kể cả thành phần thẳng đứng của áp lực đất chủ động có xét đến các hoạt tải có thể có.

**14.3** Tính toán nền không phải đá của công trình bê tông trọng lực theo nhóm II các trạng thái giới hạn (theo biến dạng - lún, chuyển vị ngang, nghiêng) được thực hiện theo TCVN 4253 - 86 theo các điều kiện:

$$S \leq S_{np} ; \quad (63)$$

$$U \leq U_{np} \quad (64)$$

$$\omega \leq \omega_{np} ; \quad (65)$$

Trong đó:

S, U,  $\omega$  - tương ứng là độ lún, chuyển vị ngang và độ nghiêng cuối cùng, xác định bằng tính toán theo TCVN 4253-86;

$S_{np}$ ,  $U_{np}$ ,  $\omega_{np}$  - tương ứng là các trị số giới hạn của độ lún, tải trọng ngang và độ nghiêng, do đồ án quy định.

*Ghi chú:*

Trong tính toán nền các công trình bê tông theo nhóm II các trạng thái giới hạn (theo biến dạng) phải dùng các tổ hợp cơ bản các tải trọng.

**14.4** Theo quy định của TCVN 4253-86, đối với các công trình bê tông trọng lực khi độ lệch tâm  $e_p \leq 0,2b$  thì không cần tính toán theo biến dạng nếu đảm bảo điều kiện:

$$P_{(b)} \leq R_d ; \quad (66)$$

Trong đó:

$P_{tb}$  - áp lực trung bình trên đất nền do các tải trọng bên trên, kể cả của lớp đệm;

$R_d$  - áp lực trên đất nền, xác định theo công thức:

$$R_d = m_1 \left[ A_1 (B + 2h_n) \gamma_{rII} + A_2 (d + h_n) \gamma_{kII} + D_{cII} \right]; \quad (67)$$

$m_1$  - hệ số điều kiện làm việc; khi xây dựng "dưới nước" thì lấy:

$m_1 = 0,7$  đối với đất loại bụi;

$m_1 = 0,9$  đối với các loại đất khác.

$A_1, A_2, D$  - hệ số không thứ nguyên, xác định theo bảng 8 của TCVN 4253-86 hoặc theo công thức:

$$A_1 = \frac{0,25\pi}{\text{ctg}\varphi_{II} - 0,5\pi + \varphi_{II}}; \quad (68)$$

$$A_2 = 1 + \frac{\pi}{\text{ctg}\varphi_{II} - 0,5\pi + \varphi_{II}}; \quad (69)$$

$$D = \frac{\pi}{\text{tg}\varphi_{II} (\text{ctg}\varphi_{II} - 0,5\pi + \varphi_{II})}; \quad (70)$$

$B$  - bề rộng đáy công trình;

$h_n$  - bề dày lớp đệm;

$\gamma_{rII}, \gamma_{kII}$  - tương ứng là dung trọng của đất nền và của vật liệu làm lớp đệm;

$d$  - độ chôn sâu của đáy công trình so với cao độ đáy thiết kế;

$c_{II}$  - lực dính của đất nằm ở đáy công trình.

*Ghi chú:*

Trong tính toán các công trình bền theo biến dạng không cần xét độ lún của lớp đệm.

**14.5** - Khi xác định ứng suất pháp ở biên của đáy công trình trọng lực hoặc của lớp đệm trong tính toán bộ bền của nền cần thoả mãn điều kiện:

$$\sigma \leq R, \quad (71)$$

Trong đó:

$\sigma$  - ứng suất biên ở mặt tiếp xúc giữa lớp đệm và đáy công trình hoặc ở mặt tiếp xúc giữa đất nền và đáy lớp đệm, xác định theo các điều 14.6 và 14.7;

$R$  - áp lực tính toán của đất nền, quy định theo báo cáo địa chất công trình.

*Ghi chú:*

Được phép xác định áp lực tính toán theo phụ lục 4 của TCXD 45-78.

**14.6** - Ứng suất biên ở mặt tiếp xúc giữa nền công trình và lớp đệm đá khi thoả mãn các điều kiện (59) và (60) (hình 17a) được xác định theo công thức:

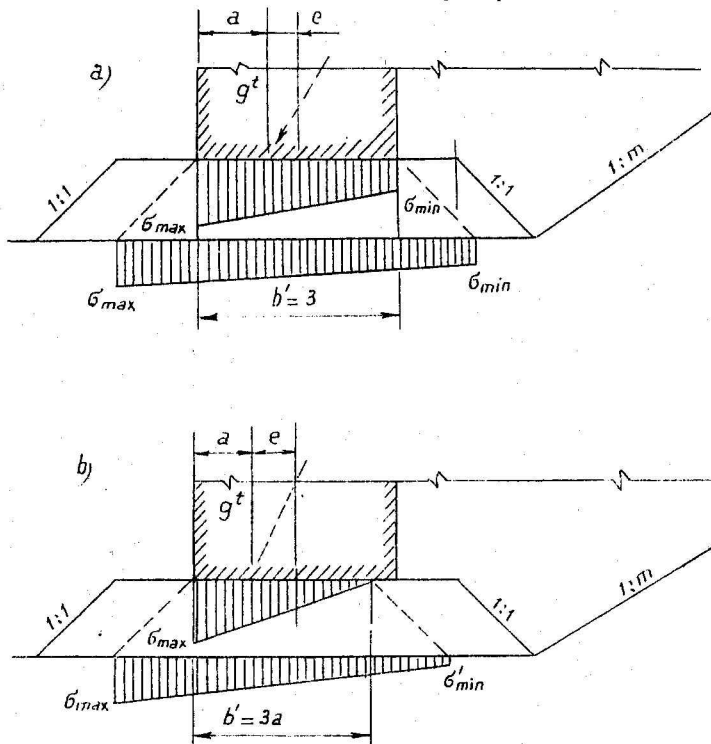
$$\sigma_{\frac{\max}{\min}} = \frac{g}{b} \left( 1 \pm \frac{6e}{b} \right) \leq R; \quad (72)$$

Khi các điều kiện (59) và (60) theo quy định ở điều 14.2 không thoả mãn (hình 17b) thì xác định ứng suất biên theo công thức:

$$\sigma_{\max} = \frac{2g}{3a} \leq R \quad (73)$$

Trong công thức (72) và (73):

- $\sigma_{\max}, \sigma_{\min}$  - ứng suất pháp ở biên, lớn nhất và nhỏ nhất, tại mặt tiếp xúc giữa lớp đệm đá với nền công trình;
- R - áp lực tính toán của lớp đệm đá, xác định theo độ bền theo mác của đá có xét đến độ bão hoà nước. Các ký hiệu khác xem điều 14.12.



**Hình 17:** Biểu đồ ứng suất biên ở mặt tiếp xúc giữa nền công trình với lớp đệm đá

*Ghi chú:*

Khi thiếu số liệu địa chất công trình cho phép lấy áp lực tính toán R của lớp đệm như sau:

$R = (4 \div 6) \text{ kg/cm}^2$  đối với tổ hợp cơ bản các tải trọng;

$R = (5,5 \div 8,5) \text{ kg/cm}^2$  - đối với tổ hợp đặc biệt các tải trọng.

**14.7.** Ứng suất biên ở mặt tiếp xúc giữa lớp đệm đá với đất nền xác định từ điều kiện truyền tải trọng qua lớp đệm theo một góc  $45^\circ$ .

$$\frac{\sigma'_{\max}}{\sigma'_{\min}} = \sigma_{\max} \frac{b'}{b' + 2h_n} + h_n \gamma_k^{tc} \leq R; \quad (74)$$

Trong đó:

$\frac{\sigma'_{\max}}{\sigma'_{\min}}$  - ứng suất pháp ở biên, lớn nhất và nhỏ nhất, ở mặt tiếp xúc giữa đất nền với lớp đệm đá;

$\sigma_{\frac{\max}{\min}}$  - như ở điều 14.6

$b'$  - bề rộng truyền áp lực từ công trình xuống lớp đệm:

$b' = b$  khi thoả mãn các điều kiện (59) và (60)

$b' = 3a$  khi các điều kiện đó không thoả mãn;

$h_n$  - bề dày lớp đệm đá  $n$ ;

$\gamma_k^{tc}$  - dung trọng đá của lớp đệm (xem điều 13.28);

$R$  - áp lực tính toán của đất nền, lấy theo báo cáo địa chất công trình, hoặc theo phụ lục 4 của TCXD 45-78 khi chưa có số liệu địa chất công trình.

**14.8.** Bề dày  $h_n$  của lớp đệm đá được xác định từ điều kiện ứng suất biên không vượt quá áp lực tính toán của đất nền:

$$h_n \geq \frac{2R - \gamma_k^{tc} b'}{4 \gamma_k^{tc}} - \sqrt{\left( \frac{2R - \gamma_k^{tc} b'}{4 \gamma_k^{tc}} \right)^2 - \frac{b' (\sigma_{\max} - R)}{2 \gamma_k^{tc}}}; \quad (75)$$

Các ký hiệu trong công thức (75) xem ở điều 14.7.

*Ghi chú:*

Khi biểu thức dưới dấu căn của công thức (75) mang dấu âm thì xác định bề dày lớp đệm theo yêu cầu cấu tạo (xem điều 10.6).

**14.9.** Tính toán ổn định công trình bến kiểu trọng lực (nhóm I các trạng thái giới hạn) theo điều kiện lật (quay) quanh mép phía trước chỉ phải làm khi hợp lực của tất cả các tải trọng vượt ra ngoài phạm vi lõi tiết diện, tức là khi các điều kiện (59) và (60) không thoả mãn. Công thức tính toán như sau:

$$n_c n_{qd} M_l \leq \frac{m}{k_H} M_g; \quad (76)$$

Trong đó:

$n_c, n, k_H$  - như ở điều 13.13;

$M_l, M_g$  - tương ứng là mômen của các lực lật và lực chống lật ứng với mép quay;

$m$  - như ở điều 13.19;

$m_d$  - hệ số phụ điều kiện làm việc, lấy theo bảng 16, điểm 4.

*Ghi chú:*

Đối với bến tường góc có neo ngoài thì không phải kiểm tra ổn định lật.

**14.10.** Khi tính toán ổn định của công trình bến kiểu trọng lực (nhóm I các trạng thái giới hạn) về trượt theo mặt tiếp xúc giữa công trình với lớp đệm đá cần thoả mãn điều kiện:

$$n_c n_{qd} E \leq \frac{m}{k_n} g f; \quad (77)$$

\* Trong đó:

$n_c, n, k_n$  - như ở điều 13.13;

- E - tổng các lực ngang gây trượt tác động lên công trình;
- m - như ở điều 13.19;
- g - tổng các lực đứng tác động lên đáy công trình;
- f - lực ma sát của đáy công trình theo mặt tiếp xúc với lớp đệm đá, lấy bằng 0,5. Trong trường hợp có đủ luận cứ cần hiệu chỉnh lại trị số f bằng thực nghiệm;
- m<sub>d</sub> - lấy theo bảng 16, điểm 1.

**Ghi chú:**

Các hoạt tải có tác dụng tốt cho điều kiện ổn định thì không đưa vào tính toán.

**14.11 • Ổn định của công trình bến kiểu trọng lực (nhóm I các trạng thái giới hạn) về trượt cùng với lớp đệm phải tính toán như sau:**

a) Trường hợp lớp đệm vùi trong đất nền (hình 18a): trượt theo mặt gãy khúc MKEA - theo công thức:

$$n_c n m_d E \leq \frac{m}{k_n} [(g_1 + g_2 + g_3) f_{rl} + E_{pl}]; \quad (78)$$

Trong đó:

- n<sub>c</sub>, n, k<sub>n</sub> - như ở điều 13.13;
- m<sub>d</sub>, E - như ở điều 14.10;
- g<sub>1</sub> - phần trọng lượng công trình truyền áp lực lên đất ở mặt phẳng đáy lớp đệm trên đoạn FK, xác định theo công thức:

$$g_1 = \frac{2b' h_n \sigma_1 + 0,5b'^2 (\sigma_1 + \sigma_2)}{2h_n + b'}; \quad (79)$$

g<sub>2</sub> - trọng lượng bản thân của lớp đệm đá trong phạm vi ECDK, xác định theo công thức:

$$g_2 = (b' + b_1 - 0,5h_n) h_n \gamma_k^{tc}; \quad (80)$$

g<sub>3</sub> - trọng lượng bản thân của đất lấp trong phạm vi BCE, bằng:

$$g_3 = 0,5 h_n^2 \gamma_3^{tc}; \quad (81)$$

f<sub>rl</sub> - hệ số ma sát của lớp đệm đá trên đất nền, lấy bằng tgφ<sub>rl</sub>. Trong trường hợp có đủ luận cứ cần hiệu chỉnh lại trị số f<sub>rl</sub> bằng thực nghiệm;

E<sub>pl</sub> - lực ngang chống trượt do đất lấp, xác định theo một trong các công thức sau:

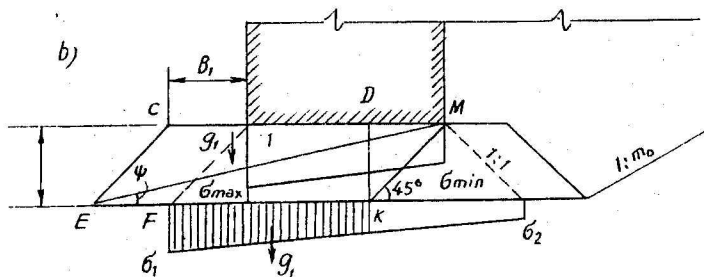
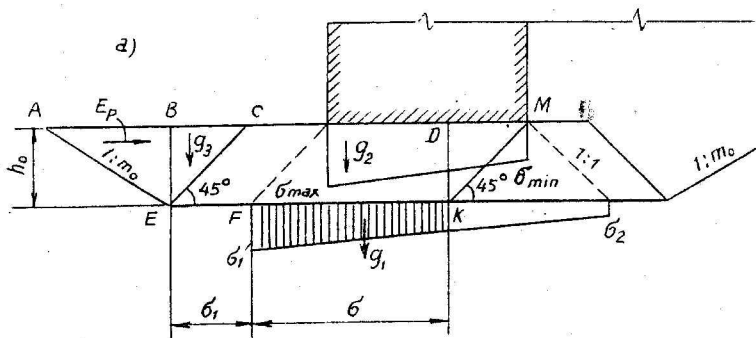
- Lực kháng của đất lấp trong phạm vi ABE:

$$E_{pl} = 0,5 h_n^2 \gamma_3^{tc} m_o \frac{1 + m_o f_{rl}}{m_o - f_{rl}}; \quad (82)$$

- Hoặc áp lực bị động của đất:

$$E_{pl} = 0,5 h_n^2 \gamma_3^{tc} \lambda_{pl}; \quad (83)$$

Lấy giá trị nhỏ hơn trong hai giá trị E<sub>pl</sub> tìm được để đưa vào tính toán theo công thức (78).



Hình 18. Biểu đồ ứng suất biên ở mặt tiếp xúc giữa lớp đệm đá với nền:

a - khi lớp đệm vùi trong đất nền;

b - khi lớp đệm nằm trên mặt đất nền.

$b'$  và  $h_n$  - như ở điều 14.7;

$\sigma_1$  và  $\sigma_2$  - ứng suất pháp ở biên trong đất nền tại mặt tiếp xúc với lớp đệm đá, tương ứng với cạnh trước và cạnh sau, do trọng lượng bản thân công trình, kể cả trọng lượng đất và thành phần đứng của áp lực đất chủ động và hoạt tải; các ứng suất này xác định theo công thức (74) khi  $h_n \gamma_k^{tc} = 0$ ;

$b_1$  - một đoạn bề rộng của lớp đệm (xem hình 18a)

$\gamma_k^{tc}, \gamma_3^{tc}$  - tương ứng là dung trọng của đá đổ và đất lấp có xét lực đẩy nổi;

$m_0$  - độ nghiêng mái dốc móng;

$\lambda_{pl}$  - như ở điều 13.32.

b) Trường hợp lớp đệm nằm trên mặt đất nền (hình 18b)

- trượt theo các mặt phẳng MK và KE - dùng công thức (78) với  $g_3 = 0$  và  $E_p = 0$ ;

- trượt theo mặt phẳng ME - dùng công thức:

$$n_c n m_d E' \leq \frac{m}{k_n} g' f_k ; \quad (84)$$

Trong đó:

$E'$  - tổng các hình chiếu lên mặt trượt ME của các lực tác động bên trên mặt trượt này, xác định theo công thức:

$$E' = (g + g_1) \sin \psi + E \cos \psi ; \quad (85)$$





Công trình bến bằng cọc ống đường kính lớn phải được tính toán theo nhóm I các trạng thái giới hạn để đảm bảo độ bền của kết cấu cọc ống (thành vách ống và các nút liên kết), của các cấu kiện thuộc kết cấu phần trên, của nền công trình và ổn định của công trình về trượt và lật.

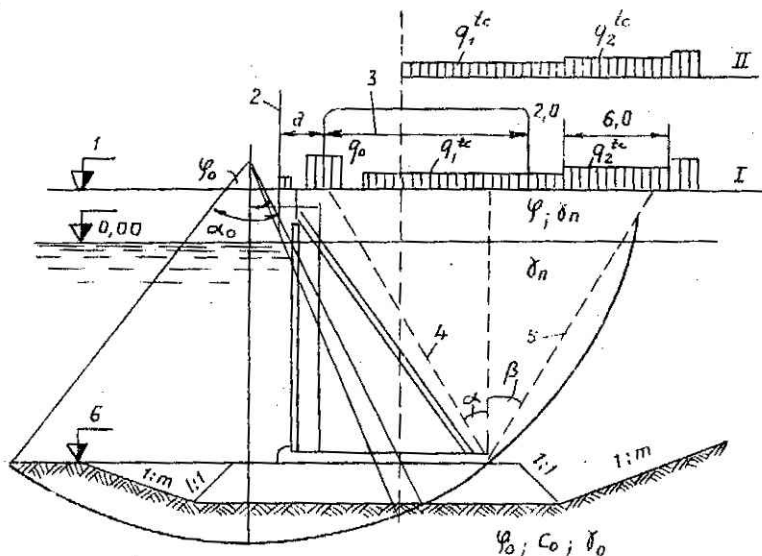
Tính toán theo nhóm II các trạng thái giới hạn nhằm hạn chế các biến dạng của công trình - lún, nghiêng, chuyển vị ngang, và mở rộng vết nứt trong các tiết diện BTCT.

## 15 - CÁC QUY ĐỊNH CHUNG VỀ TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH BẾN KIỂU TƯỜNG GÓC

**15.1** - Các công trình bến kiểu tường góc có neo trong và tường góc có bản chống được tính toán theo nhóm I và nhóm II các trạng thái giới hạn (xem điều 13.2) với hai trường hợp chất tải trên mặt bến (hình 20):

Trường hợp I - hoạt tải xếp trên bến tới đường mép bến hoặc tới đường mà hàng hoá có thể xếp đến theo sơ đồ công nghệ cách xếp hoạt tải này dùng để tính ổn định công trình về trượt phẳng trên lớp đệm và cùng với lớp đệm, tính bề dày lớp đệm, tính ứng suất ở mặt tiếp xúc trong lớp đệm và trong đất nền, và cũng để xác định nội lực dùng cho tính toán độ bền và độ chống nứt của các cấu kiện công trình.

Trường hợp II - cách xếp hoạt tải này dùng để tính ổn định chung của công trình theo sơ đồ trượt sâu theo mặt trượt cung tròn.



**Hình 20.** Các sơ đồ chất tải tính toán đối với kết cấu bến tường góc có neo trong và tường góc có bản chống (chữ số la mã chỉ các trường hợp chất tải).

- 1 - cao trình mép bến; 2 - đường mép bến;
- 3 - khổ đường, cần cầu; 4 - mặt tiếp nhận áp lực chủ động;
- 5 - mặt phá hoại; 6 - cao trình đáy.

**15.2.** Áp lực chủ động của đất có xét hoạt tải trên mặt bến được xác định theo quy định ở các điều 13.27 - 13.31.

Trong tính toán này góc ma sát của vật liệu đắp trên mặt sau tính toán của tường lấy bằng:

0,5φ - cho mặt dau của tường mặt hoặc mặt sau của bản chông bằng BTCT.

φ - cho mặt nghiêng giả định phía sau tường, trong đất lấp (cho mặt phẳng tiếp nhận áp lực chủ động).

**15.3** - khi tính toán ổn định các công trình bên tường góc φ và φ tính toán độ bền của nền các công trình này phải xác định các góc α và β trong khối đất lấp (α - góc giữa phương thẳng đứng và mặt phẳng tiếp nhận áp lực chủ động; β - góc giữa phương thẳng đứng và mặt phẳng phá hoại) theo các điều sau đây:

a) Khi tải trọng đặt trên công trình: theo trường hợp chất tải I (xem điều 15.1 và 16.1) - dùng những quy định ở các điều 13.29 (trường hợp riêng) và theo công thức (44);

b) Khi tải trọng đặt lùi sau công trình: theo trường hợp chất tải II (xem điều 16.1) - dùng những qui định ở điều 13.30 và theo công thức (41).

**15.4** - Khi tính toán tường góc, thành phần nằm ngang của lực neo tàu  $N_x$  phải phân bố cho một chiều dài dọc tuyến mép bến bằng tổng độ dài các bản mặt liên kết liên khối với một khối bích neo. Việc phân bố lực neo từ dầm mũ qua các cấu kiện khác cần được luận cứ bằng tính toán độ bền của dầm mũ.

**15.5** - Trong các bến tường góc, khi tính toán bản mặt theo phương nằm ngang thì mặt phẳng tính toán chịu áp lực chủ động là mặt phẳng phía sau của tường. Khi xác định áp lực chủ động của đất lấp lên tường phải xét ảnh hưởng giảm tải ở mặt bên các gờ do ma sát giữa các mặt này với lãng thể phá hoại.

Khi tính toán bản mặt theo phương thẳng đứng thì mặt phẳng tính toán là một mặt phẳng giả định chịu áp lực đất chủ động nằm cách mặt sau của bản mặt một đoạn  $x_{bm}$  (hình 21).

Trong trường hợp này khoảng cách  $x_{bm}$  xác định theo công thức:

$$x_{bm} = \frac{(1-D)^2}{4l \operatorname{tg} \varphi_3} \leq h_p ; \quad (88)$$

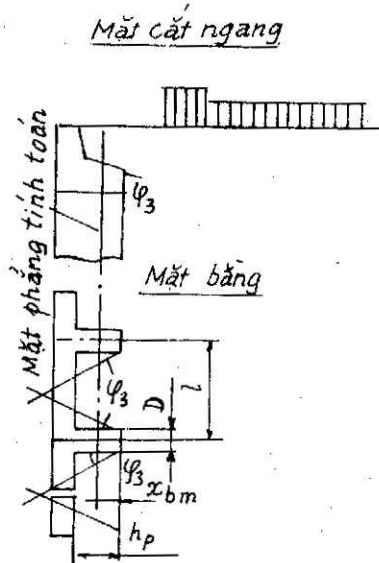
Trong đó:

$\varphi_3$  - góc ma sát trong bình quân gia quyền của đất lấp;

Các ký hiệu khác xem trên hình 21.

**15.6.** Trong bến tường góc có neo ngoài và neo trong, bản mặt được tính toán theo hai hướng như một dầm trên 2 gối với các công xôn, chịu áp lực chủ động do trọng lượng bản thân của đất cùng với hoạt tải gây ra. Theo hướng đứng thì các gối đặt ở điểm bắt thanh neo vào bản mặt và điểm tựa của bản mặt lên bản đáy; theo hướng ngang thì các gối là các gờ của dầm T.

Trong tính toán bản mặt theo hướng thẳng đứng thì thành phần ngang của lực neo tàu vuông góc với mép bến được xét đến khi xác định nội lực trong đoạn công xôn phía trên điểm neo, và không xét đến khi xác định mômen uốn trong nhịp. Trong tính toán này cho phép dùng bảng 22 để xác định hệ số  $m_c$  - là hệ số giảm mômen uốn trong nhịp bản mặt do bản bị



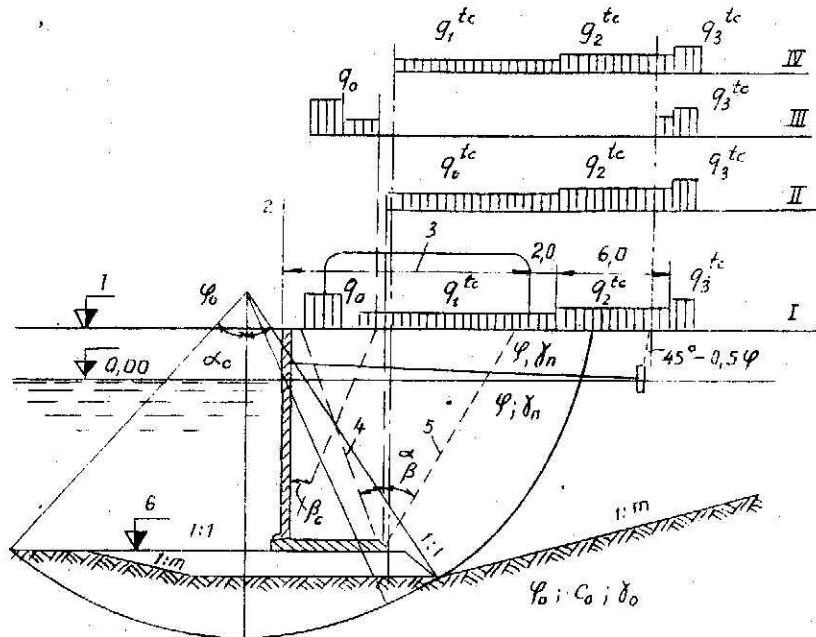
Hình 21. Sơ đồ xác định mặt phẳng tính toán

biến dạng và chuyển vị.

Khi tính toán bản mặt theo hướng ngang nên giả định cắt bản theo chiều cao công trình thành từng đoạn rộng 1m phù hợp với biểu đồ áp lực chủ động. Trên mỗi dầm ngang này sẽ đặt một tải trọng phân bố đều với cường độ bằng giá trị trung bình theo biểu đồ áp lực chủ động đối với đoạn cần tính.

## 16. TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH BẾN KIỂU TƯỜNG GÓC CÓ NEO NGOÀI

16.1. Công trình bến kiểu tường góc có neo ngoài được tính toán theo hai nhóm I và II các trạng thái giới hạn (xem điều 13.2) với bốn trường hợp chất tải trên mặt bến (hình 22).



Hình 22. Các sơ đồ chất tải trên bến dùng để tính toán kết cấu bến kiểu tường góc có neo ngoài (số la mã để chỉ các trường hợp chất tải)

- 1- cao trình mép bến; 2 - đường mép bến;
- 3- khổ đường cần cầu; 4 - mặt phẳng tiếp nhận áp lực chủ động;
- 5 - mặt phẳng phá hoại; 6 - cao trình đáy bến

- Trường hợp I - hoạt tải trên bến xếp tới đường mép bến hoặc tới đường mà hàng hoá có thể xếp đến theo sơ đồ công nghệ. Cách xếp hoạt tải này dùng để xác định nội lực khi tính toán bản mặt và thanh neo, xác định vị trí của hợp lực các tải trọng trong nền, xác định ứng suất ở mặt tiếp xúc với lớp đệm và trong đất nền, xác định bề dày lớp đệm;

- Trường hợp II - hoạt tải xếp từ mép sau công trình bến trở vào. Trường hợp chất tải này dùng để kiểm tra ổn định trượt phẳng trên lớp đệm và trượt cùng với lớp đệm;

- Trường hợp III - hoạt tải xếp ở hai đoạn: 1) trên công trình trong phạm vi lăng thể phá hoại đổ xuống tường mặt, 2) sau mặt phẳng phá hoại vẽ từ đỉnh trụ neo. Trường hợp chất tải này dùng để tính toán kết cấu neo;

- Trường hợp IV - cách chất tải này dùng để tính toán ổn định chung của công trình theo mặt trượt cung tròn.

**16.2** - Khi tính toán ổn định của bến tường góc có neo ngoài theo sơ đồ trượt phẳng, tính toán ứng suất pháp ở mặt tiếp xúc và tính toán bê dày lớp đệm đá phải theo quy định ở các điều 14.2, 14.5 - 14.8, 14.10, 14.11, 15.2 - 15.4 có xét đến các chỉ dẫn bổ sung sau đây:

- Khi xác định vị trí của hợp lực các tải trọng theo công thức (61) mômen giữ được xác định theo công thức:

$$M'_g = M_g + M_{Ra} ; \quad (89)$$

Trong đó:

$M_g$  - như ở điều 14.2;

$M_{Ra}$  - mômen giữ do thành phần ngang của nội lực trong thanh neo, ứng với mép quay phía trước;

- Khi xác định ổn định công trình về trượt phẳng có xét đến tác động của thành phần nằm ngang  $R_a$  của lực neo thì các công thức (77), (78), (85) và (86) sẽ có các dạng tương ứng sau đây:

$$n_c n_m d E \leq \frac{m}{k_n} (gf + R_a) ; \quad (90)$$

$$n_c n_m d E \leq \frac{m}{k_n} [(g_1 + g_2 + g_3) f_{r1} + E_p + R_a] ; \quad (91)$$

$$E' = (g + g_4) \sin \psi + (E - R_a) \cos \psi ; \quad (92)$$

$$g' = (g + g_4) \cos \psi - (E - R_a) \sin \psi ; \quad (93)$$

**16.3** - Nội lực trong bản mặt được xác định theo quy định ở các điều 15.2, 15.3, 15.5 và 15.6.

**16.4** - Mômen uốn trong bản đáy nên xác định theo phương pháp "khối tương đương" với tường xây bằng khối bê tông thông thường.

Khối tương đương là một khối bê tông mác M150 có tỷ lệ giữa chiều dài cạnh trên chiều cao khối là 4:1.

Mômen uốn tác động lên 1m dài bản móng sẽ bằng:

$$M = m_{td} R_p^{tc} \gamma_i W_o ; \quad (94)$$

Trong đó:

$m_{td}$  - hệ số, bằng 0,45;

$R_p^{tc}$  - trị số tiêu chuẩn của ứng suất kéo dọc trục của bê tông, lấy theo TCVN 4116-85 (với bê tông M150 thì  $R_p^{tc} = 9,5 \text{ kg/cm}^2$ );

$\gamma_i = m_b \gamma$  - hệ số chuyển đổi sang các đặc trưng đàn hồi dẻo của bê tông;

$m_b$  - hệ số hiệu chỉnh, phụ thuộc chiều cao  $h$  của tiết diện:

Khi  $h \leq 1\text{m}$  thì  $m_h = 1$

$$\text{Khi } h > 1\text{m} \text{ thì } m_h = 0,9 + \frac{0,1}{h}; \quad (95)$$

$\gamma = 1,75$  - hệ số đối với tiết diện chữ nhật (xem phụ lục 1 của TCVN 4116-85);

$W_o$  - mômen kháng đàn hồi của tiết diện khối tương đương có bề rộng  $1\text{m}$  và chiều cao là  $h_{td}$ .  $W_o$  xác định theo công thức:

$$W_o = h_{td}^2 / 6; \quad (96)$$

$h_{td} = B/4$  - chiều cao của khối tương đương;

$B$  - chiều dài của khối tương đương, lấy bằng kích thước bản đáy trong mặt phẳng tác động mômen uốn; khi tính bản đáy theo hướng vuông góc với mép bến thì  $B$  bằng bề rộng công trình; còn khi tính theo hướng song song với mép bến thì  $B$  bằng bề rộng của bản đáy.

#### Ghi chú:

1 - Cốt thép ở mặt dưới và mặt trên của bản đáy theo 2 hướng được bố trí căn cứ vào các mômen uốn xác định theo công thức (94) có xét đến những quy định ở các điều 13.12, 13.15 và 13.16.

2 - Ngoài phương pháp "khối tương đương" cũng cho phép xác định mômen uốn trong bản đáy theo các phương pháp khác đủ tin cậy.

**16.5.** Lực kéo trong thanh neo lấy bằng phản lực gối tựa được trong tính toán bản mặt theo hướng đứng, trong đó tải trọng được đặt theo quy định ở các điều 15.4 và 16.1 (trường hợp I).

**16.6.** Độ bền và độ chống nứt của bản mặt và bản đáy BTCT được tính toán theo quy định của TCVN 4116-85, TCXD 41-70 và các điều 13.12, 13.13, 13.15 và 13.16.

**16.7.** Độ ổn định của kết cấu neo và các chi tiết liên kết neo được tính toán theo quy định ở chương 20 và phụ lục 4, còn độ bền - theo quy định của TCXD 44-70, TCVN 4116-85, TCXD 41-70 và các điều 13.12- 13.16.

**16.8.** Khi xác định các tải trọng và tổ hợp tải trọng để tính toán công trình bến kiểu tường góc có neo ngoài cần tuân theo điều quy định sau đây: tải trọng do tàu theo hướng từ khu nước vào bến (lực va khi tàu cập bến và lực tựa của tàu đậu ở bến) không đưa vào sơ đồ tính toán cơ bản, nhưng được xét đến trong tính toán độ bền của kết cấu phần trên, của các liên kết giữa kết cấu phần trên với các cấu kiện công trình bến, của hệ thống đệm tàu và các nút liên kết đệm tàu với công trình bến.

**16.9.** Khoảng cách giữa tường mặt và bản neo (hoặc tường neo) được xác định theo công thức:

$$L = b + H_c \operatorname{tg}(45^\circ - 0,5\varphi_1) + t \operatorname{tg}(45^\circ + 0,5\varphi_1); \quad (97)$$

Trong đó:

$H_c$  - chiều cao tường bến;

$t$  - khoảng cách từ mặt bãi đến đáy bản neo hoặc đến điểm nằm cao hơn chân tường neo một đoạn  $2\Delta t$  ( $\Delta t$  - như ở điều 20.22);

$b$  - bề rộng bản đáy.

## 17. TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH BỀN KIỂU TƯỜNG GÓC CÓ NEO TRONG

**17.1.** Tính toán công trình bền kiểu tường góc có neo trong về ổn định theo sơ đồ trượt phẳng, về ổn định chung, và xác định bề dày lớp đệm và ứng suất pháp ở các mặt tiếp xúc được thực hiện theo quy định ở các điều 14.5 - 14.12 và 15.1 - 15.4.

**17.2.** Mômen uốn và lực cắt trong bản mặt của bền tường góc có neo trong được xác định trên cơ sở tính toán theo quy định ở các điều 15.1, 15.2, 15.4 và 15.6.

**17.3.** Nội lực trong bản đáy cho phép tính toán theo các phương pháp đủ tin cậy, trong đó xét đến tác động của bản mặt, của thanh neo, của tải trọng đất lấp sau tường và của việc san lớp đệm không phẳng.

**17.4.** Lực kéo trong thanh neo lấy bằng phản lực gối xác định qua tính toán tĩnh học bản mặt theo hướng đứng. Mômen uốn trong thanh neo sẽ xuất hiện do áp lực của đất lấp trên thanh neo, của tải trọng khai thác và trọng lượng bản thân neo. Để xác định mômen uốn này cho phép dùng các phương pháp đủ tin cậy về tính toán hệ dầm đơn giản có xét đến liên kết của các tiết diện dầm thanh neo với các tiết diện ở điểm góc trên bản mặt và bản đáy.

**17.5.** Độ bền và độ chống nứt của bản mặt và bản đáy được tính toán theo TCVN 4116-85, TCXD 41-70 và các điều 13.12, 13.13, 13.15 và 13.16.

Trong tính toán này bản mặt được xem là chịu nén lệch tâm theo hướng đứng và chịu uốn theo hướng ngang.

**17.6.** Thanh neo và các chi tiết liên kết thanh neo được tính toán về độ bền theo TCXD 44-70, và các chỉ dẫn ở điều 13.14.

## 18. TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH BỀN KIỂU TƯỜNG GÓC CÓ BẢN CHỐNG

**18.1.** Tính toán tường góc có bản chống về trượt phẳng, về ổn định chung, xác định ứng suất pháp ở mặt tiếp xúc và bề dày lớp đệm được thực hiện theo quy định ở các điều 14.5 - 14.12 và 15.1 - 15.4.

**18.2.** Khi tính toán theo hướng ngang bản mặt của tường bền có bản chống thì biểu đồ tính toán của áp lực chủ động phải lấy bằng hiệu số giữa biểu đồ áp lực chủ động (được dựng theo quy định ở các điều 13.27 - 13.31 và 15.2) với biểu đồ lực ma sát hình tam giác với đỉnh tam giác nằm ở mặt bên.

Khi khoảng cách giữa các bản chống bằng 4m thì cạnh đáy của biểu đồ ma sát lấy bằng  $0,2 \delta_n$  ( $\delta_n$  - tung độ đáy của biểu đồ áp lực chủ động), khi khoảng cách giữa các bản chống bằng 2m thì cạnh đáy của biểu đồ lực ma sát lấy bằng  $0,3\sigma_a$  (hình 23).

Khi chỉ có một bản chống thì bản mặt được tính theo sơ đồ rầm hẫng khi có hai bản chống - theo sơ đồ dầm một nhịp với hai công xôn.

Để tính toán theo hướng ngang nên giả định cắt bản mặt theo chiều cao thành từng đoạn rộng 1m; trên đó đặt tải trọng phân bố đều bằng cường độ trung bình theo biểu đồ áp lực chủ động trên đoạn này.



18.3. Bản mặt của tường góc có bản chống được tính toán trong hướng thẳng đứng theo sơ đồ dầm hằng chữ T chịu các tải trọng sau:

- thành phần ngang theo hướng vuông góc với mép bên của lực neo tàu (có xét các quy định ở điều 15.4);
- áp lực chủ động (có xét các quy định ở điều 15.2).

Tải trọng trên một bản chống là tập hợp các tải trọng trên một bề rộng bằng tổng của hai nửa nhịp kế cận.

18.4. Bản đáy được tính toán có xét đến sự tiếp xúc không hoàn toàn của bề mặt bản đáy với lớp đệm. Tải trọng dùng để tính bản đáy gồm: phản lực của lớp đệm từ dưới lên (ứng suất phát ở mặt tiếp xúc), tải trọng bên trên do trọng lượng bản thân của kết cấu và của đất lấp, kể cả hoạt tải trên mặt bên.

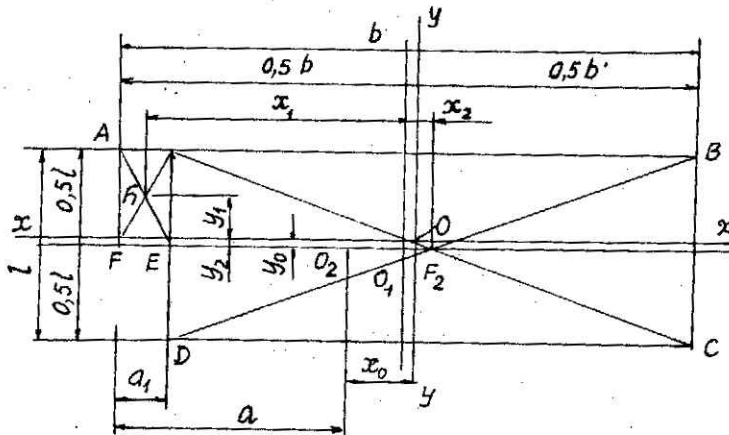
Sự tiếp xúc không đầy đủ của bản đáy với lớp đệm được bù trừ bằng cách tăng ứng suất tiếp của phản lực lớp đệm thông qua việc giảm bớt một phần mặt tiếp xúc của bản đáy; với diện tích phần giảm đi bằng  $0,5 la_1$ , trong đó  $a_1$  - bề rộng phần nhô phía trước của bản đáy (xem các hình 24 và 25).

Trong tính toán này, ứng suất tiếp ở biên được xác định theo công thức:

$$\sigma_{\max/\min} = \frac{g}{f} \pm \frac{M_x}{W_x} \pm \frac{M_y}{W_y} \quad (98)$$

Trong đó:

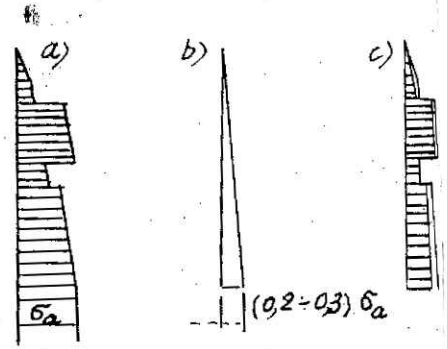
- $g$  - thành phần thẳng đứng của hợp lực tất cả các tải trọng trên bề rộng  $b$  (xem thêm điều 14.2);
- $F$  - diện tích bản đáy trong phạm vi vùng có tiếp xúc với lớp đệm ABCDEF (xem hình 24);



Hình 24. Sơ đồ tính toán bản móng có xét đến sự tiếp xúc không đầy đủ với nền:

$O$  - trọng tâm của diện tích tiếp xúc giữa bản với lớp đệm;  $O_1$  - trọng tâm của đáy bản móng;

$O_2$  - điểm đặt của lực  $g$  ( $a$  - xem công thức (61))



Hình 23. Biểu đồ áp lực lên bản mặt của kết cấu có bản chống:

- a- áp lực chủ động của đất và tải trọng;
- b- biểu đồ lực ma sát;
- c- biểu đồ tổng



$M_x, M_y$  - mômen do thành phần thẳng đứng của hợp lực các tải trọng ứng với hai trục  $x$  và  $y$  đi qua điểm  $O$  ( $O$  - trọng tâm của diện tích tiếp xúc giữa bản dáy với lớp đệm trong phạm vi ABCDEF) xác định theo công thức:

$$M_x = gy_0 ; \quad (99)$$

$$M_y = gx_0 ; \quad (100)$$

$W_x, W_y$  - mômen kháng của diện tích dáy bản móng trong phạm vi ABCDEF ứng với các trục  $x, y$  xác định theo công thức:

$$W_x = I_x/y_i ; \quad (101)$$

$$W_y = I_y/x_i ; \quad (102)$$

$I_x, I_y$  - mômen quán tính của diện tích dáy bản móng trong phạm vi ABCDEF ứng với các trục  $x, y$ ;

$y_i, x_i$  - khoảng cách từ điểm cần tính ứng suất tiếp đến các trục  $x, y$ .

Khi tiến hành tính toán tĩnh học cho bản dáy (xem hình 25) theo hướng vuông góc với tuyến mép bên thì phần nhô phía trước được xem như một dầm hẫng.

Khi chỉ có một bản chống thì phần phía sau của bản dáy được tính toán theo hướng dọc mép bên như một rầm hẫng. khi có hai bản chống - như dầm một nhịp có các công xôn.

Trong các tính toán trên nên giả định cốt bản ra từng đoạn có bề rộng  $1m$  và đặt lên đó tải trọng với cường độ trung bình lấy từ biểu đồ áp lực tổng.

**18.5.** Tính toán bản mặt, bản chống và bản dáy về độ bền và độ chống nứt phải thực hiện theo TCVN 4116-85, TCXD 41-70 và các điều 13.12, 13.13, 13.15 và 13.16.

*Ghi chú:*

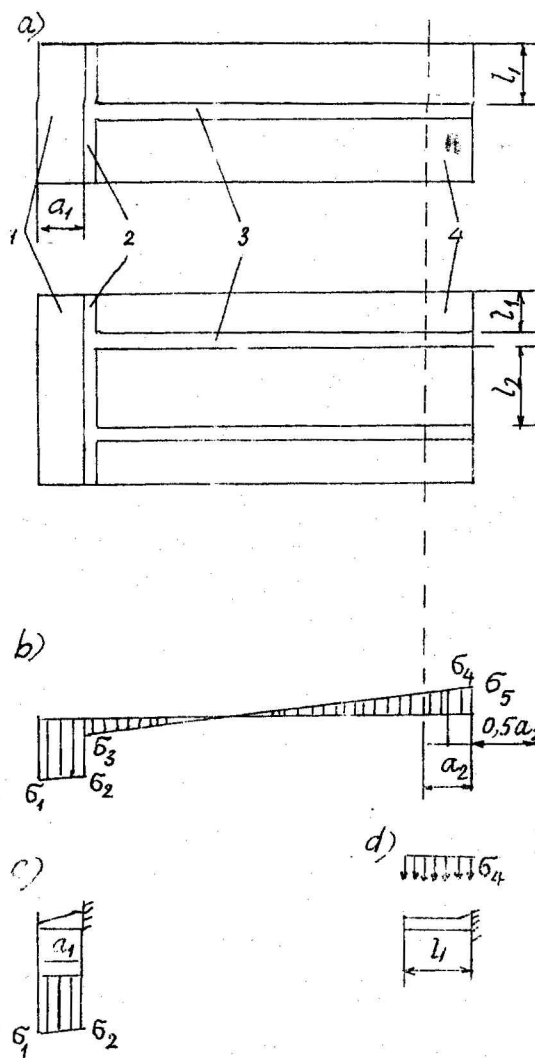
Cốt thép của bản dáy phải đặt thành hai lớp, vì bản được tính theo biểu đồ áp lực hai dấu (xem hình 25).

## 19. TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH BÊN KIỂU KHỐI XẾP

**19.1.** Các quy định của chương này dùng để thiết kế các công trình bên trọng lực có mặt cắt giảm nhẹ kiểu tường xây bằng các khối bê tông đặc với mạch so le hoặc xây kiểu cột không so le mạch.

**19.2.** Khi tính toán các công trình bên nêu ở điều 19.1 theo các nhóm I và II các trạng thái giới hạn phải xem xét 5 trường hợp chất tải sau đây (hình 36).

- Trường hợp I- hoạt tải xếp ngoài phạm vi tường, bắt đầu từ mép sau của bộ giảm áp. Cách xếp tải này dùng để: tính toán ổn định trượt phẳng theo mặt tiếp xúc giữa tường với lớp đệm, trượt cùng với lớp đệm và trượt theo mạch xếp giữa các khối; kiểm tra vị trí hợp lực các tải trọng (độ lệch tâm) ở dáy tường và ở các mạch xếp giữa các khối; còn trong trường hợp cần thiết cách xếp tải này cũng dùng để kiểm tra ổn định lật (quay quanh mép trước);

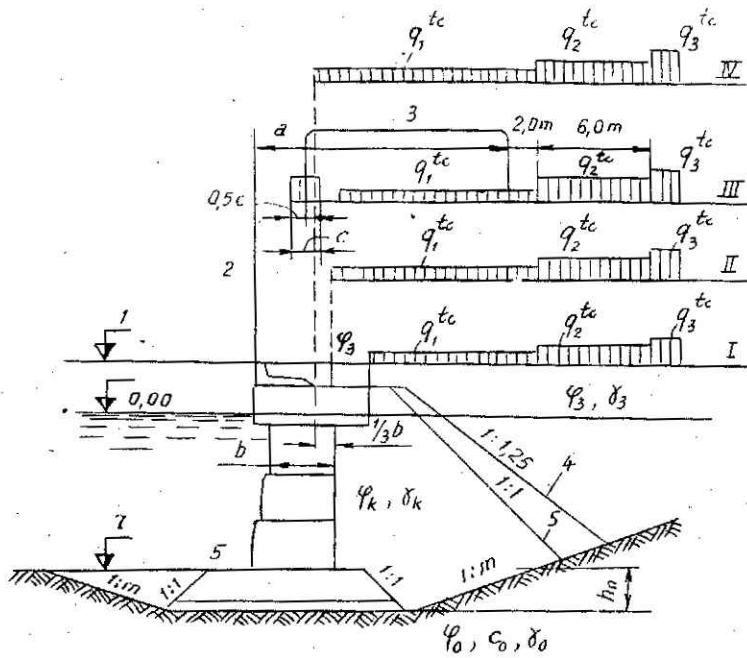


**Hình 25.** Sơ đồ tính toán bản đáy của bển tường góc lắp ghép có bản chõng:

- a - mặt bằng khối lắp ghép của tường góc có bản chõng;
  - b - biểu đồ tổng các tải trọng trên bản đáy;
  - c - sơ đồ chịu lực của phần nhõ phía trước của bản đáy;
  - d - sơ đồ chịu lực của dầm hẫng phần phía sau bản chõng;
- 1) phần nhõ phía trước của bản đáy; 2) bản mặt; 3) bản chõng;
  - 4) dầm hẫng phần phía sau của bản đáy.

- Trường hợp II- hoạt tải xếp lên phần sau công trình trên  $1/3$  bề rộng của khối xếp lớp trên cùng. Trường hợp chất tải này dùng để kiểm tra ứng suất kéo pháp tuyến từ phía khu nước của mạch xếp ở đáy lớp khối xếp trên cùng.

- Trường hợp III- hoạt tải xếp lên tương đến đường mép bên hoặc đến đường mà hàng hoá có thể xếp đến theo sơ đồ công nghệ. Trường hợp chất tải này dùng để xác định ứng suất pháp tuyến cực đại ở mặt tiếp xúc giữa đáy tường với lớp đệm đá và giữa lớp đệm đá với đất nền. Ngoài ra, còn dùng để xác định bề dày lớp đệm, xác định nội lực trong tường mặt của kết cấu tầng trên khi tính toán độ bền và độ mở rộng vết nứt của tường.



**Hình 26.** Các sơ đồ chất tải trên bến đối với các kết cấu kiểu khối xếp (số la mã chỉ các trường hợp chất tải):

- 1- Cao trình mép bến; 2- Đường mép bến; 3- Khố đường cần cầu; 4- Tầng lọc ngược; 5- Lãng thể đá giảm áp; 6- Lớp đệm đá; 7- Cao trình đáy; a- Khoảng cách từ mép bến đến tim ray ngoài của đường cần cầu, thường lấy bằng 2,25 - 2,75 m.

- Trường hợp IV- Hoạt tải xếp lên phần sau công trình ngoài phạm vi kết cấu phần trên. Trường hợp chất tải này dùng để tính toán ổn định của kết cấu tầng trên.

- Trường hợp V- Như điều 14.12 khi tính toán ổn định chung theo mặt trượt cung tròn (xem hình 20).

*Ghi chú:* Ngoài các tính toán trên cũng phải kiểm toán ổn định của khối trong giai đoạn thi công khi chịu tải trọng sóng trong điều kiện chưa lấp đất lòng bến.

**19.3.** Áp lực chủ động lên tường khối xếp do trọng lượng bản thân của đất và hoạt tải trên bến được xác định theo quy định ở các điều 13.27- 13.31 có xét đến lực ma sát giữa vật liệu đắp với mặt sau tường (mặt phẳng tiếp nhận áp lực chủ động)

Trong tính toán áp lực chủ động cần chú ý:

a) Góc ma sát  $\delta$  trong phạm vi chiều cao kết cấu phần trên lấy bằng góc ma sát trong  $\varphi_3$  của vật liệu đắp;

b) Góc ma sát  $\delta$  của đá lên mặt sau của khối bê tông trong phạm vi chiều cao lãng thể giảm tải lấy bằng  $0,5 \varphi_k$  ( $\varphi_k$  - góc ma sát trong của khối đá đổ);

c) Góc ma sát  $\delta$  của vật liệu đắp lên mặt sau các khối bê tông trong trường hợp lớp đá đổ có chiều cao hạn chế lấy bằng  $0,5 \varphi_3$ .

**19.4.** Trong phạm vi chiều cao của kết cấu phần trên, khi tính toán ổn định cho kết cấu này các góc nghiêng  $\alpha$  của mặt phẳng tiếp nhận áp lực chủ động trong đất lấp và góc phá hoại  $\beta$  tương ứng với nó được xác định theo quy định ở điều 13.30.

*Ghi chú:*

Khi chiều cao của kết cấu tầng trên  $\leq 3m$  và hoạt tải tiêu chuẩn  $p^{tc} \leq 4 t/m^2$  thì mặt phẳng tiếp nhận áp lực chủ động là mặt phẳng đứng và góc phá hoại  $\beta$  được tính với  $\alpha = 0$  và  $S_p = 0$ .

**19.5.** Trong phạm vi lăng thể đá giảm áp biểu đồ áp lực chủ động được dựng theo quy định ở điều 13.31.

Các tung độ  $\Delta\delta_i$  của áp lực gia tăng do trọng lượng đất đè lên mái dốc lăng thể đá (hình 27) được tính toán theo công thức (45).

Trong trường hợp này các tung độ  $\Delta\delta_i$  bằng:

tại điểm A'

$$\Delta\sigma_1 = \frac{(q^{tc} + h_1 \gamma_1^{tc}) (\lambda_{ar} - \lambda_{ak}) S'_o}{\Delta H} ; \quad (103)$$

tại điểm B'

$$\Delta\sigma_2 = \frac{(q^{tc} + h_1 \gamma_1^{tc} + S'_o \gamma_1^{tc}) (\lambda_{ar} - \lambda_{ak}) S'_o}{\Delta H} ; \quad (104)$$

Tại điểm A:

$$\Delta\sigma_3 = \frac{(q^{tc} + h_1 \gamma_1^{tc} + S'_o \gamma_1^{tc}) (\lambda_{ar} - \lambda_{ak}) S_o}{\Delta H} ; \quad (105)$$

Tại điểm B:

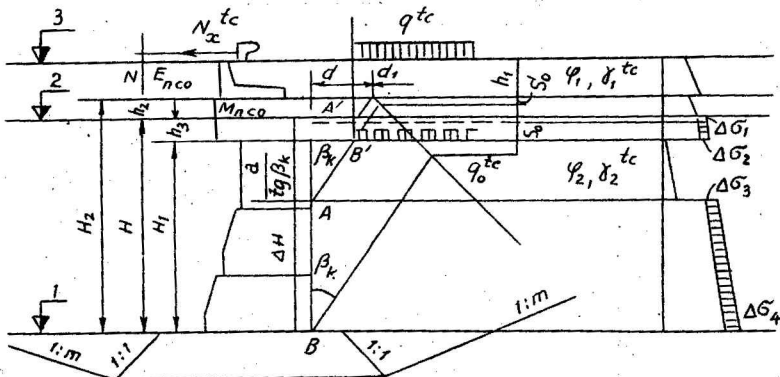
$$\Delta\sigma_4 = \frac{[q^{tc} + h_1 \gamma_1^{tc} + h_2 \gamma_1^{tc} (S'_o + S_o - h_2) \gamma_2^{tc}] (\lambda_{ar} - \lambda_{ak}) S_o}{\Delta H} ; \quad (106)$$

Trong đó:

$$S'_o = \frac{(h_2 + h_3) \text{tg}\beta_k - a_1}{1 + \text{tg}\beta_k} ; \quad (107)$$

$$S_o = \frac{H_2 \text{tg}\beta_k - a - a_1 - S'_o (1 + \text{tg}\beta_k)}{1 + \text{tg}\beta_k} ; \quad (108)$$

$\lambda_{ar}, \lambda_{ak}$  - các hệ số áp lực chủ động của đất lấp và của đá trong lăng thể giảm áp.  
Các ký hiệu khác lấy theo hình 27.



**Hình 27.** Sơ đồ tính toán xác định áp lực gia tăng do đất nằm trên mái dốc lăng thể đá giảm áp:

1- cao trình đáy; 2- cao trình mực nước tính toán; 3- cao trình mép bên.

**19.6.** Khi tính toán ổn định trượt công trình theo nền và theo mạch giữa các khối xếp thành phần ngang của lực neo vuông góc với mép bến phải đưa xuống cao trình đáy của kết cấu phần trên, đồng thời đưa vào tính toán một mô - men ngẫu lực xuất hiện do việc chuyển dịch cao trình đặt lực neo.

Lực và mômen ngẫu lực phải phân bố đều trên cả chiều dài phân đoạn, khi đó trên 1m dài bến sẽ có:

một lực:

$$E_{\text{neo}} = \frac{N_x^{tc}}{L}; \quad (109)$$

một mômen ngẫu lực:

$$M_{\text{neo}} = \frac{N_x^{tc} z}{L}; \quad (110)$$

Trong đó:

$N_x^{tc}$  - thành phần nằm ngang vuông góc với mép bến của lực neo tải, xác định theo quy trình tính toán tải trọng và tác động trên công trình thủy;

$L$  - chiều dài phân đoạn bến;

$z$  - cánh tay đòn của ngẫu lực, bằng khoảng cách chuyển dịch lực neo (hình 28)

**19.7.** Khi tính toán ổn định trượt của kết cấu phần trên, hợp lực của các tải trọng ngang được xác định theo công thức:

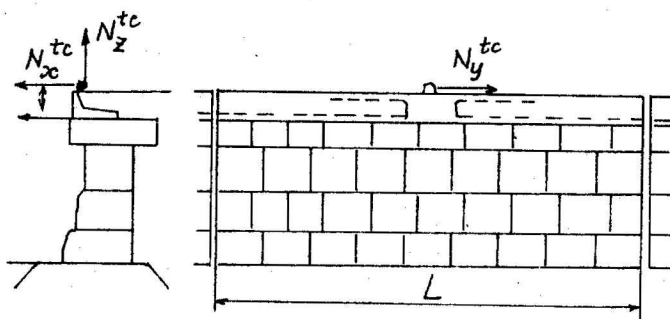
$$P = \sqrt{(N_y^{tc})^2 + (N_x^{tc} + E_a L)^2}; \quad (111)$$

Trong đó:

$N_y^{tc}$  - thành phần nằm ngang song song với mép bến của lực neo tàu, xác định theo quy trình tính toán tải trọng và tác động trên công trình thủy;

$N_x^{tc}$  - như ở điều 19.6;

$E_a L$  - thành phần nằm ngang của áp lực đất chủ động (có xét cả hoạt tải) trên phân đoạn bến có chiều dài  $L$ .



**Hình 28.** Mặt cắt ngang và mặt đứng của phân đoạn bến liên bờ bằng khối xếp thông thường.

**19.8.** Tính toán ổn định công trình và các bộ phận công trình theo các mạch khối xếp, xác định bề dày lớp đệm, tính toán ứng suất tiếp pháp tuyến ở nền và ở các mạch xếp phải thực hiện theo quy định ở các điều 14.5 - 14.11 và 19.2 - 19.7.

*Ghi chú:*

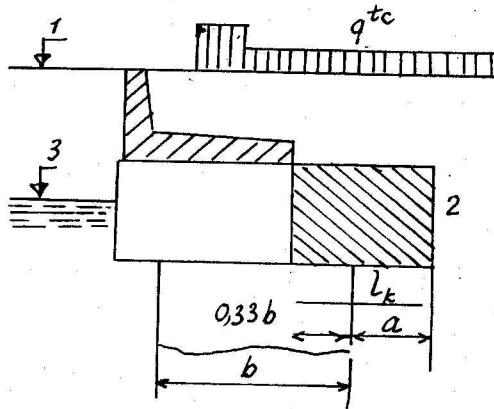
1- Hệ số ma sát  $f$  giữa bê tông với bê tông có thể lấy bằng 0,60 cho phần công trình trên mặt nước và bằng 0,50 cho phần ngập nước.

2- Khi kiểm toán công trình về ổn định theo sơ đồ trượt phẳng phải lấy mực nước cao nhất.

3- Khi xác định ứng suất biến pháp tuyến trong mạch ở đáy lớp khối xếp trên cùng thì không phải xét lực neo tàu.

**19.9.** Khi tính toán khả năng chịu lực và độ bền đoạn công xôn của lớp khối xếp trên cùng nên lấy cánh tay đòn của công xôn  $L_k = a + 0,33b$  ( $b$  - bề rộng của khối xếp bên dưới, hình 29).

Độ bền đoạn công xôn của khối xếp cần được tính toán tại mặt cắt bị giảm yếu do chừa lỗ đặt khoá cầu, có xét đến áp lực chủ động do trọng lượng bản thân của đất. Khi tính toán đoạn công xôn về mặt chịu uốn phải xét áp lực chủ động do trọng lượng bản thân của đất trong trường hợp bê tông có độ bền theo mác  $\geq 300 \text{ kg/cm}^2$ . Lực của áp lực chủ động được đặt với độ lệch tâm phù hợp với biểu đồ hình thang của áp lực đất.



**Hình 29.** Sơ đồ tính toán độ bền đoạn công xôn của khối xếp:

- 1- cao trình mép bên;
- 2- đoạn công xôn;
- 3- mực nước tính toán.

Tính toán được thực hiện cho điều kiện nén lệch tâm với độ lệch tâm nhỏ theo quy định của TCVN 4116-85 và các điều 13.12, 13.13, 13.15 và 13.16.

**19.10.** Tính toán bản mặt của kết cấu phần trên BTCT về độ bền và độ chống nứt phải thực hiện theo quy định của TCVN 4116-85, TCXD 41-70 và các điều 13.12, 13.13, 13.15 và 13.16.

## 20. CÁC QUY ĐỊNH CHUNG VỀ TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH BÊN KIỂU TƯỜNG CỪ MỘT TẦNG NEO

**20.1.** Các quy định dưới đây dùng để tính toán các tường cừ thông thường - tường cừ mềm và tường cừ có độ cứng lớn.

Các dạng đặt biệt của tường cừ có neo (có các cấu kiện chắn, có phụ tải đất phía trước, có

màn chắn phía trước, tường cừ mở rộng một bên cũ v.v...) phải thiết kế theo các phương pháp riêng, có xét các yêu cầu chủ yếu của Tiêu chuẩn này.

*Ghi chú:*

Tiêu chuẩn độ cứng và các sơ đồ tính toán tương ứng với nó được quy định theo các điều 20.8 - 20-11 dưới đây.

**20.2.** Tính toán các ông trình bên nêu ở điều 20.1 phải thực hiện theo quy định của điều 13.2 a, c, d, e, h (nhóm I các trạng thái giới hạn); k,l,m (nhóm II các trạng thái giới hạn).

**20.3.** Mặt phẳng tính toán tiếp nhận áp lực chủ động của tường mặt phải lấy như sau:

- Đối với tường bằng cừ thép hình lòng máng và hình chữ Z - lấy mặt phẳng đi qua trục trung hoà của mặt cắt ngang tường;

- Đối với tường bằng cừ thép hình chữ I và cừ phẳng BT CT - lấy mặt phẳng đi qua cánh sau hoặc mặt sau;

- Đối với tường bằng cọc ống - lấy mặt phẳng nằm cách mặt sau cọc ống  $0,25D$  về phía mép bên ( $D$ - đường kính ngoài của cọc ống);

- Đối với tường có cấu kiện mặt cắt chữ T - lấy mặt phẳng nằm cách mặt sau của sườn một đoạn  $x_1$  - xem điều 15.5 và công thức (88).

**20.4.** Tường mặt và tường neo, bản neo trong bến tường cừ được tính toán chịu tải trọng tổng của áp lực chủ động và bị động do trọng lượng bản thân của đất có xét cả tải trọng khai thác trên mặt bến và lực neo tàu.

Các biểu đồ áp lực chủ động và bị động được dựng theo quy định ở các điều 13.27 - 13.34. Khi dựng các biểu đồ này trong lăng thể áp lực chủ động góc ma sát  $\delta$  các vật liệu đắp và đất nền trên mặt phẳng tính toán của tường mặt, tường neo và bản neo có thể lấy bằng  $0,5\varphi$ .

Trong lăng thể ép trôi thì góc ma sát của đất lên mặt phẳng tính toán phải lấy như sau:

- đối với tường mặt:

$\delta = \varphi$  (Nhưng phải  $\leq 30^\circ$ ) khi tính toán theo phương pháp cân bằng giới hạn môi trường rời của Xôcôlovski và Goluskevich;

$\delta = 0,75\varphi$  khi tính toán theo lý thuyết cổ điển;

- đối với tường neo:  $\delta = 0,333\varphi$ ;

- đối với bản neo:  $\delta = 0$

*Ghi chú:*

Góc ma sát  $\delta$  của đất lên bản neo trong lăng thể ép trôi cho phép lấy bằng  $0,333\varphi$

**20.5.** Khi nền công trình bến tường cừ là bùn và đất loại sét yếu và cố kết chậm (xem điều 13.36) thì trong tính toán cần xét trạng thái thực tế mà đất sẽ có ở thời điểm bến chịu tải trọng (đó là các trạng thái: chưa cố kết, cố kết một phần và cố kết). Muốn vậy phải xem xét sự phân bố địa tầng, phương pháp và tiến độ thi công, khoảng thời gian từ lúc lấp đất lòng bến cho đến khi bắt đầu khai thác và chất tải lên bến.

**20.6.** Khi thay đất ở nền tường mặt của bến cừ thì trị số lực kháng bị động của lăng thể đất đắp phải xác định từ hai tính toán sau đây:

- tính ổn định trượt của lăng thể đất đắp trước tường theo mặt tiếp xúc với đất nền (xem phụ lục 8);

- tính phản lực đất theo các công thức áp lực bị động với giả lớp đất đắp kéo dài vô tận (xem điều 13.32).



Để tính toán tường cừ sẽ dùng trị số bé hơn trong hai giá trị tính được.

Biểu đồ áp lực bị động nên lấy có dạng tam giác với đỉnh nằm ở cao trình đáy bến. Khi dựng biểu đồ này góc ma sát  $\delta$  của vật liệu đắp lên mặt phẳng tiếp nhận áp lực bị động của tường mặt nên lấy bằng 0 và hoặc bằng  $0,333\varphi_3$  tùy thuộc vào vật liệu đắp và phương pháp thi công (trong đó  $\varphi_3$  góc ma sát trong của vật liệu đắp).

**20.7.** Tính toán tĩnh học tường cừ có neo theo nhóm I và nhóm II các trạng thái giới hạn (xem điều 13.3 và 13.10) phải thực hiện bằng phương pháp đồ giải ứng với tải trọng trên 1m dài tường thông qua việc dựng đa giác lực và đa giác dây.

Bằng tính toán này sẽ xác định được độ sâu hạ cừ và các nội lực tác động trên 1m dài tường (gồm mômen uốn  $M$ , lực cắt  $Q$  và phân lực thanh neo  $R_a$ )

**20.8.** Đối với các bến tường cừ bằng các cấu kiện BTCT có neo việc chọn sơ đồ tính toán phải căn cứ vào tỉ số  $\frac{\delta_c}{t}$  (trong đó  $\delta_c$  - chiều cao cấu kiện tường đã tính đổi ra mặt cắt chữ nhật;  $t$  - độ chôn sâu của tường được tính với giả thiết tường ngầm hoàn toàn).

Khi  $\frac{\delta_c}{t} \leq 0,06$  thì tường được xem là loại mềm và tính toán như tường ngầm hoàn toàn hoặc ngầm một phần (hình 30a)

Khi  $\frac{\delta_c}{t} > 0,06$  thì tường được xem là có độ cứng cao và tính toán theo sơ đồ tựa tự do (hình 30.b).

*Ghi chú:*

Bến tường cừ bằng cọc ván thép được tính toán theo sơ đồ tường mềm.

**20.9.** Chiều cao mặt cắt tính đổi của cấu kiện BTCT mác M 300 được xác định theo công thức:

$$\delta_c = \sqrt[3]{\frac{12J}{b+\Delta}} ; \quad (112)$$

Trong đó:

$J$  - mômen quán tính của cấu kiện BTCT của tường;

$b$  - kích thước cấu kiện tường theo hướng mép bến (đối với cọc ống thì  $b = D$ , trong đó  $D$  - đường kính ngoài của cọc ống; đối với cọc ván chữ T thì  $b = b_n$ , trong đó  $b_n$  - bề rộng cánh);

$\Delta$  - khoảng hở thiết kế giữa các cấu kiện BTCT trong tường mặt của bến cừ.

*Ghi chú:*

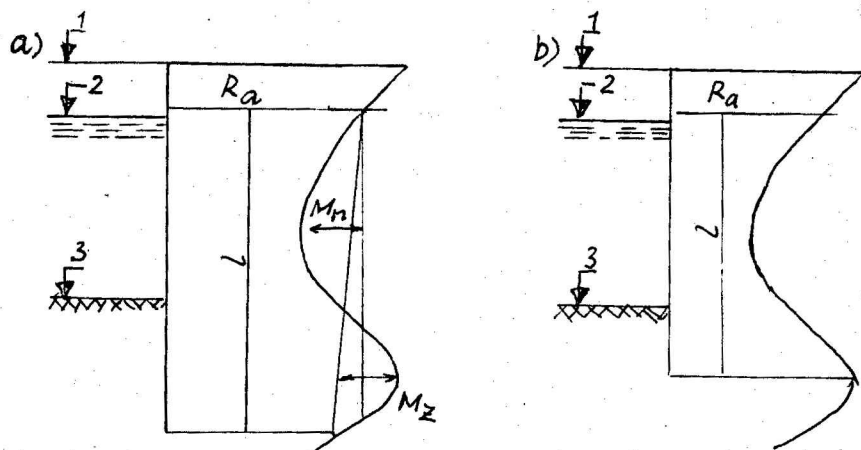
1- Đối với cọc ván BTCT tiết diện chữ nhật thì chiều cao tính đổi cũng bằng chiều cao thực:  $\delta_c = h$ ;

2- Trường hợp tường mặt làm bằng các cấu kiện BTCT với mác bê tông lớn hơn M300 thì thay vì công thức (112) phải dùng công thức sau:

$$\delta_c = \sqrt[3]{\frac{12n_E J}{b+\Delta}} ; \quad (113)$$

Trong đó:

$n_E$  - hệ số, lấy bằng tỉ số giữa môđun đàn hồi ban đầu của bê tông cấu kiện trên môđun đàn hồi của bê tông mác M300



**Hình 30.** Các sơ đồ tính toán tường mặt của bến cừ.

a- tường mềm; b- tường có độ cứng cao; 1) cao trình mấp bến;

2- mực nước tính toán; 3- cao trình đáy bến

**20.10.** Khi tính toán tĩnh học cho tường mềm của bến cừ ngầm hoàn toàn theo nhóm I và nhóm II các trạng thái giới hạn thì đường khép kín của đa giác dây trong tính toán đồ giải được vẽ qua giao điểm của trục thanh neo với tia thứ nhất theo điều kiện đảm bảo giá trị bằng nhau của mômen uốn ở nhịp và ở ngầm, tức là  $M_n = M_z$

*Ghi chú:*

Nếu đất nền công trình có các đặc trưng cơ lý khác xa so với các đặc trưng của đất đắp thì cần tính toán lại nội lực trong tường mặt bằng cách vẽ đường đàn hồi. Tính toán và vẽ đường đàn hồi tiến hành theo chỉ dẫn ở phụ lục 7.

**20.11.** Khi tính toán tĩnh học cho tường cừ có độ cứng cao, để xác định nội lực bằng tính toán đồ giải, đường khép kín của đa giác dây được vẽ qua giao điểm giữa trục thanh neo với tia thứ nhất và tiếp tuyến tại điểm uốn của đa giác dây trong đất nền.

Cũng có thể tính toán bằng phương pháp giải tích khi đất nền đồng nhất.

**20.12.** Xuất phát từ điều kiện chịu lực ổn định của công trình, độ chôn sâu tính toán của tường vừa ngầm hoàn toàn phải xác định theo công thức:

$$t_p = t + \Delta t ; \quad (114)$$

Trong đó:

$t$  - độ chôn sâu của tường mặt theo tính toán đồ giải, tính từ đáy bến đến giao điểm phía dưới giữa đường khép kín với đa giác dây;

$\Delta t$  - gia tốc độ chôn sâu của tường mặt để đảm bảo cho tường ngầm hoàn toàn, xác định theo công thức:

$$\Delta t = \frac{E'_p}{2 \left[ (q_i^{tc} + \sum h_i \gamma_i^{tc}) \lambda_p + c \lambda_{pc} - \lambda_a \sum h_i \gamma_i^{tc} + c \lambda_{ac} \right]} \quad (115)$$

$E'_p$  = hợp lực của áp lực bị động, xác định theo đa giác lực trong tính toán đồ giải;

$q_i^{tc}, \sum h_i \gamma_i^{tc}, c, \lambda_a$  - như điều 13.27;

$\lambda_p, \lambda_{pc}$  - như ở điều 13.32.

**Ghi chú:**

Khi xác định  $\Delta t$  theo công thức (115) các trị số  $\lambda_p, \lambda_{pc}, \lambda_a, \lambda_{ac}$  phải lấy phù hợp với phương pháp xác định áp lực đất đã dùng trong tính toán tường mặt (phương pháp Xôlôlovskii - Goluskevich hoặc phương pháp cổ điển).

**20.13.** Độ chôn sâu tính toán  $t_p$  của tường mặt khi ngàm một phần hay tựa tự do phải được kiểm tra theo điều kiện quay của tường quanh điểm gắn thanh neo theo công thức:

$$n_c n_m n_d M_q \leq \frac{m}{k_n} M_g; \quad (116)$$

Trong đó:

$n_c, n, k_n$  - như ở điều 13.13;

$m$  - lấy theo bảng 16;

$M_q$  - mômen của các lực chủ động làm quay tường mặt quanh điểm gắn thanh neo;

$n$  - như ở điều 13.19;

$M_g$  - mômen của các lực bị động và của lực chủ động phía trên thanh neo, giữ cho tường khỏi bị quay quanh điểm gắn thanh neo.

**Ghi chú:**

Độ lớn và vị trí các hợp lực của áp lực chủ động phải xác định theo các biểu đồ áp lực riêng, không dùng các biểu đồ tổng (hình 31).

Khi điều kiện (116) không thoả mãn thì gia số độ chôn sâu của tường mặt ở bước tính toán gần đúng ban đầu có thể xác định theo công thức:

$$\Delta t_p = \frac{M_{gs}}{(\sigma_{pto'} - \sigma_{ato'}) h_{to'}}; \quad (117)$$

Trong đó:

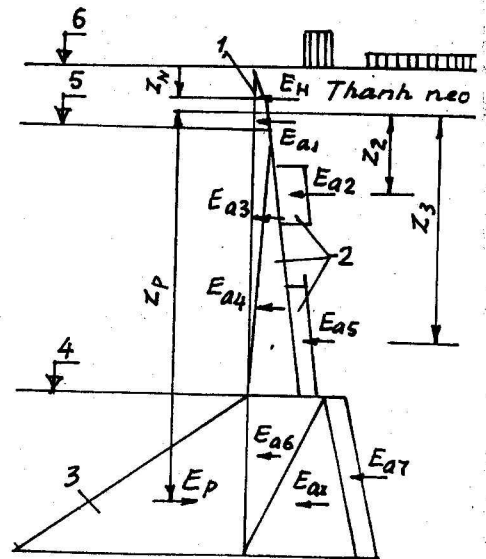
$M_{gs}$  - gia số của mômen giữ, cần thiết để đảm bảo cho tường mặt không bị quay, xác định theo công thức:

$$M_{gs} = \frac{k_n n_c n_m n_d}{m} M_q - M_g; \quad (118)$$

$\sigma_{pto'}, \sigma_{ato'}$  - tung độ áp lực bị động và chủ động ở độ sâu  $t'_o$ , xác định theo công thức (34) và (49);

$h_{to'}$  - cánh tay đòn, bằng khoảng cách từ điểm gắn thanh neo đến mặt cắt ở độ sâu  $t'_o$ ;

$t'_o$  - độ chôn sâu của tường mặt, xác định được qua tính toán đồ giải theo sơ đồ tựa tự do hoặc ngàm một phần mà với độ sâu đó điều kiện (116) không thoả mãn.



**Hình 31.** Sơ đồ tính toán tường mặt của bến cảng về ổn định quay quanh điểm gắn thanh neo:

1- lực chủ động phía trên thanh neo; 2- lực chủ động; 3- lực bị động; 4- cao trình đáy biển; 5- mực nước tính toán; 6- cao trình mép bến.

**20.14.** Nếu độ chôn sâu tính toán  $t_p$  của tường mặt theo điều kiện (116) vượt quá 1,3 lần độ chôn sâu  $t_0$  tìm được qua tính toán đồ giải theo sơ đồ tựa tự do (xem điều 20.11) thì phải tính toán lại các giá trị mômen uốn  $M$  và phản lực neo  $R_n$  trong tường mặt.

Nếu  $t_p \leq 2t_0$  thì cho phép tính lại các giá trị mômen uốn  $M$  và phản lực  $R_n$  bằng cách nhân các giá trị này với một hệ số tính đối lấy theo bảng 21.

**Bảng 21**

Nội lực trong tường mặt	Hệ số tính đối khi $t_p/t_0$ bằng:			
	< 1,3	1,4	1,8	2,0
Mômen uốn	1,00	1,15	1,40	1,45
Phản lực neo	1,00	1,10	1,20	1,25

**20.15.** Giá trị của mômen uốn ở nhịp trong một cấu kiện tường mặt là:

$$M = (M_{\max} m_c + \Delta M_k)(b + \Delta) ; \quad (119)$$

Trong đó:

$M_{\max}$  - mômen uốn lớn nhất ở nhịp tường mặt theo tính toán đồ giải:

$$M_{\max} = \eta x_{\max} ;$$

với  $\eta$  - khoảng cách cực trong đa giác lực, tính theo thang tỉ lệ lực;

$x_{\max}$  - tung độ lớn nhất ở nhịp của đa giác dây theo thang tỉ lệ độ dài;

Trong tính toán  $M_{\max}$  - phải theo quy định ở các điều 13.3 và 13.10

$m_c$  - hệ số, xét đến sự phân bố lại áp lực đất lên tường cử do tường bị biến dạng và chuyển vị. Giá trị của hệ số  $m_c$  cho phép lấy theo bảng 22 tùy thuộc vào loại đất đắp và tỉ số  $\frac{\delta_c}{l}$ , trong đó:

$\sigma_c$  - chiều cao mặt cắt tính đối (theo điều 20.9) và  $l$  - nhịp quy ước của tường mặt.

**Bảng 22**

Loại đất	Hệ số giảm mômen uốn $m_c$ khi:		
	$\frac{\delta_c}{l} \leq 0,04$	$0,04 \leq \frac{\delta_c}{l} \leq 0,1$	$\frac{\delta_c}{l} \geq 0,10$
Cát	0,75	0,85	1,00
Đá và đất đá với $\varphi_1 > 35^\circ$	0,65	0,75	1,00

$\Delta M_k$  - gia số mômen uốn trong tường mặt do lực tựa tàu và lực va tàu khi cập bến, tính cho mặt cắt ở cao trình có tung độ lớn nhất của đa giác dây. Gia số  $\Delta M_k$  này đưa vào tính toán các dạng đặc biệt của tường cử có neo (xem điều 20.1);

$b, \Delta$  - như ở điều 20.9 (đối với cọc ván thép thì  $b + \Delta = 1$ )

$l$  - nhịp quy ước, xác định theo công thức:

$$l = h + 0,667 t_0 ; \quad (120)$$

Trong đó:

$h$  - chiều cao từ điểm gắn thanh neo đến đáy bến;

$t_0$  - độ chôn sâu, tìm được qua tính toán đồ giải, từ đáy bến đến tiếp điểm với đa giác dây ở nền công trình.

Trường hợp nền không đồng nhất, với các lớp đất có các chỉ tiêu  $\varphi$  và  $c$  khác xa nhau, thì số hạng  $0,667 t_0$  trong công thức (120) được hiệu chỉnh lại cho phù hợp với tính chất của biểu đồ áp lực bị động, và thay bằng khoảng cách từ đáy bến đến đường tác động của hợp lực áp lực bị động (hình 33).

*Ghi chú:*

Nếu trong tải trọng dùng để tính toán công trình bến có xét đến tải trọng sóng khi chân sóng tiếp cận tường mặt thì phải theo các quy định ở điều 20.17b.

Để tính toán chọn tiết diện tường mặt của bến cứ theo nhóm I và nhóm II các trạng thái giới hạn, trị số tính toán của mômen uốn ở nhịp trên một cấu kiện tường mặt được xác định như sau:

- theo công thức (4) đối với nhóm I các trạng thái giới hạn, tức  $M_I = k_{II} n_r n m_0 M$  ;

- theo quy định ở điều 13.16 đối với nhóm II các trạng thái giới hạn, tức  $M_{II} = M$ .

Trong cả hai trường hợp  $M$  được tính theo công thức (119) có xét đến những quy định ở các điều 13.3 và 13.10.

**20.16.** Các trị số mômen uốn  $M$  và lực cắt  $Q$  tính cho một cấu kiện tường mặt ở điểm gắn thanh neo được xác định theo các công thức:

$$M = M_{on} (b + \Delta) ; \quad (121)$$

$$Q = Q_{on} (b + \Delta) ; \quad (122)$$

Trong đó:

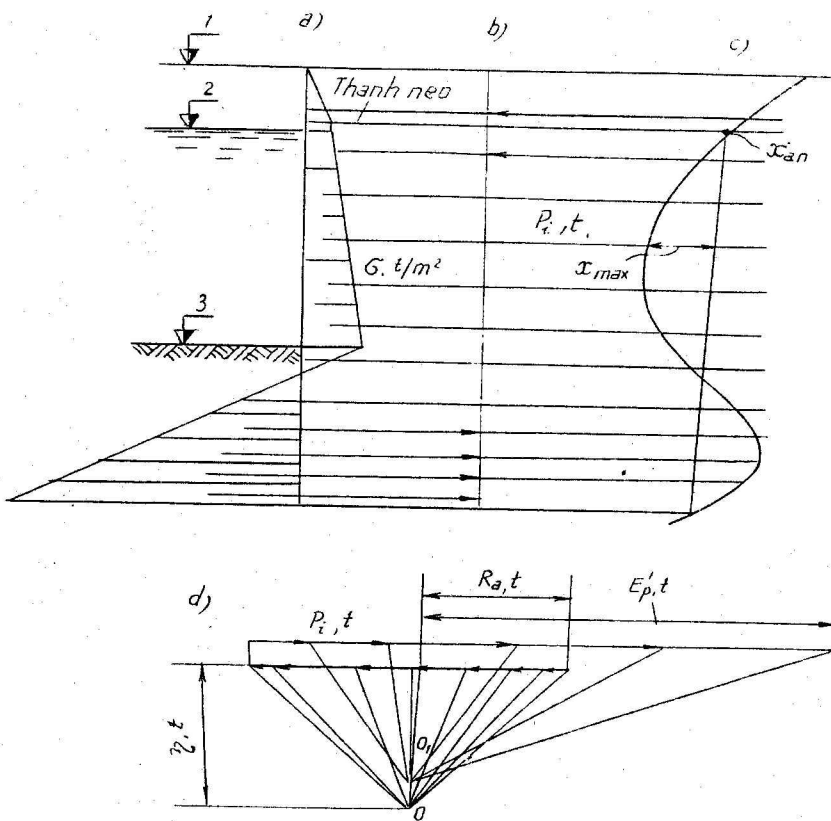
$M_{on}$  - mômen uốn ở cao độ gắn thanh neo, xác định từ tính toán đồ giải;

$M_{on} = \eta x_{on}$  (xem hình 32, với  $\eta$  - là khoảng cách cực trong đa giác lực;  $x_{on}$  - tung độ của đa giác dây ở cao độ gắn thanh neo);

$Q_{on}$  - lực cắt ở cao độ gắn thanh neo; xác định bằng tính toán đồ giải;  $Q_{on} = R_n - \Sigma P_n$  (với  $R_n$  - phản lực neo, và  $\Sigma P_n$  - phân áp lực chủ động bên trên thanh neo);

$b, \Delta$  - như trong điều 20.15

Các trị số tính toán của nội lực:  $M_I, Q_I$  và  $M_{II}, Q_{II}$  được xác định tương ứng theo quy định ở điều 13.13 và công thức (4) khi tính toán theo nhóm I các trạng thái giới hạn, và theo quy định ở điều 13.16 khi tính toán theo nhóm II các trạng thái giới hạn.



**Hình 32.** Sơ đồ tính toán đồ giải tường mặt của bèn cừ

a- biểu đồ tổng của áp lực chủ động và bị động; b- sơ đồ tải trọng tính toán; c- đa giác dây;  
d- đa giác lực; 1- cao trình mép bèn 2- mực nước tính toán; 3- cao trình đáy bèn.

**20.17.** Khi xác định tổ hợp cơ bản các tải trọng dùng để tính toán tường cừ cần theo các quy định sau:

a) Lực tựa tàu (do gió) và lực va tàu khi cập bến được dùng khi tính toán độ bền cục bộ của kết cấu tầng trên, tính toán liên kết kết cấu tầng trên với tường mặt, tính toán thiết bị đệm tàu và các kết cấu gắn thiết bị đệm tàu vào công trình bèn;

b) Trường hợp có xét tác động sóng (xem điều 13.24) tường mặt phải được tính toán theo hai bước. Trong bước 1 tường mặt được tính toán theo phương pháp đồ giải chịu tải trọng áp lực đất có xét các hoạt tải thẳng đứng. Trong bước 2 - xét thêm tải trọng do sóng. Khi tính toán ở bước 2 đầu tiên phải vẽ đường khép kín cắt đa giác dây ở độ sâu đã xác định ở bước 1 (hình 34)

Tuỳ theo kết quả tính toán được mà tăng độ chôn sâu của tường hoặc tăng cường mặt cắt ngang tường mặt trên cơ sở so sánh các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật.

Để chọn tiết diện cấu kiện tường mặt giá trị mômen uốn ở nhịp phải xác định như sau:

- Ở bước 1: theo công thức (119);

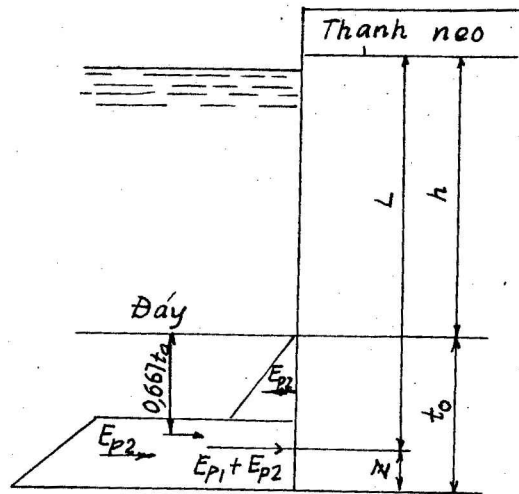
- Ở bước 2: theo công thức:

$$M = m_b [M_{\max 2} - M_{\max} (1 - m_c)] (b + \Delta); \quad (123)$$

Trong đó:

$m_b = 0,85$  - hệ số điều kiện làm việc, dùng để xét ảnh hưởng của sóng;

- $M_{\max}, M_{\max 2}$  - mômen uốn lớn nhất ở nhịp tương ứng với kết quả tính toán ở bước 1 và bước 2;
- $m_c, b, \Delta$  - như ở điều 20.15



**Hình 33.** Sơ đồ xác định nhịp quy ước của tường mặt:

z- Khoảng cách đến trọng tâm biểu đồ áp lực bị động trong phạm vi độ sâu  $t_0$ .

Hệ neo (gồm thanh neo, bản hoặc tường neo, kết cấu liên kết thanh neo) được tính toán chịu tác động của phản lực neo tìm được ở bước 2 theo tính toán trên.

*Ghi chú:*

Áp lực sóng tác động trên tường mặt ở đoạn từ đáy bến trở xuống không cần đưa vào tính toán.

Trường hợp có xét tác động sóng trong thành phần tải trọng thì trị số tính toán của mômen uốn phải xác định theo quy định ở điều 13.13 và công thức (4) khi tính toán theo nhóm I các trạng thái giới hạn, và theo quy định ở điều 13.16 khi tính toán theo nhóm II các trạng thái giới hạn.

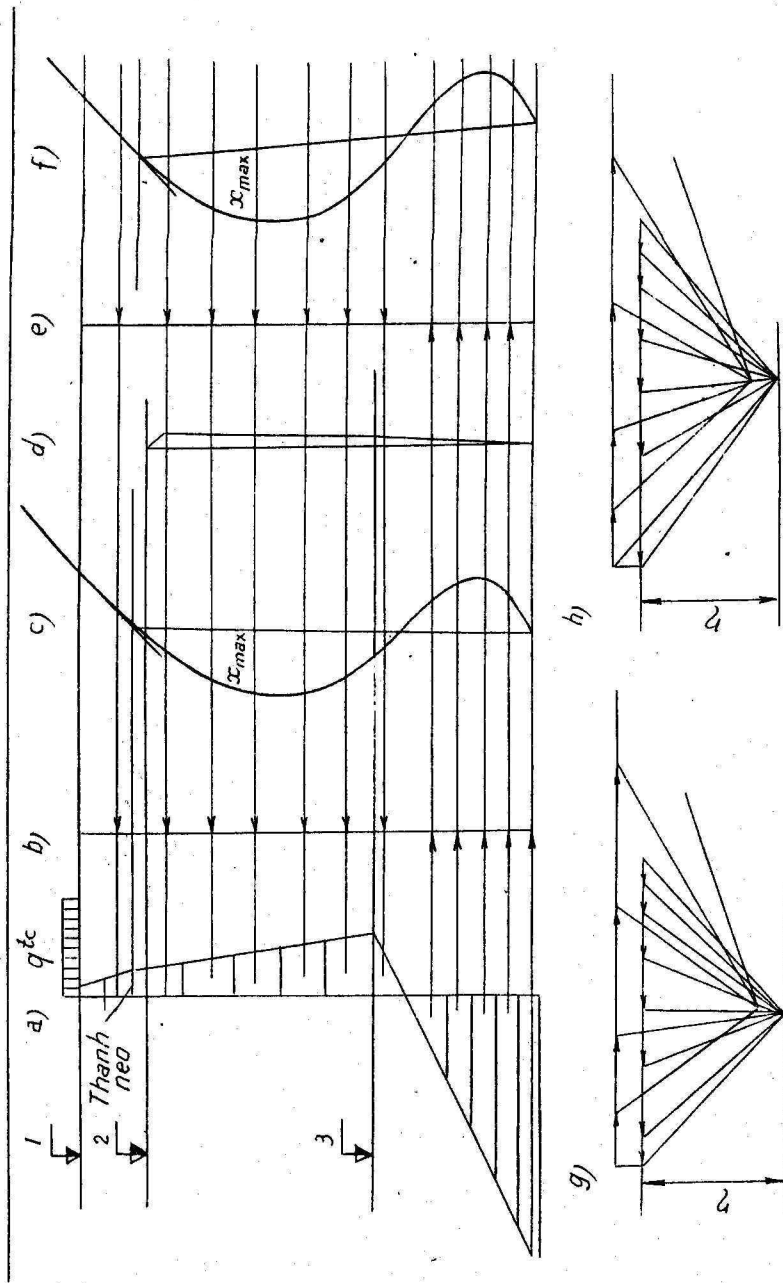
**20.18.** Trị số thành phần ngang của nội lực trong thanh neo và trong các cấu kiện liên kết thanh neo phải xác định theo công thức

$$R'_a = m_b m_a R_a l_a ; \quad (124)$$

Trong đó:

- $m_b = 0,9$  - hệ số điều kiện làm việc, để xét tác động sóng, khi xác định nội lực trong thanh neo ở bước 2; ở bước 1 lấy  $m_b = 1$ ;
- $m_a$  - hệ số xét đến sự phân bố lại áp lực lên tường mặt và lực căng không đều trong các thanh neo, lấy bằng:
  - 1,3 - đối với tường có căng trước các thanh neo;
  - 1,5 - đối với các tường và bản không căng trước thanh neo;
  - 1,25 - khi tính toán độ bền của dầm phân bố và các chi tiết liên kết của dầm này;
- $R_a$  - như ở điều 20.7;
- $l_a$  - Bước thanh neo dọc tuyến bến.





**Hình 34.** Sơ đồ tính toán độ giải tường mặt của bến cừ khi xét cả tác động sóng trong thành phần tải trọng:

a, b, c, g- dựng hình ở bước tính toán 1; a, d, e, f, h - dựng hình ở bước tính toán 2; a- biểu đồ tổng các áp lực chủ động và bị động của đất có xét cả hoạt tải; b- sơ đồ tính toán các tải trọng do áp lực theo sơ đồ a; c- đa giác dây do tải trọng ở sơ đồ b; d- biểu đồ tải trọng sóng; e- sơ đồ tính toán tải trọng do áp lực tổng của hai sơ đồ a và d; f- đa giác dây do tải trọng theo sơ đồ e; g- đa giác lực do tải trọng theo sơ đồ b; h- đa giác lực do tải trọng theo sơ đồ e; 1- cao trình mép bến; 2- mực nước tính toán; 3- cao trình đáy bến.

Trị số tính toán của lực neo phải xác định theo điều 13.13 và công thức (4) khi tính theo nhóm I các trạng thái giới hạn; và lấy bằng trị số tính toán theo công thức (124) khi tính theo nhóm II các trạng thái giới hạn.

**20.19.** Trị số lực căng trước  $P_n$  của các thanh neo trong bến cừ có tường mặt làm bằng các cấu kiện BTCT độ cứng cao phải lấy bằng trị số bé nhất nhận được khi giải hai bất đẳng thức sau:

$$\frac{p_{nII}(1,15h)^3}{3E_c J_c} \leq \frac{R'_{aII} L_a}{E_a F_a}; \quad (125)$$

$$1,10p_{nII} h \leq 0,75M_{pII}; \quad (126)$$

Trong đó:

- $h$  - như ở điều 20.15;
- $E_c, E_a$  - tương ứng là môđun đàn hồi của vật liệu tường mặt và của thanh neo;
- $J_c$  - mômen quán tính của mặt cắt tính toán của tường mặt trên một bề rộng bằng bước thanh neo;
- $R'_{aII}$  - nội lực trong thanh neo khi công trình chịu đầy đủ tải trọng tính toán (nhóm II các trạng thái giới hạn);
- $L_a, F_a$  - chiều dài và diện tích tiết diện thanh neo;
- $M_{pII}$  - mômen uốn trong tường mặt bến cừ, tính cho một bề rộng bằng bước thanh neo (nhóm II các trạng thái giới hạn).

**20.20.** Trụ neo loại tường mềm phải tính toán bằng đồ giải có xét đến quy định ở các điều 20.4 và 20.21 - 20.23.

*Ghi chú:*

Hoạt tải trên bến phải đặt sau mặt phẳng phá hoại vẽ từ đỉnh tường neo.

**20.21.** Nội lực trong tường neo phải xác định từ tính toán đồ giải, với tải trọng là biểu đồ tổng áp lực của đất có xét hoạt tải trên bến và phản lực neo  $R_a$  ( $R_a$  xác định theo điều 20.7, hình 35).

*Ghi chú:*

Tại nơi đặt khối gấn bích neo tàu lực neo  $R_a$  phải cộng với lực neo tàu  $E_{neo}$  phân bố trên chiều dài  $L_T$  của khối bích neo. Lực neo tàu  $E_{neo}$  phụ thuộc vào thành phần vuông góc của tải trọng neo có xét đến chiều cao của điểm đặt lực này so với cao độ điểm gấn thanh neo (hình 36), và được xác định theo công thức:

$$E_{neo} = \frac{N_x^{tc}}{L_T} \left( 1 + \frac{z}{l_T} \right); \quad (127)$$

Trong đó:

- $N_x^{tc}$  - thành phần vuông góc với mép bến của tải trọng neo tàu, xác định theo quy trình tải trọng và tác động trên công trình thủy;
- $z$  - khoảng cách từ cao trình gấn thanh neo đến đường tác động của  $N_x^{tc}$ ;
- $l_T$  - khoảng cách từ cao trình gấn thanh neo đến trọng tâm của biểu đồ áp lực bị động (xem hình 36 và 1 trong điều 20.15).

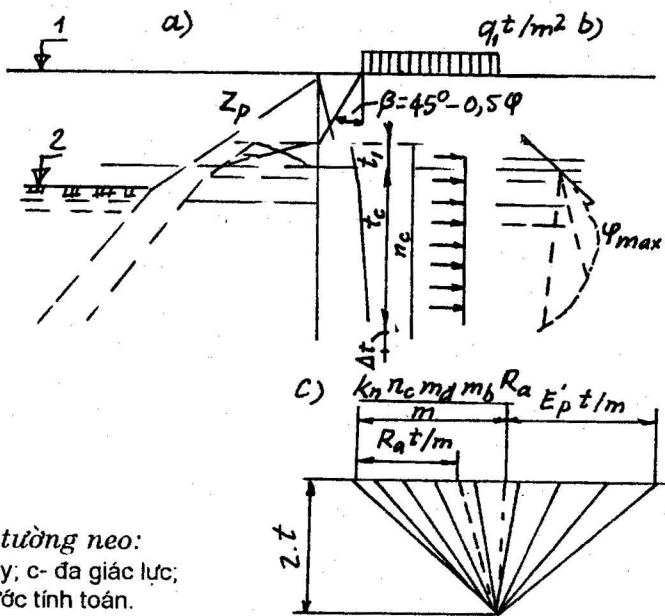
**20.22.** Tổng chiều cao của tường neo (xem hình 35) được xác định từ điều kiện ổn định

trượt của tường theo công thức:

$$h_c = t_1 + t_c + \Delta t; \quad (128)$$

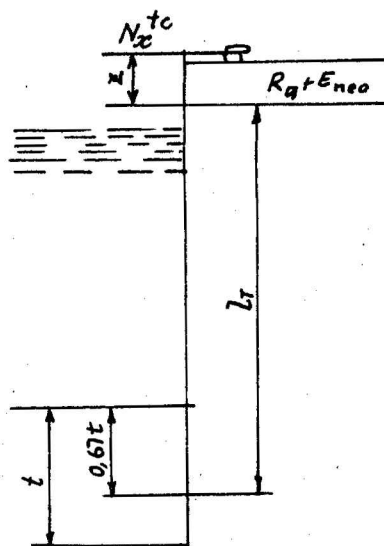
Trong đó:

- $t_1$  - chiều cao đoạn tường neo bên trên điểm gắn thanh neo;
- $t_c$  - độ chôn sâu của tường neo theo tính toán đồ giải, tính từ thanh neo đến giao điểm của đường khép kín với đa giác dây khi tường chịu tác động của phản lực thanh neo bằng;  $\frac{k_n n_c m_d m_b}{m} R_a$  ;
- $R_a$  - như ở điều 20.7;
- $m_d$  - theo bảng 15, điểm 7;



**Hình 35.** Sơ đồ tính toán tường neo:

- a- biểu đồ tổng áp lực; b- đa giác dây; c- đa giác lực;
- 1- cao trình mép bến; 2- mực nước tính toán.



**Hình 36.** Sơ đồ tính toán nội lực trong các thanh neo của khối gắn bích neo

$\Delta t$ - gia số độ chôn sâu cho tường đủ ngàm, xác định theo công thức:

$$\Delta t = \frac{E_p}{2n_i \left[ \left( q_i^{tc} + \sum h_i \gamma_i^{tc} \right) \lambda_p + c\lambda_{pc} - \lambda_a \sum h_i \gamma_i^{tc} + c\lambda_{ac} \right]} \quad (129)$$

Trong đó:

$E_p$  - theo điều 20.12;

$n_i = 0,8$  - hệ số an toàn;

$k_n, n_c, m$  - như ở các điều 13.13 và 13.19;

$m_b$  - hệ số, lấy bằng 0,95 trong các tính toán có xét áp lực sóng, và bằng 1,0 trong các tính toán không xét đến áp lực sóng;

Các ký hiệu khác lấy theo điều 13.27 và 13.32.

*Ghi chú:*

Về phương pháp tính toán áp lực đất- xem ghi chú ở điều 20.12.

**20.23.** Các nội lực  $M$  và  $Q$  trên một cấu kiện tường neo khi tính toán độ bền và độ chống nứt của tường được xác định theo các công thức (119), (121) và (122) với hệ số  $m_c = 1$ .

**20.24.** Khi đỉnh bản neo chôn sâu dưới mặt đất một đoạn bằng chiều cao bản thì áp lực chủ động và bị động của đất được lấy trên phạm vi từ chân bản lên đến mặt bãi (hình 37a)

Khi bản neo chôn sâu hơn nữa thì áp lực đất tác động trực tiếp lên bản chỉ tính trong phạm vi chiều cao bản.

Phương án chủ yếu về bố trí bản neo phải là phương án chôn sâu đỉnh bản neo đến độ sâu bằng chiều cao bản, tính toán theo điều kiện.

$$n_c n_m m_d R_a \leq \frac{m}{k_n} (E_p - E_a); \quad (130)$$

Trong đó:

$n_c, n, k_n$  - như ở điều 13.13;

$m_d$  - theo bảng 16;

$R_a$  - như ở điều 20.7;

$m$  - như ở điều 13.19;

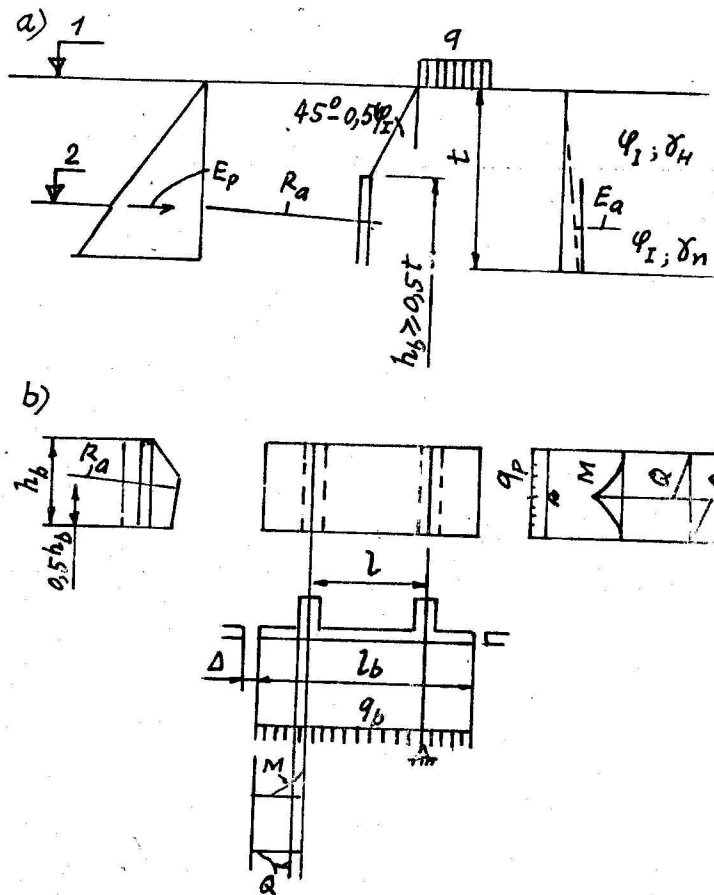
$E_p$  - hợp lực của áp lực bị động trong phạm vi từ cao trình thân mặt bãi đến chân bản neo, do trọng lượng bản thân của đất lấp;

$E_a$  - hợp lực của áp lực chủ động trong phạm vi từ cao trình mặt bãi đến chân bản neo, do trọng lượng bản thân của đất lấp và hoạt tải nằm ngoài lăng thể phá hoại.

*Ghi chú:*

1- Trong tính toán phải đặt hoạt tải tiêu chuẩn trên mặt bãi trong phạm vi ngoài mặt phẳng phá hoại vẽ qua đỉnh bản neo;

2- Khi tính toán bản neo của các khối gấn bích neo phân lực neo  $R_a$  tìm được qua tính toán đồ giải phải đem cộng vào với lực phân bố đều do thành phần ngang của tải trọng neo tàu có xét đến cao độ điểm đặt tải trọng neo tàu so với cao độ gấn thanh neo (xem ghi chú ở điều 20.21)



**Hình 37.** Các sơ đồ tính toán bản neo:

a- để xác định độ ổn định; b- để xác định nội lực trong các bản BTCT có gờ;  
 1- cao trình mép bên; 2- mực nước tính toán.

**20.25.** Các nội lực M và Q trong các bản neo bằng BTCT có gờ (hình 37b) được xác định như sau:

a) Trong bản - xác định như trong dầm trên hai gối có hai đầu côngxôn chịu tải trọng phân bố đều trên  $1m^2$ , tức là:

$$q_b = \frac{(1_b + \Delta)R_a}{l_b h_b}; \quad (131)$$

b) Trong gờ - xác định như trong dầm hẫng nằm ở cao độ gán thanh neo (ở giữa chiều cao bản neo khi tính theo công thức (130), còn khi tính bản chịu tải trọng đất trong phạm vi chiều cao bản thì lấy ở trọng tâm biểu đồ tổng của áp lực đất tính toán), chịu tải trọng phân bố đều trên  $1m$  côngxôn, tức là:

$$q_p = \frac{0,5(1_b + \Delta)R_a}{h_b}; \quad (132)$$

Trong các công thức (131) và (132):

- $l_b$  - chiều dài bản neo;
- $\Delta$  - khoảng hở thiết kế giữa các bản neo;
- $R_a$  - như ở điều 20.7;
- $h_b$  - chiều cao bản neo.

**20.26.** Lực nén dọc trục  $N_c$  và lực kéo dọc trục  $N_p$  trọng cọc của các trụ neo bằng các cọc chụm đầu chịu tải trọng đứng và ngang có thể xác định bằng đồ giải (hình 38) hoặc theo công thức:

$$N_c = V \frac{\sin \alpha_p}{\sin(\alpha_c + \alpha_p)} + R_{ak} \frac{\cos \alpha_p}{\sin(\alpha_c + \alpha_p)} + P_{ci}; \quad (133)$$

$$N_p = V \frac{\sin \alpha_c}{\sin(\alpha_c + \alpha_p)} - R_{ak} \frac{\cos \alpha_c}{\sin(\alpha_c + \alpha_p)} + P_{ci}; \quad (134)$$

Trong đó:

- $V$  - tải trọng thẳng đứng, lấy trên một chiều dài bằng khoảng cách giữa các trụ neo bằng cọc chụm đầu, do trọng lượng đầm mũ, trọng lượng đất trên đầm mũ, còn đối với cọc chịu nén (xác định nội lực  $N_c$ ) còn tính thêm hoạt tải khai thác;
- $R_{ak}$  - tải trọng nằm ngang, bằng phản lực neo trong tính toán đồ giải tường mặt của bến cừ, tính trên một chiều dài bằng khoảng cách giữa các trụ neo bằng cọc chụm đầu;
- $\alpha_p, \alpha_c$  - tương ứng là các góc nghiêng so với phương đứng của cọc chịu kéo và cọc chịu nén trong nội trục neo (hình 38);
- $P_{ci}$  - trọng lượng của cọc tính toán.

Trị số tính toán của nội lực trong các cọc được xác định như sau:

a) đối với nhóm I các trạng thái giới hạn:

- khi tính khả năng chịu lực của cọc theo đất nền - theo điều 21.26;
- khi tính độ bền của cọc - theo điều 13.13 và công thức (4)

b) Đối với nhóm II các trạng thái giới hạn:

- lấy bằng các giá trị đã xác định được theo công thức (133) và (134), tức là  $N_{pI} = N_c$  và  $N_{pII} = N_p$ .

**20.27.** Khoảng cách giữa tường mặt với bản neo hoặc tường neo (hình 39) phải xác định từ điều kiện giao cắt nhau trên mặt đất của hai mặt phẳng sau đây:

a) mặt phẳng phá hoại, vẽ từ mặt phẳng tính toán của tường mặt tại cao độ ngang với tiếp điểm của tia khép kín với đa giác dây;

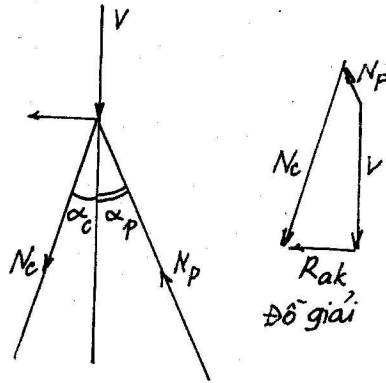
b) mặt phẳng ép trôi vẽ từ chân bản neo, còn đối với tường neo thì vẽ từ điểm nằm cách chân tường một đoạn bằng  $2\Delta t$  ( $\Delta t$  - như ở điều 20.22)

Khoảng cách từ tường mặt đến bản neo hoặc tường neo phải xác định từ tính toán theo nhóm I các trạng thái giới hạn, theo công thức:

$$L_a = \sum h_{ci} \operatorname{tg}(45^\circ - 0,5\varphi_{il}) + \sum t_i \operatorname{tg}(45^\circ + 0,5\varphi_{il}); \quad (135)$$

Trong đó:

- $\sum h_{ci}$  - tổng các khoảng cách từ cao trình mép bên đến tiếp điểm giữa tia khép kín với đa giác dây trong tính toán độ giải tường mặt;
- $\sum t_i$  - tổng các khoảng cách từ cao trình mép bên đến chân bản neo, còn đối với tường neo thì đến điểm nằm cao hơn chân tường một đoạn bằng  $2\Delta t_i$ ;
- $\varphi_{1i}$  - góc ma sát trong của đất nền và đất lấp ứng với lớp đất thứ  $i$ ;



**Hình 38.** Sơ đồ xác định nội lực trong các cọc của trụ neo bằng cọc chụm đầu.

**20.28.** Nếu do các yêu cầu chung về bố trí tổng thể (do khu đất chật hẹp) hoặc vì các lý do kinh tế - kỹ thuật thấy rằng việc đưa tường neo hoặc bản neo vào gần tường mặt hơn (không tuân theo biểu thức (135) là hợp lý và có thể thực hiện được, hoặc nếu các lớp đất trên của nền nằm giữa tường mặt và kết cấu neo là đất quá xấu so với đất lấp lòng bên thì phải tính toán theo nhóm I các trạng thái giới hạn để kiểm tra khả năng neo của khối đất. Để đảm bảo khả năng neo, độ ổn định của khối đất được kiểm tra theo điều kiện sau:

$$n_c n_m n_d R_a \leq \frac{m}{k_n} R_{kd} \quad (136)$$

Trong đó:

- $n_c, n, k_n$  - như ở điều 13.13;
- $n_d$  - hệ số phụ điều kiện làm việc, lấy theo bảng 16, điểm 6;
- $R_a$  - như ở điều 20.7;
- $m$  - như ở điều 13.19;
- $R_{kd}$  - thành phần nằm ngang của các hợp lực tác động lên khối đất nằm giữa tường mặt và trụ neo.

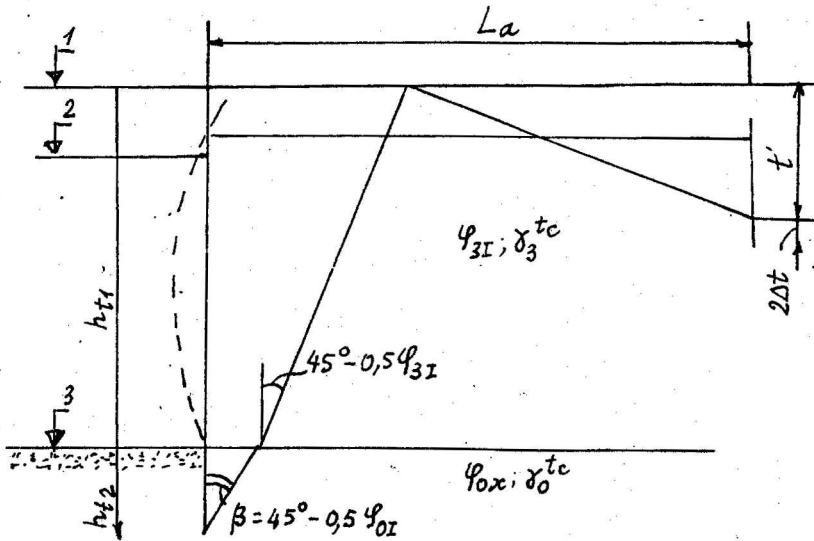
**Ghi chú:**

Việc xác định vị trí mặt trượt và trị số  $R_{kd}$  trình bày ở phụ lục 9.

**20.29.** Đối với các bên có tường neo, nếu điều kiện (136) không thoả mãn (tùy thuộc vào tính hợp lý kinh tế - kỹ thuật) thì phải tăng khoảng cách giữa tường mặt và tường neo hoặc phải đưa chân tường neo xuống sâu hơn.



**20.30.** Trường hợp rút ngắn khoảng cách giữa tường mặt và kết cấu neo so với yêu cầu của công thức (135) thì trị số giảm nhỏ của áp lực bị động trên tường neo hoặc bản neo có thể xác định theo chỉ dẫn ở phụ lục 10.



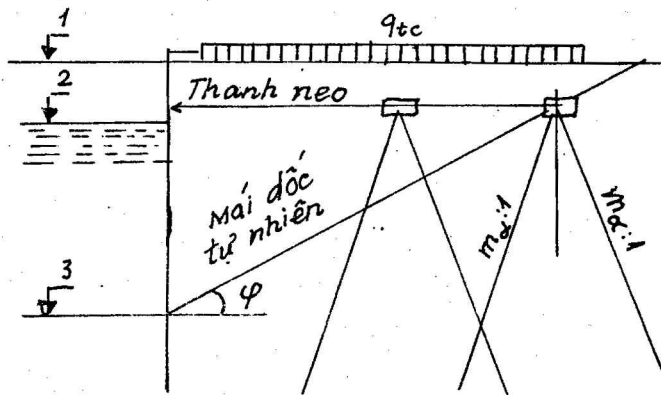
**Hình 39.** Sơ đồ xác định khoảng cách  $L_a$  giữa tường mặt và kết cấu neo;

$$L_a = h_{t1} \operatorname{tg}(45^\circ - 0,5\varphi_{3I}) + h_{t2} \operatorname{tg}(45^\circ - 0,5\varphi_{0I}) + t \cdot \operatorname{tg}(45^\circ + 0,5\varphi_{3I})$$

- 1- cao trình mép bến;
- 2- mực nước tính toán;
- 3- cao trình đáy bến.

**20.31.** Trụ neo kiểu cọc chum đầu nên đặt trực tiếp trên mái dốc tự nhiên (hình 40).

Trường hợp không thực hiện được điều quy định này mà phải đưa trụ neo vào gần tường mặt hơn thì khả năng chịu lực của các đoạn cọc nằm cao hơn mái dốc tự nhiên phải lấy giảm đi 50% so với trị số tính được cho cùng loại đất đó nhưng ở thể nằm tự nhiên.



**Hình 40.** Sơ đồ bố trí trụ neo kiểu cọc chum đầu

- 1. cao trình mép bến; 2. mực nước tính toán
- 3. cao trình đáy bến;  $\varphi$ . góc ma sát trong của đất.

**20.32.** Kiểm tra ổn định chung về trượt sâu của bến tường cừ có neo phải thực hiện trong các trường hợp sau:

- Khi ở nền công trình bến ngay dưới chân tường và ở sâu hơn có các lớp kẹp thuộc loại đất yếu mà dọc theo các lớp đó có thể xảy ra trượt và dẫn đến sự mất ổn định của công trình;

- Khi trên vùng phía sau bến ở khu vực nằm trong mặt trượt dự kiến hoạt tải trên bến có cường độ lớn hơn ba lần hoạt tải ở vùng mép bến.

**20.33.** Tính toán các cấu kiện của bến tường cừ (tường mặt, thành neo, các chi tiết liên kết thanh neo và tường neo, bản neo hoặc trụ neo) theo nhóm I và nhóm II các trạng thái giới hạn phải theo các quy định của TCXD 40-70 "Kết cấu thép", TCVN 4116-85 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công", TCXD 41-70 "Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép", chương 20 và các điều 13.12 - 13.16.

## **21. CÁC QUY ĐỊNH CHUNG VỀ TÍNH TOÁN CÔNG TRÌNH BẾN KIỂU BÈ CỌC CAO**

**21.1.** Thiết kế các công trình bến trên nền cọc hoặc cọc ống bằng thép và BTCT phải gồm những bước sau đây:

a) Xác định tải trọng trên một phân đoạn công trình và các tổ hợp tải trọng có xét đến sự tương tác giữa các phân đoạn;

b) Chọn sơ đồ kết cấu của công trình và kích thước chủ yếu sơ bộ của các cấu kiện; việc lựa chọn này phải thực hiện trên cơ sở so sánh kinh tế - kỹ thuật các phương án sơ đồ kết cấu bến nói chung;

c) Tính toán kết cấu không gian chủ yếu của công trình và xác định nội lực trong các cấu kiện (xem các điều 21.2 - 21.9);

d) Tính toán cọc, cọc ống, bệ cọc nói chung về khả năng chịu lực (ổn định) và về biến dạng (vị dịch, góc quay, độ võng) theo quy định của TCXD 21-72 "Móng cọc" và điều 21.25;

e) Tính toán kết cấu cho các bộ phận công trình (về độ bền, độ chống nứt và biến dạng) theo quy định của TCVN 4116-85, TCXD 41-70, TCXD 44-70 và các điều 13.12 - 13.16;

f) Tính toán ổn định chung của công trình và ổn định của mái dốc gầm bến theo sơ đồ kết cấu bến đã chọn và tổ hợp tính toán các tải trọng theo quy định của TCVN 4253-86 "Nền các công trình thủy công" và các điều 13.17 - 13.21. Trong các tính toán này các hệ số phụ điều kiện làm việc  $m_d$  lấy theo bảng 16.

### *Ghi chú:*

1- Để tính toán chính xác hơn cho các hệ thanh siêu tĩnh bất kỳ và để giảm thời gian và nâng cao chất lượng tính toán, cần thực hiện tính toán tự động hoá các hệ khung không gian trên máy tính theo các chương trình máy tính điện tử đã được kiểm nghiệm;

2- Các tính toán tĩnh học hệ khung nên thực hiện dưới dạng ma trận có xét đến độ cứng của các cấu kiện quanh mỗi nút và tính đàn hồi của đất nền biểu thị qua hệ số nền.

3- Trong tính toán xem kết cấu tầng trên là tuyệt đối cứng theo hướng nằm ngang và đàn hồi theo hướng thẳng đứng.

**21.2.** Khi không có chương trình tính toán tự động trên MTĐT thì cho phép chia kết cấu không gian thành các hệ phẳng riêng biệt rồi chọn trong số đó một hệ chịu lực cơ bản. Phương pháp chia kết cấu không gian và hệ chịu lực cơ bản phụ thuộc vào sơ đồ kết cấu của hệ cọc (hệ dầm dọc, hệ dầm ngang, hệ kết cấu hỗn hợp, hệ bản không dầm) và mức độ liên kết liền khối của các nút và các cấu kiện công trình.

*Ghi chú:*

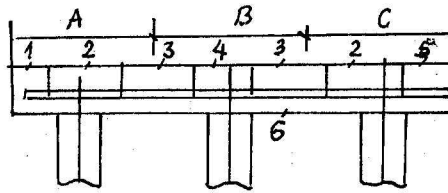
Hệ chịu lực cơ bản phải là các khung ngang khi hệ cọc có sơ đồ dầm ngang, là các khung dọc khi hệ cọc có sơ đồ dầm dọc.

**21.3.** Khi chia kết cấu dầm ngang thành các khung ngang và khung dọc thì các "dầm giả định" được đưa vào tính toán đối với khung dọc, còn các dầm cấu tạo được đưa vào tính toán đối với khung ngang. "Dầm giả định" (A, B, C, hình 41) trong thành phần một hệ cọc liên khối bao gồm các bộ phận sau:

- Đối với khung sát mép bến và khung sau cùng - gồm một dải hệ cọc từ đầu mút đến điểm giữa nhịp kế cận với hàng cọc ngoài cùng hoặc trong cùng;
- Đối với các khung dọc ở giữa - gồm một dải hệ cọc trong phạm vi hai bán nhịp bên trái và bên phải.

*Ghi chú:*

Các quy định nêu ở điều 21.3 và các điều sau đây là dùng cho hệ dầm ngang, cũng có thể biến đổi cho thích hợp để dùng khi tính toán hệ dầm dọc.



**Hình 41. Kết cấu khung ngang:**

A, B, C - các "dầm giả định" của khung dọc;

1-5- các bản đúc sẵn của hệ cọc; 6- dầm của khung ngang.

**21.4.** Khi xác định sơ đồ tính toán của các hệ phẳng thì trục cấu kiện là đường nối trọng tâm hình học tiết diện các cấu kiện. Chiều cao tính toán của các trụ khung được xác định theo quy định ở điều 21.16.

**21.5.** Tải trọng thẳng đứng trên khung ngang (hệ chịu lực cơ bản) được xác định theo phân lực gối lớn nhất của các hệ dọc có xét đến trọng lượng bản thân các cấu kiện của khung ngang.

*Ghi chú:*

Trường hợp dùng hệ kiểu dầm dọc thì đầu tiên phải tính các hệ phẳng ngang, phân lực gối của các hệ này được dùng làm tải trọng trên dầm của khung dọc.

**21.6.** Tải trọng nằm ngang trên các khung dọc và khung ngang được xác định bằng tổng đại số các tải trọng tương ứng trên trụ của mỗi khung. Các tải trọng nằm ngang tác động lên một phân đoạn bên tính toán được phân bố cho các trụ của khung với giả thiết kết cấu phần trên của bệ là tuyệt đối cứng trong mặt phẳng nằm ngang. Trong tính toán này không xét đến chuyển vị xoắn của trụ quanh tim trụ (xem các điều 21.10 - 21.15).

**21.7.** Các nội lực ban đầu (mômen uốn  $M$ , lực cắt  $Q$ , dọc trục  $N$  - phản lực gối  $R$ ) dùng để tính kết cấu cho các cấu kiện được xác định bằng cách lấy tổng các nội lực tương ứng tìm được qua tính toán các hệ phẳng chịu các tải trọng thẳng đứng và nằm ngang. Nội lực trong một "dầm giả định" được phân bố cho các cấu kiện thành phần của dầm đó tỉ lệ thuận với độ cứng của cấu kiện.

*Ghi chú:*

Đối với các cấu kiện mà trong tổ hợp tải trọng tính toán tác động lên chúng có hoạt tải di động và tải trọng phân bố đều thì các biểu đồ tổng của  $M$ ,  $Q$ ,  $R$  được vẽ theo đường ảnh hưởng.

**21.8.** Các trị số mômen uốn  $M$  và lực cắt  $Q$  đối với các tiết diện gối của trụ được xác định bằng tổng số hình học các giá trị tương ứng của  $M$  và  $Q$  tìm được khi tính toán các khung dọc và khung ngang. Trị số lực dọc  $N$  được xác định từ việc tính toán khung ngang.

**21.9.** Trong các cấu kiện của kết cấu khung ở bến bệ cọc cao, các nội lực  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  do dao động nhiệt độ theo mùa và tác động ẩm gây ra phải được xác định có xét đến biến dạng từ biến hoặc dùng môđun đàn hồi tạm thời của bê tông khi chất tải lâu dài theo TCVN 4116-85.

*Ghi chú:*

1- Được phép không tính toán kết cấu về mặt tác động nhiệt ẩm đối với các công trình nằm trong đất ở giai đoạn khai thác, cũng như đối với các kết cấu vỏ mỏng mà các chuyển vị tự do của chúng được đảm bảo.

2- Trong các kết cấu BTCT của công trình bến cảng biển có chiều dài phân đoạn tương đối lớn ( $L > 40m$ ) thì nên xét dao động nhiệt độ theo mùa (dao động năm). Môđun biến dạng dùng để tính toán nội lực do dao động nhiệt theo mùa cần xét đến từ biến của bê tông và lấy theo bảng 23, điểm 1 (đối với các cấu kiện không nứt) và điểm 2 (đối với các cấu kiện có vết nứt). Được phép xác định mômen quán tính không phụ thuộc vào độ bền chống nứt và không kể đến cốt thép trong tiết diện.

Đối với bê tông ít ngày tuổi thì phải giảm nhỏ trị số môđun biến dạng trên cơ sở số liệu thí nghiệm. Nếu không có số liệu thí nghiệm thì môđun biến dạng được xác định theo bảng 23 như đối với bê tông có mác theo độ bền khối vuông tương ứng với tuổi ít ngày (nội suy khi cần thiết).

3- Các trị số đặc trưng về nhiệt ẩm của bê tông để tính toán công trình bến bệ cọc cao chịu tác động nhiệt-ẩm và các đặc trưng toả nhiệt của bê tông phải lấy theo phụ lục 3 của TCVN 4116-85.

**21.10.** Phản lực của các cọc đơn do vị dịch ngang đơn vị theo các trục  $x$  và  $y$  trong trường

hợp cọc ngầm trong bệ và trong đất được xác định theo công thức:

$$H_{xi} = H_{yi} = \frac{12j}{l^2} \quad (137)$$

Trong đó:

$j = \frac{EJ}{l}$  - độ cứng cho một mét dài của cọc;

$l$  - chiều dài tính toán của cọc, lấy theo quy định ở các điều 21.16 - 21.20;

$E$  - môđun đàn hồi của vật liệu làm cọc, lấy theo TCXD 44-70 đối với cọc thép và theo TCVN 4116-85 đối với cọc bê tông cốt thép;

$J$  - mômen quán tính của tiết diện cọc.

**21.11.** Phản lực của các trụ bằng cọc chụm đầu do vị dịch ngang đơn vị khi trụ cọc nằm trong mặt phẳng tác động của lực được xác định theo công thức:

$$H_i = \frac{k_1 k_2 \sin^2(\alpha_1 + \alpha_2)}{k_1 \cos^2 \alpha_1 + k_2 \cos^2 \alpha_2} \quad (138)$$

Trong đó:

$k_1 = \frac{EF}{l_1}, k_2 = \frac{EF}{l_2}$  - phản lực của các cọc trong một trụ cọc chụm đầu do biến dạng của vật liệu cọc;

$\alpha_1, \alpha_2$  - góc nghiêng của các cọc trong một trụ cọc chụm đầu so với phương thẳng đứng;

$E$  - như ở điều 21.10;

$F$  - diện tích tiết diện cọc;

$l_1, l_2$  - chiều dài chịu nén của cọc.

*Ghi chú:*

Phản lực của các cọc trong một trụ cọc chụm đầu do vị dịch ngang đơn vị khi trụ cọc nằm trong mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng tác động của lực được xác định theo công thức (137) đối với cọc đơn.

**21.12.** Tải trọng ngang tác động trên một phân đoạn bến tính toán được phép phân phối cho các cọc trong phân đoạn bằng cách di chuyển hợp lực  $A$  của các tải trọng ngang đến tâm đàn hồi của hệ (hình 42) và tính đối các tải trọng này ra 3 thành phần: lực  $N_y$  song song với mép bến, lực  $N_x$  vuông góc với mép bến và một mômen  $M$  làm quay phân đoạn bến quanh tâm đàn hồi.

$$M = Ar = \sum N_{yi} X_N + \sum N_{xi} Y_N - LX_E \sum E_{ai} f_i ; \quad (139)$$

Trong đó:

$M$  - mômen do tác động của tải trọng neo tàu, áp lực chủ động của đất và hoạt tải lên mặt sau của bệ cọc;

Bảng 23

Thứ tự	Trạng thái cấu kiện	Mô đun biến dạng khi chất tải lâu dài, $\text{kg/cm}^2$ , khi mức bê tông bằng								Phạm vi ứng dụng
		M100	M150	M200	M250	M300	M400	M500	M600	
1	Đối với các cấu kiện không nứt	$1,05 \cdot 10^5$	$1,35 \cdot 10^5$	$1,65 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^5$	$1,9 \cdot 10^5$	$2,15 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^5$	$2,4 \cdot 10^5$	Để tính toán các cấu kiện theo biến dạng do tải trọng lâu dài và do dao động nhiệt theo mùa.
2	Đối với các cấu kiện có vết nứt	$0,8 \cdot 10^5$	$0,95 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	$1,4 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^5$	$1,8 \cdot 10^5$	

- A - hợp lực của các lực ngang;
- r - cánh tay đòn của hợp lực A so với tâm đàn hồi của phân đoạn bến (xem hình 42);
- $N_{xil}, N_{yi}$  - như ở điều 19.7;
- L - chiều dài phân đoạn bến;
- $X_N, Y_N, X_E$  - khoảng cách từ các trục đi qua tâm đàn hồi đến các lực N, E;
- $E_{ai}$  - áp lực chủ động do trọng lượng bản thân của đất và hoạt tải, tác động lên mặt sau bệ cọc, tính cho 1 mét dài bến, xác định theo các điều 13.27 và 13.30
- f - hệ số ma sát của đất lấp lên mặt sau bệ cọc, lấy bằng  $\text{tg}\varphi_3$  khi ma sát giữa đất với đất và bằng  $\text{tg}0,5\varphi_3$  khi ma sát giữa đất với bê tông.

**Ghi chú:**

Tâm đàn hồi của hệ là điểm mà khi hợp lực A đi qua đó chỉ làm cho phân đoạn bến chuyển vị tịnh tiến.

**21.13.** Toạ độ của tâm đàn hồi (hình 42) được xác định theo các công thức sau:

$$x_o = \frac{\sum H_{yi} x_i}{\sum H_{yi}} ; \tag{140}$$

$$y_o = \frac{\sum H_{xi} y_i}{\sum H_{xi}} ; \tag{141}$$

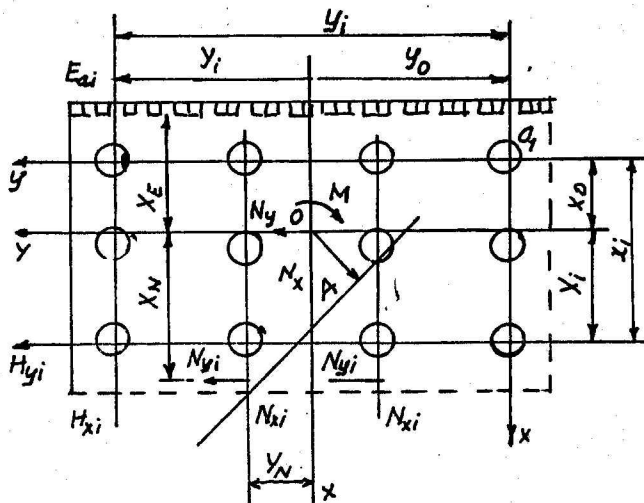
Trong đó:

$H_{xi}, H_{yi}$  - phân lực gồ do vị dịch ngang đơn vị, xác định theo quy định ở các điều 21.10 và 21.11

$x_i, y_i$  - toạ độ của cọc i so với các trục x và y (hình 42)

**Ghi chú:**

Để đơn giản bớt cho việc tính toán xác định toạ độ tâm đàn hồi nên đặt gốc toạ độ tại điểm  $O_1$  của tim hai hàng cọc biên (xem hình 42).



**Hình 42.** Sơ đồ tính toán tải trọng ngang lên các cọc do quay phân đoạn bến. Chu vi kết cấu phần trên của bệ cọc được biểu diễn bằng đường đứt nét.



#### 21.14. Nội lực trong các cấu kiện của nền cọc:

- do các thành phần nằm ngang của tải trọng tàu theo hướng vuông góc với mép bến  $N_x$  và song song với mép bến  $N_y$  và áp lực chủ động của đất lên mặt sau kết cấu phần trên:

$$P'_{xi} = H_{xi} \delta_x = H_{xi} \frac{\sum N_{xi} + L \sum E_{ai}}{\sum H_{xi}} ; \quad (142)$$

$$P'_{yi} = H_{yi} \delta_y = H_{yi} \frac{\sum N_{yi} - L \sum E_{ai} f_i}{\sum H_{yi}} ; \quad (143)$$

- do mômen:

$$P''_{xi} = H_{xi} \delta_{\varphi x} = H_{xi} Y_i \varphi_0 ; \quad (144)$$

$$P''_{yi} = H_{yi} \delta_{\varphi y} = H_{yi} X_i \varphi_0 ; \quad (145)$$

Nội lực tổng tính toán (lực nằm ngang) tác động lên một cọc do các lực thành phần  $N_x$ ,  $N_y$  và do mômen  $M = Ar$  (hình 42) được xác định theo các công thức:

$$P_{xi} = P'_{xi} \pm P''_{xi} ; \quad (146)$$

$$P_{yi} = P'_{yi} \pm P''_{yi} ; \quad (147)$$

Trong các công thức (142) - (147):

$P_{xi}$ ,  $P'_{xi}$ ,  $P''_{xi}$  - lực tác động lên cọc theo trục x;

$P_{yi}$ ,  $P'_{yi}$ ,  $P''_{yi}$  - như trên, dọc theo trục y;

$H_{xi}$ ,  $H_{yi}$  - như ở điều 21.10 và 21.11;

$X_i$ ,  $Y_i$  - toạ độ của cọc i so với hệ trục đi qua tâm đàn hồi của nền cọc;

$\delta_x$ ,  $\delta_{\varphi x}$  - vị dịch theo hướng trục x do chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay của phân đoạn bến;

$\delta_y$ ,  $\delta_{\varphi y}$  - vị dịch theo hướng trục y do chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay của phân đoạn bến;

$\varphi_0$  - góc quay của phân đoạn bến; xác định theo điều 21.15.

*Ghi chú:*

Dấu đứng trước các số hạng  $p''$  và  $p''_{yi}$  trong các công thức (146), (147) được xác định tùy thuộc vào hướng của mômen làm quay phân đoạn bến.

**21.15.** Góc quay của phân đoạn bên quanh tâm đàn hồi do tác động của mômen  $M$  được xác định theo công thức:

$$\varphi_0 = \frac{M}{J} = \frac{M}{\sum H_{xi} Y_i^2 + \sum H_{yi} X_i^2} ; \quad (148)$$

Trong đó:

$J$  - mômen quán tính của nền cọc. Các ký hiệu khác xác định theo điều 21.12 và 21.14.

**21.16.** Chiều dài tính toán của các cọc trong một khung (hình 43) được xác định theo công thức:

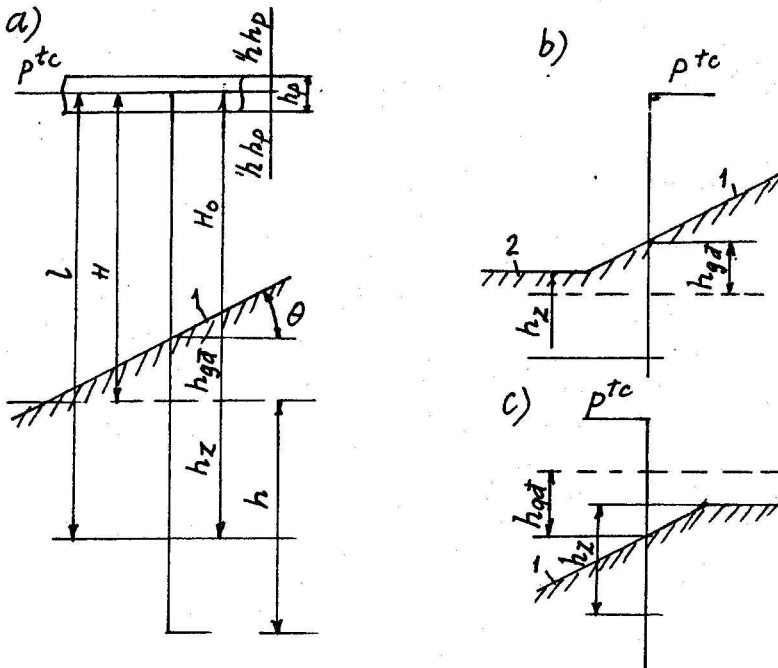
$$l = H_0 \pm h_{gd} + h_z ; \quad (149)$$

Trong đó:

- $H_0$  - khoảng cách từ trọng tâm của mặt cắt ngang dầm đến giao điểm giữa đường đáy (mái dốc) với tim cọc;
- $h_{gd}$  - chiều cao từ giao điểm giữa đường mái dốc với tim cọc đến mặt phẳng nằm ngang giả định, xác định theo điều 21.19.
- $h_z$  - độ sâu tính toán của điểm ngàm giả định (xem điều 21.17), tính từ mặt đáy thực tế khi cọc đóng ở chỗ đáy nằm ngang, hoặc tính từ mặt phẳng nằm ngang giả định khi cọc đóng trên mái dốc.

*Ghi chú:*

Khi lực  $p_{tc}$  hướng về phía khu nước hoặc hướng dọc theo mép bến thì mặt phẳng ngang giả định nằm thấp hơn giao điểm giữa tim cọc với mái dốc và trị số  $h_{gd}$  trong công thức (149) được lấy với dấu " cộng ". Khi lực  $p_{tc}$  hướng vào bờ thì trị số  $h_{gd}$  được lấy với dấu " trừ ".



**Hình 43.** Sơ đồ xác định độ sâu của điểm ngàm giả định. Mặt phẳng nằm ngang giả định được biểu thị bằng đường đứt nét.

**21.17.** Độ sâu tính toán  $h_z$  của điểm ngàm giả định được xác định tùy thuộc vào điều kiện liên kết của cọc vào hệ:

- Trường hợp liên kết khớp:

$$h_z = h'_z + \Delta h_z ; \quad (150)$$

- Trường hợp ngàm tuyệt đối cứng:

$$h_z = 0,82h'_z + \Delta h_z ; \quad (151)$$

Trong các công thức (150) và (151):

$h'_z$  - độ sâu điểm ngầm giả định, xác định theo công thức:

$$h'_z = \sqrt{\frac{2k_n n_c n m_d P}{\gamma^{tc} m_\lambda D m_n} + c_0^2 - c_0} ; \quad (152)$$

$\Delta h_z = 0,8m$  - gia số độ sâu, chỉ xét đến trong trường hợp ở đáy (trên mái dốc) không có lớp đá đổ và đất trên mặt là đất tươi hoặc đất bị bào xói;

$k_n, n_c, n$  - như ở điều 13.13;

$m_d = 1,15$  - hệ số phụ điều kiện làm việc;

$P$  - lực ngang tác động lên cọc, xác định theo công thức (146) hoặc (147);

$\gamma^{tc}$  - dung trọng của đất;

$m_\lambda$  - hiệu số các hệ số áp lực bị động và chủ động đối với tường thẳng đứng khi mặt đất nằm ngang, xác định theo công thức:

$$m_\lambda = \lambda_p - \lambda_a = \text{tg}^2(45^\circ + 0,5\varphi) - \text{tg}^2(45^\circ - 0,5\varphi); \quad (153)$$

$D$  - đường kính ngoài của cọc ống hoặc cạnh của cọc chữ nhật theo hướng vuông góc với phương tác động của lực;

$m_n$  - hệ số làm việc không gian, xác định theo điều 21.18;

$$c_0 = \frac{c}{m_n \gamma^{tc} \text{tg}\varphi} ; \quad (154)$$

$\varphi$  - góc ma sát trong của đất nền;

$c$  - lực dính đơn vị của đất nền.

*Ghi chú:*

1 - Trường hợp cọc nửa ngầm trong bê thì trị số  $h_z$  lấy bằng giá trị trung bình giữa hai giá trị tính được theo hai công thức (150) và (151).

2 - Được phép xác định chiều sâu ngầm  $h'_z$  của cọc trong đất không dính theo công thức:

$$h'_z = \left[ \sqrt{2(r-1)} + \frac{1}{\sqrt[3]{2r}} - 1 \right] D; \quad (155)$$

Trong đó:

$$r = \frac{3k_n n_c n m_d P}{\gamma^{tc} m_\lambda D^3} > 2 \quad (157)$$

3 - Khi xác định độ sâu  $h_z$  của điểm ngầm giả định do tải trọng ngang tác động lên cọc phải cho trước một giá trị ban đầu  $h_z = (2 + 3)D$ . Sau đó bằng các tính toán gần đúng dần để đạt đến sự phù hợp của các đại lượng trong hai công thức (150) và (151) và các trị số tìm được khi phân phối lực ngang giữa các cọc. Độ hội tụ được xem là đủ khi chênh lệch giữa các giá trị  $h_z$  bằng 10%.

4 - Ngoài phương pháp trình bày trên đây về xác định độ sâu điểm ngầm giả định của cọc trong đất, được phép dùng những phương pháp tính toán khác đủ tin cậy, chẳng hạn phương pháp của Zavriev và Trường đại học xây dựng Mascova.

**21.18.** Hệ số tăng lực kháng của đất do sự chịu lực theo không gian của cọc được phép xác định theo công thức:

$$m_n = 1 + 0,0417 \left[ \frac{8h_z^3 - (2h_z + D - L)^3}{Dh_z^2} \right]; \quad (158)$$

Trong đó:

$h_z, D$  - như ở điều 21.17;

$L$  - khoảng cách từ đầu cọc đến trục của các cọc theo hướng dọc.

Ghi chú:

Khi  $L > 2h_z + D$  thì xác định  $m_n$  theo công thức:

$$m_n = 1 + \frac{h_z}{3D}; \quad (158)$$

**21.19.** Tùy thuộc vào vị trí của cọc trên mái dốc và hướng tác động của lực ngang  $P$  đặt lên cọc, phải xác định độ sâu  $h_{gd}$  (xem điều 21.16) theo phương pháp sau đây:

a) Khi cọc đóng trên mái dốc và lực  $P$  tác động vuông góc với mép bến hướng ra phía khu nước:

$$h_{gd} = h_z \left( \sqrt{\frac{m_\lambda}{m_0}} - 1 \right) \quad (159)$$

b) Khi cọc đóng trên mái dốc và lực  $P$  tác động dọc mép bến:

$$h_{gd} = 0,5h_z \left( \sqrt{\frac{m_\lambda}{m_0}} - 1 \right); \quad (160)$$

c) Khi cọc đóng gần chân mái dốc và lực  $P$  tác động hướng ra khu nước, khi mà mặt phẳng nằm ngang giả định xác định bởi độ sâu  $h_{gd}$  nằm thấp hơn đáy bến (xem hình 43b) thì độ sâu  $h_z$  được đặt từ cao trình đáy bến.

Trong các công thức (158) - (160):

$h_z$  - như ở điều 21.16;

$m_\lambda$  - như ở điều 21.17;

$m_0$  - hiệu số giữa các hệ số áp lực bị động và chủ động đối với tường thẳng đứng còn mặt đất thì nghiêng, xác định theo công thức:

$$m_0 = \lambda_{p0} - \lambda_{a0} = \cos^2 \varphi \left[ \frac{1}{(1 - \sqrt{z})^2} - \frac{1}{(1 + \sqrt{z})^2} \right]; \quad (161)$$

Trong đó:

$$z = \frac{\sin \varphi \sin(\varphi - \theta_p)}{\cos \theta_p}; \quad (162)$$

$$\theta_p = \theta \cos \varphi; \quad (163)$$

$\theta$  - góc nghiêng của mái dốc;

d) Khi cọc đóng trên mái dốc và lực P tác động vuông góc với mép bến hướng vào phía bờ:

$$h_{gd} = h_z \left( 1 - \sqrt{\frac{m_\lambda}{m_0}} \right); \quad (164)$$

e) Khi cọc đóng trên mái dốc ở vùng gần đỉnh mái dốc và lực P hướng vào phía bờ, khi mà mặt phẳng nằm ngang giả định xác định bởi độ sâu  $h_{gd}$  nằm cao hơn mặt bãi (xem hình 43c), độ sâu  $h_z$  được đặt từ cao trình mặt bến.

Trong công thức (164) mọi ký hiệu đều tương ứng với các giá trị ở điều 21.19, ngoại trừ đại lượng  $z$  được xác định theo công thức:

$$z = \frac{\sin \varphi \sin(\varphi + \theta_p)}{\cos \theta_p}; \quad (165)$$

**21.20.** Trường hợp mặt đất nền được gia cố bằng một lớp đá đổ thì tường đáy và mái dốc phải lấy theo một đường giả định nằm cao hơn mặt đất nền một đoạn  $h_d$  (hình 44). Khi đó công thức xác định chiều dài tính toán của cọc (xem điều 21.16) sẽ có dạng:

$$l = H_0 - h_d + h_{gd} + h_z; \quad (166)$$

Trị số  $h_d$  xác định như sau:

- đối với đáy nằm ngang

$$h_d = 0,5h_k \frac{\gamma_k^{tc}}{\gamma_r^{tc}}; \quad (167a)$$

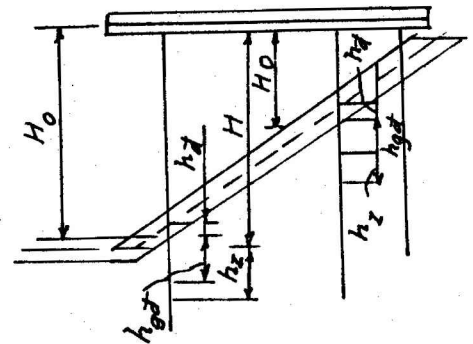
- đối với mái dốc

$$h_d = 0,3h_k \frac{\gamma_k^{tc}}{\gamma_r^{tc}}; \quad (167b)$$

Trong đó:

$h_k$  - bề dày lớp đá;

$\gamma_k^{tc}, \gamma_r^{tc}$  - tương ứng là dung trọng của đá và của đất nền (xem điều 13.29).



**Hình 44.**

Sơ đồ xác định chiều dài tính toán của cọc khi có lớp đá gia cố.

**21.21.** Độ sâu đóng cọc vào đất  $h$  (xem hình 43a) đủ để đảm bảo độ ngầm và độ ổn định của cọc khi chịu tải trọng ngang được xác định theo công thức sau cho trường hợp cọc liên kết cứng với bệ:

$$h = 0,82h'_z \sqrt{2 \left( 4 \frac{H}{h} + 3 \right)} + \Delta h_z; \quad (168)$$

Trong đó:

$h', \Delta h_z$  - như ở điều 21.17;

$H$  - chiều cao từ mặt phẳng nằm ngang quy ước đến đường tác động của lực P.

*Ghi chú:*

1 - Khi có mái dốc thì độ sâu đóng cọc được tính từ mặt phẳng nằm ngang giả định (xem hình 43).

2 - Khi nền công trình là đất nhiều lớp thì được phép lấy các giá trị bình quân gia quyền của góc ma sát trong  $\varphi$  và của lực dính  $c$ .

**21.22.** Các khung ngang và khung dọc chịu tải trọng đứng và tải trọng ngang nên tính toán theo phương pháp chuyển vị (bằng cách tính gần đúng dần) có xét đến độ mềm đàn hồi của vật liệu cọc và của đất nền theo quy định ở điều 21.24.

**21.23.** Tính toán khung chịu hoạt tải (di động và cố định) phải thực hiện theo các đường ảnh hưởng được dựng có xét đến độ mềm của cọc.

*Ghi chú:*

Các đường ảnh hưởng của khung được dựng bằng các tính toán gần đúng dần theo phương pháp ở điều 21.22 khi tải trọng đơn vị di động trên dầm.

**21.24.** Hệ số  $k$  để xét độ mềm đàn hồi của cọc được phép xác định theo phương pháp của N.A. Xmôrôđinski:

- đối với cọc trên đất không phải đá:

$$k = \frac{1}{v} + \frac{H_0}{EF} ; \quad (169)$$

Trong đó:

$v$  - hệ số đàn hồi của đoạn cọc ngập trong đất, bằng  $\frac{1}{N}$ ,

$t$  /mm (N - khả năng chịu lực của cọc;

$\rho = 0,4$ , 1/mm - hệ số tỉ lệ);

$H_0$  - chiều dài tự do của cọc từ điểm ngàm trong bệ đến mặt đất (mái dốc hoặc mặt đáy bển);

$E$  - môđun đàn hồi của vật liệu cọc;

$F$  - diện tích mặt cắt ngang cọc;

- đối với cọc trên nền đá và nửa đá:

$$k = \frac{H_0 + h}{EF} ; \quad (170)$$

Trong đó:  $h$  - độ sâu đóng cọc.

*Ghi chú:*

Các hệ số độ mềm của cọc trong đất xác định theo các công thức (169) và (170) phải hiệu chỉnh thêm, nếu có thể, theo các kết quả nén cọc ngoài thực địa.

**21.25.** Tính toán cọc (hoặc cọc ống), móng cọc và nền cọc theo nhóm I và nhóm II các trạng thái giới hạn (về mất khả năng chịu lực theo vật liệu cọc và theo đất, về biến dạng và độ chống nứt) phải thực hiện theo quy định của TCXD 21-72, TCVN 4116-85 và TCXD 41-70.

Trong tính toán này khả năng chịu lực theo đất được xác định theo công thức:

$$N_I \leq \frac{O}{k_n} = P \quad ; \quad (171)$$

Trong đó:

- $N_I = n n_c m_d N$  - tải trọng tính toán trên một cọc, cọc ống hoặc móng cọc, t;  
 $\emptyset$  - khả năng chịu lực tính toán của đất nền cho một cọc đơn, xác định theo TCXD 21-72, t;  
 $k_n$  - hệ số bảo đảm lấy theo TCXD 21-72;  
 $P$  - tải trọng tính toán cho phép trên một cọc; cọc ống hoặc móng cọc, t;  
 $n, n_c$  - như ở điều 13.13;  
 $N$  - tải trọng trên cọc, cọc ống hoặc móng cọc khi tính toán công trình bến, t;  
 $m_d$  - hệ số phụ điều kiện làm việc, phụ thuộc vào cấp công trình và tổ hợp tải trọng, lấy theo bảng sau:

Tổ hợp tải trọng	Cấp công trình			
	I	II	III	IV
Cơ bản	1,10	1,05	1,00	1,00
Đặc biệt	1,15	1,10	1,10	1,05
Thi công	1,10	1,10	1,05	1,00

**21.26.** Khả năng chịu lực của mọi loại cọc và cọc ống phải lấy bằng trị số bé nhất trong số các kết quả tính toán sau đây:

- Theo điều kiện về lực kháng của đất ở nền cọc - theo TCXD 21-72 và điều 21.25;
- Theo điều kiện về lực kháng của vật liệu cọc - theo TCVN 4116 - 85, TCXD 41-70, TCXD 44-70, TCXD 09-72 và các điều 13.12 - 13.16.

*Ghi chú:*

Khả năng chịu lực của cọc theo đất phải được hiệu chỉnh theo kết quả đóng cọc thử và nén cọc phù hợp với TCVN 21-72. Sự cần thiết và số lượng cọc thử do cơ quan thiết kế quy định.

**21.27.** Trong các tính toán kết cấu về độ bền, độ ổn định, biến dạng và độ chống nứt theo TCVN 4116-85, TCXD 41-70 thì chiều dài  $l_o$  của cọc chịu nén lệch tâm được phép xác định theo công thức:

$$l_o = \mu l \quad ; \quad (172)$$

Trong đó:

- $\mu$  - hệ số tính đổi chiều dài, lấy theo phụ lục 11;
- $l$  - chiều cao hình học từ điểm ngầm giả định trong đất đến đáy bệ cọc.



# PHÂN PHỤ LỤC

PHỤ LỤC 1  
(Tra cứu)

## DANH MỤC CÁC TIÊU CHUẨN CHÍNH DÙNG ĐỂ THIẾT KẾ VÀ TÍNH TOÁN CÁC CÔNG TRÌNH BẾN CẢNG BIỂN

n/n	Ký hiệu	Tên tiêu chuẩn
1	TCXD 40-70	Kết cấu xây dựng và nền. Nguyên tắc cơ bản để thiết kế.
2	TCXD 21-72	Móng cọc
3	TCXD 41-70	Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép
4	TCXD 44-70	Kết cấu thép
5	TCXD 09-72	Kết cấu gỗ
6	TCXD 57-73	Tường chắn các công trình thủy công
7	TCVN 4116-85	Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thủy công. Tiêu chuẩn thiết kế.
8	TCVN 4253-86	Nền các công trình thủy công. Tiêu chuẩn thiết kế
9	TCVN 2737-78	Tải trọng và tác động
10	TCVN 3993-85	Chống ăn mòn trong xây dựng. Kết cấu BT và BTCT. Nguyên tắc cơ bản để thiết kế.
11	TCVN 3994-85	Chống ăn mòn trong xây dựng. Kết cấu BT và BTCT. Phân loại môi trường xâm thực.
12	TCVN 1771-75	Đá dăm, sỏi dăm, sỏi dùng trong xây dựng
13	20 TCN 45-78	Nền nhà và công trình, tiêu chuẩn thiết kế
14	-	Quy trình kênh biển - Bộ GTVT ban hành theo quyết định 115/QĐ-KT 4 ngày 12/2/1976.
15	-	Quy trình thiết kế cầu cống theo trạng thái giới hạn. Bộ GTVT ban hành theo quyết định số 2057 QĐ/KT4 ngày 19.9.1979.
16	-	Điều lệ về lập, thẩm tra, xét duyệt thiết kế các công trình xây dựng cơ bản. Ban hành kèm theo Nghị định 237-HĐBT ngày 19.9.1985.

## KẾT CẤU THOÁT NƯỚC NGẦM

Khi lòng bến được lấp bằng các loại đất không dính thì biện pháp có hiệu quả nhất để triệt tiêu cột nước ngầm sau tường bến là làm kết cấu thoát nước bằng đá dăm (sỏi) có các đường dẫn cho nước ngầm chảy ra khu nước trước bến. Công dụng của kết cấu thoát nước ngầm là đảm bảo nước ngầm thoát ra dễ dàng mà không để đất lấp lòng bến bị xói trôi theo. Muốn vậy cần chọn thành phần cấp phối của vật liệu làm kết cấu thoát nước ngầm này sao cho kích thước hạt của nhóm hạt bé nhất lớn hơn 3-4 lần kích thước của hạt đất cần giữ lại.

Kết cấu của lăng thể thoát nước ngầm được lựa chọn tùy thuộc vào loại đất dùng để lấp lòng bến. Khi lòng bến lấp bằng cát mịn thì nên dùng kết cấu như trên hình a. Khi lấp bằng cát có cỡ hạt trung bình thì cũng dùng kết cấu này nhưng bỏ bớt lớp trên cùng. Khi lấp lòng bến bằng cát thô thì bỏ bớt cả lớp cát sỏi.

Khi lấp lòng bến bằng đất đá thì thành phần cấp phối của tầng lọc ngược phải chọn sao cho nhóm hạt bé nhất của đất đá không thể trôi lọt qua tầng lọc ngược này.

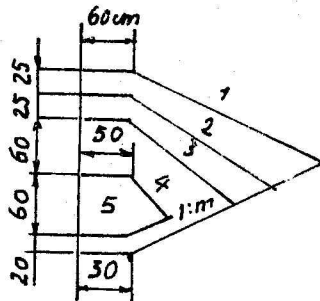
Khi lớp lọc ngược trên mặt và bên hông lăng thể thoát nước ngầm được làm bằng vật liệu cùng một cỡ hạt thì phải lấy bề dày lớp  $\geq 25\text{cm}$ , còn khi lớp đó làm bằng đá dăm hỗn hợp thì lấy bề dày  $\geq 50\text{cm}$ .

Lăng thể thoát nước ngầm được đổ trực tiếp sau tường mặt trên suốt dọc tuyến mép bến. Khoảng cách  $l$  giữa các lỗ thoát nước ngầm ở tường mặt (xem hình b) nên lấy như sau:

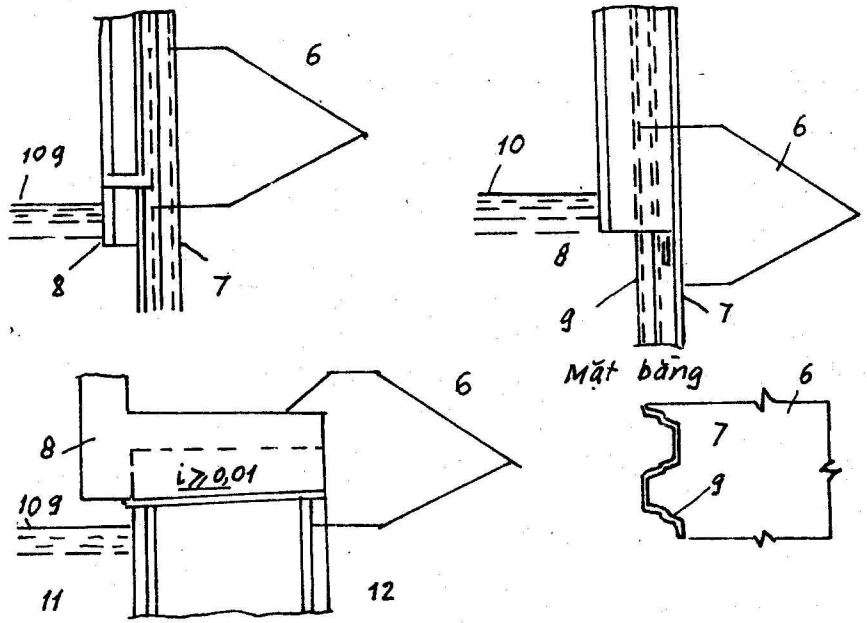
- Ở nơi có biên độ thủy triều  $\leq 2\text{m}$ : nếu cột nước ngầm dự kiến  $\leq 1\text{m}$  thì lấy  $l \approx 10\text{m}$ , nếu cột nước ngầm dự kiến  $> 1\text{m}$  thì lấy  $l \approx 5\text{m}$ ;
- Ở nơi có biên độ thủy triều  $> 2\text{m}$  thì lấy  $l \approx 3\text{m}$ .

Các lỗ thoát nước nên đặt thấp hơn mực nước trung bình khi triều rút, nhưng không cao hơn  $0,5\text{m}$  kể căn lăng thể thoát nước ngầm với mực nước tính toán.

a) Kết cấu lăng thể thoát nước ngầm



b) Kết cấu các lỗ thoát nước



Các sơ đồ kết cấu thoát nước ngầm

1- cát mịn; 2- cát hạt trung bình; 3- cát sỏi; 4- đá dăm với hỗn hợp cỡ hạt; (40-70)mm - 30%; (20-40)mm - 30%; (3-10)mm - 40%; 5- đá 15-20cm; 6- lăng thể thoát nước ngầm; 7- cọc ván thép; 8- rầm mũ BTCT; 9- lỗ thoát nước; 10- mực nước trung bình; 11- cọc ống BTCT; 12- chèn khe hở bằng các tấm ván và đổ bê tông bên trong.

**CHẤT TẢI TRƯỚC CHO LỚP ĐỆM CỦA BẾN LIÊN BỜ BẰNG KHỐI XẾP**

Đối với tường bến bằng khối xếp (xem các hình 1 và 2) khi làm lớp đệm đá phải đảm bảo một bề dày thi công lớn hơn 5% so với bề dày thiết kế của lớp đệm.

Bề mặt lớp đệm phải được san phẳng theo mặt phẳng nằm ngang, còn độ nghiêng thi công phải tạo ra trong quá trình tường lún trước khi đổ lăng thể giảm tải sau tường.

Việc nén trước cho lớp đệm đá và tạo nghiêng thi công phải thực hiện theo các chỉ dẫn sau đây:

1. Tường bến phải được xây lắp theo mặt cắt thiết kế, sau khi xây lắp xong không đổ ngay lăng thể giảm tải sau tường mà để tường lún cho đến khi độ nghiêng của tường về phía bờ đạt được trị số 2%.

2. Nếu việc chất tải trước theo điểm 1 trên đây không làm cho tường đạt đến độ nghiêng quy định thì phải dùng biện pháp chất tải tăng cường bằng các khối gia tải (xem hình 1 và 2).

Khi độ nghiêng thi công đạt đến trị số quy định (2%) phải đổ ngay lăng thể giảm tải sau tường.

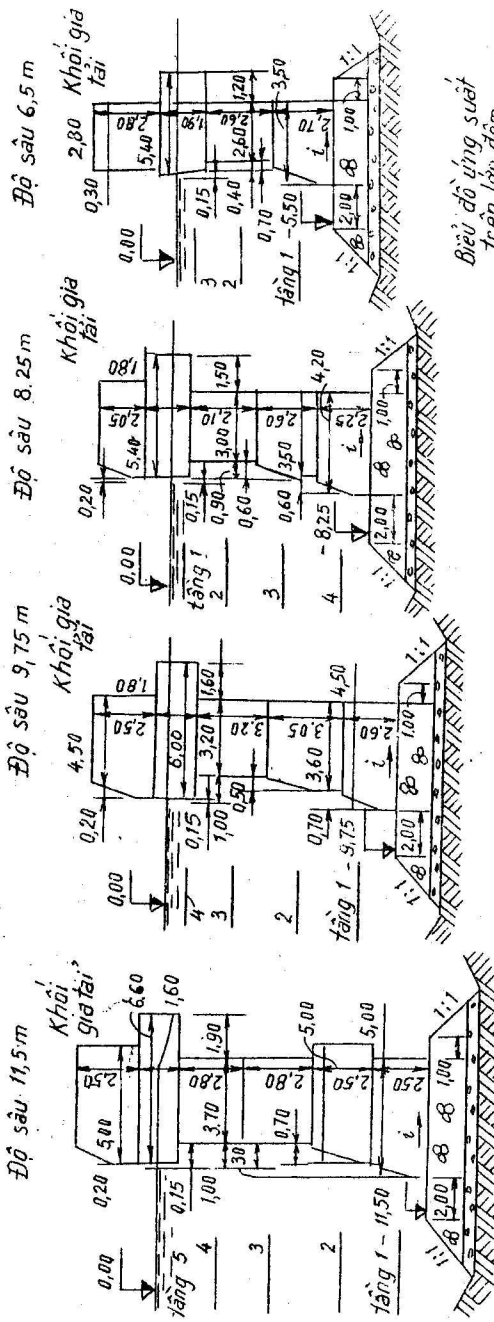
Nếu việc chất tải tăng cường theo điểm 2 trên đây cũng không làm cho tường có được độ nghiêng 2% theo quy định thì có thể ngừng việc chất tải sau khi được cơ quan thiết kế chấp thuận.

Các quy định trên đây về bề dày và độ nghiêng thi công của lớp đệm dùng cho trường hợp lớp đệm đá có bề dày từ 1 đến 4m và độ ép lún của đất nền dưới lớp đệm đá không ảnh hưởng đáng kể đến sự biến dạng của công trình.

Trong quá trình thi công, đặc biệt là khi xây lắp phân đoạn đầu tiên của tường bến, cần tiến hành quan trắc cẩn thận sự biến dạng của công trình và cấu kiện công trình; khi cần thiết cần sửa đổi các quy định cho phù hợp.

Các quy định trên đây được dùng khi chất tải trước cho lớp đệm không được làm chặt bằng máy rung. Trường hợp có sử dụng máy rung để làm chặt lớp đệm thì phải làm thực nghiệm để rút ra các quy định về thi công.

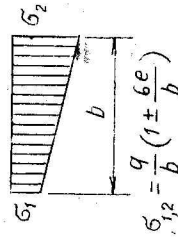
Khi nền là đá và dưới đáy tường bến có đổ một lớp vật liệu san nền thì không phải chất tải trước mà chỉ cần san mặt lớp đệm với độ dốc 1% về phía bờ.



Bảng ứng suất trên lớp đệm kg/cm<sup>2</sup>

Sơ đồ tính toán	Độ dốc lớp đệm i, %	σ <sub>1</sub>	σ <sub>2</sub>	σ <sub>1</sub>	σ <sub>2</sub>	σ <sub>1</sub>	σ <sub>2</sub>	σ <sub>1</sub>	σ <sub>2</sub>
		11,50 - 2,80-100		9,75-2, 80-100		8,25-2, 80-100		6,50-2, 80-100	
Có đặt khối gia tải	0	0,50	4,06	0,41	3,70	0,29	3,10	0,58	2,72
Không đặt	2	-0,14	5,06	0,02	4,12	0,25	3,62	0,22	3,10
Khối gia tải	0	0,33	3,08	0,29	2,64	0,22	2,14	0,28	1,95
	2	-0,19	3,26	0,10	2,86	0,06	2,62	0,07	2,11

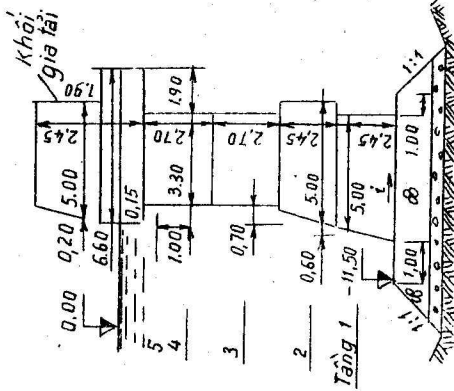
Điều độ ứng suất trên lớp đệm



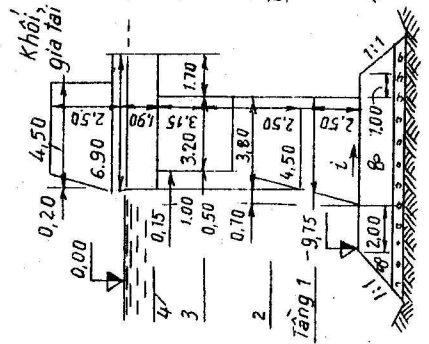
Ghi chú: ứng suất âm chỉ có tính chất quy ước; cao trình ghi bằng mét

Hình 1. Sơ đồ chất tải trước cho lớp đệm của tường bên bằng khối xếp thông thường với cao độ mép bên là +2,80m.

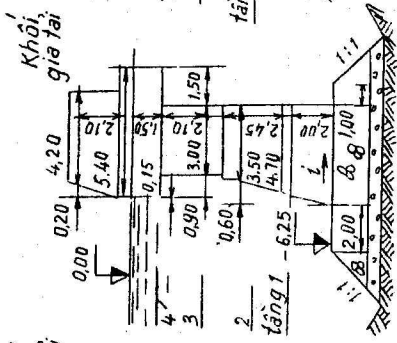
Độ sâu 11,5 m



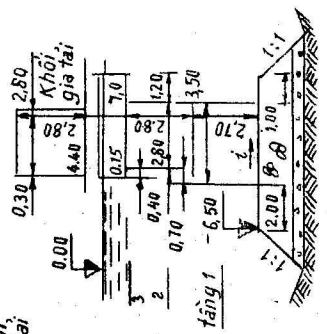
Độ sâu 9,75 m



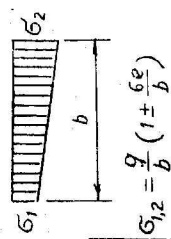
Độ sâu 8,25 m



Độ sâu 6,5 m



Biểu đồ ứng suất trên lớp đệm



Bảng ứng suất trên lớp đệm kg/cm<sup>2</sup>

Số đồ tính toán	Độ dốc lớp đệm i, %	11,50 - 2,80-100		9,75-2, 50-100		8,25-2, 50-100		6,500-2, 50-100	
		$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_1$	$\sigma_2$
Có đất khối	0	0,51	3,86	0,50	3,50	0,32	2,89	0,62	2,50
gia tải	2	0,24	4,18	-0,06	4,12	0,05	3,16	0,33	2,82
Không đất	0	0,36	2,88	0,35	2,44	0,24	2,00	0,30	1,74
Khối gia tải	2	0,44	2,85	0,13	2,69	0,13	2,12	0,18	1,89

Ghi chú: ứng suất âm chỉ có tính chất quy ước; cao trình ghi bằng mét

Hình 2. Sơ đồ chất tải trước cho lớp đệm của tường bên bằng khối xếp thông thường với cao độ mép bên là +2,50m

## TÍNH TOÁN CÁC CHI TIẾT CHỦ YẾU LIÊN KẾT CÁC CẤU KIỆN THÉP CỦA BẾN TƯỜNG CỬ

### 1. Thanh neo

Đường kính tính toán của thanh neo tròn được xác định theo công thức:

$$d_a = 1,13 \sqrt{\frac{k_n n_c n m_d R'_a}{\cos \alpha R_y \gamma_c}}$$

Trong đó:

- $R'_a$  - nội lực trong thanh neo, xác định theo công thức (124) (xem điều 20.18)
- $m_d$  - hệ số, xác định theo bảng 12;
- $k_n, n_c, n$  - như ở điều 13.13;
- $R_y$  - lực kháng kéo tính toán của vật liệu thép thanh neo, lấy theo TCVN 44-70;
- $\gamma_c$  - hệ số điều kiện làm việc, lấy theo TCVN 44-70.

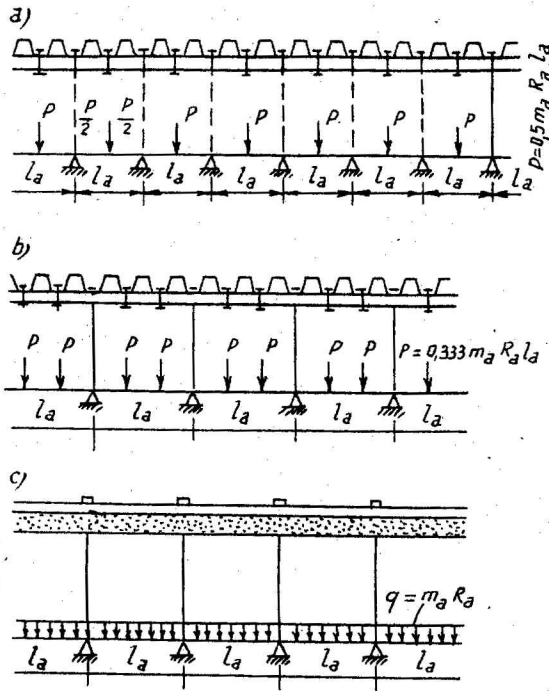
Ở các đoạn liên kết ren mặt cắt ngang tính toán của thanh neo phải lấy theo đường kính trong của ren.

### 2. Đai phân bố.

Các dầm của đai phân bố được tính toán theo sơ đồ dầm nhiều nhịp, (xem hình vẽ). Số lượng nhịp được xác định căn cứ vào phương án cắt đai phân bố thành từng đoạn. Trong phạm vi một phân đoạn bến các dầm của đai phân bố nên làm dầm liên tục, chỗ nối của các cấu kiện tạo thành dầm phải nối bằng mối hàn có cường độ bằng cường độ của cấu kiện dầm. Trong trường hợp này nên tiến hành tính toán theo sơ đồ dầm 5 nhịp.

Tải trọng trên các dầm của đai phân bố được phép xác định từ điều kiện nội lực phân bố đều cho các cọc ván thép.

Tải trọng có thể truyền lên dầm qua các bu lông liên kết dưới dạng các lực tập trung bằng nhau (xem hình a và b) hoặc truyền qua toàn bộ mặt phẳng cọc ván dưới dạng tải trọng phân bố đều (xem hình c).



Sơ đồ liên kết các dầm của đai phân bố

Mô men uốn và lực cắt dùng để chọn tiết diện các dầm của đai phân bố nên xác định theo các công thức sau:

- với sơ đồ trên hình a:

$$M = 0,08 m_a R_a l_a^2, \text{ t/m};$$

$$Q_I = 0,33 k_n n_c n m_d m_a R_a l_a, \text{ t};$$

- với sơ đồ trên hình b:

$$M = 0,094 m_a R_a l_a^2, \text{ t/m};$$

$$Q_I = 0,427 k_n n_c n m_d m_a R_a l_a, \text{ t};$$

- với sơ đồ trên hình c:

$$M = 0,105 m_a R_a l_a^2, \text{ t/m};$$

$$Q_I = 0,6 k_n n_c n m_d m_a R_a l_a, \text{ t}$$

Trong đó:

m - hệ số điều kiện làm việc, để xét đến sự phân bố lại áp lực lên tường và sự căng không đều của các thanh neo, lấy theo điều 20.18;

R<sub>a</sub> - như ở điều 20.7;

l<sub>a</sub> - nhịp tính toán của dầm nhiều nhịp; bằng bước thanh neo.

Tiết diện các dầm của đai phân bố được xác định bằng tính toán độ bền chịu uốn theo quy định của TCXD 44-70, với mô men uốn M<sub>I</sub> và lực cắt Q<sub>I</sub>.



*Ghi chú* - Khi tính toán đai phân bố theo sơ đồ hình a thì tiết diện dầm tại các gối phải được tăng cường bằng cách hàn thêm các tấm thép ốp và cánh ngoài của thép chữ U. Tiết diện tấm ốp được xác định bằng tính toán để chịu một mô men dầm hàng có giá trị lớn hơn 25% so với mô men tính được theo công thức đã cho đối với sơ đồ dầm trên hình a.

### 3. Bu lông liên kết các dầm của đai phân bố

Bu lông để liên kết các dầm của đai phân bố vào cọc ván (xem hình a, b) được tính toán chịu lực kéo theo quy định của TCXD 44-70.

Nội lực trong mỗi bu lông được tính toán theo giả thuyết là tải trọng phân bố đều cho đai phân bố liên kết. Nội lực này được xác định theo công thức:

- với sơ đồ trên hình a:

$$P = 0,5m_a R_a l_a$$

- với sơ đồ trên hình b:

$$P = 0,333m_a R_a l_a$$

Các ký hiệu như ở điểm 2 trên đây.

## KẾT CẤU NỐI VÀO BỜ BẰNG TƯỜNG MẮT CÁO VÀ GIA CỐ MÁI DỐC GẦM BẾN TRONG CÁC BẾN LIÊN BỜ KIỂU BỆ CỌC CAO.

Năm 1986 phòng thí nghiệm nghiên cứu sóng của Viện thiết kế Hắc hải đã ấn hành văn bản "Hướng dẫn thiết kế mái dốc gầm bến và kết cấu nối vào bờ của các công trình bến liên bờ kiểu bệ cọc cao chịu tác động của sóng lớn". Bản Hướng dẫn này dùng để thiết kế các kết cấu nối trên khi sóng trước công trình bến có chiều cao  $h_{1\%} = (1-3)m$  và chiều dài  $\bar{\lambda} = (30-100)m$ . Dưới đây là nội dung tóm tắt của Hướng dẫn này.

### 1. Sơ đồ bến liên bờ kiểu bệ cọc cao (xem hình vẽ) gồm:

- Kết cấu nối vào bờ bằng tường mắt cáo, sau tường có một lăng thể lớn bằng đá đổ;
- Lát mặt bãi bằng các tấm đan có lỗ rỗng;
- Mái dốc gầm bến được gia cố bằng đá đổ; trên vùng chịu tác động mạnh của sóng mặt mái dốc được phủ bằng các tấm đan; các tấm đan này cũng thường làm theo kiểu đan có khe hở.

Mái dốc của bờ đất dưới gầm bến được gia cố bằng đá đổ với trọng lượng viên đá từ 15 đến 100kg. Mái dốc của đá đổ được làm có độ dốc bằng 1:1,5 ở phần chân và bằng khoảng 1:2 ở phần trên (vùng chịu tác động mạnh của sóng) tính từ độ sâu gia cố bằng các tấm đan  $H_k$  đến đế bản đáy của tường góc.

Ở chân mái dốc làm một khối tựa bằng đá hộc. Các kích thước của khối tựa (rộng 3m, dày 1,5m) được xác định cụ thể khi tính toán ổn định mái dốc gầm bến.

Phần trên của mái dốc (vùng sóng tác động mạnh) được lát mặt bằng các tấm đan có khe hở. Diện tích các khe hở  $\geq 10\%$  diện tích tấm đan. Bề rộng các khe hở không lớn hơn kích thước các viên đá nằm dưới tấm đan. Trước khi đặt các tấm đan này bề mặt mái dốc phải được san phẳng cẩn thận.

Ở chân các tấm đan có đặt một khối đỡ rộng 1,5 - 2m, cao 1-1,5m. Mặt mái dốc phải được san phẳng cẩn thận trên một bề rộng 2 - 3m tính từ khối đỡ trở xuống.

Chiều sâu đặt tường góc BTCT kiểu mắt cáo (khối có bản chống) tính từ mực nước tính toán là  $H_t = (1+ 1,5) h_{1\%}$  ( $h_{1\%}$  - chiều cao sóng tính toán). Mật độ lỗ rỗng trên tường mắt cáo là 25-40%. Mặt đá dưới bản đáy của khối tường góc phải được san phẳng cẩn thận.

Phía sau tường mắt cáo đổ một lăng thể đá có trọng lượng viên đá là 100-300kg. Kích thước nhỏ nhất của viên đá phải lớn hơn bề rộng khe hở trên tường. Sau lăng thể đá cỡ lớn phải đổ tiếp một lăng thể đá cỡ 50-100kg, tiếp nữa là một tầng lọc ngược bằng hai lớp đá dăm, với chiều dày mỗi lớp là 0,5m.

*Ghi chú:* 1. Tường góc có thể thay bằng hàng cọc đóng cách nhau với tính toán sao cho bức tường cọc này cũng có độ rỗng  $\geq 10\%$ .

2. Tầng lọc ngược hai lớp có thể thay bằng tầng lọc ngược một lớp nếu có đủ lý do.

Trên phạm vi lăng thể đá - đá dăm mặt bãi được lát bằng các tấm đan BTCT đúc sẵn (xem hình vẽ). Trong tấm đan đặt sát bề cọc (tấm đan loại 1) cần chừa lỗ với diện tích lỗ bằng 1% diện tích tấm đan. Vị trí các lỗ này phải cách bề cọc 2-3m. Kích thước các lỗ quy định theo điều kiện khai thác bến.

Hệ số giao thoa sóng ( $k_{gt} = h_{gt}/h_{kd}$ ) trước bến bề cọc cao có phần liên kết vào bờ bằng tường rộng có thể lấy bằng 1,20 - 1,35 ( $h_{gt}$  và  $h_{kd}$  - tương ứng là chiều cao sóng giao thoa và sóng khởi điểm).

Lưu tốc đáy trước tường (do tác động sóng) được phép xác định theo công thức (32), nhưng phải thay số 2 ở tử số bằng hệ số giao thoa  $k_{gt}$ .

**2. Trong các trường hợp riêng** (xem hình vẽ) khi bề cọc có chiều rộng 15-17m, đáy bản của bề cọc nằm cao hơn mực nước tính toán 1 - 1,2 m và sóng tính toán có các thông số  $h_{1\%} = (0,8 \div 2,5)m$ ,  $\bar{\lambda} = (40 \div 105)m$  có thể dùng các giải pháp kết cấu và công thức kinh nghiệm sau đây:

- Để xác định chân đoạn mái dốc (được đổ bằng đá cỡ 15-100kg) cần lát mặt bằng các tấm đan BTCT:

$$H_k = 1,05 \sqrt[3]{\frac{\bar{\lambda}}{h_{1\%}}} - 2,45 ; \quad (1)$$

- Để các định bê dầy các tấm đan có khe hở, với hệ số điều kiện làm việc  $m_d = 1,2$ :

$$t = 0,064 h \sqrt[3]{\frac{\bar{\lambda}}{B}} ; \quad (2)$$

Trong đó:

B - kích thước tấm đan theo hướng vuông góc với mép nước.

*Ghi chú:* 1. Các công thức (1) và (2) chỉ dùng khi hệ số mái dốc của bản  $m_o = (1,8 \div 2,0)$  và B (2,0 ÷ 3,4)m.

2. Khi làm bản đặc (không có khe hở) thì bê dầy bản phải lấy gấp đôi trị số tính theo công thức (2).

Tổng bề rộng của lăng thể đá đổ sau tường mặt cáo (kể cả tầng lọc ngược) lấy ở cao trình mực nước tính toán phải bằng 6-8m; còn bề rộng của riêng lăng thể đá cỡ lớn 100-300kg cũng ở cao trình này phải bằng 3-4,5m.

Mật độ lỗ rỗng của tường mặt cáo - 25%.

Khi thiết kế kết cấu nối giữa bề và phần tiếp giáp vào bờ cần xét đến áp lực sóng phát sinh tại vị trí này, xác định theo công thức.

$$P = \gamma^{tc} (1,1h - 0,33) \quad (3)$$

Trong đó:  $\gamma^{tc}$  - dung trọng của nước,  $t/m^3$ .

Bê dầy các tấm đan đặt trên đoạn tiếp giáp bến với bờ được xác định từ điều kiện ổn định theo công thức.

$$t_{d-1} = \frac{m_d \gamma^{tc} (0,65h - 0,18)}{\gamma_d^{tc}} \quad (4)$$

$$t_{d-2} = \frac{m_d \gamma_k^{tc} (0,26h - 0,07)}{\gamma_d^{tc}} \quad (5)$$

Trong đó:

- $t_{d-1}, t_{d-2}$  - tương ứng là bề dày các tấm đan loại 1 và loại 2;
- $m_d$  - hệ số phụ điều kiện làm việc, bằng 1,2;
- $\gamma_d^{tc}$  - dung trọng của vật liệu làm tấm đan;
- $k$  - hệ số, phụ thuộc kích thước B của tấm đan:

khí B bằng, m	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
hệ số k	0,92	0,88	0,84	0,80	0,76	0,73

Khi chiều rộng bề rộng và độ chênh cao của đáy bề trên mực nước tính toán khác với các trị số nêu ở đầu mục 2 này thì các giải pháp kết cấu của tường tiêu sóng và gia cố mái dốc phải được xác định bằng kết quả thí nghiệm mô hình.

3. Các giá trị bé nêu ở phụ lục này nên dùng cho trường hợp sóng dốc đứng  $\left(\frac{h}{\lambda} > \frac{1}{20}\right)$  còn các giá trị lớn - cho trường hợp sóng thoải  $\left(\frac{h}{\lambda} < \frac{1}{20}\right)$ .

Các khuyến nghị nêu trong phụ lục này chỉ dùng khi thiết kế so sánh, lựa chọn phương án kết cấu bến. Khi có các công trình tương tự đủ tin cậy thì hệ thống tiêu sóng ở một công trình mới có thể làm theo mẫu tương tự này ở mọi giai đoạn thiết kế. Nếu không có các công trình tương tự đủ tin cậy thì ở các giai đoạn thiết kế chi tiết phải tính toán lại hệ thống tiêu sóng trên cơ sở nghiên cứu mô hình.



## XÁC ĐỊNH ÁP LỰC CHỦ ĐỘNG VÀ BỊ ĐỘNG CỦA ĐẤT LÊN TƯỜNG NGHIÊNG CÓ MẶT KHÔNG NHẪN KHI MẶT ĐẤT TRƯỚC TƯỜNG LÀ MẶT ĐỐC

Tung độ biểu đồ tam giác  $\sigma_{xy}$  của thành phần áp lực ngang do trọng lượng bản thân của đất ở cao độ chân tường (xem hình vẽ) và tung độ biểu đồ chữ nhật  $\sigma_{xq}$  do tải trọng rải đều trên mặt đất ( $\gamma^{tc}$  - dung trọng đất;  $q^{tc}$  - cường độ tải trọng trên mặt đất, t/m<sup>2</sup>) được xác định theo các công thức:

$$\sigma_{xy} = \gamma^{tc} H \lambda_{xy}$$

$$\sigma_{xq} = q^{tc} \lambda_{xq}$$

Các hệ số thành phần ngang của áp lực đất  $\lambda_{xy}$  và  $\lambda_{xq}$  phụ thuộc vào các góc  $\varphi$ ,  $\delta$ ,  $\alpha$  và  $\rho$  được xác định theo các công thức:

$$\lambda_{xy} = 2S_{\gamma} [b(n+1) + d + i] \cos(\alpha \pm \delta);$$

$$\lambda_{xq} = S_q a(n+1) \cos(\alpha \pm \delta);$$

Trong đó:

$$S_{\gamma} = \frac{\sin(\psi + \alpha) \sin(\mu_{\gamma} + \alpha + \varepsilon)}{\sin(\psi + \alpha + \mu_{\gamma}) \cos(\varepsilon \mp \delta)}$$

$$b = \frac{\cos(\theta_1 - \rho) \cos^2 \eta e^{(\mp 20 \text{tg} \varphi)}}{2 \cos^2 \alpha \cos \varphi \sin(\theta_1 - \rho \pm \varphi)}$$

$$n = \frac{\sin(\theta_1 - \psi - \alpha) \cos(\theta_1 \pm \varphi)}{\cos \varphi \sin(\psi + \alpha)}$$

$$d = \frac{\cos^2 \eta \left[ \pm 1 \mp e^{(\mp 20 \text{tg} \varphi)} \right]}{2 \cos^2 \alpha \sin 2\varphi}$$

$$i = \frac{\sin \varepsilon \cos \eta}{2 \cos^2 \alpha \cos \varphi}$$

- $\alpha$  - góc nghiêng của mặt sau của tường so với phương đứng ( $\alpha$  là dương khi mặt tường nghiêng theo hướng từ đất ra, là âm khi tường nghiêng về phía đất).
- $\delta$  - góc ma sát của đất lên mặt nghiêng của tường;

$$S_q = \frac{\sin(\psi + \alpha) \sin(\mu_p + \alpha + \varepsilon)}{\sin(\psi + \alpha + \mu_q) \cos(\varepsilon \mp \delta)}$$



## XÁC ĐỊNH ĐỘ VÔNG CỦA KẾT CẤU BỀN TƯỜNG CỪ

Việc xác định độ vông của tường móng trong đất được tiến hành theo trình tự sau (xem hình vẽ).

1. Dựng biểu đồ tổng của áp lực chủ động và bị động của đất có xét cả hoạt tải theo quy định ở các điểm 13.27, 13.31 và 13.32 và 13.34.
2. Tải trọng phân bố của biểu đồ tổng các áp lực chủ động và bị động được thay bằng các lực tập trung  $P_i$ .
3. Dựng đa giác lực và đa giác dây từ các lực  $P_i$  nói ở điểm 2.
4. Biểu đồ đa giác dây của mô men uốn được thay bằng các lực tập trung  $P_{\phi i}$ .
5. Dựng đa giác lực và đa giác dây từ áp lực  $P_{\phi i}$ . Khi dựng đa giác dây này nên vẽ từ dưới lên trên với tia đầu tiên (cho lực số 1) được vẽ thẳng đứng.

Đối với tường cừ mềm đường cong đa giác ở phía trên phải cắt tia đầu tiên ở cao độ gắn thành neo. Nếu không đạt được điều này thì cần tiến hành tính toán lần thứ hai, bắt đầu từ việc thay đổi vị trí đường khép kín trong đa giác dây thứ nhất. (Ví dụ, đa giác dây trong biểu đồ  $M_0$  cắt qua tia thứ nhất tại điểm cao hơn đường liên kết thanh neo thì có nghĩa là chân tường lấy quá sâu và do đó trong biểu đồ mô men uốn cần vẽ đường khép kín bằng cách tăng mô men nhịp và giảm mô men ngầm ở nền, sau đó xác định các lực tập trung  $P_{\phi}$  và vẽ biểu đồ  $M_0$ ).

Đối với tường cừ bằng các cấu kiện có độ cứng cao thì độ vông tương đối được xác định bằng khoảng cách (theo đường nằm ngang) giữa đường cong đa giác dây và tia song song với tia thứ nhất (tia của lực dưới cùng) và đi qua giao điểm giữa đa giác dây với đường thanh neo.

6. Độ vông của tường ở mặt cắt  $i$  xác định theo công thức:

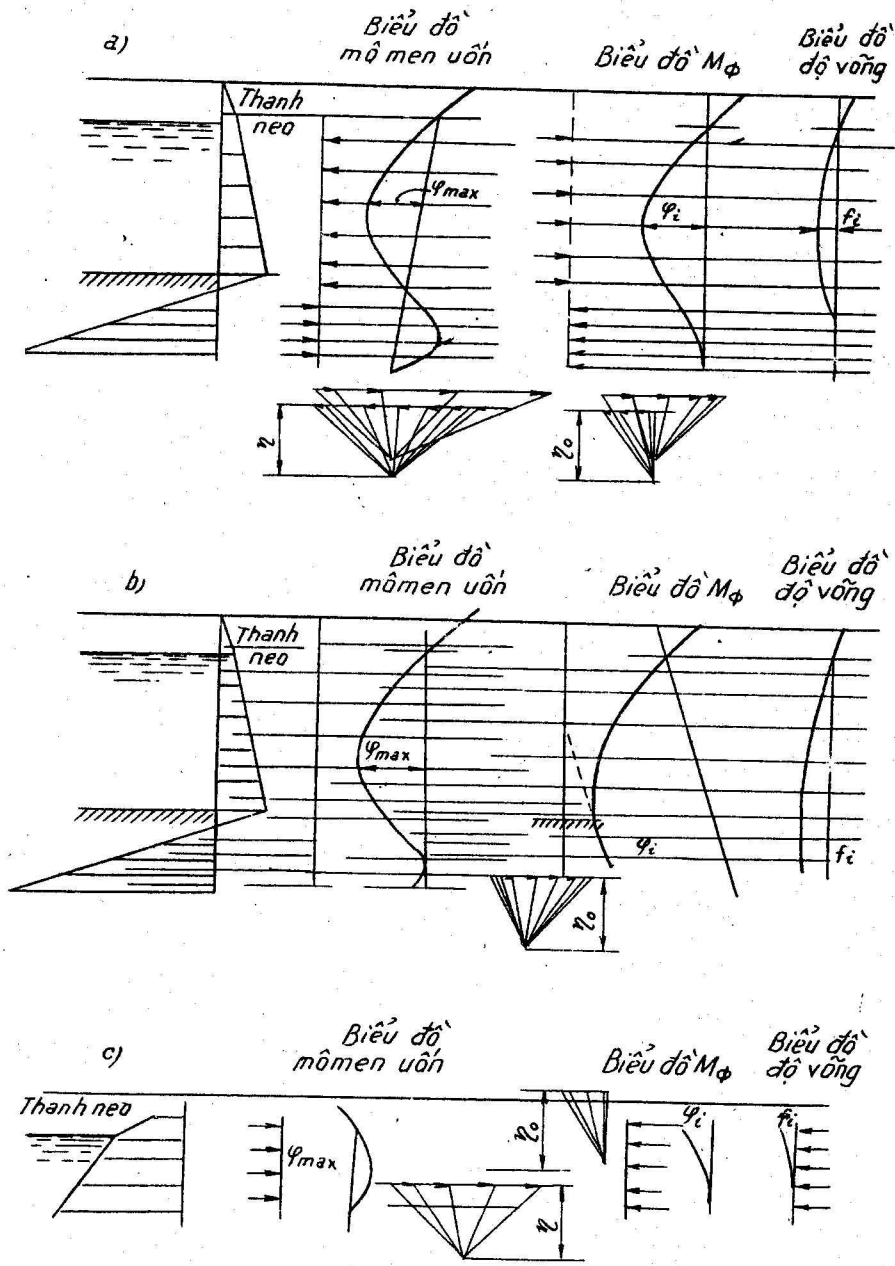
$$f_i = \frac{M_{\phi i}}{B_k}$$

Trong đó:

$M_{\phi i} = \eta \eta_{\phi} y_i$  - xem hình vẽ;

$B_k$  - độ cứng của cấu kiện: đối với các cấu kiện BTCT xác định theo độ chống nứt căn cứ vào những quy định ở các điều 4.6 và 4.7 của TCVN 4116-85, đối với các cấu kiện bằng thép - theo công thức  $B_k = EI$  ( $E$  - mô đun đàn hồi của thép,  $I$  - mômen quán tính của các cấu kiện).





Sơ đồ xác định độ võng của kết cấu kiểu "tường cừ"

a - tường cừ mềm; b - tường bằng cấu kiện có độ cứng cao; c - tường neo mềm.

**XÁC ĐỊNH LỰC KHÁNG CỦA ĐẤT KHI TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH TRƯỢT CỦA LĂNG THỂ ĐẤT THAY TRƯỚC TƯỜNG CŨ**

Áp lực bị động của lăng thể đất thay ở nền trước tường mặt của bến cũ được xác định theo qui định ở điều 20.6.

Lực kháng trượt của lăng thể đất thay (xem hình a) được xác định theo công thức:

$$E_p = E'_p + E''_p + (E'_p + E''_p) \operatorname{tg} \delta \operatorname{tg} \varphi_{ol} + c_{ol} b$$

Trong đó:

$E'_p, E''_p$  - tương ứng là lực kháng trượt của phần chữ nhật và phần tam giác của lăng thể đất thay, xác định theo công thức:

$$E'_p = G_1 \operatorname{tg} \varphi_{ol} \quad \text{và} \quad E''_p = G_2 \operatorname{tg}(\theta + \varphi_{ol});$$

$\delta$  - như ở điều 20.6;

$\varphi_{ol}$  - góc ma sát trong của đất nền;

$G_1, G_2$  - tương ứng là trọng lượng của phần chữ nhật và phần tam giác của lăng thể đất thay, xác định theo các công thức:

$$G_1 = h_n b \gamma_3^{tc}$$

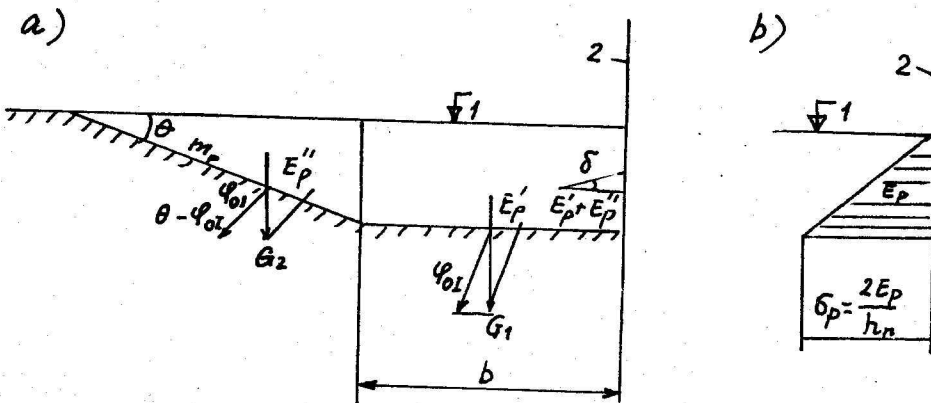
$$G_2 = 0,5 h_n^2 m_o \gamma_3^{tc}$$

$m_o, \theta$  - hệ số dốc và góc nghiêng của mái dốc hố móng;

$\gamma_3^{tc}$  - dung trọng của đất lấp;

$h_n, b$  - chiều cao và chiều rộng phần chữ nhật của lăng thể đất thay;

$c_{ol}$  - lực dính của đất nền



Sơ đồ tính toán trượt của lăng thể đất thay

a - sơ đồ chịu lực của lăng thể; b - biểu đồ áp lực bị động; 1 - cao trình đáy bến; 2 - cọc ván

Cũng cho phép xét lực dính trên mặt nghiêng từ độ sâu cách mặt đáy 1m trở xuống.

Để tính toán tường mặt của bên cừ sẽ lấy trị số áp lực bị động bé hơn trong 2 trị số sau đây:

- 1) lực kháng trượt của lãng thể đất thay;
- 2) áp lực bị động theo công thức:

$$E_p = 0,5 \gamma_{tc} h_n^2 \lambda_p$$

Biểu đồ áp lực bị động bằng trị số lực kháng trượt của lãng thể đất thay vẽ ở hình b.

**KIỂM TOÁN ỔN ĐỊNH CỦA KHỐI ĐẤT NEO GIỮ KẾT CẤU BỀN "TƯỜNG CỪ"**

1 - Khả năng neo của khối đất trước kết cấu neo được kiểm toán theo quy định của điều 20.28.

2 - Thực hiện tính toán theo điều kiện ổn định của khối đất ABCD (xem hình vẽ) nằm giữa tường mặt và kết cấu neo theo mặt trượt AB.

3 - Mặt phẳng AB vẽ qua chân kết cấu neo (bản neo hoặc tường neo) và điểm A trên tường mặt; độ sâu của điểm A xác định bằng đồ giải với giả thiết tựa tự do ở chân tường tức là qua tiếp điểm giữa đường khép kín với đa giác đất.

4 - Từ phía tường mặt, trên chiều cao AD, khối đất ABCD chịu tác động của áp lực chủ động  $E_a$  của đất; từ phía kết cấu neo - áp lực chủ động  $E'_a$ ; theo mặt trượt AB - phản lực của đất  $Q = G \tan(\theta - \varphi_0)$  tác động theo hướng góc nghiêng  $\varphi_0$  so với đường vuông góc và lực dính  $C_0$ .

Áp lực chủ động  $E_a$  trong phạm vi chiều cao AD được xác định qua tính toán tường mặt bằng đồ giải, trong tính toán đó đã xác định phản lực  $R_{n1}$  (xem điều 20.28).

5 - Nếu đất lấp và đất nền đồng nhất (xem hình a) thì chỉ xem xét một khối đất. Nếu đất không đồng nhất thì khối đất được chia ra thành những phần nhỏ với tính toán sao cho đáy của mỗi phần tử  $G_i$  là đồng nhất (xem hình b).

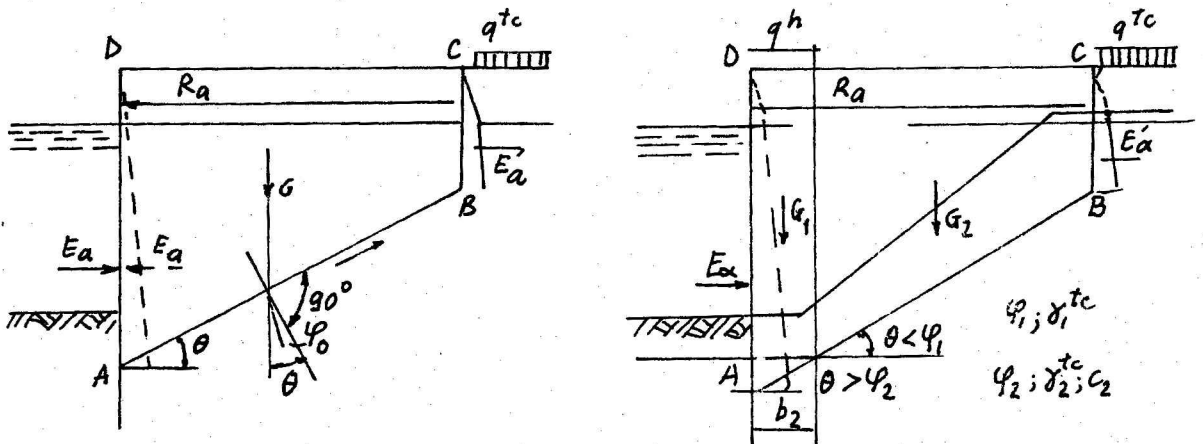
6 - Hoạt tải chỉ đặt trên mặt của những phần tử nào có mặt trượt nghiêng một góc  $\theta$ ; lớn hơn góc ma sát trong  $\varphi$  của đất nền.

7 - Thành phần nằm ngang của hợp lực của tất cả các lực tác động lên khối đất ABCD được xác định theo công thức:

$$R_{kd} = E_a - \sum (G_i - c_i b_i \tan \theta) \tan(\theta - \varphi_i) + \sum c_i b_i - E'_a$$

Trong đó:

- $G_i$  - trọng lượng của phần tử có đáy đồng nhất của khối đất kể cả hoạt tải theo điểm 6 trên đây;
- $b_i$  - bề rộng của phần tử  $G_i$ ;
- $\theta$  - góc nghiêng của mặt trượt so với đường nằm ngang;
- $\varphi_i, c_i$  - tương ứng là góc ma sát trong và lực dính ở đáy phần tử  $G_i$ .



Sơ đồ kiểm toán ổn định của khối đất neo giữ tường cừ.

a - khi đất đồng nhất; b - khi đất không đồng nhất.

## XÁC ĐỊNH ÁP LỰC BỊ ĐỘNG CỦA ĐẤT KHI KẾT CẤU NEO NĂM GẦN TƯỜNG MẶT

1. Áp lực bị động của đất trước tường neo hoặc bản neo nằm gần tường mặt được xác định bằng tổng của hai thành phần sau:

a) Lực kháng bị động của khối đất nằm giữa tường neo và mặt phẳng phá hoại của đất đổ về phía tường mặt (tung độ áp lực bị động  $\sigma_i$ );

b) Lực kháng bị động do trọng lượng đất đè lên mặt nghiêng của lăng thể ép trôi.

2. Các mặt ép trôi (xem hình vẽ) được dựng như sau:

- mặt 1 - qua điểm 1, là giao điểm của mặt phá hoại với mặt đất;

- mặt 2 - qua điểm 2, là giao điểm của tim tường neo với mặt phân cách giữa hai lớp đất khác nhau;

- mặt 3 - qua điểm 3, là giao điểm giữa mặt phá hoại với mực nước tính toán;

- mặt 4 - là mặt phẳng bất kỳ.

3. Tung độ của biểu đồ áp lực bị động xác định như sau:

- do khối đất:  $\sigma_i$  (điểm 1.a) nói trên đây):

ở cao trình 0  $\sigma_0 = \gamma_1^{tc} h_1 \lambda_{p1}$  ;

ở cao trình 1  $\sigma_1 = (\gamma_1^{tc} h_1 + \gamma_2^{tc} h'_1) \lambda_{p1}$  ;

ở cao trình 2  $\sigma_2 = (\gamma_1^{tc} h_2 + \gamma_2^{tc} h'_2) \lambda_{p1}$  ;

ở cao trình 2  $\sigma'_2 = (\gamma_1^{tc} h_2 + \gamma_2^{tc} h'_2) \lambda_{p2}$  ;

ở cao trình 3  $\sigma_3 = \gamma_2^{tc} h_3 \lambda_{p2}$  ;

ở cao trình 4  $\sigma_4 = \gamma_2^{tc} h_4 \lambda_{p2}$  ;

- do đất đè lên mặt nghiêng của lăng thể ép trôi  $\Delta\sigma_i$  (điểm 1.b nói trên đây):

ở cao trình 2  $\Delta\sigma_2 = 2\Delta E_2 / m_2$ , với

$$\Delta E_2 = 0,5 \gamma_1^{tc} t_2 b_2 \sqrt{\lambda_{p1}},$$

ở cao trình 2  $\Delta\sigma'_2 = 2\Delta E'_2 / m_2$ , với

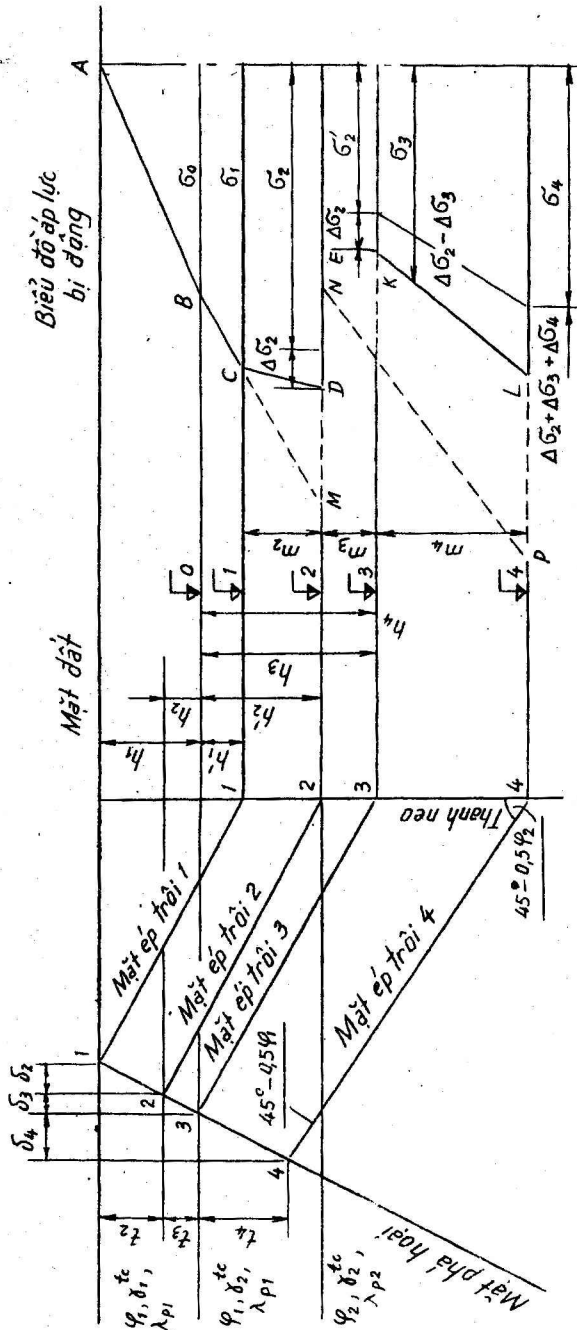
$$\Delta E'_2 = 0,5 \gamma_1^{tc} t_2 b_2 \sqrt{\lambda_{p2}},$$

ở cao trình 3  $\Delta\sigma_3 = 2\Delta E_3 / m_3$ , với

$$\Delta E_3 = 0,5 \gamma_1^{tc} t_3 b_3 \sqrt{\lambda_{p2}},$$

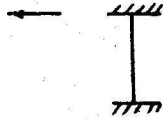
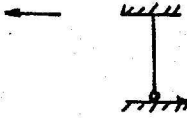
ở cao trình 4  $\Delta\sigma_4 = 2\Delta E_4 / m_4$ , với  
 $\Delta E_4 = 0,5\gamma_1^{lc} t_4 b_4 \sqrt{\lambda_{p2}}$ ,

4. Biểu đồ tổng của áp lực bị động - ABCDEKL. Còn biểu đồ áp lực bị động khi đảm bảo đủ khoảng cách giữa tường mặt và tường neo là ABMNP (xem hình và các điều 13.32, 20.4 và 20.24).



Sơ đồ xác định áp lực bị động của đất lên tường neo (hoặc bản neo) khi nằm gần tường mặt.

CÁC HỆ SỐ  $\mu$  DÙNG ĐỂ XÁC ĐỊNH CHIỀU DÀI TÍNH TOÁN CỦA CỌC

Đặc điểm của nền cọc	Biểu đồ liên kết	
		
Cọc vuông, vị dịch ngang	1,25	1,5
Cọc ống, vị dịch ngang	1,0	1,25
Cọc và cọc ống có trụ cọc chụm đầu theo 2 hướng, không có vị dịch ngang	0,7	1,0

*Ghi chú:* Để xác định chiều dài hình học của cọc trong đất nền dùng điểm ngầm quy ước.