

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 8615-3:2010

Xuất bản lần 1

**THIẾT KẾ, CHẾ TẠO TẠI CÔNG TRÌNH BỂ CHỨA BẰNG
THÉP, HÌNH TRỤ ĐỨNG, ĐÁY PHẪNG DÙNG ĐỂ CHỨA
CÁC LOẠI KHÍ HOÁ LỎNG ĐƯỢC LÀM LẠNH
Ở NHIỆT ĐỘ VẬN HÀNH TỪ 0 °C ĐẾN –165 °C –
PHẦN 3: CÁC BỘ PHẬN BÊ TÔNG**

*Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks
for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures
between 0 °C and –165 °C –
Part 3: Concrete components*

HÀ NỘI – 2010

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng	7
2 Tài liệu viện dẫn	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4 Yêu cầu chung	8
5 Độ kín hơi.....	8
6 Vật liệu	8
6.1 Yêu cầu chung	8
6.2 Bê tông	8
6.3 Thép dự ứng lực và thép cốt.....	9
7 Thiết kế	9
7.1 Yêu cầu chung	9
7.2 Hệ số riêng đối với các tác động và các tổ hợp tải trọng	10
7.3 Độ chống thấm.....	10
8 Các quy định chi tiết	10
8.1 Yêu cầu chung	10
8.2 Dự ứng lực	10
8.3 Thiết kế thành bể	11
8.4 Tấm lót nắp bể bằng thép	11
8.5 Mạch ngừng thi công	11
8.6 Vị trí cáp sợi căng	11
8.7 Lớp bê tông bảo vệ	12
8.8 Diện tích cốt thép tối thiểu.....	12
8.9 Đê ngăn bằng bê tông cốt thép	12
9 Thi công và trình độ tay nghề	12
9.1 Yêu cầu chung	12
9.2 Kiểm soát vết nứt.....	12
9.3 Ván khuôn và thanh neo	12
9.4 Con kê	13
9.5 Bảo dưỡng.....	13
9.6 Dung sai cho phép	13
10 Lót và phủ	13
10.1 Yêu cầu chung	13
10.2 Lớp lót.....	13
10.3 Lớp phủ	14
10.4 Hệ thống bảo vệ chống nhiệt (Thermal Protection System – TPS).....	14

TCVN 8615-3:2010

Phụ lục A (Tham khảo).....	15
Phụ lục B (Tham khảo).....	18
Thư mục tài liệu tham khảo.....	24

Lời nói đầu

TCVN 8615-3:2010 hoàn toàn tương đương với EN 14620-3:2006.

TCVN 8615-3:2010 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 58 *Chai chứa khí* phối hợp với Viện Dầu khí Việt Nam biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Thiết kế và chế tạo tại công trình bể chứa bằng thép, hình trụ đứng, đáy phẳng dùng để chứa các loại khí hóa lỏng được làm lạnh ở nhiệt độ vận hành từ 0 °C đến – 165 °C –

Phần 3: Các bộ phận bê tông

Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and –165 °C – Part 3: Concrete components

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu chung về vật liệu, thiết kế và thi công các bộ phận bê tông của bể chứa khí hóa lỏng được làm lạnh.

Các yêu cầu trong tiêu chuẩn này liên quan tới việc thiết kế và chế tạo tại công trình bể chứa bằng thép, đáy phẳng, hình trụ đứng, dùng để chứa các loại khí được hóa lỏng và làm lạnh, vận hành ở nhiệt độ từ 0 °C đến –165 °C.

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 14620-1,2 (EN 14620-1,2), *Thiết kế và chế tạo tại công trình bể chứa bằng thép, đáy phẳng, hình trụ đứng dùng để chứa các loại khí được hóa lỏng và làm lạnh ở nhiệt độ vận hành từ 0 °C đến – 165 °C:*

- Phần 1: Yêu cầu chung;
- Phần 2: Các bộ phận kim loại.

EN 206-1, *Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity (Bê tông – Phần 1: Đặc tính kỹ thuật, hiệu năng, chế tạo và sự phù hợp).*

TCVN 8615-3:2010

EN 1992-1-1:2004, *Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings* (Tiêu chuẩn châu Âu 2: Thiết kế các kết cấu bê tông – Phần 1-1: Nguyên tắc chung và nguyên tắc cho kết cấu nhà).

EN 1992-1-2:2004, *Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design* (Tiêu chuẩn châu Âu 2: Thiết kế các kết cấu bê tông – Phần 1-2: – Nguyên tắc chung - Thiết kế chịu lửa cho kết cấu).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa nêu trong TCVN 8615-1 (EN 14620-1) và thuật ngữ sau đây.

3.1

Nhiệt độ thấp (Low temperature)

Nhiệt độ thấp hơn $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4 Yêu cầu chung

Để lựa chọn vật liệu, thiết kế và thi công bê tông cốt thép thường hoặc bê tông dự ứng lực, tham khảo thêm EN 1992-1-1.

5 Độ kín hơi

Phải sử dụng các lớp lót bằng kim loại hoặc lớp phủ bằng polyme để đảm bảo độ kín hơi cho bể chứa ngoài (có nghĩa là trong bể chứa hoàn chỉnh).

6 Vật liệu

6.1 Yêu cầu chung

Các đặc tính vật liệu của bê tông và các bộ phận thay đổi ở nhiệt độ thấp. Một số thay đổi là có lợi, một số là có hại. Cần phải sử dụng các vật liệu thích hợp để đảm bảo trong toàn dải nhiệt độ vận hành tính toàn vẹn về mặt kết cấu của các bộ phận, phải xem xét cả trạng thái truyền nhiệt cũng như trạng thái truyền nhiệt không ổn định.

CHÚ THÍCH: Các yêu cầu đối với vật liệu sử dụng tại nhiệt độ thấp được đưa ra trong 6.2 và 6.3. Các yêu cầu này được đưa ra nhằm đảm bảo tính toàn vẹn về mặt kết cấu của hệ thống và đáp ứng tốt tính chống thấm và kín hơi, nếu cần.

6.2 Bê tông

Các yêu cầu đối với vật liệu bê tông làm việc tại nhiệt độ thường và nhiệt độ thấp phải phù hợp với EN 1992-1-1.

Về vấn đề tính năng của bê tông, quá trình sản xuất, thi công và các tiêu chí đánh giá sự phù hợp, tham khảo EN 206-1.

CHÚ THÍCH: Chi tiết về tính năng làm việc tại nhiệt độ thấp của các bộ phận bê tông, xem Phụ lục A.

6.3 Thép dự ứng lực và thép cốt

6.3.1 Thép dự ứng lực và neo

Các yêu cầu về thép dự ứng lực, neo, ống luồn,... phải phù hợp với EN 1992-1-1.

Bên cạnh đó, thép dự ứng lực và neo phải được chứng minh là thích hợp với nhiệt độ lạnh mà chúng có thể tiếp xúc trong quá trình làm việc.

CHÚ THÍCH: Chi tiết về hiệu năng tại nhiệt độ thấp của bê tông dự ứng lực, xem Phụ lục A.

6.3.2 Thép cốt

Thép dùng trong thiết kế kết cấu bê tông cốt thép mà nhiệt độ thiết kế cho các quá trình vận hành bình thường và trong điều kiện khẩn cấp không thấp hơn $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ áp dụng theo EN 1992-1-1.

Với các cấu kiện chịu kéo, khi nhiệt độ thiết kế cho các quá trình vận hành bình thường và trong điều kiện khẩn cấp có thể thấp hơn $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, phải đáp ứng thêm các yêu cầu bổ sung cho điều kiện nhiệt độ thấp.

CHÚ THÍCH: Xem thêm hướng dẫn ở Phụ lục A.

Các chi tiết nối cốt thép thường được sử dụng tại nhiệt độ thường cũng phải được chứng minh rằng chúng phù hợp với các điều kiện đã được tính toán trong thiết kế.

Trước khi sử dụng tại nhiệt độ thấp, các chi tiết nối sẽ phải trải qua các thử nghiệm tương tự tại nhiệt độ thiết kế của kim loại và các kết quả thử nghiệm được so sánh với kết quả thử nghiệm tại nhiệt độ thường. Các khớp nối được coi là phù hợp nếu kết quả các thử nghiệm tại nhiệt độ thấp sai lệch trong khoảng 5 % so với các kết quả thử nghiệm tại nhiệt độ thường. Nhà thầu phải tiến hành các thử nghiệm cần thiết, ít nhất là các thí nghiệm về cường độ chịu kéo và tính dẻo. Kết quả các thử nghiệm này phải phù hợp với các yêu cầu mà thiết kế đưa ra.

7 Thiết kế

7.1 Yêu cầu chung

Các tác động cần phải tính đến phải phù hợp với TCVN 8615-1 (EN 14620-1).

Phải đảm bảo độ tin cậy của các bộ phận bê tông theo lý thuyết trạng thái giới hạn, bằng cách áp dụng phương pháp hệ số riêng.

Giá trị thiết kế của tác động, hệ quả của tác động, tính chất của vật liệu, đặc trưng hình học và cường độ thiết kế được xác định phù hợp với EN 1992-1-1. Trong trường hợp có bức xạ nhiệt, tham khảo thêm EN 1992-1-2.

7.2 Hệ số riêng đối với các tác động và các tổ hợp tải trọng

Bảng 1 cung cấp các hệ số riêng của tải trọng cho các tải trọng bất thường, những hệ số này phải được sử dụng cùng với các hệ số riêng về tải trọng trong EN 1991-1-1.

Bảng 1 – Hệ số riêng về tải trọng cho các tác động bất thường

Tổ hợp tải trọng	Hệ số tải trọng					
	Tĩnh tải		Tải trọng cùng phương khác		Tải trọng bất thường	Gió
	Có hại	Có lợi	Có hại	Có lợi		
Tải trọng thông thường cộng thêm 1 tải trọng đặc biệt	1,05	1,0	1,05	0	1,0	0,3
Tải trọng bất thường gồm có động đất (SSE), nổ do quá áp, va đập bên ngoài, cháy hay rò rỉ bể chứa trong.						

7.3 Độ chống thấm

Để đảm bảo độ kín khí, không rò chất lỏng, các vấn đề sau cần được chú ý:

7.3.1 Trường hợp lớp lót hoặc phủ không ngăn được chất lỏng

Nếu bồn chứa ngoài bằng bê tông không có lớp phủ hay lót ngăn được chất lỏng, thì độ chống thấm của bê tông phải được bảo đảm bởi vùng chịu nén tối thiểu là 100 mm.

7.3.2 Trường hợp lớp lót hoặc phủ ngăn được chất lỏng

Nếu lớp lót hoặc phủ ngăn được chất lỏng được sử dụng (nhằm đảm bảo độ kín tuyệt đối của bồn chứa phụ), thì cho phép tiết diện bê tông được xuất hiện vết nứt nằm trong giới hạn nêu trong EN 1992-1-1.

Trong trường hợp này, bề rộng khe nứt phải được tính toán và lớp lót/phủ phải được chứng minh là đảm bảo tạo màng qua được khe hở bằng 120 % bề rộng khe nứt.

8 Các quy định chi tiết

8.1 Yêu cầu chung

Tham khảo Phụ lục B để biết các thông tin chung về bể bê tông dự ứng lực.

8.2 Dự ứng lực

Với thành bể làm bằng bê tông dự ứng lực, áp dụng phương pháp dự ứng lực theo phương ngang.

CHÚ THÍCH: Không yêu cầu dự ứng lực theo phương đứng. Dự ứng lực theo phương đứng có thể được kết hợp với dự ứng lực theo phương ngang. Dự ứng lực theo phương đứng có cần thiết hay không phụ thuộc vào lực

thiết kế và đường kính của bể, các thành phần ứng suất dài hạn cũng như ứng suất phát sinh có liên quan trong tiết diện bê tông.

8.3 Thiết kế thành bể

Chiều dày tối thiểu của thành bể phải được tính toán nhằm đảm bảo:

- Có đủ chiều dày lớp bê tông bảo vệ tất cả các cốt thép dự ứng lực và cốt thép thường;
- Có đủ khoảng cách giữa cốt thép thường và cốt thép dự ứng lực để kết cấu bê tông đạt được độ đồng nhất và độ chống thấm.

8.4 Tấm lót nắp bể bằng thép

Tấm lót nắp bể bằng thép phải được neo chặt vào nắp bê tông.

CHÚ THÍCH: Tấm lót có thể đóng vai trò như ván khuôn (cốp pha cho bê tông) và có thể tham gia làm việc như một kết cấu hỗn hợp khi có các râu chịu cắt. Bê tông có thể được đổ thành nhiều lớp nhằm tránh hiện tượng quá tải đối với tấm lót (xem thêm Phụ lục B.6).

8.5 Mạch ngừng thi công

Việc thiết kế và thi công các mạch ngừng thi công cần được lưu ý. Vị trí và sự cần thiết sử dụng mạch ngừng thi công cần được tính toán chi tiết nhằm giảm thiểu rủi ro do chất lượng mạch ngừng không đảm bảo. Tại các vị trí cần bám đảo tính chống thấm, nhà thầu phải cung cấp các quá trình thi công dựa trên các công việc thực tế đã được chứng minh, và nếu cần thiết (khi không có đủ cơ sở) thì nhà thầu phải tiến hành các kiểm tra trên hiện trường để chứng tỏ các mạch ngừng thi công bảo đảm không bị thấm chất lỏng.

8.6 Vị trí cáp sợi căng

Với hệ thống dự ứng lực căng bên trong sử dụng các đế neo và cáp được bơm vữa (do có tính toán cho các điều kiện khấn cáp như cháy), cần phải kiểm tra vị trí của hệ thống dự ứng lực.

CHÚ THÍCH 1: Cáp dự ứng lực tốt nhất là được đặt ở chính giữa thành bể bê tông nhằm bảo đảm chống lại được đám cháy từ bên ngoài.

Cáp dự ứng lực cần phải được bảo vệ chống lại sự ăn mòn trong suốt tuổi thọ của bể. Phải có quy trình bơm vữa được thống nhất giữa nhà thầu và nhà thiết kế để đảm bảo bảo vệ tốt cho cáp dự ứng lực.

CHÚ THÍCH 2: Trong các môi trường khắc nghiệt (xâm thực mạnh), cần phải có các biện pháp bảo vệ bổ sung, có thể sử dụng ống luồn cáp kim loại màu (không chứa thép).

CHÚ THÍCH 3: Khi sử dụng hệ thống sợi thép cuốn quanh, các sợi thép này được đặt ở mặt ngoài của thành bể theo các đường xoắn nối tiếp nhau với khoảng cách theo phương đứng giữa các sợi không nhỏ hơn 8 mm. Mỗi lớp sợi được phủ bằng bê tông phun đảm bảo độ che phủ tối thiểu 6 mm. Sau khi tất cả các lớp dây được đặt đúng vị trí và được phủ bê tông, lớp bê tông phun ngoài cùng phải có chiều dày tối thiểu 25 mm tính từ lớp sợi ngoài cùng.

TCVN 8615-3:2010

8.7 Lớp bê tông bảo vệ

Việc chọn lựa lớp bê tông bảo vệ bên ngoài cốt thép phải tính đến cấp tiếp xúc môi trường, điều kiện nền móng và các điều kiện khẩn cấp trong thiết kế, ví dụ như chống cháy.

Các yêu cầu tối thiểu phải phù hợp với EN 1992-1-1.

8.8 Diện tích cốt thép tối thiểu

Diện tích cốt thép tối thiểu được nêu trong EN 1992-1-1.

8.9 Đê ngăn bằng bê tông cốt thép

Có thể sử dụng đê ngăn bằng bê tông cốt thép. Các đê ngăn bằng bê tông cốt thép phải được thiết kế đảm bảo các yêu cầu của hệ thống tiêu chuẩn quốc gia Việt Nam.

CHÚ THÍCH: Bể chứa một lớp vỏ yêu cầu phải có đê ngăn. Vì lý do kết cấu, hệ thống đê ngăn này có thể được sử dụng kết hợp cùng với đê/đập bằng đất.

9 Thi công và trình độ tay nghề

9.1 Yêu cầu chung

Về nguyên tắc, các yêu cầu trong quá trình thi công và trình độ tay nghề phải phù hợp với hệ thống tiêu chuẩn Việt Nam tương ứng.

Cần chú ý đặc biệt tới thành phần bê tông, quá trình sản xuất, kiểm soát chất lượng, đổ, đầm nén, bảo dưỡng bê tông,... để đảm bảo tính chống thấm của kết cấu phù hợp với EN 206-1.

Bên cạnh đó cũng còn phải đáp ứng các yêu cầu sau đây.

9.2 Kiểm soát vết nứt

Nhà thầu cần phải đo, theo dõi nhiệt trong quá trình thủy hóa, ảnh hưởng của quá trình khô và co ngót do nhiệt trong kết cấu bê tông. Thành phần của hỗn hợp, loại xi măng, và biện pháp thi công đều phải được chú ý hợp lý nhằm giảm thiểu sự rạn nứt của bê tông.

Sự chênh lệch nhiệt độ giữa kết cấu cũ và mới với môi trường cần phải được tính đến trong kế hoạch thi công.

9.3 Ván khuôn và thanh neo

Ván khuôn phải được chèn kín tại tất cả các mối nối. Cần tính toán kỹ đảm bảo ván khuôn có đủ độ bền và độ cứng.

Ván khuôn phải được bố trí theo cách đặc biệt tại vị trí để đề phòng nguy cơ rò rỉ.

Tất cả các khớp nối mở hình côn đều phải được bịt kín, đảm bảo không thấm chất lỏng.

9.4 Con kê

Phải dùng các con kê đủ đảm bảo chính xác chiều dày lớp bê tông bảo vệ, chịu được sản phẩm lỏng trong bể và chống thấm.

9.5 Bảo dưỡng

Việc bảo dưỡng bê tông phải phù hợp với EN 206-1.

CHÚ THÍCH: Quá trình bảo dưỡng phụ thuộc nhiều yếu tố như tốc độ gió hay nhiệt độ không khí và cấp phối bê tông.

Bảo dưỡng bê tông phải bao gồm các biện pháp nhằm phòng tránh hiện tượng bốc hơi nước quá mức và ổn định các tác động của nhiệt độ gây ra từ nhiệt của các quá trình thủy hóa. Việc bảo dưỡng phải kéo dài tới khi khối bê tông đạt đủ cường độ để chịu được các ứng suất trong và ứng suất ngoài.

9.6 Dung sai cho phép

Các yêu cầu chung về dung sai của kết cấu bê tông phải phù hợp với EN 1992-1-1. Nhà thầu cần phải khảo sát sự cần thiết của các dung sai quan trọng như của hệ thống đệm lót đặc biệt và cho hệ thống cách nhiệt với bề vách thép.

10 Lót và phủ

10.1 Yêu cầu chung

Các lớp lót và lớp phủ được đặt vào mặt trong của kết cấu bê tông nhằm mục đích ngăn chặn hơi ẩm và các chất hơi khác xuyên qua kết cấu.

CHÚ THÍCH: Lớp lót và phủ cũng được sử dụng nhằm đảm bảo tính chống thấm của kết cấu.

Có thể sử dụng các loại vật liệu sau:

- Các tấm thép làm lớp lót (bạc lót);
- Các lớp polyme được gia cố hay không được gia cố làm lớp phủ.

10.2 Lớp lót

Với vật liệu sử dụng phù hợp, lớp lót bằng thép được xem là kín với chất lỏng và hơi. Việc lựa chọn vật liệu phải dựa trên nhiệt độ thiết kế kim loại và do nhà thầu xác định. Việc lựa chọn loại thép phải phù hợp với TCVN 8615 (EN 14620).

Độ dày tối thiểu của lớp là 3 mm.

Khi thiết kế lớp lót phải tính đến mọi biến dạng từ biến hoặc biến dạng dài hạn của bê tông gây ra bởi các điều kiện vận hành tác dụng lên kết cấu.

Hệ thống neo giữ phải được thiết kế để chịu đồng thời cả lực cắt và kéo .

10.3 Lớp phủ

Các lớp lót và lớp phủ được dùng như tấm chắn hơi hay tấm chắn hơi/lồng. Lớp phủ có thể được đặt trực tiếp vào bề mặt bê tông. Trước khi đặt vào, bề mặt bê tông phải được phun cát và sau đó làm sạch bằng hút chân không. Các chất còn lại sau quá trình thi công hay bảo dưỡng phải được loại bỏ nếu chúng không phù hợp với hệ thống che phủ.

Để lớp phủ có chức năng như tấm chắn hơi, nó phải đảm bảo các điều sau:

- Độ thấm hơi nước tối đa là $0,5 \text{ g/m}^2 \text{ 24 h}$;

CHÚ THÍCH 1: Dùng phương pháp thử theo ASTM E96 trong các điều kiện môi trường tương đương điều kiện khí hậu tại nơi mà kết cấu bê tông được sử dụng.

- Lớp phủ không bị xuống cấp/biến chất sau thời gian dài tiếp xúc với sản phẩm (hơi);

CHÚ THÍCH 2: Phương pháp thử là ngâm lớp phủ trong môi trường hơi sản phẩm trong thời gian tối thiểu 3 tháng.

- Lớp phủ không bị hỏng dưới tác động của bê tông. Nó phải được chế tạo từ vật liệu chịu kiềm;

CHÚ THÍCH 3: Sử dụng phương pháp thử theo ASTM D1647 hay tương đương.

- Cường độ bám dính của tấm phủ lên bê tông phải lớn hơn $1,0 \text{ MPa}$;

CHÚ THÍCH 4: Sử dụng phương pháp thử theo EN ISO 4624 hay tương đương.

- Kiểm soát được hiện tượng thoát hơi của sản phẩm. Mức thoát hơi có thể chấp nhận được khi độ thấm hơi được giới hạn ở giá trị $1,0 \text{ g/m}^2 \text{ 24 h}$;

- Tấm phủ phải đủ độ dẻo, đảm bảo che phủ được bề rộng của khe nứt. Giá trị độ che phủ thông dụng là 120 % bề rộng khe nứt tính toán tại điều kiện nhiệt độ vận hành bình thường.

CHÚ THÍCH 5: Phương pháp thử được nhà thầu đề nghị.

Khi tấm phủ có chức năng như tấm chắn cả hơi và lồng, phải tiến hành các thí nghiệm bổ sung. Nhà thầu phải chứng minh được tấm phủ không bị xuống cấp sau khi tiếp xúc với sản phẩm lồng một thời gian ngắn (khi chất lỏng bắn/tóe vào) và dài (3 tháng).

10.4 Hệ thống bảo vệ chống nhiệt (Thermal Protection System – TPS)

Khi sử dụng TPS, cần chú ý các vấn đề sau:

- Tất cả các tác động, gồm có áp lực thủy tĩnh của sản phẩm, áp suất hơi, ảnh hưởng của hiện tượng từ biến và co ngót của bê tông và các tấm thép;

- Tính chống thấm của phần thành bể phía trên (sự nứt bê tông);

- Độ cao phủ hợp của thành bể.

Độ cao của thành bể tối thiểu là 500 mm trên cửa mở thi công tạm thời.

Phụ lục A
(Tham khảo)
Vật liệu

A.1 Bê tông

Các thông tin chung dưới đây được cung cấp cho bê tông :

- Đối với bê tông dự ứng lực, ít nhất phải sử dụng bê tông có cường độ f_{ck} 40 theo EN 1992-1-1:2004;
- Sự gia tăng cường độ (được biết đến như tính chất của bê tông ở nhiệt độ thấp) thông thường không được dùng để xác định cường độ cực hạn của các tiết diện bê tông. Tuy nhiên, nếu có đủ các số liệu thí nghiệm cần thiết thì các đặc tính bê tông tại nhiệt độ thấp cũng có thể được sử dụng;
- Sự giảm hệ số giãn nở, các tính chất nhiệt và môđun Young (đàn hồi) cần phải được xem xét khi thẩm tra thiết kế;
- Sự gia tăng cường độ gây ra bởi tốc độ biến dạng lớn (ví dụ như tác động tại van) cần được tính toán khi cần thiết;
- Việc sử dụng bê tông cường độ cao hoặc các phụ gia dạng sợi cần được chú ý với từng công trình cụ thể;
- Cần sử dụng tỉ lệ nước/xi măng thấp. Nó làm giảm lượng nước lỗ rỗng trong khối bê tông. Hiện tượng đóng băng của nước lỗ rỗng sẽ tạo ra sự giãn nở khoảng 9 %. Một phần sự giãn nở này bù đắp cho các lỗ rỗng khí trong bê tông, nhưng nếu các lỗ rỗng đó chứa nước thừa sẽ gây ra hiện tượng nứt bên trong bê tông;
- Cấp phối bê tông có thể chứa tới 5 % phụ gia ngậm khí. Các phụ gia ngậm khí phải có gốc keo phù hợp với các tiêu chuẩn tương ứng. Không sử dụng các chất có gốc kim loại;
- Đảm bảo việc sử dụng kết hợp nhiều phụ gia cho bê tông không gây ra tác động xấu tới kết cấu;
- Có thể sử dụng tro bay hay tro nhiên liệu dạng bột mịn kết hợp với xi măng Poóc lăng. Các loại vật liệu này sẽ có tác dụng làm giảm nhiệt của quá trình thủy hóa trong các kết cấu bê tông dày do đó giảm thiểu được hiện tượng co ngót sớm do nhiệt;
- Việc sử dụng các vật liệu thay thế xi măng có thể có lợi trong việc giảm hiện tượng co ngót sớm và tăng cường khả năng chống lại các yếu tố ô nhiễm môi trường của bê tông. Tuy nhiên bê tông có thể mất nhiều thời gian hơn để đạt được cường độ thiết kế;
- Tiếp xúc thời gian dài với các sản phẩm hydrocacbon không gây nên tác hại đáng kể nào tới đặc tính và tuổi thọ hữu ích của bê tông, kể cả trong điều kiện nhiệt độ môi trường;
- Phụ gia microsilica có thể được sử dụng nhằm tăng khả năng chống ăn mòn.

A.2 Thép và neo dự ứng lực

Các thông tin sau được cung cấp để thiết kế kết cấu bê tông dự ứng lực:

- Tải trọng lớn nhất tác dụng lên kết cấu bê tông xuất hiện trong quá trình thi công, khi tải trọng kéo tác dụng lên các cốt thép dự ứng lực hoặc các thanh thép cốt. Ứng suất trong thép dự ứng lực vào khoảng 80 % giới hạn chảy. Sau đó, ứng suất này sẽ giảm xuống bởi quá trình đóng neo hai đầu, truyền lực căng, chùng và từ biến của các sợi thép. Do đó, thử tải trọng thủy tĩnh là không cần thiết đối với hệ thống bồn chứa phụ của bể kép và bể tổ hợp;
- Tổn hao ứng suất dự ứng lực và các giá trị số học được xác định đối với thép ở nhiệt độ thường, được xem là thiên về an toàn đối với thép ở nhiệt độ thấp vì tính chất của thép được cải thiện ở nhiệt độ thấp.
- Nếu nhiệt độ thiết kế thấp hơn 50 °C thì hệ thống dự ứng lực đó (thanh, bó cáp, neo) phải được chứng minh là phù hợp với điều kiện nhiệt độ thấp mà nó có thể gặp phải trong quá trình vận hành.

A.3 Thép cốt

A.3.1 Lấy mẫu

Để sử dụng cho thí nghiệm thanh, thanh hoàn chỉnh được lấy từ hai quá trình nhiệt sản xuất, đường kính thanh lớn nhất và nhỏ nhất, và từ tất cả các cấp cường độ được sử dụng. Tốc độ nhỏ nhất của thí nghiệm mẫu thử được tuân theo EN 10002-1. Thí nghiệm được tiến hành theo EN 10080 nếu nhà sản xuất không có các báo cáo kiểm tra tương ứng.

A.3.2 Thí nghiệm

Thí nghiệm kéo được tiến hành trong điều kiện lạnh (tại nhiệt độ kim loại thiết kế) để xác định độ tương thích của thép.

CHÚ THÍCH: Nhiệt độ kim loại thiết kế là nhiệt độ thấp nhất mà các thanh cốt thép phải chịu dưới các điều kiện chịu tải bất thường.

Trong suốt quá trình thí nghiệm, nhiệt độ mẫu càng đồng đều càng tốt. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai điểm bất kỳ trên mẫu hoặc giữa một điểm bất kỳ trên mẫu và nhiệt độ thiết kế không được vượt quá 5 °C.

Theo EN 10002-1, thử nghiệm bền kéo được tiến hành trên mẫu thanh có rãnh khía hay không có rãnh khía.

Các chỉ số sau phải được tuân thủ:

1) Tỉ số nhạy khía (Notch Sensitivity Ratio – NSR) được định nghĩa là:

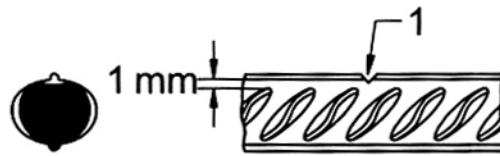
$$NSR = \frac{\text{Cường độ chịu kéo thanh có khía}}{\text{Ứng suất thanh không có khía ứng với biến dạng 2 \%}}$$

hoặc:

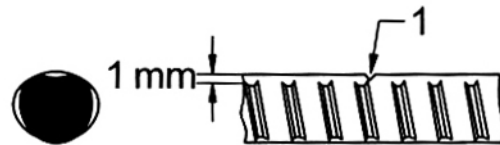
$$NSR = \frac{\text{Cường độ chịu kéo thanh có khía}}{\text{Giới hạn chảy của thanh không khía}}$$

Độ bền kéo chấp nhận được khi giá trị của NSR lớn hơn hay bằng 1.

Trong thí nghiệm mẫu thử cho thanh có rãnh khía, mẫu thử được tạo khía tại vị trí chính giữa hai đầu kẹp trên thiết bị thử. Có thể sử dụng khía chữ V có góc mở là 45° và bán kính 0,25 mm. Các kỹ thuật tiến hành thí nghiệm và sai số, xem EN 10045-1. Với thanh thép có gân dọc, vết khía được đặt tại vị trí ngang qua mẫu gân và sâu 1 mm. Với thanh thép gân ngang, vết khía được đặt tại vị trí chỏm đầu của gân (xem Hình A.1).



a) thanh thép gân dọc



b) thanh thép gân ngang

Hình A.1 – Rãnh khía trên thanh cốt thép

2) Biến dạng dẻo

Mẫu thanh không có rãnh khía phải có biến dạng dẻo ít nhất là 3 %. Biến dạng dẻo là phần biến dạng không hồi phục của chiều dài chuẩn tương ứng với cường độ chịu kéo.

3) Giới hạn chảy.

Giới hạn chảy của mẫu không có rãnh khía trong quá trình thí nghiệm phải có giá trị tối thiểu bằng 1,15 lần giới hạn chảy tối thiểu trong thiết kế.

A.3.3 Các giải pháp thay thế

Có thể sử dụng các giải pháp thay thế sau:

- Thép cacbon-mangan, thép 9 % niken hoặc thép không gỉ austenic. Có rất nhiều mác cốt thép không gỉ, xem thêm EN 10088-1. Tính dẻo của hầu hết các loại thép không gỉ austenic được duy trì ở nhiệt độ -196 °C;
- Thép dự ứng lực hay cốt thép không căng với độ giảm ứng suất cho phép.

CHÚ THÍCH: TCVN 8616 (NFPA 59A) đưa ra ứng suất cho phép tối đa của cốt thép cho bể chứa LNG. Các giá trị này thấp hơn đáng kể so với ứng suất cho phép của thép tại nhiệt độ thường. Điều này có thể làm tăng giá thành cho công trình nhưng bù lại có thể được sử dụng tại những nơi không sẵn có các loại thép đặc biệt hay không được chấp nhận về mặt kinh tế.

Phụ lục B

(Tham khảo)

Bể bê tông dự ứng lực

B.1 Yêu cầu chung

Bê tông dự ứng lực được xem là phù hợp nhất với kết cấu bê tông yêu cầu độ kín khít chất lỏng. Vì vậy, nó được dùng để thiết kế thành của bể chứa. Đáy và nắp bể thường được chế tạo bằng bê tông cốt thép thường.

B.2 Hệ thống dự ứng lực

Hệ thống dự ứng lực theo phương ngang luôn cần thiết. Sự cần thiết của thép dự ứng lực theo phương đứng phụ thuộc vào thiết kế của bể (áp suất thiết kế, độ dày nắp,...).

Dự ứng lực ngang đạt được bằng cách sử dụng các kỹ thuật sau:

- Cáp được đặt vào các đường ống luồn nằm theo phương ngang bên trong thành bê tông của bể, kéo căng giữa các mỏ neo trên bề mặt ngoài của thành bể;
- Một hệ cáp được tạo thành bởi các dây hoặc sợi cáp cuốn xung quanh mặt ngoài của thành bể.

CHÚ THÍCH: Hệ thống dây cáp được đặt trên bề mặt ngoài của thành bể theo các đường xoắn nối tiếp nhau với khoảng cách theo phương thẳng đứng giữa các dây không nhỏ hơn 8 mm. Mỗi lớp cáp được phủ bằng bê tông phun đảm bảo độ che phủ tối thiểu 6 mm. Sau khi tất cả các lớp cáp được đặt đúng vị trí và được phủ bê tông, lớp bê tông phun ngoài cùng có độ dày tối thiểu 25 mm.

B.3 Bản đáy

Bản đáy của bể được chế tạo bằng bê tông dự ứng lực hoặc bê tông cốt thép thường.

Trong trường hợp bê tông dự ứng lực có sử dụng cọc, sự dịch chuyển của bản đáy bởi các lực dự ứng lực phải được tính đến trong thiết kế.

CHÚ THÍCH: Bản đáy thông thường được chế tạo từng phần với các mạch ngừng thi công. Cần chú ý tới quá trình thi công các mạch ngừng thi công nhằm đảm bảo tính liên khối của kết cấu.

B.4 Liên kết thành bể với bản đáy

Liên kết giữa thành bể với bản đáy có thể được thiết kế là một trong các loại sau:

- Liên kết cố định (cứng): trong trường hợp này kết cấu bê tông là liền khối. Không xuất hiện sự dịch chuyển của thành bể, liên quan đến sự dịch chuyển của bản đáy. Liên kết được thiết kế đảm bảo chịu được momen và lực cắt tương đối lớn, các lực này xuất hiện khi có dịch chuyển của thành bể;

– Liên kết trượt: thành bể được đỡ bởi bản đáy nhưng nó có thể dịch chuyển theo phương ngang. Thành bể sẽ có thể di chuyển tự do theo phương ngang nhưng được đỡ bởi bản đáy. Nói chung, phải đảm bảo rằng bồn chứa ngoài không bị dịch chuyển theo. Có thể dùng thanh dẫn hướng để đảm bảo dịch chuyển của thành bể và bản đáy là đồng tâm. Để tránh hiện tượng rò rỉ chất lỏng hay khí, cần sử dụng miếng đệm khít đàn hồi, thường có dạng là một dải thép không gỉ;

– Liên kết khớp: thành bể vẫn được đỡ bởi bản đáy nhưng bị cố định theo phương ngang, (thông thường là sau khi căng sau) nó có khả năng quay trong một phạm vi giới hạn. Một lực cắt đáng kể sẽ truyền từ thành bể sang bản đáy, tuy nhiên không truyền momen uốn. Thường có thể cho phép thành bể có thể trượt trong khi đang được dự ứng lực. Sau đó, nó được chốt chặt vào vị trí đã tính trước nhưng không ngăn cản quay theo phương thẳng đứng.

Các ưu nhược điểm của từng loại liên kết được tổng kết trong Bảng B.1.

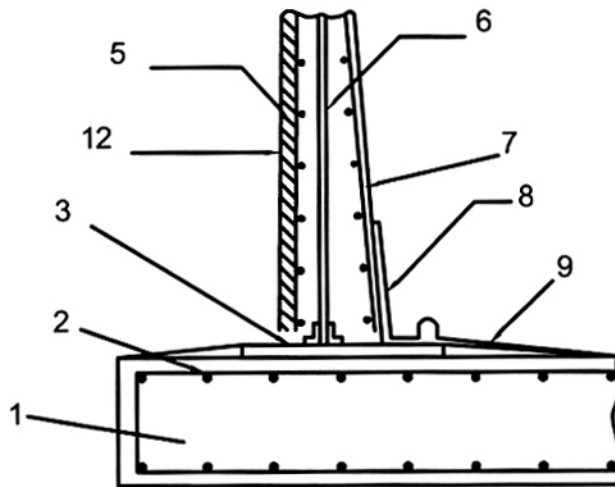
Bảng B.1 – Ưu điểm và nhược điểm của các loại liên kết thành bể tới bản đáy

Liên kết	Ưu điểm	Nhược điểm
Trượt	Ứng suất có thể được tính toán trước với độ tin cậy cao Ứng suất phụ thêm tương đối nhỏ	Phụ thuộc vào tính tương thích của miếng đệm nối Đã ghi nhận được một số dịch chuyển không rõ nguyên nhân
Khớp	Lực dự ứng lực có thể được tính toán với độ tin cậy cao Momen cực đại xuất hiện ở thành bể và xa vị trí liên kết (giữa thành và bản đáy), tại vị trí mà "hiệu ứng đầu cuối" của các cốt thép dọc được giảm đi đáng kể	Ứng suất phụ thêm phát sinh ít tin cậy Lực cắt lớn và momen khá lớn
Cố định	Dạng kết cấu cứng, khỏe. Ứng suất kéo trước theo phương đứng theo phương thẳng đứng ở phía dưới của thành bể	Lực cắt và momen lớn Momen cực đại xuất hiện tại vị trí liên kết (giữa bản đáy và tường bể)

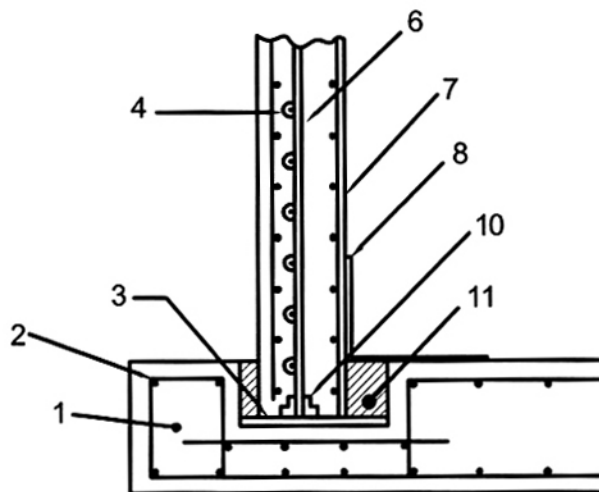
Loại liên kết cố định được dùng phổ biến vì có khả năng chống thấm tốt.

Với bể chứa LPG, liên kết cố định được thiết kế cho nhiệt độ thấp mà nó có thể gặp phải trong trường hợp bồn chứa chính bị rò rỉ. Không sử dụng cho thiết kế cho bể chứa LNG. Liên kết thành bể-bản đáy phải được bảo vệ bởi TPS (xem 10.4).

Thiết kế của các loại liên kết được mô tả trong Hình B.1.

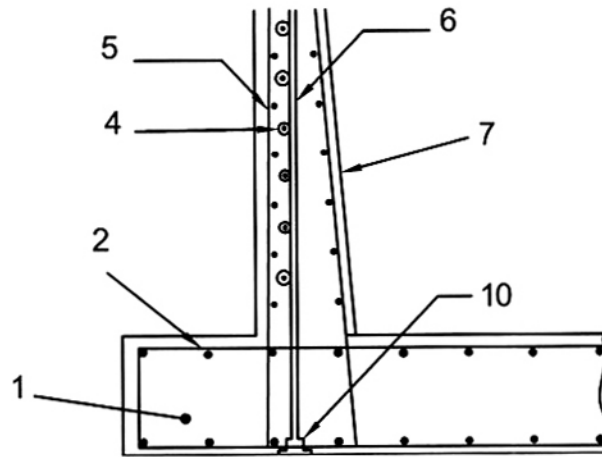


a) Liên kết trượt



b) Liên kết khớp

Hình B.1 – Các kiểu liên kết cơ bản cho khớp nối thành bể - bàn đáy



c) Liên kết cố định

CHÚ DẪN:

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Đáy bể | 7. Thành bể dự ứng lực |
| 2. Cốt thép chịu lực đáy bể | 8. Đệm thép không gỉ |
| 3. Tấm đệm | 9. Thanh dẫn hướng |
| 4. Thép dự ứng lực theo chu vi | 10. Neo dự ứng lực |
| 5. Cốt thép chịu lực thành bể | 11. Vữa bơm chèn |
| 6. Cáp dự ứng lực theo phương đứng | 12. Cáp dự ứng lực theo chu vi với lớp bê tông phun |

Hình B.1 – (kết thúc)

B.5 Liên kết thành bể với nắp

Liên kết thành bể–nắp thường là một cấu trúc liền khối.

B.6 Nắp

Việc sử dụng nắp bê tông thường là có lợi trong trường hợp áp suất thiết kế cao (ví dụ lớn hơn 14 kPa).

Nắp thường được làm bằng bê tông cốt thép. Lớp lót bằng thép bên trong được sử dụng để đảm bảo nắp bể kín hơi. Lớp lót này có thể sử dụng làm ván khuôn cho bê tông và làm việc như một kết cấu liền hợp. Trong trường hợp này, lớp lót được neo vào bê tông bằng các đinh tán.

Nắp bể bê tông có thể được đổ liên tục hoặc chia thành nhiều phần. Nó cũng có thể được đổ làm nhiều lớp, tùy thuộc vào độ dày. Phương pháp thi công đảm bảo hoàn thiện nắp bể phẳng và không rạn nứt. Cũng cần phải chú ý đến các vấn đề như tốc độ trộn, khả năng vận chuyển, nhân công, độ nghiêng dốc của nắp bể.

Trong quá trình đổ bê tông, có thể cần tạo áp suất không khí bên trong bể để đỡ được khối lượng hỗn hợp bê tông cho tới khi nó đạt đủ cường độ.

B.7 Thiết kế móng

B.7.1 Yêu cầu chung

Có thể sử dụng các loại móng sau:

- Móng nông (móng bè hay dầm vòng);
- Móng cọc.

B.7.2 Móng nông

B.7.2.1 Móng bè

Khi đất nền có những đặc tính cần thiết để chịu được toàn bộ tải trọng thiết kế, có thể sử dụng các bản bê tông cốt thép đặt trực tiếp trên đất nền. Các bản này có kích thước phù hợp để đảm bảo phân bố tải trọng đều lên nền đất. Một số vị trí trên bản cũng được làm dày hơn để chịu tải trọng lớn, ví dụ vị trí ngang dưới vỏ và thành bể. Trong thiết kế bản móng, cũng cần phải có các dự phòng cho các tác động của hiện tượng lún cục bộ không đều, co ngót sau khi khô, từ biến và biến dạng cho nhiệt xảy ra trong quá trình vận hành và trong các điều kiện bất thường.

B.7.2.2 Hệ dầm vòng

Khi đất nền có thể chịu được tải trọng tác dụng lên bể và các thành phần của nó với độ lún cho phép, loại móng đơn có thể được sử dụng. Móng được tăng cường bởi các dầm vòng có cấu trúc độc lập được thiết kế để nâng đỡ vỏ và/hoặc các thành bể, và tạo ra khả năng neo giữ chống lại hiện tượng đẩy trôi.

Cũng cần phải chú ý tới thiết kế mặt tiếp xúc giữa dầm vòng và đế móng, để tránh hiện tượng biến dạng của các tấm bạc lót, có thể sử dụng một bản chuyển tiếp.

CHÚ THÍCH: Có thể phải cấu tạo thêm thanh dầm vòng rời lắp trong bể để tạo ra một gối đỡ chịu lực được cách ly cho vỏ của bồn chứa trong. Nó bổ sung cho các dầm vòng của móng chính.

Nếu điều kiện đất nền không cho phép lớp đất phía trên đỡ móng, thì phải thiết kế móng được đỡ ở hệ cọc.

B.7.3 Móng cọc

Cọc hay trụ chống được sử dụng để khai thác khả năng nâng đỡ từ những tầng đất nền dưới sâu hơn. Việc sử dụng cọc thông thường do tính kinh tế, sự đa dạng về thể loại, đường kính, độ dài, tạo thuận lợi để tối ưu hóa giải pháp thiết kế móng.

Việc thiết kế đế móng phải xét đến sự thay đổi về độ cứng của cọc. Phương pháp thi công cọc và sức chịu tải của cọc phải được xác định từ một chương trình sản xuất thử và chương trình thi công, thử nghiệm. Cũng cần phải tính toán kỹ lưỡng thiết kế của đế móng và hệ thống cọc nhằm chịu được tải trọng phân bố lại trong trường hợp một (hay một số) cọc bị hỏng.

CHÚ THÍCH 1: Cần lưu ý khả năng bản đáy bị làm lạnh do bồn chứa chính bị rò rỉ. Vì vậy hiện tượng co ngót của các tấm phải được tính đến. Sự co ngót này giảm dần về phía tâm của bản móng.

CHÚ THÍCH 2: Cần quan tâm tới liên kết giữa hệ thống cọc và đế móng (đài cọc). Nếu đất nền phù hợp, các cọc với tiết diện nhỏ ở gần nhau liên kết cố định với đế móng. Với cọc đường kính lớn được đổ tại chỗ, có thể sử dụng liên kết cố định cho các cọc gần tâm của bể, và sử dụng liên kết dạng trượt cho các cọc còn lại.

CHÚ THÍCH 3: Trong trường hợp sử dụng cọc, lực ngang (ví dụ tải trọng của chất lỏng khi được phun vào bể) là yếu tố có ảnh hưởng lớn.

CHÚ THÍCH 4: Với bể chứa kép hay bể chứa hoàn chỉnh, các lực ngang và các momen do các tải trọng đặc biệt gây ra cũng có thể được truyền sang bản móng.

Cũng có thể tính đến việc sử dụng bản móng được nâng cao. Cần tập trung vào việc sử dụng hệ thống cách chấn (chống lại động đất) hoặc tránh sử dụng các phần tử sinh nhiệt.

Phần đế dưới bể nên có độ nghiêng ra phía rìa của bể, trong trường hợp chất lỏng bị tràn thì nó sẽ được chảy ra ngoài.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] EN 10002-1, *Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test at ambient temperature.*
 - [2] EN 10045-1, *Metallic materials – Charpy impact test – Part 1: Test method.*
 - [3] EN 10080, *Steel for the reinforcement of concrete – Weldable ribbed reinforcing steel – General.*
 - [4] EN 10088-1, *Stainless steels – Part 1: List of stainless steels.*
 - [5] EN 14620-4,5, *Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and –165 °C – Part 4: Insulation components – Part 5: Testing, drying, purging and cool-down.*
 - [6] ISO 4624, *Paints and varnishes – Pull-off test .*
 - [7] ASTM D1647, *Standard test methods for resistance of dried films of varnishes to water and alkali.*
 - [8] ASTM E96, *Standard test methods for water vapour transmission of materials.*
 - [9] AWWA D110, *Wire and strand-wound, circular, prestressed concrete water tanks.*
 - [10] NFPA 59A, *Standard for the production, storage and handling of Liquefied Natural Gas (LNG).*
 - [11] *Durable bonded post-tensioned bridges*, Concrete Society Report TR47.
 - [12] *Corrosion protection of unbonded tendons*, FIP Recommendation 91:1986.
 - [13] *Cryogenic behaviour of materials for prestressed concrete*, FIP State of the art report 904/128:1982.
 - [14] F.S. Rostasy, *Assessment of mechanical properties of structural materials for cryogenic applications*, FIP Special report SR 88/2, June 1988.
 - [15] F.H. Turner, *Concrete and cryogenics*, Cement and Concrete Association, 1979.
 - [16] A.S.G. Bruggeling, *Prestressed concrete for the storage of liquefied gases*. London, E and F Spon:1981.
 - [17] *Preliminary recommendations for the design of prestressed concrete containment for the storage of refrigerated liquefied gases*, FIP guide to good practice 912/134:1982.
-