

**TCCS....**

*Xuất bản lần 1*

**THIẾT KẾ CẦU ĐƯỜNG SẮT  
THEO  
TRẠNG THÁI GIỚI HẠN**

*Hà Nội – 2022*

## **1. PHẠM VI ÁP DỤNG.**

Tiêu chuẩn này áp dụng cho công tác thiết kế cầu làm mới trên các tuyến đường sắt khổ 1000 mm thuộc đường sắt quốc gia và đường sắt chuyên dùng.

Tiêu chuẩn này có thể tham khảo áp dụng cho công tác thiết kế nâng cấp, cải tạo cầu trên các tuyến đường sắt khổ 1000 mm và 1435 mm thuộc đường sắt quốc gia và đường sắt chuyên dùng.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các cầu thuộc đường sắt tốc độ cao và đường sắt đô thị

## **2. TÀI LIỆU VIỆN DẪN.**

Tài liệu dưới đây là rất cần thiết đối với việc áp dụng tiêu chuẩn này. Tài liệu viện dẫn được trích dẫn từ những vị trí thích hợp trong văn bản tiêu chuẩn được liệt kê dưới đây. Đối với tài liệu có đề ngày tháng, những sửa đổi bổ xung sau ngày xuất bản chỉ được áp dụng cho bộ Tiêu chuẩn này khi bộ Tiêu chuẩn này được sửa đổi, bổ xung. Đối với các tiêu chuẩn không đề ngày tháng thì dùng phiên bản mới nhất.

- 22 TCN 18-79: Quy trình thiết kế cầu công theo trạng thái giới hạn.

### 3. THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA.

**3.1. Công trình xây dựng** (Construction Works) - tất cả những gì được xây dựng hoặc là kết quả của việc xây dựng.

**3.2. Loại công trình** (Type of civil engineering works) - Loại công trình gọi theo mục đích sử dụng của chúng, ví dụ tường chắn, cầu đường sắt,...

**3.3. Loại kết cấu** (Type of Construction) - Thể hiện loại vật liệu chủ yếu của công trình, ví dụ: kết cấu bê tông cốt thép, kết cấu thép,...

**3.4. Phương pháp xây dựng** (Method of Construction) Cách thức thực hiện việc thi công, ví dụ: đổ bê tông tại chỗ, chế tạo sẵn, đúc hẫng,...

**3.5. Vật liệu xây dựng** (Construction material) - Vật liệu được sử dụng trong công trình xây dựng, ví dụ bê tông, thép, gỗ,...

**3.6. Kết cấu** (Structure) - Tổ hợp các bộ phận được liên kết với nhau một cách có hệ thống để chịu tải trọng và có đủ độ cứng.

**3.7. Cấu kiện** (Structural Member) - Một bộ phận riêng biệt của kết cấu, ví dụ cột, dầm, cọc móng,...

**3.8. Dạng kết cấu** (Form of Structure) - Sự sắp xếp các cấu kiện của kết cấu.

**3.9. Hệ kết cấu** (Structural system) - Hệ thống các cấu kiện chịu lực của công trình và hình thức cùng làm việc của chúng.

**3.10. Mô hình kết cấu** (Structural model) - Lý tưởng hóa hệ thống kết cấu sử dụng cho các mục đích như phân tích, thiết kế, kiểm tra.

**3.11. Thi công** (Execution) - Tất cả các hoạt động được tiến hành để hoàn thành công trình trong đó có cả cung cấp vật liệu, kiểm tra và lập hồ sơ về các hoạt động đó.

**3.12. Tiêu chí thiết kế** (Design Criteria) - Các công thức mô tả định lượng những điều kiện cần thực hiện theo từng TTGH.

**3.13. Các trường hợp (tình huống) thiết kế** (Design Situations) - Tập hợp các điều kiện vật lý đại diện cho điều kiện thực xảy ra trong một khoảng thời gian nhất định mà với những điều kiện đó thiết kế chứng minh rằng các TTGH có liên quan không bị vượt quá.

**3.14. Trường hợp thiết kế ngắn hạn** (Transient Design Situation) - Thiết kế được xét trong một khoảng thời gian ngắn hơn nhiều so với tuổi thọ thiết kế của kết cấu và có xác suất xảy ra cao.

**3.15. Trường hợp thiết kế dài hạn** (persistent design situation) - Thiết kế được xét trong một giai đoạn có cùng mức tuổi thọ thiết kế của kết cấu.

**3.16. Trường hợp thiết kế đặc biệt** (bất thường), (Accidental Design Situation) - Thiết kế xét đến điều kiện đặc biệt của kết cấu hoặc kết cấu chịu các điều kiện như va chạm mạnh hoặc phá vỡ cục bộ,...

**3.17. Trường hợp thiết kế chịu động đất** (Seismic Design Situation) - Thiết kế xét đến điều kiện đặc biệt của kết cấu khi chịu động đất.

**3.18. Tuổi thọ thiết kế** (Design Working Life) - Khoảng thời gian sử dụng giả định của kết cấu hoặc bộ phận kết cấu có bảo trì theo quy định mà không cần phải tiến hành sửa chữa lớn.

**3.19. Hiểm họa** (Hazard) - Hiểm họa được hiểu là một sự kiện bất thường và nghiêm trọng, ví dụ tác động hay ảnh hưởng bất thường của môi trường, cường độ hoặc độ bền không đủ hoặc sai lệch vượt quá nhiều so với kích thước dự định.

**3.20. Bố trí tải trọng** (Load Arrangement) - Thể hiện vị trí, giá trị và hướng của một tác động tự do.

**3.21. Trường hợp tải trọng** (Load Case) - Là sự bố trí tải trọng, tập hợp biến dạng và sai lệch khi kiểm tra kết cấu với các tác động thường xuyên và tác động thay đổi được xét đồng thời.

**3.22. Các trạng thái giới hạn** (Limit States) - Các trạng thái giới hạn khi bị vượt quá thì kết cấu không đáp ứng được các tiêu chí thiết kế.

**3.23. Trạng thái giới hạn cực hạn** (Ultimate Limit States) - Các TTGH liên quan đến sự sụp đổ hoặc xảy ra các dạng phá hoại tương tự khác của kết cấu.

**3.24. Trạng thái giới hạn sử dụng** (Serviceability Limit States) - Trạng thái ứng với những điều kiện mà khi vượt những điều kiện đó kết cấu hay bộ phận kết cấu không đáp ứng được yêu cầu sử dụng đã quy định.

**3.25. Trạng thái giới hạn mỏi** (Fatigue Limit States) - Trạng thái mà sự phá hoại tương tự như trong TTGHCH, xảy ra do tải trọng lặp tác động trong suốt tuổi thọ của kết cấu.

**3.26. Trạng thái giới hạn không phục hồi** (Irreversible Serviceability Limit States) - Là các TTGHSD mà vẫn tồn tại hậu quả của các tác động vượt quá các yêu cầu sử dụng đã quy định khi các tác động này đã kết thúc.

**3.27. Trạng thái giới hạn có thể phục hồi được** (Reversible Serviceability Limit States) - Là các TTGHSD mà không còn một hậu quả nào của các tác động vượt quá các yêu cầu sử dụng đã quy định khi các tác động này đã kết thúc.

**3.28. Tiêu chí sử dụng** (Serviceability Criterion) - Tiêu chí thiết kế cho TTGHSD.

**3.29. Độ tin cậy (Reliability)** - Khả năng của kết cấu hoặc bộ phận kết cấu đáp ứng đủ các yêu cầu quy định, kể cả tuổi thọ thiết kế. Độ tin cậy thường được biểu thị bằng các thuật ngữ xác suất.

**3.30. Phân biệt độ tin cậy (reliability differentiation)** - Các biện pháp dự kiến để tối ưu hóa về kinh tế- xã hội, sử dụng các nguồn tài nguyên để xây dựng công trình, có xét đến các hậu quả hư hỏng có thể xảy ra và chi phí của công trình xây dựng.

**3.31. Tác động (Action, F)** - Tập hợp các lực (tải trọng) tác dụng trực tiếp lên kết cấu (tác động trực tiếp), Tập hợp các biến dạng cưỡng bức hoặc gia tốc, ví dụ: do thay đổi nhiệt độ, độ ẩm, lún không đều hoặc động đất (tác động gián tiếp).

**3.32. Hệ quả các tác động (Effect of Action, E)** - Hệ quả của tác động lên các cấu kiện kết cấu (ví dụ Nội lực, momen, ứng suất, biến dạng) hoặc lên toàn bộ kết cấu (ví dụ: độ võng, góc xoay).

**3.33. Tác động thường xuyên (Permanent Action, G)** - Tác động tồn tại trong suốt khoảng thời gian tham chiếu và trong khoảng thời gian đó sự thay đổi về độ lớn của tác động là không đáng kể, hoặc thay đổi luôn cùng hướng (đơn điệu) tới khi tác động đạt đến một giá trị giới hạn nhất định.

**3.34. Tác động tạm thời (Transient Action, Q)** - Tác động mà theo thời gian sự thay đổi độ lớn là không thể bỏ qua và không đơn điệu.

**3.35. Tác động thay đổi (Variable Action)** - Tác động do gió, sóng, áp lực nước, dòng nước,...có sự thay đổi trong suốt thời gian là việc không thể bỏ qua được so với giá trị trung bình và không có hướng duy nhất, giá trị đặc trưng của nó được cho theo xác suất.

**3.36. Giá trị đặc trưng (Characteristic Value)** - Giá trị đại diện đặc trưng của độ bền của vật liệu tạo nên kết cấu và lực tác động vào kết cấu, tương ứng với điều kiện xác suất nhất định, bằng cách xem xét sự biến thiên của đại lượng này.

**3.37. Hệ số thành phần (Partial Factor)** - Hệ số khi sử dụng phương pháp để kiểm tra tính năng của bộ phận để khẳng định rằng giá trị thiết kế của sức kháng  $R_d$  lớn hơn giá trị thiết kế của hệ quả các tác động  $A_d$ .

**3.38. Chỉ số độ tin cậy (Realistic Value)** - Chỉ số chỉ ra mức độ an toàn của kết cấu cho đến khi phá hoại với một xác suất hư hỏng chắc chắn; được biểu thị bằng tỷ số của giá trị trung bình với độ lệch chuẩn của chức năng TTGH.

**3.39. Tác động đặc biệt (bất thường) (Accidental Situation)** - Tác động thường xảy ra trong thời gian ngắn nhưng có độ lớn và ít xảy ra với một kiểu kết cấu trong suốt tuổi thọ thiết kế.

**3.40. Tác động động đất (Earthquake Action,  $A_e$ )** - Tác động xuất hiện do chuyển động đất nền khi động đất.

**3.41. Tác động địa kỹ thuật (Geotechnical Action)** - Tác động lên kết cấu qua nền đất hay nước ngầm.

**3.42. Tác động cố định (Fixed Action)** - Tác động có vị trí và phân bố cố định trên kết cấu hoặc bộ phận kết cấu, độ lớn và hướng của tác động được xác định rõ ràng nếu xét tại một thời điểm trên kết cấu hoặc bộ phận kết cấu.

**3.43. Tác động tự do (Free Action)** - Tác động có thể có sự phân bố không gian thay đổi lên kết cấu.

**3.44. Tác động đơn lẻ (Single Action)** - Tác động có thể coi là độc lập về thống kê, về thời gian và không gian đối với bất kỳ tác động nào khác lên kết cấu.

**3.45. Tác động tĩnh (Static Action)** - Tác động không gây ra gia tốc đáng kể cho kết cấu hoặc bộ

**3.46.** phận kết cấu,

**3.47. Tác dụng động (Dynamic Action)** - Tác động gây ra gia tốc đáng kể cho kết cấu hoặc bộ phận kết cấu.

**3.48. Tác dụng giả tĩnh (tựa tĩnh) (Quasi - Static Action)** - Tác dụng động được đại diện bằng một tác dụng tĩnh tương đương theo một mô hình tĩnh.

**3.49. Giá trị đặc trưng của một tác động (Fk) (Characteristic Value of an Action)** - Giá trị đại diện chính của tác động.

**3.50. Giá trị đặc trưng (Characteristic Value,  $X_k$ ,  $R_k$ )** - Giá trị tính chất vật liệu hoặc sản phẩm là giá trị có xác suất quy định trong hàng loạt thí nghiệm không hạn chế về giả thuyết. Giá trị này nhìn chung tương ứng với một điểm phân vị quy định của phân bố thống kê giả định về đặc tính riêng của loại vật liệu hoặc sản phẩm đó. Trong một số trường hợp giá trị danh nghĩa được sử dụng như một giá trị tiêu chuẩn.

Giá trị được tính bằng cách chia giá trị tiêu chuẩn cho hệ số an toàn riêng  $\gamma_m$  hoặc  $\gamma_M$ , trong một số trường hợp đặc biệt phải xác định trực tiếp.

**3.51. Giá trị thiết kế của tính chất vật liệu hoặc sản phẩm ( $X_d$  hoặc  $R_d$ ) (Design Value of a Material or Product Property ( $X_k$  hoặc  $R_k$ ))** - Giá trị thường được sử dụng như một giá trị tiêu chuẩn và được xây dựng từ một tài liệu thích hợp, chẳng hạn từ một tiêu chuẩn hay dự thảo tiêu chuẩn.

**3.52. Giá trị đặc trưng của thuộc tính hình học (Characteristic Value of a Geometrical Property,  $a_k$ )** - Giá trị tương ứng với kích thước quy định trong thiết kế. ở những nơi thích hợp, giá trị kích thước hình học có thể tương ứng với các điểm phân vị đã quy định trong phân bố thống kê.

**3.53. Giá trị thiết kế của thuộc tính hình học** (Design Value of a Geometrical Property, ad) - Thường là giá trị danh định. Ở những nơi thích hợp, giá trị kích thước hình học có thể tương ứng với các điểm phân vị đã quy định của phân bố thống kê.

**3.54. Phân tích kết cấu** (Structural Analysis) - Quy trình hoặc thuật toán để xác định hệ quả của tác động ở mọi điểm trên kết cấu.

**3.55. Phân tích tổng thể** (Global Analysis) - là xác định nội lực hoặc momen hoặc ứng suất trong kết cấu cân bằng với các tác động được xác định trên kết cấu và phụ thuộc vào các đặc trưng hình học, kết cấu, vật liệu.

**3.56. Phân tích đàn hồi tuyến tính bậc nhất không có sự phân bố lại nội lực** (first order linear-elastic Analysis without redistribution) - Phân tích kết cấu đàn hồi dựa vào các quy luật tuyến tính của ứng suất/biến dạng hoặc momen/độ cong và được tính theo kích thước hình học ban đầu.

**3.57. Phân tích đàn hồi tuyến tính bậc nhất có sự phân bố lại nội lực** (first order linear-elastic Analysis with redistribution) - Phân tích đàn hồi- tuyến tính, trong đó momen và nội lực được điều chỉnh để thiết kế kết cấu phù hợp với các tác động bên ngoài và không tính toán chính xác hơn về khả năng xoay.

**3.58. Phân tích đàn hồi tuyến tính bậc hai** (second order linear-elastic Analysis) - Phân tích kết cấu đàn hồi sử dụng các quy luật tuyến tính của ứng suất/biến dạng, được tính theo kích thước hình học của kết cấu đã bị biến dạng,

**3.59. Phân tích phi tuyến bậc nhất** (first order non-linear Analysis) - Phân tích kết cấu được thực hiện trên kích thước hình học ban đầu, có tính đến các biến dạng phi tuyến của tính chất vật liệu.

**3.60. Phân tích phi tuyến bậc hai** (second order non-linear Analysis) - Phân tích kết cấu, được thực hiện dựa trên kích thước hình học của kết cấu bị biến dạng, có tính đến các biến dạng phi tuyến của tính chất vật liệu.

**3.61. Phân tích đàn dẻo lý tưởng bậc nhất** (first order elastic-perfectly plastic Analysis) – Phân tích kết cấu dựa trên các mối quan hệ momen/độ cong gồm một phần đàn hồi tuyến tính tiếp theo là một phần dẻo không biến cứng, được thực hiện trên kích thước hình học ban đầu của kết cấu.

**3.62. Phân tích đàn dẻo lý tưởng hai** (Second Order Elastic-Perfectly Plastic Analysis) – Phân tích kết cấu dựa vào các mối quan hệ momen/độ cong gồm một phần đàn hồi tuyến tính tiếp theo là một phần dẻo không biến cứng, được thực hiện trên kích thước hình học của kết cấu bị chuyển vị (hoặc biến dạng).

**3.63. Phân tích đàn dẻo** (Elasto-Plastic Analysis) - Phân tích kết cấu sử dụng các mối quan hệ ứng suất- biến dạng hoặc momen/độ cong gồm một phần đàn hồi tuyến tính, tiếp theo là phần dẻo, có hoặc không có biến cứng.



**3.64. Phân tích dẻo cứng (Rigid Plastic Analysis)** - Phân tích được thực hiện trên hình dạng ban đầu của kết cấu, sử dụng các lý thuyết phân tích giới hạn để đánh giá trực tiếp khi chịu tải trọng cực hạn.

## MỤC LỤC

<b>4. QUY ĐỊNH CƠ BẢN.</b> .....	<b>1</b>
4.1. CHỈ DẪN CHUNG .....	1
4.2. CHỌN VỊ TRÍ CẦU CÔNG .....	2
4.3. YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI KẾT CẤU .....	3
4.4. KHỔ GIỚI HẠN .....	5
4.5. CHỈ DẪN TÍNH CẦU CÔNG DƯỚI TÁC DỤNG CỦA DÒNG NƯỚC.....	7
4.6. CHỈ DẪN CHUNG VỀ TÍNH TOÁN CÁC KẾT CẤU VÀ NỀN MÓNG CHỊU LỰC ....	9
4.7. ỔN ĐỊNH VỊ TRÍ CỦA KẾT CẤU .....	13
4.8. ĐỘ CỨNG, ĐỘ LÚN VÀ ĐỘ VÒNG XÂY DỰNG .....	15
4.9. KIẾN TRÚC PHẦN TRÊN CỦA ĐƯỜNG TRÊN CẦU ĐƯỜNG SẮT .....	17
4.10. NỐI TIẾP CẦU VỚI ĐƯỜNG VÀO CẦU .....	19
4.11. THOÁT NƯỚC VÀ CÁCH NƯỚC .....	21
4.12. THIẾT BỊ KHAI THÁC .....	22

## 4. QUY ĐỊNH CƠ BẢN.

### 4.1. CHỈ DẪN CHUNG

**4.1.1.** Bản quy trình kỹ thuật này được ban hành để thiết kế cầu làm mới vĩnh cửu (trong đó có cầu cạn, cầu vượt, cầu dẫn v.v...) và công dưới nền đường trên các tuyến đường sắt khổ 1000mm, 1435mm và tuyến đường ô tô, các đường phố và đường qua thành phố.

Các loại cầu khôi phục, cải tạo nâng cấp theo quy trình riêng.

*Chú thích:* Khi thiết kế các công trình đặc biệt lớn cũng như dùng vật liệu và kết cấu đặc biệt trong trường hợp cần thiết có thể thảo ra những bổ sung và sửa đổi cho quy trình này; các bổ sung và sửa đổi đó phải được Bộ Giao thông Vận tải phê duyệt.

**4.1.2.** Khi thiết kế cầu đường sắt và công dưới nền đường thì ngoài quy phạm này, còn cần xét tới các yêu cầu tương ứng của những tiêu chuẩn và quy phạm thiết kế hiện hành về đường sắt và đường ô tô thuộc mạng lưới chung toàn quốc, cũng như về các phố, đường thành phố và quảng trường, và phải xét đến các quy định của Nhà nước về vệ sinh và phòng cháy; các quy định thiết kế ở vùng có nguy cơ động đất, trong điều kiện đất đặc biệt (đất lún, đất có chất muối) và phải xét tới các tài liệu tiêu chuẩn khác chung của toàn quốc về thiết kế và xây dựng cũng như các yêu cầu đảm bảo an toàn vận chuyển, bảo hộ lao động cho công nhân trong thời kỳ xây dựng và sử dụng đường sắt.

*Chú thích: 1.* Khi không có điều kiện thực hiện đúng các quy định của tiêu chuẩn, ghi trong quy trình này, có thể áp dụng các quy định có yêu cầu, nội dung tương đương với các tiêu chuẩn đó.

**2.** Các quy trình kỹ thuật đặc biệt, các chỉ dẫn quy trình quy tắc dùng riêng cho thiết kế những dạng đặc biệt về kết cấu và nền móng cầu công đường sắt đều phải phù hợp với các yêu cầu của bản quy trình này.

**4.1.3.** Cầu công được thiết kế trong suốt thời gian sử dụng phải đảm bảo an toàn, không gián đoạn và thuận lợi cho giao thông vận tải cũng như phải đảm bảo cho việc bảo dưỡng được đơn giản và đỡ tốn công nhất trong quá trình khai thác, cầu công còn phải đảm bảo cho nước lũ và các vật nổi (gỗ, cây, v.v...) thông qua an toàn; trong trường hợp là cầu vượt, cầu cạn, cầu dẫn phải đảm bảo cho vận tải bộ lưu thông liên tục dưới cầu đó.

Ngoài ra cầu vượt qua các tuyến đường thủy phải thoả mãn những quy định cụ thể trong bản nhiệm vụ thiết kế về thông tàu thuyền và bè mảng.

Khi thiết kế cửa cầu công cần phải dự kiến được giá thành xây dựng ít nhất, thời gian thi công ngắn nhất với chi phí tiết kiệm về vật liệu và lao động.

**4.1.4.** Bố trí chung, kích thước, kết cấu, vật liệu và hình dạng cầu công phải phù hợp với công dụng của chúng cũng như với các yêu cầu và điều kiện địa phương, có xét tới tương lai phát triển giao thông vận tải, các đường giao thông ngầm dưới đất và trên mặt đất hiện có cũng như dự kiến sẽ có.

Bố trí cầu công trong vùng có dân cư cần phải chú ý đến những điều kiện thuận lợi và quy hoạch của vùng đó.

## 4.2. CHỌN VỊ TRÍ CẦU CÔNG

**4.2.1.** Chọn địa điểm vượt sông và vị trí công trình trên bình diện và trắc dọc phải xét tới các chỉ tiêu xây dựng và khai thác, chế độ dòng chảy, các điều kiện lòng lạch, địa chất, các điều kiện địa phương, và các điều kiện khác nhằm xác định một giải pháp kinh tế kỹ thuật hợp lý nhất của đoạn đường tương ứng có xét tới sự phát triển tương lai của con đường ấy. Khi có lý do đặc biệt mới được phép làm cầu vượt qua những dòng bùn đỏ trong khu vực có phù sa bồi tụ.

**4.2.2.** Tại nơi có dòng chảy giao nhau thường chỉ dự kiến một công trình thoát nước. Làm thêm các công trình thoát nước trên bãi bồi phải dựa trên cơ sở tính toán về kinh tế và thủy lực.

Chỉ cho phép dự kiến tập trung thoát nước của vài dòng sông liền nhau vào một công trình khi có cơ sở kinh tế kỹ thuật có kể tới điều kiện khai thác. Chỉ được phép dồn nước của vài kênh tưới vào một công trình khi có sự thoả thuận của các cơ quan hữu quan.

**4.2.3. Cầu có ba lát trên đường sắt** cũng như công dưới nền đường được phép bố trí theo sự kết hợp bất kỳ giữa trắc dọc và bình diện của tuyến theo các quy trình thiết kế tuyến đường tương ứng.

Cầu công đường sắt có phần đường xe chạy không có ba lát phải đặt trên các đoạn đường thẳng và cố gắng đặt trên các đoạn bằng. Chỉ được đặt các cầu đó trên đoạn dốc quá 4% khi có căn cứ kinh tế kỹ thuật riêng.

Đối với tất cả các loại cầu khi lát ván gỗ dọc thì độ dốc mặt cầu không được quá 20%, khi lát ván gỗ ngang thì độ dốc dọc không lớn hơn 30%.

**4.2.4.** Khi đỉnh cao độ đáy ray trên cầu đường sắt phải xét đến việc đặt đường ở hai đầu cầu trên lớp ba lát đá dăm có đệm cát.

Khoảng chênh cao giữa đáy ray với vai đường đầu cầu ít nhất là 66cm đối với đường 1435 và 49cm đối với đường 1000mm (ứng với tà vẹt gỗ).

**4.2.5.** Cao độ vai đường ở vị trí công trình phải thoả mãn điều kiện là chiều dày lớp đắp trên vành vòm cầu và trên các đôt hoặc đoạn cống dưới nền đường không được nhỏ hơn trị số quy định ở bảng 1.

**Bảng 1. Chiều dày lớp đất tính bằng m**

<b>Loại công trình</b>	<b>Trên đường sắt</b>
Vành vòm cầu	0,7
Cống	1,0

Ghi chú: Trong trường hợp đặc biệt, có thể giảm bớt chiều dày đắp theo quy định của bảng trên, song phải đảm bảo an toàn kỹ thuật cho kết cấu.

### 4.3. YÊU CẦU CƠ BẢN ĐỐI VỚI KẾT CẤU

**4.3.1.** Những giải pháp về mặt kết cấu dùng trong thiết kế cầu cống phải tuân theo các văn bản quy định về tiết kiệm chi phí thép, xi măng và gỗ trong xây dựng, phải đạt được khả năng sử dụng nhiều nhất nguyên vật liệu địa phương và theo hướng công nghiệp hoá công tác xây dựng trên cơ sở cơ giới hoá thi công.

Thông thường nên sử dụng các kết cấu lắp ghép chế tạo theo các đồ án định hình, các tiêu chuẩn và quy định Nhà nước.

**4.3.2.** Quy định các kích thước chủ yếu của những kết cấu định hình công trình cũng như kích thước các cấu kiện cần xuất phát từ những nguyên tắc môđuy hoá và thống nhất hoá các cấu kiện công trình.

Định kích thước kết cấu nhịp và mô trụ cầu cần phải xét tới khả năng xây dựng trong tương lai tuyến đường thứ hai cũng như khả năng cải tạo và thay thế các công trình trên mạng lưới đường đang khai thác.

**4.3.3.** Sơ đồ kết cấu nhịp và mô trụ cầu phải đảm bảo :

*a. Kết cấu không biến dạng hình học* cũng như đảm bảo cường độ, độ chịu mài, độ ổn định và độ cứng của tất cả các bộ phận công trình có xét tới điều kiện chế tạo, vận chuyển lắp ráp và các đặc điểm làm việc trong quá trình khai thác.

*b. Trị số nhỏ nhất của ứng suất sẵn có* (dự ứng suất), ứng suất phụ, ứng suất cục bộ cũng như các ứng suất do lực đặt lên tâm gây ra trừ trường hợp các ứng suất được tạo làm cho kết cấu chịu lực tốt hơn.

#### 4.3.4. Khi thiết kế các kết cấu lắp ghép cần dự kiến:

a. Đảm bảo độ vững chắc, độ bền yêu cầu, đảm bảo thực hiện có chất lượng các mối nối lắp ghép, các liên kết và chỗ tựa, đảm bảo thuận tiện cho việc đặt và điều chỉnh nhanh vị trí kết cấu, đồng thời phải xét tới khả năng lắp ghép tốn ít sức lao động nhất bằng phương pháp tiên tiến.

b. Chế tạo giản đơn ở nhà máy (hoặc bãi sản xuất) kết hợp sử dụng công nghệ tiên tiến và có năng suất cao.

c. Chia các kết cấu thành những khối và những cấu kiện với trọng lượng và kích thước thế nào để không trở ngại tới việc xếp dỡ và vận chuyển, và trong trường hợp hợp lý cũng có thể ghép các cấu kiện ấy thành khối lớn hơn tại công trường.

4.3.5. Trong kết cấu cầu công phải dự kiến các khe co giãn để giảm tác dụng do nhiệt độ thay đổi, do bê tông co ngót, do đất lún và do các yếu tố lực khác gây ra. Các khe co giãn này không vi phạm tính chất không biến hình của hệ thống và bảo đảm biến dạng tương ứng tiến triển tự do (chuyển vị).

4.3.6. Đối với những cầu vượt qua sông lớn và trung bình, trong các trường hợp cần thiết phải dự kiến những công trình hướng nước và bảo vệ bờ, còn với cầu vượt qua dòng nước nhỏ và cống phải dự kiến đào sâu, san bằng và gia cố lòng sông ở phía vào và phía ra trong phạm vi công trình, đồng thời dự kiến biện pháp giảm tốc độ nước chảy ở cửa vào và cửa ra.

4.3.7. Cống dùng thích hợp hơn cầu. Tại những nơi có vật trôi không được phép dùng cống. Vượt qua dòng suối có đá trôi tốt nhất là dùng cầu một nhịp có khẩu độ bé nhất là 4m hoặc khi có dòng chảy bị bó hẹp đến mức tối đa thì dùng công trình đặc biệt.

Trên đường sắt cấp III với lưu lượng nước nhỏ và ít hạt phù sa cho phép dùng nền đường thấm nước và các công trình thấm nước hỗn hợp khi có căn cứ kinh tế kỹ thuật xác đáng.

4.3.8. Khẩu độ cống thoát nước (và chiều cao có hiệu) thông thường quy định không nhỏ hơn 0,75m; khi chiều dài cống trên 20m thì khẩu độ không bé hơn 1,00m.

Chú thích: Từ nay về sau các loại cầu quy định như sau: cầu nhỏ có tổng chiều dài dưới 25m, cầu vừa có tổng chiều dài 25-100m, cầu lớn có tổng chiều dài lớn hơn 100m. Chiều dài quy định ở trên tính từ đuôi mô này tới đuôi mô kia.

4.3.9. Chiều dài đốt cống và phân đoạn quy định tùy thuộc vào điều kiện địa phương và điều kiện chế tạo nhưng không được vượt quá 5m. Khi dùng cống bê tông cốt thép có chiều dài đốt cống từ 3m trở lên phải kiểm toán sức chịu uốn của cống theo phương ngang nền đường.

**4.3.10.** Đối với cống chỉ được phép dự kiến chế độ bán áp; khi làm cửa cống có dạng đón nước thuận mới được phép dự kiến chế độ có áp, nhưng chỉ với điều kiện cống có móng và lưu lượng dòng chảy (xem điều 4.5.1) như sau:

- Lưu lượng lớn nhất - trên đường sắt

Ngoài ra phải đảm bảo không thấm nước ở các khe nối giữa các đốt cống và đảm bảo ổn định chống thấm cho nền đường.

**4.3.11.** Cống phải có cửa vào và cửa ra, hình dạng và kích thước các cửa này phải đảm bảo cho nước chảy được thuận lợi và đảm bảo ổn định của nền đường cạnh cống.

Với cống không có móng phải dự kiến biện pháp kết cấu chống xô dịch đốt cống

**4.3.12.** Công trình phải được ngăn ngừa chống rác bẩn, chống tác hại của ảnh hưởng khí quyển, khói, dòng điện cảm ứng, tác dụng xâm thực của nước và đất bằng cách chọn vật liệu thích hợp cũng như chọn biện pháp kết cấu và bảo vệ đặc biệt; những biện pháp này cần nêu rõ trong đồ án thiết kế.

Những bộ phận cầu bằng gỗ phải có biện pháp phòng mục.

#### 4.4. KHỔ GIỚI HẠN

**4.4.1.** Kết cấu của các công trình làm mới tùy theo nhiệm vụ thiết kế đều phải thoả mãn những yêu cầu về khổ giới hạn sau đây:

a) Đường sắt khổ ray 1435mm và khổ ray 1000mm xác định theo quy phạm khai thác kỹ thuật đường sắt VN do Bộ Giao thông Vận tải duyệt.

**4.4.2.** Chiều rộng, khổ giới hạn cầu và hầm cho người đi bộ và xe thô sơ xác định theo yêu cầu vận chuyển bộ hành, được quy định cụ thể trong nhiệm vụ thiết kế được duyệt.

**4.4.3.** Đối với cầu đường nông thôn chiều rộng và chiều cao khổ giới hạn sẽ có quy định riêng.

**4.4.4.** Khoảng cách giữa các tim đường trên những cầu có kết cấu nhịp riêng biệt cho mỗi tuyến phải quy định với tính toán thế nào để đảm bảo tĩnh cự giữa các mép dầm chủ ở cạnh nhau ít nhất là 0,60m, còn đối với các kết cấu nhịp thép, ngoài điều đó ra còn phải quy định ít nhất là 0,8m cho các bản bụng thẳng đứng của các thanh dầm chủ hay dầm chủ.

**4.4.5.** Khổ giới hạn tĩnh không dưới cầu đối với những nhịp cầu có thuyền bè qua lại cần theo những quy định của nhiệm vụ thiết kế và quy định riêng tùy thuộc vào cấp đường thủy nội địa, phù hợp với quy định thiết kế khổ giới hạn dưới cầu trên sông thông thuyền và những yêu cầu chủ yếu về vị trí cầu.

**4.4.6.** Chiều cao từ mặt nước tới đáy kết cấu nhịp cầu không có thuyền bè qua lại, trên sông có thông thuyền phải căn cứ vào điều kiện địa phương để quyết định nhưng trong mọi trường hợp đều không được nhỏ hơn trị số ghi ở bảng 2.

Ở các sông không có thuyền bè qua lại, vị trí các cấu kiện cầu trên mực nước quy định theo bảng 2.

**Bảng 2. Vị trí của cấu kiện cầu trên mực nước**

Số TT	Tên cấu kiện cầu	Tĩnh không nhỏ nhất (m) trên mực nước (có xét ảnh hưởng nước dềnh và sóng) theo <b>điều 4.5.1.</b>	
		Mực nước tính toán đối với cầu trên đường sắt	Mực nước cao nhất đối với cầu đường sắt
1	Đáy kết cấu nhịp		
	a) Khi chiều cao nước dềnh không quá 1m	0,50	0,25
	b) Khi chiều cao nước dềnh lớn hơn 1m	0,75	0,25
	c) Khi có cây lớn trôi	1,50	1,00
	d) Khi có nhiều đá lăn	-	1,00
2	Bản đệm gối cầu	0,25	-
3	Đáy chân vòm	0,25	-

Chú thích: 1. Cho phép chân của cầu vòm đặc không chốt và của vành vòm ngấp dưới mực nước tính toán nhưng không được quá nửa đường tên vòm; khi đó khoảng cách từ đỉnh của vòm đến mực nước dềnh tính toán phải để ít nhất là 1m.

2. Tĩnh không nhỏ nhất trên mực nước dưới các nhịp cầu tại vùng nước ứ và hồ chứa nước phải cao hơn mực nước tính toán ít nhất là 3/4 chiều cao sóng tự do tính đối với mực nước đó.

**4.4.7.** Trong công khi xét với lưu lượng tính toán và chế độ nước chảy không áp lực thì tĩnh không công (khoảng trống từ điểm cao nhất mặt trong của công tới mặt nước chảy trong công) phải lấy như sau:

Ít nhất bằng 1/4 chiều cao công đối với công tròn và công vòm có chiều cao dưới 3m.

Ít nhất bằng 0,75m đối với công tròn và công vòm có chiều cao lớn hơn 3m;

Ít nhất bằng 1/6 chiều cao công, đối với công hình chữ nhật có chiều cao dưới 3m.



Ít nhất bằng 0,5m đối với công hình chữ nhật chiều cao trên 3m.

#### 4.5. CHỈ DẪN TÍNH CẦU CÔNG DƯỚI TÁC DỤNG CỦA DÒNG NƯỚC

**4.5.1.** Cầu công và nền đường đắp ở bãi sông chịu tác động của dòng nước được tính theo lưu lượng nước tính toán (và theo mực nước tương ứng với lưu lượng ấy). Tần suất của lưu lượng tính toán đó lấy theo bảng 3.

**Bảng 3. Tiêu chuẩn tần suất của lưu lượng tính toán**

Đường sắt		
Loại công trình	Cấp đường	Tần suất tính toán
Cầu lớn và cầu vừa	I,II	1
Cầu	III	2
Cầu nhỏ và công	I, II, III	2

Ngoài những tiêu chuẩn quy định của bảng trên.

+ Đối với đường sắt cầu công và nền đường đắp ở bãi sông cần kiểm toán với lưu lượng lớn nhất (và mực nước tương ứng với lưu lượng đó). Cầu lớn, cầu vừa của đường cấp I, II dùng lưu lượng lớn nhất có tần suất 0,3% - cầu trên đường cấp III cầu nhỏ và công của các cấp đường dùng lưu lượng lớn nhất có tần suất 1%.

Khi thiết kế cầu công gần các công trình hiện có trên sông cần phải lưu ý tới kinh nghiệm thoát nước tại các công trình đó.

Khi có những mực nước không liên quan tới lưu lượng (trường hợp gió dòn, tắc dòng, thay đổi của sông du dâng, ứ dềnh của công trình thủy v.v...) thì căn cứ vào các mực nước này (với xác suất đã cho) để định kích thước chiều cao của kết cấu nếu như các mực nước này cao hơn mực nước tính theo lưu lượng với cùng tần suất.

Khi thiết kế đường gần khu vực dân cư cần kiểm tra an toàn để các kiến trúc và ruộng đất không bị ngập do ứ dềnh trước công trình.

**4.5.2.** Cần tính toán khẩu độ cầu nhỏ và công theo lưu lượng quy định phù hợp với chỉ dẫn hiện hành và theo lưu tốc bình quân cho phép của dòng nước (lưu tốc đảm bảo điều kiện khai thác bình thường) tùy thuộc vào đặc tính của đất, kiểu gia cố lòng sông và phần tư nón cũng như theo độ chênh cao của đáy kết cấu và độ ngập nền đường cho phép.

+ Trên đường sắt đối với cầu nhỏ và công khi kiểm toán cho thoát lưu lượng cao nhất thì lưu tốc cho phép được tăng lên 20% đối với cầu và 35% đối với cống.

*Chú thích:* 1. Trường hợp tính toán dòng chảy do mưa rào phải xét đến tích nước. Còn khi tính toán về lưu lượng của các loại dòng chảy khác thông thường không xét đến tích nước. Được phép giảm lưu lượng trong các công trình do xét đến tích nước, nhưng không được giảm quá 3 lần.

2. Khi tính toán cầu khẩu độ lớn quá 10m thì không cần dự kiến gia cố lòng sông.

**4.5.3.** Tính toán khẩu độ cầu qua sông lớn và trung bình phải căn cứ vào lưu lượng xác định theo tài liệu thực để có xét tới khả năng xói mòn và khơi lòng sông để tăng diện tích thoát nước dưới cầu phù hợp với những chỉ dẫn hiện hành.

Tốc độ nước chảy dưới cầu ứng với lưu lượng tính toán thường lấy bằng tốc độ bình quân tự nhiên của lòng sông ứng với chiều sâu sau khi bị xói.

Khi chọn khẩu độ cần phải dựa trên cơ sở tính toán kinh tế kỹ thuật, có xét tới ứ dềnh, biến động lòng sông ở mỏ trụ, ở chân phần tư nón, ở công trình điều tiết, đồng thời xét đến yêu cầu thông thuyền với tốc độ nước chảy, yêu cầu đối với tỉnh không thông thuyền trên sông có thuyền bè qua lại và yêu cầu cơ bản về đặt vị trí cầu.

**4.5.4.** Đường xói mòn dưới cầu lấy theo lưu lượng có tần suất nêu ở **Điều 4.5.1.**

Khi vẽ đường xói mòn chung ở tiết diện eo hẹp còn phải xét đến xói cục bộ ở mỏ trụ, ảnh hưởng của công trình điều tiết và của các cấu kiện khác của cầu đối với xói mòn, đồng thời phải xét đến khả năng thay đổi của lòng sông tự nhiên.

Hệ số xói chung dưới cầu ứng với lưu lượng tính toán không được vượt quá trị số ở bảng 4 (các trị số này tính cho khẩu độ cầu khi chưa xét tới xói và khơi lòng sông).

Được phép khơi lòng tại các đoạn bãi bồi thuộc phạm vi khẩu độ cầu khi các bãi này thường hay ngập nước. Diện tích khơi lòng sông không nên vượt quá 25% diện tích tính toán dưới cầu trừ trường hợp cầu đặt trên lòng sông đào.

Nếu theo đúng từng điểm hạn chế nêu trên thì tổng số diện tích bị xói và đào bới đi thường không được vượt quá 50% diện tích làm việc tính toán đối với sông không có thông thuyền và không được vượt quá 35% đối với sông có thông thuyền.

*Chú thích:* Định chiều sâu đặt móng mỏ trụ kể từ đường xói trở xuống phải phù hợp với các chỉ dẫn ở **phần 8.**

**4.5.5.** Trên sông lớn và sông trung bình, vai đường trên đường dẫn vào cầu trong phạm vi nước lũ ngập và vai các đê ngăn nước phải cao hơn ít nhất là 0,5m, còn vai các công trình điều tiết không bị ngập và các bờ bảo hộ của nền đắp phải cao hơn ít nhất là 0,25m so với mức nước tương ứng của lưu lượng lớn nhất đối với đường sắt.

Các mức nước này có tính cả chiều cao sóng vỗ vào ta luy và nước dềnh; xác định nước dềnh có xét đến khả năng xói mòn lòng sông dưới cầu nhưng không quá 50% xói lở toàn bộ.

Vai đường dẫn vào cầu nhỏ và cống phải cao hơn ít nhất là 0,50m so với mực nước dềnh xác định theo lưu lượng nêu trên, còn đối với cống có áp hay bản áp có khẩu độ từ 2m trở lên thì vai đường phải cao hơn ít nhất là 1m.

Ta luy của đê bằng đất của các công trình điều tiết không được dốc quá 1:2 về phía sông, còn về phía bên kia không được dốc quá 1:1,5. Bề rộng mặt đê phải ít nhất là 2m.

**Bảng 4. Hệ số xói mòn**

<b>Lưu lượng tính toán trên một mét dài khẩu độ, tính bằng m<sup>3</sup>/s</b>	<b>Hệ số xói chung cho phép</b>
Dưới 2	2,20
3	2,10
5	1,70
10	1,40
15	1,30
20 trở lên	1,25

#### 4.6. CHỈ DẪN CHUNG VỀ TÍNH TOÁN CÁC KẾT CẤU VÀ NỀN MÓNG CHỊU LỰC

**4.6.1.** Phải tính toán các kết cấu chịu lực và nền móng của cầu cống theo phương pháp những trạng thái giới hạn. Trạng thái giới hạn là trạng thái mà ở đó kết cấu hoặc nền móng không còn thoả mãn được yêu cầu về khai thác nữa do ảnh hưởng của các tác động lực.

Khi tính toán theo những trạng thái giới hạn, trị số nội lực (ứng suất) và trị số biến dạng do tác động lực tính toán gây ra không được vượt quá trị số giới hạn xác định theo quy trình này.

**4.6.2.** Khi thiết kế cầu cống phải tính toán theo 3 trạng thái giới hạn sau đây, có xét đến các điều kiện làm việc bất lợi của kết cấu và nền móng trong thời kỳ xây dựng và sử dụng:

a) *Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất* bảo đảm cho công trình không bị đình chỉ sử dụng do không còn sức chịu lực (về cường độ, ổn định, độ chịu mỏi) hoặc phát triển biến dạng dẻo lớn.

b) *Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai* bảo đảm cho công trình không phát sinh biến dạng chung quá lớn như dao động, chuyển vị, lún, gây khó khăn cho việc sử dụng bình thường.

c) *Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ ba* đảm bảo độ bền chống nứt cho công trình để tránh gây khó khăn cho việc sử dụng bình thường

**4.6.3.** Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất về cường độ (ổn định hình dạng) là bắt buộc đối với tất cả các loại cầu công và phải dùng hệ thống các hệ số tính toán

Hệ số tải trọng  $n$  cho tải trọng tiêu chuẩn (hay nội lực). Hệ số đồng nhất  $k$  cho cường độ tiêu chuẩn  $R^H$ . Hệ số điều kiện làm việc  $m$ . Đồng thời hoạt tải thẳng đứng phải tính với hệ số động lực. Chỉ tính toán mỏi đối với kết cấu bê tông cốt thép của đường sắt và các kết cấu cầu thép với các hệ số nêu trên trừ hệ số tải trọng.

Tính ổn định vị trí (chống lật và trượt) sẽ không dùng hệ số động lực.

**4.6.4.** Đưa các hệ số  $n$ ,  $k$ ,  $m$  vào tính toán nhằm đảm bảo không xuất hiện trạng thái giới hạn thứ nhất khi sử dụng (cũng như khi thi công) là xét đến khả năng có thể có những sai lệch theo chiều hướng bất lợi so với các thông số và điều kiện tiêu chuẩn. Trị số quy định cho các hệ số trên phụ thuộc vào điều kiện sử dụng, vào vật liệu và kết cấu; các điều kiện này phải thỏa mãn những yêu cầu của các quy tắc khai thác hiện hành, những tiêu chuẩn Nhà nước và các tiêu chuẩn khác.

**4.6.5.** Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai tiến hành như sau:

a. Đối với kết cấu nhịp phải tính trị số độ võng thẳng đứng, chu kỳ các dao động tự do theo hướng thẳng đứng và nằm ngang, góc gãy khúc của đường đàn hồi.

b. Đối với mô trụ tính số lún và chuyển vị.

Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ ba phải tính độ mở rộng vết nứt hoặc xuất hiện vết nứt trong các cấu kiện bê tông cốt thép của kết cấu.

Khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai và thứ ba không xét tới hệ số tải trọng và hệ số động lực.

**4.6.6.** Những tải trọng và tác động tiêu chuẩn quy định trong **phần 5** dựa theo trị số có thể lớn nhất của tĩnh tải và trị số lớn nhất của hoạt tải trong điều kiện sử dụng bình thường có xét tới phát triển tương lai. Khi tính toán phải lấy tải trọng ở các vị trí và tổ hợp bất lợi nhất có thể xảy ra trong khi khai thác và xây dựng đối với từng cấu kiện hay bộ phận của công trình.

**4.6.7.** Các hệ số tải trọng  $n$  dùng để xét những sai lệch có thể xảy ra theo chiều hướng bất lợi (hoặc lớn hơn hoặc nhỏ hơn) so với các trị số tiêu chuẩn của chúng trong các tổ hợp tải trọng và tác động khác nhau. Trị số các hệ số tải trọng nêu ở **phần 5**.

**4.6.8.** Cường độ tiêu chuẩn (cơ bản) của vật liệu và đất  $R^H$  nêu trong **phụ lục 3** được quy định trên cơ sở những số liệu đã kiểm tra bằng thí nghiệm làm theo những quy tắc hiện hành. Cường độ dẫn xuất xác định bằng cách nhân cường độ cơ bản với hệ số chuyển đổi theo các số liệu của các **phần 6, 7, 8 và 9**.

**4.6.9.** Hệ số đồng nhất  $k$  xét khả năng hạ thấp cường độ của vật liệu và đất so với trị số tiêu chuẩn do những thay đổi về tính chất cơ học và tính không đồng nhất của chúng.

Chú thích: Trị số hệ số đồng nhất của vật liệu nêu trong **phụ lục 2 và 12**, còn của nền đất và cọc (theo loại đất) nêu trong **phần 8**.

**4.6.10.** Hệ số điều kiện làm việc  $m$  phản ánh sự đưa các tính toán lý thuyết vào cho phù hợp với điều kiện làm việc thực tế của kết cấu, trong đa số trường hợp của quy phạm này các hệ số đó được chia thành hai hệ số:  $m_1$  và  $m_2$  theo các **Điều 4.6.11 và 4.6.12**.

Chú thích: Trong tính toán về ổn định vị trí (chống lật và chống trượt) trị số các hệ số  $m$  nêu ở các **điều 4.7.2 và 4.7.3** tương ứng với trị số nghịch đảo của hệ số an toàn cố định.

**4.6.11.** Hệ số điều kiện làm việc  $m_1$  xét đến sự sai lệch có thể có của kết cấu thực tế so với thiết kế trong phạm vi cho phép đã quy định, thí dụ như lệch tim tuyến đường, tim kết cấu nhịp và tim móng trụ, sự sai lệch kích thước thực tế của tiết diện so với thiết kế v.v... cũng như xét tới khả năng xuất hiện những điều kiện bất lợi khác chưa được dự kiến trong quy phạm đối với sự làm việc thực tế của kết cấu.

Chú thích: Trong phần lớn tính toán về cường độ và ổn định hình dạng của tất cả các kết cấu, trừ kết cấu gỗ, hệ số  $m_1$  lấy bằng 0,9 và quy ước đưa vào các trị số cường độ tính toán (xem **điều 4.6.13**). Trong tổ hợp đặc biệt có xét đến tải trọng thi công, thì lấy  $m_1 = 1$ , nghĩa là trị số tính toán về cường độ phải tăng lên 10%.

**4.6.12.** Dùng hệ số điều kiện làm việc  $m_2$ , phản ánh tính chất quy ước của tính toán là xét tới sự sai khác giữa nội lực, mô men và ứng suất tính toán với thực tế, sở dĩ có những sai khác đó là do trong các trường hợp riêng biệt đã áp dụng sơ đồ tính toán khá giản đơn như không xét tới tính mềm của các liên kết và của đất nền, đến các ứng suất tập trung v.v...

Trị số các hệ số  $m_2$ , nêu trong các **phần 6 tới 8**. Trong các trường hợp không có chú thích riêng thì lấy  $m_2 = 1$ .

Chú thích: Khi có một số yếu tố quy ước về tính toán thể hiện bằng các hệ số tương ứng  $m_2$  như đã nêu trong quy phạm này, thì trong tính toán phải xét tính các hệ số đó.

**4.6.13.** Trong tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất dùng các công thức có dạng dưới đây:

$$\text{Về cường độ: } \frac{N}{F} \leq R$$

$$\text{Về ổn định hình dạng: } \frac{N}{\varphi F} \leq R$$

$$\text{Về độ chịu mỏi: } \frac{N}{F} \leq \gamma R$$

Còn về ổn định vị trí thì theo **mục 4.7** của chương này.

Các ký hiệu:

N: Tác động tính toán (lực pháp tuyến, mô men v.v...) phụ thuộc vào tải trọng tiêu chuẩn đã nhân với các hệ số tương ứng  $n$  và  $(1+\mu)$  **theo phần 5**.

F: Đặc trưng hình học của mặt cắt (diện tích, mô men kháng v.v...)

Hệ số triết giảm sức chịu lực (hệ số uốn dọc)

$R = m_1 k R^H$ : Cường độ tính toán tính đổi (quy ước) lấy phù hợp với các **phần từ 6 tới 8** và sau này gọi tắt là cường độ tính toán. Khi tính toán các kết cấu chịu lực chỉ do tính tải thì cường độ tính toán nêu trên phải giảm đi 20%.

$\gamma$  : Hệ số triết giảm cường độ tính toán về độ chịu mỏi.

Khi  $m_2 \neq 1$  thì trong tính toán thay R bằng trị số  $m_2 R$  (hoặc thay F bằng trị số  $m_2 F$ )

Chú thích:

1. Trong tính toán về cường độ và ổn định hình dạng các cấu kiện bê tông cốt thép dùng công thức có dạng  $N \leq FR$
2. Trong tính toán được phép xác định nội lực với giả định vật liệu làm việc đàn hồi.
3. Hệ số  $\varphi$  và  $\gamma$  không cùng tính với nhau.

**4.6.14.** Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai và thứ ba, tiến hành bằng cách so sánh độ võng thẳng đứng và các chuyển vị khác (biến dạng) của kết cấu nhịp, độ lún nền móng trụ, các đặc trưng

mở rộng và xuất hiện vết nứt trong cấu kiện bê tông cốt thép của kết cấu với các trị số cho phép tương ứng khi thiết kế nêu trong quy phạm này.

#### 4.7. ỔN ĐỊNH VỊ TRÍ CỦA KẾT CẤU

**4.7.1. Tính toán ổn định vị trí** của kết cấu chống lật và chống trượt theo tải trọng tiêu chuẩn có xét đến hệ số tải trọng và không xét đến hệ số động lực.

**4.7.2. Tính toán ổn định chống lật** theo công thức sau:

$$\frac{M_{onp}}{M_{np}} = \frac{\sum P_i e_i + \sum T_i h_i}{y \sum P_i} \leq m$$

Tức là:

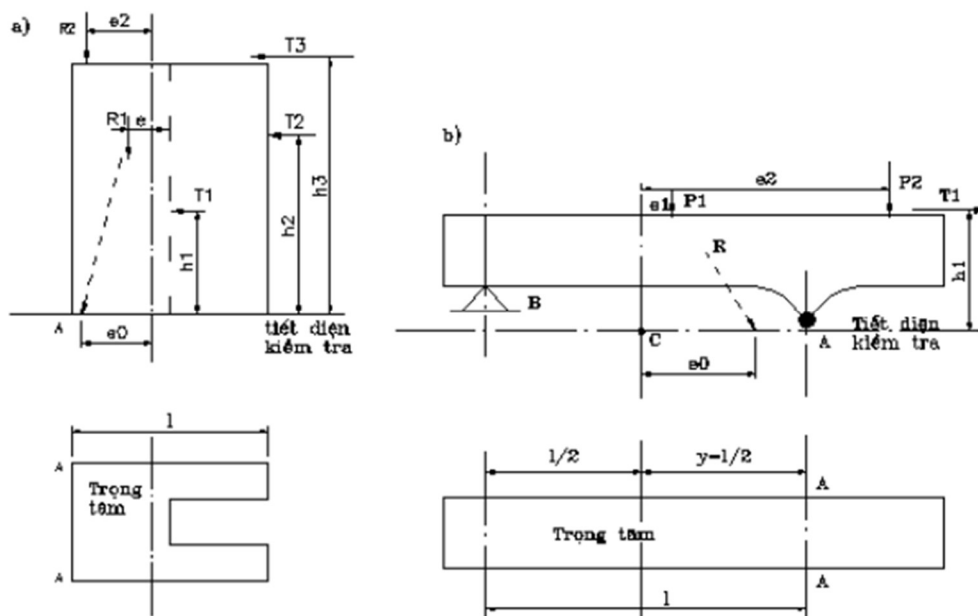
$$\frac{M_{onp}}{M_{np}} = \frac{e_o}{y} \leq m$$

Ở đây:  $M_{onp}$  và  $M_{np}$ : Mô men lật tính toán và giới hạn

$P_i$ : Phân lực thẳng góc với mặt cắt kiểm toán (Hình 1) của tất cả các lực chủ động.

$T_i$ : Phân lực song song với mặt cắt kiểm toán và thẳng góc với trục (mép rìa mặt cắt) mà qua trục đó phải kiểm toán lật của tất cả các lực chủ động.

$e_i$  và  $h_i$ : Cánh tay đòn của lực  $P_i$  và  $T_i$  đối với trọng tâm của mặt cắt kiểm toán.



Hình 1.

$e_o$ : Khoảng cách từ trọng tâm mặt cắt đến giao điểm của đường tác dụng của hợp lực  $P_i$  và  $T_i$  với mặt phẳng của mặt cắt kiểm toán.

$y$ : Khoảng cách từ trọng tâm mặt cắt đến trục A-A trên hình vẽ 1 là trục để kiểm toán lật (khi tựa trên toàn mặt thì tính đến mép của mặt cắt).

$m$ : Hệ số điều kiện làm việc đối với kết cấu tựa trên nhiều điểm (tại những điểm riêng biệt) lấy như sau:

Theo hướng dọc lấy  $m = 0,95$

Theo hướng ngang lấy  $m = 0,85$

Đối với mặt cắt của kết cấu bê tông và đá cũng như đối với móng trên nền đá lấy  $m = 0,80$

Đối với móng trên nền không có tính đá lấy  $m = 0,70$

Các khoảng cách  $e_i$ ,  $h_i$ ,  $y$  và  $e_o$  đo trong mặt phẳng thẳng góc với trục (mép mặt cắt) mà qua trục này sẽ kiểm toán chống lật. Các mô men  $P_i e_i$ ,  $T_i h_i$  và  $y \sum P_i$  lấy dấu dương hay âm tùy theo hướng của chúng.

*Chú thích:* Khi tựa trên toàn mặt thì mặt cắt lấy theo hình 1a; khi tựa tập trung trên trụ mố riêng biệt lấy theo hình 1b.

**4.7.3. Tính ổn định chống trượt theo công thức sau:**

$$\frac{T_{cg}}{T_{np}} = \frac{\sum T_i}{\varphi \sum P_i} \leq m$$

Trong đó:  $T_{cg}$  và  $T_{np}$  lực trượt tính toán và giới hạn.

$P_i$ : Phân lực của tất cả các lực chủ động thẳng góc với mặt cắt kiểm toán.

$m = 0,8$ : Hệ số điều kiện làm việc.

$\sum T_i$ : Tổng hình học các phân lực của các lực chủ động song song với mặt cắt kiểm toán.

$\varphi$ : Hệ số ma sát lấy theo **phần 8**.

Hệ số tải trọng của tính tải lấy như sau:

Lớn hơn 1 khi  $\text{tg } \alpha \geq \psi$

Nhỏ hơn 1 khi  $\text{tg } \alpha < \psi$



Trong đó:  $\alpha$  - Góc hợp giữa phương các hợp lực do tải trọng cho trước và phương thẳng góc với mặt cắt kiểm toán.

#### 4.8. ĐỘ CỨNG, ĐỘ LÚN VÀ ĐỘ VỒNG XÂY DỰNG

**4.8.1. Độ võng thẳng đứng của kết cấu** nhịp tính theo hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn không được vượt quá các trị số cho phép nêu ở **bảng 5**.

Trị số độ võng cho phép của kết cấu nhịp liên tục và kết cấu nhịp trong cầu một nhịp được tăng lên 20%.

Độ võng của kết cấu nhịp treo thì xác định so với hai đầu của nhịp.

Đối với hệ thống mà trong phạm vi một nhịp có thể có độ võng khác nhau khi đặt hoạt tải thẳng đứng khác nhau trên nhịp đó thì độ võng tính toán là tổng các tung độ cực đại khác nhau của đường võng ứng với một trị số tải trọng.

**Bảng 5. Độ võng thẳng đứng cho phép khi thiết kế kết cấu nhịp**

Vật liệu làm kết cấu nhịp	Độ võng lớn nhất trong phạm vi	Trị số độ võng cho phép
		Cầu đường sắt
Bê tông cốt thép và thép	Nhịp	$\frac{1}{800} l$
	Đà hẫng	$\frac{1}{250} l_k$

Trong đó:  $l$ : khẩu độ tính toán

$l_k$ : chiều dài đá hẫng

*Chú thích:* Độ võng của kết cấu nhịp dàn hoa được phép tăng quá  $1/600l$  đối với kết cấu thép và bê tông cốt thép, nếu đảm bảo được cường độ của kết cấu trong đó có xét tới độ cứng của các nút.

**4.8.2. Trong cầu đường sắt** ở đầu đà hẫng khi có xét độ võng xây dựng thì góc bẫy khúc tính toán của đường đàn hồi do hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn và do tĩnh tải tiêu chuẩn gây ra không được vượt quá trị số cho phép là 0,006.

**4.8.3. Trong kết cấu nhịp dầm** kim loại giản đơn của cầu đường sắt chu kỳ tính toán của dao động tự do ngang xác định theo phụ lục 4 không được vượt quá 0,011 sec và không lớn hơn 1,5 sec ( $l$ : khẩu độ tính bằng m)

**4.8.4. Độ lún của nền móng móng trụ** tính theo tải trọng tĩnh tiêu chuẩn như chỉ dẫn của **phần 8** và chuyển vị nằm ngang của đỉnh trụ theo hướng dọc và ngang tìm cầu tính theo tổ hợp phụ các tải trọng tiêu chuẩn, không được xét tới các trị số có thể gây khó khăn cho việc sử dụng bình thường. Các trị số này quy định trong từng trường hợp riêng biệt phụ thuộc vào kết cấu nhịp cầu (bao gồm cả gối và chốt) vào kích thước khe hở tại chỗ liên kết, tại các khe co giãn, tại đường ray và lớp lát mặt đường, vào điều kiện liên kết giữa cầu và đường và có xét tới khổ giới hạn tĩnh không dưới cầu.

Độ lún và chuyển vị của trụ móng các cầu thuộc hệ siêu tĩnh ngoài cũng phải hạn chế tùy theo kết quả tính toán kết cấu theo trạng thái giới hạn thứ nhất và thứ ba có xét ảnh hưởng của lún và chuyển vị.

Trong mọi trường hợp trị số giới hạn cho phép (tính bằng cm) khi thiết kế thường không được vượt quá những trị số sau:

Lún đều toàn bộ của trụ  $1,5 \sqrt{l}$ .

Chênh lệch lún đều toàn bộ của trụ bên cạnh nhau  $0,75 \sqrt{l}$ .

Chuyển vị nằm ngang của đỉnh trụ  $0,5 \sqrt{l}$ .

Trong đó:  $l$  – Chiều dài của nhịp gắn kề với trụ đó tính bằng m và lấy ít nhất là 25m.

**4.8.5. Phải tạo cho đường ray và lớp phủ** mặt đường xe chạy trên kết cấu nhịp một độ vòng xây dựng sao cho ở vị trí bất kỳ nào của hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn cũng đảm bảo cho xe lửa chạy êm khi trắc dọc đường ray hoặc mặt đường xe chạy có góc gãy tối thiểu trên trụ biên, trụ giữa và ở những điểm nối chốt.

**4.8.6. Tạo độ vòng xây dựng cho đường ray**, và cho lớp phủ mặt đường xe chạy bằng cách dùng mặt cầu xe chạy thay đổi bề dày lớp ba lát, thay đổi chiều cao làm việc của xe và có xét tới trắc dọc của mặt dầm dọc cũng như bằng cách tạo độ vòng xây dựng cho kết cấu nhịp cầu.

*Chú thích:* Trong kết cấu nhịp nếu độ võng tĩnh tải tiêu chuẩn và hoạt tải thẳng đứng của đoàn xe gây ra không vượt quá 1,5cm hay 1/1600 trị số khẩu độ thì cho phép không dự kiến độ vòng xây dựng.

**4.8.7. Định độ vòng xây dựng phải xét đến:** biến đổi nhiệt độ đối với kết cấu nhịp chịu lực đầy ngang bên ngoài; co ngót và từ biến của bê tông, tổn thất ứng suất đối với kết cấu nhịp bê tông và bê tông cốt thép khẩu độ trên 50m cũng như đối với kết cấu bê tông ứng suất trước.

*Chú thích:* Những yếu tố trên cũng phải xét đến khi xác định vị trí các khe co giãn và tính trị số của chúng.

**4.8.8. Kết cấu nhịp định hình kiểu dầm** giản đơn cấu tạo đường vòng xây dựng theo đường cong đều (“pa ra bôn”, cung tròn) như thế nào để sau khi xét biến dạng do tĩnh tải tiêu chuẩn đường tên của đường vòng xây dựng nếu có dạng “Pa ra bôn” thì phải tương ứng với trị số võng đàn hồi của kết cấu nhịp do nửa hoạt tải tiêu chuẩn thẳng đứng gây ra, còn khi có dạng cung tròn thì phải bằng 80% trị số này.

**4.8.9. Với kết cấu nhịp nghiêng và các nhịp khác** có tải trọng đặt lệch tâm phải tạo độ cứng và tăng cao độ vòng xây dựng tương ứng của một đường ray này so với đường ray khác để độ nghiêng của tuyến đường khi đoàn tàu qua không vượt quá trị số cho phép.

**4.8.10. Công không có móng cọc phải đặt dưới nền đắp** với độ vòng xây dựng bằng  $1/80H$  trên đất cát và bằng  $1/50H$  trên đất sét (ở đây  $H$  – chiều cao nền đắp). Ở nền đất yếu khi xác định độ vòng xây dựng của công phải xét độ lún dự kiến do trọng lượng đất đắp có thể tạo nên theo chỉ dẫn của **phần 8**.

*Chú thích:* Để tránh ú nước (nhất là trong thời kỳ đầu mới khai thác) dù ở điều kiện nào cao độ đáy công ở cửa vào cũng phải cao hơn cao độ đáy công ở đọt giữa.

#### 4.9. KIẾN TRÚC PHẦN TRÊN CỦA ĐƯỜNG TRÊN CẦU ĐƯỜNG SẮT

**4.9.1. Kết cấu phần đường trên mặt cầu** về cường độ và độ ổn định phải đảm bảo chạy tàu an toàn và êm với tốc độ cấu tạo lớn nhất của đầu máy cũng như phải đảm bảo chịu được bánh xe của đầu máy toa xe lăn trong trường hợp tàu bị trật bánh.

**4.9.2. Đường trên cầu có kết cấu nhịp** phải đặt trên lớp ba lát đá dăm hoặc trên dầm ngang bằng gỗ, còn ở các kết cấu nhịp cầu thép đặc biệt lớn thì đặt trên các dầm ngang thép.

Phần đường trên ba lát phải đặt ở tất cả các công trình nhỏ thông thường là cầu vượt và các cầu nằm trong phạm vi nhà ga, trên đường cong hoặc trên dốc quá 4‰ cũng như trên tất cả các cầu bằng đá, bê tông và bê tông cốt thép.

Cho phép đặt đường trực tiếp lên bản bê tông cốt thép khi tuân theo các chỉ dẫn ở **Điều 4.9.5**.

**4.9.3. Trên kết cấu nhịp có đường đơn**, chiều rộng phía trên máng ba lát với *đường khổ ray 1435mm không được hẹp hơn 3,4m, với đường khổ ray 1000mm không được hẹp hơn 2,6m*, nếu trong kết cấu không dự kiến biện pháp đặc biệt để đảm bảo ổn định sườn ba lát và biện pháp chống xô đá ba lát.

Trên kết cấu nhịp có đường đôi chiều rộng máng ba lát sẽ tăng thêm một trị số bằng khoảng cách giữa hai tim của hai tuyến đường cạnh nhau.

Khi bố trí cầu trên đường cong chiều rộng máng ba lát cần tăng lên tùy theo bán kính đường cong và số đường trên cầu phù hợp với các chỉ dẫn nêu trên.

Ngoài ra ở các đoạn thẳng của máng ba lát đặt trong đường cong, chiều rộng máng ba lát phải tăng lên một trị số bằng đường tên của đoạn cong  $f = \frac{l^2}{8R}$

Trong đó:

l – Chiều dài đoạn kết cấu nhịp

R: Bán kính đường cong

Khi đó nếu ray ngoài của đường phía ngoài có chênh cao thì khoảng cách từ tim đường đến mặt thẳng đứng phía trong của thành máng ba lát phải ít nhất là:

Với đường khổ ray 1435mm: 1,85m

Với đường khổ ray 1000mm: 1,45m

**4.9.4. Chiều dày nhỏ nhất của lớp ba lát đá dăm** dưới tà vẹt trên cầu và cầu vượt thông thường lấy bằng 20 cm (và ít nhất bằng 15cm) tính từ đáy tà vẹt đến mặt trên tầng phòng nước ở chỗ đỉnh phân thủy.

**4.9.5. Mặt cầu đường sắt cần thiết kế** phù hợp với yêu cầu của các tiêu chuẩn, các thiết kế định hình hoặc các quy định hiện hành về bảo dưỡng đường sắt.

**4.9.6. Phải đặt ray phòng hộ** (hoặc thép góc phòng hộ) trên các cầu và cầu vượt có mặt cầu trần hoặc mặt cầu ba lát nếu cầu dài quá 25m hoặc khi cầu đặt trên đường cong có bán kính nhỏ hơn 1000m.

Ngoài ra ở các tuyến đường chui dưới cầu vượt nếu khoảng cách từ tim tuyến đến các cột trụ của cầu vượt nhỏ hơn 3m thì cũng phải đặt ray phòng hộ.

**4.9.7. Tà vẹt trên cầu thép dùm** theo bản thiết kế mặt cầu thép (kể cả tà vẹt) tính cự giữa các tà vẹt không được vượt quá 150mm và không nhỏ hơn 100mm.

**4.9.8. Những cầu trần trên đường sắt** mà khoảng cách giữa hai tường chắn đá ba lát hay tường chắn đất của mộ với nhau lớn hơn 20cm thì phải làm đường người đi. Với mọi cấp đường, trừ đường đôi và đường nhiều tuyến phải làm đường người đi hai bên còn thì thường chỉ làm đường người đi một bên.

Các cầu mà mặt có đá ba lát có khoảng cách giữa các tường chắn với nhau từ 10 – 20m thì trên tất cả các cấp đường đều phải làm đường người đi một bên; khoảng cách dài hơn 20m thì làm hai đường người đi hai bên. Nếu điều kiện địa phương và điều kiện đường bộ cho rằng không cần thiết thì cũng có thể làm đường người đi một bên.

Những cầu gần thành phố có dân cư qua lại và cầu trong phạm vi ga thì đều phải làm hai đường người đi.

Cầu dài từ 60m trở lên thì theo chiều dọc cầu cứ cách 30m nên đặt một sàn tránh rộng 1m dài 1,5m ở bên ngoài phạm vi đường đi. Khi hai bên đều có đường người đi nên đặt so le sàn tránh trên cầu, đối với mặt cầu ba lát có thể đặt ở trên trụ sàn tránh trên cầu thép, mặt cầu trên có thể kết hợp với sàn phòng hòa làm một và chiều dài của sàn phải tăng thêm.

**4.9.9. Trên cầu thép khi “khẩu độ nhiệt”** lớn hơn 100m thì phải đặt thiết bị điều chỉnh. Đầu nhọn của thiết bị điều chỉnh phải đặt thuận chiều theo chiều vận chuyển chủ yếu nếu bộ của nó không đặt trùng trên mố hoặc trên nhịp kê bên có mặt cầu là ba lát.

**4.9.10. Với cầu dài trên 500m** khi có nhiệm vụ quy định cần đặt thiết bị đặc biệt ở trước cầu để cho bánh xe của đoàn tàu tự động lăn vào đường ray trong trường hợp tàu trật bánh.

**4.9.11. Với cầu bình thường và cầu vượt** dù là dùng loại ba lát nào trên cả tuyến, những đoạn đường vào cầu phải thiết kế trên ba lát đá dăm hoặc sỏi với chiều dài mỗi phía đầu cầu như sau: ít nhất là 30m với cầu nhỏ 100m với cầu vừa và 200m đối với cầu lớn.

**4.9.12. Trên đoạn đường vào cầu** không ba lát cần phải bố trí chống xô trên đủ một chiều dài tính toán, tùy thuộc vào trắc dọc tuyến đường và hướng xe chở nặng.

#### 4.10. NỐI TIẾP CẦU VỚI ĐƯỜNG VÀO CẦU

**4.10.1. Kết cấu nối tiếp cầu với nền đắp đầu cầu** phải đảm bảo xe vào cầu được êm (không bị xóc).

Đối với cầu lớn đường sắt, nền đường cần mở rộng thêm 0,5m mỗi bên trên đoạn dài 10m kể từ mép sau của mố, còn trên đoạn 15m tiếp sau thì vuốt nhỏ dần tới bề rộng bình thường.

**4.10.2. Các mố cầu loại nặng phải bố trí** hình dạng và kích thước thế nào để đảm bảo được độ vững chắc như tường chắn để chắn được đất đắp nền đường vào cầu.

Trong cầu đường sắt chỗ tiếp giáp mố với nền đường phải dự kiến kết cấu giữ cho khối ba lát khỏi trượt.

**4.10.3. Khi nối tiếp kết cấu cầu** bê tông cốt thép, bê tông, cầu đá với nền đắp của đường vào cầu, cần thực hiện các điều sau đây:

a) Sau khi nền đắp và phần tư nón đã lún rồi, phần mố hoặc đầu hẫng tự do (cầu đường ô tô) tiếp giáp với nền đường phải đặt quá vào đỉnh phần tư nón một đoạn ít nhất là 0,65m (kể cả từ đỉnh nón ở cao độ vai đường đến đầu kết cấu tiếp xúc với nền đắp) nếu chiều cao nền đường đắp dưới 6m, và ít nhất là 1,00m nếu chiều cao nền đắp lớn hơn 6m.

b) Đường dốc ta luy của phần tư nón cầu đường sắt phải nằm dưới và cách mép sau của mặt phẳng đá kê gối (trong mặt phẳng tường cách mố) ít nhất là 0,30m, chân phần tư nón của loại mố không vùi không được đưa quá mép trước của mố.

Điểm giao của khối nón với mặt trước của mố vùi phải cao hơn mực nước tính toán ít nhất là 0,25m.

c) Độ dốc ta luy của khối nón đắp tại mặt tiếp giáp với mặt bên của mố nặng loại không vùi cần phải xác định như sau:

- Trên chiều cao kể từ vai đường xuống không được dốc quá 1:1,00

- Từ đoạn tiếp theo 6m xuống dưới nữa không được dốc quá 1:1,25

Ta luy của khối nón cao hơn 12m phải xác định theo tính toán, nhưng không được nhỏ hơn 1: 1,50.

d) Ta luy khối nón của mố vùi, của trụ biên cầu khung bê tông cốt thép hay cầu kiểu bệ cọc, cũng như ta luy khối nón của các cầu khác trong phạm vi bị nước ngập đều phải có độ dốc nhỏ hơn 1:1,5.

**4.10.4. Phải dùng loại đất cát hay loại đất** khác để thoát nước để đắp khối nón bên cầu, cũng như để đắp phần sau mố trên đoạn dài bằng chiều cao mố cộng với 2m ở trên mặt và trên đoạn dài 2m ở dưới chân nền đường.

**4.10.5.** Ta luy khối nón đầu cầu và cầu vượt phải gia cố trên suốt cả chiều cao.

a) Bằng xây đá hay bản bê tông nếu dùng độ dốc lớn nhất nêu ở Điều 4.11.3. “c” và “d”.

b) Bằng các lớp cỏ xếp hay trồng cỏ, nếu dùng độ dốc lớn nhất nêu ở Điều 4.11.3 “d”.

**4.10.6. Các loại gia cố ta luy và chân** của khối nón gia cố nền đường đắp trong phạm vi nước ngập ở đường đầu cầu và ở gần cống, cũng như gia cố ta luy các công trình điều tiết phải chọn sao cho phù hợp với điều kiện sóng vỗ, nước chảy theo lưu tốc, ứng với lưu lượng tính toán theo Điều 4.5.1.

Điểm cao nhất của mái gia cố phải cao hơn các mức nước sau đây (có tính cả dềnh và sóng vỗ vào nền đường):

Mức nước lớn nhất đối với cầu đường sắt

Mức nước tính toán đối với cầu đường ô tô và đường thành phố

Một khoảng ít nhất là 0,50m đối với cầu lớn, cầu vừa;

Một khoảng ít nhất là 0,25m đối với cầu nhỏ và cống.

#### 4.11. THOÁT NƯỚC VÀ CÁCH NƯỚC

**4.11.1.** Phải đảm bảo thoát nước tốt và có điều kiện thông gió cho các kết cấu cầu.

Trong cầu đường sắt có máng ba lát thì nước phải thoát trên máng theo độ dốc dọc và ngang ít nhất là 30‰ và thoát ra ngoài bằng các ống thoát nước.

Tùy theo chiều dài cầu, nước chảy thoát dọc bờ đá vữa, thoát thẳng ra ngoài cầu hoặc thoát qua các ống thoát nước

Để thoát nước sau mô cần bố trí các rãnh ngầm thoát nước.

**4.11.2. Toàn bộ mặt trong máng ba lát của kết cấu nhịp và mô,** cũng như mặt bản đường xe chạy phải được bảo vệ chắc chắn bằng lớp cách nước trên có lớp bảo vệ. Trên mặt phẳng ngang của mô trụ phải làm mái thoát nước.

**4.11.3. Lớp cách nước phải hoàn toàn không thấm nước,** dẻo bền vĩnh cửu và chịu nóng. Lớp này tạo bằng ma tít bituym giữa có xen 3 lớp vật liệu giấy tẩm bi-tuym đối với cầu đường sắt.

Khi có căn cứ kỹ thuật xác đáng, cho phép dùng cấu tạo lớp cách nước đơn giản hơn quy định nói trên.

Tầng phòng nước bằng chất dẻo được phép dùng theo quy định riêng.

**4.11.4. Khe nối của máng ba lát và của bản mặt cầu** xe chạy ở những nơi tiếp giáp giữa các nhịp với nhau, giữa nhịp với mô cũng như giữa các khối lắp ráp và ở các khe co giãn phải đảm bảo phủ thế nào để tầng cách nước không bị đứt quãng.

Cho phép cắt đứt tầng phòng nước trên các khe nối trong:

Chỉ ở đỉnh phân thủy với điều kiện giữ cho khe nối khỏi bị đá ba lát rớt xuống khe, đối với cầu đường sắt.

**4.11.5. Ống thoát nước phải có đường kính** trong tối thiểu 150mm làm bằng vật liệu bền chống được tác dụng của khí quyển và trên mặt phải có nắp đậy. Phải đặt ống thoát nước thế nào để thoát nước được nhanh và khi nước thoát không chảy vào mặt ngoài của công trình hoặc chảy lên

nền đường nằm dưới cầu. Muốn vậy trong trường hợp cần thiết có thể đặt ống máng dọc, ống thoát nước thẳng đứng và giếng tụ.

**4.11.6. Mặt phẳng đứng và mặt nghiêng** của mô cầu trong phạm vi ngập trong đất phải quét một lớp cách nước, còn đối với đá xây trong trường hợp này phải phủ một lớp vữa xi măng.

**4.11.7. Mặt ngoài của công bê tông cốt thép** tiếp xúc với đất cần phải phủ một lớp vật liệu cách nước.

Khe nối giữa các đoạn công hay đốt công phải trát bằng vật liệu cách nước đàn hồi.

## 4.12. THIẾT BỊ KHAI THÁC

**4.12.1. Tất cả các bộ phận nhịp cầu,** các mặt ngoài nhìn thấy được của công và mô trụ cũng như các mặt trong của kết cấu rỗng của cầu phải đảm bảo vào tận nơi được để kiểm tra và bảo quản một cách an toàn. Muốn thế cần dự kiến các cửa nhỏ, cầu thang, lan can phòng hộ, các thiết bị kiểm tra đặc biệt để làm việc được ở ngoài khổ giới hạn tàu xe qua lại và dự kiến thiết bị nổi trên sông để kiểm tra.

Để theo dõi vị trí các mô trụ, trong thiết kế cần dự kiến bố trí các mốc tiêu đặc biệt.

**4.12.2. Phải làm lan can kiểm tra ở mọ trên dầm** chạy dưới và khi chiều cao từ mặt đất (hay mặt nước thấp) đến đỉnh trụ cao hơn 5m (mà kích thước trên đỉnh trụ có thể lên kiểm tra được) thì phải làm lan can trên đỉnh trụ.

**4.12.3. Đối với kết cấu đường xe chạy dưới,** nếu khẩu độ dài hơn 60m, cần làm giá kiểm tra di động để kiểm tra phần xe chạy, còn với kết cấu nhịp có phần mặt chạy trên, kết cấu đường kiểm tra thường phải làm bằng vật liệu không cháy.

**4.12.4. Với nhịp cầu thép chạy dưới,** có khẩu độ lớn hơn 80m cần bố trí giá kiểm tra di động trên suốt dọc mặt bằng mọ trên.

**4.12.5. Ở mỗi đầu cầu, cầu vượt,** công khi chiều cao lớn hơn 2m thông thường phải đặt một hoặc hai (khi cần thiết) đường bậc thang cố định theo mái dốc.

**4.12.6. Đối với cầu đường sắt dài trên 50m** và cầu chui kiểu hầm thì ở mỗi bên đường cứ cách 50m phải dự kiến một chỗ đứng tránh tàu đặt so le nhau ở cao độ ngang với đường sắt.

**4.12.7.** Trên đường đắp đầu cầu và công cần đặt các thiết bị phòng hộ (cọc tiêu).

**4.12.8. Trên cầu phải đặt** các thiết bị phòng hỏa theo các quy định hiện hành.



**4.12.9. Những kết cấu thép của cầu** đặt cách các bộ phận của mạng tiếp điện có điện áp cao, một khoảng cách nhỏ hơn 5m, và những kết cấu gắn sứ cách điện của mạng tiếp điện trên các công trình cầu bê tông cốt thép, bê tông và cầu đá đều phải nối với đất bằng thiết bị nối đất đặc biệt.

**4.12.10. Ở những cầu vượt thiết kế** nằm trên các tuyến đường sắt điện khí hóa, phải dự kiến ván chắn hoặc lưới an toàn để ngăn cách mạng lưới tiếp điện có điện áp cao.

**4.12.11. Các cầu lớn cầu vừa** phải có thiết kế để đạt đường dây thông tin cho tuyến đường đó và các đường dây khác được phép cho qua cầu, còn trên đường sắt phải có dự kiến thiết bị để treo các dây dẫn của mạng tiếp điện.

Trong trường hợp cần thiết phải đặt thiết bị chiếu sáng và các báo hiệu đường thủy.

Cắm dùng đai thép để liên kết các giá đỡ và giá treo vào các cấu kiện cầu.

Các đường dây thông tin và các đường dây khác đặt trên cầu phải đảm bảo không trở ngại cho việc thi công sửa chữa và bảo dưỡng cầu.

**4.12.12.** Thông thường trên cầu cấm đặt đường dây dẫn điện cao thế.

Khi có lý do đặc biệt mới được phép đặt các đường dẫn nhiệt, đường ống nước, đường dẫn nước mưa. Còn đường ống dẫn hơi đốt, ống dẫn dầu, ống thoát nước bẩn thì cấm đặt trên cầu.

**4.12.13. Các cầu mở nhịp** phải có tín hiệu đóng mở đặt cách đầu cầu ít nhất là 50m. Chỉ cần đã hoàn toàn đặt vào vị trí bình thường mới được phát triển tín hiệu mở cầu.

Đối với cầu mở nhịp trên đường sắt cũng như cầu một đường trên những đoạn đường đôi phải làm đường cụt bảo hiểm (hoặc làm đường tránh nạn) hay đặt thiết bị ngăn đường để đảm bảo an toàn.

Ở cầu dài trên 500m cần phải đặt đèn hiệu cản đường và khi cần thiết phải đặt pháo hiệu.

**4.12.14.** Gần các cầu lớn cần phải dự kiến kho cất vật liệu dụng cụ, nhà bảo vệ và các thiết bị dụng cụ duy tu cầu. Khi cần thiết phải làm nhà ở cho nhân viên duy tu cầu.

## MỤC LỤC

<b>5. TẢI TRỌNG VÀ HỆ SỐ TẢI TRỌNG.....</b>	<b>1</b>
5.1. TỔ HỢP TẢI TRỌNG .....	1
5.2. TÌNH TẢI VÀ TÁC ĐỘNG TĨNH.....	3
5.3. HOẠT TẢI VÀ TÁC ĐỘNG CỦA CHÚNG .....	6
5.4. HOẠT TẢI VÀ TÁC ĐỘNG KHÁC .....	12

## 5. TẢI TRỌNG VÀ HỆ SỐ TẢI TRỌNG.

### 5.1. TỔ HỢP TẢI TRỌNG

**5.1.1.** Khi tính toán kết cấu và nền móng cầu công phải xét những tải trọng và tác động có khả năng phát sinh đối với công trình đó trình bày trong bảng 1.

**Bảng 1. Tải trọng và tác động**

Số TT	Tên tải trọng và tác động	Không tính vào trong tổ hợp những tải trọng có số sau
	A - Tĩnh tải và tác động tĩnh	
1	Trọng lượng bản thân kết cấu	-
2	Tác động của ứng suất trước	-
3	Áp lực do trọng lượng đất	-
4	Áp lực tĩnh của nước	-
5	Tác động co ngót của bê tông	-
6	Tác động lún của đất	-
	B - Hoạt tải xe và tác động của hoạt tải xe	
7	Tải trọng thẳng đứng	
8	Áp lực đất do hoạt tải thẳng đứng	
9	Tải trọng nằm ngang theo chiều ngang cầu do lực ly tâm	10, 16
10	Tải trọng nằm ngang theo chiều ngang cầu do xe lắc	9, 11, 12, 16
11	Tải trọng nằm ngang theo chiều dọc cầu do hãm hay do lực kéo của xe	10, 13, 15, 16
	C – Hoạt tải và tác động khác	
12	Tải trọng gió	10, 13*, 16
13	Tải trọng va tàu	11, 12*, 14
14	Tác động thay đổi nhiệt độ	13, 16
15	Tác động ma sát gối cầu	11, 13
16	Tác động động đất	14
17	Tải trọng do thi công	

\* Theo chú thích 2 của điều 5.4.1

**5.1.2.** Tổ hợp các tải trọng và tác động được xét trong tính toán và được phân biệt theo xác suất cùng xuất hiện một lúc, chia ra như sau:

a. Tổ hợp chính, bao gồm một hay một số trong những tải trọng sau: tĩnh tải, áp lực đất (do hoạt tải gây ra) và lực ly tâm. Khi tính về cường độ phải tính riêng trường hợp chỉ có tĩnh tải tác dụng, trừ áp lực đất.

b. Tổ hợp phụ là tổ hợp của một hay một số tải trọng thuộc tổ hợp chính cùng phát sinh với một hay một số tải trọng thuộc những tải trọng còn lại, trừ tải trọng động đất và tải trọng do thi công.

c. Tổ hợp đặc biệt gồm tải trọng động đất hay tải trọng do thi công cùng phát sinh với những tải trọng khác.

Ngoài ra đối với trụ cầu kiểu chịu lực đẩy ngoài, thì theo chỉ dẫn riêng. Riêng trường hợp tác động của tĩnh tải với giả thiết khi không có dầm trên một nhịp cầu được xem như tổ hợp đặc biệt.

Chú thích:

1. Khi tính toán các cấu kiện liên kết trong tổ hợp chính dùng tải trọng ứng với công dụng trực tiếp của những cấu kiện ấy thay cho hoạt tải thẳng đứng (nếu những cấu kiện liên kết không chịu hoạt tải thẳng đứng).

2. Đối với những kết cấu bê tông và bê tông cốt thép mà khi tính không xét tới từ biến và sự biến đổi cường độ của bê tông theo thời gian, thì tác động co ngót của bê tông và lún của đất chỉ đưa vào tổ hợp phụ. Đối với những kết cấu thép liên hợp với bản bê tông cốt thép thì tác động co ngót của bê tông cũng chỉ đưa vào tổ hợp phụ.

**5.1.3.** Tính toán về độ chịu mỗi cũng như trạng thái giới hạn thứ hai đều chỉ tính theo tổ hợp tải trọng chính, riêng đối với chuyển vị ngang của đỉnh trụ thì xác định theo tổ hợp tải trọng phụ.

**5.1.4.** Những trị số tải trọng và tác động dùng trong tính toán theo các trạng thái giới hạn đều phải lấy những hệ số tải trọng  $n$  (tương ứng với tải trọng và tổ hợp đó) và hệ số động lực  $1+\mu$  theo bảng 2.

**Bảng 2. Phân nhóm các hệ số tải trọng**

Tính toán		Các hệ số dùng cho Tất cả các tải trọng và tác động trừ tải trọng thẳng đứng do xe
Theo trạng thái giới hạn thứ nhất	Về cường độ và ổn định hình dạng	N
	Về độ chịu mô (1)	1
	Về ổn định vị trí	n
Theo trạng thái giới hạn thứ hai và thứ ba		1

(1) : Cả khi tính về cường độ, nếu trong trường hợp riêng có nói rõ.

## 5.2. TÍNH TẢI VÀ TÁC ĐỘNG TĨNH

### 5.2.1. Tải trọng thẳng đứng tiêu chuẩn do trọng lượng bản thân của kết cấu bao gồm:

- a. Trọng lượng các cấu kiện xác định theo danh mục kê trong thiết kế hay trong khối lượng thiết kế và dung trọng vật liệu nêu ở **phụ lục 4**.
- b. Trọng lượng thiết bị kiểm tra, trọng lượng cột và dây điện của đường sắt điện khí hoá, thiết bị chiếu sáng, đường dây dẫn điện và điện thoại, đường ống v.v... tính theo danh mục kê trong thiết kế và có xét tới phát triển tương lai.

Sự phân bố tải trọng do trọng lượng bản thân kết cấu nhịp kiểu dầm được tính là tải trọng rải đều theo chiều dài nhịp, nếu như tải trọng không đều trên thực tế lớn hơn trị số trung bình không quá 10%.

Quy luật biến đổi của mật độ phân bố tải trọng giữa đỉnh vòm và chân vòm được phép coi là phân bố theo đường parabol bậc 2 hay theo đường cong thuận khác mà không phụ thuộc vào kiểu kết cấu trên vòm.

### 5.2.2. Tác động tiêu chuẩn của ứng suất trước trong kết cấu xác định theo trị số lực căng (nén) dự kiến trong đồ án thiết kế ở thời điểm kết thúc quá trình tạo ứng suất trước trong kết cấu.

Trị số mất mát tiêu chuẩn của ứng suất trước phải xét trong từng trường hợp ứng với giai đoạn tính toán (chế tạo, xếp dỡ vận chuyển, lắp ráp và sử dụng).

Đối với kết cấu bê tông cốt thép, trị số mất mát tiêu chuẩn lấy theo **phụ lục 15**.

Khi tính về cường độ, tác động của ứng suất trước sẽ không xét đến, nếu cốt thép ứng suất trước đặt ở vùng chịu kéo.

*Chú thích:* 1. Trong tính toán không cần xét tới sự tăng nhất thời ứng suất trước cho phép trong quá trình căng cốt thép theo quy trình công nghệ.

2. Trường hợp có lý do thích đáng thì có thể chỉnh lý lại các trị số mất mát tiêu chuẩn dựa vào các số liệu thực nghiệm nhất thiết phải làm đối với những mẫu đầu tiên của mỗi loại công trình.

**5.2.3. Áp lực đất tiêu chuẩn** trên móng trụ và trên đốt cống do trọng lượng bản thân của đất lấy như sau (tính bằng  $T/m^2$ ).

a) Áp lực thẳng đứng  $P = c \gamma_H H$ .

b) Áp lực nằm ngang  $e_p = \mu \gamma_H H$ .

Trong đó:

H: Chiều cao của tầng đất, đối với móng cầu lấy theo **phụ lục 5** và với các đốt cống lấy theo **phụ lục 6**.

$\mu = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_H}{2} \right)$  - Hệ số áp lực ngang của đất đắp.

$\varphi_H$  và  $\gamma_H$  - Góc ma sát trong tiêu chuẩn và dung trọng tiêu chuẩn của đất lấy theo **phần 8**.

c - Hệ số không thứ nguyên lấy bằng 1 đối với móng trụ, với đốt cống xác định theo **phụ lục 6**.

**5.2.4. Áp lực nước tính tiêu chuẩn**, đối với những phần công trình và đất nằm dưới mực nước mặt hay nước ngầm tính như sau:

- Trong đất cát, cát sét, sét cát và bùn thì trong mọi trường hợp đều phải xét đến.

- Trong đất sét khi áp lực này gây ra những điều kiện tính toán bất lợi thì phải xét đến. Mực nước bất lợi nhất là mực nước cao nhất hay thấp nhất.

Xét tác động của áp lực nước tĩnh bằng cách:

a) Giảm áp lực tiêu chuẩn lên nền gây ra do trọng lượng bản thân các bộ phận công trình và trọng lượng đất nằm trên gờ móng (hay trên các cấu kiện khác của công trình).

b) Giảm cường độ tính toán của đất no nước thuộc loại cát sét, sét cát và đất bùn trong nền công trình theo như **phần 8**.

Dung trọng của đất có xét áp lực nước tĩnh  $\gamma_{B3B}$  tính theo công thức sau:

$$\gamma_{B3B} = \left( \frac{1}{1 + \varepsilon} \right) (\gamma_o - \Delta)$$

Trong đó:

$\varepsilon$ : Hệ số rỗng của đất (tỷ số của thể tích lỗ rỗng trên thể tích phần khoáng vật).

$\gamma$ : Tỷ trọng đất, lấy bình quân: 2,7-2,8T/m<sup>3</sup>.

$\Delta$ : Dung trọng nước lấy bằng 1T/m<sup>3</sup>.

*Chú thích:* 1. Khi chiều sâu đặt móng không quá 5m và khi móng đặt trên đá thì cho phép chỉ tính áp lực nước tĩnh lúc kiểm toán về ổn định vị trí móng trụ cầu.

2. Khi tính toán móng về cường độ theo công thức quy ước của **điều 8.2.2** thì không cần tính áp lực nước.

**5.2.5. Tác động co ngót tiêu chuẩn** của bê tông cần xét đối với hệ thống cầu siêu tĩnh ngoài có lực đẩy ngoài và giá định tương đương với mức giảm nhiệt độ như sau:

a) Đối với kết cấu bê tông cốt thép – giảm đi 20°C

b) Đối với kết cấu bê tông – giảm đi 30°C

*Chú thích:* 1. Nếu trong thiết kế có dự kiến trình tự thi công đổ bê tông kết cấu để ngăn ngừa hiện tượng co ngót xuất hiện trước lúc khớp kết cấu (kể cả kết cấu lắp ghép) thì trị số tương đương giảm nhiệt độ nói trên có thể được giảm nữa nếu có căn cứ xác đáng, nhưng không được giảm thêm quá 10°.

2. Khi tính từ biến của bê tông thì tác động co ngót bê tông lấy theo các yêu cầu của **phần 7**

3. Không xét tác động co ngót bê tông trong trường hợp tác động này làm giảm toàn bộ tác động tính toán.

**5.2.6. Tác động tiêu chuẩn** do lún của đất trong nền móng trụ cầu có kết cấu nhịp thuộc hệ siêu tĩnh ngoài xác định theo kết quả tính toán đất nền phù hợp với chỉ dẫn thuộc **phần 8**.

**5.2.7. Hệ số tải trọng n của những** tải trọng tĩnh nêu trong **các điều 5.2.1 đến 5.2.6** và những tác động tính toán ứng với nội dung đã trình bày trên, lấy theo **bảng 1**, khi tính theo trạng thái giới hạn thứ nhất đối với bất kỳ tổ hợp tải trọng nào.

**Bảng 3. Hệ số tải trọng n của những tính tải**

Loại tải trọng	Hệ số n
Tất cả các tải trọng trừ những tải trọng kê dưới đây	1,1 và 0,9
Trọng lượng kiến trúc phần trên mặt cầu đường sắt có ba lát	1,3 và 0,9
Trọng lượng tầng đệm, tầng cách nước, tầng bảo hộ và các tầng khác, trọng lượng phần mặt cầu xe chạy.	1,5 và 0,9
Trọng lượng các bộ phận bằng gỗ	1,2 và 0,9
Áp lực do trọng lượng đất gây ra đối với móng trụ cầu và cống	1,2 và 0,9
Tác động co ngót bê tông	1,0 và 0,9
Tác động lún của đất.	1,5 và 0,5

*Chú thích:* 1. Hệ số n ở mỗi dòng trong bảng dùng trong phạm vi cả một bộ phận công trình như: kết cấu nhịp, móng trụ, cống, lăng thể phá hoại.

2. Trị số n lớn hơn (hay bé hơn) đơn vị là đối với trường hợp tải trọng làm tăng (hay giảm) tổng tác động tính toán nhằm đạt được điều kiện chịu lực bất lợi nhất cho kết cấu.

3. Khi xác định tải trọng tính toán do áp lực đất, không những phải tính hệ số tải trọng, mà trong công thức ở **điều 5.2.3** còn phải thay trị số tính toán góc ma sát trong bằng  $\varphi = \varphi_H \pm 5^\circ$  tùy theo trị số nào gây ra tổng tác động tính toán lớn nhất.

Trong đó  $\varphi_H$  – trị số tiêu chuẩn góc ma sát trong.

### 5.3. HOẠT TẢI VÀ TÁC ĐỘNG CỦA CHÚNG

#### 5.3.1. Hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn (có xét tới phát triển tương lai) lấy như sau:

Do đoàn tàu đường sắt trên đường đơn gây ra.

a) Trên đường sắt khổ hẹp 1000mm khi tính về cường độ, ổn định hay khi tính về trạng thái giới hạn thứ hai, thứ ba thì dùng tải trọng cấp T-14.

b) Trên đường sắt khổ rộng 1435mm khi tính về cường độ, ổn định hay khi tính về trạng thái giới hạn thứ hai, thứ ba thì dùng tải trọng cấp T-Z sau đây:

- Đường cấp I, II: T-26

- Đường cấp III dùng T-22



c) Tính toán về độ chịu mỗi do đoàn tàu khi đặt tải trên tất cả các đường và trong các tính toán khác khi đặt tải trên đường thứ hai và đường thứ ba thì dạng tải trọng T-Z phải được triết giảm một hệ số  $\varepsilon$  - lấy theo bảng 4.

**Bảng 4.**

$\lambda$ (m)	$\varepsilon$
Từ 5m trở xuống	1,0
Từ 10-25m	0,85
Từ 50m trở lên	1,0
Khi chiều dài đặt tải từ 5 tới 10, và từ 25-50m trị số tính theo nội suy.	

Chú thích:

- Việc lựa chọn tải trọng xe bánh (hay xích) phải có căn cứ thích hợp và phải được thỏa thuận của các cơ quan hữu quan.
- Đối với cầu qua các thành phố lớn, qua khu dân cư, phải xét tới quy hoạch tương lai mà xác định cấp tải trọng cho phù hợp.
- Quy định cấp tải trọng này không áp dụng cho các đường chuyên dụng lớn, cầu lớn đặc biệt, các cầu khôi phục tạm thời và các cầu đường nông thôn.
- Khi tính toán về độ chịu mỗi, không dùng tải trọng xe bánh (hay xích), còn khi tính toán theo trạng thái giới hạn thứ ba thì dùng tải trọng đó với hệ số 0,8

Trị số các tải trọng tiêu chuẩn và nguyên tắc đặt tải trọng trên đường ảnh hưởng nêu trong **phụ lục 7**

**5.3.2. Trong mọi tính toán các cấu kiện chịu tải** đồng thời trên một số đường (số làn xe) với chiều dài đặt tải lớn hơn 25m thì hoạt tải tiêu chuẩn thẳng đứng T-Z,  $\varepsilon T$ , đều phải xét tới hệ số ghi trong bảng 5.

**Bảng 5.**

Số đường đặt tải hay số làn xe	2	3	4 trở lên*
Hệ số	0,9	0,8	0,7

\*Với đường sắt không đặt quá 3 đoàn tàu trên 3 đường cùng một lúc.

**5.3.3. Tải trọng thẳng đứng** do đoàn tàu toa rỗng của đường sắt lấy bằng 1T/m dài.

**5.3.4. Áp lực đất nằm ngang tiêu chuẩn** tác động lên mố do hoạt tải thẳng đứng đặt trên lăng thể phá hoại gây ra tùy thuộc trị số tải trọng, chiều cao đất đắp, đặc trưng  $\gamma_H$  và  $\varphi_H$  của đất, kiểu kết cấu mố trụ và điều kiện đặt tải trên lăng thể phá hoại, tính theo **phụ lục 8**.

**5.3.5. Áp lực tiêu chuẩn của đất** lên đốt cống và đoạn cống do hoạt tải thẳng đứng gây ra (tính bằng đơn vị tấn trên  $1m^2$  hình chiếu tương ứng của đường viền ngoài cống) xác định như sau:

a) Áp lực thẳng đứng do đoàn tàu đường sắt gây ra tính theo công thức:

$$q = \frac{0,3Z}{0,5H + 1,25}$$

b) Áp lực nằm ngang tính theo công thức:

$$e_q = \mu q$$

Ở đây:

Z: Cấp hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn của đoàn tàu.

H: Chiều cao đất đắp tính từ mặt trên của cống đến đáy tà vẹt hay đến mặt trên của lớp phủ mặt đường, tính bằng mét.

$\mu$ : Hệ số lấy theo **Điều 5.2.3**

**5.3.6. Tải trọng nằm ngang tiêu chuẩn** theo hướng ngang do lực ly tâm gây ra đối với cầu đặt trên đường cong có bán kính là R mét tính dưới dạng tải trọng rải đều C(T/m)

Đối với đường sắt, lực ly tâm có điểm đặt ở độ cao 2m kể từ đỉnh ray, với một đường đơn tính theo công thức sau:

Đối với cầu thép, cầu bê tông cốt thép, cầu bê tông và cầu đá:

- Khi  $V_k \leq 135\text{km/h}$

$$C = \frac{120}{R} k$$

Nhưng không lớn hơn 0,15k

Trong đó:

k: Hoạt tải thẳng đứng rải đều tương đương tiêu chuẩn ứng với đường ảnh hưởng chịu tải trọng nằm ngang tính theo T/m theo **phụ lục 7**.

**5.3.7. Tải trọng nằm ngang tiêu chuẩn theo hướng ngang do xe lắc gây ra** của đoàn tàu đường sắt trên đường sắt đơn lấy dưới dạng tải trọng rải đều (T/m) đặt ở đỉnh ray và xác định theo công thức sau:

$$S = 0,025Z$$

Trong đó

Z: Cấp hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn của đoàn tàu.

a) của tải trọng ô tô lấy bằng 0,4T/m với tải trọng thẳng đứng là H30, và 0,2T/m với H10, H13 ứng với bất kỳ số làn xe là bao nhiêu.

b) của tải trọng bánh xích hay bánh nặng lấy dưới dạng lực tập trung, với xe XB80 là 5T, với xe X-60 là 4T.

Tải trọng nằm ngang theo hướng ngang do xe lắc, gây ra được coi như đặt ở trên đỉnh mặt đường xe chạy hay trên đá vĩa (gờ chắn bánh).

**5.3.8. Tải trọng nằm ngang tiêu chuẩn** theo hướng dọc do lực hãm hay lực kéo gây ra lấy như sau:

Đối với cầu đường sắt tải trọng rải đều t, đặt ở độ cao 2 m kể từ đỉnh ray tác dụng dọc theo đường sắt về bất kỳ phía nào.

Trị số của tải trọng nói trên lấy bằng 10% trọng lượng hoạt tải tiêu chuẩn theo **phụ lục 7**.

Tải trọng do lực hãm hay lực kéo tính như sau: với cầu đường sắt đôi, tính lực hãm do một đường gây ra, cầu ba đường hay nhiều đường hơn nữa thì tính lực hãm do hai đường gây ra.

Lực kéo và lực hãm của hoạt tải trên phạm vi lãng thể phá hoại đều không tính.

Lực dọc nằm ngang do lực hãm và do lực kéo gây ra sẽ truyền qua các gối cố định của cầu kiều dầm hay các móng trụ của cầu có lực đẩy ngoài và phân bố đều giữa các gối đó. Lực dọc nằm ngang truyền qua gối di động thì mặc dù nó truyền vào gối cố định như thế nào, vẫn quy ước lấy như sau:

a) Trường hợp gối trượt lấy bằng 50% toàn bộ lực dọc.

b) Trường hợp gối con lăn, con lăn vát, con lăn hình quạt thì lấy bằng 25% toàn bộ lực dọc, nhưng không lớn hơn lực ma sát theo **Điều 5.4.5**.

c) Trường hợp trên một trụ đặt hai gối khác nhau (gối di động và gối cố định) thì lực dọc truyền lên trụ lấy bằng tổng các lực dọc truyền qua những gối, của hai nhịp hai bên trụ ấy. Tổng các lực này lấy không lớn hơn lực dọc truyền từ nhịp lớn hay truyền từ một trong hai nhịp bằng nhau tới trong trường hợp nếu nhịp này kê trên gối cố định đặt trên trụ đó.

*Chú thích:* Cho phép không tính áp lực thẳng đứng và mô men do chuyển rời lực hãm hay lực kéo từ điểm tác dụng của chúng đến:

- a) Trọng tâm gối khi tính mô trụ cầu
- b) Đáy ray khi tính mô
- c) Tim dầm ngang của khung – khi tính kết cấu khung

**5.3.9. Hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn** của đường người đi và của cầu bộ hành tính như sau:

- Đối với đường người đi của cầu đường sắt có ba lát lấy là  $1000\text{kg/m}^2$ .

Đối với đường công vụ dùng cho người đi trên cầu đường sắt, tải trọng nói trên được xét tới trong khi chỉ có tính tải tác dụng, còn trong tính toán các cấu kiện khác của kết cấu nhịp thì không xét.

Áp lực tập trung tính toán khi có các tải trọng khác tác dụng thì lấy như sau:

- a) Lực thẳng đứng đối với ván sàn đường người đi là  $180\text{kg}$ .
- b) Lực thẳng đứng hay lực nằm ngang đối với tay vịn của lan can là  $130\text{kg}$ .

**5.3.10. Hệ số động lực**  $(1+\mu)$  của hoạt tải đoàn tàu đường sắt lấy như sau:

**5.3.10.1.** Đối với hoạt tải thẳng đứng

a) Với những cấu kiện của kết cấu nhịp bằng thép và đối với những mô trụ bằng thép của cầu đường sắt các kiểu không kể là chạy trên hay chạy dưới đều tính:

$$1 + \mu = 1 + \frac{18}{30 + \lambda}$$

Nhưng không được nhỏ hơn 1,2 khi tính về cường độ và không nhỏ hơn 1,10 khi tính về độ chịu mỏi.

b) Đối với những kết cấu nhịp dầm bê tông cốt thép và kết cấu khung (kể cả những kết cấu bên trên vòm kiểu rỗng) với những mô trụ cầu rỗng bằng bê tông cốt thép và ống công trên:

Đường sắt khi chiều dày ba lát nhỏ nhất là  $0,25\text{m}$  (kể từ đáy tà vẹt)

$$1 + \mu = 1 + \frac{10}{20 + \lambda}$$

Nhưng không nhỏ hơn 1,15 khi tính về cường độ và không nhỏ hơn 1,10 khi tính về độ chịu mỏi.

Khi chiều dày ba lát, kể cả đất đắp, lớn hơn  $0,25\text{m}$  nhưng nhỏ hơn  $1,0\text{m}$  thì hệ số động lực xác định bằng cách nội suy từ các trị số tính được theo mục “b” và “c”.

c) Đối với kết cấu nhịp vòm bằng bê tông cốt thép, bê tông và đá có phần kết cấu bên trên là vòm kiểu đặc, với móng trụ đặc và cống, nền và móng cầu cống đường sắt khi chiều dày ba lát (kể cả đất đắp) không nhỏ hơn 1,0m, đối với cả những cấu kiện đã nêu trong mục “b” thì:

$$1 + \mu = 1,0$$

d) Với kết cấu nhịp vòm và cuốn vòm bê tông cốt thép có lực đẩy ngoài và với kết cấu phần trên vòm kiểu rỗng thì:

Đối với cầu đường sắt

$$1 + \mu = 1 + \frac{15}{100 + \lambda} \left( 1 + \frac{0,41}{f} \right)$$

Trong đó:

f: Mũi tên vòm

l: Khẩu độ vòm

**5.3.10.2.** Đối với hoạt tải nằm ngang và với áp lực đất do hoạt tải thẳng đứng gây ra:

$$1 + \mu = 1,0$$

Trị số  $\lambda$  (tính bằng mét) trong những công thức nói trên lấy như sau:

a) Đối với những cấu kiện của mặt cầu xe chạy, những cấu kiện chỉ chịu tải trọng cục bộ, và đối với những cấu kiện của móng trụ - lấy bằng chiều dài đặt tải của đường ảnh hưởng nội lực (ứng suất) tương ứng, xác định như một tổng chiều dài của các đoạn đặt tải.

Đối với cầu cống đường sắt trị số  $\lambda$  lấy ít nhất là 3m (trong đó bao gồm cả chiều dài đoạn phân cách khác dấu không đặt tải) còn khi tính toán bản máng ba lát mặt cầu (hướng ngang thì giả thiết bằng 0)

b) Đối với những cấu kiện chính của dàn chủ (dầm, vòm, khung) thì  $\lambda$  lấy bằng chiều dài của nhịp, hay chiều dài đặt tải trọng của đường ảnh hưởng nếu chiều dài này lớn hơn chiều dày nhịp.

*Chú thích:* 1. Hệ số động lực của hoạt tải xe XB80, X60 và cả hệ số động lực của hoạt tải đường người đi và của cầu bộ hành tính bằng

$$1 + \mu = 1,0$$

**5.3.11. Hệ số tải trọng của loại hoạt tải** và tác động của chúng nêu ở những điều từ **5.3.1 đến 5.3.10** lấy như sau:

**5.3.11.1.** Với tổ hợp tải trọng chính:

a) Do đoàn tàu đường sắt gây ra đối với cầu:

$n = 1,30 \quad 1,15 \quad 1,10$

khi  $\lambda = 0 \quad 50 \geq 150$

trong đó  $\lambda$  - chiều dài đặt tải của đường ảnh hưởng xác định theo Điều 5.3.11 nhưng không tính chiều dài những đoạn đặt toa xe rỗng.

Những trị số  $n$  trung gian xác định bằng cách nội suy: đối với công quy ước  $\lambda = 0$

b) Do đoàn tàu rỗng  $n = 1,0$

c) Do tải trọng xe bánh và xe xích:

$$n = 1,1$$

d) Do tải trọng đường người đi (trừ đường công vụ) và cầu bộ hành  $n = 1,4$ ; đối với đường người đi cho công vụ và tay vịn  $n = 1,1$ .

2. Với tổ hợp tải trọng phụ, hệ số tải trọng bằng  $0,8n$ .

3. Với tổ hợp tải trọng đặc biệt hệ số tải trọng bằng  $0,7n$ .

*Chú thích:* Khi xác định tải trọng tính toán của áp lực đất do hoạt tải thẳng đứng sinh ra thì góc ma sát trong tính toán phải lấy theo chỉ dẫn ở điều 5.2.7.

## 5.4. HOẠT TẢI VÀ TÁC ĐỘNG KHÁC

**5.4.1. Tải trọng gió nằm ngang tiêu chuẩn** theo hướng ngang tính theo cường độ gió trên bề mặt chắn gió tính toán như sau:

a) Khi trên cầu có hoạt tải thẳng đứng:

đối với cầu đường sắt  $100\text{kg/m}^2$

b) Khi trên cầu không có hoạt tải đứng:  $180\text{kg/m}^2$

c) Khi xét tổ hợp tải trọng đặc biệt (kể cả khi lắp ghép)  $50\text{kg/m}^2$

Bề mặt chắn gió tính toán xác định như sau:

1. Đối với những kết cấu công trình thì lấy theo đường viền thiết kế của kết cấu, tức là theo diện tích hình chiếu các bộ phận kết cấu trên mặt phẳng thẳng đứng trực giao với hướng gió và có xét tới hệ số sau:

Đối với dầm dàn hoa:

Khi có 2 dàn – 0,4

Khi có 3 hay nhiều dàn – 0,5

Đối với diện tích của vòm dàn hoa nằm giữa những thanh mạ và đối với mô trụ rỗng – 0,5.

Đối với diện tích của vòm dàn ở khoảng giữa từ mạ dưới tới thanh giằng hay ở khoảng giữa từ mạ trên tới mặt cầu và diện tích của phần kết cấu bên trên vòm rỗng – 0,2.

Đối với kết cấu nhịp đặc, mô trụ đặc và đối với những cấu kiện của mặt đường xe chạy 1,0.

Đối với lan can 0,3 – 0,8.

2. Đối với đoàn tàu đường sắt coi là một dải đặc có chiều cao là 3m, điểm tác dụng của áp lực gió ở cách đỉnh ray 2m.

Sự phân bố tải trọng gió theo chiều dài nhịp được phép coi là rải đều.

Chú thích: 1. Mặt chắn gió tính toán của phần đường xe chạy lấy bằng toàn bộ bề mặt bên của nó.

2. Tải trọng gió ở điều “b” không tính đồng thời với tải trọng do thuyền bè va.

3. Trong tải trọng gió đã có xét tới hệ số khí động 1,4.

**5.4.2. Tải trọng gió nằm ngang tiêu chuẩn** theo hướng dọc tác dụng trên kết cấu nhịp kiểu dàn hoa tính bằng 60% tải trọng gió tiêu chuẩn theo hướng ngang tác dụng vào dàn chủ.

Tải trọng gió nằm ngang theo hướng dọc tác dụng lên mô trụ phần cao hơn mặt đất hoặc mực nước thấp nhất thì cũng lấy với cường độ trên  $1m^2$  của mặt chịu gió tính toán tương ứng giống như tải trọng gió theo hướng ngang.

Lực nằm ngang do tải trọng gió hướng dọc gây ra tác dụng trên kết cấu nhịp coi như truyền xuống mô trụ giống như cách truyền lực của lực nằm ngang theo hướng dọc do lực hãm hay lực kéo gây ra (xem Điều 5.3.9).

*Chú thích:* Không tính tải trọng gió hướng dọc tác dụng vào kết cấu nhịp đặc, vào phần đoàn xe.

**5.4.3. Tải trọng tiêu chuẩn do lực va chạm** của tàu bè tác dụng lên mô trụ cầu lấy theo **bảng 6** và phụ thuộc vào trọng tải toàn phần của tàu.

Tải trọng do va tàu đặt tải giữa chiều rộng hai chiều dài của mô trụ ở cao độ mực nước thông thuyền tính toán; trừ trường hợp mô trụ có làm phần nhô ra để cố định cao độ tác dụng của tải trọng này, và trường hợp tải trọng tác dụng ở cao độ thấp hơn lại gây tác dụng bất lợi hơn.

Chú thích: Đối với mô trụ có bảo vệ khỏi va, không tính tải trọng nói trên.

**Bảng 6.**

Trọng tải toàn phần của tàu (T)	Tải trọng tính bằng Tấn			
	Dọc theo tim cầu từ phía nhịp		Ngang tim cầu từ phía	
	Có thông thuyền	Không thông thuyền	Thượng lưu	Hạ lưu, còn khi nước không chảy thì từ phía thượng lưu
12.000	100	50	125	100
8.000	70	40	90	70
4.000	65	35	80	65
2.000	55	30	70	55
500	25	15	30	25
250	15	10	20	15
100	10	5	15	10

**5.4.4. Tác động thay đổi nhiệt độ đối với những kết cấu** cầu siêu tĩnh ngoài thuộc hệ có lực đẩy ngoài bằng bê tông cốt thép, thép, bê tông và bằng đá thì tính toán tùy theo điều kiện xây dựng và điều kiện địa phương; khi đó dùng hệ số nở dài như sau:

Đối với thép 0,000012

Đối với bê tông và bê tông cốt thép: 0,00001

Đối với khối xây bằng đá thiên nhiên: 0,000008.

Biến đổi nhiệt độ tiêu chuẩn lấy như sau:

a) Đối với kết cấu, khi không có các chỉ dẫn hợp lý khác trong nhiệm vụ thiết kế cho mỗi công trình và cho các khu vực từ đèo Hải Vân trở vào phía Nam, thì lấy bằng + 0°C và + 60°C.

b) Nhiệt độ cao nhất lấy theo đường đẳng nhiệt tháng 6 hoặc tháng 7, nhiệt độ thấp nhất lấy theo đường đẳng nhiệt tháng giêng. Các khu vực từ đèo Hải Vân trở vào phía Nam thì lấy bằng + 5°C và 55°C.

Nhiệt độ khớp công trình lấy trong khoảng từ 15-30% trên 0° tùy theo khí hậu địa phương (tính với điều kiện bất lợi cho công trình).

Trong mô trụ bê tông đổ liền khối và trong phần bê tông nhồi trong cột ống bê tông cốt thép phải tính sự phân bố nhiệt không đồng đều trong khối nề.



*Chú thích:* không tính tác động của nhiệt độ lên công, lên cầu đá có khẩu độ dưới 15m, đường tên vòm lớn hơn 1/4 khẩu độ và móng trụ không đặt trên đá.

**5.4.5. Tác động ma sát tiêu chuẩn hay tính toán** trên gối di động của kết cấu nhịp lấy dưới dạng lực dọc nằm ngang truyền qua gối di động và gối cố định đều bằng.

$$T_f = f N$$

*Trong đó:* N – Phản lực ở gối do trị số tiêu chuẩn hay tính toán của tĩnh tải và hoạt tải (không tính động lực) gây ra.

f – Hệ số ma sát trên gối di động, khi là gối con lăn, gối con lăn vát hay gối hình quạt lấy bằng 0,05 còn những trường hợp khác lấy bằng 0,5.

Lực ma sát cần xét trong tính toán kết cấu gối và những phần của móng trụ và kết cấu nhịp kề với gối, cũng như phải xét trong tính toán trụ nặng trên nền đá.

**5.4.6. Tải trọng động đất tính cho những công trình** xây dựng ở vùng có động đất từ cấp 6 trở lên.

Vùng động đất và địa điểm xây dựng công trình lấy theo bản đồ phân vùng động đất của Ủy ban khoa học Nhà nước.

Tải trọng động đất tính toán lấy bằng cấp động đất của địa điểm xây dựng công trình, đối với cầu lớn lấy tăng lên một cấp.

Trị số tải trọng động đất lấy theo các tiêu chuẩn riêng.

**5.4.7. Tải trọng do thi công tác dụng** lên kết cấu khi lắp ráp hay khi xây dựng tại chỗ (trọng lượng bản thân, trọng lượng giàn giáo thi công, trọng lượng cần trục, lực đẩy lệch một bên v.v...) và cả khi vận chuyển hoặc chế tạo những cấu kiện thì lấy theo số liệu thiết kế có xét điều kiện dự kiến thi công, trọng lượng lớn nhất của thiết bị và của người có khả năng xảy ra.

Đối với trọng lượng bản thân của cấu kiện treo trên cần trục phải tính hệ số động lực bằng 1,2 và 0,85; khi trọng lượng cấu kiện lớn hơn 20 tấn thì hệ số lấy bằng 1,1 và 0,95.

Tải trọng do cần trục gây ra có tính cả trọng lượng cấu kiện lắp ráp cũng phải tính với hệ số động lực nói trên.

**5.4.8. Hệ số tải trọng n đối với hoạt tải** nêu trong Điều từ 5.4.1 đến 5.4.7 lấy theo bảng 7.

**Bảng 7 .Hệ số a**

Loại tải trọng tiêu chuẩn	Tổ hợp tải trọng		
	Chính	Phụ	Đặc biệt
Tải trọng gió	1,5	1,2	1,0
Tải trọng va tàu và tác động biến đổi nhiệt độ, khi ngoài các tải trọng này có tính thêm:			
a) Tải trọng thuộc tổ hợp chính	-	1,1	0,8
b) Bất kỳ tải trọng nào khác	-	1,0	0,8
Tải trọng động đất			
Tải trọng xây dựng:	-	-	1,0
a) Lực do kích khi nâng và di chuyển	-	-	1,3
b) Những lực khác	-	-	1,0

Chú thích:

1. Trị số hệ số tải trọng của tải trọng do thi công nêu ở trên trong trường hợp cần thiết phải xét đến điều kiện và phương pháp xây dựng công trình cụ thể mà chỉnh lý lại.
2. Những tác động được xét đến trong khi xây dựng và còn tồn tại trong thời gian sử dụng (trọng lượng bản thân kết cấu, hiệu chỉnh ứng suất nhân tạo, sự vượt tải của các cấu kiện v.v...) thì coi như là tải trọng tĩnh và tính với hệ số tải trọng tương ứng theo Điều 5.2.7.

## MỤC LỤC

<b>6. KẾT CẤU THÉP.....</b>	<b>1</b>
6.1. VẬT LIỆU.....	1
6.2. ĐẶC TRƯNG TÍNH TOÁN CỦA VẬT LIỆU VÀ LIÊN KẾT .....	2
6.3. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC VÀ MÔ MEN.....	7
6.4. CHIỀU DÀI TỰ DO VÀ ĐỘ MẢNH CỦA THANH.....	14
6.5. TÍNH TOÁN CÁC BỘ PHẬN KẾT CẤU .....	19
6.6. TÍNH TOÁN MỐI NỐI VÀ LIÊN KẾT.....	30
6.7. TÍNH TOÁN BẢN GIẰNG, TÂM LIÊN KẾT KHOÉT LỖ VÀ HỆ THANH GIẰNG ..	35
6.8. TÍNH GÓI CẦU.....	36
6.9. NHỮNG YÊU CẦU, CƠ BẢN VỀ CẤU TẠO.....	37
6.10. MẶT CẮT VÀ ĐỘ MẢNH CỦA CẤU KIỆN.....	39
6.11. NỆP TĂNG CƯỜNG CỦA DẦM ĐẶC CHỊU UỐN .....	44
6.12. YÊU CẦU VỀ CÁC LIÊN KẾT TÁN NỐI VÀ HÀN NỐI.....	46
6.13. CHI TIẾT KẾT CẤU .....	50
6.14. CẤU TẠO BẢN GIẰNG, TÂM LIÊN KẾT KHOÉT LỖ VÀ THANH GIẰNG.....	53
6.15. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO CỦA KẾT CẤU NHỊP HÀN TÁN KẾT HỢP .....	54
6.16. CẤU TẠO GÓI CẦU.....	56

## 6. KẾT CẤU THÉP.

### 6.1. VẬT LIỆU

#### 6.1.1. Những vật liệu chủ yếu của cầu thép là:

1. Đối với những cầu kiện bằng thép cán không chịu hàn ghép:

a) Thép cac-bon lò Mác-Tanh cán nóng số hiệu: “CT3 cầu” dùng làm cầu.

b) Thép kết cấu hợp kim thấp lò Mác-Tanh số hiệu 15XCHD với yêu cầu bổ sung về độ dài xung kích ở nhiệt độ âm; cho phép dùng những thép hợp kim thấp có số hiệu khác, nhưng chất không kém hợp kim trên và phải có căn cứ thích hợp.

2. Đối với các cầu kiện bằng thép chịu hàn ghép, chế tạo ở nhà máy.

a) Thép cac-bon lò Mác-Tanh cán nóng, số hiệu 16C dùng làm cầu.

b) Những loại thép hợp kim thấp nêu ở điểm 1 “b” kèm theo yêu cầu bổ sung về độ dài xung kích sau khi đã hóa giá cơ học.

Trong cầu hàn đường sắt cho phép dùng những loại thép hợp kim thấp này, nhưng phải tuân theo các chỉ dẫn riêng.

3. Đối với những bộ phận đúc – dùng thép cac-bon đúc số hiệu 25, 30, 35 nhóm II.

4. Đối với bu-lông chốt, con lăn và bu-lông ở nút dùng thép cac-bon lò Mác-Tanh rèn (hay cán nóng) số hiệu BCT5.

5. Đối với kết cấu nhịp cầu treo, cầu dàn dây và kết cấu nhịp ứng suất trước – dùng dây cáp thép theo những chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

5. Để đỡ đặc những đầu dây cáp thép thanh treo hình cốc dùng hợp kim kẽm – nhôm SiAM 9-1.

7. Đối với những đỉnh tán dùng thép cac bon lò Mác-Tanh cán nóng số hiệu “CT.2 đỉnh tán”.

8. Đối với bu-lông tinh chế - dùng thép cac-bon lò Mác-Tanh cán nóng số hiệu BCT.3.

9. Đối với bu-lông cường độ cao và đai ốc của nó – dùng thép chế tạo máy hợp kim thấp số hiệu 40Cr được gia công nhiệt để đảm bảo cường độ cực hạn của bu-lông và đai ốc ít nhất là  $140\text{kg/mm}^2$ .

10. Để hàn tự động (bán tự động) các cầu kiện bằng thép số hiệu 16C-dùng dây hàn bằng thép cac-bon số hiệu CB.08A và CB-08RA và thuốc hàn chảy số hiệu OCSi-45 và AH-348-A (OCSi-45M và AH-348-AM); để hàn tự động (bán tự động) các cầu kiện bằng thép số hiệu 15XCHD phải dùng dây hàn bằng thép số hiệu CB-08RA, CB-08RC và CB-10R2 và thuốc hàn chảy số

hiệu OCSi-45 và AH-348-A (OCSi-45M và AH-348-AM). Cho phép dùng dây hàn thuốc hàn chảy có số hiệu khác, nhưng phải có căn cứ thích hợp và đảm bảo được tính chất cơ học của mạch hàn không kém thép cơ bản.

11. Khi hàn tay các cấu kiện bằng thép số hiệu 16C phải dùng que hàn điện loại E-42A, các cấu kiện bằng thép hợp kim thấp số hiệu 15XCHD phải dùng que hàn điện E-50A; khi hàn tay các chi tiết phụ bằng thép các-bon số hiệu BCT3 và CT-O cho phép dùng que hàn điện loại E-42.

Chú thích: 1. Đối với bản ngăn nẹp tăng cường, lè người đi, thiết bị kiểm tra cũng như các cấu kiện cầu bộ hành, cho phép dùng thép các-bon cán nóng lò Mác-Tanh số hiệu BCT-3 (thép sulf) nếu các cấu kiện đó không cần hàn; đối với cấu kiện cần hàn của đường người đi, của thiết bị kiểm tra cũng như các cấu kiện cầu bộ hành cho phép dùng thép các-bon lò Mác-Tanh cán nóng số hiệu BCT-3 dùng cho kết cấu hàn;

2. Đối với các chế phẩm bằng thép của mặt cầu, lan can cầu thang và bản che gối cầu cho phép dùng thép các-bon cán nóng lò Mác-Tanh số hiệu CT-0.

3. Trong các kết cấu nhịp bằng thép hợp kim thấp việc sử dụng hợp lý thép các-bon để làm mặt cầu xe chạy, thanh liên kết, thanh treo, thanh giằng và bản giằng của các cấu kiện giàn chủ phải xét đến ảnh hưởng biến dạng của cấu kiện chính mà quyết định. Riêng bản ngăn ngang và thép góc nẹp tăng cường của kết cấu nhịp bằng thép hợp kim thấp thì nên dùng thép các-bon.

4. Kết cấu nhịp cầu bằng thép hợp kim thấp cho phép dùng đinh tán bằng thép kết cấu hợp kim thấp lò Mác-Tanh số hiệu 09G2; thỏa mãn các yêu cầu sau đây (thử hai lần cho một nhóm):

Thử độ lún trong trạng thái nguội khi:

$$x = \frac{h_1}{h} = 0,5$$

Thử độ lún trong trạng thái nóng tới 1/2 chiều cao;

Thử rèn mũ và đập bệt trong trạng thái nguội cho tới khi đường kính bằng 2,5 lần đường kính thanh thép.

## 6.2. ĐẶC TRUNG TÍNH TOÁN CỦA VẬT LIỆU VÀ LIÊN KẾT

**6.2.1. Cường độ tính toán cơ bản** của các loại thép nêu trong **Điều 6.1.1.** dùng cho các kết cấu tán nối và hàn phải lấy theo bảng 1 (theo ứng suất pháp tuyến).

**Bảng 1. Cường độ tính toán cơ bản của thép**

Loại thép	Cường độ tính toán (kG/cm <sup>2</sup> )	
	Khi chịu tác dụng của lực dọc trục R <sub>o</sub>	Khi chịu uốn R <sub>u</sub>
Thép các-bon số hiệu “CT.3 cầu” 16C, 16D	1900	2000
Thép hợp kim thấp số hiệu 15.XCHD	2700	2800
Thép hợp kim thấp số hiệu 10.XCHD	3200	3300
Thép các-bon rèn hay cán nóng số hiệu BCT.5	2000	2100
Thép các-bon đúc số hiệu 25L	1500	1600

*Chú thích:* 1. Cường độ tính toán R<sub>u</sub> tính bằng 1,05 R<sub>o</sub> (lấy tròn số) trong đó 1,05 – hệ số tính chuyển khi mặt cắt chịu uốn.

2. Đối với thép cán hợp kim thấp số hiệu 15XCHD bề dày lớn hơn 32 mm và đối với thép cán hợp kim thấp số hiệu khác, thì cường độ tính toán phải xác định theo những chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

Khi lực dọc và mô men uốn cùng tác dụng; và khi cấu kiện chịu uốn xiên thì cường độ tính toán lấy theo **Điều 6.5.1.**

Cường độ chịu cắt tính toán của hợp kim SiAM 9 – 1,5, lấy bằng 500kG/cm<sup>2</sup>.

**6.2.2. Các loại cường độ tính toán khác của thép trong các cấu kiện của kết cấu và liên kết lấy bằng cường độ tính toán cơ bản tương ứng R<sub>o</sub> nhân với hệ số tính chuyển nêu trong bảng 2 và 3 tùy theo dạng ứng suất.**

Cường độ tính toán (sức chịu lực tính toán) của một bu lông cường độ cao tại mỗi chỗ tiếp xúc giữa các mặt tiếp xúc xác định theo công thức.

$$S = 0,75N.f$$

Trong đó:

N – Lực kéo kiểm tra tính toán của một bulông; đối với bulông đường kính 18,22 và 24mm (đường kính tiêu chuẩn của lỗ đặt bulông là 20, 23 và 26mm) lấy tương ứng bằng 13, 20 và 24T.

f – Hệ số ma sát (trường hợp làm sạch mặt tiếp xúc bằng cách phun cát hay phun lửa) lấy bằng 0,45 đối với thép các-bon và bằng 0,55 đối với thép hợp kim thấp.

0,75 – Hệ số điều kiện làm việc.

Cường độ tính toán của kim loại trong mạch hàn, khi hàn tự động, bán tự động và hàn tay, lấy như cường độ tính toán của kim loại cán cơ bản dùng trong cấu kiện hàn; nếu mạch hàn chịu lực dọc trục và chịu uốn, lấy theo bảng 1 còn nếu chịu ứng suất tiếp tuyến thì phải xét đến hệ số tính chuyển theo bảng 2.

**Bảng 2. Hệ số tính chuyển sang cường độ dẫn xuất của thép trong các cấu kiện của kết cấu.**

TT	Trạng thái ứng suất	Hệ số tính chuyển
1	Cắt	0,6
2	Ép mặt tựa đầu (khi có gia công cho khí)	1,5
3	Ép mặt cục bộ khi tiếp xúc khí	0,75
4	Nén theo đường kính khi lăn tự do	0,04
5	Ép mặt theo đường kính của bu lông chốt ở nút	1,50
6	Uốn của bu lông chốt ở nút (khi có khe hở rất nhỏ giữa hai mặt tiếp xúc của các cấu kiện ghép có hai bản bụng cần liên kết)	1,75

*Chú thích:* Khi ứng suất tiếp tuyến phân bố không đều, đối với trường hợp chịu cắt phải nhân thêm với hệ số  $c'$  theo Điều 6.5.1 và 6.6.12

**Bảng 3. Hệ số tính chuyển sang cường độ của liên kết đinh tán và bu lông**

(tính tỉ lệ với cường độ của kim loại kết cấu)

Số hiệu thép	Đinh tán (bulông)		CT.2 đinh tán (CT3)		09G2
	Kết cấu		Thép cac bon	Thép hợp kim thấp	Thép hợp kim thấp
Loại đinh tán (bulông)	Ở nhà máy (tinh chế)	Chịu cắt	0,80	0,55	0,80
		Chịu ép mặt	2,00	2,00	2,00
	Khi lắp ráp (nửa tinh chế)	Chịu cắt	0,70	0,50	0,70
		Chịu ép mặt	1,75	1,75	1,75

*Chú thích:* Đối với đinh tán đầu chìm và đầu nửa chìm, hệ số tính chuyển giảm đi: 20%.

**6.2.3. Hệ số  $\gamma$  triết giảm cường độ tính toán** của kim loại cơ bản ở các cấu kiện, các liên kết hàn, đinh tán và bu lông khi tính theo độ chịu mỗi các kết cấu liên kết bằng đinh tán và hàn, lấy theo công thức:

$$\gamma = \frac{1}{(a\beta + b) - (a\beta - b)\rho} \leq 1$$

Trong đó  $\beta$  - Hệ số có hiệu của ứng suất tập trung lấy theo phụ lục 12;

$\rho$  - Đặc trưng chu kỳ ứng suất thay đổi

$$\rho = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

$\sigma_{\min}$  và  $\sigma_{\max}$  - Các trị số ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất (trị số tuyệt đối) có kèm theo dấu của chúng (khi kéo – lấy dấu cộng, khi nén lấy dấu trừ). Những trị số này xác định theo vẽ trái công thức trong **bảng 9** và theo **Điều 6.6.12**.

a và b – Hệ số đối với kết cấu bằng thép các bon lấy a = 0,58; b = 0,26; đối với kết cấu thép hợp kim thấp lấy a = 0,65; b = 0,30.

Khi xác định hệ số  $\gamma$  cho kim loại cơ bản của cấu kiện liên kết bằng đinh tán, bu lông và hàn tại nhà máy chủ yếu chịu lực nén do tải trọng ngoài sinh ra ( $\sigma_{\max} < 0$ ) thì các dấu nằm trong hoặc ở mẫu số của công thức (khi kiểm tra theo ứng suất  $\sigma_{\max}$ ) phải đổi ngược lại.

Đối với những cấu kiện (và các liên kết của chúng) của đường xe chạy và những cấu kiện chịu tải trọng cục bộ (và các liên kết của chúng) của giàn chủ khi chiều dài đặt lực của đường ảnh hưởng  $\lambda < 22m$ , thì hệ số a tính tăng lên A lần; trị số A tính theo công thức:

$$A = B - C\lambda \geq 1$$

Các trị số B và C phụ thuộc vào trị số của hệ số  $\beta$  lấy theo bảng 4

Đối với các cấu kiện và liên kết của cầu ô tô và cầu thành phố trong mọi trường hợp trị số a đều tính giảm đi 30%

**6.2.4.** Mô đun đàn hồi tính toán lấy như sau:

Mô đun đàn hồi dọc của thép và thép đúc – 2.100.000kg/cm<sup>2</sup>

Mô đun cắt của thép và thép đúc – 840.000kg/cm<sup>2</sup>



**Bảng 4. Các giá trị của hệ số B và C**

$\beta$	Thép cac bon		Thép hợp kim thấp	
	B	C	B	C
1,0	1,45	0,0205	1,65	0,0295
1,1	1,48	0,0218	1,69	0,0315
1,2	1,51	0,0232	1,47	0,0335
1,3	1,54	0,0245	-	-
1,4	1,57	0,0258	1,83	0,0375
1,5	1,60	0,0271	1,87	0,0395
1,6	1,63	0,0285	1,91	0,0415
1,7	1,66	0,0298	1,96	0,0435
1,8	-	-	2,00	0,0455
1,9	-	-	2,04	0,0475
2,0	1,74	0,0338	-	-
2,2	-	-	2,18	0,0536
2,3	1,83	0,0377	-	-
2,4	-	-	2,27	0,0576
2,5	1,89	0,0404	-	-
2,6	1,92	0,0417	-	-
2,7	1,95	0,0430	-	-
3,1	-	-	2,57	0,0716
3,2	-	-	2,62	0,0737
3,4	2,15	0,0523	-	-
3,5	-	-	2,75	0,0797
3,7	-	-	2,84	0,0837
4,4	-	-	3,15	0,0977

## TÍNH TOÁN

### 6.3. XÁC ĐỊNH NỘI LỰC VÀ MÔ MEN

**6.3.1. Nội lực và mô men** trong các bộ phận kết cấu đều xác định theo giai đoạn chịu lực đàn hồi. Điều đó quy ước cho cả những trường hợp riêng biệt khi cho phép biến dạng dẻo; biến dạng dẻo được xét bằng cách đưa các hệ số quy định trong những điều tương ứng của chương này.

Những biến dạng cũng xác định theo giai đoạn chịu lực đàn hồi, không kể đến sự giảm yếu của tiết diện do các lỗ đinh tán và bu lông.

**6.3.2. Sơ đồ tính toán kết cấu được lựa chọn** cho phù hợp với sơ đồ hình học thiết kế của nó. Khi xác định sơ đồ tính toán, cho phép không xét đến độ võng xây dựng và biến dạng do tải trọng.

Đường tim của thanh là đường nối liền các trọng tâm mặt cắt của thanh. Khi đường tim của thanh không trùng với đường nối liền giữa các tâm của nút thì cho phép không xét độ lệch tâm trong tính toán nếu không vượt quá:

1,5% chiều cao mặt cắt, đối với thanh hình chữ  $\Pi$  chữ I và thanh ghép bằng hai thanh  $\subset$

0,7% chiều cao của mặt cắt, đối với thanh chữ H.

*Chú thích:* 1. Trong kết cấu nhịp chịu lực đẩy ngang bên ngoài phải xét đến biến dạng do tải trọng trong sơ đồ tính toán, nếu ảnh hưởng của biến dạng đó đến ứng suất vượt ra ngoài giới hạn chính xác của tính toán.

2. Đối với các thanh giằng và các thanh liên kết có mặt cắt là một thép góc, lấy tim theo đường đinh tán, cho phép không xét độ lệch tâm của tim thanh so với tâm của nút.

**6.3.3. Đối với kết cấu nhịp cầu không gian**, cho phép phân thành nhiều hệ mặt phẳng riêng biệt để tính toán được đơn giản: giàn chủ hoặc dầm chủ, hệ liên kết giữa chúng, hệ mặt cầu. Nhưng phải xét sự cùng chịu lực và ảnh hưởng lẫn nhau giữa các hệ mặt phẳng này.

**6.3.4. Trong loại giàn hoa, liên kết cứng** ở nút của các thanh, khi tính toán được coi là khớp, nếu kết cấu đảm bảo không biến dạng hình học và nếu (đối với giàn chủ) tỷ số giữa chiều cao của mặt cắt với chiều dài của thanh không lớn quá 1/15.

Khi tỷ số trên lớn quá 1/15, thì phải tính đến mô men uốn trong các thanh của giàn chủ do độ cứng của nút, cũng như do điều chỉnh ứng suất gây nên, nếu trong đồ án có dự kiến sự điều chỉnh đó.

Khi tính độ chịu mỏi của các thanh và liên kết trong giàn hoa hàn nối toàn bộ, phải tính mô men uốn do độ cứng của nút gây ra với bất kỳ tỷ số nào giữa chiều cao của mặt cắt với chiều dài thanh.

Trong giàn hoa, cho phép xét tới độ cứng của nút theo phương pháp gần đúng; riêng lực dọc cho phép xác định theo sơ đồ tính toán kiểu khớp.

Khi kiểm toán về cường độ nếu xét đến ứng suất phụ do độ cứng của nút gây ra, cũng như khi tính toán độ chịu mỏi trong trường hợp tỷ số giữa chiều cao mặt cắt với chiều dài thanh nhỏ hơn 1/15, xét đến độ cứng của nút, dùng hệ số điều kiện làm việc  $m_2 = 1,2$

*Chú thích:* 1. Phải tính đến ứng suất phụ trong những thanh mạ của giàn gây ra do biến dạng của những thanh treo, với bất kỳ tỷ số nào giữa chiều cao mặt cắt với chiều dài thanh.

2. Trong giàn hoa chủ không nên chọn chiều cao của mặt cắt thanh lớn hơn 1/10 chiều dài của thanh, trừ các thanh mạ chịu hoạt tải thẳng đứng ở ngoài điểm nút.

**6.3.5. Khi tính toán giàn hoa có thanh mạ ở cùng cao độ với mặt cầu, nếu thanh mạ cùng chịu tác dụng đồng thời của lực dọc trục và mô men uốn do hoạt tải thẳng đứng bên ngoài điểm nút gây nên, thì phải xét đến độ cứng tại nút của thanh mạ với bất kỳ tỷ số nào giữa chiều cao mặt cắt với chiều dài của khoang. Trong tính toán tất cả các thanh và liên kết tán nối hoặc hàn nối đều phải xét đến độ cứng các nút thanh mạ.**

Còn tính chất cứng của các nút khác, kể cả liên kết thanh mạ với các thanh đứng và kiểu giàn đều theo quy định ở **Điều 6.3.4.**

Khi tính thanh mạ chịu hoạt tải đặt ngoài điểm nút, hệ số  $m_2$  không xét.

*Chú thích:* khi chiều cao mạ trên nhỏ hơn 1/10 chiều cao ở giữa nhịp của giàn, và khi chiều dài khoang của thanh mạ không quá 3m, thì mômen uốn ở mặt cắt bất kỳ chỗ nào của thanh mạ đều được phép giả định bằng  $\pm 0,6$  lần mômen ở giữa nhịp của dầm giàn đơn, có nhịp bằng chiều dài một khoang, còn lực dọc trục trong các thanh giàn sẽ tính theo trường hợp không xét đến độ cứng của nút thanh mạ.

**6.3.6. Mô men uốn ở mặt cắt** bất kỳ của những thanh nằm ngang, thanh xiên của giàn hoa chủ và các thanh giằng dưới tác dụng của trọng lượng bản thân của thanh lấy bằng 0,8 lần mô men của một thanh đặt tự do.

**6.3.7. Các thanh của kết cấu nhịp** (thanh đứng, thanh chống ngang, thanh căng, thanh liên kết) dùng để giảm chiều dài tự do của các thanh chịu nén phải kiểm toán dưới tác dụng của lực đẩy, lấy bằng 3% lực dọc trục của thanh chịu nén.

**6.3.8. Đối với kết cấu nhịp có hai hệ thống** liên kết dọc, tải trọng nằm ngang lấy theo bảng 5.

Bảng 5. Tải trọng tác dụng lên các thanh liên kết tính bằng % của toàn bộ tải trọng nằm ngang

Tải trọng	Tác dụng lên hệ liên kết dọc	
	Ở độ cao hệ mặt cầu	Ở mặt phẳng của thanh mạ không có hệ mặt cầu
- Áp lực gió lên giàn chủ	60	60
- Áp lực gió lên hệ mặt cầu và đoàn tàu - Lực lắc ngang của đoàn tàu - Tải trọng do lực ly tâm	80	40

**6.3.9. Nội lực trong các thanh mạ** của giàn chủ do áp lực gió gây ra được xác định như đối với giàn phẳng kiểu dầm có nhịp tính toán bằng nhịp tính toán của giàn chủ, sau đó lấy kết quả tính được nhân với cát tuyến của góc nghiêng giữa thanh mạ với đường nằm ngang.

Sơ đồ tính toán của hệ liên kết dọc giữa các sườn vòm cầu chịu lực đẩy ngang, được phép tính như loại giàn kiểu dầm ngàm hai đầu trên gối.

**6.3.10. Khi tính các thanh chéo, thanh đứng** của giàn chủ đều không tính đến áp lực gió, trừ các thanh của cổng cầu, đối với các thanh mạ dưới của kết cấu nhịp kiểu dầm có khung cổng cầu đặt xiên, thì cần phải tính ảnh hưởng của nội lực dọc trong chân xiên cổng cầu do tác dụng gió gây ra.

**6.3.11. Mô men uốn của các chân khung cổng cầu** có mặt cắt hai bản bụng dưới tác dụng của tải trọng nằm ngang, sẽ tính theo giả định là đầu dưới khung ngàm cứng.

Khi xà ngang khung cổng cầu là một giàn hoa, vị trí của điểm trên chân cổng cầu có mô men bằng không được phép xác định theo công thức:

$$l_0 = \frac{c(c+2l)}{2(2c+l)}$$

Trong đó:  $l_0$  – Khoảng cách từ điểm có mô men bằng không đến nút ở chân khung;

$l$  – Chiều dài của chân khung cổng cầu tính từ tim nút tựa trên nút chân khung đến tim nút trên của xà ngang.

$c$  – Khoảng cách tính từ tim nút gối bên dưới đến tim nút dưới của hệ cổng cầu.

**6.3.12. Đối với các thanh mạ của giàn chủ** phải tính nội lực dọc trực do lực hãm hay lực kéo đoàn tàu gây ra; các lực này đều truyền tới gối cầu.

Đối với các thanh tập trung vào nút ở các gối của loại giàn chủ không chịu lực đẩy ngang bên ngoài, phải tính mô men uốn trong mặt phẳng của giàn do lực hãm hoặc sức kéo gây ra, mô men này gây ra do có độ lệch tâm giữa tim của khớp gối cầu so với tim thanh mạ.

Đối với những thanh tập trung vào nút ở gối di động có một con lăn của giàn hoa chủ phải tính mô men uốn trong mặt phẳng giàn gây ra do vị trí điểm đặt của phân lực gối lệch tâm so với tim nút, độ lệch tâm này phát sinh khi con lăn gối cầu di chuyển.

Những mô men uốn nói trong điều này sẽ phân bố cho các thanh, tỷ lệ với độ cứng dài của các thanh tập trung vào một nút ở gối.

**6.3.13. Tìm gối các hệ liên kết dọc có hình bất chéo,** hình thoi và hình tam giác, khi tính nội lực của các thanh giằng, phải tính ảnh hưởng do biến dạng những thanh mạ của giàn chủ hay dầm chủ (dưới tác dụng của toàn bộ tải trọng thẳng đứng kể cả trọng lượng bản thân kết cấu nhịp).

Nội lực do tải trọng thẳng đứng gây ra của các thanh giằng trong những hệ liên kết dọc nói trên được phép xác định theo công thức sau đây:

Nội lực trong các thanh giằng chéo của hệ liên kết: có hình bất chéo:

$$S_d = \frac{S_n}{F_n} \cdot \frac{F_d \cos^2 \alpha}{\left(1 + 2 \frac{F_d}{F_p} \cdot \sin^3 \alpha\right)} \quad (1)$$

Hoặc là:

$$S_d = F_d (\sigma_d \cos^2 \alpha + \sigma_{n\sigma} \sin^2 \alpha) \quad (2)$$

Có hình thoi:

$$S_d = \frac{S_n}{F_n} \cdot \frac{F_d \cos^2 \alpha}{\left(1 + 2 \frac{F_d}{F_p} \cdot \sin^3 \alpha + \frac{F_d}{48I} B^2 \cdot \cos^3 \alpha\right)} \quad (3)$$

Có hình tam giác:

$$S_d = \frac{S_n}{F_n} \cdot \frac{F_d \cos^2 \alpha}{\left(1 + 2 \frac{F_d}{F_p} \cdot \sin^3 \alpha + \frac{F_d}{12I} B^2 \cdot \cos^3 \alpha\right)} \quad (4)$$

Nội lực của các thanh chống ngang của tất cả ba hệ liên kết dọc nêu trên:

$$S_P = (S_d^{IEB} + S_d^{nP}) \cdot \sin \alpha$$

Ở đây  $S_n$  và  $F_n$  - Nội lực và diện tích mặt cắt thanh mạ\*;

$S_d$  và  $F_d$  – Nội lực và diện tích mặt cắt của thanh giằng chéo;

$S_p$  và  $F_p$  – Nội lực và diện tích mặt cắt của thanh chống ngang (trường hợp thanh chống ngang là dầm ngang chịu uốn, trong các công thức (3) và (4) lấy  $F_p = \infty$  còn nội lực trong các thanh giằng chéo của hệ liên kết dọc có hình bất chéo xác định theo công thức (2);

$I$  – Mô men quán tính của thanh mạ đối với trục thẳng đứng;

$\alpha$  - Góc giữa thanh giằng chéo và thanh mạ;

$\sigma_n$  - Ứng suất pháp tuyến trong thanh mạ;

$\sigma_{n\sigma}$  - Ứng suất bình quân (tương đương) trong cánh dưới của dầm ngang.

$S_d^{IEB}$  và  $S_d^{np}$  - Nội lực trong các thanh giằng chéo tương ứng ở phía bên trái và bên phải của thanh chống ngang.

$B$  – Khoảng cách giữa các tim giàn

Đối với những thanh liên kết của dầm đặc phải thay số hạng  $\frac{S_n}{F_n}$  bằng ứng suất tác dụng trong dầm ứng với độ cao bố trí mặt phẳng của hệ liên kết: ứng suất này tính theo mặt cắt nguyên.

Trường hợp mặt phẳng của hệ liên kết dọc không bố trí ở cùng độ cao với cánh của dầm, khi tính theo công thức (2), nội lực trong các thanh giằng chéo phải nhân với hệ số bằng tỷ số của ứng suất pháp tuyến ở mức thanh liên kết chia cho ứng suất ở thớ mép của mặt cắt dầm đặc.

Cho phép không tính nội lực trong các thanh liên kết dọc thuộc hệ chữ K gây ra do tải trọng thẳng đứng.

Đối với kết cấu nhịp hàn toàn bộ, tùy theo phương pháp lắp ráp mà xét ảnh hưởng của hệ liên kết dọc làm giảm nội lực sinh ra do toàn bộ tải trọng hoặc chỉ do hoạt tải thẳng đứng trong thanh mạ của giàn chủ; còn đối với kết cấu nhịp tán nối hay hàn tán kết hợp, bất kể lắp ráp theo phương pháp nào, cũng chỉ xét đối với hoạt tải thẳng đứng.

**6.3.14. Đối với hệ liên kết dọc hình tam giác (cũng như trường hợp hệ hình thoi) trong tính toán cường độ và độ chịu mỏi, cần xét đến mô men uốn trong thanh mạ tác dụng trong mặt phẳng của hệ liên kết và được xác định tại mặt cắt ở những nút nối thanh liên kết vào thanh mạ theo công thức:**

$$M = \pm \frac{S_p \cdot d}{4}$$

*Trong đó:*  $S_p$  – Nội lực trong các thanh chống ngang do biến dạng thanh mạ gây ra.

$d$  – Chiều dài khoang của thanh liên kết (giữa những nút nối thanh liên kết vào thanh mạ trong phạm vi một thanh giằng chéo).

Trong tính toán về cường độ thanh mạ, nếu xét tới ứng suất phụ trong thanh mạ do mô-men uốn trên thì phải dùng hệ số điều kiện làm việc  $m_2 = 1,2$ .

Trong tính toán về ổn định thanh mạ, không cần xét đến mô-men uốn trong thanh mạ do nội lực của thanh liên kết gây ra.

**6.3.15. Đối với kết cấu nhịp tán nối và hàn tán kết hợp**, thì mô-men uốn (ở phần giữa nhịp) lực cắt và phản lực gối tác dụng theo mặt phẳng đứng trong dầm dọc sẽ tính như dầm giản đơn.

Khi tính bản con cá hay chân đỡ có bản con cá hoặc các kết cấu chịu uốn khác ở chỗ liên kết dầm dọc với dầm ngang, thì mô-men âm ở gối lấy bằng 0,6 lần mô-men giữa nhịp dầm dọc tính như dầm giản đơn.

**6.3.16. Khi tính nội lực và mô-men** trong những dầm thuộc hệ mặt cầu của kết cấu nhịp hàn toàn bộ và tại những chỗ liên kết hàn của dầm đều phải xét tới tính chất đàn hồi của mố trụ và coi liên kết là cứng.

**6.3.17. Đối với nhịp tán nối và hàn tán kết hợp** thì mô-men uốn (ở giữa nhịp) lực cắt và phản lực gối tác dụng theo mặt phẳng đứng trong dầm ngang, trong mọi trường hợp đều tính như dầm giản đơn có nhịp bằng khoảng cách giữa các tim giàn chủ.

Khi kiểm toán các mặt cắt ở gối của dầm ngang cũng như ở các thanh đứng, thanh treo và thanh chéo của giàn chủ, nếu những thanh này là một phần của khung ngang kín, thì phải tính ứng suất do mô-men uốn trong mặt phẳng đứng phát sinh trong dầm ngang. Trong trường hợp này, khi tính toán cường độ của thanh chéo phải dùng hệ số điều kiện làm việc:  $m_2 = 1,2$ .

*Chú thích:* 1. Khi có thanh đứng hoặc thanh treo thì đối với các thanh chéo không cần tính như ứng suất nói trên.

2. Trong cầu đường ô tô và cầu thành phố khi tính mô-men uốn ở phần giữa nhịp dầm ngang, được phép coi dầm ngang như một bộ phận của khung cứng ngang.

**6.3.18. Khi tính các cấu kiện hệ mặt cầu**, thường phải xét tới những nội lực trong dầm dọc và mô-men uốn trong dầm ngang, phát sinh ra do các bộ phận này cùng chịu lực với các thanh mạ của giàn chủ.

Chỉ trong trường hợp dùng những biện pháp đặc biệt đảm bảo hệ mặt cầu cùng chịu lực với các thanh mạ, mới được phép xét tới ảnh hưởng của hệ mặt cầu làm giảm nội lực trong các thanh mạ của giàn chủ.

Khi tính toán phải theo giai đoạn chịu lực đàn hồi và dùng hệ số giảm nội lực:  $t = 0,7$  nếu là liên kết tán,  $t = 0,85$  nếu là liên kết hàn.

*Chú thích:* 1. Ngoài việc tính toán có xét đến sự cùng chịu lực với thanh mạ của giàn, còn cần phải kiểm toán dầm hệ mặt cầu cả khi không xét tới sự cùng chịu lực với các thanh mạ.

2. Chỉ căn cứ vào hoạt tải thẳng đứng để xét ảnh hưởng biến dạng của các thanh mạ đối với hệ mặt cầu và hệ liên kết trong các kết cấu nhịp có dự kiến lắp ráp mặt cầu sau khi tĩnh tải truyền lên giàn chủ; và để xét ảnh hưởng của hệ mặt cầu và hệ liên kết đối sự giảm tải cho các thanh mạ trong kết cấu nhịp tán đỉnh và hàn tán kết hợp, bất kể trình tự lắp ráp thế nào, cũng chỉ căn cứ vào hoạt tải thẳng đứng.

**6.3.19. Để tính nội lực và mô-men** uốn trong các cấu kiện của hệ mặt cầu khi chúng cùng chịu lực với các thanh mạ giàn chủ, được phép giả định dầm dọc liên kết bằng khớp với dầm ngang và dầm ngang ngàm cứng ở chỗ tiếp xúc với giàn chủ có hai bản bụng.

Để kiểm toán cường độ ở những điểm mép của mặt cắt dầm ngang, phải xét tới ứng suất phụ của hệ mặt cầu cùng chịu lực với thanh mạ giàn chủ gây ra mô-men uốn trong dầm ngang theo mặt phẳng nằm ngang và dùng hệ số làm việc  $m_2 = 1,7$ .

**6.3.20. Đối với kết cấu nhịp của cầu đường sắt** đơn khi hệ mặt cầu có hai dầm dọc thì mô men uốn trong khung ngang thẳng đứng khép kín gồm thanh treo hay thanh đứng chỉ chịu tải trọng cục bộ được tính như sau: Mô men uốn ở gối trong dầm ngang và mô men trong thanh treo hay thanh đứng ở độ cao ngang với cạnh liên kết của dầm ngang:

$$M = -2 \frac{I}{I_{n\delta}} \cdot \frac{a(b-a)}{H} \cdot N$$

Khi không có dầm ngang ở độ cao tim thanh mạ của giàn chủ (cũng như không có thanh giằng ngang) hay ở độ cao của nút đầu tiên của hệ thanh giằng ngang thì mô men uốn trong thanh treo hay thanh đứng:

$$M = + \frac{I}{I_{n\delta}} \cdot \frac{a(b-a)}{H} \cdot N$$

Ở đây:  $I$  và  $I_{n\delta}$  - Mô men quán tính toàn mặt cắt của thanh treo hay thanh đứng và dầm ngang ở giữa chiều dài dầm;



b – Khoảng cách giữa các tim giàn chủ;

a – Khoảng cách giữa tim giàn chủ và tim dầm dọc;

H – Chiều dài tự do ngoài mặt phẳng giàn của thanh treo hay thanh đứng (giữa tim thanh mạ giàn chủ, giữa nút của giằng ngang, giữa tim của dầm ngang).

N – Phản lực gối của dầm ngang

**6.3.21. Khi tính nửa khung cứng ngang** của kết cấu nhịp “hở trên” có đường xe chạy dưới (không có hệ liên kết dọc ở trên) phải xét tới lực đẩy ngang: lực này coi như tác dụng vào nẹp tăng cứng của dầm đặc (hoặc vào thanh đứng tương đương trên giàn hoa chủ) là một bộ phận của nửa khung ngang, vị trí lực đẩy nằm ngang đặt ở độ cao trọng tâm của mặt cắt thanh mạ trên. Trị số lực đẩy ngang lấy bằng 1% nội lực dọc trục của thanh mạ chịu nén.

**6.3.22. Về ổn định chống lật ngang** của kết cấu nhịp cầu thép khi không có các neo chịu lực để giữ ổn định đối với kết cấu nhịp dàn hoa phải kiểm toán ổn định đối với mép dưới của bản ốp thẳng đứng ngoài cùng ở nút gối; còn đối với kết cấu nhịp dầm đặc thì phải kiểm toán đối với mặt ngoài cùng của bản gối cũng như đối với những điểm nguy hiểm khác.

*Chú thích:* Trong kết cấu nhịp dầm đặc bề rộng tính toán của bản gối không được vượt quá mép ngoài của nẹp tăng cường ở gối.

## 6.4. CHIỀU DÀI TỰ DO VÀ ĐỘ MẠNH CỦA THANH

**6.4.1. Chiều dài tự do của các thanh** thuộc giàn hoa chủ lấy như sau:

a) *Đối với các thanh mạ, các thanh chéo ở gối và các thanh đứng ở gối* nằm trong mặt phẳng giàn cũng như ra ngoài mặt phẳng giàn đều lấy bằng chiều dài hình học tương ứng, nghĩa là khoảng cách giữa hai điểm nút cạnh nhau hoặc điểm nút của hệ liên kết.

b) *Đối với các thanh bụng giàn:*

Ra ngoài mặt phẳng giàn – lấy bằng toàn bộ chiều dài hình học của thanh; nếu thanh bị các kết cấu ngang chia làm nhiều đoạn thì lấy chiều dài của đoạn dài nhất;

Trong mặt phẳng của giàn – lấy bằng toàn bộ chiều dài của thanh nhân với hệ số: 0,8

Khi thanh bụng giao nhau với thanh chịu nén hay với thanh chịu kéo lệch tâm, hoặc nối với thanh không chịu lực thì chiều dài tự do của thanh bụng này chỉ được giảm bớt trong mặt phẳng của giàn chủ.

Khi thanh bụng chịu nén giao nhau với thanh chịu kéo đúng tâm, thì không những chiều dài tự do trong mặt phẳng của giàn được giảm đi mà ra ngoài mặt phẳng giàn cũng được giảm, và lấy bằng toàn bộ chiều dài hình học của thanh nhân với hệ số hiệu chỉnh, bằng:

0,7 – khi có một hay hai điểm giao nhau

0,5 – khi có ba điểm giao nhau.

**6.4.2. Chiều dài tự do của thanh mạ chịu nén** trong dầm đặc chủ (hoặc giàn hoa chủ) thuộc kết cấu nhịp “hở trên” lấy bằng chiều dài nhịp tính toán của dầm chủ nhân với hệ số  $\nu_1$  phụ thuộc vào tham số  $\xi$ , xác định theo biểu thức sau:

$$\xi = \frac{L^4}{16d \cdot \delta EI_n}$$

Trong đó: L – nhịp tính toán của dầm chủ (giàn chủ)

d – Khoảng cách giữa các nửa khung hở giữ thanh mạ không chuyển vị ngang theo phương nằm ngang;

E – Mô đun đàn hồi của thép;

$I_n$  – Mô-men quán tính của thanh mạ chịu nén (lấy giá trị bình quân, theo toàn bộ chiều dài) đối với trục thẳng đứng;

$\delta$  - Chuyển vị ngang lớn nhất (đối với một thanh mạ) của những điểm nút trên của khung hở (trừ khung hở ở gối) dưới tác dụng lực “đẩy ngang” bằng đơn vị ( $P = 1$ ) tính theo công thức:

$$\delta = \frac{h^3}{3EI_c} + \frac{B \cdot h^2}{2EI_\sigma}$$

Ở đây: h – Chiều cao của thanh đứng hay nẹp tăng cứng lấy bằng khoảng cách từ trọng tâm mặt cắt của thanh mạ chịu nén đến đỉnh dầm ngang;

B- Khoảng cách giữa tim dầm chủ (giàn chủ);

$I_\sigma$  - Mô men quán tính mặt cắt của dầm ngang;

$I_c$  – Mô men quán tính mặt cắt của thanh đứng (nẹp tăng cứng) tương ứng với chiều uốn ra ngoài mặt phẳng của giàn.

Đối với các dầm (giàn) có các thanh mạ song song với nhau giá trị hệ số  $\nu$  phụ thuộc vào  $\xi$  lấy theo bảng 6.

**Bảng 6. Giá trị hệ số**

$\xi$	0	5	10	15	30	60	100	150	200	300	500	1000
$\gamma$	0,696	0,524	0,433	0,396	0,353	0,321	0,290	0,268	0,246	0,225	0,204	0,174

*Chú thích:* Đối với những giá trị nằm ở giữa những tham số thì tính các giá trị của hệ số  $\nu$  theo cách nội suy.

Đối với thanh mạ trên là hình đa giác trị số  $\nu$  được phép xác định theo *bảng 6*. Trường hợp này tính chuyển vị cho khung hở giữa nhịp, và lấy chiều dài toàn bộ của thanh mạ chịu nén thay cho khẩu độ tính toán  $L$ .

**6.4.3.** Chiều dài tự do trong mặt phẳng cong của vòm đặc có mặt cắt không đổi xác định theo công thức:

$$I_0 = \pi \sqrt{\frac{8f}{l.K}} \cdot l$$

Trong đó:  $l$  và  $f$  – Nhịp của vòm và chiều cao đường tên vòm.

Trị số -  $K$  lấy bằng:

a) Đối với vòm hai chốt:  $K = K_0$

b) Đối với vòm hai chốt có thanh giằng và thanh giằng liên kết với vòm bằng những thanh treo:  $K = 2 K_0$

c) Đối với vòm không chốt:  $K = \left(2 + \frac{f}{l}\right) \cdot K_0$

d) Đối với vòm ba chốt thì chọn lấy trị số nhỏ nhất trong hai hệ số sau đây:

$K = K_1$  và  $K = K_0$ ;

e) Đối với vòm cùng chịu lực với kết cấu nằm trên vòm, khi kết cấu nằm trên vòm có dạng dầm liên tục và liên kết với vòm bằng các thanh chống:

$$K = \left\{ 1 + \left[ 0,95 + 0,7 \frac{f}{l} + \left( \frac{f}{l} \right)^2 \right] \cdot \frac{EI_\delta}{EI_a} \right\} K_0$$

*Trong đó:*  $I_\delta$  - Độ cứng của dầm.

$EI_a$  – Độ cứng của vòm.

Các trị số  $K_0$  và  $K_1$  tùy theo tỷ số  $\frac{f}{l}$  xác định theo *bảng 7*

**Bảng 7. Giá trị  $K_0$  và  $K_1$** 

$f/l$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,00
$K_0$	28,5	45,4	46,5	43,9	38,4	30,5	20,0	14,1
$K_1$	22,5	39,6	47,3	49,2	44,0	-	-	-

Các giá trị nằm giữa những trị số trong bảng dùng cách nội suy đường thẳng mà tính.

Khi xác định chiều dài tự do của vòm có mặt cắt thay đổi, nếu độ cứng thay đổi không đáng kể thì lấy độ cứng ở 1/4 nhịp để tính toán, dùng trị số  $K$  theo công thức ở điểm “e”.

Nếu độ cứng của vòm thay đổi nhiều, trị số  $K$  phải xác định trên cơ sở tính toán riêng về ổn định của vòm, với trường hợp đặt tải trọng phân bố trên toàn nhịp vòm.

**6.4.4. Chiều dài tự do của thanh** trong hệ liên kết ngang và liên kết dọc có xét đến chỉ dẫn trong *Điều 6.4.1*, lấy như sau:

- Trong mặt phẳng của hệ liên kết – lấy bằng khoảng cách giữa các tâm liên kết của thanh.
- Ra ngoài mặt phẳng của hệ liên kết – lấy bằng khoảng cách giữa giao điểm của đường tìm thanh liên kết với đường liên kết của bản nút thanh giằng nối vào các thanh của giàn (dầm).

Khi xác định chiều dài tự do của thanh giằng chéo trong hệ liên kết hình thoi, nếu thanh giằng chéo giao nhau với thanh chống ngang cứng (ra ngoài mặt phẳng giàn), thì điểm giao được coi như điểm cố định, còn nếu giao nhau với thanh chống ngang mềm, và cả hai thanh giằng kéo đều chịu nén, thì lấy chiều dài tự do theo chỉ dẫn ở điểm “b”.

Chiều dài tự do của thanh liên kết trong mặt phẳng của trục chính của mặt cắt thanh, nằm nghiêng so với mặt phẳng của hệ liên kết, trong mọi trường hợp đều lấy bằng chiều dài tự do ra ngoài mặt phẳng của hệ liên kết.

**6.4.5. Độ mảnh tính toán  $\lambda$  của thanh** lấy như sau:

- Bằng tỷ số giữa chiều dài tự do với bán kính quán tính tương ứng đối với thanh có mặt cắt nguyên khối khi tính toán trong cả hai mặt phẳng, đối với thanh ghép khi tính toán trong mặt phẳng thẳng góc với mặt phẳng bản giằng, bản liên kết có khoét lỗ hoặc hệ giải giằng.
- Đối với các thanh ghép bằng hai nhánh, khi tính trong mặt phẳng bản giằng, bản liên kết khoét lỗ hoặc hệ giải giằng, thì độ mảnh tương đương  $\lambda_{np}$  xác định theo chỉ dẫn ở *Điều 6.4.6*.

*Chú thích:* Bất kỳ một thanh chịu kéo hay chịu nén, đều dùng toàn bộ mặt cắt để tính độ mảnh, trong đó xét cả mặt cắt tương đương của bản liên kết khoét lỗ hay bản giằng.

**6.4.6.** Độ mảnh tương đương  $\lambda_{np}$  của thanh ghép bằng hai nhánh, tính trong mặt phẳng của bản giằng, bản liên kết khoét lỗ hay hệ giải giằng, xác định theo công thức:

a) Với bản giằng hay bản liên kết khoét lỗ:

$$\lambda_{np} = \sqrt{\lambda^2 + \lambda_B^2}$$

b) Với hệ giải giằng:

$$\lambda_{np} = \lambda \sqrt{1 + KB_d \frac{F_{\delta p}}{F_d}}$$

Ở đây:

$\lambda$  - Độ mảnh của toàn bộ thanh trong mặt phẳng của bản giằng, bản liên kết khoét lỗ hay hệ giải giằng (coi như mặt cắt nguyên);

$\lambda_B$  - Độ mảnh của nhánh (chiều dài tự do của nhánh là khoảng cách giữa các hàng đỉnh tán ngoài cùng của hai bản giằng cạnh nhau, hay khoảng cách giữa các mép trong của hai bản giằng cạnh nhau hàn vào các nhánh, hoặc 80% chiều dài của lỗ trong bản liên kết khoét lỗ, hoặc chiều dài một khoang của hệ giải giằng).

$F_{\delta p}$  - Diện tích nguyên của toàn bộ mặt cắt thanh;

$F_d$  - Tổng số diện tích nguyên của tất cả các giải giằng chéo nằm trong một mặt cắt ngang của thanh;

$B_d$  - Hệ số xét đến ảnh hưởng hình dạng mặt cắt của giải giằng chéo, lấy bằng 1,8 với giải giằng bằng thép góc và bằng 1,4 với giải giằng bằng giải thép dẹt có mặt cắt hình chữ nhật.

$K$  - Hệ số phụ thuộc vào độ mảnh của thanh:

a) Đối với thanh có độ mảnh  $\lambda \leq 100$ ;  $K = \frac{0,3}{\lambda}$ ;

b) Đối với thanh có độ mảnh  $\lambda > 100$ ;  $K = \frac{30}{\lambda^2}$ ;

*Chú thích:* 1. Thanh thép bằng hai nhánh mà trong mỗi liên kết hai nhánh ấy dù chỉ có một bản đặc, vẫn được coi như thanh nguyên khối (nếu theo đúng chỉ dẫn ở **Điều 6.10.4**)

2. Thanh thép bằng các bộ phận liên kết trực tiếp với nhau, hoặc liên kết qua các bản ... đệm, theo chỉ dẫn ở **Điều 6.13.2**, được coi là thanh nguyên khối.

**6.4.7. Cánh mạ chịu nén của dầm** đặc chịu uốn khi kiểm toán ổn định với giả định nó như thanh chịu uốn ra ngoài mặt phẳng của dầm, lấy chiều dài tự do bằng khoảng cách giữa các nút của hệ liên kết không biến dạng hình học và thỏa mãn yêu cầu tính toán ở điều 6.3.7.

Nếu là dầm tán nối, khi tính độ mảnh của cánh, phải xét trong mặt cắt cánh bao gồm cả mặt cắt của bản đáy cánh nằm ngang, thép góc cánh và phần mặt cắt của bản bụng trong phạm vi thép góc cánh; còn nếu là dầm hàn, thì chỉ xét bản đáy cánh nằm ngang.

**6.4.8. Chiều dài tự do của nẹp tăng cường** ở gối dầm đặc lấy bằng khoảng cách giữa các nút của liên kết ngang nhân với hệ số 0,7.

Khi tính độ mảnh và kiểm toán ổn định nẹp ở gối, phải xét mặt cắt bao gồm cả thép góc hay thép bản nẹp và phần mặt cắt của bản bụng, có bề rộng tính từ chỗ gắn về mỗi phía không quá 15 lần bề dày bản bụng.

## 6.5. TÍNH TOÁN CÁC BỘ PHẬN KẾT CẤU

**6.5.1. Tính toán độ bền của các bộ phận** trong các kết cấu nhịp và mô trụ bằng thép dùng các công thức ghi trong bảng 8.

**Bảng 8. Công thức tính cường độ các cấu kiện**

Loại ứng suất kiểm toán	Đặc trưng chịu lực của thanh	Công thức tính	Số thứ tự công thức
Ứng suất pháp tuyến	Chịu kéo hoặc chịu nén	$\frac{N}{F_{HT}} \leq R_o$	1
	Chịu uốn trong một mặt phẳng chính	$\frac{M}{W_{HT}} < R_u$	2
	Chịu kéo hoặc chịu nén cùng với uốn trong một mặt phẳng chính	$\frac{N}{F_{HT}} \pm \frac{M}{W_{HT}} \leq R'$	3
	Chịu uốn xiên	$\frac{M_{x,y}}{I_{HT}^x} \pm \frac{M_{y,x}}{I_{HT}^v} \leq CR_u$	4
	Chịu kéo hoặc chịu nén cùng với chịu uốn xiên	$\frac{N}{F_{HT}} \pm \left( \frac{M_{x,y}}{I_{HT}^x} + \frac{M_{y,x}}{I_{HT}^v} \right) \frac{R_o}{CR_u} \leq R_o$	5

Ứng suất tiếp tuyến	Chịu uốn	$\tau_{max} = \frac{QS_{\sigma p}}{I_{\sigma p} \sigma} \leq C'.0,6R_o$	6
Ứng suất tính đối (bình quân)	Chịu uốn, chịu kéo hoặc chịu nén cùng với uốn.	$\sqrt{0,8\sigma^2 + 2,4\tau^2} \leq R_o$	7

Ký hiệu trong bảng:

N, M và Q – Lực dọc trục tính toán, mô men uốn tính toán và lực cắt tính toán trong mặt cắt kiểm toán;

F<sub>HT</sub> và W<sub>HT</sub> – Diện tích và mô men chống uốn của mặt cắt có hiệu;

I<sub>HT</sub><sup>x</sup> và I<sub>HT</sub><sup>y</sup> - Mô men quán tính có hiệu đối với các trục chính của mặt cắt;

x và y – Khoảng cách từ trục chính của mặt cắt đến điểm tính ứng suất;

R<sub>o</sub> và R<sub>u</sub> – Cường độ tính toán cơ bản khi chịu lực dọc và khi uốn lấy theo Điều 6.2.1.

R' – Cường độ tính toán khi chịu tác dụng đồng thời lực dọc trục và uốn tại một trong số các mặt phẳng chính lấy bằng R<sub>o</sub> khi  $\sigma_N \geq \sigma_M$  và bằng R<sub>u</sub> khi  $\sigma_N < \sigma_M$

$C = 1 + 0,3 \frac{\sigma_{M2}}{\sigma_{M1}}$  nhưng không được lớn quá 1,15;

$\sigma_N$  - Ứng suất do lực dọc trục sinh ra trong mặt cắt kiểm toán;

$\sigma_M$  - Ứng suất do mô men uốn sinh ra tại điểm tính toán trên mặt cắt;

$\sigma_{M1}$  và  $\sigma_{M2}$  - Ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất tại điểm tính toán trên mặt cắt do mô men uốn M<sub>x</sub> và M<sub>y</sub>.

c' – Hệ số tăng cường độ tính toán do ứng suất tiếp tuyến phân bố không đều trong một bản bụng (hoặc nhiều bản bụng) của mặt cắt kiểm toán, lấy bằng:

Khi  $\frac{\tau_{max}}{\tau_{cp}} \leq 1,25$ ,      c' = 1,0

Khi  $\frac{\tau_{max}}{\tau_{cp}} \geq 1,50$ ,      c' = 1,25

Với những trị số nằm giữa hai trị số trên, thì tính theo cách nội suy đường thẳng;

$\tau_{cp}$  - Ứng suất tiếp tuyến bình quân, tính toán theo giả định chuyển toàn bộ lực cắt Q lên các bản bụng của mặt cắt; đối với mặt cắt có một bản bụng lấy:

$$\tau_{cp} = \frac{Q}{H \cdot \delta}$$

H – Chiều cao toàn bộ của bản bụng;

$\tau_{max}$  - Ứng suất tiếp tuyến lớn nhất;

$S_{\sigma p}$  – Mô men tĩnh của các phần mặt cắt nguyên đối với trục trung hòa;

$I_{\sigma p}$  – Mô men quán tính của mặt cắt nguyên;

$\delta$  - Bề dày bản bụng;

$\tau$  - Ứng suất tiếp tuyến tại điểm kiểm toán của mặt cắt;

$\sigma$  - Ứng suất pháp tuyến tại điểm kiểm toán của mặt cắt tính theo mặt cắt có hiệu.

*Chú thích:* 1. Khi xét tới việc đồng thời có nhiều yếu tố gây ra ứng suất phụ thì trong tính toán dùng hệ số  $m_2$  có trị số lớn nhất trong những hệ số tương ứng với các yếu tố xét. Khi kiểm toán cường độ theo ứng suất tiếp tuyến và ứng suất tính đối không cần tính ứng suất phụ.

2. Tuy kiểm toán cường độ có kể tới ứng suất phụ nhưng vẫn cần thiết phải kiểm toán cường độ mà không xét tới ứng suất phụ và không đưa vào hệ số điều kiện làm việc  $m_2$ . Trường hợp này vẫn cho phép dùng sơ đồ tính toán như khi tính toán có xét đến ứng suất phụ.

**6.5.2. Diện tích mặt cắt có hiệu và mô men** quán tính có hiệu của thanh xác định bằng cách lấy diện tích nguyên và mô men quán tính nguyên trừ đi những tổ hợp giảm yếu thực tế bất lợi nhất của từng phần riêng lẻ của thanh; trong đó có xét tới sự truyền nội lực theo hàng đinh tán và mạch hàn. Trong trường hợp này cường độ tính toán của vật liệu thanh và liên kết lấy theo các chỉ dẫn ở điều **6.2.1 và 6.2.2**.

**6.5.3. Về độ chịu mỗi của các cấu kiện cầu thép** chịu hoạt tải thẳng đứng của đoàn xe lửa hay đoàn xe ô tô trong tổ hợp chính thì tính theo các công thức ở bảng 9 về ứng suất kéo hay nén lớn nhất (về trị số tuyệt đối); riêng đối với mạch hàn còn phải tính cả ứng suất cắt. Về trái của các công thức trong bảng 9 cũng dùng để tính các trị số  $\sigma_{max}$  và  $\sigma_{min}$  khi tính các hệ số  $\gamma$  cho các cấu kiện và các liên kết



**Bảng 9. Công thức tính toán độ chịu mỗi các thanh**

Loại ứng suất kiểm toán	Đặc trưng chịu lực của các thanh	Công thức	Số thứ tự công thức
Ứng suất pháp tuyến	Chịu kéo hay chịu nén	$\frac{N}{F_{HT}} \leq \gamma R_o$	8
Ứng suất pháp tuyến	Chịu uốn trong một mặt phẳng chính	$\frac{M}{W_{HT}} \leq \gamma R_u$	9
	Chịu kéo hay chịu nén cùng với chịu uốn trong một mặt phẳng chính	$\frac{N}{F_{HT}} \pm \frac{M'}{W_{HT}} \leq \gamma R'$	10
		$\frac{M_x y}{I_{HT}^x} + \frac{M_y x}{I_{HT}^y} \leq \gamma R_u$	11
Chịu kéo hay chịu nén cùng với uốn xiên	$\frac{N}{F_{HT}} \pm \left( \frac{M'_x y}{I_{HT}^x} + \frac{M'_y x}{I_{HT}^y} \right) \leq \gamma R'$	12	

Ký hiệu trong bảng:

$\gamma$  - Hệ số giảm cường độ tính toán khi tính về độ chịu mỗi, lấy theo **điều 6.2.3**.

$M'$  – Mô men uốn trong mặt phẳng kiểm toán lấy như sau:

a) Đối với những mặt cắt nằm ở đoạn giữa thanh trong phạm vi chiều dài bằng một nửa chiều dài thanh, nếu độ mảnh  $\lambda$  lớn hơn 70, thì lấy bằng:

- Khi lực dọc trục là lực kéo N

$$M' = \frac{M}{1 + \frac{N}{N_e}}$$

- Khi lực dọc trục là lực nén N

$$M' = \frac{M}{1 - \frac{N}{N_e}}$$

b) Trong các trường hợp khác lấy  $M' = M$

Ở đây:  $N_e$  – Lực tới hạn Ole đối với các thanh chịu nén đúng tâm khi sinh ra uốn dọc trong mặt phẳng tác dụng của mô men.

$$N_e = \frac{\pi^2 EI \sigma_p}{l_o^2}$$

Trong đó:

$l_o$  – Chiều dài tương ứng;

E – Mô đun đàn hồi dọc trục của thép;

Những ký hiệu khác xem **Điều 6.5.1.**

**6.5.4. Tính toán về ổn định toàn bộ các thanh chịu nén** và chịu nén đồng thời chịu uốn của giàn hoa, của hệ liên kết và mô trụ bằng thép dùng các công thức trong bảng 10

**Bảng 10. Công thức tính toán ổn định toàn bộ của thanh**

Đặc trưng chịu lực của thanh	Công thức	Số thứ tự công thức
Chịu nén đúng tâm Chịu nén cùng với chịu uốn tại một trong các mặt phẳng chính hoặc chịu nén lệch tâm tương ứng	$\frac{N}{\varphi F_{\sigma p}} \leq R_o$	13
Chịu nén cùng với chịu uốn trong mặt phẳng có độ mảnh nhỏ nhất, hoặc chịu nén lệch tâm tương ứng. Chịu nén cùng với chịu uốn xiên hoặc chịu nén lệch tâm tương ứng.	$\frac{N}{\varphi 2 F_{\sigma p}} \leq R_o$	14

Về ổn định cục bộ của bản bụng và bản cánh của thanh chịu nén và chịu nén đồng thời chịu uốn, phải đảm bảo các yêu cầu về cấu tạo theo **điều 6.10.1.**

Ký hiệu trong bảng

$F_{\sigma p}$  – Diện tích của mặt cắt nguyên;

$\varphi$  - Hệ số triết giảm sức chịu lực lấy theo **điều 6.5.5** khi kiểm toán ổn định của thanh chịu nén đúng tâm và chịu nén lệch tâm, tùy theo độ mảnh và độ lệch tâm tương đối  $i$  trong mặt phẳng uốn. Độ lệch tâm tương đối  $i$  tính theo công thức:

$$i = \frac{e_o}{\rho}$$

Trong đó:

$e_o = \frac{M_c}{N}$  - Độ lệch tâm tính toán trong mặt phẳng uốn, tính với mô men uốn tính toán lớn nhất

$M_c$  ở đoạn giữa trong phạm vi 1/3 chiều dài của thanh chịu nén; nếu thanh chịu nén đúng tâm thì  $e_o$  lấy bằng 0.

$\varphi_2 = \frac{\varphi}{j}$  - Hệ số triết giảm sức chịu lực khi kiểm toán ổn định của thanh chịu nén đồng thời chịu

uốn xiên, và khi kiểm toán ổn định chống oằn trong mặt phẳng có độ mảnh lớn nhất của thanh chịu nén đồng thời chịu uốn trong mặt phẳng có độ mảnh nhỏ nhất, với  $j$  tính theo công thức:

$$j = 1 + \varphi_i$$

$\rho = \frac{W_{\sigma p}}{F_{\sigma p}}$  - Cự li lõi theo phương lệch tâm  $e_o$ ;

Trong công thức để xác định  $\varphi_2$  và  $j$ , trị số  $\varphi$  tính theo mặt phẳng có độ mảnh lớn nhất và trị số  $i$  tính theo mặt phẳng có độ mảnh nhỏ nhất; riêng đối với mặt cắt hở (hình H, hình U, hình T, v.v...) trong công thức để xác định  $j$  trị số của hệ số  $\varphi$  tính theo độ lệch tâm tính toán trong mặt phẳng có độ mảnh lớn nhất, nhưng với  $\lambda = 0$ .

Các ký hiệu khác xem [điều 6.5.1](#).

*Chú thích:* Khi tính diện tích toàn bộ  $F_{\delta p}$  của thanh có bản khoét lỗ, phải trừ đi diện tích mặt cắt ngang của các lỗ rỗng.

**6.5.5. Đối với các thanh chịu nén đúng tâm** hoặc các thanh chịu nén lệch tâm trong kết cấu tán và hàn kết hợp, thì hệ số triết giảm sức chịu lực  $\varphi$  lấy theo bảng 11 và 12.

*Chú thích:* Đối với các thanh hàn và thanh thép hình cánh rộng có mặt cắt hình I hay hình H, chỉ được dùng hệ số theo bảng 11 và 12 khi có dự kiến những biện pháp cấu tạo và công nghệ đặc biệt để đủ đảm bảo giảm ứng suất nén bản thân (còn dư) trên các rìa mép thanh tới một trị số không quá 500kg/cm<sup>2</sup>. Cho tới khi nào những biện pháp như vậy chưa được coi là bắt buộc đối với các thanh nói trên có ứng suất bản thân không triết giảm thì hệ số  $\varphi$  khi tính về ổn định trong mặt phẳng của hai cánh sẽ lấy theo bảng 13 và 14.

**6.5.6. Cho phép thay việc tính toán ổn định** toàn bộ của dầm đặc chịu uốn khi có kết cấu mặt đường trên cầu hay mặt cầu, bằng cách dùng công thức (13) ở bảng 10 để kiểm toán về ổn định của cánh dầm chịu nén ra ngoài mặt phẳng của dầm, cánh dầm này xem như thanh chịu nén. Chiều dài tự do, mặt cắt và độ mảnh của cánh lấy theo [điều 6.4.7](#), còn nội lực dọc trục lấy theo ứng suất ở trọng tâm mặt cắt của cánh, ở giữa chiều dài tự do của nó.

Khi khoảng giữa các nút của hệ liên kết dọc không vượt quá 15 lần chiều rộng của cánh chịu nén đối với thép các bon, và 13 lần đối với thép hợp kim thấp, thì không cần kiểm toán ổn định toàn bộ của dầm.

**6.5.7. Cho phép tính toán ổn định cục bộ** của bản bụng của thanh đặc giống như tấm mỏng trong trường hợp chúng chịu ứng suất dọc pháp tuyến  $\sigma$  ứng suất tiếp tuyến  $\tau$  và ứng suất ngang pháp tuyến  $p$  (ứng suất thẳng đứng).

Khi kiểm toán ổn định cục bộ của bản bụng của thanh đặc chịu uốn, lấy hệ số điều kiện làm việc  $m$  như sau:

Đối với các thanh tán – lấy bằng 1,0

Đối với các thanh hàn – lấy bằng 0,9

Tính toán ổn định cục bộ bản bụng của thanh đặc được phép theo chỉ dẫn ở phụ lục 14.

**6.5.8. Cho phép tính toán về ổn định cục bộ** các bản bụng của dầm chịu uốn trong những trường hợp sau:

a) Nếu bề dày của bản bụng  $\delta$  không nhỏ hơn  $1/50h$ ;

b) Nếu bề dày của bản bụng  $\delta$  không nhỏ hơn  $1/80h$ , đối với thép các bon  $1/65h$  đối với thép hợp kim thấp, và có các nếp tăng cường theo bề rộng của bản (mà không có nếp tăng cường theo bề dài) bố trí cách nhau một khoảng  $a$  không quá  $2h$ , và trong mọi trường hợp không quá  $2m$ .

**Bảng 11. Hệ số triết giảm sức chịu lực đối với các thanh bằng thép các**

Độ mảnh $\lambda$	Độ lệch tâm tương đối $l$ (xem điều 6.5.4)												
	0	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00
0	0,93	0,85	0,79	0,68	0,60	0,52	0,43	0,35	0,30	0,27	0,24	0,21	0,17
10	0,92	0,84	0,78	0,68	0,60	0,52	0,42	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,17
20	0,90	0,83	0,77	0,67	0,58	0,50	0,41	0,34	0,29	0,26	0,23	0,21	0,17
30	0,88	0,81	0,75	0,65	0,56	0,49	0,40	0,33	0,29	0,25	0,22	0,21	0,17
40	0,85	0,79	0,73	0,63	0,54	0,47	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17
50	0,82	0,76	0,70	0,60	0,51	0,45	0,37	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,16
60	0,78	0,72	0,66	0,57	0,49	0,43	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,16
70	0,74	0,67	0,62	0,54	0,46	0,41	0,34	0,29	0,25	0,22	0,20	0,19	0,16

80	0,69	0,62	0,57	0,50	0,43	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20	0,19	0,15
90	0,63	0,56	0,51	0,45	0,40	0,36	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,18	0,15
100	0,56	0,49	0,45	0,41	0,37	0,33	0,29	0,25	0,22	0,20	0,19	0,17	0,14
110	0,49	0,43	0,41	0,37	0,34	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18	0,17	0,14
120	0,43	0,39	0,37	0,34	0,31	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,13
130	0,38	0,35	0,33	0,31	0,29	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13
140	0,34	0,31	0,30	0,28	0,26	0,24	0,21	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,12
150	0,31	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,14	0,12
160	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,14	0,13	0,11
170	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
180	0,23	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
190	0,21	0,20	0,19	0,18	0,18	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10
200	0,19	0,19	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10

**Bảng 12. Hệ số  $\varphi$  triết giảm sức chịu lực đối với các thanh bằng thép hợp kim thấp**

Độ mảnh $\lambda$	Độ lệch tâm tương đối $l$ (xem điều 6.5.4)												
	0	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00
0	0,93	0,86	0,78	0,69	0,62	0,54	0,44	0,34	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17
10	0,92	0,84	0,77	0,68	0,60	0,52	0,43	0,34	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17
20	0,90	0,83	0,76	0,66	0,58	0,51	0,41	0,33	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17
30	0,88	0,81	0,73	0,63	0,56	0,49	0,40	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,16
40	0,85	0,77	0,69	0,59	0,52	0,46	0,38	0,31	0,26	0,23	0,21	0,19	0,16
50	0,80	0,72	0,64	0,54	0,48	0,43	0,36	0,30	0,25	0,22	0,21	0,19	0,16
60	0,74	0,66	0,58	0,48	0,43	0,39	0,33	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,15
70	0,67	0,58	0,51	0,43	0,39	0,35	0,30	0,27	0,23	0,21	0,20	0,18	0,15
80	0,58	0,50	0,45	0,38	0,35	0,32	0,27	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,14
90	0,48	0,43	0,40	0,34	0,31	0,29	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,14

100	0,40	0,38	0,35	0,30	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,13
110	0,35	0,33	0,31	0,27	0,25	0,23	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13
120	0,30	0,29	0,27	0,24	0,23	0,22	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,12
130	0,27	0,25	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
140	0,24	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,11
150	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,17	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,10
160	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10
170	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09
180	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09
190	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
200	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08

**Bảng 13. Hệ số  $\varphi$  triết giảm sức chịu lực đối với các cấu kiện cán và hàn nối bằng thép các bon, nêu trong chú thích **điều 6.5.5****

Độ mảnh $\lambda$	Độ lệch tâm tương đối $l$ (xem điều 6.5.4)												
	0	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00
0	0,93	0,86	0,78	0,68	0,58	0,50	0,41	0,35	0,30	0,27	0,24	0,21	0,17
10	0,92	0,84	0,78	0,67	0,57	0,50	0,40	0,35	0,30	0,26	0,23	0,21	0,17
20	0,90	0,83	0,76	0,66	0,56	0,49	0,40	0,34	0,29	0,26	0,23	0,21	0,17
30	0,88	0,81	0,73	0,63	0,54	0,47	0,39	0,33	0,29	0,25	0,22	0,21	0,17
40	0,85	0,77	0,70	0,61	0,52	0,45	0,38	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17
50	0,80	0,73	0,65	0,57	0,49	0,43	0,36	0,31	0,27	0,24	0,22	0,20	0,16
60	0,73	0,66	0,60	0,53	0,46	0,41	0,34	0,30	0,26	0,23	0,21	0,19	0,16
70	0,66	0,60	0,54	0,48	0,42	0,38	0,32	0,29	0,25	0,22	0,20	0,19	0,16
80	0,60	0,54	0,49	0,43	0,39	0,36	0,31	0,28	0,24	0,22	0,20	0,19	0,15
90	0,54	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,18	0,15
100	0,49	0,44	0,40	0,37	0,33	0,30	0,26	0,25	0,22	0,20	0,19	0,17	0,14
110	0,44	0,40	0,37	0,34	0,31	0,29	0,25	0,24	0,21	0,19	0,18	0,17	0,14
120	0,41	0,37	0,34	0,31	0,28	0,27	0,23	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,13
130	0,37	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,22	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13
140	0,34	0,31	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,12
150	0,31	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,14	0,12
160	0,28	0,26	0,24	0,23	0,22	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,14	0,13	0,11
170	0,25	0,24	0,22	0,21	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11
180	0,23	0,21	0,20	0,19	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
190	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10
200	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,10

**Bảng 14. Hệ số  $\varphi$  triết giảm sức chịu lực đối với các cấu kiện các và hàn nối bằng thép hợp kim thấp, nêu trong chú thích điều 6.5.5**

Độ mảnh $\lambda$	Độ lệch tâm tương đối l (xem điều 6.5.4)												
	0	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00
0	0,93	0,86	0,78	0,69	0,62	0,54	0,44	0,34	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17
10	0,92	0,84	0,77	0,68	0,60	0,52	0,43	0,34	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17
20	0,90	0,83	0,76	0,66	0,58	0,51	0,41	0,33	0,28	0,24	0,22	0,20	0,17
30	0,88	0,81	0,73	0,63	0,55	0,48	0,39	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,16
40	0,84	0,76	0,68	0,58	0,51	0,45	0,37	0,31	0,26	0,23	0,21	0,19	0,16
50	0,78	0,70	0,62	0,52	0,46	0,42	0,35	0,30	0,25	0,22	0,21	0,19	0,16
60	0,71	0,63	0,56	0,46	0,41	0,38	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18	0,15
70	0,63	0,55	0,49	0,41	0,37	0,34	0,29	0,27	0,23	0,21	0,20	0,18	0,15
80	0,53	0,46	0,42	0,35	0,33	0,31	0,26	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,14
90	0,43	0,39	0,37	0,31	0,29	0,28	0,24	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,14
100	0,36	0,34	0,32	0,27	0,26	0,25	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16	0,13
110	0,32	0,30	0,29	0,25	0,24	0,22	0,20	0,20	0,19	0,17	0,16	0,15	0,13
120	0,28	0,27	0,26	0,23	0,22	0,21	0,18	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,12
130	0,25	0,24	0,23	0,21	0,20	0,19	0,17	0,17	0,16	0,15	0,14	0,13	0,12
140	0,23	0,22	0,21	0,19	0,18	0,18	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,11
150	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,17	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11	0,10
160	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10
170	0,18	0,17	0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09
180	0,16	0,16	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09
190	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08
200	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08

Trong đó h – Chiều cao tính toán của bản bụng; đối với kết cấu hàn nối lấy bằng chiều cao toàn bộ của bản bụng; đối với kết cấu tán nối lấy bằng khoảng cách giữa các đường tim của hai hàng đinh tán của thép góc cánh dầm nằm gần trục của bản bụng nhất.



**6.5.9. Khi tính các thanh chịu kéo chỉ làm bằng** một thép hình, được phép không xét tác dụng của mô men do liên kết lệch tâm trong hàn tán thanh, nhưng phải dùng các hệ số điều kiện làm việc  $m_2$  như sau:

- a) Đối với thanh làm bằng một thép góc không đều cánh, chỉ liên kết ở cánh hẹp, lấy  $m_2 = 0,7$ ; khi chỉ liên kết ở cánh rộng, lấy  $m_2 = 0,8$ ;
- b) Đối với thanh làm bằng một thép góc không đều cánh chỉ liên kết một cánh lấy  $m_2 = 0,75$ ;
- c) Đối với thanh có hình chữ U (cán sẵn hay ghép thành), chỉ liên kết ở bản bụng, và đối với thanh hình chữ T, chỉ liên kết ở cánh đều lấy hệ số  $m_2 = 0,9$ ;

## 6.6. TÍNH TOÁN MỐI NỐI VÀ LIÊN KẾT

**6.6.1. Tính toán mối nối và liên kết** (bằng đinh tán và bu lông) phải căn cứ vào sức chịu lực tính toán của thanh xác định theo chỉ dẫn ở **điều 6.5.1 – 6.5.4** còn khi tính liên kết bằng hàn, thì căn cứ vào các nội lực có xét đến sự phân bố nội lực giữa các bộ phận riêng lẻ của thanh và với giả định rằng tải trọng sẽ phân bố đều cho các đinh tán bu lông hoặc các mạch hàn dọc theo hướng tác dụng của ứng suất pháp tuyến trong các thanh được liên kết.

Mỗi phần của thanh phải có đủ số lượng đinh tán (bulông) hoặc mạch hàn để liên kết.

Không được dùng liên kết phối hợp vừa đinh tán vừa hàn.

Nếu toàn bộ nội lực truyền qua đầu gia công nhẵn của thanh chịu nén thì liên kết của mối nối bằng đinh tán được giả định tính theo diện tích chịu lực của thanh được nối, giảm đi 50%, còn khi tính mạch hàn của mối nối, phải dùng toàn bộ nội lực trong thanh được nối để tính.

*Chú thích:* Cho phép căn cứ vào nội lực tính toán để tính liên kết bằng đinh tán (bu lông) của các bộ phận trong hệ mặt cầu, hệ dãi giằng các mối nối và các thanh liên kết của hệ liên kết, cũng như tất cả các liên kết khi xét các tác động phát sinh lúc thi công.

**6.6.2. Khi tính liên kết bằng đinh tán**, lấy đường kính tính toán là đường kính đinh sau khi đã tán (tức là đường kính lỗ khoan) làm đường kính đinh tán. Chiều dài tính toán  $h$  của mặt cắt mạch hàn lấy như sau:

- a) Đối với mạch hàn nối, lấy bằng bề dày mỏng nhất của thanh đem hàn không kể “phần tăng cường” thêm của mạch hàn.
- b) Đối với mạch hàn góc, tùy theo mặt ngoài của mạch hàn (phẳng hay cong), tùy theo tỷ số các cạnh góc vuông của mặt cắt mạch hàn  $b/a$  ( $a$  – cạnh nhỏ,  $b$  – cạnh lớn), và tùy theo phương pháp hàn (hàn tay hay hàn tự động) mà lấy bằng:

$$h = t_m \cdot a$$

Khi tính mạch hàn góc có mặt ngoài hình cong lồi, không xét đến “phần tăng cường”

Các giá trị của hệ số  $t_m$  nêu trong bảng 15

$$\text{Trị số } t_m = \frac{h}{a}$$

(tỷ số giữa chiều cao tính toán của mặt cắt mạch hàn góc  $h$  chia cho cạnh góc vuông nhỏ nhất của mạch hàn  $a$ )

**Bảng 15.**

Tỷ số các cạnh góc vuông của mạch hàn $b/a$	Hàn tay và hàn nửa tự động		Hàn tự động	
	Cho mạch hàn phẳng	Cho mạch hàn lõm cong	Cho mạch hàn phẳng	Cho mạch hàn lõm
1,0	0,7	0,4	2,0	0,7
1,5	0,8	0,6	1,0	0,9
2,0	0,9	0,7	1,0	1,0
2,5 và lớn hơn	0,9	0,8	1,0	1,0

**6.6.3. Trong những trường hợp dưới đây, khi tính toán liên kết đỉnh tán, phải dùng các hệ số điều kiện làm việc  $m_2$  như sau:**

a) Đối với đỉnh tán trong các liên kết của các nhánh thanh lệch tâm đối với mặt phẳng của bản nút, nếu trong phạm vi liên kết các nhánh này không được liên kết với nhau bằng bản giằng, cũng như đỉnh tán trong các bản nối ở một phía của thanh và một phía của nhánh của thanh, đều lấy  $m_2 = 0,9$ ;

b) Đối với đỉnh tán bố trí ở cánh thò ra của khúc thép góc ngắn, lấy  $m_2 = 0,7$ ;

**6.6.4. Khi tính toán các liên kết bằng** đỉnh tán, không có phần nối phủ trực tiếp, phải dùng các hệ số điều kiện làm việc như sau:

a) Đối với các đỉnh tán không trực tiếp nối các bộ phận riêng lẻ của thanh mà thông qua các bộ phận khác của mặt cắt nối;

Khi liên kết qua một lớp bản thép:  $m_2 = 0,9$ ;

Khi liên kết qua hai lớp bản thép hoặc nhiều hơn:  $m_2 = 0,8$ ;

Khi liên kết thông qua các bản đệm thò ra ngoài phạm vi của liên kết tán và được liên kết bằng số đỉnh tán có diện tích ít hơn  $1/4$  diện tích bản đệm thì lấy:  $m_2 = 0,9$ ;

b) Đối với các đỉnh tán trong các mối nối có bản nối phủ hai bên, không tiếp xúc trực tiếp với các bộ phận được nối thì lấy hệ số  $m_2 = 0,9$ ;

**6.6.5. Khi tính toán các bản nối** của thanh chịu kéo của giàn và của cánh dầm đặc, dùng hệ số điều kiện làm việc  $m_2 = 0,9$ .

**6.6.6. Khi kiểm soát về cường độ** của bản nút (kiểm toán chịu cắt), cường độ (sức bền) tính toán của vật liệu bản nút lấy như sau:

a) Đối với phần mặt cắt vuông góc với trục của thanh được liên kết lấy là  $R_0$ ;

b) Đối với phần mặt cắt nằm nghiêng với trục của thanh được liên kết, lấy là  $0,75R_0$ .

Ở đây  $R_0$  là cường độ tính cơ bản.

Khi kiểm toán các bản nút phải dùng hệ số điều kiện làm việc  $m_2 = 0,9$ .

**6.6.7. Các đỉnh tán và mạch hàn** trên cánh dầm đặc, tính theo lực cắt ngang truyền tới và ngoại lực tác động trực tiếp trên cánh dầm.

**6.6.8. Đối với các bản cá, chân đỡ** có bản cá, hoặc những bộ phận khác của kết cấu chịu mô men gối và các liên kết nối chúng tại chỗ nối dầm dọc vào dầm ngang, phải tính chịu được toàn bộ mô men uốn ở gối và toàn bộ nội lực dọc trục trong dầm dọc.

**6.6.9. Khi tính các đỉnh tán trên các thép góc** thẳng đứng dùng để liên kết dầm dọc vào dầm ngang, phải giả định chúng chịu được toàn bộ phần lực ở gối của dầm dọc.

Trong trường hợp này dùng các hệ số điều kiện làm việc  $m_2$  như sau:

a) Đối với đỉnh tán trên các cánh thép góc dùng để nối vào dầm dọc cũng như đỉnh tán trên các cánh thép góc nối vào dầm ngang (đối với những kết cấu có khả năng chịu được mô men uốn ở gối) lấy  $m_2 = 0,9$

b) Đối với đỉnh tán trên các cánh thép góc dùng để liên kết vào dầm ngang (đối với những kết cấu không có khả năng chịu được mô men uốn ở gối) lấy  $m_2 = 0,7$ .

*Chú thích:* Chỉ được phép dùng những kết cấu không có khả năng chịu được mô men uốn trong trường hợp không xét đến sự cùng chịu lực của hệ mặt cầu với các thanh mạ giàn chủ.

**6.6.10. Khi tính bản con cá và các liên kết** nối trực tiếp dầm dọc với hệ liên kết dọc của giàn chủ, trong trường hợp không tính sự cùng chịu lực của hệ mặt cầu và các thanh mạ của hệ giàn chủ, phải dùng hệ số điều kiện làm việc là  $m_2 = 0,9$ ;

*Chú thích:* Khi tính đỉnh tán trên các thép góc liên kết thẳng đứng của dầm dọc, hệ số nói trên phải dùng cùng với hệ số tương ứng theo **điều 6.6.13**

**6.6.11. Khi tính đỉnh tán trên các thép góc** thẳng đứng liên kết các dầm ngang với giàn chủ, giả định nó chịu toàn bộ phản lực gối của dầm ngang.

Trong trường hợp này dùng những hệ số điều kiện làm việc  $m_2$  như sau:

- a) Đối với đỉnh tán trên những cánh thép góc liên kết với giàn (đối với những kết cấu không có khả năng chịu được mô men gối) lấy  $m_2 = 0,85$ ;
- b) Đối với đỉnh tán trên cánh thép góc liên kết với giàn (đối với kết cấu có khả năng chịu mô men uốn) lấy  $m_2 = 0,9$ .
- c) Đối với đỉnh tán trên cánh thép góc liên kết vào dầm ngang, lấy  $m_2 = 0,9$ .

**6.6.12. Kiểm toán về độ bền** các mối nối hàn và liên kết hàn phải tính như sau:

- a) Đối với các mặt cắt đi qua phần thép cơ bản gần bên các mạch hàn, và đối với các mặt chịu lực của mạch hàn nối, dùng các công thức ở **điều 6.5.1**
- b) Khi kiểm toán liên kết chịu lực dọc trục, đối với mặt cắt qua các mạch hàn góc, tính theo công thức:

$$\frac{N}{F_{se}} \leq 0,75.R_o$$

- c) Khi kiểm toán liên kết vừa chịu lực dọc trục  $N$ , vừa chịu mô men uốn  $M$  tác dụng trong mặt phẳng liên kết của thanh, đối với mặt cắt qua mạch hàn góc, tính theo công thức:

$$\sqrt{\left(\frac{N}{F_{se}} + \frac{Mr}{I_n} \sin \alpha\right)^2 + \left(\frac{Mr}{I_n} \cos \alpha\right)^2} \leq 0,75.R_o$$

- d) Đối với mặt cắt qua mạch hàn góc của cánh gồm nhiều lá thép và mặt cắt qua mạch hàn của cánh dầm chịu uốn, khi áp lực của hoạt tải không truyền trực tiếp lên cánh của dầm, tính theo công thức:

$$\frac{QS_{op}}{nhI_{op}} \leq 0,75.R_o$$

- e) Đối với mặt cắt qua các mạch hàn của cánh dầm chịu uốn, khi áp lực của tải vệt mặt cầu truyền trực tiếp lên cánh, tính theo công thức:

$$\frac{1}{nh} \sqrt{\left(\frac{QS_{op}}{I_{op}}\right)^2 + q^2} \leq 0,75R_o$$

*Trong đó:* Q – Lực cắt tính bằng kg.

q – Áp lực của hoạt tải thẳng đứng truyền qua tà vẹt của mặt cầu lên dầm, tính bằng kg/cm;

$S_{op}$  – Mô men tĩnh nguyên của toàn mặt cắt thanh có mạch hàn góc đối với trục trung hòa, tính bằng  $cm^3$ .

$I_{op}$  – Mô men quán tính nguyên của toàn mặt cắt dầm chịu uốn tính bằng  $cm^4$ .

$I_n$  – Mô men quán tính độ cực của mặt cắt chịu lực qua các mạch hàn, tính bằng  $cm^4$ .

r – Khoảng cách lớn nhất tính từ trọng tâm của mặt cắt qua các mạch hàn đến điểm nằm trên đường bao quanh các mạch hàn;

$\alpha$  - Góc tạo bởi đường r và trục dọc của thanh được liên kết ( $\alpha < 90^\circ$ );

$F_{se}$  – Diện tích tính toán của mặt cắt qua các mạch hàn, lấy bằng tổng các tích số  $h_{se} \cdot l_{se}$ , trong đó h là chiều cao tính toán của mặt cắt mạch hàn góc, lấy theo **điều 6.6.2**.

$l_{se}$  – Chiều dài tính toán của mạch hàn, bằng chiều dài thiết kế của mạch hàn trên toàn mặt cắt; riêng mạch hàn bên sườn lấy bằng 50 lần cạnh góc vuông của mạch hàn.

n – Số lượng mạch hàn góc dùng để tính toán.

$$0,75 = 0,6 c'$$

*Trong đó:*  $c'$  – Hệ số xét sự phân phối không đều của các ứng suất tiếp tuyến đối với mạch hàn góc lấy bằng 1,25.

Độ chịu mỏi của các mối hàn và liên kết, tính theo các công thức ở điểm “a” (có xét **điều 6.5.3**), “b” và “c” trên đây, với hệ số điều kiện làm việc  $m_2$  tương ứng với các nội lực, và với hệ số  $\gamma$ .

*Chú thích:* Đối với thanh có mặt cắt gồm hai bản bụng, mà các nhánh của thanh được liên kết với một cặp bản nút, thì mô men uốn tác dụng trong mặt phẳng thẳng góc với mặt phẳng bản nút được tính dưới dạng lực phụ dọc trục tác dụng trên mỗi nhánh của thanh (có mang theo dấu); trị số của lực dọc trục này xác định bằng cách chia mô men cho cánh tay đòn của ngẫu lực. Đối với thanh có mặt cắt gồm có một bản bụng hay hai bản bụng, mà chỉ liên kết bằng một bản nút, thì khi xác định ứng suất, được phép không xét tác dụng của mô men nói trên.

**6.6.13. Khi tính toán chịu uốn của bu lông chốt** ở bản nút, phải giả định bu lông chịu tác dụng của lực tập trung đặt ở tim của tập bản thép tiếp giáp với bu lông.

## 6.7. TÍNH TOÁN BẢN GIỀNG, TẮM LIÊN KẾT KHOẾT LỖ VÀ HỆ THANH GIỀNG

**6.7.1. Lực cắt giả định Q** dùng để tính các bản giềng, tấm liên kết khoét lỗ và hệ thanh giềng của các thanh ghép chịu nén đúng tâm, tính theo công thức sau:...

$$Q = \alpha F_{\sigma p} \cdot R_o \frac{\varphi_{\min}}{\varphi}$$

Trong đó:

$F_{\sigma p}$  – Diện tích nguyên của toàn bộ mặt cắt thanh đã trừ đi diện tích của bản thép (tập bản thép) đặc, liên kết dọc giữa các nhánh của thanh.

$R_o$  – Cường độ tính toán cơ bản;

$\varphi$  - Hệ số triết giảm sức chịu lực của thanh chịu nén đúng tâm (khi  $i = 0$ ) khi kiểm toán ổn định của thanh trong mặt phẳng của bản giềng, tấm liên kết khoét lỗ hay của hệ thanh giềng

$\varphi_{\min}$  – Hệ số triết giảm sức chịu lực nhỏ nhất của thanh.

$\alpha = 0,024 - 0,00007\lambda$ , nhưng không được lớn quá 0,015 đối với thanh bằng thép các bon, và không được lớn quá 0,017 đối với thanh bằng thép hợp kim thấp.

Trong tính toán, trị số Q giả định là một hằng số trên toàn chiều dài của thanh.

Chú thích: Các bản giềng và phần nằm giữa các lỗ của tấm liên kết khoét lỗ, chịu lực cắt giả định Q, được tính như các thanh của giàn không có thanh chéo, còn đối với các thanh giềng được tính như các thanh của giàn có thanh chéo.

**6.7.2. Khi tính toán độ chịu mỗi các bản giềng, tấm liên kết khoét lỗ và hệ các thanh giềng** của các thanh lúc chịu nén, lúc chịu kéo, phải xác định diện tích mặt cắt của chúng với hệ số  $\gamma$ ; nghĩa là lực cắt Q được phép tính theo công thức trong **điều 6.7.1** rồi nhân kết quả với hệ số  $\gamma/\varphi_{\min}$ ; còn nếu trong trường hợp căn cứ vào lực kéo để xác định mặt cắt của thanh, thì trị số Q còn phải nhân thêm với tỷ số của nội lực nén trên nội lực kéo.

Trong các thanh ghép chịu nén đồng thời chịu uốn thì lực cắt giả định Q còn phải cộng thêm với lực cắt do uốn đã tính trực tiếp trong tính toán.

**6.7.3. Nếu các bộ phận liên kết** bố trí trong một số mặt phẳng song song, thì lực cắt Q phân bố như sau:

a) Khi chỉ dùng bản giềng (hay hệ thanh giềng) hay chỉ dùng tấm liên kết khoét lỗ, cũng như trường hợp dùng kết hợp nhiều loại, thì phân đều cho các mặt phẳng của bản giềng (hệ thanh giềng) và của tấm liên kết khoét lỗ,

b) Khi dùng bản liên kết đặc (hay tập bản liên kết) cùng với các bản giằng (hay hệ thanh giằng) hoặc các tấm liên kết khoét lỗ thì phân nửa đều cho bản liên kết đặc, nửa cho các mặt phẳng của bản giằng (hay hệ thanh giằng) hoặc các tấm liên kết khoét lỗ.

**6.7.4. Tính các bộ phận của hệ thanh giằng**, phải xét tới độ lệch tâm sinh ra trong trường hợp chỉ liên kết ở một bên với nhánh của thanh.

*Chú thích:* Đối với hệ thanh giằng bằng các dải thép dẹt, được phép không xét độ lệch tâm trong tính toán.

## 6.8. TÍNH GÓI CẦU

**6.8.1. Mô men uốn trong thốt trên** của gói cầu lấy bằng mô men uốn của phần hẫng do tải trọng phân bố đều tác dụng trên diện tích tựa tương ứng.

**6.8.2. Khi tính gói cầu, phải theo các quy định** trong điều **6.3.9 và 6.4.5**, đối với gói di động phải tính tới độ lệch tâm của áp lực trên truyền xuống do chuyển vị dọc của con lăn (con lăn vát) và trụ lắc gây ra.

Các chuyển vị dọc của gói di động, sau khi đã tính ảnh hưởng của tĩnh tải còn phải xét ảnh hưởng của hoạt tải thẳng đứng tính toán, kể cả hệ số động lực và ảnh hưởng do nhiệt độ thay đổi.

*Chú thích:* Trong các kết cấu nhịp có tỷ số khoảng cách giữa các giàn trên chiều dài nhịp nhỏ hơn 1/15 thì trong tổ hợp tải trọng phụ nên tính tác động đối với gói cố định do chênh lệch nhiệt độ ở các thanh mạ giàn chủ vào khoảng 15°C

**6.8.3. Khi tính độ ngàm chặt** của bu lông neo chịu lực phải xét hệ số làm việc  $m_1 = 0,7$ ; khi tính con lăn theo mặt cắt qua đường kính, nếu số con lăn không quá 2, thì lấy hệ số điều kiện làm việc  $m_2 = 1,4$ ; nếu số con lăn từ 4 trở lên và gói có trụ lắc phân bố áp lực thì lấy hệ số  $m_2 = 1,2$

## CẤU TẠO

### 6.9. NHỮNG YÊU CẦU, CƠ BẢN VỀ CẤU TẠO

**6.9.1. Khi thiết kế kết cấu thép**, phải xét tới những sai số của thép cán gia công tại nhà máy cũng như sự cần thiết về thống nhất hóa tiết diện, chiều dài, số hiệu thép cán tương ứng với việc sử dụng thép bảo đảm giảm những phế liệu và những mất mát với mức ít nhất. Cũng cần phải dự kiến việc áp dụng rộng rãi hàn tự động và hàn tự động, thống nhất hóa các loại cấu kiện, các mạng lỗ và hình dạng lỗ của đỉnh tán và bu lông, với số lượng đường kính đỉnh tán và bu lông khác nhau ít nhất; và cần đảm bảo tạo các lỗ đó theo các thiết bị gá định vị và các thiết bị kẹp thuận tiện cho việc lắp ghép và liên kết các thanh trong khi lắp ráp.

**6.9.2. Khi thiết kế các kết cấu nhịp cầu** hàn hay các cấu kiện hàn và từng nút hàn không được phép có mặt cắt thay đổi đột ngột hoặc chuyển tiếp không đều sang tiết diện thay đổi và không để những yếu tố khác gây ra ứng suất tập trung lớn

Cũng cần xét tới những tác hại do biến dạng và ứng suất gây ra trong khi hàn và phải dự kiến những biện pháp cấu tạo và công nghệ thích hợp để giảm bớt các tác hại đó, như là: giảm ứng suất tập trung gia công cơ khí các vùng cần thiết, phân tán các mạch hàn, thứ tự lắp và hàn các cấu kiện, uốn cong trước, nung nóng cục bộ kết cấu v.v

**6.9.3. Kết cấu nhịp và các khối lắp ghép** phải có các hệ liên kết dọc và ngang để đảm bảo kết cấu nhịp không bị biến dạng không gian trong thời gian sử dụng và các khối không bị biến dạng trong quá trình vận chuyển và lắp ráp.

Các loại kết cấu nhịp kiểu dầm thường phải có hệ liên kết dọc đặt ở trong mặt phẳng của các thanh mạ (cánh) trên và mạ (cánh) dưới. Nếu do điều kiện cần thiết về tĩnh không cầu, trong kết cấu nhịp cầu chạy dưới nếu không cho phép bố trí hệ liên kết dọc ở trên thì có thể làm dầm kiểu “hở trên”, nhưng phải có các khung cứng hở đảm bảo ổn định cho các thanh mạ trên; các khung hở đó phải đặt ở mặt phẳng của mỗi dầm ngang. Trong kết cấu nhịp hàn kiểu dầm đặc có đường xe chạy trên, các hệ liên kết dọc nên đặt cách xa cùng cao độ với cánh, nhưng không được cách xa quá 1/5 chiều cao của bản bụng. Trong trường hợp này, tất cả các liên kết, trừ kiểu liên kết có hình bất chéo và hình chữ K, đều phải liên kết với các cánh chống gió đặc biệt hoặc liên kết với các thanh nẹp cứng nằm ngang liên tục. Đối với kết cấu nhịp có các bộ phận liên kết cứng với các thanh mạ (cánh) của dầm hoặc giàn (thí dụ bản bê tông cốt thép) ở mặt phẳng thì được phép bỏ hệ liên kết dọc ở trong mặt phẳng đó, nếu xét nó không cần thiết trong khi lắp ráp. Nhịp kiểu vòm phải có hệ liên kết dọc ở mặt phẳng đường xe chạy và thêm ít nhất là một hệ liên kết dọc tại mặt phẳng một cánh vòm.



**6.9.4. Hệ liên kết dọc thường** phải đặt trùng tim với tim của thanh mạ giàn chủ, cấu tạo chỗ liên kết nó với thanh mạ không được gây nên mô men uốn trong các bộ phận của các thanh trong giàn chủ. Không nên tán đỉnh liên kết hệ liên kết dọc với các dầm dọc của hệ mặt cầu.

**6.9.5. Trong trường hợp cầu đường sắt**, tàu chạy trực tiếp trên các thanh tà vẹt thì khoảng cách tim giữa các dầm dọc quy định là 1,9m. Khi không có khung dầm mặt cầu thì khoảng cách tim giữa hai dầm chủ (giàn chủ) quy định là 2,00 – 2,2m.

**6.9.6. Trong cầu đường sắt** khi các dầm dọc của hệ mặt cầu có nhịp lớn hơn 3m và không có bản mặt cầu thì phải có hệ liên kết dọc ở mặt trên. Các dầm dọc của cầu đường sắt phải có các hệ liên kết ngang bố trí với những khoảng cách không quá 5m. Nếu dầm dọc đặt chông lên trên dầm ngang phải bố trí thanh liên kết ngang cách nhau không quá 5m.

**6.9.7. Đối với hệ mặt cầu** nếu tính toán có cơ sở thì cho phép làm gối tựa di động dọc cho các dầm dọc với số lượng ít nhất. Cấu tạo của gối tựa di động phải đảm bảo cho các đầu dầm dọc chuyển vị được theo chiều dọc và không được để đầu tỳ của dầm dọc cao hơn đầu đỡ của dầm dọc bên cạnh.

**6.9.8. Trong các kết cấu nhịp** có dầm dọc không trực tiếp liên kết với hệ liên kết dọc của giàn chủ, cần phải làm hệ liên kết chống hãm đặc biệt.

*Chú thích:* Khi dầm dọc có gối di động dọc thì các hệ liên kết chống hãm phải bố trí ở mỗi đoạn giữa hai chỗ ngắt rời.

**6.9.9.** Các kết cấu nhịp phải thiết bị chỗ tựa để kích nâng dầm.

## 6.10. MẶT CẮT VÀ ĐỘ MẠNH CỦA CẤU KIỆN

**6.10.1. Kích thước nhỏ nhất của mặt cắt** các bộ phận kết cấu tính bằng mm cho phép lấy như sau:

- Bề dày của bản thép dùng trong kết cấu nhịp và mô trụ cầu phải lấy là 10. Trừ các trường hợp sau:

- Bề dày bản tiết điểm của giàn chủ

Trong cầu đường sắt lấy là 12;

Bề dày bản bụng của dầm chủ hàn nối chịu uốn, lấy là 12;

Bề dày bản giằng: 8;

Bề dày bản đệm: 4;

Bề dày bản gối nằm ngang: 20;

Bề dày vòng đệm của bu lông tinh chế: 6;

Thép góc trong các mặt cắt của các thanh cơ bản trong giàn chủ và hệ mặt cầu lấy là: 100 x 100 x 10;

Trong cầu đường sắt, thép góc liên kết dầm dọc với dầm ngang và thép góc liên kết dầm ngang với giàn chủ lấy là 100 x 100 x 12

Thép góc của hệ liên kết lấy là 80 x 80 x 8;

Thép góc làm thanh giằng trong các thanh tổ hợp lấy là 63 x 63 x 6;

Trong các cấu kiện tán nối bề dày lớn nhất của thép cán lấy là: 20mm, cấu kiện hàn bằng thép các bon lấy là: 50mm, cấu kiện hàn bằng thép hợp kim thấp lấy là: 40mm;

**6.10.2. Trong mặt cắt của thanh chịu lực** dọc trục của giàn chủ, vật liệu tập trung chủ yếu vào tập bản ghép thẳng đứng (trong mặt phẳng của giàn). Tốt nhất là dùng bản thép đặc để liên kết các nhánh của thanh, nhất là đối với thanh chịu nén.

**6.10.3. Mặt cắt của các thanh hàn nối** phải cố gắng làm đối xứng và ghép bằng ít bộ phận nhất để giảm tới mức ít nhất số lượng mạch hàn liên kết. Không nên dùng tập bản hàn ghép, trừ khi thật cần thiết. Số mối hàn nối trong thanh chịu kéo phải ít nhất.

**6.10.4. Tỷ lệ bề rộng tính toán  $b$  và bề dày  $\delta$**  của từng tập bản thép (hay bản thép) ghép trong các thanh chịu nén, không được vượt quá trị số ghi trong bảng 16.

**Bảng 16. Tỷ số lớn nhất giữa bề rộng và bề dày của tập bản thép  
(Hay của bản thép)**

Số thứ tự	Đặc tính của tập bản thép (hay của bản thép)	Độ mảnh tính toán của thanh $\lambda$	Tỷ số $\frac{b}{\delta}$
1	Tập bản thép (bản thép) đặt trong mặt phẳng của giàn bằng thép:		
	- Các bon  - Hợp kim thấp	Nhỏ hơn 60 Từ 60 trở lên  Nhỏ hơn 65 Từ 65 trở lên	35  0,60 $\lambda$ , nhưng không được lớn quá 50;  30 0,85 $\lambda$ - 25, nhưng không lớn quá 50.
2	Tập bản thép (bản thép) đặt thẳng góc với mặt phẳng giàn:  a) Trong các thanh tán ghép và các thanh hàn ghép (trừ thanh hàn ghép có mặt cắt hình chữ H) bằng thép		
	- Các bon  - Hợp kim thấp	Nhỏ hơn 60 Từ 60 trở lên  Nhỏ hơn 65 Từ 65 trở lên	45  0,35 $\lambda$ +25, nhưng không lớn quá 60;  40 0,60 $\lambda$ nhưng không lớn quá 60.
	b) Trong các thanh hàn ghép có mặt cắt hình chữ H bằng thép		
	- Các bon  - Hợp kim thấp	Không quá 60  Trên 60  Không quá 60	35  $\lambda$ - 25, nhưng không lớn quá 45  30

		Trên 60	$\lambda - 30$ nhưng không lớn quá 45
3	Cánh thò ra của tập bản thép (bản thép) được viền bằng sắt góc nẹp hay bản nẹp bằng thép;		
	- Các bon	Không quá 60 Trên 60	20 $0,25 \lambda + 5$ , nhưng không lớn quá 30
	- Hợp kim thấp	Không quá 65 Trên 65	18 $0,20 \lambda + 5$ , nhưng không lớn quá 30
4	Cánh thò ra của tập bản thép (bản thép) không viền mép: a) Trong các thanh tán ghép bằng thép:		
	- Các bon:	Không quá 60 Trên 60	12 $0,20 \lambda$ , nhưng không lớn quá 20
	- Hợp kim thấp:	Không quá 60 Trên 60	10 $0,25 \lambda - 5$ , nhưng không quá 20.
	b) Trong các thanh hàn ghép bằng thép các bon		
	- Các bon	Không quá 60 Trên 60	14 $0,15 \lambda + 5$ , nhưng không quá 20
	- Hợp kim thấp	Không quá 60 Trên 60	12 $0,20 \lambda$ nhưng không quá 20

Chú thích:

1. Các điểm 1 và 2 trong bảng dùng cho các tập bản thép (bản thép) có mặt cắt hai bản bụng mà các nhánh của nó liên kết với nhau bằng bản đặc hay bản khoét lỗ, bản giằng v.v... ngoài ra còn dùng cho bản bụng của mặt cắt hình chữ I; các điểm 3 và 4 dùng các tập bản thép (bản thép) của mặt cắt có một bản bụng và mặt cắt có hai bản bụng mà một mặt để trống, không liên kết với nhau bằng bản giằng v.v...

2. Theo điểm 1 và 2 trong bảng bề rộng tính toán  $b$  của tập bản thép (bản thép) trong thanh tán ghép lấy bằng khoảng cách giữa hai hàng đinh tán gần nhất, dùng để liên kết các bản thép trong tập bản thép nói trên với hai tập bản thép thẳng góc với nó (hoặc với các giằng liên kết). Còn đối với thanh hàn ghép, lấy bằng khoảng cách giữa các đường tim hai tập bản thép thẳng góc với nó. Bề rộng tính toán của cánh thò ra (theo điểm 3 và 4 trong bảng) lấy bằng  $i$  khoảng cách từ mép tự do của tập bản thép (bản thép) đến hàng đinh tán gần nhất của thép góc (đối với thanh tán ghép) hay đến tim của tập bản thép (bản thép) gần nhất đặt thẳng góc với cánh nói trên (đối với thanh hàn ghép).

3. Trong trường hợp mặt cắt thanh bằng thép các bon không kiểm toán theo cường độ tính toán chịu nén, thì trị số  $b/\delta$  ghi trong bảng tăng lên bằng cách nhân với hệ số:

$$\psi = \sqrt{\frac{R_o \varphi}{\sigma}}$$

Nhưng không được vượt quá 1,35 và trong mọi trường hợp số  $b/\delta$  không được vượt quá 50 đối với bản thép đứng và quá 60 đối với bản thép nằm ngang. Trong đó  $\delta$  tính theo vế trái của công thức ghi trong bảng 10.

Ngoài ra, bề dày các tập bản thép (bản thép) liên kết trong các thanh chịu nén có mặt cắt hình chữ H và I quy định như sau:

a) Đối với thanh tán ghép: không nhỏ hơn  $0,4\delta_B$

b) Đối với thanh hàn ghép: không nhỏ hơn  $0,5\delta_B$  khi  $\delta_B$  lớn hơn hoặc bằng 30mm, và không nhỏ hơn  $0,6\delta_B$  khi  $\delta_B$  nhỏ hơn hoặc bằng 25mm; trong đó  $\delta_B$  bề dày của tập bản thép (bản thép), đặt trong mặt phẳng của giằng.

**6.10.5. Khi tà vẹt đặt trực tiếp** lên cánh trên của dầm cầu đường sắt, thì dầm phải có bản đáy nằm ngang đặt trên toàn chiều dài của cánh trên với bề rộng ít nhất là 240mm.

**6.10.6. Dầm hàn bản đặc nên ghép** bằng một bản thép đứng và hai bản thép nằm ngang.

Nếu bề dày cần thiết của cánh dầm hàn bằng thép các bon vượt quá 50mm và bằng thép hợp kim thép vượt quá 40mm, thì được phép dùng tập bản thép và cố gắng không ghép quá hai bản ghép. Trong trường hợp này nên lấy khoảng cách từ rìa mép của bản thép rộng đến rìa mép của bản thép hẹp ít nhất là 50mm.

**6.10.7. Bản thép đáy của cánh dầm** trong phạm vi nhịp dầm, phải cắt quá đường ngắt lý thuyết của nó hay đường ngắt thực tế của bản đáy kê đó (bản ngắn hơn) một đoạn đảm bảo liên kết được toàn bộ diện tích chịu lực của mặt cắt bản đáy với tối thiểu là 3 hàng đinh tán (đối với kết cấu tán đinh).

**6.10.8. Thép góc cánh trong dầm đặc** phải có diện tích chiếm phần lớn diện tích của mặt cắt tập bản thép ở cánh.

**6.10.9. Bề rộng phần thò ra không viền** mép của cánh chịu nén trong dầm hàn có đường xe chạy trên không được vượt quá:

10 $\delta$  và 0,3m trong cầu đường sắt

Bề rộng và bề dày của tập bản thép nằm thép nằm ngang (và cao độ các thanh giằng liên kết) phải đảm bảo đặt được các tà vẹt cầu tiêu chuẩn có khác và giữ được độ vòng xây dựng của đường

15 $\delta$  và 0,4m, trong cầu ô tô và cầu thành phố. Trong đó  $\delta$  - bề dày của cánh

**6.10.10. Cấu tạo của dầm dọc và liên kết** giữa dầm dọc với dầm ngang, thường phải đảm bảo chịu được mô men âm ở gối (dùng bản cá hay cánh dầm dọc chạy suốt).

**6.10.11. Độ mảnh của thanh xác định** theo **điều 6.4.5 và 6.4.6** không được vượt quá các trị số sau:

- Đối với các thanh của giàn chủ chịu nén hay lúc chịu nén lúc chịu kéo cũng như thanh mạ chịu kéo của giàn chủ là 100;

- Đối với các thanh của giàn chủ chỉ chịu kéo, trừ thanh mạ, cũng như các thanh của giàn chủ không chịu tác dụng của hoạt tải thẳng đứng, và các thanh căng dùng để giảm chiều dài tự do là 150.

- Đối với các thanh chịu nén hay chịu kéo trong hệ liên kết dọc của giàn chủ và của dầm dọc, các thanh trong hệ liên kết ngang tại gối và trong hệ liên kết chống hãm là 130.

Đối với các thanh chịu kéo của hệ liên kết dọc trong cầu ô tô là 180;

Đối với các thanh chịu nén hay chịu kéo của hệ liên kết ngang trong phạm vi nhịp là 150;

- Đối với các thanh liên kết chỉ chịu lực kéo, nếu phải kéo căng trong khi lắp ráp là 200;

- Đối với các thanh giằng trong thanh chịu nén là 150;

- Đối với các thanh giằng kép có hình bất chéo trong thanh chịu nén tán ghép bằng các thanh thép dẹt có mặt cắt hình chữ nhật là 180;

**6.10.12. Độ mảnh của các nhánh** trong thanh ghép không được vượt quá 40 khi chịu nén, không vượt quá 50 trong các trường hợp khác.

## 6.11. NẠP TĂNG CƯỜNG CỦA DẦM ĐẶC CHỊU UỐN

**6.11.1. Nạp (thép góc) tăng cường** ngang trong dầm đặc chịu uốn, phải đặt trên các gối tựa ở các điểm truyền lực tập trung.

Khi chiều cao tính toán  $h$  của bản bụng dầm đặc chịu uốn lớn hơn 50 lần bề dày của bản bụng, thì căn cứ vào tính toán ổn định cục bộ của bản bụng để bố trí các thanh nạp tăng cường trung gian theo chiều ngang và chiều dọc của dầm.

Khi cầu dùng nạp cứng theo chiều dọc thì nên đặt chúng theo cự ly dưới đây kể từ cánh chịu nén:

- Khi dùng một nạp:  $(0,20 \div 0,25)h$

- Khi dùng hai hay ba nạp: nạp thứ nhất:  $(0,15 \div 0,20)h$ ; nạp thứ hai:  $(0,40 \div 0,50)h$ ; nạp thứ ba thường đặt trong khu vực chịu kéo của bản bụng.

**6.11.2. Khi bản bụng chỉ dùng nạp theo chiều ngang** để tăng cường thì bề rộng cánh thò ra của hai nạp đối xứng về mỗi bên của bản bụng không được nhỏ hơn  $30 \div 40\text{mm}$ .

Khi tăng cường cho bản bụng bằng cả nạp theo chiều dọc thì mô men quán tính của mặt cắt các nạp phải dùng công thức sau đây để tính:

Nạp ngang:  $I = 3 h \delta^3$

Nạp dọc:  $I = (2,5 - 0,45 \frac{a}{h}) \frac{a^2}{h} \delta^3$

Nhưng không nhỏ hơn  $1,5 h \delta^3$  và không lớn hơn  $7h\delta^3$

Các ký hiệu trong công thức trên dùng như ở **điều 6.5.8**

**6.11.3. Nạp tăng cường nên dùng từng đôi** đối xứng và thò ra hai bên của bản bụng.

Trong trường hợp nạp tăng cường chỉ đặt ở một bên bản bụng, thì mô men quán tính lấy đối với trục là đường tiếp xúc của bản bụng với thép nạp.

Bề dày của nạp tăng cường không được nhỏ hơn  $1/15$  bề rộng của cánh thò ra và không nhỏ hơn  $10\text{mm}$ .

**6.11.4. Trong dầm tán nổi mặt đầu của nạp** tăng cường (cánh thò ra của thép góc nạp và bản thép nạp) ở những chỗ truyền lực tập trung, phải tựa khít vào cánh nằm ngang của thép góc cánh dầm và phải kiểm toán chịu ép mặt.

Chú thích:

1. Thép góc tăng cường thẳng đứng bố trí trong phạm vi nhịp trừ chỗ truyền lực tập trung, được phép uốn cong đầu.

2. Cánh thò ra của thép góc tăng cường không nhất thiết phải tựa khít lên đà ngang.

**6.11.5. Trong dầm hàn nối, để đảm bảo** cục bộ cho bản bụng nếu chỉ dùng riêng nẹp thẳng đứng và tăng bề dày của bản bụng mà thấy không hợp lý, thì mới dùng nẹp nằm ngang để tăng cường.

Nẹp tăng cường song song với các mạch hàn nối của bản bụng phải cách xa mạch nối gia công tại nhà máy một đoạn ít nhất là 10 $\delta$ . ( $\delta$  là bề dày của bản bụng và cách xa mạch hàn nối lúc lắp ráp một đoạn tùy theo yêu cầu về hàn nối khi lắp ráp mà xác định.

**6.11.6. Nẹp tăng cường phải hàn đối xứng** ở hai bên bản bụng bằng hai đường hàn liên tục.

Khi mạch hàn nối của các nẹp tăng cường và mạch hàn liên kết nẹp với bản bụng của dầm giao nhau, thì nên hàn liên tục qua mạch nối.

Ở những chỗ giao nhau giữa nẹp tăng cường nằm ngang và nẹp tăng cường thẳng đứng nên để nẹp tăng cường nằm ngang và mạch hàn gắn nó với bản bụng chạy liên tục, còn nẹp thẳng đứng nên cắt rời và liên kết với nẹp ngang bằng các mạch hàn góc; nếu nẹp thẳng đứng chạy liên tục không cắt, thì nẹp nằm ngang phải gắn với nẹp thẳng đứng bằng mạch hàn thấu suốt toàn bề dày của nẹp.

**6.11.7. Ở những chỗ tiếp giáp giữa nẹp** tăng cường thẳng đứng với nẹp nằm ngang với cánh dầm hoặc bản tiết điểm nằm ngang của hệ liên kết dọc hàn vào bản bụng của dầm, thì ở nẹp tăng cường thẳng đứng nên khoét thủng một hình chữ nhật có làm tròn góc, kích thước của lỗ thủng lấy theo chiều cao là 80 – 120mm, theo chiều rộng 50 – 80mm, và bán kính góc tròn không nhỏ hơn 20mm.

Đối với lỗ khoét thủng ở chỗ tiếp giáp của đầu nẹp tăng cường với cánh dầm, nên lấy trị số lớn nhất trong những trị số nêu trên.

**6.11.8. Các đầu của nẹp tăng cường thẳng** đứng phải tựa khít vào các cánh dầm, muốn thế phải có bản đệm đặt giữa đầu nẹp và cánh dầm.

Các bản đệm phải có bề dày là 16 – 20mm và bề rộng 30 – 40 mm, phải ép chặt vào vị trí và chỉ hàn vào nẹp tăng cường bằng các mạch hàn góc. Cho phép hàn trực tiếp nẹp tăng cường với bản thép của cánh dầm chịu nén, hay với cánh dưới của dầm ở gối; không được hàn nẹp tăng cường với cánh chịu kéo.



## 6.12. YÊU CẦU VỀ CÁC LIÊN KẾT TÁN NÓI VÀ HÀN NÓI

**6.12.1. Cần phải hết sức tránh lệch tâm** giữa trọng tâm mặt cắt của các bộ phận kết cấu ở tại mỗi nối và bên ngoài mỗi nối, trừ trường hợp vì lệch tâm mà kết cấu chịu lực tốt hơn.

Đối với mặt cắt bằng một hay hai thép góc, cho phép hướng tâm theo hàng đỉnh tán.

*Chú thích:* Trong kết cấu hàn nối, trường hợp không thể tránh được lệch tâm ở các liên kết, thì các thanh có mặt cắt kiểu một bản bụng phải gắn chặt trên toàn chu vi của liên kết.

**6.12.2. Mạch nối của bụng thẳng đứng** trong dầm phải được thực hiện trên toàn chiều cao để nối thép góc cánh, được phép dùng loại bản thép phẳng có từ hai hàng đỉnh tán trở lên.

**6.12.3. Trường hợp dùng bản dẹt gián tiếp** của diện tích tiết diện để liên kết hay nối các thanh giàn chủ, thì phần diện tích được nối trực tiếp không được nhỏ hơn 50% của toàn bộ diện tích chịu lực của thanh. Khi đó phải cố gắng giảm lệch tâm chỗ liên kết bản dẹt và tăng chiều dài của bản dẹt.

**6.12.4. Số lượng đỉnh tán tối thiểu để liên kết** các thanh theo hàng dọc (trừ các thanh chéo của hệ giằng) được phép dùng như sau:

- Với một hàng đỉnh tán là 3; với từ hai hàng đỉnh tán trở lên là 2; trên cánh thò ra của đoạn thép góc ngắn là 5;

Các mối nối và liên kết các thanh chịu kéo hay lúc chịu kéo lúc chịu nén, phải có số lượng đỉnh tán bằng nhau ít ra là ở hai hàng đầu tiên kể từ mặt cắt của thanh hay của bản thép nối chịu toàn bộ nội lực. Trong trường hợp ở các mối nối và liên kết của thép góc có hai hàng đỉnh thì chiếc đỉnh đầu tiên phải bố trí ở góc của thép góc.

**6.12.5. Đường kính của đỉnh tán bố trí ở thép góc** của các thanh chủ, không nên lớn hơn 1/4 bề rộng của cánh thép góc.

Trong những trường hợp bắt buộc, đối với những thanh giằng, nẹp tăng cường, bản ngăn v.v... được phép bố trí các đỉnh tán có đường kính 23mm trên thép góc cánh rộng 80mm và đường kính 26mm trên thép góc cánh rộng 90mm.

**6.12.6. Chiều dài thân đỉnh tán trong bản thép** (giữa hai đầu đỉnh đã tán xong) không được lớn hơn 4,5 lần đường kính lỗ đỉnh; số bản thép ghép lại bằng đỉnh tán đường kính 23mm, không nên nhiều hơn 7 lớp; với đường kính 26mm không nên nhiều hơn 8 lớp.

Khi tán đỉnh bằng hai búa tán hơi ép hoặc có dùng giá đỡ hơi ép động lực, hoặc dùng máy kẹp thì bề dày tán ghép có thể được tăng đến 5,5 lần đường kính lỗ đỉnh, và số bản tán ghép khi ấy có thể tăng tới 8 lớp đối với đường kính lỗ đỉnh 23mm và tới 9 lớp đối với đường kính lỗ đỉnh 26mm.

Khi chiều dày của tập bản ghép vượt quá 3,5 lần đường kính lỗ đinh thì phải dùng loại đinh tán có thân hình nón cụt và đầu kiểu chóp cao.

**6.12.7. Bố trí đinh tán cần phù hợp** với những chỉ dẫn trong bảng 17.

**Bảng 17. Khoảng cách cho phép giữa các đinh tán**

Kích thước quy định	Hướng		Loại nội lực	Khoảng cách cho phép	
				Tối đa	Tối thiểu
Khoảng cách giữa tim các đinh tán	Theo đường chéo góc		Kéo và nén		3,5đ
	Cho hàng sát mép	Trên thép bản		Lấy số nhỏ trong hai trị số 7d và 16δ	3đ
		Trên thép góc		160mm	
	Cho hàng giữa	Ngang với hướng nội lực		24δ	
		Dọc theo hướng nội lực		Kéo Nén	
	Khoảng cách từ tâm đinh đến rìa mép thanh	Đối với loại rìa mép		Dọc theo hướng nội lực và đường chéo góc	Kéo và nén
Đối với mép cắt		Ngang với hướng nội lực			
Đối với rìa mép thép cán				1,5đ	

Các ký hiệu trong bảng:

đ – Đường kính lỗ đinh tán;

δ - Bề dày của bản thép mỏng nhất trong bộ phận tán nối;

*Chú thích:* Hàng đinh tán sát mép là hàng đinh tán ở gần mép bản thép hay hàng đinh tán ở gần mép của cánh thép góc.

**6.12.8.** Trong các bản vẽ thiết kế kết cấu hàn phải ghi rõ:

- a) Loại và kích thước của tất cả các mạch hàn và ký hiệu mạch hàn ở nhà máy, mạch hàn lắp ráp.
- b) Phương pháp hàn tất cả các mạch hàn (hàn tự động, bán tự động và hàn tay) và trình tự khi hàn.
- c) Có cần gia công các mép cạnh không và gia công thế nào.
- d) Khu vực hàn thấu suốt toàn bề dày (hàn chảy thấu suốt bề dày).
- e) Hình dạng và kích thước các chi tiết có liên quan đến việc gia công cơ khí các mạch hàn và các khu vực có ứng suất tập trung, các kiến nghị về phương pháp gia công cũng như tất cả các chỗ phải gia công trên kết cấu.

**6.12.9. Không được dùng liên kết hàn** đối với thép cán có hình phức tạp (chữ I và U) trong các thanh giàn chủ và hệ mặt cầu làm mới. *Không nên* dùng kết hợp hàn nối đầu và hàn bản nối phủ bằng mạch hàn góc tại chỗ nối ghép.

Loại đỉnh hàn

Không được phép dùng trong cầu đường sắt.

Trong cầu ô tô và cầu thành phố chỉ được phép dùng cho các liên kết không chịu lực

*Không được phép dùng hàn để lấp đầy các lỗ lắp ghép.*

**6.12.10. Mạch hàn góc thường** phải có bề mặt lõm và vuốt đều tới mặt kim loại cơ bản.

Mạch hàn bên sườn của liên kết chịu lực dọc trục có thể là hình cong lõm, lồi hoặc phẳng.

Đối với mạch hàn chính diện, nên quy định tỷ số cạnh lớn trên cạnh nhỏ của mạch bằng 2 đến 2,5. Cạnh lớn phải dọc theo hướng nội lực tác dụng lên mạch hàn chính diện.

**6.12.11. Kích thước của mạch hàn góc** phải căn cứ theo tính toán về cường độ và độ chịu mỏi để cố gắng quy định nhỏ nhất, nhưng không được nhỏ hơn các trị số nêu trong bảng 18.

**Bảng 18. Kích thước nhỏ nhất của cạnh mạch hàn góc**

Bề dày của bản dày nhất trong các bản đem hàn (mm)	Kích thước cạnh bên của mạch hàn trong kết cấu thép (mm)	
	Thép các bon	Thép hợp kim thấp
Dưới 14	6	8
15 – 25	8	10
26 – 40	10	12
Từ 41 trở lên	12	-

*Chú thích:* Kích thước nhỏ nhất của cạnh bên mạch hàn nêu trong bảng dùng cho vết hàn một đường cong.

Chiều dài của mạch hàn góc ở chính diện và ở bên sườn không được nhỏ hơn 60mm và không nhỏ hơn 6 lần kích thước cạnh mạch hàn.

**6.12.12. Các mạch hàn nối thường phải hàn** hai bên, không phụ thuộc vào hình dạng gia công ria mép.

Trong trường hợp hàn hai bên có nhiều khó khăn thì cho phép dùng hàn một bên tại mỗi nối, không phải đảm bảo hàn chảy thấu suốt đáy mạch hàn; đối với mạch hàn chịu kéo cũng thực hiện như trên được, nhưng sau đó phải gia công cơ khí mạch hàn tại những chỗ nối.

**6.12.13. Chiều dày của mạch hàn** nối không được nhỏ hơn chiều dày của bản thép đem hàn.

Để nối các bản thép có chiều dày khác nhau, nên dùng mạch hàn nối có chiều dày thay đổi để chuyển tiếp từ bản mỏng sang bản dày. Trong trường hợp này đối với mỗi nối hàn chịu kéo và lúc chịu kéo lúc chịu nén, mạch hàn được phép có mặt nghiêng là 1:8; còn đối với mỗi nối hàn chịu nén, là 1:4. Nếu bề dày các bản thép chênh nhau tới mức tại các mép đứng thẳng mà mạch hàn có mặt nghiêng lớn hơn quy định thì phải cắt vát (theo chiều dày) đầu của bản thép dày hơn theo cùng với độ nghiêng của mặt nghiêng đó.

**6.12.14. Ở những chỗ liên kết và gắn** các thanh hàn (chịu kéo hay lúc chịu kéo lúc chịu nén) cũng như ở chỗ lắp ráp các bộ phận kết cấu khác với nó đều phải đảm bảo chuyển tiếp điều hòa từ mạch hàn nối, mạch hàn góc ngang hay xiên, hay từ đầu của mạch hàn góc dọc đến kim loại cơ bản của các thanh này; muốn vậy trong những trường hợp nêu dưới đây, phải gia công cơ khí các phần tương ứng của mặt mạch hàn và các khu vực có ứng suất tập trung.

**6.12.15. Trong các thanh có mặt cắt tổ hợp** không được phép dùng mạch hàn liên kết gián đoạn. Trong những liên kết dùng mạch hàn góc ở hai bên để tạo thành hình chữ T, không nhất thiết phải hàn thấu suốt nếu toàn bộ mặt cắt thiết kế trên toàn chiều dài của dầm hay của thanh không bị ngắt đoạn.

Trường hợp liên kết các bộ phận của thanh ghép bằng mạch hàn một bên, được phép không hàn thấu suốt chiều dày của bản thép mỏng. Kích thước mạch hàn không thấu suốt phải không được quá 4mm và không quá  $0,25\delta$  trong đó  $\delta$  là bề dày bản mỏng.

## 6.13. CHI TIẾT KẾT CẤU

**6.13.1. Trong kết cấu không được** có những bộ phận tiếp giáp với nhau mà không dùng đỉnh tán hay hàn nối, những khe hẹp khoảng trống và lòng máng để đọng nước và không thoáng gió.

Đường kính của lỗ thoát nước thường không được nhỏ hơn 50mm.

Mọi chi tiết kết cấu phải cấu tạo dễ dàng cho việc kiểm soát, cạo gỉ và sơn.

**6.13.2. Trong trường hợp dùng các bản đệm** hay vòng đệm trong các thanh tổ hợp, thì khoảng cách giữa chúng không được vượt quá  $40r$  đối với thanh chịu nén và  $80r$  đối với thanh chịu kéo ( $r$  là bán kính quán tính của thép góc đối với trục song song với mặt phẳng). Trên chiều dài thanh chịu nén tối thiểu phải dùng hai bản đệm hay vòng đệm.

**6.13.3. Đầu của thanh chịu kéo có các lỗ** cho bu lông chốt để liên kết thanh với nút phải được thiết kế đảm bảo diện tích có hiệu của mặt cắt qua lỗ bu lông không nhỏ hơn 140% mặt cắt tính toán của thanh khi mặt cắt đối xứng và diện tích có hiệu của mặt cắt tính từ mép đầu thanh đến lỗ bu lông không nhỏ quá 100% mặt cắt tính toán của thanh.

Số lượng đỉnh tán hay mạch hàn ở những chỗ này phải đủ đảm bảo cho toàn bộ mặt cắt đều tham gia chịu lực.

**6.13.4. Các nhánh của những thanh tổ hợp** phải liên kết với nhau bằng các vách ngăn, do xét tới điều kiện hình thành các cấu kiện tại nhà máy và chuyên chở chúng đi.

**6.13.5. Trong các thanh hàn nối** chịu nén và lúc chịu nén lúc chịu kéo có mặt cắt hình hộp và các thanh mặt cắt hình chữ H và chữ I chịu nén cùng với chịu xoắn, nên đặt các vách ngăn ở đầu và dọc theo chiều dài thanh, cứ cách nhau nhiều nhất là 3m có một vách.

Chỉ nên hàn các bản ngăn với bản thép đứng, còn giữa bản ngăn với bản thép nằm ngang nên để một khe trống ít nhất là 50mm.

**6.13.6. Không được phép hàn trực tiếp** những bộ phận phụ (phần hẫng, các bộ phận lan can và đường người đi v.v...) với các bộ phận của dầm chủ và dầm của hệ mặt cầu, cũng như với các thanh của giàn chủ. Chỉ được phép hàn những bộ phận phụ này với cánh thò ra của nẹp tăng cường.

**6.13.7. Tại những chỗ thay đổi mặt cắt** của các bản thép nằm ngang của dầm, thì những bản có bề dày hay bề rộng lớn hơn đều phải cắt vát đầu với độ xiên không quá 1:4 đối với thanh mạ chịu nén và 1:8 đối với thanh mạ, chịu kéo. Để đảm bảo vuốt đều (với bán kính không nhỏ hơn 50mm) từ mạch hàn tới kim loại cơ bản, ở những mối nối của thanh mạ chịu kéo phải gia công cơ khí theo chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

**6.13.8. Khi cắt bản thép dày cánh dầm** trong phạm vi nhịp, cần phải cấu tạo như sau: bề dày ở đầu cắt của bản thép là 10mm; đầu vát theo bề rộng – với độ nghiêng không quá 1:4, và theo bề dày – với độ nghiêng không quá 1:8; đối với mạch hàn xiên ở đầu bản thép của cánh mạ chịu kéo thì tỷ số hai cạnh mặt cắt hàn là 1:2. Ngoài ra phải gia công cơ khí để vuốt đều (với bán kính không nhỏ hơn 5mm) từ kim loại cơ bản tới mạch hàn. Kích thước và vị trí của khu vực gia công cơ khí lấy phù hợp với chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

**6.13.9. Các mạch nối nằm ngang** của bản bụng dầm trong kết cấu nhịp cầu xe chạy trên, được phép dùng các bản nối xuyên nằm ngang (liên tục) và hàn bằng mạch hàn góc không thấu suốt toàn bộ bề dày của bản bụng. Trong kết cấu nhịp cầu xe chạy dưới, thì loại kết cấu nối trên để liên kết mạch nối nằm ngang của bản bụng chỉ được dùng khi đảm bảo được hàn thấu suốt toàn bộ bề dày bản bụng.

Các mạch nối thẳng đứng của bản bụng không được dùng bản nối xuyên thẳng đứng.

**6.13.10. Không nên dùng mạch nối xiên** ở cánh và bản bụng của dầm đặc.

**6.13.11. Không được hàn trực tiếp** các thanh giằng ngang và các thanh giằng chéo của hệ liên kết nằm ngang với cánh của dầm. Trong dầm đặc có các thanh liên kết không đặt cùng cao độ với cánh, cho phép hàn các thanh liên kết với cánh chống gió, nẹp tăng cường nằm ngang hay bản cánh nằm bên trong (đối với cánh có mặt cắt hình chữ I), nếu khoảng cách giữa cánh dầm và cánh chống gió không nhỏ hơn 1/7 chiều cao của dầm.

**6.13.12.** Đối với cánh chống gió đặt ở khu vực chịu kéo của dầm, phải đảm bảo những yêu cầu sau: các mạch hàn ngang và các mạch hàn góc nằm xiên trên cánh dầm phải có dạng lõm và hàn bằng phương pháp hàn bán tự động; nếu dùng phương pháp hàn tay, cần phải có tỷ số các cạnh góc vuông của mạch hàn là 1:2. Các đoạn mạch hàn xiên riêng biệt ở tại chỗ liên kết của thanh thẳng đứng hàn bằng phương pháp hàn tay, cần phải gia công cơ khí theo chỉ dẫn kỹ thuật đặc biệt để đảm bảo vuốt đều từ phần kim loại cơ bản tới các mạch hàn (bán kính vuốt  $r \geq 5\text{mm}$ ).

**6.13.13. Trong trường hợp hàn bản nút nằm ngang** của hệ liên kết dọc với cánh dầm đặc trực tiếp tại mạch nối cần phải đảm bảo hàn thấu suốt bề dày của bản nút, muốn vậy phải cắt vát mép bản nút và đầu bản nút phải có một đoạn tù (không vát) theo bề rộng của mép cắt vát.

Ở các đầu của bản nút cần phải cắt tròn và gia công cơ khí phần cắt đó cùng với các điểm cuối của mạch hàn để chuyển điều hòa tới cánh dầm, bán kính phần cắt tròn không nhỏ hơn 65mm. Kích thước và vị trí khu vực gia công cơ khí lấy theo chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

Cho phép hàn bản nút nằm ngang chông lên cánh chịu nén của dầm dọc. Khi đó bản nút phải có dạng hình thang, mà đáy lớn của nó liên kết với cánh dầm bằng bốn đường hàn trên toàn bộ chu vi chông và nên theo những quy định sau:

- Độ xiên phần vát của bản nút là 1:1, đoạn chông bản nút lên cánh dầm là  $5\delta$  và cạnh góc vuông nhỏ nhất của mạch hàn góc là  $\delta$ , trong đó là  $\delta$  là bề dày bản nút; tỷ số cạnh góc vuông của mạch hàn xiên là 1:2.

**6.13.14. Đối với hệ liên kết dọc kiểu bắt chéo và kiểu chữ K không đặt cùng cao độ với cánh dầm;** ở đầu các bản nút phải cắt tròn và hàn với bản bụng dầm, đảm bảo cho mạch hàn thấu suốt toàn bộ chiều dày bản nút và phải gia công cơ khí các đầu của bản nút; khi đó chiều rộng đầu kế tiếp của bản nút và bán kính vòng tròn vuốt tới cánh dầm phải phù hợp với yêu cầu của **Điều 6.13.13**. Kích thước và vị trí của khu vực gia công cơ khí phải phù hợp với những tài liệu hướng dẫn kỹ thuật riêng.

Trong trường hợp các bản nút nói trên cắt ngang nẹp tăng cường thẳng đứng thì nên để bản nút và mạch hàn của nó liên tục và hàn các bộ phận của nẹp tăng cường thẳng đứng với bản nút bằng cách hàn bán tự động với mạch hàn có dạng lõm; khi hàn bằng tay mạch hàn phải có tỷ số giữa các cạnh góc vuông là 1:2 (cạnh lớn nằm trên bản nút).

Nếu nẹp tăng cường thẳng đứng liên tục thì các bản nút ở khu vực dầm chịu kéo phải hàn vào nẹp tăng cường với mặt hàn thấu suốt bề dày.

**6.13.15. Khoảng cách giữa hai mạch hàn liên kết** các thanh giằng và giữa các mạch hàn liên kết các bản nút hay cánh chống gió với bản bụng của dầm cũng như với các bản nẹp tăng cường thẳng đứng không được nhỏ hơn 60mm.

**6.13.16. Chỉ trong trường hợp đặc biệt** mới được phép hàn bản nút thẳng đứng hoặc nẹp tăng cường thẳng đứng với cánh chịu kéo của dầm trong phạm vi nhịp; nhưng các mạch ngang liên kết các bộ phận nói trên phải dùng hàn bán tự động với mạch hàn hình lõm; nếu hàn bằng tay, mạch hàn phải đảm bảo tỷ số các cạnh góc vuông là 1:2 (cạnh lớn nằm trên cánh) và phải gia công cơ khí để vuốt đều tới kim loại cơ bản với bán kính vuốt ít nhất là 5mm. Kích thước và vị trí gia công cơ khí phải phù hợp với chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

**6.13.17. Thép góc chống xô phải hàn** vào cánh trên của dầm bằng các mạch hàn góc dọc và ngang. Các mạch hàn ngang nên hàn bán tự động và có dạng lõm; nếu hàn bằng tay phải đảm bảo tỷ số các cạnh góc vuông là 1:2; khi đặt thép góc lên cánh trên chịu kéo, cũng phải gia công cơ khí mạch hàn để vuốt đều từ mạch hàn tới kim loại cơ bản (có bán kính vuốt ít nhất là 5mm). Kích thước của khu vực gia công cơ khí lấy phù hợp với chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

**6.13.18. Trường hợp bố trí các vách ngăn** ngang đặt trong các thanh chịu kéo và lúc chịu nén, lúc chịu kéo, thường phải gia công cơ khí các mạch hàn ngang gắn vách ngăn với bản thép đứng; yêu cầu về gia công cơ khí theo chỉ dẫn trong **điều 6.3.16**.

Trong các thanh lúc chịu kéo lúc chịu nén không cần gia công cơ khí để vuốt đều từ mạch hàn ngang tới kim loại cơ bản nếu hệ số biên độ của chu kỳ ứng suất đổi dấu trong thanh chủ yếu chịu nén  $\rho \geq -0,3$

## 6.14. CẤU TẠO BẢN GIẰNG, TẮM LIÊN KẾT KHOÉT LỖ VÀ THANH GIẰNG

**6.14.1. Ở những phía trông không có các tấm liên kết và từng nhánh trong cấu kiện của dầm chủ và của hệ liên kết, thì đều phải có bản giằng, tấm liên kết khoét lỗ hay hệ thanh giằng; nếu dùng hệ thanh giằng thì phải có bản giằng ở đầu thanh và ở những chỗ hệ thanh giằng bị gián đoạn.**

Khi các nhánh của thanh liên kết với nhau bằng bản thép đặc, thì có thể không cần bố trí bản giằng và thanh giằng nếu trong những thanh chịu nén có mặt cắt hình chữ H và chữ I thỏa mãn mọi quan hệ kích thước trong **điều 6.10.4** cũng như trong các thanh chịu kéo có mặt cắt hình hộp và hình chữ H phù hợp với những chỉ dẫn ở **điều 6.10.4** về tỷ số giữa bề rộng tính toán phần thò ra của tập bản thép (bản thép) với bề dày của nó đã tăng lên 50%.

**6.14.2. Đối với cách thanh hàn, không được dùng hệ thanh giằng bằng thép góc hay bằng thanh thép dẹt.**

Đối với các thanh hàn của giàn chủ trong cầu đường sắt, chỉ được phép dùng tấm liên kết liền với tấm liên kết có lỗ còn bản giằng chỉ được dùng trong các thanh chịu lực thứ yếu của hệ liên kết và trong các trường hợp theo tính toán về độ chịu mỏi của cấu kiện thấy có thể liên kết giữa bản giằng với phần chịu lực cơ bản của mặt cắt mà không cần vuốt tròn và gia công đặc biệt khu vực chịu ứng suất tập trung.

**6.14.3. Bề dày  $\delta$  của bản giằng phải được quy định như sau:**

- Đối với các thanh chịu nén và lúc chịu nén lúc chịu kéo của giàn chủ làm việc dưới tác dụng của hoạt tải lấy  $\delta \geq \frac{b}{45}$ , nhưng không được nhỏ hơn 10mm.

- Đối với các thanh chịu nén và lúc chịu nén lúc chịu kéo của hệ liên kết  $\delta \geq \frac{b}{55}$ , nhưng không được nhỏ hơn 8mm.

- Đối với các thanh thứ yếu của giàn chủ chỉ chịu tác dụng tĩnh tải; và các thanh của hệ liên kết chịu kéo – không được nhỏ hơn 8mm.

Ở đây b – khoảng cách giữa hai hàng đinh tán (hay giữa các mạch hàn) liên kết các bản giằng. Nếu các nhánh của thanh chịu nén có mặt cắt hình chữ H liên kết với nhau bằng các bản giằng



đặt theo trục thanh, thì bề dày của các bản giằng phải phù hợp với những chỉ dẫn trong điểm 1 của bảng 16.

Chiều dài của các bản giằng nằm giữa không được nhỏ hơn 0,75b.

**6.14.4. Trong các thanh chịu nén** và lúc chịu nén lúc chịu kéo, thì chiều dài của các bản giằng ở đầu thanh nên lấy lớn hơn 1,7 lần chiều dài các bản giằng nằm giữa; còn trong các thanh chịu kéo, trị số ấy lấy là 1,3.

Các bản giằng ở đầu các thanh chịu nén và chịu kéo phải cố gắng đặt gần nút.

**6.14.5. Số lượng đỉnh tán tối thiểu** cần để liên kết một bên của bản giằng phải lấy bằng:

4. đối với các thanh giàn chủ chịu hoạt tải;
3. đối với các thanh giàn chủ chỉ chịu tĩnh tải và các thanh của hệ liên kết;
2. đối với các thanh không chịu lực;

Cự ly giữa các đỉnh tán liên kết bản giằng không được lớn quá 120mm.

**6.14.6. Góc xiên của các thanh chéo** thuộc hệ thanh giằng đối với trục thanh nên lấy như sau:

- Không nhỏ hơn  $45^\circ$ , khi dùng hệ thanh giằng kép và khoảng  $60^\circ$  khi dùng hệ thanh giằng đơn.

*Chú thích:* Không cho phép dùng hệ thanh giằng dạng tam giác kết hợp với các thanh chống ngang phụ.

**6.14.7. Khi phải dùng giản đồ hệ thanh giằng** có lệch tâm ở nút, thì độ lệch tâm phải là ít nhất.

## 6.15. ĐẶC ĐIỂM CẤU TẠO CỦA KẾT CẤU NHỊP HÀN TÁN KẾT HỢP

**6.15.1. Trong các kết cấu nhịp** dùng liên kết hàn-tán, hay bu lông hàn kết hợp (liên kết hàn ở nhà máy, liên kết đỉnh tán hay bu lông khi lắp ráp) được phép dùng các bản nối hay bản ốp để bù vào sự giảm yếu do các lỗ đỉnh tán hay do lỗ bu lông.

**6.15.2. Ở chỗ nối, đầu các bản nối bù hao,** phải cắt vát theo bề dày hay theo bề rộng tùy theo loại bản nối bù hao để tăng bề dày hay tăng bề rộng của thanh ghép nối, đồng thời ở những chỗ nối đó đều phải gia công cơ khí theo chỉ dẫn ở **điều 6.13.7**. Đối với những bản ốp bù hao, phải cắt vát theo bề rộng với độ xiên không quá 1:1. Đối với các mạch hàn xiên nên lấy tỷ số các cạnh góc vuông của mạch là 1:2.

Cần phải gia công cơ khí mạch hàn xiên ở đầu các bản bù hao để vuốt đều từng mạch hàn đến kim loại cơ bản (với bán kính vuốt không nhỏ quá 5mm). Vị trí và kích thước khu vực gia công cơ khí phải phù hợp với chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

Mặt cắt các mạch hàn phải chọn thế nào để các mạch hàn xuyên và cách đoạn mạch hàn dọc ở trước hàng đinh lỗ thứ nhất đảm bảo liên kết được toàn bộ diện tích của bản bù hao.

Nếu bề rộng của bản bù hao lớn hơn bề dày của nó 35 lần thì nên dùng bản bù kép. Khi đó khoảng cách giữa các mạch hàn của hai bản bù kề nhau không được nhỏ quá 60mm.

Khoảng cách từ tim lỗ đinh tán (bu lông) đến mép của bản bù hao không được nhỏ hơn hai lần đường kính lỗ.

**6.15.3. Đối với giàn hoa hàn-tán và bu lông** – hàn kết hợp, được phép dùng bản nút chồng và bản nút kê liên kết với các thanh mạ bằng hàn.

Các bản nút chồng và bản nút kê phải lượn tròn đều tới các thanh mạ theo bán kính không nhỏ hơn  $0,25H$  đối với bản nút đệm, và  $0,50H$  đối với bản nút kê, trong đó  $H$  là chiều cao của thanh mạ. Khoảng cách từ mạch nối thanh mạ với bản nút chồng cho đến điểm đầu tiên trên vòng tròn chuyển tiếp của bản nút, không được nhỏ hơn 70mm.

Đối với các mạch hàn nối của bản nút chồng trong thanh mạ chịu kéo và lúc chịu kéo lúc chịu nén, phải gia công cơ khí phù hợp với yêu cầu trong [điều 6.13.7](#).

Hình dáng cấu tạo (trừ bán kính của vòng tròn chuyển tiếp đến thanh mạ nói trên) và gia công cơ khí của bản nút kê phải phù hợp với yêu cầu trong [các điều 6.13.13 và 6.13.14](#).

**6.15.4. Liên kết dầm dọc với dầm ngang, dầm ngang** với giàn chủ có hai bản bụng, cần phải dùng thép góc thẳng đứng có hai cánh liên kết bằng đinh tán (hay bu lông). Khi đó cánh của dầm ngang thường phải kéo liên tục đến giáp mép bản bụng của dầm.

Đối với những kết cấu có cánh bị cắt thì cần phải có biện pháp sau đây làm giảm ứng suất tập trung.

- Ở chỗ cắt, cánh dầm phải cắt vát theo bề dày với độ xiên 1:8 và theo bề rộng với độ xiên 1:4; ở ngay chỗ đầu cắt, nên lấy bề dày cánh ít nhất là 6mm (trước khi hàn) và bề rộng cánh ít nhất là 36mm; bản bụng dầm ở phạm vi cánh bị vát phải đảm bảo hàn xuyên thấu suốt. Cần phải gia công cơ khí ở đầu của cánh dầm để vuốt đều tới bản bụng (trong hai mặt phẳng) với bán kính vuốt ít nhất là 65mm. Vị trí và kích thước của khu vực gia công cơ khí phải phù hợp với các chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

Đầu bản bụng của dầm dọc cần phải khoét và vuốt tròn (bán kính  $r \geq 30\text{mm}$ ) để nối với cánh dầm bị cắt và phải gia công cơ khí (sau khi hàn dầm) theo các chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

## 6.16. CẦU TẠO GÓI CẦU

**6.16.1. Các kết cấu nhịp kiểu dầm** có nhịp lớn hơn 25m phải dùng gối kiểu con lăn chốt hay gối hình vành lược.

**6.16.2. Đầu di động của kết cấu nhịp** phải đảm bảo chuyển vị dọc tự do và không bị chuyển vị ngang. Nếu khoảng cách giữa các tim của giàn chủ lớn hơn 15m thì cần phải có thiết bị di động hai hướng để đảm bảo di động ngang.

Thót dưới của gối cố định và bản đệm dưới của gối di động, cũng như cột đứng của mô trụ thép đều phải dùng bu lông neo liên kết chặt vào trụ.

Các đầu kết cấu nhịp phải giữ chặt vào trụ bằng bu lông neo chịu lực, nếu tính toán về ổn định chống lật ngang đối với mép ngoài của kết cấu thép theo **điều 6.3.22** có tỷ số:

$$\frac{M_{onp}}{M_{np}} > 0,8 \text{ (Xem điều 4.7.3)}$$

**6.16.3. Kết cấu gối cầu phải đủ cứng** để phân bố tải trọng đều trên toàn bộ diện tích tựa của nút kết cấu nhịp và trên trụ.

Không nên dùng quá 4 con lăn.

Gối cầu con lăn, chốt và gối vành lược thường phải dùng thép đúc theo kiểu chốt tiếp xúc tự do.

**6.16.4. Chiều dài của gối cầu dọc theo tim cầu** không được vượt quá hai lần chiều cao tính từ mặt đệm kê gối đến tâm chốt.

Chiều cao thót trên của gối cố định càng nhỏ càng tốt. Hiệu số giữa các kích thước bề rộng gối cầu tại mặt đệm kê gối và tại chốt không được vượt quá hai lần bề dày của thót.

Phần bản thò ra ngoài trục con lăn ngoài cùng không được vượt quá hai lần bề dày của bản.

Bề dày cấu kiện kim loại của gối làm bằng thép đúc không kể tới gia công như thế nào đều không được nhỏ hơn 40mm.

**6.16.5.** Các con lăn phải được liên kết với nhau bằng thanh giằng ở mặt bên sao cho đảm bảo không bị xô dịch lệch và trượt ngang nhưng dễ dàng cho việc lau chùi và phải được bảo vệ bằng các hộp che ngoài.

## MỤC LỤC

<b>7. KẾT CẤU BÊ TÔNG TOÀN KHỐI VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP.....</b>	<b>1</b>
7.1. QUY ĐỊNH CHUNG.....	2
7.2. VẬT LIỆU .....	2
7.3. CHỈ DẪN CHUNG VỀ TÍNH TOÁN.....	16
7.4. TÍNH TOÁN KẾT CẤU BTCT THƯỜNG TOÀN KHỐI. ....	30
7.5. CẤU TẠO.....	53

## 7.1. QUY ĐỊNH CHUNG

**7.1.1. Chương này được thảo** ra trên cơ sở phát triển các chương “Cầu và cống – Tiêu chuẩn thiết kế” và áp dụng cho việc thiết kế các kết cấu bê tông cốt thép và bê tông của cầu (kể cả cầu vượt, cầu cạn, cầu dẫn v.v...) và cống dưới nền đắp trên đường sắt, đường ô tô, đường trong các xí nghiệp công nghiệp và đường thành phố thị trấn thành phố.

*Chú thích:* Các đồ án chế tạo, chuyên chở và lắp ráp cấu kiện cần làm phối hợp với đồ án kết cấu.

**7.1.2. Cấu kiện, trong đó xét đến toàn bộ** hay một phần cốt thép chịu lực trong các phép tính cường độ và chống nứt, được thiết kế (tính toán và cấu tạo) như cấu kiện bê tông cốt thép.

Ngoài trường hợp đó ra, phải thiết kế như cấu kiện bê tông. Trong các cấu kiện bê tông cốt thép, không quy định lượng cốt thép tối thiểu căng trước hay không căng trước.

**7.1.3. Những mối nối liên kết** các cấu kiện lắp ghép phải đảm bảo cho các cấu kiện đó cùng chịu lực, đồng thời bảo đảm cường độ (độ chịu mỏi), độ ổn định, độ chịu nứt, độ cứng, độ không thấm nước và tuổi thọ của kết cấu. Ngoài ra, các mối nối trong kết cấu bê tông cốt thép lắp ghép phải đảm bảo toàn bộ kết cấu chịu lực trong không gian, thiết kế mối nối các cấu kiện ghép dọc cần thực hiện theo tiêu chuẩn tương ứng.

## 7.2. VẬT LIỆU

**7.2.1. Các kết cấu cầu cống cần thiết kế** bằng loại bê tông xi măng nặng có số hiệu thiết kế nhất định, đáp ứng các điều kiện cường độ và trong những trường hợp cần thiết bảo đảm chịu nước ăn mòn, không thấm nước.

Ngoài cơ sở tính toán, cần chọn số hiệu thiết kế của bê tông sao cho phù hợp kích thước, tuổi thọ và tầm quan trọng của công trình, cũng như phù hợp với điều kiện chịu lực của kết cấu.

Trong đồ án thiết kế phải dự kiến bảo đảm chất lượng cho bê tông qua việc tuân thủ các yêu cầu của “Cầu và cống – Quy tắc tổ chức và thi công – Nghiệm thu đưa vào sử dụng” và những tiêu chuẩn tương ứng khác.

Đồng thời dự kiến hạn chế lượng xi măng đến tối đa là  $450\text{kg/m}^3$  đối với các kết cấu bê tông cốt thép có số hiệu thiết kế bê tông không quá 500, dùng loại xi măng ít co ngót, loại bê tông chặt, loại cốt liệu cấp phối hạt to, sạch, có ít nhất là hai thành phần hạt đong đo riêng biệt, nếu bảo dưỡng bằng hấp nhiệt phải bảo đảm chế độ hấp nóng ôn hòa (có thời gian giữ nhiệt cần thiết, tăng giảm nhiệt độ dần dần), bảo dưỡng bê tông cẩn thận và kiểm tra việc sản xuất bê tông.

*Chú thích:* Không cho phép dùng bê tông nhẹ trong thiết kế cầu cống.

**7.2.2. Trong các kết cấu phải dùng bê tông** có số hiệu thiết kế theo cường độ chịu nén là 150; 200, 250, 300, 400, 500, 600 (số hiệu 150 chỉ dùng cho kết cấu bê tông, còn số hiệu 250, 500, và 600 chỉ dùng cho kết cấu bê tông cốt thép).

Tùy thuộc kết cấu và điều kiện chịu lực qui định số hiệu bê tông thiết kế tối thiểu theo cường độ chịu nén như sau:

400 – Cho kết cấu nhịp giàn hoa, cũng như kết cấu nhịp cầu lớn các loại, cột ống bê tông cốt thép thành mỏng, móng trụ và cọc ứng suất trước dài quá 12m.

300 – Cho kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước, cọc bê tông cốt thép thường dài quá 7m, cọc bê tông cốt thép ứng suất trước dài dưới 12m và trụ lắp ghép và nửa lắp ghép tại vùng có mực nước thay đổi.

200 – Cho móng (kể cả cọc bê tông cốt thép thường dài dưới 7 m) và cống.

Để nhồi lòng rỗng không chịu lực của móng trụ chỉ dùng bê tông có số hiệu thiết kế không quá 150.

**7.2.3. Bê tông mỏng, móng trụ, cống và các cấu kiện khác phải đáp ứng yêu cầu “Bê tông thủy công. Các yêu cầu chung”.** Trong trường hợp có tác dụng của môi trường nước, phải thỏa mãn yêu cầu của “Quy trình thiết kế. Những dấu hiệu và tiêu chuẩn tính xâm thực của môi trường nước đối với các kết cấu bê tông cốt thép và bê tông” TCVN.

Nếu có tác dụng xâm thực của không khí, nước và đất, khi thiết kế cần dự kiến biện pháp bảo vệ theo đúng các tiêu chuẩn tương ứng.

**7.2.4. Nên dùng các loại thép Mác tanh** và thép lò thổi ô xy có số hiệu sau đây để làm cốt thép không căng trước.

a) Thanh trơn bằng thép các bon cán nóng cấp A – I số hiệu BMCr 3cn – đường kính dưới 40mm và BCt.3cn – đường kính không quá 28mm.

b) Thanh có gờ bằng thép các bon cán nóng cấp A-II, số hiệu Ct.5cn (Mác tanh), đường kính tới 40mm và số hiệu Ct.5cn (thép lò thổi ôxy) đường kính không quá 28mm, cũng cho phép dùng cốt thép cấp A-II và số hiệu 18G 2S đường kính từ 45 đến 90mm.

c) Thanh có gờ đường kính dưới 40mm bằng thép Mác tanh cán nóng hợp kim thấp cấp A-III số hiệu 25G 2S và 18G 2S (số hiệu sau có đường kính từ 6 đến 8 mm). Đối với các cấu kiện không phải tính theo độ chịu mỏi có thể dùng số hiệu 35GS nhưng phải theo yêu cầu của điều 7.30.

Quai lắp ráp (để cầu nâng) trong các cấu kiện lắp ghép phải dùng cốt thép Mác tanh cán nóng hoặc thép lò thổi ô xy cấp A-I số hiệu BMCt.3cn và BCt 3cn.

*Chú thích:*

1. Đối với những cấu kiện không phải tính độ chịu mỏi, cho phép dùng cốt thép không căng trước đường kính tối đa là 28mm cấp A-II số hiệu Ct 5cn (thép lò thổi ô xy).
2. Cho phép dùng thép số hiệu BM Ct 2cn và BCt 2cn để làm cốt thép lắp ráp và nằm trong các phần công trình không cần tính, nếu các loại thép này đạt kết quả thí nghiệm bẻ cong ở trạng thái nguội.
3. Để làm cốt thép đai và lưới thép (buộc hoặc hàn) không cần tính về độ chịu mỏi, cho phép dùng thép cấp A-I đường kính tối đa 10mm (dây thép cán) số hiệu BCt.3cn, BCt.3cn, BCt .3cn và BCt 3cn cũng như thép Mác tanh hay thép lò thổi ô xy số hiệu Ct .3cn, Ct.3n và Ct. 3cn.
4. Cho phép dùng cốt thép cấp A-II đường kính tối đa 20mm và số hiệu BCt .5cn (nấu trong lò Mác tanh hoặc lò thổi ô xy) tại các bộ phận không tính về độ chịu mỏi và chịu lực với hệ số động lực nhỏ hơn 1,1. Nếu ở kết cấu nhịp thì các loại thép này chỉ dùng để làm cốt thép nén tính toán và tất cả các cốt thép cấu tạo.

**7.2.5. Về tính năng cơ học, cốt thép** không căng trước phải đáp ứng yêu cầu trong các qui trình hiện hành của Nhà nước.

**7.2.6. Nên dùng các loại thép** sau đây làm cốt thép căng trước:

- a) Thép sợi trơn cường độ cao kéo nguội cấp B-II (khi kết thành bó).
- b) Thép sợi có gờ cường độ cao kéo nguội cấp Bp-II (khi kết thành bó hay để rời).
- c) Thép bện bảy sợi để làm cốt thép trong các kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước.
- d) Thép cáp.
- e) Cốt thép cán nóng cấp A-IV số hiệu 20CrG 2Si.

*Chú thích:* Khi dùng cáp phải tuân thủ các tiêu chuẩn hiện hành qui định việc dùng cáp vào cầu.

**7.2.7. Về tính năng cơ học của thép căng trước,** thép cán nóng phải đáp ứng yêu cầu của tiêu chuẩn Nhà nước.

Đối với thép cường độ cao (kể cả thép bện) giới hạn chảy giả định ( $\sigma_{0,2}$ ) ít nhất phải bằng 0,8  $R_H^H$

Ngoài ra, cốt thép dùng cho các bộ phận kết cấu tính theo độ chịu mỏi phải có giới hạn chịu mỏi qui định trên cơ sở  $2 \cdot 10^6$  chu kỳ và  $\rho = 0,85$ .

Tối thiểu là  $0,9 R_H^H$  - đối với thép có gờ, cán nóng

Tối thiểu là  $0,6 R_H^H$  - đối với thép sợi.

**7.2.7. Các chi tiết thép theo tính toán** của kết cấu bê tông cốt thép (gối cầu, chi tiết gá đệm, thiết bị neo tựa, bộ phận chốt v.v...) thường dùng thép có số hiệu giống như kết cấu cầu thép. Các chi tiết thép đặt cầu tạo nên dùng thép số hiệu BCt .3cn và BCt.3cn.

**7.2.9. Các cường độ tính toán** của bê tông khi tính về cường độ chịu nén nêu trong 5-1.

**Bảng 5-1**

**CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CỦA BÊ TÔNG DÙNG KHI TÍNH VỀ CƯỜNG ĐỘ VÀ ĐỘ CHỊU NỨT**

STT	Loại cường độ	Ký hiệu	Điều kiện sản xuất bê tông	Cường độ tính toán của bê tông tính bằng kG/cm <sup>2</sup> khi số hiệu thiết kế của bê tông theo cường độ chịu nén là:						
				150	200	250	300	400	500	600
<b>a) Đối với bê tông cốt thép loại thường và loại ứng suất trước.</b>										
1	Nén dọc trục	R <sub>np</sub>	A	-	78	100	125	165	205	245
			b	-	72	95	115	150	190	225
2	Nén khi uốn	R <sub>u</sub>	A	-	97	125	150	205	255	305
			b	-	90	115	140	190	240	280
<b>b) Đối với bê tông cốt thép ứng suất trước</b>										
3	Nén dọc trục (Khi tính độ chịu nứt theo vết nứt dọc)	R <sub>np</sub> <sup>T</sup>	A	-	-	-	135	190	245	295
			B	-	-	-	125	175	225	275
4	Nén khi uốn (tính độ chịu nén theo vết nứt dọc)	R <sub>u</sub> <sup>T</sup>	A	-	-	-	165	235	310	365
			B	-	-	-	155	215	285	335
5	Ứng suất nén chủ	R <sub>r.c.n</sub>	A	-	-	-	105	140	175	210
			B	-	-	-	100	130	160	190



6	Ứng suất kéo chủ	$R_{r.p.n}$	A và B	-	-	-	20	24	27	28,5
7	Kéo	$R_{pn}$	A – B	-	-	-	135	16	18	19
8	Cắt khi uốn	$R_{ck}$	A – B	-	32	38	44	53	65	70
<b>c) Đối với bê tông cốt thép loại thường</b>										
9	Ứng suất kéo chủ qui ước	$R_{r.p.o}$	A' và B	-	24	28	32	37	42	46
10	Kéo dọc trục	$R_{p.p}$	A và B	-	6,5	0,8	9,5	11	12,5	13,5
<b>d) Đối với các kết cấu bê tông</b>										
11	Nén dọc trục	$R_{np}$	B	55	65	-	105	-	135	-
12	Nén khi uốn	$R_u$	B	65	80	-	125	-	170	-

*Chú thích:*

1. Trị số cường độ tính toán thuộc nhóm A chỉ qui định cho các loại bê tông sản xuất tại nhà máy hoặc nơi tập trung, với điều kiện đã có thiết kế thành phần bê tông kèm theo kiểm tra bằng thí nghiệm kết quả chọn thành phần, đong đo tự động hoặc nửa tự động các thành phần theo trọng lượng, kiểm tra có hệ thống cường độ và độ đồng nhất bê tông trong phòng thí nghiệm riêng để so sánh kết quả với tiêu chuẩn đề ra ở nhóm A đồng thời có kiểm tra chu đáo chất lượng sản xuất các kết cấu.
2. Khi tính các bộ phận chịu tác dụng tải trọng thi công trong giai đoạn tạo ứng suất trước, bảo quản, chuyên chở và lắp ráp, v.v... có thể nâng cường độ tính toán bê tông (ghi ở số thứ tự 1, 2, 11 và 12 của bảng này) lên 10%.
3. Khi tính toán về cường độ các bộ phận chịu riêng tĩnh tải tác dụng trong giai đoạn sử dụng, cường độ tính toán của bê tông hạ xuống 20%.
4. Chỉ dùng cường độ tính toán  $R_{np}^T$  và  $R_t^T$  trong tính toán về chống xuất hiện nứt dọc trong quá trình tạo ứng suất trước, bảo quản chuyên chở và lắp ráp. Nếu có ứng suất kéo ngang trong bê tông do các ngoại lực gây nên, trị số sẽ phải hạ thấp tùy theo trị số các ứng suất kéo ấy. Chỉ dùng cường độ tính toán  $R_{p.m}$  và  $R_{r.p.n}$  khi tính chịu nứt đối với mặt cắt thẳng góc và xiên so với trục của cấu kiện.
5. Nếu trị số ứng suất nén chủ  $\sigma_{r.c} \leq 0,8R_{r.c.n}$  thì trị số  $R_{r.p.n}$  lấy ở số 6 bảng 5-1 với hệ số  $m_p = 0,7$  nếu  $\sigma_{rc} = R_{rcn}$  thì  $m_p = 0,5$  (đối với số hiệu thiết kế của bê tông 300 – 400) hoặc 0,55 (đối

với số hiệu thiết kế 500 – 600)<sup>(\*)</sup>. Khi tính cầu đường sắt trong giai đoạn sử dụng, hệ số  $m_p$  phải nhân thêm với 0,8

6. Khi tính cầu đường bộ và cầu thành phố chịu tải trọng bánh xe và xích, cũng như khi tính bụng dầm các loại cầu chịu tải trọng thi công, cho phép nâng trị số  $R_{r.c.n}$  lên đến  $R_{np}$ .

7. Khi kiểm toán cường độ chống cắt theo mặt phẳng tiếp xúc phần bê tông đổ sau với phần bê tông ép trước, phải nhân  $R_{ck}$  với hệ số điều kiện làm việc  $m_2 = 0,5$ .

7. Cường độ tính toán nêu ở phần c cùng dùng trong các phép tính kết cấu lắp ghép đổ tại chỗ kết hợp tại các vùng mặt cắt không tính đến ảnh hưởng của cốt thép căng trước.

9. Đối với các cầu kiện đổ tại chỗ và chịu nén đúng tâm và lệch tâm có cạnh lớn nhất hoặc đường kính mặt cắt dưới 30cm (bê tông cốt thép) hoặc dưới 35cm (bê tông) khi tính về cường độ trong giai đoạn sử dụng, cần nhân cường độ chịu nén tính toán của bê tông với hệ số điều kiện làm việc  $m_2 = 0,85$ .

10. Đối với các cầu kiện chịu nén đúng tâm và lệch tâm, đổ bê tông liên tục ở vị trí thẳng đứng (cột, móng trụ v.v... đổ tại chỗ) khi tính về cường độ cần nhân cường độ tính toán chịu nén  $R_1$  và  $R_{np}$  với hệ số điều kiện làm việc  $m_2 = 0,85$ .

11. Trong trường hợp chịu ép chiều ngang, cường độ chịu cắt khi uốn  $R_{ck}$  của bê tông được tăng thêm một trị số là  $k_{ck}$ ,  $\sigma_y$ ;  $k_{ck}$  là hệ số xét ảnh hưởng ứng suất ép ngang  $\sigma_y$  Khi  $\sigma_y \leq 10\text{kg/cm}^2$ ,  $k_{ck} = 1,5$ ; khi  $\sigma_y \geq 30\text{kg/cm}^2$ ,  $k_{ck} = 1$ .

12. Cường độ tính toán chịu ép cục bộ xác định điều 7.38

**7.2.10. Cường độ tính toán** chịu kéo và nén của cốt thép không căng trước, khi tính về cường độ, nêu ở bảng 5-2.

**Bảng 5-2**

**CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CỦA CỐT THÉP KHÔNG CĂNG TRƯỚC KHI TÍNH VỀ CƯỜNG ĐỘ**

Loại cốt thép theo điều 5-8	Cường độ tính toán chịu kéo và chịu nén tính bằng $\text{kG/cm}^2$ $R_a$ và $R_{ac}$
<i>Loại A-I. Cán nóng, tron bằng thép số hiệu BMCt 3cn</i>	1900

<sup>(\*)</sup> ở đây và trong các trường hợp tương tự, những trị số trung gian đều xác định bằng nội suy.

<i>Loại A-II.</i> Cán nóng có gờ bằng thép lò Mác tanh số hiệu Ct 5cn (đường kính đến 40mm) và (đường kính từ 45 – 90 mm).	2400
<i>Loại A-III.</i> Cán nóng có gờ bằng thép số hiệu 25r 2C và 35rC (đường kính đến 40mm) và 18r 2C (đường kính 6-8mm)	3000

*Chú thích:*

1. Cường độ tính toán thép lò thổi ô xy số hiệu BCt .3cn và Ct .5cn cũng lấy như thép Mác tanh số hiệu tương ứng.
2. Cường độ tính toán cốt thép Mác tanh và thép lò thổi ô xy đường kính tối đa, 10mm, số hiệu BCt 3cn, BCt 3cn, BCt .3cn và BCt .3cn, Ct .3cn, Ct .3cn cũng lấy như thép Mác tanh nấu lạng.
3. Khi xét đến tải trọng thi công (trong giai đoạn lắp ráp v.v...) được nâng cường độ tính toán lên 10%. Khi tính về cường độ bộ phận chịu riêng tải trọng tĩnh, cần hạ cường độ tính toán xuống 20%.
4. Khi tính chịu lực cắt ngang, cần nhân cường độ tính toán của cốt thép ngang với hệ số điều kiện làm việc quy định ở điều 5.16.
5. Trong các trường hợp nối cốt thép bằng phương pháp hàn tiếp xúc, hàn có máng đỡ dài hay ngắn hoặc hàn cặp giữa hai thanh đỡ so le cũng như hàn điểm (loại này riêng đối với thép cấp A-I, A-II, A-III) cường độ tính toán của thép nối hàn lấy như thanh thép nghiêng.
6. Khi tính mối hàn lắp ráp các cấu kiện lắp ghép cần xét đến ứng suất phụ sinh ra trong quá trình hàn và lấy cường độ tính toán theo các tiêu chuẩn tương ứng.

**7.2.11. Cường độ chịu kéo tính toán** của cốt thép căng trước khi tính về cường độ trong giai đoạn sử dụng, khi tạo ứng suất trước, chuyên chở bảo quản và lắp ráp nêu ở bảng 5-3.

**CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CHỊU KÉO CỦA CỐT THÉP CĂNG TRƯỚC KHI  
TÍNH VỀ CƯỜNG ĐỘ**

Loại cốt thép theo điều 5-9	Đường kính (mm)	Cường độ tính toán chịu kéo (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Khi tạo ứng suất trước bảo quản, chuyên chở và lắp ghép (R <sub>H1</sub> )	Trong giai đoạn sử dụng (R <sub>H2</sub> )
1. Sợi thép trơn cường độ cao	3	12400	11000
	4	11700	10400
	5	11000	9800
	6	10400	9200
	7	9800	8600
	8	9100	8000
	2. Sợi thép có gờ cường độ cao	3	11700
4		11000	9800
5		10400	9200
6		9800	8000
7		9100	8000
3. Bó bện 7 sợi	6	11500	10300
	7,5	11300	10200
	9	10700	9600
	12	10100	9100
	15	9500	8500
4. Thép cán nóng có gờ cấp A-IV	12-18	5100	4600

*Chú thích:*

1. Khi tính với lực cắt ngang, phải nhân cường độ tính toán của cốt thép ngang căng trước với các hệ số điều kiện làm việc qui định ở điều 5.16.
2. Đối với thép thanh cấp A-IV nối với nhau bằng hàn tiếp xúc dũa sạch mặt theo chiều dọc, cho phép lấy cường độ tính toán như thép thanh nguyên. Nếu thanh đó hàn tiếp xúc không dũa sạch mặt hoặc hàn cặp giữa hai thanh so le thì nhân cường độ tính toán với hệ số 0,9.
3. Không cho phép hàn điểm các cốt thép làm bằng thép cường độ cao cấp A-IV và thép sợi cường độ cao
4. Khi dùng cáp thép, cần tuân thủ các tiêu chuẩn tương ứng.

**7.2.12. Cường độ tính toán** của các chi tiết thép theo yêu cầu tính toán dùng cho các kết cấu bê tông cốt thép (gối cầu, thiết bị tựa, các bộ phận chốt v.v...) lấy như tại các kết cấu cầu thép.

**7.2.13. Khi tính về cường độ các mặt cắt** xiên chịu lực ngang, cường độ tính toán  $R_a$  và  $R_H$  của thép uốn xiên, thép dai và lưới thép phải nhân với hệ số  $m_{H_0}$ ,  $m_{a.o}$  và  $m_{Hx, \max}$  bằng 0,8 (đối với cốt thép thanh) hoặc  $m_{H.O}$  và  $m_{Hx}$  bằng 0,7 (đối với cốt thép sợi và bện).

**7.2.14 Khi tính về cường độ** tính toán chống nén của cốt thép căng trước ( $R_{HC}$ ) lấy như sau:

- a) Trường hợp cốt thép dính bám với bê tông, tính cho giai đoạn tạo ứng suất trước, bảo quản chuyên chở và lắp ráp:  $R_{HC} = 2700 \text{kg/cm}^2$ ; tính cho giai đoạn sử dụng  $R_{HC} = 3600 \text{kg/cm}^2$ .
- b) Trường hợp thép và bê tông không dính bám với nhau (cho phép khi tính toán cho giai đoạn sản xuất và lắp ráp)  $R_{HC} = 0$ .

## CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CỦA VẬT LIỆU DÙNG KHI TÍNH VỀ ĐỘ CHỊU MỎI

**7.2.15. Khi tính độ chịu mỏi** với biên độ chu kỳ ứng suất  $\rho = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$  không vượt 0,1 cường độ

tính toán của bê tông qui định theo bảng 5-4.

Ở đây  $\sigma_{\min}$  và  $\sigma_{\max}$  là trị số nhỏ nhất và lớn nhất (so sánh với nhau về trị số tuyệt đối) của ứng suất pháp tuyến có kèm theo dấu của chúng.

**Bảng 5-4****CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN BÊ TÔNG KHI TÍNH VỀ ĐỘ CHỊU MỖI VỚI  $\rho \leq 0,1$** 

Số thứ tự	Loại cường độ	Ký hiệu	ĐK sản xuất bê tông	Cường độ tính toán bê tông chịu mỗi (kG/cm <sup>2</sup> ) với số hiệu thiết kế của bê tông.					
				200	250	300	400	500	600
1	Nén dọc trục	R' <sub>np</sub>	A	60	75	90	130	160	190
			B	55	70	95	120	145	175
2	Nén khi uốn	R' <sub>v</sub>	A	75	95	115	160	195	235
			B	70	85	105	150	180	220
3	Kéo	R' <sub>p</sub>	A và B	-	-	10,5	12,5	13,5	14,5

**7.2.16. Khi tính độ chịu mỗi** với biên độ chu kỳ ứng suất  $\rho > 0,1$  cần lấy cường độ tính toán của bê tông theo bảng 5-4 rồi nhân với hệ số  $k_p$  ghi ở bảng 5-5.

**Bảng 5-5****HỆ SỐ  $k_p$  DÙNG CHO CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN BÊ TÔNG CHỊU NÉN DỌC TRỤC VÀ CHỊU NÉN KHI UỐN VỚI  $\rho > 0,1$** 

$\rho$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$k_p$	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3

Nếu trong bê tông phát sinh ứng suất kéo pháp tuyến, hệ số  $k_p$  phải lấy bằng 1 bất kể trị số  $\rho$  là bao nhiêu.

Cường độ tính toán về chịu mỗi của bê tông, sau khi nhân với hệ số  $k_p$  lấy ở bảng 5-5 không được lấy cao hơn cường độ tính toán về cường độ tương ứng của bê tông ghi ở bảng 5-1.

**7.2.17. Cường độ tính toán chịu kéo** của thép không căng trước, khi tính về độ chịu mỗi với biên độ chu kỳ ứng suất  $\rho = 0$  nêu ở bảng 5-6

**Bảng 5-6**

**CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CHỊU KÉO CỦA CỐT THÉP KHÔNG CĂNG TRƯỚC  
KHI TÍNH VỀ CHỊU MỖI  $R_a$  VỚI  $\rho = 0$**

<b>Loại cốt thép và số hiệu thép</b>	<b>Cường độ tính toán <math>R_a</math> (kG/cm<sup>2</sup>)</b>
Cốt thép trơn bằng thép số hiệu BCt .3cn	1650
Cốt thép có gờ bằng thép số hiệu Ct .5cn lò Mác tanh	1700
Cốt thép có gờ bằng thép số hiệu 25G. 2Si	1800

**Chú thích:** Cường độ tính toán của thép lò thổi ô xy số hiệu BCt 3cn lấy như đối với thép Mác tanh số hiệu BCt.3cn

Trị số cường độ tính toán ghi trong bảng 5-6 quy định cho loại cốt thép bị kéo không hàn nối và hàn nối tiếp xúc chảy lỏng đối đầu làm sạch gờ theo chiều dọc mối nối bằng biện pháp cơ khí cho tới bề mặt ứng với đường kính trong của thép (đối với cốt thép trơn không nhất thiết là làm sạch mối nối). Cường độ tính toán cốt thép hàn nối lấy theo chỉ dẫn ở điều 5.22. Khi tính độ chịu mỏi của mối hàn nối lắp ráp các cấu kiện đúc sẵn cần xét đến ứng suất phụ (nảy sinh trong quá trình hàn) và lấy cường độ tính toán theo các tiêu chuẩn tương ứng.

**7.2.17. Với biên độ chu kỳ ứng suất  $\rho \neq 0$**  cường độ tính toán chịu mỏi khi kéo của cốt thép không căng trước lấy theo bảng 5-6 nhân với hệ số  $\gamma_a$  theo bảng 5-7 nghĩa là bảng 5-7 nghĩa là bảng  $\gamma_a \cdot R'_a$ .

**Bảng 5-7**

**HỆ SỐ  $\gamma_a$  DÙNG CHO CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CHỊU KÉO CỦA CỐT THÉP  
KHÔNG CĂNG TRƯỚC VỚI  $\rho \neq 0$**

$\rho$	-1	-0,5	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6
$\gamma_a$	0,6	0,75	0,95	1,95	1,05	1,2	1,3	1,4	1,5

**7.2.19. Khi hàn nối các thanh cốt thép** bị kéo và không căng trước với nhau hoặc hàn chúng với các thanh khác, cường độ tính toán cơ bản về độ chịu mỏi của cốt thép  $R'_a$  lấy ở bảng 5-6 phải nhân với hệ số bổ sung  $\gamma_{ac}$  ghi ở bảng 5-7. Trường hợp  $\rho \neq 0$  cũng nhân trị số  $\gamma_a R_a$  với hệ số  $\gamma_{a.c}$

**Bảng 5-8**

**HỆ SỐ  $\gamma_{a,c}$  DÙNG CHO CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CHỊU KÉO CỦA CỐT THÉP KHÔNG CĂNG TRƯỚC, KHI TÍNH VỀ CHỊU MỎI CHO CÁC KIỂU HÀN NỐI KHÁC NHAU**

Kiểu hàn nối	Trị số hệ số $\gamma_{a,c}$ dùng cho các số hiệu thép		
	BM Ct-3cn (hoặc BCt-3cn)	Ct 5cn mac tanh	25r2C
Hàn tiếp xúc (không dũa sạch)	1	0,8	0,75
Hàn nối có máng đỡ dài	0,9*	0,8	0,75
Hàn cặp giữa hai thanh đỡ so le	0,8*	0,7	0,65
Hàn tiếp xúc điểm những thanh cốt thép bắt chéo nhau và hàn các thanh khác	0,75	0,6	Không cho phép

\* Trong những trường hợp này không cho phép hàn đối với thép số hiệu BCt.3cn.

Cường độ tính toán về độ chịu mỏi cốt thép sau khi nhân với hệ số  $\gamma_a$  theo bảng 5-7 (cũng như trong trường hợp tương ứng sau khi nhân thêm với hệ số  $\gamma_{a,c}$  theo bảng 5-8) không được lấy cao hơn cường độ tính toán của thép qui định trong bảng 5-2.

**7.2.20. Để xác định cường độ tính toán** chịu kéo của cốt thép căng trước khi tính độ chịu mỏi, cần nhân cường độ tính toán  $R_{H2}$  ghi ở bảng 5-3 với hệ số  $k_{pH}$  ở bảng 5-9 tùy theo đặc tính biên độ chu kỳ ứng suất trong cốt thép.

**Bảng 5-9**

**HỆ SỐ  $k_{pH}$  DÙNG CHO CƯỜNG ĐỘ TÍNH TOÁN CỦA CỐT THÉP CĂNG TRƯỚC KHI TÍNH VỀ ĐỘ CHỊU MỎI**

Loại cốt thép theo điều 5-9	Trị số hệ số $k_{pH}$ khi biên độ chu kỳ bằng						
	0,6	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	1
Cốt thép sợi trơn cường độ cao	-	-	0,85	0,95	1	1	1
Cốt thép sợi có gờ cường độ cao	-	-	0,78	0,85	0,9	0,95	1
Cốt thép bện 7 sợi	-	-	0,78	0,85	0,95	1	1



Thép gờ cán nóng cấp A-IV đường kính 12-18mm (không mối nối hoặc có mối nối hàn tiếp xúc tinh chế theo chiều dọc).	0,7	0,78	0,9	1	1	1	1
Cũng thế, nhưng mối hàn nối không tinh chế hoặc cặp giữa hai thanh đỡ so le.	0,4	0,5	0,55	0,6	0,65	0,70	1

### NHỮNG ĐẶC TRƯNG CỦA TÍNH CHẤT BIẾN DẠNG VẬT LIỆU

7.2.21. Trị số mô đun đàn hồi ban đầu chịu nén kéo và chịu cắt  $G_{\sigma}$  của bê tông nêu trong bảng 5-10

*Bảng 5-10*

#### MÔ ĐUN ĐÀN HỒI BAN ĐẦU VÀ MÔ ĐUN CẮT BAN ĐẦU CỦA BÊ TÔNG.

Dạng chịu lực của bê tông	Ký hiệu	Mô đun đàn hồi ban đầu và mô đun cắt ban đầu của bê tông (kG/cm <sup>2</sup> ) với những số hiệu bê tông						
		150	200	250	300	400	500	600
Khi nén	$E_{\sigma}$	230000	265000	290000	315000	350000	380000	400000
Khi cắt	$G_{\sigma}$	92000	105000	115000	125000	140000	150000	160000

*Chú thích:* Mô đun đàn hồi ban đầu của bê tông ứng với trị số ứng suất  $\sigma_{\sigma} < 0,2 R_{np}^{11}$

7.2.22. Mô đun đàn hồi cốt thép  $E_a$  và  $E_H$  nêu trong bảng 5-11.

*Bảng 5-11*

#### MÔ ĐUN ĐÀN HỒI CỐT THÉP

Số thứ tự	Loại cốt thép theo các điều 5-7 và 5-9	Môđun đàn hồi cốt thép (kG/cm <sup>2</sup> )
1	Cốt thép cán nóng bằng thép cấp A-I và A-II	$2,1 \cdot 10^6$
2	Cốt thép cán nóng bằng thép A-III	$2 \cdot 10^6$
3	Cốt thép cán nóng bằng thép cấp A-IV	$2 \cdot 10^6$
4	Thép sợi cường độ cao, trơn và có gờ, bó thép sợi cường độ cao, cốt thép bện bảy sợi.	$1,8 \cdot 10^6$

*Chú thích:* Đối với cốt thép cán nóng cấp A-IV căng trước theo phương pháp đốt nóng bằng điện, khi tính độ giãn dài thì không xét mô đun đàn hồi mà xét mô đun biến dạng cốt thép lấy theo phụ lục 16.

**7.2.23. Hệ số  $n_1 = \frac{E_a}{E_\sigma}$**  dùng để xác định ứng suất (trừ các hệ số nêu ở điều 5.27) và xác định đặc trưng hình học mặt cắt tính đổi được phép lấy theo bảng 5-12.

**Bảng 5-12**

**HỆ SỐ  $n_1$**

Loại cốt thép	Trị số hệ số $n_1$ với số hiệu bê tông theo thiết kế					
	200	250	300	400	500	600
Thép thanh	7,7	7,1	6,5	5,8	5,4	5,1
Thép sợi	6,8	6,2	5,7	5,2	4,8	4,5

**7.2.24. Hệ số  $n' = \frac{E_a}{E_\varphi}$**  dùng trong các phép tính về độ chịu mỏi của kết cấu bê tông cốt thép thường, nêu ở bảng 5-13.

**Bảng 5-13**

**HỆ SỐ  $n'$**

Trị số hệ số $n'$ với số hiệu bê tông theo thiết kế			
200 và 250	300	400	500 trở lên
25	20	15	10

*Chú thích:* Mô đun biến dạng của bê tông  $E_\sigma$  xác định trong trường hợp tải trọng tác dụng lặp đi lặp lại nhiều lần không trực tiếp đưa vào các phép tính.

**7.2.25. Trị số tiêu chuẩn của độ biến dạng** từ biến (mức từ biến, đặc tính từ biến) và biến dạng co ngót kết thúc cũng như phương pháp xác định các trị số này đều được nêu lên ở phụ lục 17 để áp dụng cho các điều kiện chịu lực cụ thể của công trình.

**7.2.26. Hệ số giãn nở dài của bê tông** trong các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép lấy là  $\alpha = 1.10 \cdot 10^{-5}$  độ-1.

### 7.3. CHỈ DẪN CHUNG VỀ TÍNH TOÁN

#### NHỮNG QUY ĐỊNH CƠ SỞ TÍNH TOÁN

**7.3.1. Kết cấu phải theo ba trạng thái** giới hạn. Riêng đối với kết cấu bê tông, lấy kiểm toán vị trí hợp lực của các lực chủ động để thay thế cho các phép tính theo trạng thái thứ ba (tính chịu nứt).

**7.3.2. Tính kết cấu về cường độ và độ ổn định** (hình dạng và vị trí) cho giai đoạn sử dụng (kể cả các phép tính về cường độ chịu riêng tĩnh tải), và nếu xét cần thiết cho cả giai đoạn tạo ứng suất trước, bảo quản, chuyên chở và lắp ráp, phải tiến hành theo tất cả các loại tổ hợp tải trọng tính toán.

Nội lực tiêu chuẩn (tính toán) ứng với tải trọng tiêu chuẩn (tính toán).

Những cấu kiện bê tông cốt thép (trừ móng, trụ nặng và cống) chịu tác động đoàn xe lửa đều phải tính độ chịu mỏi.

Tính độ chịu mỏi nói trên tiến hành cho giai đoạn sử dụng theo tải trọng tiêu chuẩn nhân với hệ số động lực.

Đối với các cấu kiện ứng suất trước, không phải tính về độ chịu mỏi, thì chỉ cần hạn chế ứng suất trong cốt thép (xem chú thích cho điều 5-111)

Các phép tính biến dạng và về độ chịu nứt không cho phát sinh hoặc hạn chế bề rộng các vết nứt ngang và xiên và không cho hình thành các vết nứt dọc cũng như kiểm toán vị trí hợp lực trong kết cấu bê tông đều tiến hành với tải trọng tiêu chuẩn (không xét hệ số xung kích).

**Chú thích:** Các phép tính ứng suất nén và cắt chủ thuộc về phép tính cường độ.

**7.3.3. Tính mặt cắt về cường độ tiến hành** theo lý thuyết cân bằng giới hạn trong tiết diện, giả định biểu đồ ứng suất bê tông vùng chịu nén là hình chữ nhật và không xét đến tác dụng chịu lực của bê tông vùng chịu kéo.

Tính về biến dạng, về độ chịu nứt, độ chịu mỏi cũng như việc xác định ứng suất cần thiết cho các tính toán ấy đều thực hiện theo những công thức sức bền vật liệu đàn hồi, với giả định là ứng suất tỷ lệ với biến dạng. Trong trường hợp này khi xác định các đặc trưng hình học của mặt cắt các cấu kiện bê tông cốt thép thường có kể đến cốt thép nhưng không xét đến bê tông vùng chịu kéo (ảnh hưởng vùng chịu kéo có xét khi tính biến dạng và độ chịu nứt).

**Chú thích:** Ứng suất nén và cắt chủ giả thiết xác định theo các công thức sức bền vật liệu đàn hồi.

**7.3.4. Khi tính theo trạng thái giới hạn** thứ nhất về cường độ (độ ổn định hình dạng) thì nội lực do các tác động của lực tính toán gây ra không được để vượt sức chịu lực tính toán của mặt cắt cấu kiện. Sức chịu lực tính toán đó khi xác định phải đề cập:

Cường độ tính toán qui định theo các điều từ 5.12 đến 5.15 và từ 5.17 đến 5.23.

Hệ số điều kiện làm việc quy định theo các điều 5.12, 5.16 và 5.23.

Hệ số uốn dọc  $\varphi$  theo qui định ở điều 5.24.

Hệ số  $\eta$  xét ảnh hưởng độ uốn của cấu kiện đến trị số độ lệch tâm của lực nén dọc, theo qui định điều 5.26.

Hệ số  $\eta$  xét ảnh hưởng độ uốn của cấu kiện đến trị số độ lệch tâm của lực nén dọc, theo qui định điều 5.26.

Ảnh hưởng tác dụng lâu dài của tải trọng theo qui định điều 5.27.

**7.3.5. Khi tính các cấu kiện bê tông cốt thép** theo trạng thái giới hạn thứ nhất về độ chịu mỏi, ứng suất trong bê tông và cốt thép do các tác động tiêu chuẩn gây ra (kể cả tác động ứng suất trước) không được vượt cường độ tính toán tương ứng của bê tông và cốt thép.

**7.3.6. Nội dung tính theo trạng thái giới hạn** thứ hai là xác định trị số độ võng và các biến dạng khác theo tải trọng tiêu chuẩn rồi so sánh chúng với các trị số giới hạn tương ứng qui định trong chương I của qui trình này.

**7.3.7. Sơ đồ tính toán qui định** trong thiết kế phải phù hợp với các điều kiện chịu lực của công trình trong giai đoạn thi công cũng như sử dụng.

**7.3.7. Khi tính các cấu kiện kết cấu bê tông cốt thép** về độ chịu nứt, những trị số dưới đây xác định theo những tác động tiêu chuẩn không được vượt quá những trị số giới hạn cho phép tương ứng.

a) Bề rộng các vết nứt ngang vuông góc và xiên so với trục tim của cấu kiện tại vùng bê tông chịu kéo trong các cấu kiện bê tông cốt thép thường ở giai đoạn sử dụng.

b) Ứng suất kéo chủ và kéo cục bộ, riêng đối với cấu kiện đặt thấp hơn cao độ vượt mức nước tính toán 0,5m và tất cả các cấu kiện bê tông cốt thép ứng suất trước còn cần thêm ứng suất kéo pháp tuyến ở các giai đoạn.

c) Ứng suất kéo trong vùng bê tông chịu nén khi sử dụng ở giai đoạn sản xuất, bảo quản, chuyên chở và lắp ráp.

d) Ứng suất nén trong bê tông vùng có đặt cốt thép căng trước ở giai đoạn tạo ứng suất **trước, bảo quản, chuyên chở và lắp ráp.**

**7.3.9. Khi tính kết cấu cầu**, đặc biệt khi tính về cường độ, độ ổn định cũng như tính biến dạng (kể cả khi xác định độ võng xây dựng và khe biến dạng) nên xét đến điều kiện chịu lực không gian của kết cấu, ảnh hưởng độ co ngót, từ biến và biến dạng dẻo của bê tông, sự hình thành các vết nứt và tác động nhiệt độ cũng như tác động điều chỉnh nội lực và ứng suất căng trước, có lưu ý đến sự thay đổi những tác động này theo thời gian.

Việc xét những yếu tố kể trên chính xác đến mức độ nào thì hợp lý, hoặc cho phép gần đúng như thế nào sẽ quyết định theo tầm quan trọng, tính chất phức tạp, mục tiêu phục vụ, dạng và các đặc điểm của kết cấu.

*Chú thích:*

1. Khi điều chỉnh nội lực trong kết cấu, cần đánh giá được ảnh hưởng thuận lợi của ứng suất căng trước và ứng suất dư, đồng thời xét các ứng suất đó thay đổi do bê tông biến dạng dẻo.
2. Khi xác định độ cứng cho phép đưa vào tính toán toàn bộ tiết diện bê tông của cầu kiện mà không xét tiết diện cốt thép.

**7.3.10. Trong quá trình sản xuất** hoặc lắp ráp nếu thay đổi dạng hoặc các đặc trưng hình học của mặt cắt thì ứng suất trong kết cấu sẽ xác định bằng tổng số ứng suất sinh ra do các lực tác động ở các giai đoạn trước, mà chúng vẫn còn ảnh hưởng đến giai đoạn đang xét.

**7.3.11. Trong các cấu kiện bị ép** hai trục nếu có hai loại ứng suất nén chủ thì việc xét hiện tượng từ biến theo hướng tác dụng của một loại sẽ không phụ thuộc vào loại kia.

**7.3.12. Khi tính kết cấu nhịp kiểu dầm**, ngoài các nội lực chủ yếu, cần xét tác dụng của các mômen xoắn phát sinh do tải trọng đặt lệch tâm, do tiết diện không đối xứng.v.v.. **đồng thời xét cả ảnh hưởng nội lực thẳng đứng vuông góc.**

**7.3.13. Bụng dầm kết cấu nhịp cầu đường sắt** khi tính cần xét hiện tượng uốn ngoài mặt phẳng phát sinh do dầm bị xoắn. Trường hợp này sẽ xét dầm là một kết cấu nguyên **không cắt ra thành từng đoạn trong phạm vi giữa hai bản ngăn.**

Trị số tính toán độ xô dịch ngang của hoạt tải lấy bằng 10cm. Khi tính về hình thành vết nứt nằm ngang, về độ chịu mỏi và ứng suất chủ, trị số tính toán của tải trọng tức thời thẳng đứng phải nhân với 0,7.

**7.3.14. Khi thiết kế kết cấu phần trên** của vòm phải xét đến tác dụng lực gây ra do nó cùng chịu lực chung với vòm hoặc cuốn vòm. Trong trường hợp này cho phép tính đến ảnh hưởng giảm tải của kết cấu phần trên vòm đối với trị số mô men uốn trong vòm.

**7.3.15. Đối với cầu vòm có mặt cầu** dựa vào vòm nhờ các cột chống, khi tính dầm dọc chủ và dầm ngang, cho phép coi như cột chống không ngàm vào dầm. Mômen gối trong dầm tại các

cột chống biên được xác định tùy theo tỷ lệ độ cứng theo chiều dài của dầm và cột chống, bằng công thức:

$$M_{on} = \frac{3}{4} \cdot \frac{M}{1+c} \quad (1)$$

Trong đó:

$$c = \frac{I_{\sigma} h}{I_c l}$$

M - Mô men tính toán lớn nhất trong dầm giản đơn khâu độ 1.

h - Chiều cao cột chống.

l – Chiều dài nhịp biên.

$I_{\sigma}$  - Mô men quán tính của dầm

$I_c$  - Mô men quán tính của cột chống.

Nếu đầu dầm dọc liên kết cứng với vòm tại đỉnh vòm thì mômen gối tại nơi liên kết sẽ lấy bằng  $2/3M$ .

Nếu ô dầm ngang có phần hẫng thì mômen đặt tải của phần hẫng sẽ được phân bố giữa đà ngang và cột chống tỷ lệ với độ cứng chiều dài của chúng.

Trong dầm ngang một nhịp (không có cột chống giữa) mô men uốn xác định như đối với dầm kê tự do.

**7.3.16. Các cột chống của kết cấu nhịp** kiểu giàn hoa trên vòm tính theo nén uốn. Cho phép tính mô men uốn ở những cột chống giữa kết cấu phần trên vòm tùy theo tỷ lệ độ cứng giữa dầm và cột chống.

Khi  $c = 4$  (xem điều 7.34) mô men uốn tính toán của cột chống lấy giả định bằng 10% **mô men gối tính toán trong dầm và khi  $c = 1$  thì lấy 20% mô men đó.**

**7.3.17. Các cột chống của kết cấu** phần trên vòm phải được kiểm toán theo ứng suất nhiệt. Trong trường hợp này nếu hai đầu cột đều ngàm cứng, cho phép giả thiết cả hai đầu cột chống đều không xoay được khi bản và dầm biến dạng.

**7.3.17. Trong các khung không chốt**, các cột chống giả thiết hoàn toàn ngàm ở **phía** dưới nếu bệ của chúng tựa lên móng khối bằng đá hay bê tông, còn đường cong áp lực của tải trọng thì cắt đáy móng với độ lệch tâm không lớn hơn  $1/10$  chiều dài móng. Trong các trường hợp khác, sau khi xét cột chống ngàm để tính khung còn cần kiểm toán ứng suất trong các tiết diện cột

chống và đà ngang của khung, coi móng và tiết diện ở điểm tựa của cột chống có góc xoay tương ứng với sơ đồ áp tực trên đất nền.

**7.3.19. Cho phép coi liên kết cột chống đúc sẵn** với đà ngang là điểm nút của khung nếu cốt thép cột chống và đà ngang được hàn lại với nhau rồi đổ bê tông gắn liền, hoặc nếu cho cột chống ngàm bằng vữa bê tông trong lỗ bố trí suốt chiều cao của đà.

**7.3.20. Nếu nền trụ là loại đất dính** thì khi tính kết cấu siêu tĩnh ngoài, cần xét tính đàn hồi và tính mềm yếu của nền.

**7.3.21. Khi tính trụ với các loại tải trọng** chỉ nằm trong tổ hợp phụ và tổ hợp đặc biệt, cần xác định nội lực và mômen riêng biệt theo chiều dọc và chiều ngang cầu, không cộng chúng lại với nhau.

**7.3.22. Tính khúc cồng dạng chữ nhật** coi như tính khung có đường viền kín. Thành cồng coi như cột chống ngàm cứng của khung.

**7.3.23. Tại vùng chịu kéo của cấu kiện chịu uốn**, nếu đặt cốt thép dọc chịu lực nhiều hơn ba hàng thì khi tính về cường độ phải nhận cường độ tính toán cốt thép hàng thứ tư với hệ số 0,9, hàng thứ năm và những hàng sau với hệ số 0,7.

**7.3.24. Trong các công thức tính về cường độ tiết diện** của các cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn (khi  $0,3 < \xi \leq 0,55$ ) *chịu nén và kéo lệch tâm* (khi  $\xi > 0,3$ ) cũng như đối với cấu kiện bê tông chịu nén lệch tâm đều phải đề cập đến hệ số điều kiện làm việc  $m_2$  xác định theo các công thức sau đây:

$$m_2 = 1,7 - 0,7 (0,8\xi + A) \quad (3)$$

$$m'_2 = 1 - 0,2\xi_N \quad (4)$$

Trong đó lấy:  $0,8 \leq m_2 (m'_2) \leq 1$

Ở đây:  $m_2$  - Hệ số điều kiện làm việc của bê tông và cốt thép khi tính về cường độ các cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn, nén và kéo lệch tâm.

$m'_2$  - Hệ số điều kiện làm việc của bê tông khi tính về cường độ các cấu kiện bê tông và bê tông cốt thép chịu nén (kéo) lệch tâm:

$\xi = \frac{x}{h_0}$  - Chiều cao tương đối (toàn bộ) của vùng bê tông chịu nén.

$\xi_N = \frac{x_N}{h_0}$  - Chiều cao tương đối vùng bê tông chịu nén ứng với ngoại lực N.

$$A = 0.00015 R_o \leq 0,75$$

$R_o = 0,8 R_H^H - \sigma_{H1}$  : Đối với cốt thép căng trước loại sợi bó thẳng và bó bên.

$\sigma_{H1}$  - Ứng suất căng trước đã ổn định.

$0,8 R_H^H$  - Giới hạn chảy giả định của thép.

$R_H^H$  - Cường độ tiêu chuẩn thép căng trước quy định theo phụ lục 15.

Đối với cấu kiện chịu uốn đặt cốt thép thanh không căng trước (khi  $R_a^H \leq 4000 \text{kG/cm}^2$ ) và căng trước ( $R_o = R_H^H - \sigma_{H1} < 4000 \text{kG/cm}^2$ ),  $m_2 = 1$  (xem các công thức (16), (19) và (20) trong các điều 7.4.4 và 7.4.5).

**7.3.25. Khi tính về độ ổn định hình dạng** các cấu kiện chịu nén đúng tâm, hệ số  $\varphi$  triết giảm sức chịu lực (hệ số uốn cọc) được xác định theo công thức:

$$\varphi = \frac{\frac{\varphi_{kp}}{N_{dl} + N_k}}{m_{dl} N + N}$$

Trong đó:  $\varphi_{kp}$  – Hệ số chiết giảm sức chịu lực dưới tác dụng lực ngắn hạn lấy theo: bảng 5-14 đối với các cấu kiện bê tông cốt thép thường và các cấu kiện bê tông cốt thép ứng suất trước có cốt thép căng trước không dính bám với bê tông ở giai đoạn cần xét.

*Bảng 5-15* đối với các cấu kiện bê tông cốt thép ứng suất trước có dính bám giữa cốt thép căng trước và bê tông;

*Bảng 5-16* đối với các cấu kiện bê tông.

$m_{dl}$  – Hệ số xét ảnh hưởng tác dụng lâu dài của tải trọng đối với sức chịu lực của bộ phận chịu nén, lấy theo bảng 5-14, 5-15 hoặc 5-16.

$N = N_{dl} + N_k$  – Trị số lực nén dọc tính toán:

$N_{dl}$  – Lực dọc tính toán gây ra bởi tải trọng tác dụng lâu dài (tĩnh tải) kể cả hợp lực  $N_H$  của cốt thép căng trước dính bám với bê tông.

$N_k$  – Lực dọc tính toán gây ra bởi tải trọng tác dụng tức thời (hoạt tải), kể cả hợp lực  $N_H$  của cốt thép căng trước không có dính bám với bê tông (trong giai đoạn sản xuất và lắp ráp) và có điều kiện xô dịch trong mặt cắt.



**7.3.26. Chiều dài tự do (tính toán)  $l_0$  của các cấu kiện chịu nén lấy như sau:**

1. Đối với các thanh mạ của giàn.

Trong mặt phẳng giàn, lấy bằng khoảng cách giữa tâm các nút tiếp nhau.

Ngoài mặt phẳng giàn, lấy bằng khoảng cách giữa tâm các nút của hệ liên kết dọc

2. Đối với các thanh bụng của giàn:

Ngoài mặt phẳng giàn, lấy bằng toàn bộ chiều dài hình học của thanh hoặc đoạn lớn nhất khi chiều dài thanh bị kết cấu ngang chia nhỏ.

Trong mặt phẳng giàn, lấy bằng toàn bộ chiều dài hình học của thanh nhân với 0,8; và nhân với 0,9 đối với thanh chéo và thanh chống ở gối.

3. Đối với các cột chống của các khung dầm riêng biệt khi thanh chống tựa trên chốt cố định, lấy bằng 2,2; khi cột chống ngàm cứng, lấy bằng tỷ số tương ứng ghi ở bảng 5-17.

**Bảng 5-14**

**HỆ SỐ  $\varphi_{Kp}$  TRIẾT GIẢM SỨC CHỊU LỰC VÀ HỆ SỐ  $m_{dl}$  ĐỐI VỚI CÁC CẤU KIỆN BẰNG BÊ – TÔNG CỐT THÉP THƯỜNG VÀ ĐỐI VỚI CÁC CẤU KIỆN BÊ-TÔNG CỐT THÉP ỨNG SUẤT TRƯỚC CÓ CỐT THÉP CĂNG TRƯỚC KHÔNG DÍNH BẮM VỚI BÊ-TÔNG VÀ CÓ THỂ XÊ DỊCH TRONG MẶT CẮT NGANG CỦA CẤU KIỆN**

$l_0/b$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
$l_0/d$	8,6	10,4	12,1	13,8	15,6	17,3	19,1	20,8	22,5	24,3	26	27,7
$l_0/r$	34,6	41,6	48,5	55,4	62,3	69,3	76,2	83,1	90,1	97	104	111
$\varphi_{Kp}$												
Với số hiệu bê tông $\leq 300$	1	0,96	0,92	0,88	0,84	0,79	0,75	0,7	0,65	0,61	0,56	0,51
theo thiết kế $> 300$	1	0,95	0,90	0,85	0,79	0,74	0,69	0,64	0,59	0,54	0,50	0,45
$m_{dl}$	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,81	0,78	0,74	0,70	0,67	0,68	0,59
<b><math>l_0/b</math></b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>44</b>	<b>46</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	<b>52</b>	<b>54</b>	<b>46</b>
$l_0/d$	29,4	31,1	38	34,6	36,5	38,3	40	41,7	43,5	45,3	47	48,8
$l_0/r$	118	125	132	139	146	153	160	167	174	181	188	195

$\varphi_{KP}$												
Với số hiệu bê tông $\leq$ 300	0,47	0,44	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,26	0,25
theo thiết kế $>$ 300	0,40	0,37	0,35	0,32	0,31	0,29	0,28	0,27	0,25	0,25	0,24	0,23
$m_{dl}$	0,55	0,52	0,48	0,45	0,41	0,37	0,33	0,30	0,26	0,22	0,18	0,14

**Bảng 5-15**

**HỆ SỐ  $\varphi_{KP}$  TRIẾT GIẢM KHẢ NĂNG CHỊU LỰC VÀ HỆ SỐ  $m_{dl}$  ĐỐI VỚI CÁC  
CÁU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG SUẤT TRƯỚC KHI CÓ DÍNH BẮM GIỮA  
CỐT THÉP CĂNG TRƯỚC VỚI BÊ TÔNG.**

<b><math>I_0/b</math></b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>32</b>
$I_0/d$	8,6	10,4	12,1	13,8	15,6	17,3	19,1	20,8	22,5	24,3	26	27,7
$I_0/r$	34,6	41,6	48,5	55,4	62,3	69,3	76,2	83,1	90,1	97	104	111
$\varphi_{KP}$	1	0,95	0,85	0,77	0,72	0,66	0,61	0,56	0,5	0,46	0,43	0,39
$m_{dl}$	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,81	0,78	0,74	0,7	0,67	0,63	0,59
<b><math>I_0/b</math></b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>32</b>
$I_0/d$	29,4	31,1	33	34,6	36,5	38,3	40	41,7	43,5	45,3	47	48,8
$I_0/r$	118	125	132	139	146	153	160	167	174	181	188	195
$\varphi_{KP}$	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,3	0,3	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27
$m_{dl}$	0,55	0,52	0,48	0,45	0,41	0,37	0,33	0,3	0,26	0,22	0,18	0,14
$I_0/b$	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56

**Bảng 5-16**

**HỆ SỐ  $\varphi_{kp}$  TRIẾT GIẢM KHẢ NĂNG CHỊU LỰC VÀ HỆ SỐ  $m_{dl}$  ĐỐI VỚI CÁC CẦU KIẾN BÊ TÔNG**

$I_0/b$	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
$I_0/r$	14	21	23	35	42	49	56	63	70	77	84	91
$\varphi_{kp}$	1	0,98	0,95	0,92	0,88	0,85	0,79	0,74	0,67	0,63	0,58	0,49
$m_{dl}$	1	1	1	0,96	0,92	0,88	0,84	0,8	0,75	0,71	0,67	0,63

Các ký hiệu trong bảng 5-14, 5-15, 5-16.

$I_0$  – Chiều dài tự do của cầu kiện.

$b$  – Kích thước nhỏ nhất của mặt cắt ngang chữ nhật của cầu kiện.

$d$  – Đường kính mặt cắt tròn của cầu kiện.

$\lambda = \frac{l_0}{r}$  - Độ mảnh tính toán của cầu kiện, với  $r$  – bán kính quán tính tối thiểu của mặt cắt ngang cầu kiện.

*Chú thích:* Khi xác định  $m_{dl}$  cho điều 2.28 theo các bảng này thì cần thay  $\frac{l_0}{b}$  và  $\frac{l_0}{r}$  lần lượt bằng.

$$\frac{l_0}{h} \text{ và } \frac{l_0}{r_u}$$

**Bảng 5-17**

**CHIỀU DÀI TỰ DO CỦA CÁC CỘT CHỐNG NGÀM CỨNG CỦA KHUNG ĐỨNG RIÊNG BIỆT.**

$\frac{B_p}{B_c}$	1			
		0,5	1	
0,2		1,1 1	1	1
1		1,3 1	1,15 1	1
3		1,5 1 1	1,4 1	1,1 1

Ký hiệu trong bảng:

$B_p = E_\sigma I_p$  – Độ cứng đà ngang

$B_c = E_\sigma I_c$  – Độ cứng cột chống.

$L$  – Khẩu độ đà ngang

$l$  – Chiều dài cột chống

$E_\sigma$  - Mô đun đàn hồi bê tông

4. Đối với cọc bê tông cốt thép – theo các tiêu chuẩn tương ứng;

5. Đối với vòm đặc có tiết diện cố định, ở mặt phẳng chiều cong – theo công thức:

$$I_o = \pi l \sqrt{\frac{8f}{lK}} \quad (6)$$

Với  $l$  và  $f$  là khẩu độ và đường tên của vòm.

Trị số  $K$  lấy như sau:

a) Đối với vòm hai chốt

$$K = K_o \quad (6a)$$

b) Đối với vòm hai chốt có giằng dọc nối với vòm bằng các thanh treo:

$$K = 2K_o \quad (6b)$$

c) Đối với vòm không chốt

$$K = \left( 2 + \frac{f}{l} \right) K_o \quad (6c)$$

d) Đối với vòm ba chốt, lấy bằng trị số bé nhất trong hai trị số:

$$K = K_1 \text{ và } K = K_o \quad (6d)$$

e) Đối với vòm chịu lực cùng với kết cấu phần trên vòm dạng dầm liên tục liên kết với vòm qua các thanh chống:

$$K = \left\{ 1 + \left[ 0,95 + 0,7 \frac{f}{l} + \left( \frac{f}{l} \right) \right]^2 \frac{E_\sigma I_\sigma}{E_\sigma I_\alpha} \right\} K_o \quad (6e)$$

Trong đó  $E_\sigma I_\sigma$  - Độ cứng dầm

$E_\sigma I_\alpha$  - Độ cứng vòm

Các trị số  $K_0$  và  $K_1$  nêu ở bảng 5-18 tùy theo tỷ số  $\frac{f}{l}$

**Bảng 5-18**

**TRỊ SỐ  $K_0$  VÀ  $K_1$  DÙNG XÁC ĐỊNH CHIỀU DÀI TỰ DO CỦA VÒM**

$f/l$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
$K_0$	28,5	45,4	46,5	43,9	38,4	30,5	20	14,1
$K_f$	22,5	39,6	47,3	49,2	44	-	-	-

*Chú thích:*

1. Khi xác định chiều dài tự do của vòm có mặt cắt thay đổi, nếu độ cứng không thay đổi nhiều thì trị số  $K$  được xác định theo công thức (6e), lấy độ cứng vòm là độ cứng tại một phần tư khẩu độ.

Nếu độ cứng thay đổi nhiều, trị số  $K$  phải xác định trên cơ sở tính riêng về ổn định vòm với điều kiện vòm chịu tải rải đều trên toàn bộ khẩu độ.

2. Khi kiểm toán về độ ổn định toàn thể của vòm thoải chịu nén lệch tâm ngoài mặt phẳng chiều cong, cho phép tính chiều dài tự do vòm coi như các thanh thẳng đặt theo trục tim vòm. Trong trường hợp này cần xét ảnh hưởng liên kết giữa các cấu kiện chủ yếu.

**7.3.25. Trong kết cấu bê tông cốt thép nén lệch tâm**, do bị uốn, độ lệch tâm của lực dọc tăng lên, hệ số  $\eta$  tính sự tăng độ lệch tâm ấy được xác định theo các công thức:

Đối với mặt cắt có dạng bất kỳ.

Đối với mặt cắt hình chữ nhật: 
$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{12CR_u F} \left( \frac{l_o}{r_u} \right)^2} \quad (7)$$

Với: 
$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{CR_u F} \left( \frac{l_o}{h} \right)^2} \quad (8)$$

$$C = \frac{66000}{R + 350} \left( \frac{1}{\frac{e_o}{h} + 0,16} + 200\mu + 1 \right) \quad (9)$$

(đối với mặt cắt vành khăn, cho phép lấy  $C = 400$ )

Khi  $x \geq h_0$  lấy  $\eta = 1$

$N$  – Lực nén dọc do tải trọng tính toán gây ra tính theo công thức (10) điều 5.57.

$r_u$  – Bán kính quán tính mặt cắt ngang trong mặt phẳng uốn.

$R$  – Số hiệu thiết kế của bê tông theo cường độ chịu nén.

$\mu = \frac{F_a}{F}$  hàm lượng cốt thép ( $F_a$  – diện tích mặt cắt cốt thép chịu kéo  $A$  và  $A_H$ )

$F$  – Diện tích mặt cắt cấu kiện (nếu diện tích mặt cắt cốt thép vượt 3% thì sẽ trừ khỏi diện tích mặt cắt cấu kiện).

$e_0$  – Độ lệch tâm của lực dọc so với trọng tâm của toàn bộ mặt cắt tính đối.

$l_0$  – Chiều dài tự do của cấu kiện.

Nếu tỷ số  $\frac{e_0}{h}$  không vượt quá các trị số nêu ở bảng 5-19, thì trong công thức (9) để xác định trị

số  $C$ , sẽ không dùng trị số  $\frac{e_0}{h}$  thực sự mà thay bằng trị số giới hạn của tỷ số đó lấy ở bảng 5-19.

**7.3.26. Lực nén dọc tính toán  $N$  của cấu kiện** nén lệch tâm xác định theo công thức:

$$N = \frac{N_{dl}}{m_{e,dl}} + N_K \quad (10)$$

Trong đó:  $m_{e,dl}$  – Hệ số xét đến ảnh hưởng tác dụng tải trọng lâu dài đối với cường độ cấu kiện nén lệch tâm mảnh:

$$m_{edl} = \frac{m_{dl} + 2 \frac{e_{odl}}{h}}{1 + 2 \frac{e_{odl}}{h}} \quad (11)$$

$e_{odl}$  – Khoảng cách từ điểm đặt lực  $N_{dl}$  đến trọng tâm mặt cắt ngang của cấu kiện.

$N_{dl}$  và  $N_K$  – Lực dọc tính toán ứng với phần tác dụng lâu dài và tức thời của tải trọng.

$m_{dl}$  – Hệ số quy định theo điều 5.54.

$h$  – Chiều cao mặt cắt (đối với mặt cắt hình vành khăn trong công thức (11) lấy  $D$ , đường kính ngoài của vành khăn, thay cho  $h$ ).

**TRỊ SỐ GIỚI HẠN ĐỘ LỆCH TÂM TƯƠNG ĐỐI  $\frac{e_o}{h}$  DÙNG ĐỂ TÍNH HỆ SỐ  $c$**

Số hiệu bê tông thiết kế theo cường độ chịu nén tính bằng kG/cm <sup>2</sup>	Trị số tới hạn độ lệch tâm tương đối $\frac{e_o}{h}$ với				
	$\frac{l_o}{r_u} \leq 52$	<b>69</b>	<b>86</b>	<b>104</b>	<b>122</b>
	$\frac{l_o}{h} \leq 15$	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>
200	0,55	0,4	0,3	0,2	0,1
300	0,5	0,35	0,25	0,15	0,06
400	0,4	0,3	0,2	0,1	-
500	0,35	0,25	0,15	0,05	-
600	0,3	0,2	0,1	-	-

Đối với cốt thép căng trước không dính bám với bê tông và có thể xô dịch trong mặt cắt ngang của cầu kiện, chiều dài tính toán của cầu kiện lấy bằng khoảng cách giữa hai điểm neo cốt thép. Trong công thức tính, lấy  $N_{dl} + N_H$  thay cho  $N_{dl}$  ( $N_H$  – Hợp lực của tất cả các cốt thép căng trước).

*Chú thích:*

1. Trị số âm của hệ số  $\eta$  (tính theo công thức đã dẫn) chứng tỏ mặt cắt không đủ.

2. Khi tính các cầu kiện có hai đầu cố định, trị số của hệ số  $m_{dl}$  và  $\eta$  lấy như sau:

Đối với mặt cắt ở phần giữa chiều dài cầu kiện chia ba lấy theo công thức đã dẫn;

Đối với các mặt cắt ở phần biên có chiều dài phần 1/3 cầu kiện lấy theo nội suy tuyến tính (lấy hệ số  $m_{dl}$  và  $\eta$  ở hai đầu bằng 1).

**SỨC CHỊU LỰC NÉN CỤC BỘ (ÉP MẶT)**

**7.3.27. Sức chịu lực nén cục bộ (ép mặt)** tính toán của khớp, chốt, chỗ tựa gối v.v... xác định theo các điều kiện sau đây, đối với các cầu kiện bê tông cốt thép có cốt thép đặt gián tiếp theo dạng lưới thép hàn:

$$N \leq \Theta R_{np} F_{cM} + \mu_k R_s F_{ya} \quad (12')$$

Đối với các cầu kiện bê tông cốt thép không có cốt thép gián tiếp và đối với cầu kiện bê tông:

$$N \leq \mu F_{CM} R_{CM} \quad (12a)$$

Với  $N$  – Lực nén (ép mặt) do tải trọng tính toán gây ra:

- Hệ số xét ảnh hưởng của cốt thép bao quanh bê tông ( $2 \leq \Theta \leq 3,5$ )

$$\Theta = 4 - 3 \sqrt{\frac{F_{CM}}{F}} \quad (12b)$$

$F_{CM}$  và  $F$  – Diện tích ép mặt và diện tích tính toán xác định theo hình 5-1.

$F_{ya}$  – Diện tích bê tông nằm trong viền lưới thép theo các thanh biên.

$\mu_k$  – Hệ số thể tích cốt thép gián tiếp.

$$\mu_k = \frac{n_1 f_{a1} l_1 + n_2 f_{a2} l_2}{l_1 l_2 S} \quad (12c)$$

$n_1, f_{a1}, l_1$  và  $n_2, f_{a2}, l_2$  – Số lượng thanh, diện tích mặt cắt một thanh và chiều dài thanh của lưới theo hai chiều khác nhau.

$S$  – Khoảng cách giữa các lưới thép.

$\mu = 0,75$  (khi lực rải đều  $\mu = 1$ )

$R_{CM}$  – Cường độ tính toán chịu nén cục bộ (ép mặt) của bê tông.

$$R_{CM} = \gamma R_{np} \quad (12d)$$

$R_{np}$  – Cường độ tính toán chịu nén dọc trục của bê tông lấy theo bảng 5-1.

$$\gamma = 3 \sqrt{\frac{F}{F_{CM}}} \quad (12e)$$

Trị số lớn nhất của  $\gamma$  lấy bằng:

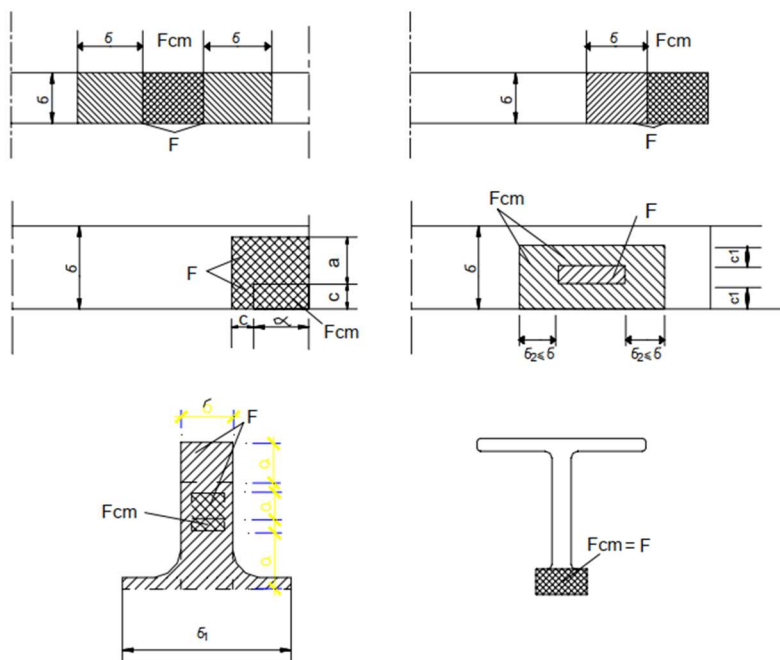
2 – Khi tính với tất cả các tải trọng, kể cả tải trọng cục bộ; 1,5 – khi chỉ tính riêng với tải trọng cục bộ.

Khi tải trọng bố trí ngoài biên (xem hình 5-1) trị số lớn nhất của  $\gamma$  giảm đi 20%.

Công thức (12c) chỉ đúng nếu diện tích mặt cắt các thanh của lưới thép trên một đơn vị chiều dài cấu kiện về hai phía không sai khác quá 1,5 lần.



**7.3.29. Khi tính ứng suất cục bộ của bê tông nằm dưới neo, lực do neo chuyển tới lấy như sau:**



Hình 5-1

a) Trường hợp cốt thép kéo sau:

Nếu neo bố trí ở mặt đầu hoặc mép dọc, lấy bằng 100% lực ở cốt thép.

Nếu neo bố trí trong bê tông lấy bằng hiệu số lực ở cốt thép trước và sau neo.

b) Trường hợp kéo trước và đối với loại neo kiểu khung thanh, lấy bằng 30% lực trong bó cốt thép.

#### 7.4. TÍNH TOÁN KẾT CẤU BTCT THƯỜNG TOÀN KHỐI.

Tính cường độ (ổn định) theo trạng thái giới hạn thứ nhất.

##### CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP CHỊU KÉO ĐÚNG TÂM

**7.4.1. Tính về cường độ của mặt cắt các cấu kiện bê tông cốt thép chịu kéo đúng tâm thực hiện theo điều kiện:**

$$N \leq R_a F_a$$

Với N – Lực kéo dọc do tải trọng tính toán gây ra:

$R_a$  – Cường độ tính toán chịu kéo của cốt thép không căng trước, lấy theo bảng 5-2.

$F_a$  – Diện tích mặt cắt cốt thép dọc.

## CÁC CẤU KIỆN CHỊU NÉN ĐÚNG TÂM <sup>(1)</sup>

**7.4.2. Các cấu kiện chịu nén** đúng tâm được tính về cường độ và độ ổn định theo điều kiện:

$$N \leq \varphi (R_{np} F + R_{a,c} F'_a) \quad (14)$$

Với  $N$  – Lực nén dọc do tải trọng tính toán gây ra:

$\varphi$  - Hệ số lấy theo điều 5.54.

$R_{np}$  – Cường độ tính toán chịu nén dọc trục của bê tông, lấy theo bảng 5-1.

$R_{a,c}$  – Cường độ tính toán chịu nén của cốt thép không căng trước, lấy theo bảng 5-2.

$F'_a$  – Diện tích mặt cắt cốt thép dọc (đối với cấu kiện bê tông lấy  $F'_a = 0$ ).

$F$  – Diện tích mặt cắt cấu kiện (nếu diện tích mặt cắt cốt thép vượt 3% thì thay  $F$  bằng  $F - F_a$ ).

*Chú thích:* Nếu trong cấu kiện chịu nén có cốt thép nối với nhau theo dạng móc khuyên và nếu khoảng đỉnh móc tối thiểu bằng đường kính bề cong móc thì cho phép tính diện tích mặt cắt thanh cốt thép của mỗi nối bằng 50%.

**7.4.3. Sức chịu lực về cường độ <sup>1</sup>** của mặt cắt cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén đúng tâm với cốt thép gián tiếp dạng lò xo hay lưới trong trường hợp đáp ứng những yêu cầu điều 5-184 tính theo điều kiện:

$$N \leq R_{np} F_{ya} + R_{a,c} F'_a + 2R_a F_c \quad (15)$$

Với  $N$  – Lực nén dọc do tải trọng tính toán gây ra.

$F_{ya}$  – Diện tích lõi bê tông được đặt cốt thép (diện tích bê tông nằm trong đường viền của cốt thép gián tiếp).

$F_c$  – Diện tích tính đổi của mặt cắt cốt thép gián tiếp bằng  $\pi D_{ya} f_c / S$  đối với cốt thép lò xo (xét đến trong trường hợp  $F_c \geq 0,25F'_a$  và bằng  $\sum l f_c / S$  đối với lưới thép (xét đến trong trường hợp  $S \leq 8\text{cm}$ ))

$D_{ya}$  – Đường kính lõi cấu kiện.

$f_c$  – Diện tích mặt cắt ngang của thanh cốt thép lò xo hoặc lưới.

---

<sup>(1)</sup> Cấu kiện chịu nén lệch tâm với  $c_o \leq \frac{l_o}{800}$  cũng được liệt vào loại chịu nén đúng tâm (xem điều 5.70 ở đây)

$c_o = \frac{M}{N}$  là độ lệch tâm tính toán trong mặt phẳng uốn xác định theo mô men trong phạm vi phần giữa thanh chịu nén chia ba:  $l_o$  – là chiều dài tự do của thanh lấy theo điều 5.55)

(2) Phép tính áp dụng cho các cấu kiện có độ mảnh ứng với trị số  $\varphi = 1$

S – Bước lò xo hoặc khoảng cách giữa các lưới.

$\sum l$  - Chiều dài tổng cộng các thanh trong một lưới.

$F_a$  – Cường độ tính toán chịu kéo của cốt thép gián tiếp (lò xo hoặc lưới) lấy theo bảng 5-2.

Các ký hiệu khác đã dẫn ở điều 7.4.2.

Cường độ của cấu kiện khi tính theo điều 7.4.3 so với cường độ tính theo điều 7.4.2 (không xét cốt thép lò xo hoặc lưới) không cho phép tăng quá 50%; cho phép không xét đến giảm cường độ theo tính toán do có xét (tính) cốt thép gián tiếp; khi tính về độ ổn định, không xét đến ảnh hưởng của cốt thép gián tiếp và tính theo điều 7.4.2.

### CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP CHỊU UỐN

**7.4.4. Mặt cắt có dạng bất kỳ** nhưng đối xứng so với mặt phẳng uốn vuông góc với trục của cấu kiện và có cốt thép kép (hình 5-2) sẽ được tính về cường độ chịu mômen uốn theo điều kiện:

$$M \leq R_c S_\sigma + R_{a,c} F'_a (h_0 - a') \quad (16)$$

Chiều cao vùng chịu nén xác định bằng phương trình:

$$R_a F_a - R_{a,c} F'_a = R_c F_\sigma \quad (17)$$

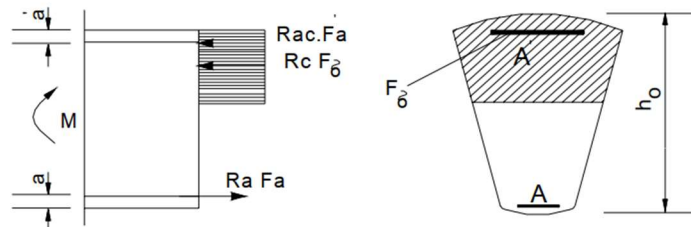
Với M – Mômen uốn do tải trọng tính toán gây ra:

$F_\sigma$  - Diện tích mặt cắt vùng chịu nén của bê tông.

$F_a$  và  $F'_a$  – Diện tích mặt cắt cốt thép chịu kéo A và chịu nén A'.

$h_0$  – Chiều cao làm việc của mặt cắt.

$S_\sigma$  - Mômen tĩnh của diện tích mặt cắt vùng chịu nén của bê tông đối với trục trọng tâm mặt cắt cốt thép A.



Hình 5.2

$a'$  – Khoảng cách từ mép bê tông (vùng chịu nén) tới trọng tâm cốt thép chịu nén A'.

$R_a$  và  $R_{a,c}$  – Cường độ chịu kéo và nén của cốt thép lấy theo bảng 5-2.

$R_c$  – Cường độ chịu nén của bê tông lấy theo bảng 5-1 (đối với phần cánh dầm chịu nén khi trục trung hòa nằm trong phạm vi chiều dày tính đối kể cả nách của phần cánh chịu nén, lấy bằng

$R_u$ ; khi trục trung hòa nằm ngoài phạm vi đó, lấy bằng  $R_{np}$ ; đối với phần chịu nén của bụng dầm, lấy bằng  $R_u$ ).

Chiều cao vùng chịu nén của bê tông phải thỏa mãn điều kiện:

$$\xi = \frac{x}{h_0} \leq 0,55 \quad (18)$$

Diện tích mặt cắt cốt thép chịu nén  $F'_a$  có tính đến hay không là tùy thuộc chiều cao vùng chịu nén của bê tông, căn cứ vào những điều kiện sau đây:

Nếu có hoặc không tính đến cốt thép  $A'$  mà trị số  $x > 2a'$ , thì khi tính về cường độ cần xét cốt thép  $A'$ .

Nếu không tính đến cốt thép  $A'$  mà trị số  $x < 2a'$ , thì khi tính về cường độ, mặt cắt coi như chỉ có loại cốt thép kéo.

Nếu không tính đến cốt thép  $A'$  mà trị số  $x > 2a'$ , còn tính đến nó, mà trị số  $x < 2a'$  hoặc  $x = 0$  hoặc có trị số âm thì không tính mặt cắt theo các công thức (16), (17) mà theo điều kiện:

$$M \leq R_a F_a (h_0 - a') \quad (19)$$

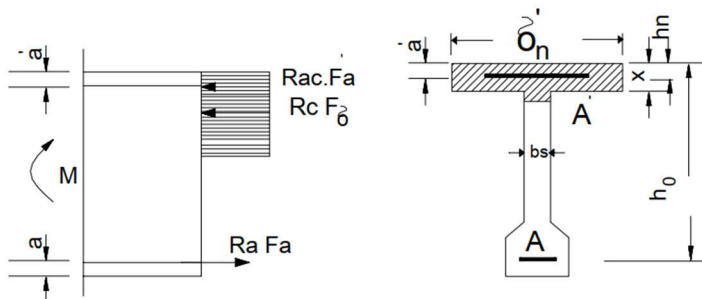
**7.4.5. Trong các trường hợp mặt cắt hình chữ T hoặc I có cốt thép kép và trục trung hòa nằm trong phạm vi bụng dầm (hình 5-3) cường độ chịu mômen uốn được tính phù hợp với chỉ dẫn ở điều 5.63 theo điều kiện:**

$$M \leq R_u b x (h_0 - 0,5x) + R_{a.c} F'_a (h_0 - a') + R_{np} (b'_n - b) (h_0 - 0,5h_n) h_n \quad (20)$$

Còn chiều cao vùng chịu nén thì xác định theo công thức:

$$x = \frac{R_a F_a - R_{a.c} F'_a - R_{np} (b'_n - b) h'_n}{R_u b} \quad (21)$$

Trong đó:  $M$  - Mômen uốn do tải trọng tính toán gây ra.



Hình 5.3

$x$  – Chiều cao vùng chịu nén của mặt cắt.

$b$  – Bề rộng bụng dầm.

$b'_n$  – Chiều rộng tính toán phần cánh chịu nén của mặt cắt T hoặc I.

$h_0$  – Chiều cao làm việc của mặt cắt.

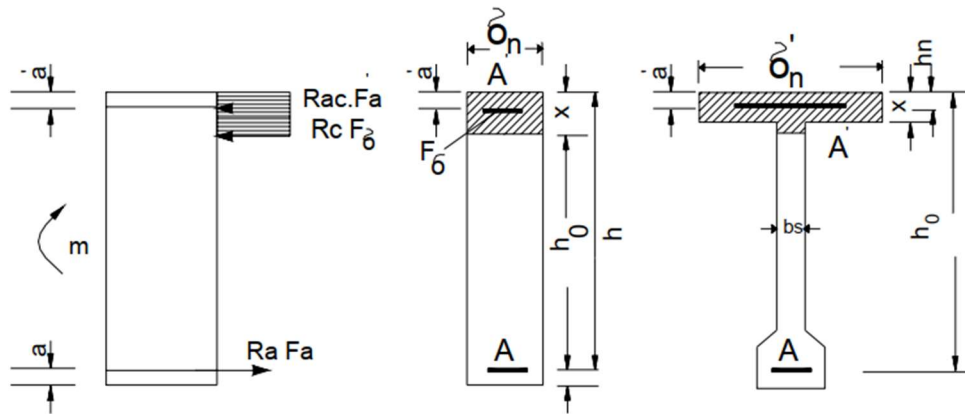
$h'_a$  – Chiều dày tính đối (kể cả rãnh) của cánh chịu nén.

$R_u$  và  $R_{np}$  – Cường độ chịu nén khi uốn và nén dọc trục của bê tông lấy theo bảng 5-1.

Khi  $x \leq h_n$  (hình 5-4), trong các biểu thức nêu trên cần lấy  $b_n$  thay cho  $b$ , còn đối với mặt cắt chữ nhật cần lấy  $b$  thay cho  $b'_n$ .

Chiều cao vùng chịu nén của bê tông và cách xét cốt thép chịu nén phải đáp ứng những điều kiện ghi ở điều 5.63.

Chiều dài phần nắn của bản nằm ở vùng chịu nén, lấy theo điều 5.65.



Hình 5-4

**7.4.6. Chiều rộng tính toán** của cánh dầm chịu nén trừ phần nhá ra (mặt cắt chữ T, chữ I và các mặt cắt tương tự) khi tính về cường độ, không được lấy quá trị số sau đây:

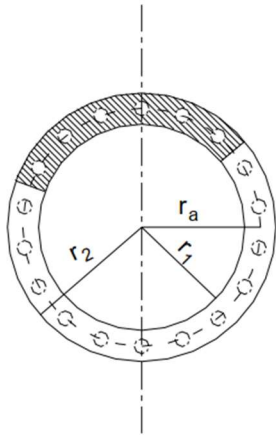
$$6h'_n \text{ nếu } h'_n \geq 0,1h$$

$$3h'_n \text{ nếu } h'_n = 0,05h$$

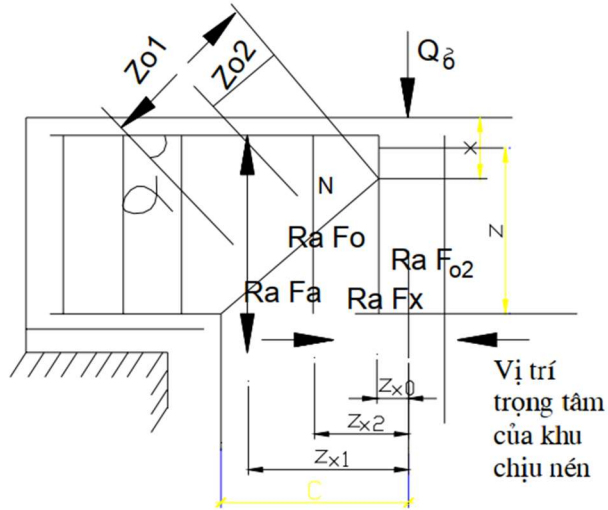
Nếu  $h'_n < 0,05h$ , trừ phần nhá ra, sẽ không tính phần hằng.

Ở đây  $h'_n$  – Chiều dày tính đối của cánh chịu nén có xét đến nhá, phần hằng có bụng dầm (trong phạm vi chiều cao của nhá).

$h$  – Chiều cao toàn bộ của dầm.



Hình 5-5



Hình 5-6

**7.4.7. Đối với cấu kiện bê tông cốt thép có mặt cắt vành khăn (ống), đặt cốt thép dọc (với số lượng tối thiểu là 6 thanh) cách đều theo chiều dài đường tròn (hình 5-5) và**

$\frac{r_2 - r_1}{r_2} \leq 0,5$ , mặt cắt được tính về cường độ mô men uốn theo điều kiện:

$$M \leq \frac{1}{\pi} \left[ R_{np} F \frac{r_1 + r_2}{2} + (R_a + R_{a.c}) F_a r_a \right] \sin \pi \alpha_k \quad (22)$$

Trong đó: 
$$\alpha_k = \frac{R_a F_a}{(R_a + R_{a.c}) F_a + R_{np} F} \quad (23)$$

(đồng thời lấy  $\alpha_k \leq 0,3$ )

F – diện tích toàn bộ mặt cắt cầu kiến.

F<sub>a</sub> – diện tích mặt cắt toàn bộ cốt thép dọc.

r<sub>1</sub> và r<sub>2</sub> – Bán kính trong và ngoài của mặt cắt vành khăn

r<sub>a</sub> – Bán kính đường tròn chạy qua tâm mặt cắt các thanh cốt thép dọc.

R<sub>a</sub> và R<sub>a.c</sub> – Cường độ tính toán chịu kéo và nén của cốt thép dọc lấy theo bảng 5.

R<sub>np</sub> – Cường độ tính toán chịu nén dọc trục của bê tông lấy theo bảng 5-1.

**7.4.7. Các mặt cắt xiên so với trục** cầu kiến và có chiều cao thay đổi lớn cần tính về cường độ (chịu mômen uốn) theo điều kiện:

$$M \leq R_a F_a z_a + R_a \sum F_{a.o} z_{a.o} + R_a \sum F_{a.x} z_{a.x} \quad (24)$$

Phương của mặt cắt xiên nguy hiểm nhất (khi chịu mômen uốn) xác định bằng phương pháp tính thử dần theo điều kiện:

$$Q = \sum R_a F_{a.o} \sin \alpha + \sum R_a F_{a.x} \quad (25)$$

*Trong đó:* M – Mômen uốn đối với trục đi qua trọng tâm vùng chịu nén của bê tông do tải trọng tính toán gây ra.

Q – Lực cắt ngang tại điểm cuối mặt cắt xiên trong vùng chịu nén của cấu kiện (hình 5-6) do tải trọng tính toán gây ra.

$F_a$  – Diện tích mặt cắt cốt thép dọc.

$F_{a.o}$  – Diện tích mặt cắt toàn bộ cốt thép xiên nằm trong một mặt phẳng xiên (so với trục cấu kiện) cắt qua mặt cắt xiên cần tính.

$F_{a.x}$  – Diện tích mặt cắt cốt thép dài nằm trong một mặt phẳng (pháp tuyến với trục mặt cắt) cắt qua mặt cắt xiên cần tính.

$z_a$ ,  $z_{a.o}$  và  $z_{a.x}$  – Cánh tay đòn tương ứng cốt thép dọc, xiên và dài đối với tâm của vùng bê tông chịu nén.

$\alpha$  - Góc nghiêng của cốt thép xiên nằm trong mặt cắt đang xét so với trục dọc của cấu kiện.

Các ký hiệu khác xem điều 5.67.

Đối với các cấu kiện có chiều cao mặt cắt cố định hoặc ít thay đổi, nếu đáp ứng các yêu cầu về bước tối đa của cốt thép đai, về cách neo và ngàm cốt thép, cho phép không tính mặt cắt xiên theo mô men uốn.

*Chú thích:* Vị trí trục trung hòa mặt cắt xiên xác định theo điều kiện tính về cường độ của mặt cắt vuông góc đối với trục cấu kiện. Mặt cắt vuông góc đó phải có trọng tâm cùng bị nén nằm ở mặt cắt xiên.

**7.4.9. Tính về cường độ của các mặt cắt xiên** của cấu kiện chịu lực cắt cần thực hiện (xem hình 5-6) ở những vị trí có thay đổi mật độ bố trí cốt thép; có thay đổi kích thước mặt cắt ngang của cấu kiện dọc theo chiều dài của cấu kiện, và ở biên phía trong của đai, v.v... tính toán sẽ theo điều kiện sau:

$$Q \leq m_{a.o} \sum R_a F_a \sin \alpha + m_{a.x} R_a F_x + Q_\sigma \quad (26)$$

Và nếu không uốn xiên cốt thép dọc thì theo điều kiện:  $Q \leq Q_{x,\sigma}$

Trong đó:  $Q$  – Trị số lực cắt ngang lớn nhất do tải trọng tính toán gây ra (xác định ở điểm cuối mặt cắt tại vùng chịu nén).

$\alpha$  - Góc nghiêng của cốt thép xiên so với trục cầu kiện.

$F_o$  – Diện tích mặt cắt toàn bộ các thanh cốt thép xiên nằm trong mặt phẳng (xiên so với trục cầu kiện) cắt mặt cắt xiên đang xét.

$F_x$  – Diện tích mặt cắt toàn bộ các thanh cốt thép đai nằm trong mặt phẳng uốn (pháp tuyến đối với trục cầu kiện) cắt mặt xiên đang xét).

$m_{a,o}$  và  $m_{a,x}$  – Hệ số điều kiện làm việc lấy theo điều 5.16.

$Q_\sigma$  - Hình chiếu của lực giới hạn trong bê tông chịu nén của mặt cắt xiên lên đường pháp tuyến đối với trục dọc cầu kiện:

$$Q_\sigma = \frac{0,15R_u \cdot b h_o^2}{C} \quad (28)$$

$C$  – Chiều dài hình chiếu của mặt cắt xiên bất lợi nhất về chịu lực cắt ngang lên trục dọc cầu kiện, xác định bằng phương pháp tính thử dần đối với các góc xiên hoặc theo công thức gần đúng.

$$C = \sqrt{\frac{0,15R_u b h_o^2}{q_x}} \quad (29)$$

$Q_{x,\sigma}$  - Lực cắt ngang giới hạn do vùng bê tông chịu nén và thép đai tiếp thu được tại mặt cắt bất lợi nhất:

$$Q_{x,\sigma} = \sqrt{0,6R_u b h_o^2 q_{x,a} - q_{x,a} U_a} \quad (30)$$

$q_{x,a}$  – Lực giới hạn trong cốt thép đai trên một đơn vị chiều dài của cầu kiện.

$$q_{x,a} = \frac{m_{a,x} \cdot R_a \cdot F_x}{U_a} \quad (31)$$

$R_a$  – Cường độ chịu kéo của cốt thép lấy theo bảng 5-2.

$R_u$  – Cường độ chịu nén khi uốn của bê tông lấy theo bảng 5-1.

$h_o$  – Chiều cao có hiệu của mặt cắt.

$b$  – Bề rộng bụng dầm.

$U_a$  – Bước của thép đai.



Nếu ứng suất kéo chủ trong mặt cắt do tải trọng tiêu chuẩn gây ra (và xác định theo công thức (68) hoặc (69) điều 5.86) không vượt  $0,7 R_{p.o}$  thì cho phép không tính mặt cắt về cường độ chịu lực cắt ngang.

Phép tính cường độ mặt cắt xiên chịu lực cắt ngang của dầm có mặt cắt thay đổi nên tiến hành theo qui định riêng.

**7.4.10. Về cường độ chịu ứng suất tiếp tuyến** của các cấu kiện chịu uốn hình chữ T và I tại chỗ tiếp giáp nách với bản cánh chịu nén (hình 5-7) hoặc ở mặt cắt ngoài biên nách, cho phép tính theo điều kiện:

$$\frac{0,75\tau b}{h'_n \left(1 + \frac{S\omega_1}{S\omega_2}\right)} \leq Rr.p.o \quad (32)$$

Trong đó:  $\tau$  - Ứng suất tiếp tuyến trong bụng dầm tại trục trung hòa:

$$\tau = \frac{QS_c}{j_o b} \quad (33)$$

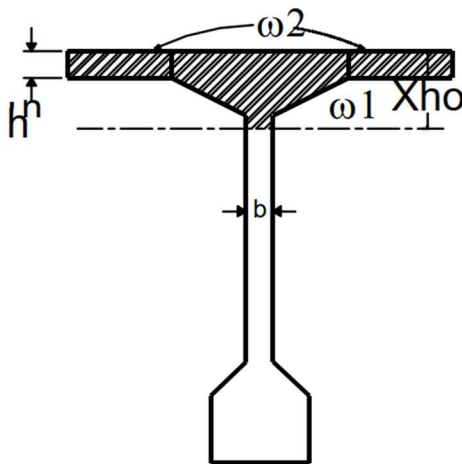
Q – Lực cắt ngang trong mặt cắt đang xét, xác định theo điều 5.67.

$S_c$  – Mômen tĩnh phần diện tích chịu nén trong diện tích mặt cắt đối với trục trung hòa.

$J_o$  – Mômen quán tính của mặt cắt (không tính phần bê tông chịu kéo, nhưng có tính đến diện tích tính đổi của mặt cắt cốt thép).

b – Bề rộng bụng dầm.

$h'_n$  – Bề dày bản hẫng sát nách hoặc chiều cao mặt cắt tại biên nách.



Hình 5.7

$S_{\omega_1}$  – Mômen tĩnh diện tích mặt cắt vùng chịu nén của bê tông giới hạn bởi mặt cắt đang xét, đối với trục trung hòa (xem hình 5-7).

$S_{\omega_2}$  – Mômen tĩnh toàn bộ diện tích mặt cắt phần bê tông chịu nén còn lại đối với trục trung hòa.

$R_{r.p.o}$  – Cường độ chịu lực của bê tông lấy theo bảng 5-1.

## CÁC CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM

**7.4.11.** Về cường độ mặt cắt vuông góc của các cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm có độ lệch tâm  $e_0 > \frac{l_0}{800}$  (\*) với  $x > h'_n$  (hình 5-8 và 5-9) cần tính theo điều kiện:

$$N e \leq m'_2 R_u b x_N (h_0 - 0,5x_N) + m_2 R_u b x_a (h_0 - x_N - 0,5x_a) + R_{np} (b'_n - b) \dots (h_0 - 0,5h'_n) h'_n + R_{a.c} F'_a (h_0 - a') \quad (34)$$

Các trị số  $x_a$ ,  $x_N$  và chiều cao toàn bộ vùng chịu nén xác định theo công thức:

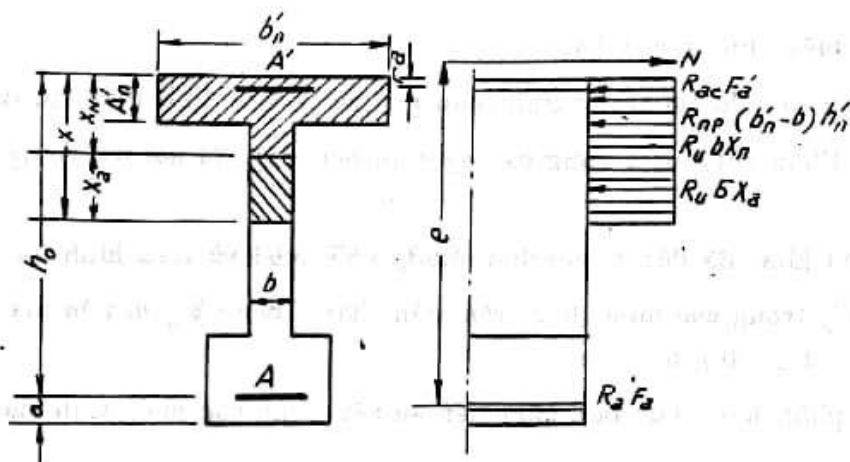
$$x_a = \frac{R_a F_a - R_{a.c} F'_a - R_{np} (b'_n - b) h'_n}{R_u b} \quad (35)$$

$$x_N = \frac{N}{R_u b} \quad (36)$$

$$x = x_a + x_N$$

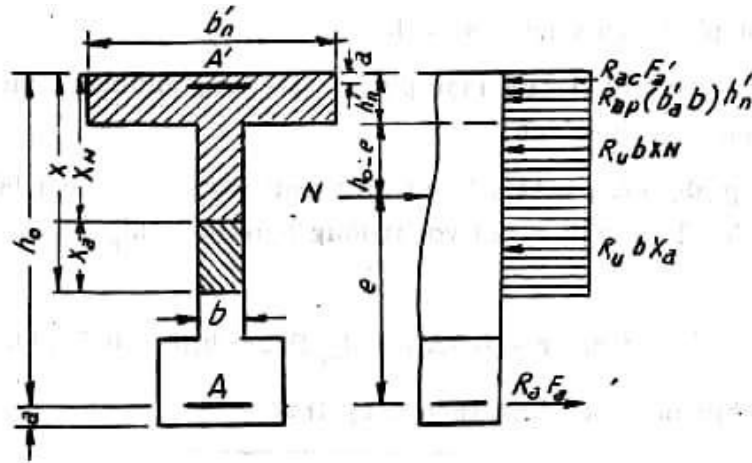
Cốt thép chịu nén A' được xét trong tính toán theo điều 5.63 nhưng thay công thức (19) bằng điều kiện sau:

$$N e \leq R_a F_a (h_0 - a') + m'_2 R_u b \cdot x_N (h_0 - 0,5x_N) \quad (38)$$



Hình 5-8

(\*) Xem chú thích dưới trong điều 5.61



Hình 5-9

Giá trị  $x_a$  trong công thức (34) lấy khác nhau tùy thuộc vào trường hợp nén lệch tâm:

Trường hợp 1, khi  $x \leq 0,55h_0$  (ứng suất kéo trong cốt thép A đạt cường độ tính toán) lấy toàn bộ trị số  $x_a$  (tính theo công thức (35)).

Trường hợp 2, khi  $x > 0,55h_0$  (cốt thép A chịu kéo nhưng ứng suất trong đó nhỏ hơn cường độ tính toán) thì:

Nếu  $x_N < 0,7h_0$  và  $x_a + x_N \leq 0,7h_0$  thì  $x_a$  được lấy toàn bộ.

Nếu  $x_N < 0,7h_0$  và  $x_a + x_N > 0,7h_0$  sẽ lấy  $x_a = 0,7h_0 - x_N$

Trong các bất đẳng thức này, nếu  $x_a > 0,55h_0$ , lấy  $x_a = 0,55h_0$

Trường hợp 3, khi  $x_N > 0,7h$  (cốt thép chịu nén), lấy  $x_a = 0$ , cho phép tính mặt cắt về cường độ theo điều kiện:

$$Ne \leq 0,5R_{np}b h_0^2 + R_{np} (b'_n - b) h'_n (h_0 - 0,5h'_n) + R_{a.c}F'_a (h_0 - a') \quad (39)$$

Trong các biểu thức nêu trên:

$N$  – Lực nén dọc do tải trọng tính toán gây ra và xác định theo chỉ dẫn điều 5.57.

$x_a$  và  $x_N$  – Phần chiều cao vùng bê tông chịu nén ứng với nội lực trong cốt thép và ngoại lực dọc.

Các ký hiệu khác đã dẫn trong điều 5.53, 5.63, 5.64 và trên hình 5-7.

Nếu  $x \leq h'_n$  trong các biểu thức trên, cần thay  $b$  bằng  $b'_n$  và nếu mặt cắt có dạng hình chữ nhật thì thay  $b'_n$  bằng  $b$ .

Chiều dài phần hẫng của bản chịu nén sẽ xét trong các phép tính theo điều 5.65.

Nếu trong mặt cắt cốt thép A chịu nén (khi  $x_N > 0,7h_0$ ) và nếu đặt cốt thép gián tiếp thì trong các công thức nói trên sẽ tăng các trị số  $R_{np}$  và  $R_l$  thêm một trị số là  $2R_a \frac{F_c}{F_{ya}}$ , kích thước lấy theo đường viền của cốt thép gián tiếp.

Các ký hiệu đã nêu ở điều 5.62.

Trong mặt cắt chữ I, nếu trục trung hòa nằm trong phạm vi cánh chịu lực ít hơn, thì khi tính, không xét đến phần hẫng của cánh đó.

*Chú thích:* Ngoài việc tính trong mặt phẳng tác dụng mômen uốn còn cần tiến hành tính ngoài mặt phẳng đó theo điều 5.61.

**7.4.12. Tính cường độ của mặt cắt vuông góc** trong cấu kiện bê tông chịu nén lệch tâm có tiết diện hình chữ T và chữ I, đối với trường hợp  $2d > h'_n$  (hình 5.10) theo điều kiện sau:

$$N e < m'_2 R_u b x_N (h - 0,5x_N) + R_{np} (b'_n - b)(h - 0,5h_n) h'_n \quad (40)$$

Chiều cao vùng chịu nén xác định theo công thức:

$$x_N = d + \sqrt{d^2 + 0,8(b'_n - b)(2d - h'_n) \frac{h'_n}{b}} \quad (41)$$

với  $N$  – Lực nén dọc do tải trọng tính toán theo qui định của điều 5.57.

$m'_2$  – Hệ số điều kiện làm việc theo điều 5.53.

$R_u$  và  $R_{np}$  – Cường độ tính toán của bê tông chịu nén khi uốn và chịu nén dọc trục, lấy theo bảng 5-1.

$e$  – Khoảng cách từ điểm đặt ngoại lực dọc  $N$  đến mép mặt cắt chịu nén nhỏ nhất.

$d$  – Khoảng cách từ điểm đặt lực  $N$  đến mép mặt cắt chịu nén lớn nhất.

Những ký hiệu khác xem trên hình 5-10.

Khi tính toán tiết diện hình chữ nhật cũng như hình chữ T, nếu  $2d \leq h'_n$  thì trong các biểu thức trên lấy  $b'_n = b$ .

**7.4.13. Đối với các mặt cắt hình vành khăn** (ống) vuông góc của các cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm, có cốt thép dọc (với số lượng tối thiểu 6 thanh) đặt cách đều theo chiều dài đường tròn và  $\frac{r_1 - r_2}{r_2} \leq 0,5$  (xem hình 5-5) về cường độ cần tính như sau:

Nếu  $\alpha_k \leq 0,5$  thì theo điều kiện:

$$Ne_o \leq \frac{1}{\pi} \left[ R_{np} F \cdot \frac{r_1 + r_2}{2} + (R_a + R_{a.c}) F_a r_a \right] \sin \pi \alpha_k \quad (42)$$

Nếu  $\alpha_k > 0,5$  thì theo điều kiện:

$$N (e_o + r_a) \leq r_a (R_{ap} F + k_a R_{a.c} F_a) \quad (43)$$

Trong đó:

$$\alpha_k = \frac{N + R_a F_a}{(R_a + R_{a.c}) F_a + R_{np} F} \quad (44)$$

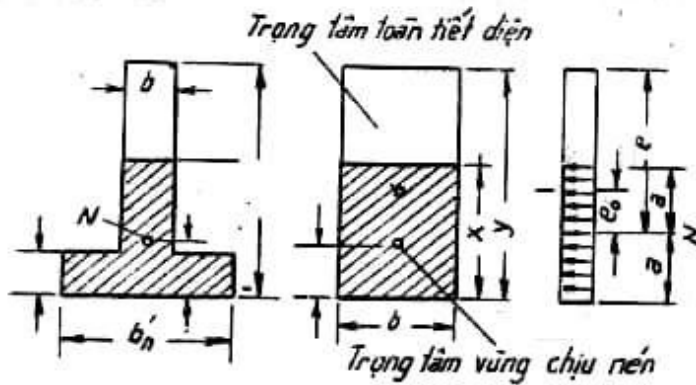
$e_o$  – Độ lệch tâm lực dọc đối với trọng tâm mặt cắt hình vành khăn.

$$\text{Nếu } e_o \leq r_a \text{ thì lấy } k_a = 1 - \frac{e_o}{3r_a} \quad (44a)$$

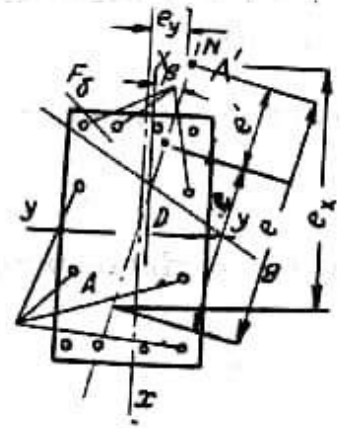
$$\text{Nếu } e_o \geq r_a \text{ thì lấy } k_a = \frac{2}{3} \quad (44b)$$

Các ký hiệu khác đã dẫn ở điều 5.64, 5.66 và 5.70.

**7.4.14. Về cường độ cần tính các mặt cắt vuông góc của cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén lệch tâm trong hai mặt phẳng chủ (nén lệch tâm xiên, hình 5-11):**



Hình 5-10



Hình 5-11

a) Khi  $m'_2 \geq 1$  (dù chỉ theo hướng của một trong các trục đối xứng), theo điều kiện:

$$Ne \leq R_u S_\sigma + R_{a.c} S_a \quad (45)$$

Vị trí trục trung hòa xác định theo phương trình:

$$(R_u F_\sigma + R_{a,c} F'_a) e' - R_a F_a e = 0 \quad (46)$$

Và theo điều kiện ba điểm đặt lực của (N), (D), (A) nằm trên một đường thẳng, (N) là hợp lực các ngoại lực; (D) là hợp lực các nội lực vùng bê tông chịu nén của mặt cắt; (A) là hợp lực các nội lực trong cốt thép đặt tại vùng chịu kéo.

b) Khi  $m'_2 < 1$ , theo hướng của cả hai trục đối xứng, theo điều kiện:

$$N \leq \frac{1}{\frac{1}{N_x} + \frac{1}{N_y} + \frac{1}{N_{si}}} \quad (47)$$

*Trong đó:* N – Hợp lực của tất cả các ngoại lực do tải trọng tính toán sinh ra;

$N_x$  và  $N_y$  – Nội lực dọc giới hạn cấu kiện chịu nén lệch tâm có thể chịu được, khi tính về cường độ (vùng chịu nén lấy theo hình chữ nhật), tại mặt phẳng trục x với độ lệch tâm  $e_x$ , và tại mặt phẳng trục y với độ lệch tâm  $e_y$ . Khi xác định  $e_x$  và  $e_y$  phải xét đến hệ số  $\eta$  theo điều 5.56 và cho phép xác định  $\eta$  theo lực dọc tính toán N cho sẵn.

$N_{si}$  – Nội lực dọc mặt cắt có thể chịu khi tính về cường độ chịu nén đúng tâm.

Các ký hiệu khác đã dẫn ở hình 5-11.

Khi xác định  $N_x$ ,  $N_y$  và  $N_{si}$  nên xét toàn bộ cốt thép đặt trong mặt cắt cấu kiện.

**7.4.15. Về cường độ chịu mômen uốn và lực ngang** cần tính các mặt cắt xiên tại cấu kiện chịu nén lệch tâm, theo các điều kiện đã dẫn trong 7.4.8 và 7.4.9 ứng với những cấu kiện chịu uốn.

## CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP CHỊU KÉO LỆCH TÂM

**7.4.16. Các mặt cắt vuông góc của các cấu kiện** bê tông cốt thép chịu kéo lệch tâm có cốt thép kép được tính về cường độ theo điều kiện sau đây:

a) Nếu lực dọc N nằm trong phạm vi khoảng cách giữa trọng tâm mặt cắt cốt thép A và A' (hình 5-12) thì:

Khi mặt cắt có hình bất kỳ

$$N \leq \frac{R_a S_a}{e} \quad (48)$$

$$N \leq \frac{R_a S'_a}{e'} \quad (49)$$

Khi mặt cắt là hình chữ nhật, T hoặc I:

$$N \leq \frac{R_a F'_a (h_o - a')}{e} \quad (50)$$

$$N \leq \frac{R_a F_a (h_o - a')}{e'}; \quad (51)$$

b) Nếu lực dọc N nằm ngoài phạm vi khoảng cách giữa trọng tâm cốt thép A và A' thì đối với mặt cắt chữ T và I có trục trung hòa nằm trong phạm vi bụng dầm  $x > h'_n$ :

$$Ne \leq m_2 R_u b x (h_o - 0,5x) + R_{np} (b'_n - b) (h_o - 0,5h'_n) h'_n + R_{a.c} F'_a (h_o - a') \quad (52)$$

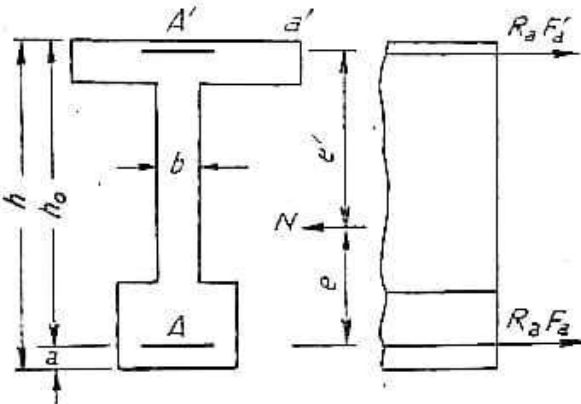
Chiều cao vùng bê tông chịu nén xác định theo công thức:

$$x = x_a - x_N = \frac{R_a F_a - R_{a.c} F'_a - R_{np} (b'_n - b) h'_n}{R_u b} - \frac{N}{R_u b} \leq 0,55 h_o \quad (52a)$$

Nếu  $x_a > 0,55 h_o$  lấy  $x_a = 0,55 h_o$

Trong các công thức trên dùng các ký hiệu:

$x_a$  và  $x_N$  – Phần chiều cao vùng chịu nén tạo ra do tác dụng nội lực trong cốt thép và lực thẳng góc N.



Hình 5-12

N – Lực kéo dọc do tải trọng tính toán sinh ra.

$S_a$  – Mômen tĩnh diện tích mặt cắt cốt thép A' đối với trọng tâm mặt cắt cốt thép A.

$S'_a$  – Mômen tĩnh diện tích mặt cắt cốt thép A đối với trọng tâm mặt cắt cốt thép A'.

Các ký hiệu khác đã dẫn ở điều 5.63 và 5.64 và trên hình vẽ 5-12.

Với  $x \leq h'_n$  trong công thức (52) và (52a), b sẽ được thay thế bằng  $b'_n$ ; đối với mặt cắt hình chữ nhật sẽ lấy b thay cho  $b'_n$ .

Cốt thép chịu nén A' được xét trong tính toán theo hướng dẫn ở điều 5.64 và lấy điều kiện  $Ne \leq (R_a F_a - N) (h_o - a')$  (53) thay thế cho công thức (19).

Khi tính các cầu kiện chịu kéo lệch tâm cần lưu ý những chỉ dẫn ở điều 5.65.

**7.4.17. Tính về cường độ theo lực cắt** của các mặt cắt xiên trong kết cấu bê tông cốt thép chịu kéo lệch tâm được tiến hành theo điều kiện sau:

a) Nếu ngoại lực dọc  $N$  đặt giữa cốt thép  $A$  và  $A'$ , trong bất cứ mặt cắt xiên nào cắt trực dọc cấu kiện theo góc nhỏ hơn  $60^\circ$  thì toàn bộ lực cắt ngang sẽ chuyển hết cho cốt thép ngang.

b) Nếu ngoại lực dọc  $N$  đặt ngoài phạm vi khoảng cách giữa cốt thép  $A$  và  $A'$ , việc tính mặt cắt xiên sẽ tiến hành giống như đối với các cấu kiện chịu uốn theo chỉ dẫn ở điều 5.67. Đồng thời nếu độ lệch tâm của lực  $N$  đối với trọng tâm toàn bộ mặt cắt bê tông  $e_o \leq 1,5 h_o$  thì trị số

$Q_\sigma$  (theo điều 5.68) sẽ phải nhân với hệ số  $k = \frac{e_o}{h_o} - 0,5$ .

**7.4.17. Cho phép không tính các** mặt cắt xiên về cường độ chịu lực cắt ngang nếu  $\sigma_{np} \leq 0,7R_{p,o}$  ( $R_{p,o}$  – Cường độ tính toán của bê tông lấy theo bảng 5-1).

### TÍNH CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ NHẤT VỀ ĐỘ CHỊU MỎI

**7.4.19. Về độ chịu mỏi của các cấu kiện** bê tông cốt thép chịu tác động đoàn xe lửa (xem điều 5.31) cần tính theo các công thức ghi ở bảng 5.20, căn cứ vào ứng suất nén thẳng góc lớn nhất (về trị số tuyệt đối) trong bê tông và ứng suất kéo trong cốt thép.

**Bảng 5-20**

#### CÔNG THỨC TÍNH CÁC CẤU KIỆN VỀ CHỊU MỎI

Đặc tính chịu lực của cấu kiện	Công thức
Kéo dọc trực (cốt thép)	$\frac{N}{F_a} \leq R'_a$ (54)
Nén dọc trực (bê tông)	$\frac{N}{F} \leq R'_{np}$ (55)
Uốn trong một mặt phẳng chính (bê tông)	$\frac{M}{J_o} x' \leq R'_u$ (56)
Uốn trong một mặt phẳng chính (cốt thép)	$n' \frac{M}{J_o} (h - a_k - x') \leq R'_a$ (57)



Nén lệch tâm khi độ lệch tâm trong phạm vi lõi mặt cắt (bê tông) ...	$\frac{N}{F} + \frac{M}{W_o} \leq R'_{np}$ (58)
--	---

Không tính về độ chịu mỏi cho cốt thép chỉ chịu nén, cốt thép đai, cốt thép xiên, bê tông bụng kết cấu dầm, và kết cấu bê tông.

Về trái của các công thức trong bảng 5-20 cũng dùng để xác định trị số  $\sigma_{\min}$  và  $\sigma_{\max}$  khi tính các hệ số đã nêu ở bảng 5-4, 5-5, 5-6, 5-7, 5-8, 5-9.

Trong bảng 5-20 dùng các ký hiệu.

N và M – Lực thẳng góc và mômen uốn do tải trọng sinh ra xác định theo điều 5.31.

$F_a$  và  $F'_a$  – Diện tích mặt cắt cốt thép chịu kéo và nén.

F – Diện tích mặt cắt tính đối của bê tông cấu kiện chịu nén xác định theo điều 5.61 giống như khi tính về cường độ.

$J_o$  và  $W_o$  – Mômen quán tính và mômen chống uốn tính đối của mặt cắt (không tính phần bê tông chịu kéo, nhưng tính đến diện tích mặt cắt tính đối cốt thép A và A') đối với trục trung hòa của mặt cắt.

$n'$  – hệ số lấy theo bảng 5-13.

$x'$  – Chiều cao vùng chịu nén (cho phép xác định theo quy phạm thiết kế kết cấu bê tông cốt thép của nhà nước hiện hành (TCXD).

h – Chiều cao toàn bộ của mặt cắt.

$R_{a,c}$  – Cường độ chịu nén tính toán của cốt thép khi tính về cường độ lấy ở bảng 5-2.

$R'_a$  – Cường độ chịu nén tính toán của cốt thép khi tính về cường độ chịu mỏi, lấy theo bảng 5-6.

$R'_u$  và  $R'_{np}$  – Cường độ chịu nén khi uốn và nén dọc trục của bê tông khi tính về độ chịu mỏi, lấy theo bảng 5-4.

$\sigma'_a$  - Ứng suất trong cốt thép A'.

$a_k$  – Khoảng cách từ trục hàng cốt thép A ngoài cùng đến mép ngoài gần nhất.

## TÍNH BIẾN DẠNG THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ HAI

**7.4.20. Tính biến dạng** (có xét điều 5.38) nhằm xác định những biến dạng dọc, độ võng kết cấu nhịp, tần số dao động bản thân, góc quay, chuyển vị của đỉnh trụ và các chuyển vị khác. Biến dạng dọc được xác định theo các công thức sức bền vật liệu đàn hồi có dùng các trị số mô đun đàn hồi bê tông theo bảng 5-10 và (trong những trường hợp cần thiết) hệ số giãn dài của bê tông theo điều 5-29.

Độ võng (góc quay) của các cấu kiện bê tông cốt thép chịu uốn, chịu kéo lệch tâm với độ lệch tâm  $e_0 > 0,8h_0$  và chịu nén lệch tâm trong điều kiện có thể nảy sinh vết nứt ở vùng chịu kéo khi đạt tải trọng ứng với giai đoạn tính biến dạng, nên xác định bằng những phương pháp cơ kết cấu theo trị số độ cong  $1/\rho$  như chỉ dẫn ở chương qui phạm thiết kế kết cấu bê tông cốt thép của nhà nước hiện hành (TCXD), đồng thời thỏa mãn yêu cầu điều 5-38 của bản chỉ dẫn này. Ngoài ra còn phải lưu ý ảnh hưởng các vết nứt và ảnh hưởng của bê tông vùng chịu kéo đối với biến dạng cũng như các biến dạng dẻo của bê tông vùng chịu nén.

**7.4.21. Khi dùng các công thức sức bền vật liệu** đàn hồi để tính độ võng, góc quay và những chuyển vị khác của cấu kiện chịu uốn kể cả kết cấu nhịp giản đơn khẩu độ nhỏ hơn 18m, và của những cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén và kéo lệch tâm (nếu trong các cấu kiện này, khi đạt tải trọng ứng với giai đoạn xác định biến dạng, bề rộng vết nứt vùng chịu kéo không vượt 0,005cm) cho phép lấy độ cứng của cấu kiện bằng  $0,8E_{\sigma}J$  ( $E_{\sigma}$  - mô đun đàn hồi bê tông theo bảng 5-10;  $J$  - mô men quán tính mặt cắt tính đối).

## TÍNH ĐỘ CHỊU NÚT THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ BA

**7.4.22. Độ chịu nứt các cấu kiện bê tông cốt thép cần tính.**

**7.4.22.1. Ở giai đoạn sử dụng:**

- a) Đối với tất cả các cấu kiện trừ những loại nêu ở điều “b” và “c” – hạn chế bề rộng vết nứt tối đa  $\Delta$  của từng vết nứt vuông góc và xiên.
- b) Đối với tất cả các cấu kiện thì tính ứng suất cục bộ - hạn chế ứng suất kéo chủ trong bê tông theo trị số  $R_{r,p,0}$ .
- c) Đối với các cấu kiện nằm dưới cao độ vượt mức nước tính toán 0,5m – hạn chế ứng suất kéo đúng tâm trong bê tông theo trị số  $R_{p,0}$ .

**7.4.22.2. Ở giai đoạn sản xuất, bảo quản, chuyên chở, và lắp ráp, tại vùng mắt cắt cấu kiện sẽ bị nén trong giai đoạn sử dụng – hạn chế ứng suất kéo trong bê tông theo trị số  $R_p^H$ , riêng đối với dầm cầu đường sắt, thì theo trị số  $0,5 R_p^H$ .**

**7.4.23. Bề rộng các vết nứt ở mặt cắt vuông góc với trục cốt thép dọc và xiên cần tính theo điều kiện:**

- Đối với cốt thép dọc trơn:

$$a_T = 0,5 \frac{\sigma_a}{E_a} \varphi_1 R_r \leq \Delta \quad (59)$$

- Đối với cốt thép dọc có gờ và cốt thép xiên

$$a_T = 3 \frac{\sigma_a}{E_a} \varphi_2 \sqrt{R_r} \leq \Delta \quad (60)$$

*Trong đó:*  $\psi_1$  và  $\psi_2$  – các hệ số lấy theo điều 5.83

$R_r$  – Bán kính đặt cốt thép tính theo công thức (66) và (67) điều 5.84

$E_a$  – Mô đun đàn hồi cốt thép, lấy theo bảng 5-11

$\sigma_a$  - Ứng suất trong cốt thép dọc chịu kéo xác định theo các công thức sau đây:

- Đối với các cấu kiện chịu kéo đúng tâm.

$$\sigma_a = \frac{N}{F_a} \quad (61)$$

- Chịu uốn:

$$\sigma_a = \frac{M}{F_a z} \quad (62)$$

- Chịu kéo và nén lệch tâm (trong cả hai trường hợp, nếu lực đặt ngoài phạm vi khoảng cách giữa các trọng tâm của cốt thép A và A’):

$$\sigma_a = \frac{N(e \pm z)}{F_a z} (*) \quad (63)$$

- Chịu kéo lệch tâm (khi lực N đặt giữa trọng tâm của cốt thép A và A’ xem hình 5-12):

$$\sigma_a = \frac{N(z - e)}{F_a z} \quad (64)$$

---

(\*) Dấu cộng ứng với kéo lệch tâm

- Ứng suất trong cốt thép xiên (khi tính bề rộng vết nứt xiên)

$$\sigma_a = R_a \frac{Q_H}{Q} \quad (65)$$

$R_a$  – Cường độ chịu kéo của cốt thép lấy theo bảng 5-2.

$Q_H$  và  $Q$ : Lực cắt ngang do tải trọng tiêu chuẩn và tính toán sinh ra.

$N$  và  $M$  - Lực dọc và mômen uốn do tải trọng tiêu chuẩn sinh ra.

$F_a$  – Diện tích mặt cắt cốt thép chịu kéo.

$e$  – Khoảng cách từ trọng tâm diện tích mặt cắt cốt thép A đến điểm đặt lực dọc  $N$ .

$z$  – Cánh tay đòn nội ngẫu lực (đối với các cấu kiện không cần tính độ chịu mỏi thì cho phép lấy trị số  $z$  theo kết quả tính về cường độ).

$\Delta$  - Bề rộng tối đa các vết nứt vuông góc và xiên, lấy bằng 0,02cm.

Khi tính với tổ hợp tải trọng tiêu chuẩn phụ, không nhân chúng với các hệ số triết giảm, trị số giới hạn của bề rộng vết nứt sẽ lấy bằng 0,025 cm.

*Chú thích:* Đối với dầm, cho phép không tính bề rộng vết nứt theo mặt cắt vuông góc trên đoạn nằm giữa tim gối và đầu mút những cốt thép xiên gần nhất.

**7.4.24.** Giá trị các hệ số  $\psi_1$  và  $\psi_2$  xét ảnh hưởng bê tông vùng chịu kéo và biến dạng cốt thép theo bảng 5-21.

**Bảng 5-21**

**HỆ SỐ  $\psi_1$  VÀ  $\psi_2$**

Thành phần cấu kiện	Với số liệu bê tông thiết kế			
	Từ 250 trở xuống		Từ 300 trở lên	
	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_1$	$\psi_2$
Cống và các cấu kiện khác không tính về độ chịu mỏi	0,9	0,6	0,7	0,5
Các cấu kiện tính về độ chịu mỏi.	1	0,7	0,8	0,5

*Chú thích:* Nếu chỉ tính riêng với tĩnh tải thì tăng các hệ số  $\psi_1$  và  $\psi_2$  lên 25%, nhưng không được vượt quá 1.

**7.4.25. Trị số bán kính ảnh hưởng** của cốt thép  $R_r$ , đặc trưng cấu tạo của mặt cắt bê tông cốt thép, quyết định khoảng cách giữa các vết nứt, xác định theo công thức:

$$R_r = \frac{F_r}{\beta(n_1d_1 + n_2d_2 + \dots + n_id_i)} \quad (66)$$

Trong đó  $F_r$  – Diện tích vùng tác dụng lẫn nhau, giới hạn bởi đường viền của mặt cắt và trị số bán kính tác dụng lẫn nhau  $r$ . Trị số  $r$  lấy theo điều 5.85.

$n_1, n_2, \dots, n_i$  – Số lượng các thanh có đường kính  $d_1, d_2, \dots, d_i$

$\beta$  - Hệ số xét sự bố trí cốt thép thành các bó thanh xác định theo bảng 5-22 (nếu cốt thép đặt rời thì lấy  $\beta = 1$ ).

**Bảng 5-22**

**HỆ SỐ**

<b>Đặc tính bó cốt thép</b>	$\beta$
Bó cốt thép có 2 thanh	0,85
Cốt thép có nhiều hàng (số hàng không quá 4)	0,75
Bó cốt thép gồm 3 thanh và cốt thép nhiều hàng với số hàng từ 4 trở lên.	0,7

Khi xác định bề rộng vết nứt xiên, trị số bán kính ảnh hưởng của cốt thép tính theo công thức:

$$R_x = \frac{F_r}{n_o d_o - n_x d_x \cos \alpha + n_1 d_1 \sin \alpha} \quad (67)$$

*Trong đó:*

$F_r = ub$  – Bề mặt vùng tác dụng tương hỗ.

$u$  – Chiều dài mặt cắt xiên của phân bụng giữa hai cánh trên và dưới (hình 5-13) lấy thẳng góc với những thanh cốt thép xiên.

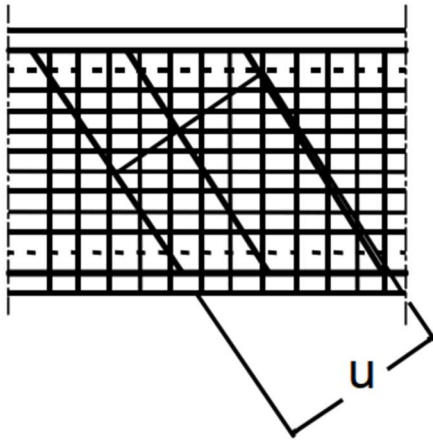
$b$  – Bề dày bụng dầm.

$n_o, n_x$  và  $n_1$  – Số lượng cốt thép xiên, cốt thép đai và cốt thép dọc trong phạm vi mặt cắt xiên của bụng dầm.

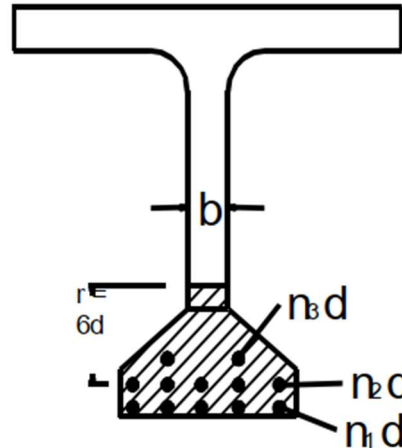
$\alpha$  - Góc giữa cốt thép đai và cốt thép xiên, cũng như giữa cốt thép dọc và mặt cắt xiên.

$d_o, d_x$  và  $d_1$  – Đường kính cốt thép xiên, đai và dọc cắt qua mặt cắt xiên trong phạm vi bụng dầm.

**7.4.26. Vùng tác dụng tương hỗ của thanh cốt thép** hoặc của nhóm đồng nhất các thanh cốt thép trong bê tông được giới hạn bằng trị số tối đa bán kính tác dụng tương hỗ  $r = 6d$ , với  $d$  là đường kính của thanh cốt thép trơn hoặc đường kính tính toán của thanh cốt thép có gờ xét độ lậ (trường hợp riêng, đối với cốt thép bố trí thành bó cũng xét như vậy).



Hình 5-13



Hình 5-14

Trị số  $r$  lấy bắt đầu từ hàng cốt thép biên gần trục trung hòa nhất. Nếu ở hàng biên đó số lượng cốt thép chưa bằng một nửa (tính theo diện tích) diện tích cốt thép đặt ở mỗi hàng trong, thì trị số  $r$  lấy bắt đầu từ hàng kế sau hàng biên (hình 5-14).

Khi tính bán kính ảnh hưởng của cốt thép phải xét đến toàn bộ các loại cốt thép (dọc, xiên và đai) nằm trong mặt cắt cần tính.

Khoảng cách giữa các thanh cốt thép theo bất cứ chiều nào trong vùng chịu kéo của bê tông phải được quá  $12d$ .

Trong các cấu kiện chịu kéo đúng tâm, diện tích vùng tác dụng tương hỗ bằng diện tích mặt cắt bê tông.

**7.4.27. Đối với các cấu kiện chịu uốn**, độ chịu nứt theo vết nứt xiên (lấy giả định theo ứng suất kéo chủ) ở cao độ trục trung hòa cần tính theo điều kiện:

$$\sigma_{\text{tp}} = \frac{Q_o S}{J_o b} \leq R_{r.p.o} \quad (68)$$

Còn đối với kết cấu không phải tính về độ chịu mỏi, cho phép tính theo điều kiện.

$$\sigma_{\text{tp}} = \frac{Q_o}{z b} \leq R_{x.p.o} \quad (69)$$

Trong đó  $Q_0$ : - Lực ngang, khi xác định có xét mặt cắt (bao gồm nách) thay đổi và qui tắc đặt dấu qui định trong môn sức bền vật liệu:

$$Q_0 = Q \pm \operatorname{tg}\alpha_0 \frac{M}{h_0} \quad (70)$$

$Q$  và  $M$  – Trị số tuyệt đối của lực cắt ngang và mômen uốn tương ứng do tải trọng tiêu chuẩn (không nhân với hệ số xung kích) sinh ra ở trạng thái đặt tải ứng với trị số tối đa của  $Q_0$ .

$\alpha_0$  – Góc xiên của mép cấu kiện so với trục dọc cấu kiện.

$h_0$  – Chiều cao có hiệu của mặt cắt

$J$  – Mômen quán tính của mặt cắt

$S$  – Mômen tĩnh vùng bê tông chịu nén đối với trục trung hòa.

$z$  – Cánh tay đòn nội ngẫu lực xác định theo kết quả tính mặt cắt về cường độ.

$b$  – Bề rộng mặt cắt tại cao độ xét đến.

$R_{\text{rpo}}$  – Cường độ tính toán của bê tông lấy theo bảng 5-1

Vị trí trục trung hòa và các đặc trưng hình học tính đối của mặt cắt khi xác định không xét vùng bê tông chịu kéo nhưng xét diện tích tính đối của mặt cắt cốt thép và lấy sơ đồ ứng suất bê tông vùng chịu nén là hình tam giác.

**7.4.27. Trong các cấu kiện kết cấu bê tông** chịu nén lệch tâm vị trí của hợp lực các lực chủ động do tải trọng tiêu chuẩn phải được giới hạn bởi trị số  $e_0 \leq 0,5y$  (hình 5-10). Khi tính với tổ hợp các tải trọng tiêu chuẩn phụ không nhân chúng với các hệ số triết giảm, điều kiện giới hạn là  $e_0 \leq 0,6y$ .

*Trong đó:*  $e_0$  – Độ lệch tâm của hợp lực các lực chủ động so với trọng tâm toàn bộ mặt cắt.

$y$  – Khoảng cách từ trọng tâm toàn bộ diện tích mặt cắt đến mép bị nén nhiều nhất.

*Chú thích:* Cho phép nâng không quá 10% trị số độ lệch tâm nêu trên nếu trong vùng bê tông bị kéo có đặt cốt thép cấu tạo với diện tích mặt cắt tối thiểu bằng 0,05% diện tích mặt cắt bê tông đưa vào tính toán.

## 7.5. CẤU TẠO

### YÊU CẦU CHUNG VỀ CẤU TẠO

#### Quy định chung

**7.5.1. Hình dạng mặt cắt cầu kiện** bê tông cốt thép phải đáp ứng yêu cầu, khai thác và thuận tiện cho sản xuất, trước hết cho việc đảm bảo đổ bê tông có chất lượng cao.

Với mục đích đó nên chọn hình dáng từng khối và toàn bộ kết cấu nhịp, kiểu cấu tạo và cách bố trí cốt thép sao cho bảo đảm đổ được loại bê tông có cốt liệu với độ lớn tới 40mm.

**7.5.2. Để tăng cường độ ổn định** các dầm của kết cấu nhịp, nên liên kết mọt chịu nén của chúng với nhau theo chiều ngang, nên ép bụng dầm bằng cốt thép đai căng trước. Đối với cầu đường sắt còn phải bố trí các bản ngăn và áp dụng những biện pháp khác đã từng kinh qua thực nghiệm.

**7.5.3. Đối với cầu ô tô và cầu thành phố**, cho phép thực hiện các mối nối dọc giữa các bản mặt cầu xe chạy bằng cách đổ bê tông liền khối lên phần cốt thép đặt thừa ra ở đầu bản miễn là cốt thép có gờ và chiều dài thừa ra không nhỏ hơn 15 lần đường kính (khi bề mốt thẳng ở đầu). Bê tông phủ mối nối phải có số hiệu thiết kế không thấp hơn số hiệu thiết kế bê tông các khối lắp ghép. Nên có lớp cách nước để bảo vệ những mối nối dọc giữa các tấm bản liên kết cứng của các dầm cầu đường sắt.

**7.5.4. Độ mảnh** ( $\lambda = \frac{l_0}{r}$ ) của cầu kiện bê tông cốt thép không được vượt: 150 nếu bị nén trong giai đoạn sử dụng, 200 nếu chịu kéo và khi lắp ráp.

**7.5.5. Bề dày cầu kiện bê tông cốt thép** không được lấy nhỏ hơn trị số ghi ở bảng 5-23.

*Bảng 5-23*

#### BỀ DÀY TỐI THIỂU CỦA CẦU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP TRONG KẾT CẤU

Số thứ tự	Tên cầu kiện	Bề dày tối thiểu của cầu kiện bê tông cốt thép tính bằng cm trong kết cấu	
		Cầu đường sắt	Cầu đường ô tô và cầu thành phố



1	Bụng thẳng đứng của dầm trong kết cấu:		
	đổ tại chỗ	12	12
	lắp ghép	12	8
2	Bản:		
	máng ba-lát	12	-
	mặt cầu xe chạy	-	10(*)
	đường đi không tháo được	8	8
	đường người đi tháo được	6	6
3	Thành ống cống (kể cả ống cống chế tạo tại nhà máy)	10	8
4	Cấu kiện bản rộng bằng bê tông dầy dầm	-	5
5	Thành mặt cắt hình hộp của các cấu kiện chịu nén đúng tâm và nén lệch tâm	15	15
6	Bản ngăn và nẹp tăng cứng kết cấu nhịp	10	10
7	Bản ngăn và nẹp tăng cứng		
	mố trụ		
	nẹp tăng cứng thẳng đứng	20	20
	bản ngăn nằm ngang	30	30
8	Thành các cấu kiện mố trụ có mặt cắt không phải hình tròn:		
	bằng bê tông cốt thép	15(**)	15(**)

	bảng bê tông	20(**)	20(**)
9	Cột ống bê tông cốt thép với đường kính ngoài (tính bằng m)		
	0,4	8	8
	0,6 - 0,8	10	10
	1 - 3	12***	12***

*Chú thích:*

(\*) Nhưng không được nhỏ hơn  $1/25$  khẩu độ tính toán đối với bản dầm, và  $1/30$  đối với bản kê theo chu vi; bề dày bản ở đây lấy trị số trung bình.

(\*\*) Nhưng không nhỏ hơn  $1/15$  khoảng cách giữa các nẹp thẳng đứng hoặc giữa các chỗ giao nhau thành trong với thành ngoài, đối với bê tông cốt thép; còn đối với bê tông thì không được nhỏ hơn  $1/10$  khoảng cách ấy.

(\*\*\*) Nếu có cơ sở hợp lý về mặt kinh tế kỹ thuật, cho phép dùng một ống đường kính 4 và 5m với bề dày thành ống tối thiểu là 14cm.

**7.5.6. Tường biên của máng ba lát** cũng như của bản và khối hẫng lè người đi (đúc liền với cấu kiện chính) không tham gia phần tính toán phải được bố trí thép đủ để chống nứt theo điều kiện 5.82.

Không nên bố trí khe xuyên ngang trong vách của máng ba lát.

**7.5.7. Cần bố trí khe hở ít nhất rộng 5cm** giữa tường đầu kết cấu nhịp và tường đứng của móng cũng như giữa tường đầu của hai kết cấu nhịp kề nhau.

**7.5.7. Trong đồ án thiết kế, cấu kiện** lắp ghép cần quy định dùng bê tông hoặc vữa nhồi chặt mọi khoảng trống, vết nối khe hở, hốc lõm và mối nối; đổ bê tông (vữa) hoặc các chất bảo vệ có hiệu quả khác để chống rỉ cho các chi tiết liên kết bằng thép nằm trong mối nối và bảo đảm dính bám tốt giữa bê tông (vữa) gắn với bê tông của các cấu kiện lắp ghép.

**7.5.9. Bê tông nằm ở vùng truyền lực tập trung**, gồm cả lực căng trước của cốt thép, phải có cốt thép ngang và dọc để chịu ứng suất cục bộ.

**7.5.10. Cốt thép đai và cốt thép dọc trong bụng dầm** nên liên kết với nhau theo kiểu lưới hàn. Từng tấm lưới hàn nên liên kết với nhau bằng các hàn gối đầu theo chiều dài ít nhất bằng 30 lần đường kính của cốt thép dọc và tối thiểu phải là 25 cm.

**7.5.11. Chế tạo ngang và dọc của lưới thép** dùng trong bụng dầm cao từ 3m trở lên có đường kính ít nhất là 10mm đặt cách nhau 30 – 35cm đối với thanh ngang và 25 - 40cm đối với thanh dọc.

**7.5.12. Trong bụng dầm tại mỗi nối thi công**, ngoài dự kiến của tính toán, cần bố trí thêm cốt thép đai và cốt thép dọc căng trước hoặc không căng trước. Không cho phép để mỗi nối thi công dầm tại vùng gần gối.

**7.5.13. Trong các kết cấu lắp và kết hợp lắp ghép** với đôi tại chỗ có ghép khối theo chiều cao mặt cắt, cần dự kiến biện pháp bảo đảm mỗi nối dọc chịu lực cắt bằng cách để thừa đầu cốt thép đai, sau gắn liền mỗi nối bằng bê tông hoặc đặt cốt thép đai căng trước hay bu lông cường độ cao ép bê tông, hoặc bố trí các chi tiết liên kết bằng hàn hay các phương pháp khác đã kinh qua thực nghiệm.

**7.5.14. Chân cột, nếu chịu mômen uốn**, phải đặt vào ổ cội bố trí trong móng. Chiều sâu cội đặt phải tính nhưng không nông quá 1.1 lần kích thước lớn nhất của mặt cắt ngang cấu kiện. Ngoài ra, chiều sâu ngàm phải ít nhất bằng phần neo thanh cốt thép trong bê tông. Thành ổ cội nền bố trí thép đai hàn khép kín theo chu vi của ổ.

**7.5.15. Đối với loại mỗi nối thực hiện** bằng cách hàn vào cốt thép những chi tiết thép bản đặt thừa ra khỏi bê tông, cần cấu tạo sao cho khi truyền lực, các chi tiết đó sẽ không cong vênh và bê tông phủ mỗi nối sẽ không bị bóc bánh đa.

**7.5.16. Để ghép các cọc ống bê tông cốt thép**, cần bố trí tại hai đầu mỗi khúc hai mặt bích bằng thép liên kết bulông hoặc hàn. Cũng cho phép liên kết các khúc bê tông cốt thép vỏ mỏng bằng cách hàn các đầu cốt thép dọc thừa ra rồi gắn bê tông mỗi nối. Cốt thép lò xo đặt ở hai đầu đoạn cọc ống trong khoảng ít nhất là 1m, nên bố trí có bước dài nhất bằng nửa bước lò xo quy định đối với phần giữa khúc.

**7.5.17. Cần bố trí cốt thép cho cọc** theo tiêu chuẩn Nhà nước “Cọc đóng, bằng bê tông cốt thép, có tiết diện vuông, đặc” và tiêu chuẩn “Cọc bê tông cốt thép ứng suất trước tiết diện vuông, đặc”

**7.5.17. Tại các cấu kiện lắp ghép** phải dự kiến các phương tiện bảo đảm tốt việc chuyên chở và lắp ráp như, vòng khuyên buộc dây cẩu hoặc lỗ đường kính dưới 20cm để xỏ dây hoặc đặt thiết bị cẩu lắp v.v...

### **Xung quanh lỗ phải bố trí thêm cốt thép.**

**7.5.19. Phần móng trụ nằm ở vùng thường xuyên hoặc không thường xuyên ngập nước phải có mặt cắt đặc.**

**7.5.20. Tại các móng trụ rộng có vạch phẳng,** cứ cách 3 đến 5m (trong mặt bằng) cần bố trí gờ dọc thẳng đứng, cứ 4 đến 6m theo chiều cao đặt một tấm bản đặc nằm ngang. Khoảng cách giữa gờ và giữa bản cần phải tính.

**7.5.21. Phần vát nhọn ở mũi của móng trụ** phải vuốt tròn theo bán kính ít nhất bằng 0,3m

**7.5.22. Bản kê gôi (mũ) móng trụ** cũng như dầm ngang gác trên cọc và trụ hình cột đều phải có cốt thép và chiều dày ít nhất bằng 0,4m. Bề mặt mũ móng trụ phải có dốc ít nhất bằng 1:10 để thoát nước. Vành nhô ra ít nhất là 10 cm, mặt dưới phải có dốc từ phía trụ ít nhất là 1:10 hoặc có móng thoát nước.

Tại bản kê gôi những mặt bằng bố trí cốt thép để đặt gôi cầu. Mặt bằng đó có kích thước rộng hơn kích thước tấm dưới của gôi cầu ít nhất từ 15 đến 20 cm. Mặt trên của mặt bằng, tại các cầu kiểu dầm, cao hơn gờ trên của mái dốc ít nhất là 15cm.

**7.5.23. Đối với cầu loại dầm,** kích thước của bản kê gôi về mặt cường độ sẽ được tính toán và bố trí cốt thép sao cho trên bình diện, khoảng cách từ mép bản kê gôi:

*a) Dọc cầu:*

Ít nhất là 15cm khi khẩu độ dầm từ 15 đến 30m;

Ít nhất là 25cm khi khẩu độ dầm từ 30 đến 100m;

Ít nhất là 35cm khi khẩu độ dầm lớn hơn 100m;

*b) Ngang cầu:*

Khi bản đỡ dầm có hình vuốt tròn, từ góc mặt bằng đặt gôi đến mép gần nhất của móng trụ khoảng cách không nhỏ hơn trị số quy định (ở điểm a) nói trên;

Khi bản đỡ dầm có hình chữ nhật, khoảng cách nói trên không được nhỏ hơn:

20cm, đối với kết cấu nhịp bản;

Còn đối với các kết cấu nhịp khác, trừ kết cấu nhịp bản, thì không được nhỏ hơn:

30 cm nếu gôi là loại mặt phẳng và cong;

50 cm nếu gôi là loại lặn và hình quạt.

Chú thích: Những kích thước quy định ở trên không kể đến sai số thi công.

**7.5.24. Cần bố trí thoát nước** (nước ngưng tụ) trong lòng kết cấu rỗng ra ngoài.

### Lớp bê tông bảo vệ

**7.5.25. Cốt thép thường và ứng suất** trước đều phải dính bám chặt với bê tông hoặc vữa bao quanh và có lớp bê tông (vữa) bảo vệ chống gỉ.

Lớp bê tông bảo vệ lấy dày nhất là 5cm và không mỏng hơn trị số cho ở bảng 5-24. Nếu do yêu cầu tạo phải tăng bề dày của lớp bảo vệ cốt thép ứng suất trước quá 5cm thì tại chu vi mặt cắt phải đặt cốt thép cấu tạo.

**Bảng 5-24**

### BỀ DÀY (TÍNH) NHỎ NHẤT CỦA LỚP BÊ TÔNG BẢO VỆ

Số thứ tự	Loại cốt thép và vị trí đặt	Bề dày nhỏ nhất của lớp bê tông bảo vệ (bằng cm)
1	Cốt thép chịu lực không căng trước của kết cấu nhịp (trừ nhịp bản)	3
	Trong đó:	
	- của bản có chiều cao tới 30cm	2
	- của các cấu kiện mố trụ	4
	- của cọc, giếng ống và ống rỗng.	3
2	Cốt thép đai không căng trước và cốt thép không tính toán	1,5
3	Cốt thép căng trước chịu lực (1):	
	tại vùng chịu kéo (về phía mặt chịu kéo và mặt bên)	4
	tại vùng chịu nén (2)	3
4	Cốt thép đai căng trước, cốt thép chịu lực ở phía dưới trong bản của mặt cầu xe chạy, và cốt thép đặt trong bê tông đổ liền	3

5	Cốt thép kết cấu bê tông dầm, dùm thép sợi có gờ hoặc từng bó, đường kính nhỏ hơn 10mm*	
	Phía cạnh chịu kéo	3
	Phía cạnh bên.	2**

(1) Trong rãnh kín, lớp bảo vệ bê tông tính từ mặt rãnh.

(2) Có dự kiến làm lớp cách nước

\* Kích thước lớp bảo vệ quy định cho suốt chiều dài cầu kiện.

\*\* Đối với cầu kiện (trừ mố trụ) dày dưới 20cm nếu căng trên bề ngoài thì cho phép giảm xuống 2cm.

**7.5.26. Đối với cốt thép thanh có gờ ứng suất trước**, trong phạm vi vùng truyền lực sang bê tông (trên một chiều dài bằng 20 lần đường kính cốt thép) bề dày lớp bảo vệ, phải lấy ít nhất bằng hai lần đường kính cốt thép và tối thiểu là 4cm. Chiều dài phần ngàm cốt thép đặt quá khỏi mép ngoài của gối không được nhỏ hơn bốn lần đường kính cốt thép.

Trong đồ án thiết kế phải dự kiến biện pháp bảo đảm lớp bê tông bảo vệ có đủ bề dày.

**7.5.27. Những chi tiết keo kết bên ngoài**, những bộ phận gá lắp và đầu cốt thép ứng suất trước thừa khỏi bê tông phải được bảo vệ chống gỉ.

Tại vùng bê tông đổ lấp kín các neo phải bố trí lưới thép với các thanh cốt thép đường kính ít nhất là 10mm hàn dính vào các bản hoặc rông-đen phân lực

### Mối nối cốt thép bằng hàn.

**7.5.27. Khi thiết kế cần đáp ứng yêu cầu** của tiêu chuẩn nhà nước “Cốt thép và chi tiết liên kết bằng hàn dùm trong kết cấu bê tông cốt thép”. Đồng thời để nối cốt thép thanh cấp A-I, A-II và A-III cần dự kiến dùm các cấu tạo mối nối quy định dưới đây. Những mối nối này, khi thí nghiệm kéo, chịu được tải trọng kiểm tra ít nhất bằng trị số tương ứng với cường độ phá hoại chịu kéo của thép.

Trong nhà máy, cần nối cốt thép các cấp bằng hàn tiếp xúc theo phương pháp chày lỏng. Đồng thời đối với cốt thép cấp A-II, A-III và A-IV còn kèm theo nung nóng sơ bộ (cốt thép dùm trong các cầu kiện phải tính chịu mối thì sau khi nối còn phải gia công cơ khí tẩy theo chiều dọc

cho tới lúc mất hết gờ). Trong lắp ráp, cốt thép các cấp (trừ cấp A-IV) phải nối bằng phương pháp hàn ngập qua máng nối bằng thép úp ngửa hoặc úp sấp loại dài. Nếu nối cốt thép đường kính nhỏ hơn 25mm và không cần tính độ chịu mỏi thì dùng loại máng ngăn (xem phụ lục 20).

Đối với cốt thép các cấp cho phép dùng phương pháp nối bằng hai khúc kèm đặt lệch gắn với cốt thép bằng mối hàn một phía hoặc hai phía cộng chiều dài ít nhất bằng 10 lần đường kính cốt thép.

Trong khung cốt thép phải bố trí chỗ nối lắp sao cho đảm bảo điều kiện chất lượng cho việc hàn ngập khi lắp ráp và mối hàn dọc hai bên phải lượn đều vào giữa lên mặt cốt thép. Khi cốt thép và chỗ nối bố trí chật hẹp, coi như ngoại lệ, ngừng mối hàn dọc cách đầu máng ốp khoảng 5 đến 10mm.

Chỉ cho phép hàn gôi đầu với các cốt thép thanh cấp A-I, A-II và A-III đường kính lớn nhất là 18mm với điều kiện trước khi hàn bề xiên đầu cốt thép theo chỉ dẫn của phụ lục 20.

Trong lắp ráp, để nối các cốt thép thanh, cấp A-I, A-II và A-III đặt đứng, nên dùng loại mối hàn ngập theo cấu tạo vẽ ở phụ lục 20.

**7.5.29. Chỉ cho phép hàn đỉnh cốt thép xiên, đai, cốt thép phân bố, khúc ngắn, bản táp v.v...** vào thành chịu kéo của cốt thép chủ nếu cốt thép chủ thuộc loại thép số hiệu Bt 3cn, BCt 5cn lò Mactanh hoặc số liệu Ct 5cn lò thổi ôxy, 25G 2C và 18G 2C; đối với các cấu kiện không cần tính độ chịu mỏi, nếu hệ số động lực nhỏ hơn 1,1 và nhiệt độ tính toán của không khí cao hơn  $-30^{\circ}\text{C}$  thì cũng cho phép hàn đỉnh với cốt thép chủ số hiệu 35C.

Cấm hàn cốt thép thanh ứng suất trước, trong phạm vi khối bê tông, bất cứ chi tiết hoặc loại cốt thép nào dù hàn bằng tay hoặc hàn tiếp xúc điem. Chỉ cho phép hàn các phụ kiện (khúc thép, ròng-đen v.v...) nằm ngoài khối bê tông hoặc tại phần cuối của cốt thép, chỗ cắt cụt.

**7.5.30. Chiều dài của mối hàn nối** một phía ít nhất bằng 6 lần đường kính cốt thép, còn mối hàn đỉnh cốt thép xiên thì bằng 12 lần đường kính với điều kiện trong cả hai trường hợp bề dày tối thiểu mối hàn bằng 4mm.

Chiều dài của các mối hàn nối hoặc đỉnh hai phía lấy ngắn hơn hai lần.

**7.5.31. Cho phép hàn nối tiếp xúc** hai thanh đường kính khác nhau nếu tỷ lệ bề mặt tiết diện các thanh không lớn hơn 1,5.

**7.5.32. Tại vùng chịu kéo của cấu kiện** không cho phép bố trí các mối nối hàn cốt thép trong cùng một mặt cắt hoặc cách nhau gần hơn 50cm. Khi lắp ráp việc đó cũng không nên làm.

## Gối cầu và chốt

**7.5.33. Cho phép dùng các bản đệm** đàn hồi làm gối cho kết cấu nhịp giản đơn dài nhất là 9m đối với cầu đường sắt và dài nhất là 12m đối với cầu đường ô tô và cầu thành phố.

Nếu nhịp là loại dầm giản đơn dài hơn 9m đối với cầu đường sắt và 12m đối với cầu đường ô tô và cầu thành phố thì dùng các gối thép, đồng thời nếu chúng nhỏ hơn 18m thì cho phép dùng gối kiểu tiếp tuyến. Nếu chiều dài nhịp lớn hơn, gối phải là kiểu con lăn hoặc hình quạt (thép hoặc bê tông cốt thép). Đối với loại dầm đeo mút thừa và khung đeo, có thể dùng cả gối kiểu giằng thép có chốt.

Gối cao su cốt thép dùng cho nhịp cầu ô tô và cầu thành phố phải đáp ứng tiêu chuẩn riêng.

**7.5.34. Gối thép phải bảo đảm phân đều lực nén** (nên đặt các đệm đàn hồi) và gắn chặt vào móng trụ bằng bu lông neo. Nếu không có phản lực âm thì đối với cầu ô tô và cầu thành phố, không nhất thiết đặt neo để gắn gối và móng trụ (trừ loại cầu rộng và bắc xiên).

**7.5.35. Trong phạm vi nút gối của kết cấu** nhịp cầu đường sắt cần dự kiến đặt tấm thép bảo vệ dày ít nhất 8mm bao lấy mặt dưới và phần dưới của mặt đầu nút. Bản thép đó phải được gắn chặt và dầm bằng các neo.

**7.5.36. Trong các cầu vòm khẩu độ lớn** cũng như các cầu có vòm thoải, chốt phải làm bằng thép với mặt tựa hình trụ tròn.

Chốt loại đơn giản trong kết cấu khung cho phép bố trí theo kiểu thanh thép bắt chéo gặp nhau ở tim chốt hoặc đặt thanh thép trùng với tim chốt. Cần bố trí lưới thép hoặc thép đai trong phần bê tông đặt trên và dưới bản đệm chốt.

## NHỮNG CHỈ DẪN CƠ BẢN VỀ CẤU TẠO CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP THƯỜNG

### Qui định chung

**7.5.37. Thông thường, cốt thép** trong các cấu kiện nên bố trí theo kiểu khung và lưới hàn để thuận tiện chuyên chở và lắp ráp.

**7.5.37. Không nên dùng nhiều số hiệu** thép để làm cốt thép chủ chịu kéo trong cùng một mặt cắt. Đối với cấu kiện phải kiểm toán độ chịu mỏi thì điều đó cấm hẳn.

**7.5.39. Cốt thép phải là thép thanh** có đường kính tối thiểu như ghi ở bảng 5-25.



## ĐƯỜNG KÍNH TỐI THIỂU CỐT THÉP

Loại cốt thép	Đường kính cốt thép tối thiểu (tính bằng mm)
Cốt thép chịu lực của những cấu kiện chịu kéo và nén	12
Cốt thép chịu lực của bản máng ba lát và bản mặt cầu xe chạy.	10
Cốt thép các ống công (tròn và dẹt), cốt thép chịu lực bản lề đường người đi, cốt thép đai chỗ mở rộng mạp, cốt thép đai đoạn dầm ô gối (mặt đầu dầm) ...	8
Cốt thép đai (1), cốt thép phân bố của bản; thanh cốt thép lưới của bản	6

(1) Nhưng không nhỏ hơn 0,25 đường kính thanh cốt thép dọc chịu lực.

**Bố trí cốt thép**

**7.5.40. Cốt thép dọc chủ**, cũng như bố trí dọc trong bản bụng dầm, thường phải dùng thanh có gờ. Nếu trong cốt thép chủ có những thanh đặt xiên thì ở bụng dầm cho phép đặt các thanh thép trơn.

**7.5.41. Trong vùng chịu kéo của cấu kiện**, cho phép đặt các cốt thép không ứng suất trước đơn chiếc, thành bó gồm hai hoặc ba thanh, thành nhiều hàng chồng nhau.

Trong trường hợp bố trí cốt thép đặt chồng nhiều hơn bốn hàng theo chiều cao mặt cắt, trong khung cốt thép nhiều hành cứ ba hay bốn thanh chồng cần phải để một khe trống bằng một lần đường kính cốt thép. Muốn thực hiện khe trống này cần lấy những khúc cốt thép dài ít nhất bằng 6 lần đường kính gắn vào giữa hàng cốt thép theo đúng chỉ dẫn của điều 7.5.29 và 7.5.30.

**7.5.42. Khe trống giữa các thanh đơn** hoặc các bó thanh cốt thép không ứng suất trước phải ít nhất bằng 5cm tính trong mặt phẳng thẳng góc với hướng đổ bê tông.

Khi bố trí cốt thép chồng nhiều hơn hai lớp theo chiều cao mặt cắt hoặc khi dùng khung hàn nhiều lớp, khoảng trống giữa hai hàng hoặc khung cốt thép kề nhau phải ít nhất bằng hai lần đường kính cốt thép và ít nhất là 5cm.

**7.5.43. Trong các dầm nên đặt suốt** tới gối một lượng cốt thép ứng với ít nhất là 1/3 tổng mặt cắt cốt thép chịu lực, và ít nhất là hai thanh (hoặc hai bó thanh). Số lượng cốt thép đặt suốt lấy ở phía biên ngoài của lớp cốt thép dưới cùng.

**7.5.44. Cốt thép dọc bố trí trong bụng dầm** tại 1/3 chiều cao và phần cánh mở rộng nằm trong vùng chịu kéo có đường kính từ 8 đến 14mm đặt cách nhau 10 đến 12 lần đường kính.

Tại phần còn lại của bụng dầm theo chiều cao, cho phép dùng thanh dọc đường kính từ 6 đến 10mm và đặt thưa hơn (tới 20 lần đường kính). Đối với cốt thép nói ở điều này nên dùng thanh có gờ.

**7.5.45. Cốt thép dọc của cọc ống**, khi có các mối nối kim loại tại tiết diện đầu và cuối các khúc ống phải được hàn hai phía với các chi tiết thép ở mặt nối mà không được uốn cong.

**7.5.46. Ở mặt trên của bản ngay trên sườn** (hay bụng dầm) phải đặt các lưới hay thanh cốt thép chịu lực về cả hai phía tính từ tim trên một khoảng 1/4 - 1/6 khẩu độ nhịp bản.

Phải đưa cốt thép phía dưới bản không ít quá 1/4 diện tích của cốt thép ở giữa khẩu độ bản và không ít hơn 3 thanh trên 1m bề rộng bản vào qua tim gối.

**7.5.47. Các thanh cốt thép chịu lực** của bản máng ba lát, hay của mặt xe chạy phải đặt cách nhau không quá 20 cm.

**7.5.47. Cốt thép phân bố** của bản được đặt với số lượng không ít hơn 4 thanh trên 1m bề rộng bản.

**7.5.49. Trong các bản tính theo dạng kê 4 cạnh**, cho phép bố trí cốt thép chịu lực như sau: diện tích bản được chia theo mỗi chiều thành 3 vệt, trong đó hai vệt biên có chiều rộng mỗi vệt bằng 1/4 cạnh ngắn của bản. Tại vệt giữa, cốt thép bố trí theo tính toán, còn ở hai vệt trên, bố trí bằng một nửa số tính toán.

**7.5.50. Trong bản kê 4 cạnh** (ở vùng chịu kéo của dầm), nhưng tính như một dầm tại vị trí gắn chặt bản với bụng và bụng nằm song song với cốt thép chịu lực, cần đặt cốt thép phía trên có đường kính không nhỏ hơn 6mm theo hướng vuông góc với bụng với số lượng 1/3 cốt thép chịu lực.

Cốt thép ấy được kéo dài về mỗi phía của bụng từ 1/8 – 1/4 khẩu độ bản.

**7.5.51. Cốt thép ngang nên dùng cốt thép** xiên và đai; chúng liên kết với cốt thép dọc thành các khung hàn hay lưới cốt thép hàn.

**7.5.52. Các cốt thép xiên phải bố trí đối xứng** với các trục dọc của dầm và sao cho tại các vùng cần bố trí theo tính toán thì tại bất kì mặt cắt vuông góc nào cũng phải có tối thiểu 1 cốt thép xiên.

Góc nghiêng của cốt thép so với trục dầm hay bản không nên lớn quá  $60^\circ$  và không nên nhỏ quá  $30^\circ$ .

Không cho phép bố trí các thanh thép xiên riêng lẻ. Các cốt thép xiên phụ hàn với cốt thép dọc chủ chịu kéo theo điều 7.5.29 và 7.5.30. Ngoài ra, tại mỗi đầu dầm không nên hàn quá 2 cốt thép xiên với cốt thép chủ.

**7.5.53. Bán kính bề cong cốt thép** xiên không nhỏ hơn 12 lần đường kính đối với cốt thép có gờ và không nhỏ hơn 10 lần đường kính đối với cốt thép trơn. Bán kính bề ngoặt các cốt thép có gờ hay trơn uốn tại đầu dầm với góc nghiêng  $45^\circ$  và  $90^\circ$  không nhỏ hơn ba lần đường kính cốt thép.

**7.5.54. Phải ngắt khung cốt thép** chính của dầm hẫng ở vị trí gối dầm treo bằng các thanh cốt thép xiên. Bán kính cong của các cốt thép nằm ngang tại chỗ nhô ra để kê gối dầm treo không nhỏ hơn hai lần đường kính cốt thép.

**7.5.55. Những góc trong không lớn quá  $160^\circ$**  và nằm trong vùng chịu kéo của cấu kiện được gia cường bằng cốt thép riêng. Cốt thép này phải đưa quá điểm cắt với cốt thép chính ít nhất là 20 lần đường kính cốt thép.

Không được uốn cốt thép theo dạng góc trong (tạo thành bởi 2 cạnh của kết cấu)

**7.5.56. Trong phạm vi vùng kéo** của mặt cắt cấu kiện cần đảm bảo sự liên tục của khung cốt thép (bằng thép dọc và thép đai) theo đường biên tiết diện.

**7.5.57. Trên chiều dài các đoạn dầm gần gối**, bằng 1/4 khẩu độ nhịp và nếu ở đó có áp lực tập trung do các thành phần cấu tạo thì trên các đoạn bằng khoảng cách từ gối đến thành phần cấu tạo gần nhất phải bố trí khoảng cách giữa các đai cốt thép không lớn hơn 30cm; còn trên các phần còn lại – không lớn hơn 3/4 chiều cao của dầm và không lớn hơn 50 cm.

Trong các cấu kiện bản bụng mỏng chịu kéo (có chiều dày 20cm và nhỏ hơn) và với các dầm có chiều cao nhỏ hơn 50cm, khoảng cách giữa các đai thép ở bản bụng không vượt quá 20 cm.

Khoảng cách giữa các thép đai giữ các cốt thép chủ chịu nén không quá 15 lần đường kính thép chủ.

**7.5.57. Trong phần mở rộng các mạ chịu kéo** của cấu kiện phải bố trí cốt thép kiểu lò xo hay thép đai khép kín đường kính không nhỏ hơn 8mm theo đường biên của mà và liên kết với các

cốt thép dọc chủ. Khi số thanh cốt thép chủ quá 5 ở một hàng và trong trường hợp bề rộng của mả hoặc bản trong đó có bố trí cốt thép quá 50cm thì các đai thép phải có ít nhất 4 nhánh.

Các đai trong mả không được bố trí thưa hơn trong bản bụng (bụng dầm). Mỗi thép đai không bao quá 5 cốt thép chủ bị kéo và 3 cốt thép chủ bị nén trong một hàng.

**7.5.59. Ở các đầu dầm đưa vào mặt cắt** gồi một khoảng bằng chiều dài neo cốt thép chịu lực trong bê tông, các cốt thép đai phải có đường kính không nhỏ hơn 8mm và cách nhau không quá 10cm.

**7.5.60. Trong các cấu kiện chịu nén** đúng tâm có cốt thép dọc và cốt thép đai, khoảng cách giữa các cốt thép đai không lớn hơn kích thước bé nhất của mặt cắt ngang của cấu kiện và không lớn hơn 40cm.

Số lượng cốt thép chủ do một thép đai bao trong một hàng không quá 3 khi khoảng cách tĩnh không của các cốt thép chủ không lớn hơn hai lần đường kính của nó. Nếu khoảng cách này lớn hơn hai kinh doanh thì mỗi cốt thép chủ phải được bố trí tại chỗ bẻ cong của cốt thép đai.

Nếu tỷ lệ mặt cắt cốt thép dọc quá 3% thì thép đai bố trí cách nhau không quá 10 lần đường kính thép chủ và hàn nó với cốt thép chủ hay thay thép đai bằng thép kiểu lò xo.

**7.5.61. Trong các cấu kiện chịu nén** có cốt thép lò xo, diện tích tiết diện cốt thép dọc không nhỏ hơn 0,5% diện tích tiết diện lõi; còn tiết diện lõi không bé hơn 2/3 toàn bộ tiết diện cấu kiện.

Bước của lò xo không lớn hơn 1/5 đường kính lõi và không lớn hơn 80mm.

Tiết diện tính đổi của lò xo không bé hơn tiết diện cốt thép dọc và không lớn hơn 3 lần tiết diện cốt thép dọc. Hơn thế, diện tích chung của cốt thép dọc và cốt thép lò xo tính đổi không bé hơn 1% diện tích lõi.

**7.5.62. Trong các đốt công tròn** và cọc ống hình trụ, các cốt thép chịu lực đặt ở mép của mặt ngoài và trong phải được liên kết bằng thép định vị hay bằng lồng cốt thép chống dịch chuyển các vòng cốt thép chống vỡ bê tông bảo vệ phía mặt trong.

### Neo cốt thép

**7.5.63. Tất cả các cốt thép trơn** (không có gờ) chịu lực kéo phải có những móc nửa đường tròn ở đầu với đường kính cong phía trong không nhỏ hơn 2,5 đường kính cốt thép hay được giữ chặt bằng các đoạn cốt thép ngang v.v.... Các đầu của cốt thép trơn bẻ cong về phía vùng chịu nén và các cốt thép chịu nén bị cắt đứt trong vùng bị kéo cho phép bẻ móc thẳng. Đoạn thẳng của móc phải lớn hơn 3 đường kính cốt thép, còn đoạn cong dài không kém 1 đường kính.

Các cốt thép chịu lực có gờ và các thanh của lưới cốt thép hàn và lồng thép hàn không cần bẻ cong đầu.

**7.5.64. Đầu các cốt thép nằm trong vùng kéo** của cấu kiện chịu uốn, chịu nén và kéo lệch tâm phải chôn vào vùng nén.

Trong các dầm thấp và bản, các cốt thép nghiêng đưa vào vùng nén phải có đoạn thẳng song song với cốt thép dọc với chiều dài lớn hơn 10 lần đường kính cốt thép tính từ tiếp tuyến với móc đối với cốt thép trơn và không nhỏ hơn 15 lần đường kính đối với thép có gờ (không làm móc ở đầu thanh thép).

Nếu trong dầm cao, bề dài của đoạn thanh xiên nằm trong vùng nén không bé hơn 20 lần đường kính thì cho phép không làm đoạn thẳng song song với cốt thép dọc.

Trong các cấu kiện chịu nén lệch tâm và chịu uốn cho chiều cao nhỏ, trong trường hợp ngoại lệ, cho phép ngắt thanh cốt thép thẳng chịu kéo và cho phép chôn cốt thép xiên trong vùng kéo.

**7.5.65. Chiều dài nhỏ nhất** đoạn cốt thép chịu lực chôn trong vùng chịu kéo ở phía ngoài điểm cắt lý thuyết của chúng lấy theo bảng 5-26.

Ngoài các yêu cầu đã nêu, nên kéo dài cốt thép của các cấu kiện chịu kéo một đoạn không nhỏ hơn 1/2 bề cao tiết diện của cấu kiện, ở đó chôn cốt thép.

**7.5.66. Trong nút gối của dầm**, cốt thép dọc chịu kéo tiếp giáp với 2 mặt bên của bê tông và được kéo thẳng quá tiết diện gối thì phải bẻ cong đầu với góc 90° và kéo dài theo mặt phẳng đầu mút của dầm.

Những cốt thép nằm ở phần giữa bê tông của nút gối được phép chôn vào bê tông mà không cần bẻ đầu ngược lên.

**Bảng 5-26**

**CHIỀU DÀI NHỎ NHẤT (THEO SỐ LẦN ĐƯỜNG KÍNH)  
CHÔN CỐT THÉP CHỊU KÉO VÀ XIÊN VÀO VÙNG KÉO**

Hình thức nối	Loại thanh cốt thép	Bề dài bé nhất (số đường kính chôn, cốt thép trong bê tông)	
		Có móc	Không móc
Hàn	Trơn		20

	Có gờ		15
Buộc	Tron	30	-
	Có gờ	-	20

**7.5.67. Cốt thép thẳng chịu kéo đưa vào tiết diện** gối của dầm phải kéo dài 1 đoạn không nhỏ hơn 10 lần đường kính cốt thép, trong đó cốt thép có gờ thì không cần làm móc, còn cốt thép trơn cần có móc câu.

**7.5.67. Cốt thép chủ dọc của vòm** và vành vòm không chốt cần phải được ngàm cứng trong thân mô theo tính toán, nhưng chiều sâu ngàm không nhỏ hơn:

1,5 chiều cao mặt cắt chân vòm, khi mặt cắt cuộn vòm là hình chữ nhật.

0,5 chiều cao mặt cắt chân vòm, khi mặt cắt hình chữ T, I (khi bề rộng bản bằng hoặc lớn nhất 4 lần bề dày bụng) cũng như mặt cắt hình hộp.

**7.5.69. Cho phép dùng mối nối hình vành khuyên** trong những kết cấu chịu kéo hoặc trong vùng chịu kéo của kết cấu chịu uốn cũng như trong bản mặt cầu đường ô tô với điều kiện phải tăng cường phần cốt thép thò ra và đổ bê tông cường độ cao, để tăng dính bám ở các mặt phẳng tiếp giáp hoặc dùng những biện pháp khác để giảm sự tạo vết nứt trong vùng mối nối.

**7.5.70. Khi cấu tạo mối nối hình vành khuyên**, đường kính vòng khuyên thép lấy không nhỏ hơn 10 lần đường kính cốt thép chịu lực có và không nhỏ hơn 8 lần đường kính cốt thép trơn. Thường vành khuyên phải có dạng tròn.

Trong kết cấu bản chịu uốn, trong phạm vi lõi vành khuyên phải có đoạn thẳng dài không nhỏ hơn đường kính của vành. Trong kết cấu chịu kéo đúng tâm và lệch tâm, phải bố trí các cốt thép ngang theo chu vi của vành khuyên. Số lượng thép ngang không nhỏ hơn 3 cặp ở mỗi phía của vành; còn trong kết cấu chịu uốn, cho phép đặt những thanh cốt thép ngang có gờ phân bố đều theo chu vi vành khuyên với số lượng không nhỏ hơn 4 thanh ở mỗi phía của vòng.

## NHỮNG CHỈ DẪN CƠ BẢN VỀ CẤU TẠO CÁC CẤU KIỆN BÊ TÔNG CỐT THÉP ỨNG SUẤT TRƯỚC

### Quy định chung

**7.5.71.** Khi thiết kế các cấu kiện bê tông cốt thép ứng suất trước cần bố trí cốt thép căng trước và các neo của chúng cho hợp lý, có xét đến kiểu, mục tiêu sử dụng và điều kiện làm việc của kết cấu cũng như kích thước của các thiết bị căng, neo kẹp, bộ kéo cố định và bộ kéo di động.

*Chú thích:* Khi thiết kế các cấu kiện có cốt thép không dính bám với bê tông của kết cấu thì phải tuân thủ yêu cầu của những tiêu chuẩn riêng.

**7.5.72. Khoảng cách tối thiểu** (tính từ mép đến mép) giữa các thành phần cốt thép ứng suất trước ghi ở bảng 5-27. Cho phép đặt thành từng cụm các bó bện và bó thẳng trong rãnh hở.

**7.5.73. Trong thiết kế cần** dự kiến căng cốt thép uốn cong từ hai đầu, bảo đảm đủ kích thước cần thiết của bán kính đường cong, dự kiến dùng các miếng đệm có hệ số ma sát thấp, đặt các ống thép dẻo tại chỗ uốn và dùng các biện pháp giảm ma sát khác khi căng cốt thép uốn cong hoặc uốn theo hình đa giác.

**Bảng 5-27**

**KHOẢNG CÁCH TÍNH TỐI THIỂU GIỮA CÁC  
THÀNH PHẦN CỐT THÉP CĂNG TRƯỚC**

Loại cốt thép dưới đây có quy định khoảng cách tối thiểu giữa	Khoảng cách tính tối thiểu giữa các cấu kiện cốt thép tính bằng cm khi căng	
	Trên bộ	Trên bê tông
Các cấu kiện cốt thép khò (bó cốt thép) theo phương:		
Nằm ngang	6 và d (*)	-
Thẳng đứng	5 và d	-
Cốt thép và neo	3	-
Các neo	6	-
Các bó bện, còn nếu là cụm gồm các bó bện thì giữa các đầu bó bện trên chiều dài ngàm	3 và 1,5d	-
Sợi thép đơn chiếc có gờ	1	-

Các thanh cốt thép gờ đặt thành 3 hay nhiều lớp và trong phạm vi vùng truyền lực cho bê tông	3 và 1,5d	-
Như trên, nhưng bố trí thanh thép thành một hoặc hai lớp	3 và d	-
Các rãnh kín đặt cốt thép	-	7 và d
Các bó cốt thép trong rãnh hở	-	3

(\*) Trong bảng quy ước ký hiệu chung  $d$  là đường kính của cốt thép các loại và của rãnh kín.

**7.5.74. Trong các kết cấu căng cốt thép** lên bê tông, bán kính đường cong phải lấy không nhỏ hơn 4m.

**7.5.75. Khi bố trí cốt thép trong rãnh hở** cũng như trong các kết cấu có cốt là thanh, phải dự kiến biện pháp bảo đảm dính bám và cùng chịu lực giữa bê tông hoặc vữa đổ sau với bê tông đã đông cứng trước.

Liên kết giữa bê tông đông cứng trước và bê tông hoặc vữa đổ thêm sau được bảo đảm bằng cốt thép thường và cốt thép căng trước bằng cách bố trí các loại mộng, chót, làm nhám bề mặt bê tông và bằng các biện pháp nêu trong phụ lục 19.

**7.5.76. Tại các chỗ đặt neo và thiết bị căng** (kích) trên mặt bê tông, trong quá trình căng cốt thép phải bố trí các tấm thép đệm mặt. Những tấm thép phải neo chặt trong bê tông và bề dày của chúng được xác định theo tính toán.

**7.5.77. Không cho phép hàn hoặc dính vòng đệm** của neo hình chóp vào các tấm thép đệm. Nên chôn sẵn vòng đệm neo hình chóp vào bê tông của khối khi đúc.

### **Bố trí cốt thép**

**7.5.77. Trong kết cấu ứng suất** trước cho phép dùng các loại cốt thép căng trước bằng thép cường độ cao sau đây: Bó sợi thẳng, bó bện xoắn 7 sợi, bó bằng những bện xoắn, từng sợi rời có gờ, cốt thép liên tục bằng sợi hoặc bó bện, dây cáp thép (xem chú thích ở điều 5.9) và cốt thép thanh uốn cong cấp A-IV.

**7.5.79. Nên dùng cốt thép thanh cường độ cao trong vùng ngập** nước thường xuyên hoặc có mực nước thay đổi của kết cấu mô trụ căng trước.



**7.5.80. Cho phép đặt bó bện xoắn thành cụm** với điều kiện là bề mặt mỗi bó phải được dính bám với bê tông. Nếu không dùng neo thì đầu các bó phải đặt tủa ra phù hợp với bảng 5-27 trong phạm vi ít nhất bằng chiều dài ngàm trong bê tông.

**7.5.81. Thanh cường độ cao cấp A-IV** dùng làm cốt thép ứng suất trước thường phải kết hợp theo kiểu mạng. Cấu tạo mạng cốt thép thanh cường độ cao sẽ tùy thuộc phương pháp tạo ứng suất trước đã chọn, kiểu neo kẹp, mấu neo v.v....

Mạng cốt thép cấu thành bởi các thanh thẳng đơn hoặc ghép đôi. Thông thường nên căng chúng trên bệ, tốt nhất là bằng phương pháp nhiệt điện. Khi ấy, trong đồ án thiết kế cần chỉ dẫn trình tự đốt nóng và đặt các thanh trên bệ.

**7.5.82. Cho phép căng cốt thép thanh trên bê tông** bằng phương pháp cơ khí hoặc nhiệt điện để liên kết ngang các dầm kết cấu nhịp và các cấu kiện rời của mô trụ (đối với phương pháp nhiệt điện cần theo tài liệu tiêu chuẩn riêng).

**7.5.83. Trong bụng dầm, dùng cốt thép đai** và dọc không căng trước có đường kính không nhỏ hơn 8mm.

Trong bụng dầm mỏng (không dày hơn 20cm) bước (khoảng cách) của các thanh đai không căng trước không quá 20cm, trong cầu ô tô và cầu thành phố, nếu tính tác dụng đồng thời uốn và xoắn không quá 30cm. Khi có thanh đai ứng suất trước, bước của thanh đai không căng trước không vượt quá 30cm. Khi bụng dầm dày quá 20cm, bước của các thanh đai không căng trước lấy bằng bề dày trung bình (theo chiều cao) của bụng dầm của cầu đường sắt, và một lần rưỡi bề dày bụng dầm (nhưng không quá 50 cm) của cầu ô tô và cầu thành phố.

Đồng thời thể tích thép đai không được ít hơn 0,3% thể tích bụng dầm, cầu đường sắt và không nhỏ hơn 0,2% trong cầu ô tô và cầu thành phố.

**7.5.84. Nếu mạ chịu kéo của dầm được bố trí cốt thép** căng trước (trừ trường hợp cơ bản trong vùng chịu kéo) thì cần đặt quanh mặt cắt các thép đai khép kín hoặc đai lò xo (có đường kính tối thiểu là 8mm đối với cầu đường sắt và 6mm đối với cầu ô tô và cầu thành phố) hoặc lưới thép.

Bước lớn nhất của cốt thép đai hoặc của thanh ngang trong lưới thép hàn lấy bằng 15cm trong cầu đường sắt và 20cm trong cầu ô tô và cầu thành phố.

Nếu ứng suất trong bê tông của mạ bị ép, khi tạo ứng suất trước, bảo quản, chuyên chở và lắp ráp (có xét chú thích 1 của điều 5.117) không vượt quá  $0,9R^T$  (xem điều 5.118), thì bước (khoảng cách) lớn nhất của các thép đai cho phép lấy bằng 20cm đối với cầu đường sắt và 30cm đối với cầu ô tô và cầu thành phố. Đồng thời thể tích các thanh thép đai không được nhỏ hơn 0,3% thể

tích mạ của cầu kiện cầu đường sắt và 0,2% đối với cầu đường ô tô và thành phố (trong thể tích thép đai tính cả phần thép đai bụng dầm nằm trong phạm vi mạ).

Đối với mạ chịu ép trước nên dùng cốt thép ngang có gờ, thép đai lò xo và khung hàn (thép đai và các thanh lắp ráp). Cốt thép dọc đặt trong phần mở rộng của mạ chịu kéo phải có đường kính không nhỏ hơn 6mm.

**7.5.85. Tại phần cuối của dầm khâu độ** dưới 42m, trên một chiều dài ít nhất bằng nửa chiều cao cầu kiện, thép đai phải có đường kính ít nhất bằng 10mm và cách nhau xa nhất là 10cm.

**7.5.86. Khi căng bằng phương pháp nhiệt điện**, khung cốt thép được cấu thành từ 2 phần trên và dưới. Hai phần này được ghép lại với nhau, sau khi căng cốt thép xong, bằng cách nối chắc cốt đai của phần dưới với các thanh đứng của phần trên (trong trường hợp này, tốt nhất dùng cốt đai kiểu lò xo).

**7.5.87. Khi căng cốt thép bằng phương pháp cơ khí**, khung cốt thép được thiết kế nguyên cho cả cầu kiện.

### Neo cốt thép

**7.5.87. Trong những cầu kiện cần tính mỏi**, toàn bộ cốt thép sợi căng trước đều phải có neo, kiểu neo nên dùng có trình bày ở phụ lục 21.

Cho phép không dùng neo chỉ đối với bó bện bảy sợi và sợi đơn có gờ căng trên bê tông trong cầu ô tô và thành phố. Có thể dùng cốt thép thanh căng trước có gờ có đường kính không lớn hơn 32mm và không bố trí neo đặc biệt (trừ loại neo tạm dùng làm mẫu để kéo). Những phương pháp neo mới cần được kiểm tra bằng thực nghiệm qua mọi giai đoạn chịu lực của kết cấu.

Đối với cốt thép căng trên bê tông, cường độ của neo (trừ loại tạm thời) ít nhất phải bằng cường độ bản thân cốt thép.

**7.5.89. Trong các kết cấu căng cốt thép trên bề**, khi neo cốt thép trong phạm vi chiều dài cầu kiện (khâu độ) thì nên bố trí neo ngoài và neo nằm trong lòng bê tông (neo hoặc neo “cố định”) tại vùng chịu nén của mặt cắt. Trong trường hợp đặt neo ngầm ở vùng chịu kéo do ngoại lực, thì tổng số diện tích của chúng trong phạm vi một mặt cắt cầu kiện không được vượt 1/3 diện tích mạ chịu kéo. Đồng thời mỗi thanh bị cắt trong phạm vi khâu độ phải được đưa quá khỏi mặt tựa tính toán một khoảng dài ít nhất bằng 15 lần đường kính thanh.

**7.5.90. Nên bố trí đều trên mặt dầm** những neo của cốt thép căng lên bê tông và chạy suốt chiều dài cầu kiện. Nên đưa các neo của cốt thép, cắt trong phạm vi chiều dài cầu kiện ra mặt

chịu nén do hoạt tải và tĩnh tải, bảo đảm tổng góc uốn cong không quá  $30^\circ$ . Trong những trường hợp cá biệt, cho phép đặt neo trong mọt chịu kéo.

**7.5.91. Trong các kết cấu loại căng cốt thép** trên bê tông, cho phép dùng neo ngầm (cố định) khi cốt thép để thẳng hoặc cong, ngăn với góc uốn tổng cộng không lớn hơn  $7^\circ$  và khi đặt neo cố định sau bản ngăn (dầm ngang), tại chỗ mặt cắt tăng cường và chắc chắn khác, bê tông trong phạm vi bố trí neo cố định không được làm yếu bởi các lỗ trống. Neo cố định phải đổ bê tông cùng với kết cấu.

**7.5.92. Đối với cốt thép thanh ngắn** (thanh đai, thanh nối kết cấu lắp ghép v.v....) nên dùng neo là loại đai ốc vặn vào thanh cốt thép. Lực từ đai ốc truyền sang bê tông phải qua vòng đệm thép đặt thẳng góc với thanh căng trước.

**7.5.93. Đối với thanh có đường kính** dưới 14mm căng trên bê tông, thì neo tạm cho phép có dạng đầu tán hoặc vòng đệm hình vành khăn ép chặt lên đầu thanh.

Để neo đầu tạm các mạng thép đơn nên dùng cặp đoạn thép ngắn, còn đối với mạng kép-dùng đoạn thép ngắn đơn nằm giữa hai thanh tạo thành mạng hoặc là cặp đoạn thép ngắn hàn vào hai phía của những thanh ấy. Trong trường hợp này, các thanh mép được nối lại bằng mối hàn dọc trong giới hạn của đoạn thép ngắn. Các đoạn ngắn nên lấy từ thép thừa cấp AI, AII.

Đầu của đoạn thép ngắn áp vào điểm tựa khi căng cốt thép phải được gọt bằng.

### **Rãnh đặt cốt thép căng trên bê tông**

**7.5.94. Rãnh kín đặt cốt thép căng trước** trong lòng bê tông thông thường, không dùng ống chôn sẵn trong bê tông. Nên dùng thiết bị tạo ống để tạo rãnh. Vị trí thiết kế của thiết bị tạo ống phải được cố định bằng các thanh đai và lưới định vị đặt cách nhau 1 đến 1,5m theo chiều dài cấu kiện.

**7.5.95. Tại những đoạn ngắn ở chỗ cốt thép uốn gấp**, khi đổ bê tông hẫng và trong một số phương pháp thi công đặc biệt khác, cho phép dùng ống thép (thí dụ đoạn ống mềm hoặc ống xếp nếp bằng thép) để bao quanh cốt thép. Các ống này phải không để vữa xi măng lọt qua, lúc uốn không bị rạn nứt và khi đổ bê tông bị bẹp.

**7.5.96. Rãnh kín và các ống bao cốt thép** phải có hình mặt cắt dọc và ngang thế nào để bảo đảm cho cốt thép xô dịch dễ dàng và vữa có thể phun vào với chất lượng cao. Đường kính trong của rãnh kín hoặc ống bao cốt thép phải lớn hơn đường kính cốt thép như quy định ở mỗi neo ngầm và neo ngoài đều phải chừa lỗ để phun bê tông (vữa) vào và để nước, không khí thoát ra. Các lỗ bên sườn dùng phun vữa bê tông vào rãnh phải có đường kính trong ít nhất 25mm, tùy

thuộc vào số sợi trong bó cốt thép mà dự kiến đường kính lỗ ở nút hình nón của neo, nhưng không nhỏ hơn 14-16mm.

**Bảng 5-28**

**CHÊNH LỆCH TỐI THIỂU GIỮA ĐƯỜNG KÍNH RÃNH ĐẶT CỐT THÉP  
(ỐNG BAO) VÀ CỐT THÉP**

Loại cốt thép	Chênh lệch tối thiểu giữa đường kính rãnh đặt cốt thép (ống bao) và cốt thép (mm)
Chùm sợi bên một bó có lòng rỗng (phun vữa qua lỗ ở neo) chạy suốt chiều dài cấu kiện.	5
Cũng loại cốt thép trên, nhưng nổi từng đoạn	15
Chùm sợi (nhiều bó bên), thép thanh:	
Trong rãnh có vách là bê tông:	
dài ≤ 40m	15
dài > 40m	20
Trong rãnh có vách là thép	15

**7.5.97. Khi đặt cốt thép vào rãnh hở** cần xét đến khả năng để bê tông đổ phủ cốt thép đạt chất lượng cao và thực hiện các biện pháp công nghệ tăng dính bám của bê tông mới đổ với bê tông có lực trước.

**Những điều chỉ dẫn và yêu cầu cần ghi trong bản vẽ thi công các kết cấu**

**7.5.97. Trong bản vẽ thi công các kết cấu cầu bê tông cốt thép và thuyết minh kèm theo,** ngoài những điều chỉ dẫn và yêu cầu theo quy định chung, còn phải ghi thêm:

1. Tải trọng cho phép đặt trên dầm trước khi liên kết chúng theo hướng ngang hoặc trước khi đổ bê tông liền khối trong các kết cấu nửa lắp ghép;
2. Kiểu dụng cụ tạo rãnh phù hợp với tính toán khi xác định mát mát ứng suất;

3. Độ vòng thiết kế của cấu kiện khi truyền ứng suất trước cho bê tông;
4. Tính năng của xi măng và độ nhuyễn của bê tông;
5. Những yêu cầu của các điều 5.4 và 5.6 về đảm bảo chất lượng của bê tông và cốt liệu của nó;
6. Số hiệu thiết kế của bê tông, vữa và vữa phun theo cường độ; trong trường hợp cần thiết theo cả độ chống thấm nước và độ chịu nước; cường độ yêu cầu trước lúc tạo ứng suất trước, lúc đưa ra khỏi xưởng sản xuất (nếu nhiệt độ bên ngoài xưởng giảm đi), trước lúc chuyên chở và cho chịu lực; điều kiện sản xuất bê tông (theo nhóm A hay nhóm B) ở xưởng (A) hay công trường (b).
7. Trình tự và cách đổ bê tông, chế độ nhiệt khi đổ và đông cứng, vị trí mối nối thi công đổ bê tông, cấm bố trí mối nối đó tại vùng gần gối;
7. Biện pháp chống xâm thực cho bê tông (nếu có tác dụng xâm thực của nước, không khí, đất);
9. Trình tự phun vữa cho các rãnh và yêu cầu đối với đổ bê tông các mối nối;
10. Những phần mặt bê tông nào cần phải làm nhám khi chế tạo, cách gia công mặt bê tông của các rãnh hở và đầu của các khối của kết cấu nối ghép;
11. Sự cần thiết phải trám bằng bê tông tất cả những lỗ đã tạm thời để chừa do đặc điểm chế tạo hoặc lắp ghép;
12. Đặc trưng của cốt thép căng trước và không căng trước (tiêu chuẩn nhà nước, điều kiện kỹ thuật, số hiệu);
13. Sự cần thiết phải kéo giãn trước các bó hoặc thanh cốt thép khi căng bằng phương pháp cơ học, trình tự căng cốt thép dọc và ngang;
14. Thời gian giữa cốt thép trong trạng thái căng, trị số lực trong cốt thép ở những độ căng khác nhau; cần đo phần giãn dài và ghi cả trị số thiết kế của chúng (kể cả những giá trị tính theo phụ lục 22), đồng thời biện pháp kiểm tra hai lần kéo cốt thép (về ứng suất và giãn dài);
15. Nhiệt độ đốt nóng và trị số giãn dài kể cả sai số cho phép trong trường hợp căng cốt thép thanh bằng phương pháp nhiệt điện;
16. Bán kính uốn cong cốt thép có tính đến dụng cụ dùng tạo rãnh, những chỗ chuyển tiếp giữa các đoạn cong, kết cấu và nơi đặt các bộ phận phụ để giảm ma sát giữa cốt thép và vách rãnh, đồng thời bố trí cốt thép để tránh cho bê tông khỏi bị ép cục bộ;
17. Những chỗ bố trí neo trong, trước và sau khi căng;

17. Cách bố trí các chi tiết nối, uốn lòng bu lông kéo thanh xiên của nút ngay, móc khuyên để giữ giằng khi vận chuyển và móc dùng để cầu, ống thoát nước, các chi tiết để kiểm tra khối khi lắp ráp v.v....

19. Những chỗ đặt chốt, lưới định vị, khúc đệm, tăng đơ v.v.... để đảm bảo vị trí thiết kế của cốt thép khi chế tạo kết cấu;

20. Chỗ buộc cấu kiện khi xếp và tháo, những vị trí gói khi chuyên chở và cất giữ;

21. Kết cấu, kích thước và phương pháp thực hiện hàn nối cốt thép, đối với các mối nối lắp ráp của cốt thép của khối bê tông cốt thép, nêu chế độ công nghệ và trình tự hàn các thanh thép với nhau hoặc hàn dính các thanh ấy vào bộ phận nối.

Ngoài những điều kể trên, cần đưa thêm những chỉ dẫn phụ do những đặc điểm riêng biệt của kết cấu và chế tạo, lắp ghép của nó mà điều này chưa xét đến.

## 8. CÁC PHỤ LỤC

### PHỤ LỤC 1

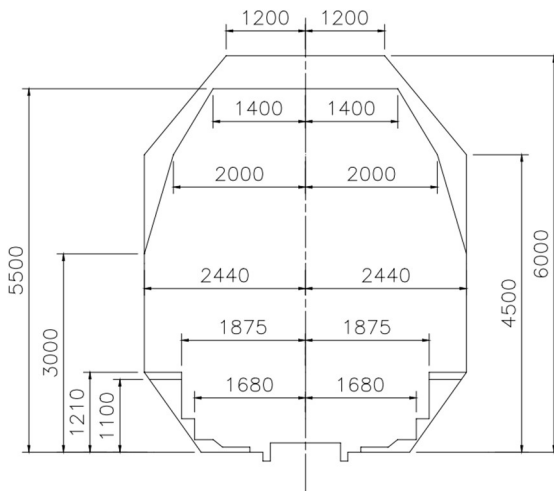
#### Khổ giới hạn thông xe của cầu đường sắt

(Cho điều 4.2.2)

1. Cầu đường sắt làm mới khổ ray tiêu chuẩn 1435mm phải theo khổ giới hạn thông xe theo hình 1 sau: (kích thước đơn vị: mm)

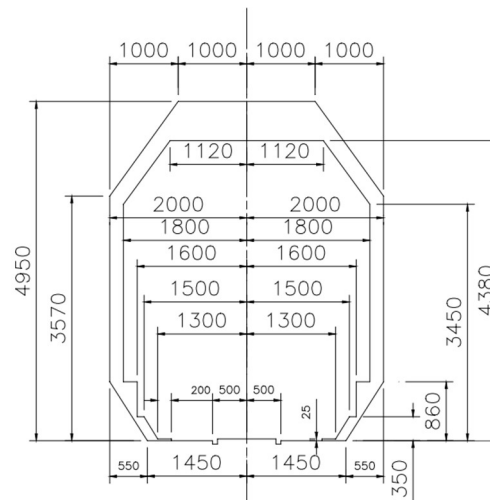
Chỉ dẫn:

- Đường bao ngoài
- Đường bao phía trong
- Giới hạn bản thân cầu
- Giới hạn các kiến trúc trong cầu.



Hình 1

Khổ giới hạn tiếp giáp kiến trúc trên đường thẳng trong cầu (khổ đường 1435mm)



Hình 2

Khổ giới hạn tiếp giáp kiến trúc trên đường thang trong cầu (khổ đường 1000mm)

2. Cầu đường sắt làm theo khổ ray 1000 mm thì khổ giới hạn thông xe dùng theo hình 2 (kích thước đơn vị: mm)

Chỉ dẫn – Như ở hình 1.

Chú thích: Trong hoàn cảnh không thể nâng cao theo khổ giới hạn thông xe của đường sắt khổ ray 1435mm được vì lý do chính đáng, mà cầu chỉ dùng trong một thời gian ngắn thì nếu được Bộ Giao thông vận tải đồng ý, cầu của đường khổ ray 1435mm cũng được dùng khổ giới hạn của đường ray khổ 1000mm.

**Bảng 1**

Bán kính đường cong R	$X_1 = 40*500/R$	$X_2 = 84*500/R$	Tốc độ tàu chạy hạn chế V		Siêu cao ray ngoài $S = 7,6V^2 / R$		$Y_1 = 3.06S - 0,045 (S/15)^2$		$X_1 + X_2$		Trị số nói rộng khoảng cách tim đường đôi $X_2$		
			m	mm	mm	Km/h	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
	0	0	140	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.000	10	21	140	160	37,24	48,64	113	148	123	158	20	155	190
3.000	14	29	140	160	49,65	64,85	151	197	165	211	25	210	250
2.000	20	42	140	160	74,48	97,28	227	296	247	316	40	310	380
1.800	23	47	140	160	82,76	108,1	252	330	275	353	50	345	425
1.500	27	56	140	160	99,31	129,7	303	396	330	423	60	415	510
1.200	34	70	140	154	124,1	144	379	365	413	432	70	520	525
1.000	41	85	125	141,4	118,8	151,3	364	465	405	506	90	530	630
800	51	106	111,8	126,5	“	“	“	“	415	516	100	575	675
700	58	121	104,6	118,3	“	“	“	“	422	523	120	605	705
600	68	141	96,8	109,5	“	“	“	“	432	533	130	645	745
550	74	154	92,7	104,9	“	“	“	“	438	539	145	670	770
500	81	169	88,4	100	“	“	“	“	445	546	160	700	800
450	90	188	83,9	94,8	“	“	“	“	454	555	180	740	835
400	101	211	79,1	89,4	“	“	“	“	465	566	205	785	885



350	116	241	74	83,6	“	“	“	“	480	581	230	845	945
300	135	282	68,5	77,5	“	“	“	“	499	600	270	925	1025

*Chú thích:*

1. Khoảng cách tìm hai cụm trục toa xe  $L_1 = 18\text{m}$

Chiều dài toàn bộ toa xe  $L_2 = 26\text{m}$

$$Y_1 = 3,038 - 0,045 \left( \frac{S}{15} \right)^2; M = \frac{L^2}{8R} (\text{m}) = 125 \frac{L^2}{R} (\text{mm})$$

$X_1 = \frac{L_1^2}{8R} = \frac{45.500}{R}$  (mm); Trị số nói rộng bên trong  $M + X_1 + Y_1$  (mm) → trị nói rộng bên ngoài =  $X_2 - X_1 - Y_1 = X_1$  (mm)

L – Khẩu độ tính toán của dầm

2. Trị số nói rộng khoảng cách tìm đường đôi =  $X_2$

3. Những số không điền trong bảng (còn để trống) khi cần dựa vào các công thức trên tính tiếp

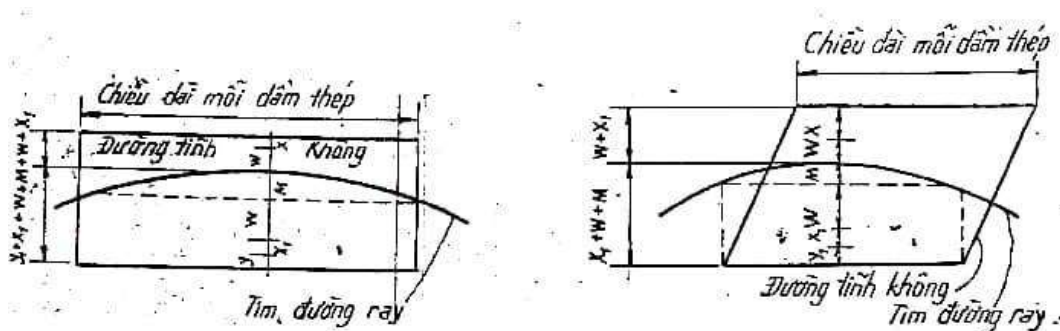
**Bảng 1**

Trị số nói rộng tĩnh không dầm cầu đường đơn trên đường cong (ở điểm giữa khẩu độ)																			
Trị số nói rộng bên trong $M + X_1 + Y_1$ của các loại khẩu độ dài L (m)																		Trị số nói rộng bên ngoài $X_1$ .	
40	48	56	64	72	80	96	112	128											
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm											
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
170	205	195	230	220	255	250	285	285	320	320	355	410	445	515	550	635	670	10	
230	275	260	305	295	340	335	380	380	425	430	475	550	595	685	735	845	895	15	
345	415	390	460	440	510	500	570	570	640	645	715	820	890	1030	1100			20	
385	465	435	510	490	570	560	635	635	710	720	795	915	990					25	
460	555	520	615	590	685	670	765	760	855	860	955	1095	1190					30	
580	585	650	660	740	745	840	845	950	960	1080	1085							35	

605	705	690	790	795	895	915	1015	1050	1250										40
665	765	775	875	905	1005	1055	1155												50
705	805	830	930	980	1080														60
775	865	910	1010																70
800	900	960	1060																75
845	945																		80
895	995																		90
965	1065																		100
																			115
																			135

3. Cầu có nhiều tuyến đường khổ ray tiêu chuẩn 1435mm hay 1000mm ở trên đường thẳng thì khổ giới hạn trong bất kỳ trường hợp nào đều phải đảm bảo cự ly tiêu chuẩn giữa 2 tim tuyến đường sắt nhau còn các kích thước khác vẫn giữ nguyên như điều 1, 2.

4. Với cầu nhiều tuyến trên đường cong và cầu trên đường cong của đường sắt khổ ray tiêu chuẩn 1435mm, khổ giới hạn cầu phải mở rộng theo bảng số 1.



5. Với cầu nhiều tuyến trên đường cong và cầu trên đường cong của đường sắt khổ ray 1000mm thì phải nói rộng theo công thức sau (hình 3).

- Trị số nói rộng bên trong đường cong:  $M + X_1 + Y_1 = \frac{24.500}{R} + 4h$

- Trị số nói rộng bên ngoài đường cong:  $X_2 = \frac{25.500}{R}$

H: Độ siêu cao của ray (mm)

## PHỤ LỤC 2

### Đặc trưng tiêu chuẩn của vật liệu và hệ số đồng nhất.

(Cho điều 4.6.9, 4.6.10 và các phần 6, 7, 8, 9)

Cường độ tiêu chuẩn (cơ bản) và hệ số đồng nhất của vật liệu dùng trong quy phạm này được nêu trong các bảng 1 và 2 dưới đây:

*Bảng 1*

### ĐỐI VỚI THÉP

Tên, thép		Cường độ tiêu chuẩn $R_H$ (KG/cm <sup>2</sup> )	Hệ số đồng nhất K
Thép các bon lò Mác-tanh cán nóng	Thép Ct.3 cầu, BCT.3 M 16Si.....	2400	0,9
		2300	0,9
	BCt.5	Đối với thép gờ có bề dày loại 3..... thép gờ.....	2600 3000 0,9 (1)
Thép hợp kim lò Mác-tanh cán nóng	15 XCHD.....	3500 (2)	0,85
	25G2Si, 35GSi	4000	0,85
	30Cr G 2 Si.....	6000	0,85
Thép đúc loại 25L	.....	2400	0,75

(1) Đối với bề dày 40mm trở lên lấy là 0,85

(2) Đối với thép cán hợp kim thấp số hiệu 15XCHD bề dày trên 32mm và đối với thép các hợp kim thấp các loại khác thì cường độ tiêu chuẩn và hệ số đồng nhất sẽ xác định theo chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

**ĐỐI VỚI KHỐI XÂY**

Loại khối xây	Số hiệu vữa	Cường độ tiêu chuẩn $R_H$ tính bằng $\text{kG/cm}^2$	
		Với chiều cao lớp xây tính bằng mm	
		180-250	500 trở lên
<i>1. Khối xây bằng viên đá thiên nhiên</i>			
a) Gia công vữa (dầu nhô ra không quá 10mm) với số hiệu ít nhất 1000 và bề dày mạch xây không quá 15mm.	200	210	340
b) Cũng thế nhưng với số hiệu đá trên 800	200 150	180 170	280 280
c) Đẽo sâu thành khối đều đặn (cạnh nhô ra không quá 10mm) với số hiệu đá trên 600	200 150 100	130 120 110	200 200 200
<i>2. Khối xây bằng tấm bê tông hay bằng các khối với bề dày mạch không quá 15mm và số hiệu bê tông:</i>			
400	200	130	210
300	150	100	160
200	100	70	120
<i>3. Khối xếp bằng đá số hiệu tối thiểu 400:</i>			
a) Xếp theo lớp, đá dẽo được lựa chọn, gia công.	100	50	-

b) Theo từng lớp	100	40	-
c) Đá xếp thường	100	24	-

*Chú thích:* Khi xác định cường độ tính toán của khối xây, ngoài các hệ số  $m_1 = 0,9$  và  $k = 0,5$  còn dùng hệ số  $m_2 = 1,1$ .

### PHỤ LỤC 3

#### Xác định chu kỳ các dao động tự do nằm ngang của kết cấu nhịp

(Cho điều 4.8.4)

Trị số tính toán chu kỳ T (tính bằng giây) của các dao động tự do nằm ngang của kết cấu nhịp kiểu dầm giản đơn xác định theo công thức:

$$T = 2\mu\sqrt{\frac{M}{C}}$$

*Trong đó:*

M - Khối lượng tính đối của kết cấu nhịp tính bằng  $t.s^2/m$ .

C - Đặc trưng tính toán độ cứng nằm ngang của kết cấu nhịp tính bằng  $t/m$ .

Khối lượng tính đối của kết cấu nhịp dầm giản đơn xác định theo công thức.

$$M = 0,5p\frac{1}{g}$$

*Trong đó:*

P - Tĩnh tải tiêu chuẩn đối với kết cấu nhịp (kể cả trọng lượng hệ mặt cầu) tính bằng  $t/m$

L - Khẩu độ tính toán, tính bằng m

g -  $9,81 \text{ m/s}^2$  - Gia tốc trọng trường.

Trị số tính toán độ cứng nằm ngang của kết cấu nhịp cho phép xác định theo công thức:

$$C = \frac{1}{\delta_1} + \frac{\beta}{\delta_2}$$

Trong đó:  $\delta_1$  và  $\delta_2$  - Độ võng nằm ngang (tính bằng m) của giàn chắn gió, bố trí lần lượt trong mặt phẳng xe chạy và ngoài mặt phẳng này, gây ra do tải trọng 1t đặt ở giữa nhịp, trong mặt phẳng giàn hứng gió.

$\beta$  - hệ số tính độ cứng của các thanh giằng ngang.

Đối với kết cấu nhịp dầm giàn hoa có giằng dọc theo hai mặt phẳng cho phép lấy  $\delta_1 = \delta_2$ .

Đối với giàn chắn gió kiểu hoa thị, xác định độ võng  $\delta$  với giả định rằng nội lực trong thanh mạ bằng mô-men ứng với phần giữa của khoang đang xét chia cho khoảng cách giữa các trục tim giàn chủ, còn lực cắt ngang thì chia đều cho các thanh chéo giao nhau.

Hệ số  $\beta$  tính độ cứng của các thanh giằng ngang nên lấy như sau:

a) Đối với cầu có đường chạy dưới:

Trường hợp ở công và khung giằng ngang không có các thanh chống kiểu giàn hoặc không có các thanh chống đặc cứng, lấy  $\beta = 0$ .

Trường hợp có các công cứng, nhưng trong các khung giằng ngang không có các thanh chống đặc cứng hay không có các thanh chống kiểu giàn có chiều cao lớn hơn một nửa khoảng cách giữa các trục giàn chủ, thì lấy  $\beta = 0,2$ .

Trường hợp trong công và khung giằng ngang có các thanh chống kiểu giàn có chiều cao ít nhất bằng nửa khoảng cách giữa các trục giàn chủ hoặc có các thanh chống đặc cứng tương ứng về độ cứng,  $\beta = 0,2 + 0,0081$ , nhưng không quá 1.

b) Đối với cầu có đường chạy trên:

Nếu có bộ giằng ngang cứng kiểu giàn hoa trong nhịp, trong trường hợp bố trí gối cầu ở cao độ thanh mạ dưới và tạo mô trụ có làm khung gối cứng hoặc tấm ngăn ngang ở gối, cũng như trong trường hợp bố trí gối ở cao độ thanh mạ trên, lấy  $\beta = 0,5 + 0,011$ , nhưng không quá 1.

*Chú thích:* Đối với dầm đặc, khi xác định chuyển vị, diện tích các thanh mạ của giàn chắn gió cần thêm vào phần bụng thò ra ngoài cánh the góc một khoảng bằng 25 chiều dày bụng.

**PHỤ LỤC 4**  
**Dung trọng vật liệu**  
*Cho điều 5.2.1)*

Số thứ tự	Tên vật liệu	Dung trọng tính bằng $t/m^3$
1	Thép	7,85
2	Gang	7,20
3	Chì	11,40
4	Nhôm	2,70

5	Bê tông rung, với cốt liệu sỏi hoặc đá dăm dấp từ đá thiên nhiên	2,40
6	Bê tông cốt thép số hiệu không quá 400 và hệ số cốt thép bố trí dưới 0,03	2,50
7	Khối xây bằng đá dẽo hoặc đá dẽo thô:	
	Hoa cương	2,70
	Sa thạch	2,40
	Đá vôi	2,00
8	Khối xây đá hộc và bê-tông đá hộc:	
	Dùng đá vôi	2,00
	Dùng sa thạch và thạch anh	2,2
	Dùng hoa cương và bazan	2,4
9	Khối xây gạch	1,8
10	Mát-tít át-phan:	1,6
11	Bê-tông át-phan:	
	Cát	2,0
	Cát hạt vừa	2,3
12	Ba-lát đá dăm	1,7
13	Ba-lát đá dăm cùng với các bộ phận kết cấu trên của đường	2,0
14	Thông các loại	
	Có tấm phòng mục	0,7
	Không tấm phòng mục	0,6

15	Sồi và cây có lá:	
	Có tấm phòng mục	0,9
	Không tấm phòng mục	0,8

*Chú thích:* Trọng lượng đầu đỉnh tán và mạch hàn cho phép lấy như sau (tính bằng % so với trọng lượng kim loại cán)

Kết cấu	Đầu đỉnh tán	Mạch hàn
Kết cấu tán	3,0	-
Kết cấu hàn tán kết hợp	1,5	1,5
Kết cấu hàn	-	2,0

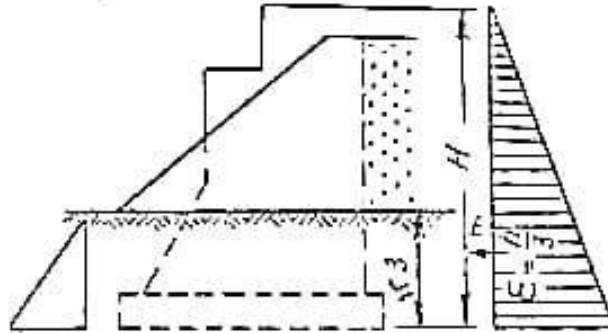
2. Khi số hiệu bê-tông trên 400 hay bê tông chế tạo bằng phương pháp ly tâm, hoặc khi hệ số bố trí cốt thép trên 0,03 thì dung trọng phải tính toán riêng.

## PHỤ LỤC 5

### Áp dụng nằm ngang tiêu chuẩn lên mô trụ cầu do trọng lượng bản thân đất gây ra

(Cho điều 5.2.3)

1. Hợp lực áp lực nằm ngang tiêu chuẩn (tính bằng tấn) lên mô trụ cầu do trọng lượng bản thân của đất đắp, cũng như của đất dưới mặt đất thiên nhiên khi chiều sâu đặt đáy móng không quá 3 mét (hình 1) cho phép tính theo công thức:



Hình 1

$$E = \frac{1}{2} e_p H B$$

Trong đó:  $e_p$  – Áp lực nằm ngang của đất theo điều 5.2.3.



H – Chiều cao tầng đất tính toán, tính bằng m, kể từ đáy móng tới đáy tà vẹt cầu đường sắt và tới mặt trên của tầng phủ mặt cầu đường ô tô và cầu thành phố.

B – Chiều rộng tính đối của móng trụ (bình quân theo chiều cao H) ở mặt phẳng mép phía sau, nơi có phân bố áp lực nằm ngang của đất.

Cánh tay đòn E lấy bằng  $e = \frac{1}{3}H$

Đối với móng đặc và móng rỗng (kể cả có tường quạt, tường sau đặc v.v...) khoét rỗng theo hướng dọc, nếu chiều rộng khoét  $b_{np}$  bằng hoặc nhỏ hơn hai lần chiều rộng tường  $b_{CT}$  cũng như đối với móng đặc thì chiều rộng B lấy bằng khoảng cách giữa các mép bên ngoài của kết cấu.

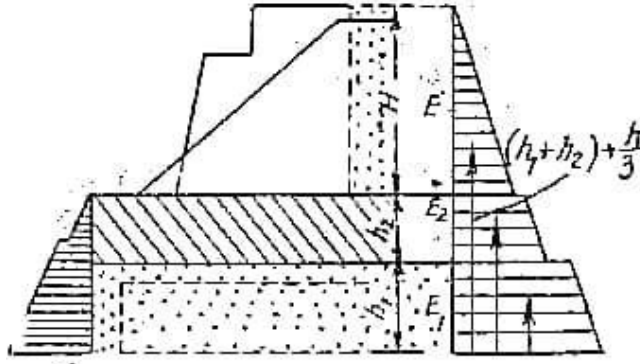
Đối với móng khoét rỗng theo hướng dọc và đối với các móng đứng tách riêng, nếu  $b_{np} > 2b_{CT}$  thì chiều rộng B lấy bằng 2 lần chiều rộng tường hoặc móng tách riêng.

Đối với móng trụ móng cọc hoặc cột, nếu bề rộng tổng cộng của cọc (cột) bằng hoặc lớn hơn một nửa toàn bộ bề rộng móng trụ thì chiều rộng B lấy bằng khoảng cách giữa các mép ngoài của cọc (cột); nếu bề rộng tổng cộng của các cọc (hoặc cột) nhỏ hơn một nửa toàn bộ chiều rộng móng trụ thì đối với mỗi cọc (cột) chiều rộng B lấy bằng 2 lần bề rộng của nó.

*Chú thích:*

1. Không tính ảnh hưởng của độ nghiêng mặt phía sau móng khi xác định định lực E.
2. Không tính ma sát giữa đất nền và mặt phía sau móng.
3. Áp lực nằm ngang của đất lên trụ từ phía nhịp cho phép tính dưới dạng áp lực chủ động, nếu trong đồ án công trình và khi xây dựng có dự kiến những biện pháp bảo đảm ổn định đất đó trong điều kiện sử dụng.
4. Khi chiều sâu đặt đáy móng không quá 3m, cho phép lấy trị số  $\gamma_H$  và  $\varphi_H$  trên toàn chiều cao H như đối với đất thấm nước của nền đắp.
5. Đối với cọc đóng vào nền đắp đất trước (bằng phương pháp sỏi nước) thì không tính áp lực nằm ngang của đất đắp.

**2. Khi độ sâu đáy móng lớn hơn 3 m**, thì dùng công thức sau đây để tính áp lực nằm ngang tiêu chuẩn (tính bằng tấn) do trọng lượng bản thân đất dưới mặt đất thiên nhiên đối với mỗi tầng đất gây ra



Hình 2

$$E = \frac{1}{2} \gamma h (h + 2H') B \mu$$

Trong đó:  $e = \frac{h}{3} \cdot \frac{h + 3H'}{h + 2H'}$

Trong đó: - h – Chiều dày tầng đất bên trên mặt cắt tính toán, tính bằng m

H' – Chiều dày tính đối theo dung trọng đất đắp của tất cả các tầng đất nằm trên mặt tầng kiểm toán, xác định theo công thức:

$$H' = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \dots + \gamma_n h_n}{\gamma_n}$$

Trong đó:  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$  - Dung trọng của các tầng đất phía trên tính bằng t/m<sup>3</sup>.

$h_1, h_2, \dots, h_n$  – Chiều dày tương ứng của các tầng đất ấy tính bằng m.

*Chú thích:*

1. Dung trọng của đất nền  $\gamma$  và trị số góc  $\varphi$  đối với mọi tầng đất tính theo chương VII.
2. Trị số  $h_1, h_2, \dots, h_n$  (xem hình 2) xác định bằng các khoan hoặc đào hố.
3. Đối với móng sâu (cọc, cột ống, giếng chìm và giếng chìm hơi ép) trị số áp lực nằm ngang dưới mặt đất thiên nhiên sẽ tính theo chỉ dẫn kỹ thuật riêng.

## PHỤ LỤC 6

### Chỉ dẫn tính toán công

(Cho điều 5.2.3 và 5.3.6)

**1. Để xác định áp lực thẳng đứng** tiêu chuẩn lên ống cống do trọng lượng bản thân đất đắp, hệ số không thứ nguyên C tính theo công thức:

$$C = 1 + A \mu \operatorname{tg} \varphi_H.$$

Trong đó:  $\mu$  và  $\varphi_H$  - Lấy theo điều 2.7.

$$A = \frac{Sh}{H} \left( 2 - \frac{SDh}{H^2} \right) - \text{hệ số; khi } \frac{Sh}{H} \geq \frac{H}{D} \text{ lấy } A = \frac{H}{D}$$

H – Chiều cao đất đắp từ mặt cắt đang xét (đối với cống tròn, tính từ đỉnh cống) tới đáy tà vẹt hoặc tới đỉnh tầng phủ mặt đường.

h- Khoảng cách từ đáy móng tới đỉnh cống.

D – Chiều rộng bên ngoài của cống.

S – Hệ số, lấy phụ thuộc vào đặc trưng của nền đất.

<b>Đặc trưng của nền đất.</b>	S
Nền rất cứng (đá, móng cọc)	15
Nền chặt (cát, trù cát xốp, sét pha cát và sét cứng dẻo mềm).	10
Nền mềm yếu (cát sốp, sét cát và sét dẻo mềm)	5

*Chú thích:*

1. Khi thiết kế định hình cong trên đất, lấy hệ số  $S = 10$ . Không cho phép đặt ống cống chế tạo theo thiết kế định hình

2. Để đảm bảo chất lượng đầm nén đất đắp nền đường ô tô, bằng cách đầm nén kỹ từng lớp một, có kiểm tra hệ số đầm nén, và nếu trị số hệ số này không nhỏ hơn 0,95 thì cho phép giảm hệ số C 30% khi tính áp lực thẳng đứng của đất lên cống do trọng lượng bản thân. Chất lượng thi công đầm nén nền đắp trong trường hợp này phải ghi vào biên bản riêng với sự tham gia của đại diện phòng thí nghiệm đất ở hiện trường.

**2. Ống cống hình chữ nhật** tính như một khung kín, với kiểm toán vách cống theo sơ đồ khung có thanh chống ngầm cứng.

Cho phép tính toán các đốt cống tròn theo mômen uốn (không tính lực pháp tuyến và cắt) theo công thức:  $M = \gamma r^2 \cdot (p+q) (1 - \mu)$

Trong đó: p và q – Áp lực thẳng đứng do tĩnh tải và hoạt tải gây ra, xác định theo điều 5.2.3 và 5.3.6;

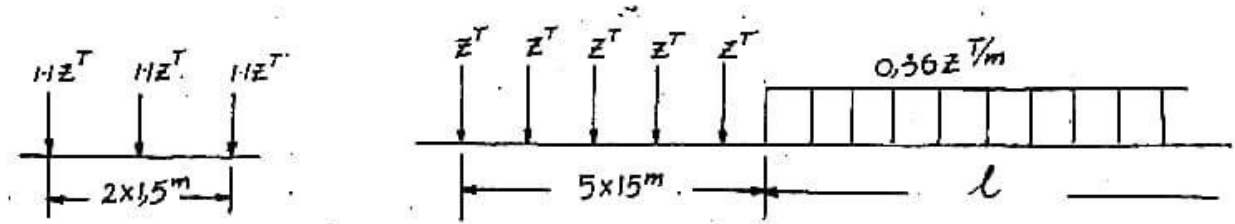
r – Bán kính trung bình của đốt cống tròn, tính bằng m;

$\gamma \geq 0,2$  – Hệ số phụ thuộc vào điều kiện kê ống cống. Tính toán cấu kiện cống về độ chịu mỏi không cần thiết.

**PHỤ LỤC 7**  
**Hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn của đoạn xe lửa**  
**Quy tắc đặt tải trọng trên đường xe lửa**

(Cho điều 5.3.1)

1. Sơ đồ hoạt tải tiêu chuẩn T – Z của đường sắt khổ 1435mm theo hình vẽ sau:



2. Tải trọng rải đều tương đương tính đối theo hoạt tải T – 10 ghi theo bảng 1. Tải trọng rải đều tính đối tìm được bằng cách đặt tải trọng T -10 trên đường ảnh hưởng có dạng tam giác sao cho gây được nội lực lớn nhất trong cấu kiện.

Cách đặt tải trọng như sau:

a) Có thể lấy một phần tải trọng bất kỳ trong sơ đồ tính toán của hoạt tải tiêu chuẩn, nhưng phải lấy liên tục và không được thay đổi vị trí tương đối các thành phần lực.

Dùng loại hoạt tải đặc biệt: So sánh hai trường hợp trên và lấy trường hợp bất lợi nhất.

Bảng 1

**TẢI TRỌNG RẢI ĐỀU TƯƠNG ĐƯƠNG CỦA HOẠT TẢI THẲNG ĐỨNG**  
**T – 10 T/m TRÊN MỖI TUYẾN**

Chiều dài đặt tải trọng	Vị trí trung độ lớn nhất của đường ảnh hưởng					
	Ở đầu K <sub>0</sub>	K <sub>0,1</sub>	K <sub>0,2</sub>	K <sub>0,3</sub>	K <sub>0,4</sub>	K <sub>0,5</sub>
1	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
2	13,75	12,83	11,69	11,00	11,00	11,00
3	11,00	10,59	10,08	9,43	8,56	8,25
4	10,31	9,663	8,77	8,05	7,91	8,25
5	9,24	8,80	8,25	7,54	7,70	7,92
6	8,33	7,94	7,56	7,07	7,18	7,33
7	8,16	7,48	6,90	6,98	6,85	6,94
8	7,83	7,29	6,64	6,92	6,64	6,88

9	7,51	7,01	6,56	6,71	6,48	6,67
10	7,23	6,76	6,43	6,48	6,19	6,42
12	6,76	6,34	6,13	6,06	6,09	5,83
14	6,39	5,97	5,85	5,70	5,70	5,58
16	6,24	5,69	5,60	5,48	5,39	5,44
18	5,85	5,46	5,38	5,27	5,13	5,01
20	5,66	5,27	5,19	5,09	4,97	4,81
25	5,28	4,94	4,83	4,70	4,58	4,39
30	5,03	4,74	4,59	4,47	4,32	4,14
35	4,83	4,57	4,47	4,27	4,11	4,00
40	4,69	4,44	4,28	4,13	3,98	3,91
45	4,57	4,33	4,18	4,01	3,90	3,84
50	4,48	4,23	4,09	3,93	3,84	3,80
60	4,34	4,11	3,94	3,83	3,77	3,74
70	4,24	4,03	3,85	3,77	3,72	3,70
80	3,16	3,94	3,78	3,73	3,70	3,68
90	4,10	3,89	3,75	3,70	3,68	3,66
100	4,05	3,84	3,72	3,68	3,66	3,65
110	4,01	3,80	3,70	3,67	3,65	3,64
120	3,98	3,78	3,69	3,66	3,64	3,63
140	3,92	3,72	3,66	3,64	3,63	3,62
160	3,88	3,70	3,65	3,63	3,62	3,61
180	3,85	3,68	3,64	3,63	3,62	3,61
200	3,83	3,66	3,63	3,62	3,62	3,61

*Chú thích:*

1. Trị số giữa 2 số trong bảng tính theo phép nội suy.
2. Khi độ dày tầng độn trên cầu  $h \leq 1$  mét phân bố tải trọng chỉ tính theo chiều ngang.
3. Khi độ dày tầng độn trên cầu  $h > 1$  mét kể cả tầng độn trên đỉnh vòm) tải trọng rải đều tương đương được tính theo bảng 1, nhưng với mỗi tuyến đường không được lớn hơn  $7,5T/m$ .

### 3. Quy tắc đặt hoạt tải thẳng đứng rải đều tương đương trên đường ảnh hưởng.

Phương pháp đặt hoạt tải thẳng đứng trên đường ảnh hưởng có thể tiến hành theo các quy tắc sau:

1. Với đường ảnh hưởng một dấu và những đoạn riêng biệt của đường ảnh hưởng đổi dấu có dạng hình tam giác, đường cong lõm là đường cong hai chiều trừ điều 6 của quy tắc này ra hoạt tải rải đều tương đương được tính theo chiều dài đặt tải  $\lambda$  và vị trí tung độ lớn nhất trên đường ảnh hưởng  $\alpha$  (xem bảng 1).

2. Với đường ảnh hưởng một dấu và những đoạn riêng biệt của đường ảnh hưởng đổi dấu có dạng đường cong lõm có đỉnh rất rõ ràng, trừ điểm 6 của quy tắc này ra, hoạt tải rải đều tương đương sau khi tìm được theo chiều dài đặt tải  $\lambda$  và vị trí tung độ lớn nhất  $\alpha$  phải được tăng thêm  $E(\gamma - 1)\%$ .

$$\text{ở đây hệ số } E = \frac{1500}{3 + \lambda} - \frac{1500}{30 + \lambda^2}$$

$\lambda$  - Chiều dài đặt tải trên đường ảnh hưởng (m)

$\gamma$  - Hệ số sai lệch bằng tỷ số của diện tích đường ảnh hưởng tam giác có chiều cao là tung độ lớn nhất và chiều dài bằng chiều dài đường ảnh hưởng kiểm toán với diện tích đường ảnh hưởng kiểm toán.

3. Với đường ảnh hưởng một dấu và những đoạn riêng biệt của đường ảnh hưởng đổi dấu có dạng đường cong lõm 4 cạnh, hoạt tải rải đều tương đương được tính theo chiều dài đặt tải trên đường ảnh hưởng và vị trí tung độ lớn nhất hoặc vị trí đỉnh của hình tam giác cơ bản do kéo dài hai cạnh bên, lấy vị trí ở gần đầu đường ảnh hưởng hơn.

**4. Với đường ảnh hưởng một dấu và những đoạn riêng biệt của đường ảnh hưởng đổi dấu có dạng hình 4 cạnh lõm phải đặt tải theo các cách sau đây:**

- *Trường hợp 1:* Đặt tải bằng hoạt tải rải đều tương đương tính được theo chiều dài đặt tải trên đường ảnh hưởng và đỉnh của hình tam giác cơ bản hoặc vị trí tung độ lớn nhất.

- *Trường hợp 2:* Trên đoạn từ đầu đường ảnh hưởng tới góc lõm gồm cả tung độ lớn nhất thì đặt tải bằng hoạt tải rải đều tính đổi, theo chiều dài đặt tải trọng của đoạn đó và vị trí đỉnh; còn đoạn đường ảnh hưởng còn lại cho phép đặt tải trọng rải đều  $0,36Z$  T/m.

Lấy kết quả lớn nhất của một trong hai trường hợp trên làm trị số tính toán.

**5. Với đường ảnh hưởng một dấu và những đoạn riêng biệt của đường ảnh hưởng đổi dấu có dạng hình răng cưa, thì hoạt tải rải đều tương đương được tính theo chiều dài đặt tải trên đường ảnh hưởng và vị trí tung độ lớn nhất.**

**6. Với đường ảnh hưởng một dấu và những đoạn riêng biệt của đường ảnh hưởng đổi dấu có dạng bất kỳ, khi chiều dài đặt tải nhỏ hơn 3 mét và  $\alpha = 0,5$  hoặc khi  $\lambda$  nhỏ hơn 1,5m,  $\alpha = 0$  hoạt tải rải đều tương đương được tính theo hoạt tải tập trung  $1,1 Z(T)$ .**

**7. Với đường ảnh hưởng cùng dấu** trên hai đoạn hay nhiều đoạn kề sát nhau, được tính theo hai trường hợp đặt tải sau:

- *Trường hợp 1:* Tìm hoạt tải rải đều tương đương trên toàn bộ đường ảnh hưởng theo chiều dài đặt tải và vị trí tung độ lớn nhất.

- *Trường hợp 2:* Lấy một đoạn trong đó bất kỳ vị trí của các đoạn khác ra sao, hoạt tải rải đều tương đương được tính theo phương pháp từ mục 1 tới mục 6 của bảng quy tắc này còn các đoạn khác đều dùng hoạt tải rải đều  $0,36Z$  T/m.

Lấy kết quả lớn nhất của một trong hai trường hợp trên làm trị số tính toán.

**8. Với đường ảnh hưởng nhiều dấu** có một hoặc hai đoạn khác dấu ngăn cách ra, phải dùng hai loại đặt tải khác nhau:

Nếu toàn bộ chiều dài đường ảnh hưởng nhỏ hơn 50m thì trên các đoạn cùng dấu được dùng trị số lớn nhất để đặt tải cùng một lúc.

- Nếu toàn bộ chiều dài đường ảnh hưởng lớn hơn 50m thì phải chia làm hai lần đặt tải. Lần đặt tải thứ nhất dùng hoạt tải rải đều được tính theo toàn bộ chiều dài đường ảnh hưởng của đoạn đặt tải và vị trí tung độ lớn nhất của đoạn đó. Lần đặt tải thứ 2 dùng hoạt tải rải đều được tính theo mục 1 tới mục 6 của bản quy tắc này. Còn các đoạn có cùng dấu khác đều đặt tải trọng rải đều  $0,36 Z$  T/m.

*Chú thích:* Trường hợp đặt tải theo hai cách trên với các đoạn của các đường ảnh hưởng khác dấu có chiều dài lớn hơn 15m phải bố trí hoạt tải rải đều 1 T/m (bất kỳ cấp hoạt tải là bao nhiêu) nếu ngắn hơn 15 mét thì không cần đặt tải.

**9. Đặt tải trọng cùng một lúc trên hai hoặc nhiều đường** ảnh hưởng để tìm tác dụng chung của chúng, hoạt tải rải đều tương đương và chiều dài đặt tải phải, tính với từng đường ảnh hưởng và lấy số tìm được dùng cho những đường ảnh hưởng khác, trị số tính toán lấy số gây tác động chung lớn nhất.

*Chú thích:* Hệ số  $E (\gamma - 1)\%$  chỉ thích hợp với dạng đường ảnh hưởng ghi trong mục 2.

**10. Khi đồng thời đặt tải lên nhịp**, mố trụ, lãng thể phá hoại, hoạt tải trên mố trụ và lãng thể phá hoại tính theo mục 6.

Chiều dài đặt tải trên lãng thể phá hoại lấy bằng  $1/2$  chiều cao từ đáy tà vẹt tới mặt cắt tính toán của mố trụ.

Để tính toán mố cầu kiểu dầm giản đơn, dùng theo bảng 2.

**ĐẶT TẢI TRỌNG ĐỂ TÍNH MỐ**

Tổng chiều dài của nhịp, mố (phía trên) và lăng thể phá hoại	Tải trọng hoặc trọng lượng tải trọng tính bằng T/m		
	Ở nhịp	Trên mố	Trên lăng thể phá hoại
Dưới 80m	K	0*	K
80m trở lên	K (hay 0,36Z)		0,36Z (hay K)

*Chú thích:* K – Tải trọng rải đều tương đương.

Z – Tải trọng trực.

0\* - Chiều dài phía trên của mố lớn hơn 1,5m dùng tải trọng rải đều 1T/m.

**11. Khi đặt tải trọng** trên kết cấu nhịp đặt trong đường cong, trị số tải trọng lấy với hệ số phản ánh ảnh hưởng của sự dịch chuyển tim tuyến và bằng  $1 \pm \frac{2c}{a}$  và tính theo hai trường hợp:

a) Xét lực ly tâm và hệ số động lực cho hoạt tải thẳng đứng nhưng không xét tới yếu tố lực do tôn cao ray phía lưng.

b) Không xét tới lực ly tâm và hệ số động lực nhưng xét tới yếu tố lực sinh ra do tôn cao ray phía lưng.

Ở đây: c là độ dịch chuyển của tim tuyến so với tim kết cấu nhịp.

a: Khoảng cách giữa các đàn (hay dầm).

**12. Với những cầu kiểu dầm** có nhiều tuyến đường thì giả thiết tải trọng trên các tuyến đường đó (khi không có tải trọng đầu hẫng) như nhau và tính theo 5.3.2.

**13. Khi tính toán theo độ chịu mỗi**, xác định các ứng lực (ứng suất) cực đại và cực tiểu trên đường ảnh hưởng bằng cách dùng đặt tải bất lợi nhất trong số các cách đặt tải tiến hành lần lượt trên các đoạn của đường ảnh hưởng riêng từ phải sang trái rồi từ trái sang phải.



## PHỤ LỤC 8

### Áp lực nằm ngang của đất lên mố cầu do hoạt tải thẳng đứng

(Cho điều 5.3.5)

Khi xác định áp lực nằm ngang tiêu chuẩn của đất lên mố cầu do hoạt tải thẳng đứng trên lăng thể phá hoại cần xét tới các chỉ tiêu sau:

#### Do đoàn tàu đường sắt:

Áp lực nằm ngang xác định theo công thức:

a) Đối với mố đường đơn, khi tải trọng đối xứng (đối với tim mố) theo hình a.

$$E = E^I + E^{II} = 2,5q\mu H_1 + q\mu b(\alpha H - \alpha_1 H_1) \quad (1)$$

b) Đối với mố nhiều đường khi tải trọng không đối xứng (đối với tim mố) theo hình b:

$$E = E^I + E^{II} + E^{III} + E^{IV} =$$

$$1,25q\mu H_1 + 0,5q\mu b(\alpha H - \alpha_1 H_1) + 1,25q\mu H'_1 + 0,5q\mu b(\alpha H - \alpha_1 H'_1)$$

Nếu  $H'_1 = H$  thì lấy  $\alpha'_1 = \alpha$

Cánh tay đòn lực  $E^I, E^{II}, E^{III}, E^{IV}$  kể tới mặt cắt tính toán xác định theo công thức:

$$e^I = H - \frac{H_1}{2}$$

$$e^{II} = \frac{H^2 \alpha \xi - H_1 \alpha_1 (H_1 \xi_1 + H - H_1)}{H\alpha - H_1 \alpha_1}$$

$$e^{III} = H - \frac{E'_1}{2}$$

$$e^{IV} = \frac{H^2 \alpha \xi^2 - H_1 \alpha'_1 (H_1 \xi'_1 + H - H'_1)}{H\alpha - H'_1 \alpha'_1}$$

Ở đây  $q$ : Cường độ hoạt tải thẳng đứng lấy bằng  $0,23 Z$  ( $T/m^2$ )

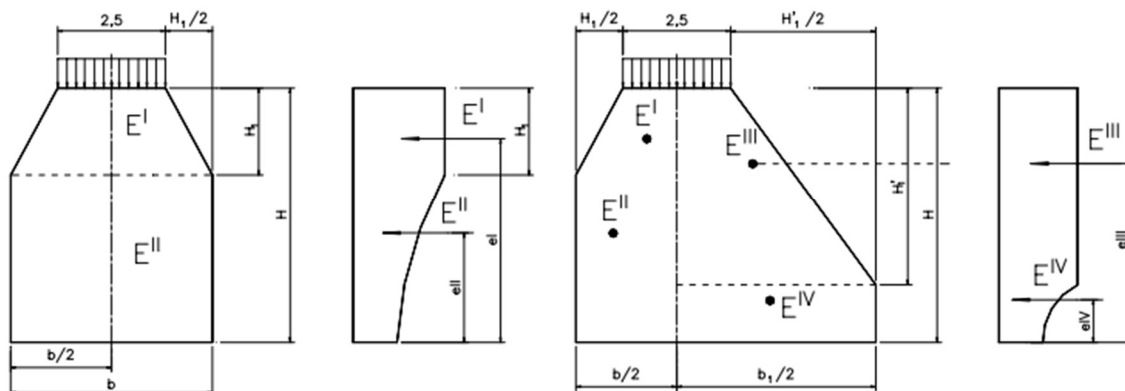
$H_1; H'_1$ : Các chiều cao tính bằng mét mà trong phạm vi các chiều cao đó diện tích áp lực có bề rộng thay đổi.

b- Chiều rộng mố đường đơn hoặc hai lần khoảng cách nhỏ nhất từ trục thẳng đứng của tải trọng đến cạnh biên gần nhất của mố khi đặt tải trọng không đối xứng, tính bằng mét.

$b_1 = 1,25 + \frac{H'_1}{2}$  nhưng không lớn hơn hai lần cự ly lớn nhất từ trục thẳng đứng của tải trọng tới cạnh bên của mố khi đặt tải không đối xứng, tính bằng mét.

$$\mu = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_H}{2} \right)$$

$\varphi_H$  góc ma sát trong của đất thấm nền đắp xác định theo chương VII.



Hình 1

Trị số các hệ số  $\alpha, \alpha_1, \alpha'_1$  và  $\xi, \xi_1, \xi'_1$  phụ thuộc vào trị số  $H, H_1$  và  $H'_1$  với góc phân bố áp lực  $\arctg 1/2$  và chiều dài tà vẹt 2,5m lấy theo bảng 1.

Bảng 1

### TRỊ SỐ CÁC HỆ SỐ $\alpha$ VÀ $\xi$

$H, H_1$ và $H'_1$	$\alpha, \alpha_1$ và $\alpha'_1$	$\xi, \xi_1$ và $\xi'_1$	$H, H_1$ và $H'_1$	$\alpha, \alpha_1$ và $\alpha'_1$	$\xi, \xi_1$ và $\xi'_1$
1	0,84	0,53	16	0,31	0,66
2	0,73	0,55	17	0,30	0,66
3	0,66	0,56	18	0,29	0,66
4	0,60	0,58	19	0,28	0,67
5	0,55	0,59	20	0,27	0,67
6	0,51	0,60	21	0,27	0,67
7	0,48	0,61	22	0,26	0,68
8	0,45	0,62	23	0,25	0,68
9	0,42	0,62	24	0,25	0,68
10	0,40	0,63	25	0,24	0,68
11	0,38	0,63	26	0,23	0,69
12	0,37	0,64	27	0,23	0,69
13	0,35	0,64	28	0,22	0,69

14	0,34	0,65	29	0,22	0,69
15	0,32	0,65	30	0,21	0,69

*Chú thích:* 1. Nếu trên mô mặt một số đường thì tổng áp lực lên mô do hoạt tải tính như tổng các áp lực đã tính được theo công thức (2) đối với từng đường riêng biệt, ứng với trị số  $b$ ,  $b_1$ ,  $H$ ,  $H_1$  và  $H'_1$

2. Trị số  $\alpha$  và  $\xi$  tương ứng với  $H$

“ $\alpha_1$  và  $\xi_1$            ”            $H_1$

“ $\alpha'_1$  và  $\xi'_1$            ”            $H'_1$

## PHỤ LỤC 9

### Trị số tính toán các hệ số ứng suất tập trung có hiệu $\beta$

(Cho điều 6.2.3)

Số thứ tự	Mặt cắt tính toán	Hệ số $\beta$ đối với	
		Thép các bon	Thép hợp kim thấp
1	2	3	4
	<i>Cho kim loại cơ bản</i>		
1	Kim loại cơ bản không gia công mặt cán, có mép được gia công cơ khí hay cán bằng máy ở những mặt cắt ngoài đỉnh tán, bu lông và mạch hàn	1,0	1,0
2	Như trên, nhưng cắt mép bằng hơi:		
	a) dùng máy	1,1	1,2
	b) thủ công.	1,4	1,8
3	Kim loại cơ bản trong các mặt cắt		
	a) Qua đỉnh tán hay bu-lông liên kết, cũng như qua các lỗ để trống	1,3	1,5
	b) Qua đỉnh tán hay bu-lông liên kết của thanh mà phần thép dày trực tiếp của mặt cắt không nhỏ hơn 80%, ở đó số lượng đỉnh tán hay bu-lông nhỏ hơn 60%	1,6	1,9

	c) Qua đỉnh tán hay bu-lông liên kết một mặt của thanh có hai bản bụng và phần thép dầy trực tiếp của mặt cắt không nhỏ hơn 60%.	2,0	2,4
	d) Qua đỉnh tán hay bu-lông liên kết một mặt của thanh có một bản bụng, cũng như hai thanh có bản bụng mà phần thép không được dầy trực tiếp của mặt cắt lớn hơn 40% toàn bộ diện tích chịu lực.	2,6	3,1
	e) Qua hàng đỉnh tán hay bu-lông đầu tiên dùng để gắn bản nút vào các bộ phận liên tục (không nối tại nút) của dầm đặc và dàn hoa, cũng như tại chỗ cắt bản thép cánh của dầm chịu uốn	1,6	1,9
	f. Như trên, nhưng dùng bu-lông cường độ cao.	1,2	1,4
	g) Qua bu-lông cường độ cao liên kết của thành đã nêu trong điều 3b	1,2	1,4
	h) Qua bu-lông cường độ cao liên kết một mặt của thanh có hai bản bụng mà phần thép dầy trực tiếp của mặt cắt không vượt quá 60%	1,3	1,5
	i) Qua bu-lông cường độ cao liên kết một mặt của thanh có một bản bụng, đã nêu ở điểm 3,d	1,4	1,7
4	Kim loại cơ bản ở chỗ chuyển tiếp tới mạch hàn nối có phần hàn đắp tăng cường không tinh chế, vượt đều theo tiêu chuẩn.	1,4	1,8
5	Kim loại cơ bản ở khu vực chuyển tiếp tới mạch hàn nối gia công bằng máy mài mòn hay máy phay đặc biệt.		
	a) Khi nối các bản thép có cùng bề rộng		
	b) Khi nối các bản thép có bề rộng khác nhau.		
	c) Khi nối các bản thép có bề dày khác nhau.		
6	Kim loại cơ bản ở chỗ chuyển tiếp sang mạch hàn góc ngang (chính diện) trong các mối nối chồng chịu lực:		
	a) Không gia công cơ khí khi tỷ số các cạnh góc vuông của mạch hàn b: $a \geq 2$ (cạnh lớn nằm dọc theo hướng nội lực)	2,3	3,2
	b) Như trên, nhưng tỷ số các cạnh b: $a=1,5$	2,7	3,7
	c) Khi gia công cơ khí và tỷ số các cạnh mạch hàn là $b:a \geq 2$	1,2	1,4

	d) Như trên, nhưng tỷ số các cạnh mạch hàn là $b:a = 1,5$	1,5	1,9
7	Kim loại cơ bản của liên kết dùng mạch hàn bên sườn chịu cắt dưới tác dụng của lực dọc trục, tại những chỗ chuyển tiếp từ cấu kiện tới các đầu mút của mạch hàn bên sườn bất kể là có gia công cơ khí hay không.	3,4	4,0
8	Kim loại cơ bản ở gần bản ngăn và nẹp tăng cường liên kết với cánh dầm chịu kéo và thành chịu kéo của giàn hoa bằng các mạch hàn góc:		
	a) Không gia công cơ khí mạch hàn, nhưng vuốt đều từ mạch hàn tới kim loại cơ bản:	1,6	2,2
	Khi hàn tay	1,3	1,5
	Khi hàn bán tự động	1,0	1,1
	b) Như trên, nhưng mạch hàn được gia công cơ khí Mặt cắt ngang các cấu kiện hàn ghép.		
9	Mặt cắt của các cấu kiện hàn ghép, bằng các bản thép có mạch hàn dọc liên tục theo phương pháp hàn tự động (ở xa bản ngăn và nẹp tăng cường) khi chịu tác dụng của nội lực theo tim mạch hàn.	1,0	1,0
	Cho kim loại cơ bản ở những chỗ chuyển tiếp tới các bộ phận kết cấu sau:		
10	Các bản nút hình chữ nhật hay hình thang hàn với các cấu kiện bằng cách hàn nối đầu hay nối chữ T không gia công cơ khí chỗ vuốt từ bản nút tới các cấu kiện.	2,5	3,5
11	Các bản nút hàn nối vào cánh dầm và thanh má của giàn, chỗ chuyển tiếp từ bản nút tới cánh dầm được gia công cơ khí và vuốt cong điều hòa: hàn thấu suốt bề dày bản nút.	1,2	1,4
12	Bản nút hàn nối theo hình chữ T vào bản bụng và cánh dầm, hay các thanh của giàn khi chỗ vuốt cong điều hòa từ bản nút tới các thanh được gia công cơ khí; hàn thấu suốt bề dày bản nút.	1,2	1,4
13	Bản nút hình chữ nhật và hình thang hàn chồng lên cánh dầm và hàn theo chu vi đoạn nối chồng; không gia công cơ khí khu vực ứng suất tập trung.	2,5	3,5
14	Bản nút hình thang, hàn theo hai mạch hàn bên sườn và hai mạch hàn xiên (với tỷ số cạnh góc vuông của mạch hàn bên sườn là 1: 1 và của mạch hàn xiên	1,6	2,2

	1:2) khi gia công cơ khí mạch hàn ở đầu các bản nút.		
15	Cắt toàn bộ cánh của mặt cắt chữ I với điều kiện: Giảm dần theo bề rộng và bề dày của cánh tới chỗ cắt, hàn thấu suốt toàn bộ bản bụng ở đoạn đầu của cánh dầm và gia công cơ khí ở chỗ chuyển tiếp từ cánh tới bản bụng.	1,3	1,6
16	Cắt một bản thép của cánh (trong tập bản thép gồm từ hai bản thép trở lên) dầm đặc hàn nối trong những trường hợp sau:		
	a) Giảm theo bề dày của thép (khi bề rộng không thay đổi) tới chỗ cắt theo một độ nghiêng 1:8 nhưng không gia công cơ khí mạch hàn ngang (chính diện)	2,3	3,2
	b) Như trên, nhưng vừa giảm theo bề dày vừa theo bề rộng của bản thép tới chỗ cắt, với độ nghiêng theo bề dày là 1: 8 theo bề rộng là 1: 4 nhưng không gia công cơ khí mạch hàn ngang (chính diện)	1,7	2,4
	c) Như điểm b, nhưng với mạch hàn xiên (không có mạch hàn chính diện) và gia công cơ khí đầu mút của mạch hàn xiên để đảm bảo vuốt đều tại chỗ cắt của bản cắt.	1,2	1,4
17	Bản thép dầy bù hao phần mặt cắt bị giảm yếu, khi bề rộng của bản bù hao giảm theo độ nghiêng 1: 1 đối xứng với tim bản:		
	a) Không gia công cơ khí đầu mút của mạch hàn xiên.	2,3	3,2
	b) Gia công cơ khí mạch hàn xiên	1,2	1,4
	Cho kim loại của liên kết		
18	Đinh tán và bu-lông thường (khi chúng chịu cắt và ép mặt)		
19	Bu-lông cường độ cao.	1,0	1,0
20	Mạch hàn nối (theo tim mạch hàn) hàn thấu suốt tới chân mạch hàn:		
	a) Khi hàn tự động (hoặc hàn tay) và kiểm tra bằng quang tuyến X.	1,0	1,0
	b) Khi hàn tay, không kiểm tra bằng quang tuyến X	1,2	1,4
	Các mạch hàn góc		

	a) Mạch hàn ngang (chính diện) theo mặt cắt tính toán của mạch hàn:		
	Khi hàn tay	2,3	3,2
	Khi hàn tự động.	1,7	2,4
	b) Các mạch hàn dọc (bên sườn) chịu cắt do tác dụng của lực dọc trục gây ra tại liên kết, khi kiểm tra ứng suất cắt theo mặt cắt tính toán dọc qua các mạch hàn	3,4	4,4

*Chú thích:* 1. Các giá trị của hệ số  $\beta$  nêu trên chỉ đúng với kết cấu được chế tạo phù hợp quy phạm kỹ thuật sản xuất hiện hành.

2. Các hệ số  $\beta$  nêu trong điểm 3, dùng cho các mặt cắt có hiệu quả của kết cấu.

3. Các hệ số  $\beta$  dùng cho bu-lông cũng dùng cho liên kết có bu-lông nửa tính chế.

4. Các trị số hệ số  $\beta$  dùng cho liên kết hàn khi lắp ráp, trong kết cấu nhịp cầu hàn ghép toàn bộ, phải theo các chỉ dẫn riêng.

5. Thanh có hai bản bụng là thanh được liên kết theo hai mặt phẳng và hai nhánh của thanh được liên kết cùng với nhau.

## PHỤ LỤC 10

### So sánh tính toán các cấu kiện của kết cấu thép về độ bền và độ chịu mỏi

(Cho điều 6.5.3)

Số thứ tự	Các yếu tố so sánh	Tính toán về	
		Độ bền	Độ chịu mỏi
1	Các cấu kiện phải tính toán của kết cấu	Tất cả các cấu kiện	Chỉ những cấu kiện nào chịu tác dụng hoạt tải thẳng đứng do đoàn tàu đường sắt và đoàn ô tô gây ra
2	Tổ hợp tải trọng	Tất cả các tổ hợp	Chỉ tính cho tổ hợp chính.
3	Hoạt tải thẳng đứng		Đối với đường sắt – theo điểm “d” điều 2.12.

4	Đặt hoạt tải thẳng đứng cho:	Tải trọng tiêu chuẩn các loại	Đối với ô tô - chỉ tính tải trọng đoàn xe tiêu chuẩn
	Cầu đường sắt	Theo điểm 3 của phụ lục B như nhau	
	Cầu ô-tô và cầu thành phố		
5	Hệ số động lực theo điều 2.22	Tính theo trị số tiêu chuẩn	Tính giảm trị số (đối với cầu đường sắt)
6	Hệ số vượt tải		
7	Hệ số chịu mỗi	Có tính	Không tính
8	Các công thức tính toán	Không tính	Lấy theo điều 3.4
9	Hệ số $m_2$ khi tính ứng suất phụ trong các thanh giằng	Theo điều 3.36	Theo điều 3.38
	a) Gây ra do độ cứng của nút	$m_2 = 1,2$	$m_2 = 1,2$ hoặc $1,0$ (theo điều 3.9)
	b) Do uốn của thanh giằng	$m_2 = 1,2$	$m_2 = 1,0$ (theo điều 3.19)
	c) Do uốn của dầm ngang trong mặt phẳng thẳng đứng	$m_2 = 1,2$	$m_2 = 1,2$ hay $1,0$ (theo điều 3.22)

## PHỤ LỤC 11

### Chỉ dẫn tính toán ổn định cục bộ của bản bụng dầm thép đặc và dầm liên hợp

(Cho điều 6.5.7)

#### Những số liệu cơ bản.

**1. Chỉ dẫn này dùng để tính toán** ổn định cục bộ cho một khoang bản bụng của dầm đặc chịu uốn, coi như một bản mỏng nằm đàn hồi tại các cánh dầm và kê tự do lên các nẹp tăng cường độ cứng theo bề rộng và bề dài.

**2. Khi tính toán độ ổn định cục bộ** của bản bụng, dùng những kích thước tính toán sau:

a – Chiều dài của bản mỏng, lấy bằng khoảng cách giữa các tim nẹp tăng cường theo bề rộng.



$h$  - Chiều cao của bản mỏng, lấy bằng toàn bộ chiều cao bản bụng đối với kết cấu hàn nối, và lấy bằng khoảng cách giữa hai hàng đỉnh tán gần nhất trên các thép góc cạnh đối với kết cấu tán nối.

$h_1$  - Chiều cao của bản mỏng nằm phía gần cánh dầm chịu nén, lấy bằng khoảng cách từ tim của nẹp tăng cường theo bề dài đến mép của bản bụng (đối với kết cấu hàn) hoặc đến hàng đỉnh tán gần nhất của thép góc cạnh (đối với kết cấu tán nối).

$h_2$  - Chiều cao của bản mỏng nằm phía gần cánh dầm chịu nén, lấy bằng khoảng cách từ tim của nẹp tăng cường theo chiều dài đến mép bản bụng (đối với kết cấu hàn) hoặc đến hàng đỉnh tán gần nhất của thép góc cạnh (đối với kết cấu tán nối).

$\delta$  - Bề dày của bản mỏng.

**3. Khi tính ổn định cục bộ** của bản bụng, phải xét tới các thành phần trạng thái ứng suất  $\sigma$ ,  $\tau$  và  $p$ , do tải trọng tính toán gây ra trên mặt cắt nguyên:

$\sigma$  : Ứng suất nén pháp tuyến ở mép ngoài của bản mỏng được xác định theo trị số trung bình của mô men uốn trong phạm vi khoang tính toán, nếu chiều dài khoang không vượt quá chiều cao; trong trường hợp chiều dài vượt quá chiều cao thì lấy trị số trung bình của mô men trong đoạn có ứng suất lớn nhất và có chiều dài bằng chiều cao của khoang.

$\tau$  - ứng suất tiếp tuyến trung bình trong bản mỏng, được xác định theo trị số trung bình của lực cắt trong phạm vi của khoang và lấy bằng  $2/3$  trị số ứng suất tiếp tuyến cực đại khi không có nẹp tăng cường theo bề dài; trong trường hợp có nẹp tăng cường theo bề dài, thì lấy bằng trị số trung bình cộng của ứng suất tiếp tuyến tại mép trên và mép dưới của khoang bản bụng cần kiểm toán ổn định.

$p$  - Ứng suất nén cục bộ thẳng đứng trên mép bản bụng, được xác định như sau:

a) Dưới tác dụng của hoạt tải, thì theo chỉ dẫn của phụ lục 9 và 10.

b) Dưới tác dụng của áp lực tập trung do bánh xe chạy trên đường thì xét tới chiều dài phân bố tải trọng  $\lambda$

Nếu áp lực của bánh xe chuyển trực tiếp qua cánh dầm hoặc chuyển qua cả cánh dầm và ray:

$$\text{Trong đó: } \lambda = C \sqrt[3]{\frac{I}{\delta}}$$

$C$  – Hệ số lấy bằng 3,25 đối với dầm hàn nối và 3,75 đối với dầm tán nối.

$I$  – Mômen quán tính tổng cộng của cánh dầm và ray.

Nếu áp lực của bánh xe chuyển qua tà vẹt gỗ và ray thì lấy  $\lambda = 2H$ , nhưng không được lớn hơn khoảng cách giữa các bánh xe, trong đó  $H$  là khoảng cách từ mép của bánh xe đến mép bản bụng.

### Các cấu kiện chịu uốn.

**4. Tính toán ổn định cục bộ** bản bụng của dầm đặc chịu uốn, chỉ có các nẹp tăng cường theo bề rộng, tiến hành theo công thức sau:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_0} + \frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^2} \leq m \quad (1)$$

Trong đó:

$m$  - Hệ số điều kiện làm việc, lấy bằng 1,0 đối với dầm tán nổi, và bằng 0,9 đối với dầm hàn nổi (đã xét tới độ vênh ban đầu của bản bụng không vượt quá 0,003h).

$\sigma$ ,  $\tau$ ,  $p$ , - Ứng suất pháp tuyến, ứng suất, tiếp tuyến và ứng suất nén cục bộ được xác định theo những chỉ dẫn nói trên.

$\sigma_0$  - Ứng suất nén pháp tuyến tới hạn.

$\tau_0$  - Ứng suất tiếp tuyến tới hạn

$P_0$  - Ứng suất nén cục bộ tới hạn

**5- Ứng suất pháp tuyến** tới hạn trên bản bụng của dầm chịu uốn xác định theo công thức sau:

$$\sigma_0 = 190\chi k \left(\frac{100\delta}{h}\right)^2 \text{ kG/cm}^2$$

Hệ số  $k$  lấy theo bảng 1, tùy theo các giá trị:

$$\frac{a}{h} \text{ và } \alpha = \frac{\sigma_{\max} - \sigma}{\sigma_{\max}}$$

Trong đó:

$\sigma_{\max}$  - ứng suất nén pháp tuyến cực đại trên bản mỏng, dưới tác dụng của tải trọng tính toán.

$\sigma$  - ứng suất nén hoặc kéo pháp tuyến ở thớ biên đối diện của bản mỏng, dưới tác dụng của tải trọng như trên.

Ứng suất  $\sigma_{\max}$  và  $\sigma$  phải lấy kèm theo dấu của chúng.

Hệ số ngàm chặt của bản bụng  $\chi$  lấy bằng 1,4 đối với dầm tán nổi chịu uốn, và lấy theo bảng 2 đối với dầm hàn nổi có một bản bụng loại thường gấp (gấp bằng 3 bản thép).

Đối với dầm tán nổi và hàn nổi, liên hợp với bản bê-tông cốt thép, hệ số ngàm chặt lấy bằng 1,65.

Trong bảng 2, hệ số  $\gamma$  tính như sau:

$$\gamma = 0,8 \frac{b_o}{h} \left( \frac{\delta_o}{\delta} \right)^3 \quad (3)$$

Các ký hiệu xem hình 1.

**6. Ứng suất tiếp tuyến tới hạn** tính bằng kG/cm<sup>2</sup> được xác định theo công thức

$$\tau_o = \chi \left( 1020 + \frac{760}{\mu^2} \right) \left( \frac{100\delta}{b} \right)^2 \quad (4)$$

*Bảng 1*

**HỆ SỐ K**

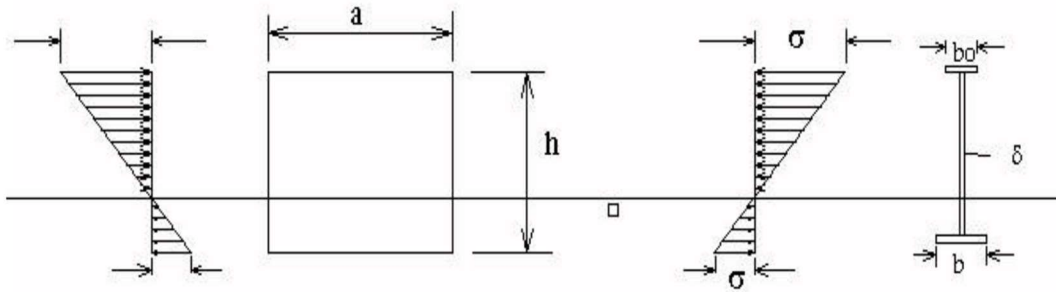
a/h	0,4	0,5	0,6	0,667	0,75	0,80	0,90	1,0	1,5
4	Trị số tối thiểu K = 95,7								
3	54,3	54,5	58,0	Trị số tối thiểu = 53,8					
2	29,1	25,6	24,1	23,9	24,1	24,4	25,6	25,6	24,1
4/3	18,7	-	12,9	-	11,0	11,2	-	11,6	11,5
1	15,1	-	9,7	-	8,4	8,1	-	7,8	8,4
4/5	13,3	-	8,3	-	7,1	6,9	-	6,6	7,1
2/3	10,8	-	7,1	-	6,1	6,0	-	5,8	6,1
0	8,41	6,25	5,14	-	4,36	4,20	4,04	4,0	4,49

Chú thích: Trị số  $\alpha = 0$  tương ứng với trường hợp cầu kiện chịu nén;  $\alpha = 2$  tương ứng với trường hợp cầu kiện chịu uốn có mặt cắt đối xứng, và  $\alpha > 2$  tương ứng với trường hợp cầu kiện chịu kéo lệch tâm.

*Bảng 2*

**HỆ SỐ  $\chi$**

$\gamma$	0,5	1	2	5	10
$\chi$	1,33	1,46	1,55	1,60	1,65



Hình 1

Trong đó:

b- Cạnh nhỏ của khoang bản bụng (lấy trị số nhỏ trong hai trị số a hoặc h)

$\mu$  - Tỷ số giữa cạnh lớn trên cạnh nhỏ của khoang bản bụng.

$\chi$  - Hệ số ngàm đàn hồi của cạnh dọc, xác định theo bảng 3; đối với dầm hàn nối chỉ được dùng bảng 3 khi tỷ số cạnh của khoang là  $\frac{a}{h} \geq \frac{2}{3}$

Hệ số  $\gamma$  nêu trong bảng 3 được xác định theo công thức (3). Đối với dầm hàn nối, liên hợp với bản bê-tông cốt thép, trị số  $\chi$  lấy theo bảng 3, tương ứng với trường hợp  $\gamma = \infty$

Bảng 3

### HỆ SỐ $\chi$

$\gamma \backslash \mu$	0,5	2/3	1	2	$\infty$
0,5	1,00	1,07	1,21	1,25	1,30
1,0	1,00	1,08	1,25	1,35	1,42
2,0	1,00	1,08	1,28	1,43	1,52
5,0	1,00	1,09	1,29	1,50	1,60
$\infty$	1,00	1,09	1,30	1,55	1,68

**7. Ứng suất nén cục bộ tới hạn** trên bản bụng của dầm, khi chất tải đều trên cánh dầm (áp lực bánh xe phân phối qua ray, tà vẹt và cánh dầm hoặc phân phối qua mặt đường, bản bê-tông cốt thép và cánh dầm) tính theo công thức sau.

$$P_o = 190 \chi Z \left( \frac{100\delta}{a} \right)^2 \quad (5)$$

Hệ số ngàm đàn hồi  $\chi$  của bản bụng gắn với cánh dầm và hệ số Z đối với bản bụng có các cạnh biên tự do, xác định theo bảng 4.

Bảng 4

### HỆ SỐ $\chi$ VÀ Z

$\mu = \frac{a}{h}$	2,0	1,5	1,0	0,8	0,6	0,4	
		11,21	8,16	6,26	5,80	5,37	4,88
$\chi$	$\gamma = 0,5$	1,32	1,32	1,32	1,30	1,29	1,24
	$\gamma = 1,0$	1,56	1,52	1,47	1,41	1,36	1,28
	$\gamma = 4,0$	2,21	1,97	1,73	1,57	1,45	1,32
	$\gamma = \infty$	2,96	2,51	1,88	1,65	1,49	1,34

Đối với dầm liên hợp với bản bê-tông cốt thép và dầm tán nổi (mà bề dày của cánh thép góc cánh dầm không mỏng hơn bản bụng) trị số  $\chi$  lấy tương ứng với trường hợp  $\gamma = \infty$

Ứng suất nén cục bộ tới hạn trên bản bụng khi tải trọng tập trung tác dụng lên cánh dầm (áp lực của bánh xe chuyễn qua cánh dầm hay chuyễn qua cả ray và cánh dầm) cũng xác định theo công thức (5), nhưng phải nhân với hệ số  $\psi$  tính theo bảng 5, phụ thuộc vào trị số của  $\mu$  và  $\rho = 0,4 \frac{\lambda_o}{b}$  với  $\lambda_o = 2,6 \lambda$  (trị số  $\lambda$  lấy theo điểm 3 của phụ lục).

Trường hợp  $\mu > 2$  thì lấy  $\mu = 2$  để xác định  $p_o$

**8. Ổn định cục bộ bản bụng của dầm** chịu uốn có các nẹp tăng cường theo chiều rộng và một nẹp tăng cường theo chiều dài bố trí trong khu vực chịu nén, tính như sau:

a) Đối với bản mỏng nằm trong phạm vi giữa cánh dầm chịu nén và các nẹp tăng cường (bản mỏng thứ nhất) tính theo công thức:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{o1}} + \frac{P_1}{P_{o1}} + \frac{1}{m} \left( \frac{\tau_1}{\tau_{o1}} \right)^2 \leq m \quad (6)$$

b) Đối với bản mỏng nằm trong phạm vi giữa cánh dầm chịu kéo và các nẹp tăng cường theo chiều dài (bản mỏng thứ hai) tính theo công thức:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_2}{\sigma_{\sigma_2}} + \frac{P_2}{P_{\sigma_2}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_1}{\tau_{\sigma_1}}\right)^2} \leq m \quad (7)$$

Hệ số m lấy bằng 1,0 đối với dầm tán nổi và bằng 0,9 đối với dầm hàn nổi.

Bảng 5

**HỆ SỐ  $\psi$**

$\rho$ $\mu$	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
0,5	1,70	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
1,0	2,74	2,34	2,17	2,04	1,97	1,91
1,5	2,86	2,41	2,22	2,07	1,99	1,91
2,0	2,86	2,40	2,20	2,05	1,96	1,88

**9. Ứng suất nén pháp tuyến lớn nhất** trên các bản mỏng thứ nhất và thứ hai ( $\sigma_1$  và  $\sigma_2$ ); ứng suất tiếp tuyến trung bình ( $\tau_1$  và  $\tau_2$ ) và ứng suất nén cục bộ lớn nhất dưới tác dụng của tải trọng (hay bánh xe) trên mép của bản mỏng thứ nhất và bản mỏng thứ hai ( $P_1$  và  $P_2$ ) đều tính theo điểm 3, trong đó:

$$P_2 = p \frac{h - h_1}{h}$$

**10. Ứng suất pháp tuyến tới hạn**  $\sigma_{\sigma_1}$  và  $\sigma_{\sigma_2}$  xác định theo công thức (2) (xem điểm 5) cho các bản mỏng có chiều cao  $h_1$  và  $h_2$ . Hệ số  $\alpha$  được xác định theo các ứng suất ở mép  $\sigma^{\max}$  và  $\sigma$  (xem hình 2) trên bản mỏng cần kiểm toán (bản thứ nhất và bản thứ hai).

Hệ số ngàm  $\chi$  lấy bằng 1,3 để tính bản mỏng thứ nhất đối với dầm tán nổi, và đối với dầm hàn nổi lấy theo bảng 6.

Bảng 6

**HỆ SỐ  $\chi$**

$\gamma$	0,5	1,0	2,0	5,0	>10
$\chi$	1,16	1,22	1,27	1,31	1,35

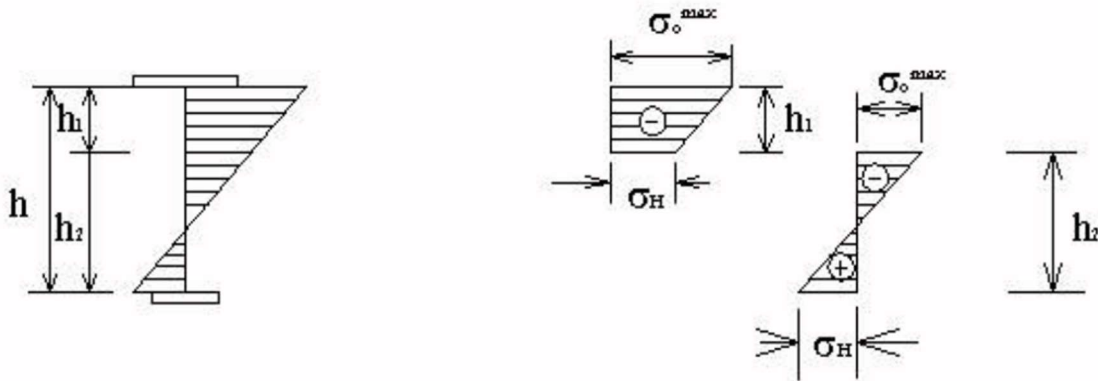
Đối với dầm tán nổi và dầm hàn nổi, liên hợp khi bản bê-tông cốt thép, thì hệ số ngàm chặt của bản mỏng lấy bằng 1,35.

Hệ số  $\gamma$  dùng trong bảng 6, xác định theo công thức (3).

**11. Ứng suất tiếp tuyến tới hạn  $\tau_{o1}$  và  $\tau_{o2}$**  được tính theo công thức (4) (xem điểm 6), trong đó trị số  $\mu$  lấy bằng tỷ số của cạnh lớn trên cạnh nhỏ của bản mỏng cần kiểm toán ổn định (bản thứ nhất và bản thứ hai); trị số  $b$  lấy bằng kích thước của cạnh nhỏ trong hai cạnh. Ngoài ra, đối với bản mỏng thứ nhất, phải lấy hệ số ngàm bằng:

$$\chi' = \frac{1 + \chi}{2}$$

Đối với bản mỏng thứ hai không cần xét tới độ ngàm chặt ( $\chi=1$ )



Hình 2

**12. Ứng suất nén cục bộ tới hạn** trong bản mỏng thứ nhất, xác định theo công thức:

$$P_{o1} = 190 \chi \frac{(1 + \mu_1^2 i^2)^2}{\mu_1^2 i^2} \left( \frac{100 \delta}{a} \right)^2$$

Khi  $\mu_1 = \frac{a}{h_1} \geq 0,7$  lấy  $i = 1$ ; Khi  $0,7 > \mu > 0,4$  lấy  $i = 2$

Hệ số  $\chi$  đối với dầm liên hợp với bản bê-tông cốt thép và dầm tán nổi (mà bề dày của cạnh thép góc cánh không mỏng hơn bề dày bản bụng) lấy bằng:

$\mu = 2,0$	1,5	1,0	0,8	0,5
$\chi = 1,62$	1,52	1,31	1,18	1,07

Hệ số  $\chi$  lấy theo bảng 7 đối với dầm hàn nổi.

HỆ SỐ  $\chi$ 

$\gamma \backslash \mu_1$	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,9	0,8	0,5
2	1,25	1,29	1,32	1,31	1,17	1,13	1,07	1,06
4	1,39	1,43	1,44	1,38	1,19	1,14	1,07	1,06

Trong trường hợp chịu tải tập trung, trị số  $P_{o1}$  tính theo công thức (8) phải nhân hệ số 1,55

Nếu  $a > 2h_1 + 2,6\chi$ , chỉ dùng bản mỏng quy ước có cạnh như sau để tính  $P_{o1}$

$$a = 2h_2 + 2,6\lambda \text{ và } h_1$$

Trong đó:  $\lambda$  - Chiều dài phân bố áp lực.

Ứng suất nén cục bộ tới hạn trên bản mỏng thứ hai được tính theo chỉ dẫn ở điểm 7, nhưng trong công thức (5) phải lấy  $\chi = 1$ , còn hệ số  $z$  trong bảng 4 thì xác định tùy theo tỷ số  $\mu' =$

$$\frac{a}{h - h_1}$$

tương ứng.

**13. Kiểm toán ổn định cục bộ** của bản bụng nằm trong phạm vi giữa cánh dầm chịu nén và nẹp tăng cường gần cánh (bản mỏng thứ nhất) đối với dầm chịu uốn có nẹp tăng cường theo bề rộng và một số nẹp theo bề dài thì cũng làm giống như trường hợp dầm có nẹp. Ứng suất pháp tuyến và tiếp tuyến tới hạn trên những bản mỏng chịu nén tiếp theo cũng được xác định giống như bản mỏng thứ nhất, nhưng không xét tới hệ số ngàm; riêng đối với bản mỏng qua trục trung hòa của dầm thì tính giống như bản mỏng thứ hai của dầm có một nẹp.

Chiều cao của bản mỏng thứ nhất và bản mỏng thứ hai nên dùng điều kiện cân bằng ổn định để tính, nghĩa là cân bằng ứng suất pháp tuyến tới hạn ở độ cao nẹp đầu tiên của hai bản mỏng.

- Ứng suất nén cục bộ trên mép của bản mỏng cần kiểm toán ổn định sẽ lấy bằng:

$$p_i = p \frac{h - h_o}{h}$$

Ứng suất nén cục bộ tới hạn trên các bản mỏng chịu nén, trừ bản mỏng thứ nhất, được xác định theo điểm 7, với  $\chi = 1$ , Hệ số  $z$  xác định theo bảng 4 tùy theo tỷ số:

$$\mu' = \frac{a}{h - h_o}$$

Trong đó:



$h_0$  – Chiều cao bản bụng tính từ đường nằm ngang của cánh dầm chịu nén (đối với dầm hàn nối) hay hàng đỉnh tán gần nhất của thép góc cánh (đối với dầm tán nối) cho đến mép gần nhất của bản mỏng cần kiểm toán ổn định (đối với trường hợp lực nén tác dụng lên phía cánh dầm chịu nén).

Kiểm toán ổn định cục bộ của bản mỏng nằm trong khu vực chịu kéo theo công thức sau:

$$\sqrt{\frac{p}{p_0} \frac{h-h_0}{h} + \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^2} \leq m \quad (9)$$

Trong đó:  $m$  – Hệ số điều kiện làm việc đã nêu ở điểm 4.

$\tau_0$  - ứng suất tiếp tuyến tới hạn tính bằng  $\text{kG/cm}^2$ , Đối với bản mỏng có một hay hai cạnh dọc ngàm chặt,  $\tau_0$  lấy bằng:

$$\tau_0 = \left(1250 + \frac{950}{\mu^2}\right) \left(\frac{100\delta}{b}\right)^2 \quad (10)$$

Đối với bản mỏng có hai cạnh dọc kê tự do,  $\tau_0$  lấy bằng

$$\tau_0 = \left(1220 + \frac{950}{\mu^2}\right) \left(\frac{100\delta}{b}\right)^2 \quad (11)$$

Trong đó:  $b$  – Cạnh nhỏ trong hai cạnh của khoang bản bụng cần kiểm toán ổn định.

$\mu$  - Tỷ số giữa cạnh lớn trên cạnh nhỏ.

$h_0$  – Trị số nói trong điểm 13.

$p_0 = K_p \left(\frac{100\delta}{a}\right)^2$  - Ứng suất nén tới hạn tính bằng  $\text{kG/cm}^2$ .

$K_p$  – Lấy theo bảng 8.

Bảng 8

#### HỆ SỐ $K_P$

$\frac{a}{h-h_0}$	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,5	2,0
Đối với bản mỏng có một hay hai	1240	1380	1520	1650	1820	2240	3860	6300

cạnh dọc ngàm chặt								
Đối với bản mỏng có hai cạnh pọc kê tự do	920	970	1020	1060	1100	1190	1530	2130

### Cấu kiện vừa chịu nén vừa chịu uốn

Kiểm toán ổn định của bộ bản bụng của dầm vừa chịu nén vừa chịu uốn (hay vòm) dùng công thức sau:

$$\frac{\sigma_n}{\sigma_{03}} + \frac{p\beta}{p_{03}} + \frac{1}{m} \left( \frac{\tau}{\tau_{03}} \right)^2 \leq m$$

Trong đó: m – Hệ số điều kiện làm việc lấy bằng 0,9 đối với dầm tán nổi và 0,8 đối với dầm hàn nổi.

$\sigma_{03}$  - Ứng suất pháp tuyến tới hạn tính theo công thức:

$$\sigma_{03} = K'_\sigma \left( \frac{100\delta}{h_1} \right)^2 \quad (14)$$

$h_1$  – Chiều cao của bản mỏng cần kiểm toán ổn định, đối với bản bụng không có nẹp tăng cường theo bề dài, lấy  $h_1 = h$  đối với bản mỏng nằm trong phạm vi giữa nẹp tăng cường theo bề dài và cánh dầm có ứng suất lớn nhất, lấy  $h_1 = h'$ .

Đối với bản mỏng nằm trong phạm vi giữa nẹp tăng cường theo bề dài và cánh dầm có ứng suất nhỏ nhất thì lấy  $h_1 = h - h'$ .

$K'_\sigma$  - hệ số lấy trong bảng 9 theo thông số  $\alpha$ , với

$$\alpha = \frac{\sigma_n - \sigma_k}{\sigma_n}$$

$\sigma_n$  - Ứng suất nén pháp tuyến lớn nhất ở biên của bản bụng cần kiểm toán ổn định (đối với mặt cắt có các cạnh đều nhau, tính theo bảng 10).

$\sigma_k$  - Ứng suất pháp tuyến ở biên tính toán phía đối diện của bản bụng cần kiểm toán ổn định (đối với mặt cắt có các cạnh như nhau, tính theo bảng 10)

$r_{03}$  - Ứng suất tiếp tuyến tới hạn, tính theo công thức (10) và dùng các kích thước của bản mỏng cần nghiệm toán ổn định để tính.

$p_{03}$  - Ứng suất nén cục bộ tới hạn tính theo công thức (5) đối với bản bụng không có nẹp tăng cường theo bề dài. Nếu bản bụng có nẹp tăng cường theo bề dài thì dùng công thức (8) để tính

bản mỏng với chiều cao  $h'$ , còn đối với bản mỏng có chiều cao  $h - h'$  thì dùng công thức (5) và bảng 4 nhưng lấy thông số  $\frac{a}{h-h'}$  thay cho trị số thông số  $\frac{a}{h'}$ , với  $\chi = 1$  để tính.

$\beta$  - Hệ số lấy bằng  $\frac{h-h'}{h}$  khi bản bụng có nẹp theo bề dài để kiểm toán bản mỏng có chiều cao  $h - h'$  và lấy bằng 1 để kiểm toán bản mỏng có chiều cao  $h$  hay  $h'$

Bảng 9

**HỆ SỐ  $K_\sigma$**

$\alpha$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
Khi không có nẹp theo bề dài	1183	1488	1680	1930	2260	2720	3340	4310	5420
Khi có nẹp theo bề dài	1098	1233	1405	1628	1920	2345	2900	3895	4815

Bảng 10

**CÔNG THỨC TÍNH  $\sigma_n$  và  $\sigma_K$**

Ứng suất	Khi không có nẹp theo bề dài	Bản bụng có nẹp theo bề dài tính cho bản mỏng	
		Có chiều cao $h'$	Có chiều cao $h - h'$
$\sigma_n$	$\frac{N}{F_{\sigma p}} + \frac{Mh}{2l_{\sigma p}}$	$\frac{N}{F_{\sigma p}} + \frac{Mh}{2l_{\sigma p}}$	$\frac{N}{F_{\sigma p}} + \frac{M(0,5h - h')}{l_{\sigma p}}$
$\sigma_K$	$\frac{N}{F_{\sigma p}} - \frac{Mh}{2l_{\sigma p}}$	$\frac{N}{F_{\sigma p}} + \frac{M(0,5h - h')}{l_{\sigma p}}$	$\frac{N}{F_{\sigma p}} - \frac{Mh}{2l_{\sigma p}}$

Trong bảng dùng các ký hiệu:

N - Lực nén.

$F_{\sigma p}$  - Diện tích nguyên của mặt cắt dầm

Khi  $\alpha \leq 0,4$ , chiều cao tính toán  $h_1$  của bản mỏng cần kiểm toán ổn định không được lớn hơn  $(40 + 0,2\lambda) \delta$  và không lớn hơn  $75 \delta$ . Trong trường hợp ứng suất của bản quá thấp, trị số  $h_1$

được tăng lên  $\sqrt{\frac{R_\varphi}{\sigma}}$  lần nhưng không được lớn hơn 20% (trong đó  $\sigma = \frac{N}{F}$  là ứng suất tính toán và  $\varphi$  là hệ số triết giảm khả năng chịu lực)

## PHỤ LỤC 12

### Tính năng tiêu chuẩn của vật liệu, hệ số đồng nhất và hệ số điều kiện làm việc

(Cho điều 6.5.7 và 6.5.8, 7.3.24 và các phần 6, 7, 10)

Cường độ tiêu chuẩn chủ yếu và các hệ số tính toán dùng để xác định cường độ tính toán nêu trong bảng 1 (cho bê tông) và bảng 2,3 (cho cốt thép). Ngoài các hệ số nêu trong các bảng này còn phải dùng hệ số điều kiện làm việc chung  $m_1 = 0,9$

Bảng 1

#### CƯỜNG ĐỘ TIÊU CHUẨN CHỦ YẾU VÀ HỆ SỐ ĐỒNG NHẤT CỦA BÊ - TÔNG

Loại cường độ	Ký hiệu	Cường độ tiêu chuẩn của bê – tông (tính bằng kG/cm <sup>2</sup> ) có số hiệu thiết kế và cường độ chống nén							Hệ số đồng nhất của bê – tông ( $K_\sigma$ ) có số hiệu thiết kế (về cường độ chống nén)			
		150	200	250	300	400	500	600	200		250 – 600	
									A	B	A	B
Nén dọc trục (cường độ lắng trụ)	$R_{np}^H$	115	145	180	210	280	350	420	0,6	0,55	0,65	0,6
Nén khi uốn	$R_u^H$	140	180	220	260	350	440	520	0,6	0,55	0,65	0,6
Kéo	$R_p^H$	13	16	18	21	25	28	30	0,43	0,43	0,5	0,5

Bảng 2

**CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO TIÊU CHUẨN, HỆ SỐ ĐỒNG NHẤT VÀ HỆ SỐ ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC CỦA THÉP SỢI CƯỜNG ĐỘ CAO VÀ BÓ BỆN BẢY SỢI NÓI CHUNG**

Tên thép		Cường độ tiêu chuẩn $R_H^H$ tính bằng kG/cm <sup>2</sup> với đường kính sợi thép tính bằng mm						Hệ số	
		3	4	5	6	7	8	Đồng nhất $k_8$	Điều kiện làm việc $m_8$
Sợi thép cường độ cao	Tron theo TCVN	19000	18000	17000	16000	15000	14000	0,8	0,8
	Gờ, theo TCVN	18000	17000	16000	15000	14000	13000	0,8	0,8
		Với đường kính bó bện tính bằng mm (trị số trong ngoặc là diện tích mặt cắt tính bằng cm <sup>2</sup> )							
Bó bện bảy sợi sản xuất trong nhà máy		6 (0,226)	7,5 (0,354)	9 (0,509)	12 (0,908)	15 (1,415)	-	-	-
		18000	18000	17000	16000	15000	-	0,8	0,8

Bảng 3

**CƯỜNG ĐỘ CHỊU KÉO TIÊU CHUẨN CỦA CỐT THÉP THANH VÀ HỆ SỐ ĐỒNG NHẤT**

Cấp thép	Số hiệu thép	Cường độ tiêu chuẩn giới hạn chảy $R_H^H, R_a^H$ tính bằng kG/cm <sup>2</sup>	Hệ số đồng nhất $K_a$
A – IV	20XF2 sy	6000	0,85
A – III	25 $\Gamma$ 2C; 35 $\Gamma$ C và 10 $\Gamma$ 2C với (d = 6-8mm)	4000	0,85
A – II	Ct. 5cn lò Mactanh và lò thổi ôxy 18 $\Gamma$ 2C (với d > 40mm)	3000	0,9
A - I	BMct. 3cn; BKCT, 3cn	2400	0,9

### PHỤ LỤC 13

#### Mô đun biến dạng và độ dẫn dài tương đối của cốt thép thanh cán nóng căng bằng phương pháp nhiệt điện

(Cho điều 7.2.22)

Bảng 4

#### TRỊ SỐ MÔ ĐUN BIẾN DẠNG $E_{HK}$ VÀ ĐỘ DẪN DÀI TƯƠNG ĐỐI $\varepsilon$ CỦA CỐT THÉP THANH CẤP A – IV

$\sigma_{HK}$ (kG/cm <sup>2</sup> )	$E_{HK}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\varepsilon$
3000	1860000	0,00161
3500	1840000	0,0019
4000	1785000	0,00224
4500	1725000	0,00261
5000	1650000	0,00303
5400	1590000	0,0034
5700	1520000	0,00375
6000	1430000	0,0042
6500	1300000	0,005
7000	1165000	0,006

Trị số dẫn dài  $\Delta l$  của cốt thép cấp A – IV trong quá trình căng được xác định theo công thức:

$$\Delta l = \frac{\sigma_{HK} l_0}{E_{HK}} = \varepsilon l_0 \quad (1)$$

Trong đó:

$E_{HK}$  - Mô đun biến dạng của thanh, lấy theo bảng 4.

$l_0$  - Khoảng cách giữa các mặt phẳng tựa của bệ.

$\sigma_{HK}$  - ứng suất cho trước do kiểm tra vào thời điểm tới khi kết thúc căng cốt thép.

$\varepsilon$  - Độ dẫn dài tương đối của cốt thép.

## PHỤ LỤC 14

### Biến dạng do từ biến và co ngót của bê – tông nặng

(Cho điều 7.2.24)

**1. Những trị số biến dạng** do từ biến và co ngót bê – tông nêu dưới đây sẽ dùng trong tính toán về sự thay đổi (tăng hoặc giảm) ứng suất trước, hoặc trong các phép tính hệ siêu tĩnh, xác định biến dạng của kết cấu v.v...

**2. Trị số tiêu chuẩn của lượng từ biến** của bê-tông  $C_H$  ( $\text{cm}^2/\text{kg}$ ) là trị số biến dạng tương đối cuối cùng lúc kết thúc từ biến (khi  $t \rightarrow \infty$ ) dưới tác dụng ứng suất thường xuyên  $1 \text{ kg/cm}^2$  trong khối bê – tông tiết diện  $10 \times 10\text{cm}$  sau 28 ngày đông cứng trong điều kiện tự nhiên với độ ẩm tương đối của môi trường là 70%.

Trị số tiêu chuẩn của biến dạng co ngót của bê-tông  $\varepsilon_{yH}$  là trị số biến dạng dài tương đối lúc kết thúc hiện tượng co ngót (khi  $t \rightarrow \infty$ ) kể từ thời điểm hoàn thành bảo dưỡng âm, trong cấu kiện có mặt cắt  $10 \times 10\text{cm}$  đặt trong điều kiện độ ẩm tương đối của môi trường là 70%.

**3. Trị số tiêu chuẩn lượng từ biến**  $C_H$  và biến dạng co ngót  $\varepsilon_{yH}$  tính theo công thức:

$$C_H = \frac{kB}{R} \quad (2)$$

$$\varepsilon_{yH} = k_1 B \sqrt{B} \quad (3)$$

Trong đó:  $k = 16 \cdot 10^{-6} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$

$$k_1 = 0,125 \cdot 10^{-6} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)^{\frac{3}{2}}$$

R – Số hiệu thiết kế của bê tông.

B – Lượng nước (tính bằng lít trong 1 mét khối bê tông)

Trường hợp thiếu số liệu về thành phần hỗn hợp bê tông thì trị số tiêu chuẩn độ từ biến và biến dạng co ngót lấy gần đúng, theo bảng 5.



**TRỊ SỐ TIÊU CHUẨN SỐ DO TỪ BIẾN  $C_H$  VÀ BIẾN DẠNG CO NGÓT CỦA  
BÊ TÔNG**

Đặc trưng độ nhuyễn (tính dễ đổ) của hỗn hợp bê tông theo tiêu chuẩn nhà nước TCVN		Trị số $C_H.10^6$ đối với bê tông có số hiệu thiết kế							Trị số $\epsilon_{yH}.10^6$ đối với bê tông có số hiệu thiết kế	
Độ lún của nón tiêu chuẩn tính bằng bảng (cm)	Độ cứng theo dụng cụ đo độ nhớt tính bằng giây	150	200	250	300	400	500	600	150 - 200	300 - 600
-	35-30	14	10,8	9,1	7,7	6,2	5,2	4,5	230	270
1 - 2	15-10	16,2	12,4	10,5	8,9	7,2	6	5,3	290	330
5 - 6	-	18,2	14	11,7	10,1	8,1	6,8	5,9	350	400
9 - 10	-	19,2	14,8	12,4	10,7	8,5	7,2	6,2	380	430

*Chú thích:* 1. Đối với bê tông được gia công hoàn toàn theo chế độ nhiệt ẩm (cường độ sau khi hấp đạt ít nhất 80% cường độ theo số hiệu thiết kế) thì các trị số  $C_H$  và  $\epsilon_{yH}$  tính theo công thức (2) và (3) hoặc theo bảng 5 được giảm đi 10%.

2. Đặc trưng độ linh động (tính dễ đổ) của hỗn hợp bê tông xác định theo đặc điểm kết cấu và công nghệ chế tạo cấu kiện và tuân theo chương “bê tông chế tạo bằng cốt liệu với chất dính vô cơ” trong SNIPI-B.3-62).

**4. Trị số cuối cùng** (khi  $t \rightarrow \infty$ ) dùng trong tính toán về độ từ biến  $C$  và biến dạng co ngót  $\epsilon_{yH}$  xác định căn cứ vào trị số tiêu chuẩn, theo công thức:

$$C_r = C_H \xi_1 \xi_2 \xi_3 \xi_4 \quad (4)$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{yH} \xi_3 \xi_4 \quad (5)$$

Trong đó:

$\xi_1 \xi_2 \xi_3$  và  $\xi_4$  - Hệ số xét điều kiện làm việc thực tế của kết cấu, lấy theo bảng 6.

Bảng 6

**HỆ SỐ  $\xi_1 \xi_2 \xi_3$  VÀ  $\xi_4$**

Điều kiện làm việc của kết cấu	Đặc điểm điều kiện làm việc của kết cấu và hệ số ứng với các điều kiện đó					
	-	0,6	0,7	0,8	0,9	1 trở lên
Cường độ mẫu khối lập phương bê tông lúc đặt tải đã đạt được tỷ lệ so với cường độ số hiệu thiết kế $\xi_1$	-	0,6	0,7	0,8	0,9	1 trở lên
	-	1,5	1,4	1,25	1,15	1
Tuổi bê – tông lúc đặt tải (tính bằng ngày đêm) $\xi_2$	Từ 28 trở lại	45	60	90	180	360 trở lên
	1	0,9	0,85	0,75	0,65	0,6
Tỷ suất bề mặt thoáng của cấu kiện (tính bằng cm) $\xi_3$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1 trở lên
	0,65	0,8	1	1,15	1,35	1,55
Độ ẩm tương đối của môi trường (tính bằng %) $\xi_4$	-	40	50	60	70	80 trở lên
	-	1,4	1,3	1,15	1	0,85

*Chú thích:* 1. Một trong hai trị số  $\xi_1$  và  $\xi_2$  bao giờ cũng phải lấy bằng 1. Nếu cường độ bê tông lúc đặt tải nhỏ hơn số hiệu thiết kế thì lấy hệ số  $\xi_1$  theo bảng, và lấy  $\xi_2 = 1$ ; còn khi chất tải bê tông có tuổi 28 ngày thì lấy trị số  $\xi_2$  theo bảng, còn lấy  $\xi_1 = 1$ .

2. Tỷ suất bề mặt thoáng của các cấu kiện thanh (không phải khối đặc) cho phép tính bằng tỷ số giữa chu vi và diện tích mặt cắt ngang. Khi tính trị số mặt thoáng không cần xét phần mặt cấu kiện (giới hạn bằng chu vi mặt cắt có phủ lớp chống ẩm, nếu như lớp chống ẩm đó được trát lên bê tông tuổi chưa quá 90 ngày).

3. Độ ẩm tương đối của môi trường xác định theo các số liệu thực tế còn độ ẩm không khí thì lấy trị số trung bình hàng năm về mùa hè quan trắc qua nhiều năm tại vùng khí hậu định xây dựng công trình. Trường hợp thiếu các số liệu đó hoặc dùng các cấu kiện kiểu kết cấu định hình thì lấy  $\xi_4 = 1$ .

4. Đối với cấu kiện khối đặc có trị số tỷ suất mặt thoáng nhỏ hơn 0,04, cũng như đối với các cấu kiện có trát lớp chống ẩm kín các mặt, thì mặt dù độ ẩm không khí là bao nhiêu, đều phải lấy  $\xi_4 = 1$  khi tính từ biến, và lấy  $\xi_4 = 0,5$  khi xác định biến dạng co ngót.

Đối với các cấu kiện đặt trong nước hoặc đất ngậm nước, khi xác định biến dạng từ biến thì lấy  $\xi_4 = 0,4$  biến dạng co ngót lấy  $\xi_4 = 0$ .

**5. Trị số độ từ biến  $C(t)$  và biến dạng co ngót  $\varepsilon_y(t)$  ở một thời điểm bất kỳ  $0 < t < \infty$  tính gần đúng theo tỷ lệ so với trị số từ biến, co ngót cuối cùng dùng bảng 9.**

Ở đây, tính thời điểm đối với từ biến là kể từ lúc đặt tải, còn đối với co ngót là kể từ lúc kết thúc việc hấp (gia công nhiệt ẩm).

Sau khi kết thúc hấp (gia công nhiệt ẩm) nếu biến dạng co ngót chưa ảnh hưởng ngay đến trạng thái ứng suất kết cấu mà qua một khoảng thời gian nào đó, thì trị số biến dạng co ngót cuối cùng sẽ tính trừ đi trị số biến dạng co ngót ứng với khoảng thời gian chậm tác dụng nói trên (xem bảng 9).

**6. Đặc trưng từ biến bê tông  $\varphi_r$  là tỷ số giữa trị số biến dạng do từ biến cuối cùng với trị số biến dạng đàn hồi, và xác định theo công thức:**

$$\varphi_r = C_\tau E_\sigma$$

Trong đó:  $C_\tau$  – Trị số do từ biến cuối cùng của bê-tông.

$E_\sigma$  - Mô đun đàn hồi của bê-tông, tùy thuộc cường độ bê tông lúc chất tải mà lấy theo bảng 5-10 của chương V.

**PHỤ LỤC 15**  
**Trị số tiêu chuẩn mất mát ứng suất trước**  
(Cho điều 5.2.2)

**1. Trong các kết cấu ứng suất trước**, tính mất mát ứng suất trong cốt thép căng trước dựa vào những nhân tố sau đây:

Co ngót bê-tông	$\sigma_1$
Từ biến bê-tông	$\sigma_2$
Tự chùng ứng suất thép	$\sigma_3$
Khả năng biến dạng của bộ neo và bê tông tại những chỗ neo giữ đó	$\sigma_4$
Ma sát giữa cốt thép với vách rãnh đặt và tại chỗ uốn	$\sigma_5$
Chênh lệch nhiệt độ giữa cốt thép với bộ kéo lúc hấp và sấy bê tông	$\sigma_6$

Việc xác định mất mát tiêu chuẩn ứng suất trước (dùng cho tính toán) sẽ tiến hành theo trị số tiêu chuẩn các nội lực trong cốt thép.

*Chú thích:*

1. Khi thực hiện các phép tính, sẽ theo trình tự xét mất mát như điều 5.89 quy định.
2. Trong những trường hợp cá biệt phải dựa vào số liệu thí nghiệm riêng để xác định trị số mất mát, ứng suất trước.
3. Trong số các mất mát, không xét phần giảm ứng suất trong cốt thép do ép đàn hồi bê-tông; phần này xét riêng theo điều 8.5.24.

**2. Trị số mất mát\*** cuối cùng (lúc  $t \rightarrow \infty$ ) ứng suất trước do co ngót  $\sigma_1$  và từ biến  $\sigma_2$  của bê-tông tính như một tổng đại số các mất mát do co ngót và từ biến kể từ lúc ép trước ( $\sigma_2 + \sigma_2$ ) và độ chạy đổi ứng suất trong cốt thép  $\Delta \sigma_2$  do từ biến (có kèm dấu) kể từ lúc đặt tĩnh tải phụ (trọng lượng ba lát và các kết cấu phần trên của đường, trọng lượng lớp áo đường của mặt cầu xe chạy v.v...)

Trị số mất mát do co ngót và từ biến bê-tông kể từ lúc ép trước tính theo công thức:

---

\* Trong trường hợp cá biệt, có thể là tăng ứng suất.

$$(\alpha_1 + \alpha_2) = (\varepsilon_y E_H + \sigma_\sigma n_1 \varphi_\tau) \Phi \quad (7)$$

Trong đó:

$\varphi_\tau$  và  $\varepsilon_y$  - Trị số cuối cùng của đặc trưng từ biến và biến dạng co ngót tương đối, lấy theo phụ lục 17 đối với tuổi bê tông tính đến lúc ép trước;

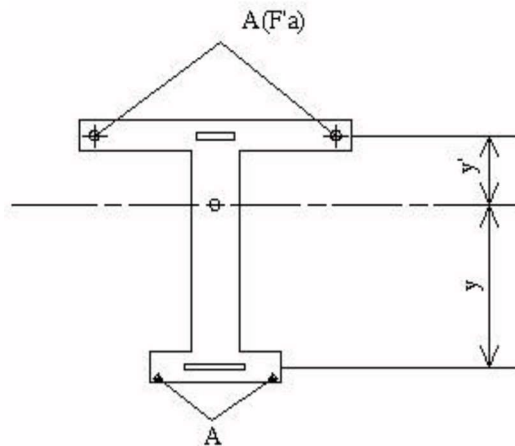
$E_H$  và  $n_1$  - Môđun đàn hồi của cốt thép căng trước theo bảng 5-11 của chương V và tỷ số giữa các môđun đàn hồi cốt thép và bê-tông lấy theo bảng 5-12 chương V.

$\sigma_\sigma$  - ứng suất trong bê tông, xác định theo công thức sức bền vật liệu đàn hồi, tại cao độ trọng tâm của cốt thép căng trước do trọng lượng bản thân và nội lực trong cốt thép căng trước gây ra, có xét các mất mát ứng suất sau đây:

Mất mát khi căng trên bệ: ( $\sigma_3, \sigma_4, \sigma_5, \sigma_6$ )

Mất mát khi căng trên bê tông: ( $0,5 \sigma_3, \sigma_4$  và  $\sigma_5$ )

$\Phi$  - Hàm số xét ảnh hưởng kéo dài của các hiện tượng co ngót và từ biến của bê tông đối với trị số mất mát, xác định theo bảng 7.



Hình 1

Nếu tỷ số giữa các ứng suất ban đầu tại cao độ cốt thép  $A_H$  và  $A_H$  xét ở thời điểm ép trước.

$$\frac{\sigma_{\sigma \min}}{\sigma_{\sigma \max}} \leq 0,3$$

Thì mất mát ứng suất ( $\sigma_1 + \sigma_2$ ) sẽ xác định riêng như sau: đối với cốt thép  $A_H$ , theo các trị số:

$$\left. \begin{aligned} \mu_H &= \frac{F_H}{F_\sigma}; \rho = 1 + \frac{y'^2}{r^2} \\ \Phi &= f(\varphi_r; \rho n_1 \mu_H) \end{aligned} \right\} (8)$$

Đối với cốt thép  $A_H$ , theo các trị số:

$$\mu_H = \frac{F_H}{F_\sigma}; \rho' = 1 + \frac{y'^r}{r^2}; \Phi = f(\varphi_r; \rho n_1 \mu_H) (9)$$

Trong đó  $r^2 = \frac{J_\sigma}{F_\sigma}$ . Tỷ số mômen quán tính ứng với trọng tâm của mặt cắt tính đối trên diện tích mặt cắt tính đối. Các ký hiệu khác xem trong hình 1.

Đối với trường hợp này ứng suất  $\sigma_\sigma$  xác định tại cao độ trọng tâm của phần cốt thép đang xét mất mát. Cũng tương tự như vậy, xác định mất mát trong cốt thép  $A_H$  thì không có cốt thép  $A_H$  trong mặt cắt (trường hợp bố trí cốt thép đơn).

Nếu tỷ số  $\frac{\sigma_{\sigma \min}}{\sigma_{\sigma \max}} > 0,3$  và nếu bố trí cốt thép đối xứng thì mất mát ứng suất trong cốt thép  $A_H$  lấy như trong  $A_H$  và tính theo các trị số sau đây:

$$\mu_{H.C} = \frac{F_H + F_{H'}}{F_\sigma}; \rho_c = 1 (10)$$

$$\Phi = f(\varphi_r; \rho_c n_1 \mu_{H.C}) (11)$$

*Trong đó:*  $\mu_{H.C}$  - Tỷ suất toàn bộ lượng cốt thép căng trước có trong mặt cắt.

Trong trường hợp này ứng suất trong bê-tông xác định ở cao độ trọng tâm của toàn bộ cốt thép căng trước nằm trong mặt cắt.

Cũng như cách xác định mất mát  $\sigma_2$  kể từ lúc ép trước, ta tìm sự thay đổi ứng suất trong cốt thép  $\Delta \sigma_2$ , do từ biến bê tông gây ra kể từ lúc đặt tĩnh tải phụ bên ngoài, ở tuổi bất kỳ  $\tau$  của bê-tông. Khi ấy, ứng suất trong bê-tông ở cao độ trọng tâm của cốt thép căng trước (có xét dấu) chỉ xác định do phần tĩnh tải ngoài nói trên, còn trị số đặc trưng từ biến  $\varphi_\tau$  (và do đó cả hàm số  $\Phi$ ) thì lấy theo tuổi thực tế  $\tau$  của bê tông tính đến lúc đặt tải trọng đó.

Cách tính cũng như trên, nếu tĩnh tải (ép trước, trọng lượng bản thân, trọng lượng tầng ba lát v.v...) đặt theo ba cấp trở lên vào những tuổi khác nhau của bê tông. Ứng suất trong bê tông do mỗi phần tải trọng gây ra và trị số  $\varphi_\tau$  tương ứng (hàm số  $\Phi$ ) cần xác định riêng đối với các cấp đặt tải, còn những phần biến đổi ứng suất tính toán do từ biến bê tông gây ra có dấu thì cộng đại số với nhau.

Để tính trị số  $\varphi_{\tau} = C_{\tau} E_{\sigma}$  đối với cách chất tải nhiều đợt và những tuổi khác nhau của bê tông, thì trị số mô đun biến dạng  $E_{\sigma}$  của bê tông cho phép lấy như nhau cho tất cả các đợt đặt tải và chỉ tùy thuộc cường độ số hiệu bê tông, theo bảng 5-10 của chương V.

*Chú thích:* Các trị số trung gian của mất mát ứng suất trong cốt thép do co ngót và từ biến gây ra thì xác định theo bảng 9, phụ thuộc vào thời gian kể từ thời điểm tạo ứng suất trước.

**3. Trị số tiêu chuẩn mất mát** cùng ứng suất trước gây ra do tự chùng ứng suất thép  $\sigma_3$  sẽ chỉ xét đến trong trường hợp nếu ứng suất kiểm tra trong cốt thép  $\sigma_{H,K}$  bằng hoặc vượt  $0,5R_H^H$

Trị số mất mát cuối cùng  $\sigma_3$  xác định theo bảng 8 hoặc theo công thức:

$$\sigma_3 = \left( 0,27 \frac{\sigma_H}{R_H^H} - 0,1 \right) \sigma_H \quad (12)$$

đối với thép sợi cường độ cao và bó bện; và theo công thức:

$$\sigma_3 = 0,4 \left( 0,27 \frac{\sigma_H}{R_H^H} - 0,1 \right) \sigma_H \quad (13)$$

đối với thép cán nóng cấp A-IV

Trong đó:  $\sigma_H$  - Trị số ứng suất trong cốt thép, có xét mất mát ban đầu và xảy ra cho tới lúc kết thúc ép bê tông.

$R_H^H$  - Cường độ tiêu chuẩn của thép theo bảng 2 và 3, phụ lục 15.

Bảng 8

**MẤT MÁT ỨNG SUẤT TRƯỚC DO TỰ CHÙNG ỨNG SUẤT THÉP CĂNG TRƯỚC ( $\sigma_3$ )**

Mất mát $\sigma_3$ tính bằng kG/cm <sup>2</sup> trong cốt thép					
Băng sợi cường độ cao và bó bện có				Thép thanh cấp A-IV có	
$R_H^H = 15000 \text{ kG/cm}^2$		$R_H^H = 16000 \text{ kG/cm}^2$	$R_H^H = 17000 \text{ kG/cm}^2$	$R_H^H = 6000 \text{ kG/cm}^2$	
$\sigma_H$	$\sigma_3$	$\sigma_3$	$\sigma_3$	$\sigma_H$	$\sigma_3$
7600	278	-	-	4000	128
7700	296	-	-	4100	139
7800	312	-	-	4200	149
7900	332	-	-	4300	160

8000	350	-	-	4400	172
8100	371	296	-	4500	185
8200	389	313	-	4600	196
8300	409	332	-	4700	209
8400	430	351	-	4800	225
8500	450	368	-	4900	235
8600	469	388	314	5000	250
8700	492	405	330	5100	265
8800	512	426	352	-	-
8900	535	445	369	-	-
9000	558	468	386	-	-
9100	578	486	404	-	-
9200	602	505	423	-	-
9300	625	528	444	-	-
9400	649	550	463	-	-
9500	673	570	484	-	-
9600	699	595	502	-	-
9700	723	617	522	-	-
9800	745	639	544	-	-
9900	772	664	565	-	-
10000	800	686	587	-	-
10100	825	710	610	-	-
10200	852	734	632	-	-
10300	875	758	655	-	-
10400	899	785	678	-	-
10500	934	810	701	-	-
10600	959	840	723	-	-
10700	984	864	747	-	-
10800	-	888	771	-	-
10900	-	916	795	-	-
11000	-	940	822	-	-



$$\text{CÁC TRỊ SỐ HÀM SỐ } \Phi = \frac{1 - e^{-\frac{\rho n_1 \mu_H}{1 + \rho n_1 \mu_H} \varphi_\tau}}{\rho n_1 \mu_H \cdot \varphi_\tau}$$

$\varphi_{\tau} \rho n_1 \mu_H$	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	4,4	4,8	5,2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
0,02	0,973	0,969	0,965	0,961	0,958	0,954	0,950	0,947	0,943	0,939	0,936	0,932
0,04	0,947	0,940	0,933	0,925	0,918	0,912	0,905	0,898	0,891	0,885	0,878	0,871
0,06	0,922	0,912	0,902	0,892	0,882	0,872	0,863	0,853	0,844	0,835	0,826	0,817
0,08	0,899	0,886	0,875	0,861	0,848	0,836	0,824	0,813	0,801	0,790	0,779	0,768
0,10	0,877	0,861	0,846	0,831	0,817	0,803	0,789	0,775	0,762	0,749	0,737	0,724
0,12	0,826	0,838	0,821	0,804	0,787	0,771	0,756	0,741	0,726	0,712	0,698	0,685
0,14	0,835	0,816	0,796	0,778	0,760	0,742	0,725	0,709	0,693	0,678	0,663	0,618
0,16	0,816	0,795	0,774	0,753	0,734	0,715	0,697	0,679	0,663	0,646	0,630	0,615
0,18	0,798	0,774	0,752	0,730	0,710	0,690	0,671	0,652	0,634	0,617	0,601	0,585
0,20	0,780	0,755	0,731	0,709	0,687	0,666	0,646	0,627	0,608	0,591	0,574	0,557
0,22	0,763	0,737	0,712	0,688	0,665	0,644	0,623	0,603	0,584	0,566	0,548	0,532
0,24	0,747	0,720	0,694	0,669	0,645	0,623	0,601	0,581	0,561	0,543	0,525	0,508
0,26	0,732	0,703	0,676	0,650	0,626	0,603	0,581	0,560	0,540	0,521	0,504	0,187
0,28	0,717	0,687	0,659	0,633	0,608	0,584	0,562	0,541	0,521	0,502	0,484	0,467
0,30	0,702	0,672	0,643	0,616	0,591	0,567	0,544	0,522	0,502	0,483	0,465	0,448
0,32	0,689	0,657	0,628	0,600	0,574	0,550	0,527	0,505	0,485	0,466	0,448	0,431
0,34	0,675	0,643	0,613	0,585	0,559	0,534	0,511	0,489	0,469	0,450	0,431	0,414
0,36	0,663	0,630	0,599	0,571	0,544	0,519	0,496	0,474	0,454	0,434	0,416	0,399
0,38	0,650	0,617	0,586	0,557	0,530	0,505	0,482	0,480	0,439	0,420	0,402	0,385

0,40	0,638	0,605	0,573	0,544	0,517	0,492	0,468	0,446	0,426	0,406	0,387	0,372
0,42	0,627	0,593	0,561	0,532	0,504	0,479	0,455	0,433	0,413	0,394	0,376	0,360
0,44	0,616	0,581	0,549	0,520	0,492	0,467	0,443	0,421	0,401	0,382	0,364	0,348
0,46	0,605	0,570	0,538	0,508	0,480	0,455	0,431	0,410	0,389	0,371	0,353	0,337
0,48	0,595	0,560	0,527	0,497	0,469	0,444	0,420	0,399	0,378	0,360	0,342	0,326
0,50	0,585	0,550	0,517	0,486	0,459	0,433	0,410	0,388	0,368	0,350	0,332	0,317
0,52	0,575	0,540	0,507	0,476	0,449	0,423	0,400	0,378	0,358	0,340	0,323	0,307
0,54	0,566	0,530	0,497	0,467	0,439	0,413	0,390	0,369	0,349	0,331	0,314	0,299
0,56	0,557	0,521	0,487	0,457	0,430	0,404	0,381	0,360	0,340	0,322	0,306	0,290
0,58	0,548	0,512	0,479	0,448	0,421	0,395	0,372	0,351	0,332	0,314	0,298	0,282
0,60	0,540	0,503	0,470	0,440	0,412	0,387	0,364	0,343	0,324	0,306	0,290	0,275

*Chú thích:* (bảng 7): Đối với các trị số trung gian của  $\rho_{n1}$ ,  $\mu_H$  và  $\varphi_\tau$  thì lấy trị số hàm số  $\Phi$  theo nội suy.

*Chú thích* (bảng 8) 1. Mất mát ứng suất thép do tự chùng ứng suất có thể xác định theo bảng 8 hoặc theo các công thức (12) và (13) miễn là khi căng cốt thép, có dự kiến căng quá trị số thiết kế (tức  $R_{H1}$  lấy theo bảng 5.3) của ứng suất kiểm tra 10% đối với thép sợi và 5% đối với thép thanh trong thời gian ngắn là 5 phút rồi sau giảm ứng suất đi. Nếu không căng quá như vậy thì phải tăng gấp đôi mất mát do tự chùng ứng suất.

2. Trường hợp căng ngắn hạn quá trị số thiết kế, ứng suất lớn nhất trong thép lại vùng cặp giữa và thiết bị kéo không được vượt quá trị số cường độ thiết kế  $R_{H1}$  (theo bảng 5.3 của chương V) quá 25% đối với thép sợi và bó có nhiều nhất 24 sợi thép và quá 17% đối với bó có nhiều sợi hơn.

**4. Mất mát tiêu chuẩn ứng suất  $\sigma_4$**  do biến dạng của bộ neo và của bê tông dưới tác dụng của bộ neo xác định theo công thức:

$$\sigma_4 = \frac{\Delta l}{l} E_H \quad (14)$$

*Trong đó:*  $\Delta l$  - Biến dạng của bộ neo và bê tông dưới tác dụng của bộ neo

l - Chiều dài cốt thép đang tính.

Đối với kết cấu có chiều dài cốt thép không đều, cho phép tính mất mát ứng suất theo chiều dài bình quân của cốt thép.

Khi có cốt thép được giữ bằng neo cóc (sợi thép cố định trong bê tông hoặc hợp kim đúc) hoặc bằng neo kẹp (sợi thép cố định bằng nút đập hình nón) trị số  $\Delta l$  lấy như sau:

a) Do xô dịch bó cốt thép so với cóc neo hoặc nút neo lấy là 2mm đối với mỗi neo; do xô dịch đai thép căng trước lấy là 1 mm đối với mỗi neo trong.

b) Do neo ép rộng đen hình chạc và rộng đen ép bê tông lấy là 0,5mm đối với khe hở giữa rộng đen, nhưng lấy tối thiểu là 2mm đối với mỗi neo dùng để căng.

Trường hợp đối với thanh đai kéo trước dùng neo ngoài loại ốc rộng-đen vặn chặt hoặc neo trong loại ốc có rộng đen hay đoạn cốt thép hàn kẹp đôi thì trị số mất mát tổng cộng các loại nên tính vào khoảng 1000kg/cm<sup>2</sup>.

*Chú thích:* Trong kết cấu có căng cốt thép trên bê tông, khi xác định mất mát  $\sigma_4$ , cần xét ảnh hưởng tính mềm yếu của các thiết bị neo đối với ứng suất trong cốt thép dạng cong, nhưng chỉ tính trong phạm vi vùng gần gối.

**5. Mất mát tiêu chuẩn ứng suất theo chiều dài do cốt thép ma sát với vách rãnh đặt trong khi căng** xác định theo công thức:

$$\sigma_5 = A\sigma_{HK} \quad (15)$$

*Trong đó:* A – Hệ số nêu trong bảng 10.

$$A = \left[ 1 - e^{-(kx+1,3\mu\theta)} \right] \quad (16)$$

$\sigma_{HK}$  - Ứng suất kiểm tra

$\theta = \frac{\varphi}{57^{\circ}18'}$  - Tổng số góc uốn cốt thép, tính bằng radian, trên chiều dài từ kích đến mặt cắt đang xét.

$\varphi$  - Tổng số góc đo, tính bằng độ.

$x$  - Tổng chiều dài các đoạn thẳng và cong của rãnh đặt kể từ kích tới mặt cắt đang xét, tính bằng mét.

$k$  - Hệ số xét những sai lệch cục bộ về vị trí của các đoạn thẳng và cong của rãnh đặt so với thiết kế lấy theo bảng 11.

$\mu$  - Hệ số ma sát cốt thép với vách rãnh đặt lấy theo bảng 11.

1,3 - Hệ số ngầm sợi thép trong bó tại chỗ uốn.

Nếu dùng cách căng cốt thép vượt mức một thời gian ngắn (theo điều 3 phụ lục này) mà không bù hết được phần mất mát tính toán do ma sát thì lấy hiệu số giữa trị số mất mát do ma sát tính theo công thức đã nêu (15) và trị số được bù lại do căng vượt mức.

Bảng 9

**PHÂN MA SÁT ỨNG SUẤT TRƯỚC DO CO NGÓT VÀ TỪ BIẾN BÊTÔNG VÀ DO TỰ CHÙNG ỨNG SUẤT TÍNH THEO THỜI GIAN**

Thời gian tính bằng ngày đêm	Mất mát ứng suất tính theo tỷ lệ so với trị số mất mát cuối cùng, gây ra do		Thời gian tính bằng ngày đêm	Mất mát ứng suất tính theo tỷ lệ so với trị số mất mát cuối cùng, gây ra do	
	Co ngót và từ biến bê-tông ( $\sigma_1 + \sigma_2$ )	Chùng ứng suất thép $\sigma_3$		Co ngót và từ biến bê-tông ( $\sigma_1 + \sigma_2$ )	Chùng ứng suất thép $\sigma_3$
2	-	0,5	60	0,4	-
10	0,2	-	90	0,5	-
20	0,25	-	180	0,6	-
30	0,3	1	1 năm	0,8	-
45	0,35	-	3 năm	1	-

**HỆ SỐ A**

$kx+1,3$ $\mu\theta$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Hệ số A	0	0,095	0,181	0,259	0,33	0,393	0,451	0,508	0,551	0,593	0,632

**6. Khi căng cốt thép dạng uốn cong** trên bê thì dùng công thức sau để xác định mất mát tiêu chuẩn ứng suất do cốt thép ma sát vào thiết bị tiện để ghi tại những chỗ uốn.

$$\sigma_s = \frac{\mu P}{F_H} \quad (17)$$

Trong đó:

P – Hình chiếu của nội lực cốt thép uốn trên pháp tuyến với thiết bị tựa để giữ.

$\mu$  - Hệ số ma sát cốt thép vào thiết bị tựa để giữ (đối với ma sát vào thép  $\mu=0,3$ ).

$F_H$  – Diện tích mặt cắt cốt thép căng.

Trường hợp dùng các thiết bị tựa giữ trung gian và liên kết chặt với bê thì dùng công thức (17) để tính trị số mất mát ứng suất toàn phần do ma sát.

Nếu dùng chung thiết bị tựa để giữ nhiều cốt thép khác nhau, và thiết bị tựa có thể chuyển vị tự do dọc theo bê, thì bớt đi một nửa trị số mất mát do ma sát tính được theo công thức (17). Còn với thiết bị tựa để giữ dùng riêng cho mỗi bó cốt thép và có chuyển vị tự do dọc theo bê thì cho phép không xét mất mát do ma sát.

**HỆ SỐ MA SÁT  $\mu$  VÀ  $k$  ĐỐI VỚI CỐT THÉP**

Loại mặt rãnh đặt	Trị số $\mu$ với cốt thép loại		Trị số $k$ đối với 1m chiều dài rãnh đặt
	Bó thẳng bó bện và thanh trơn	Thanh có gờ	
Mặt kim loại nhẵn	0,35	0,4	0,003
Mặt bê-tông tạo thành bằng cách dùng lõi cứng rút đi sau khi đổ bê-tông	0,55	0,65	0,005

Mặt bê-tông có dùng ống tạo rãnh bằng cao su....	0,55	0,65	0,006
--	------	------	-------

**7. Mất mát tiêu chuẩn** ứng suất trước do sụt nhiệt (chênh lệch nhiệt độ cấu kiện bê tông cốt thép và bệ) khi chế tạo khối bê tông trên bệ cố định bằng bê tông cốt thép sẽ xác định theo công thức sau đây: (đơn vị là kG/cm<sup>2</sup>).

$$\sigma_{\sigma} = 20 T_{\text{pact}} \quad (18)$$

Trong đó:

$$T_{\text{pact}} = \frac{1}{2} \Delta T \text{ với } \Delta T \text{ nhỏ hơn } 60^{\circ}.$$

$$T_{\text{pact}} = 30 \text{ với } \Delta T \text{ từ } 60^{\circ} \text{ trở lên.}$$

Ở đây  $\Delta T$  - chênh lệch nhiệt độ trong ngăn hấp của bệ và không khí bên ngoài.

Nếu chế tạo khối bê-tông trong khuôn hoặc hộp khuôn cùng hấp nóng với cấu kiện chế tạo thì cho phép không xét mất mát ứng suất do sụt nhiệt. Khi đó cần xét mất mát do ép các thiết bị tựa.

*Chú thích:* Nếu đã biết trước các kết cấu bệ, thì trị số  $\Delta T$  cho phép xác định theo tính toán riêng về công nghệ gia công nhiệt.

## PHỤ LỤC 16

### Điều kiện xét sự làm việc của bê tông đổ thành khối có cốt thép căng trước

(Cho điều 7.5.32, 7.5.28)

Trong tính toán về chịu nứt các mặt cắt pháp tuyến trong cầu đường ô-tô và cầu thành phố, cho phép xét bê-tông đổ thành khối có cốt thép căng trước đặt trong rãnh hở, nếu thỏa mãn những điều kiện sau:

$$a) \sigma_{\sigma y} \leq 1,75 R_{p,n} + \Delta \sigma_{nl} \quad (19)$$

Trong đó:

$\sigma_{\sigma y}$  - ứng suất kéo giả định trong bê tông đổ khối, xác định theo công thức sức bền vật liệu đàn hồi chịu tải trọng tiêu chuẩn, có xét điều 5.121.

$R_{p,n}$  - cường độ tính toán chống kéo của bê tông đổ khối theo bảng 5.1 của chương V.

$\Delta \sigma_{nl}$  - Độ ép bê tông đổ khối, do từ biến gây ra trong khối bê tông cốt thép đúc sẵn.

$$\Delta\sigma_{nl} = \left( \left( \frac{1,3\mu}{r} + k \right) \frac{c^2}{2} + \frac{k(1-c)^2}{r} + \frac{1,3\mu c(1-c)}{r} \right) \quad (20)$$

$\sigma_\sigma$  và  $\sigma_{\sigma 1}$  - ứng suất trước trong bê tông của cấu kiện bê tông cốt thép ở thời điểm đổ khối và sau khi xuất hiện từ biến bê tông.

$E_{oM}$  và  $E_{apM}$  - Môđun đàn hồi bê tông đổ khối và khối lượng bê tông cốt thép.

b) Môđun chuyên cho mặt cắt bê tông đổ khối không vượt quá 10% so với trị số mômen toàn phần chống nứt của mặt cắt.

c) Có dự kiến:

- Làm sạch mặt tiếp xúc của bê tông khối nguyên với bê tông đổ khối và quét một lớp keo xi măng lên mặt ấy và lên cốt thép căng trước.
- Phủ lên mặt ngoài bê tông đổ khối chất cách hơi nước để chống co ngót.
- Chế tạo bê tông đổ khối bằng xi măng pooc-lăng với tỷ lệ nước – xi măng không quá 0,4.

## PHỤ LỤC 17

### Các kiểu mối nối hàn cốt thép

(Cho điều 7.6.28)

Những hình từ 2 đến 7 thể hiện các kiểu kết cấu mối nối hàn nên dùng đối với cốt thép không căng trước hoặc căng trước (xem điều 5.151)

Trên các hình đó có ký hiệu:

$d_H$  – Đường kính ngoài của thanh thép.

$$\Delta l_{kp} \quad (23)$$

*Trong đó:*

$\Delta l_{kp}$  và  $\Delta l_{np}$  - Độ giãn dài (tính bằng m) của đoạn uốn cong và đoạn thẳng của bó.

l - Chiều dài toàn bộ của bó (tính bằng m)

$\sigma_{HK}$  - Ứng suất kiểm tra trong bó (trước lúc kết thúc căng) tính bằng kg/cm<sup>2</sup>.

$E_H$  - Môđun đàn hồi bó sợi cốt thép tính bằng kg/cm<sup>2</sup>

$\mu$  - Hệ số ma sát trên đoạn uốn cong, tính theo bảng 11, phụ lục 18

k - Hệ số ma sát trên các đoạn thẳng và uốn cong, tính theo bảng 11, phụ lục 18.



c - Chiều dài đoạn uốn cong tính bằng m (nếu có nhiều đoạn uốn cong thì phải tính chiều dài từng đoạn uốn cong và bán kính bề cong tương ứng).

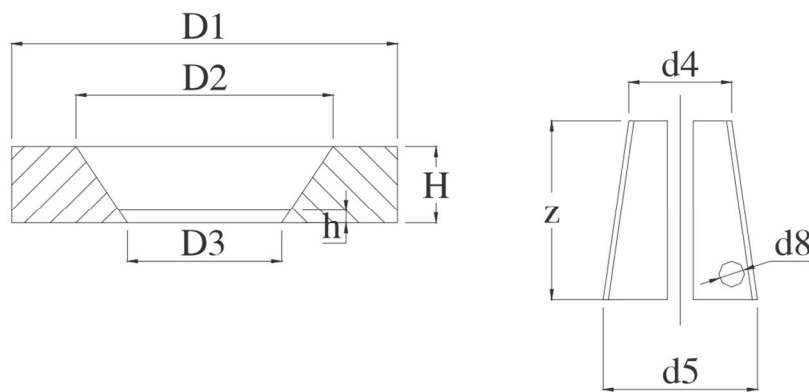
r - Bán kính bề cong bó tính bằng m.

1,3 – Hệ số ngàm các sợi cốt thép

### Neo dùng cho cốt thép sợi căng trước

Để nao cốt thép sợi căng trước nên dùng các kiểu neo sau đây:

1. Nẹp kẹp có nút hình nón (hình 8 và bảng 12) dùng căng cốt thép trên bê tông (neo cố định)



Hình 8

Kẹp neo có nút hình nón

a. Kẹp neo (thép mác 45 hặc G5cn)

b. Nút neo (Thép mác 40X hoặc Y8)

2. Neo kiểu khung thanh dùng làm neo trong chủ yếu cho cốt thép căng trên bê (Hình 9 và bảng 13)

Bảng 12:

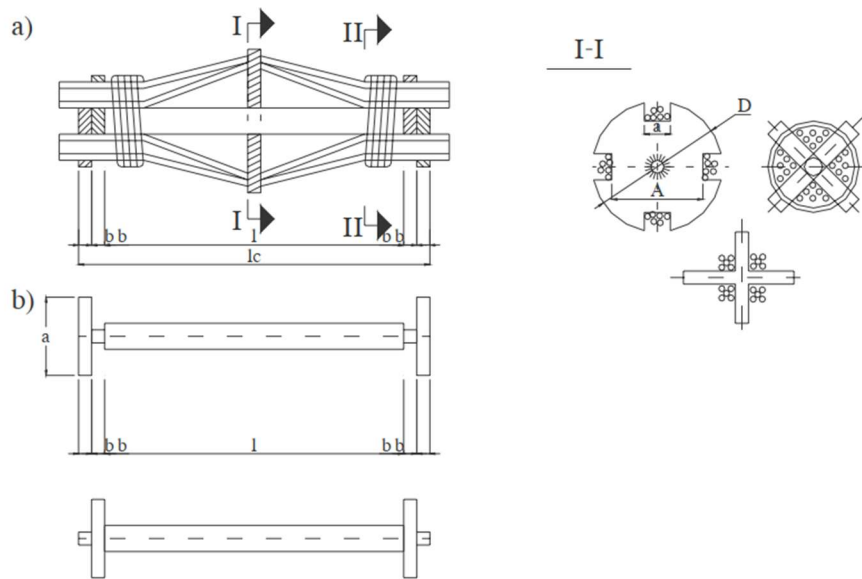
### ĐẶC TRƯNG KẾT CẤU NEO CÓ NÚT HÌNH NÓN

Đường kính sợi thép (mm)	Số lượng sợi thép trong bó	Cối					Nút			
		D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	D <sub>3</sub> (mm)	H (mm)	Trọng lượng (kg)	d <sub>4</sub> (mm)	d <sub>5</sub> (mm)	l (mm)	Trọng lượng (kg)
5	20	80	39A4	30A4	40	1.29	21Sa <sub>4</sub>	32Sa <sub>4</sub>	45	0.17
		80	53A4		60	1.61		45Sa <sub>4</sub>	65	0.48
5	18	90	48A4	39A4	40	1.54	29Sa <sub>4</sub>	40Sa <sub>4</sub>	45	0.28
		100	47A4		35	1.77		40Sa <sub>4</sub>	45	0.28

5	24	110 120	66A4 63A4	52A4	60 50	3.2 3.44	42Sa <sub>4</sub>	58Sa <sub>4</sub> 55Sa <sub>4</sub>	65 55	0.96 0.76
5	48	Kích thước lấy theo tiêu chuẩn quy định tương ứng								

Chú thích:

1. Những chữ A<sub>4</sub> và Sa<sub>4</sub> ghi kèm trị số đường kính cốt và nút trong bảng là kí hiệu dung sai lấy theo quy định OCT1014
2. Mặt lỗ hình nón trong cốt neo phải gia công cấp 4 về độ làm sạch mặt (GÍT 2789-59)
3. Đường kính lỗ cho nút giữ 12 sợi cốt thép là 14mm, giữ 14-18 sợi cốt thép là 16mm



Hình 9 - Neo kiểu khung thanh

a) Cắt dọc neo ; b) Thanh giữa của bản neo có bản hàn ở đầu thanh .

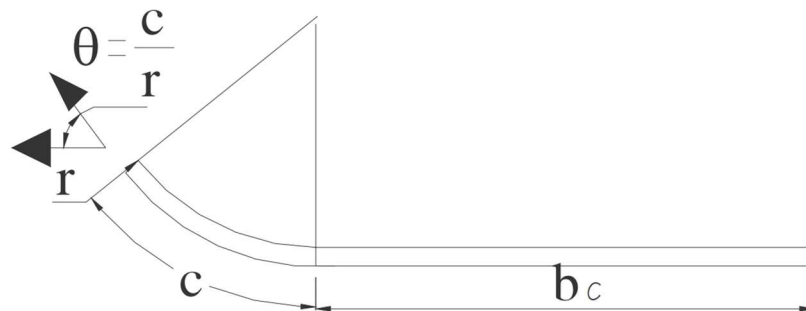
Bảng 13

Tên	Kí hiệu trên hình 10	Kích thước các cấu kiện có số sợi cốt thép có $\phi$ 5mm trong bó			
		17-24	25-32	33-48	49-56
Đường kính đĩa hình sao	D	80	100	120	160
Đường kính trong lỗ đĩa hình sao	D	16	16	22	25
Bề rộng rãnh	A	16	16	21	36
Bề dày đĩa hình sao	$\delta$	8	8	10	12
Khoảng cách giữa hai rãnh đối xứng qua tâm đĩa	A	56	60	80	120
Đường kính thanh định vị	$\phi$	14	16	20	25

Chiều dài thanh định vị	$l_c$	270	345	410	480
Khoảng cách giữa các tâm lỗ đặt thanh định vị	$L$	150	205	250	290
Đường kính lỗ trong thanh định vị	$\Phi_0$	5	5	5	7
Kích thước bản tựa					
Dài.....	$A$	50	56	70	75
Rộng.....	$B$	10	15	15	15
Dày.....	$C$	8	10	10	10
Đường kính sợi thép của đoạn cuốn chịu lực	$\phi$	4	4	4	6
Số vòng trong một đoạn cuốn	$n$	3	11	13	10

### Xác định độ dẫn dài cốt thép, trường hợp kéo trên bê tông

Độ dẫn dài cốt thép (bó thẳng hoặc bó bện) đặt trong rãnh kín xác định theo công thức sau:



Hình 10

- Bó cốt thép gồm những đoạn thẳng và những đoạn uốn cong:

$$\Delta l = \Delta l_{kp} + \Delta l_{np} = \frac{\sigma_{HK}}{E_H} \left[ 1 - \left( \left( \frac{1,3\mu}{r} + k \right) \frac{c^2}{2} + \frac{k(1-c)^2}{r} + \frac{1,3\mu c(1-c)}{r} \right) \right] \quad (21)$$

- Bó cốt thép không có đoạn uốn cong:

$$\Delta l = \Delta l_{np} = \frac{\sigma_{HK}}{E_H} \left( 1 - \frac{k.l^2}{2} \right) \quad (22)$$

- Bó cốt thép uốn cong theo hình vòng cung trên suốt chiều dài:

$$\Delta l = \Delta l_{kp} = \frac{\sigma_{HK}}{E_H} \left[ c - \left( \frac{1,3\mu}{r} + k \right) \frac{c^2}{2} \right] \quad (23)$$

Trong đó:

$\Delta l_{np}$  và  $\Delta l_{kp}$ : Độ giãn dài (tính bằng mét) của đoạn uốn cong và đoạn thẳng của bó.

l: Chiều dài toàn bộ của bó (tính bằng mét).

$\sigma_{HK}$ : Ứng suất kiểm tra trong bó (trước lúc kết thúc tính bằng  $\text{kg/cm}^2$ )

$E_H$ : Môđun đàn hồi bó sợi cốt thép tính bằng  $\text{kg/cm}^2$

$\mu$ : Hệ số ma sát trên đoạn uốn cong, tính theo bảng 11, phụ lục 18

k: Hệ số ma sát trên các đoạn thẳng và uốn cong, tính theo bảng 11, phụ lục 18.

C: chiều dài đoạn uốn cong tính bằng mét (nếu có chiều dài đoạn uốn cong thì phải tính chiều dài từng đoạn uốn cong và bán kính bẻ cong tương ứng)

r: bán kính bẻ cong bó tính bằng mét.