



EVN TẬP ĐOÀN ĐIỆN LỰC
VIỆT NAM
THẮP SÁNG NIỀM TIN



QUY ĐỊNH VỀ CÔNG TÁC THIẾT KẾ DỰ ÁN LƯỚI ĐIỆN CẤP ĐIỆN ÁP 110KV – 500KV
PHẦN TRẠM BIẾN ÁP CẤP ĐIỆN ÁP TỪ 220KV ĐẾN 500KV

TẬP 2



TẬP ĐOÀN ĐIỆN LỰC VIỆT NAM

QUY ĐỊNH VỀ CÔNG TÁC THIẾT KẾ
DỰ ÁN LƯỚI ĐIỆN CẤP ĐIỆN ÁP
110KV – 500KV

**PHẦN TRẠM BIẾN ÁP
CẤP ĐIỆN ÁP
TỪ 220KV ĐẾN 500KV**

TẬP 2
HƯỚNG DẪN TÍNH TOÁN



TẬP ĐOÀN ĐIỆN LỰC VIỆT NAM

**QUY ĐỊNH VỀ CÔNG TÁC
THIẾT KẾ DỰ ÁN LƯỚI ĐIỆN
CẤP ĐIỆN ÁP 110KV – 500KV**

(Ban hành theo Quyết định số 1289/QĐ-EVN ngày
01/11/2017 của Tập đoàn Điện lực Việt Nam)

**PHẦN TRẠM BIẾN ÁP
CẤP ĐIỆN ÁP TỪ 220kV ĐẾN 500kV**

**TẬP 2
HƯỚNG DẪN TÍNH TOÁN**

Hà Nội 2017

Số: 1289/QĐ-EVN

Hà Nội, ngày 01 tháng 11 năm 2017

QUYẾT ĐỊNH

**Về việc ban hành Quy định về công tác thiết kế dự án lưới điện cấp điện áp
110kV ÷ 500kV trong Tập đoàn Điện lực Quốc gia Việt Nam**

TỔNG GIÁM ĐỐC TẬP ĐOÀN ĐIỆN LỰC VIỆT NAM

Căn cứ Nghị định số 205/2013/NĐ-CP ngày 06/12/2013 của Chính phủ về Điều lệ tổ chức và hoạt động của Tập đoàn Điện lực Việt Nam;

Căn cứ Nghị quyết số 318/NQ-HĐTV ngày 13/10/2017 của Hội đồng thành viên Tập đoàn Điện lực Việt Nam - Phiên họp thứ 19-2017;

Theo đề nghị của Trưởng Ban Quản lý Đầu tư,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành kèm theo Quyết định này “Quy định về công tác thiết kế dự án lưới điện cấp điện áp từ 110kV đến 500kV trong Tập đoàn Điện lực Quốc gia Việt Nam”.

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký.

Điều 3. Tổng Giám đốc, Các Phó Tổng Giám đốc EVN, Trưởng các Ban thuộc Hội đồng thành viên EVN, Chánh Văn phòng, Trưởng các Ban chức năng của EVN, Thủ trưởng các đơn vị trực thuộc, Thủ trưởng các công ty con do EVN nắm giữ 100% vốn điều lệ, Người đại diện phần vốn của EVN tại công ty cổ phần, công ty trách nhiệm hữu hạn và các tổ chức, cá nhân liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như điều 3;
- Bộ Công Thương (để b/c);
- Cục ĐL và NLTT – Bộ CT (để b/c);
- HĐTV – EVN (để b/c);
- Lưu: VT, ĐT, PC.

TỔNG GIÁM ĐỐC

Đặng Hoàng An

QUY ĐỊNH
**VỀ CÔNG TÁC THIẾT KẾ DỰ ÁN LƯỚI ĐIỆN CẤP ĐIỆN ÁP 110KV ÷
500KV TRONG TẬP ĐOÀN ĐIỆN LỰC QUỐC GIA VIỆT NAM**
*(Ban hành kèm theo Quyết định số 1289/QĐ-EVN ngày 01 tháng 11 năm 2017 của
Tổng Giám đốc Tập đoàn Điện lực Việt Nam)*

Chương I
CÁC QUY ĐỊNH CHUNG

Điều 1. Phạm vi điều chỉnh và đối tượng áp dụng

1. Phạm vi điều chỉnh:

Tất cả các dự án/công trình lưới điện cấp điện áp từ 110kV đến 500kV do EVN và các đơn vị thuộc EVN làm chủ đầu tư trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư và thực hiện đầu tư.

2. Đối tượng áp dụng:

- a) Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN);
- b) Công ty con do EVN nắm giữ 100% vốn điều lệ (Công ty TNHH MTV cấp II);
- c) Các công ty con do công ty TNHH MTV cấp II nắm giữ 100% vốn điều lệ và các đơn vị trực thuộc (đơn vị cấp III);
- d) Các tổ chức, cá nhân tham gia công tác Tư vấn lập dự án, khảo sát, thiết kế các công trình lưới điện do EVN, các Công ty TNHH MTV cấp II, các đơn vị cấp III làm chủ đầu tư.

Điều 2. Định nghĩa và các chữ viết tắt

1. *Đơn vị*: EVN và các Công ty TNHH MTV cấp II, cấp III nêu tại Khoản 2 Điều 1 của Quy định này.

2. *Dự án*: Là các dự án/công trình đường dây tải điện và trạm biến áp cấp điện áp đến 500 kV do EVN và các đơn vị thuộc EVN làm chủ đầu tư.

3. *BNCTKT*: Là Báo cáo nghiên cứu tiền khả thi.

4. *BNCKT*: Là Báo cáo nghiên cứu khả thi.

5. *TKBVTC*: Là Hồ sơ thiết kế bản vẽ thi công.

6. *TKKT*: Là Hồ sơ thiết kế kỹ thuật.

7. TKCS : Là hồ sơ thiết kế cơ sở.

8. Trong Quy định này, mọi dẫn chiếu liên quan đến bất kỳ một văn bản quy phạm pháp luật nào sẽ bao gồm cả những văn bản sửa đổi, bổ sung hoặc văn bản thay thế của văn bản đó.

Chương II

QUY ĐỊNH VỀ THIẾT KẾ CÁC DỰ ÁN

Điều 3. Nguyên tắc trong công tác thiết kế các dự án

1. Đảm bảo tuân thủ các quy định của pháp luật có liên quan và các qui định nội bộ của EVN.

2. Đảm bảo an toàn cho người sử dụng, quản lý vận hành, tuân thủ quy chuẩn, tiêu chuẩn hiện hành.

3. Phù hợp với mục tiêu của dự án, đảm bảo sự đồng bộ giữa các công trình khi đưa vào khai thác, sử dụng..

4. Đảm bảo tối ưu hóa giữa nội dung kỹ thuật và tính kinh tế của giải pháp thiết kế đề xuất trong đó thống nhất về phương pháp luận, triết lý thiết kế.

Điều 4. Nội dung hồ sơ Quy định về công tác thiết kế dự án lưới điện cấp điện áp từ 110kV đến 500kV

Nội dung hồ sơ Quy định về công tác thiết kế dự án lưới điện cấp điện áp từ 110kV đến 500kV gồm 03 Phần:

1. Phần đường dây tải điện cấp điện áp từ 110kV đến 500kV:

- a) Tập 1: Hồ sơ Báo cáo NCTKT, NCKT .
- b) Tập 2: Hồ sơ TKKT.
- c) Tập 3: Hồ sơ TKBVTC.
- d) Tập 4: Các bản vẽ.

- Tập 4.1: Các bản vẽ phần điện

- Tập 4.2: Các bản vẽ phần xây dựng

2. Phần trạm biến áp cấp điện áp từ 220kV đến 500 kV:

- Tập 1: Nội dung, biên chế hồ sơ tư vấn;
- Tập 2: Hướng dẫn tính toán;
- Tập 3: Bản vẽ tham khảo;
- Tập 4: Chuẩn hóa các hạng mục của trạm biến áp.

3. Phần Quy định về công tác thiết kế trạm biến áp cấp điện áp 110kV :

- Tập 1: Nội dung, biên chế hồ sơ tư vấn;
- Tập 2: Hướng dẫn tính toán;

- Tập 3: Bản vẽ tham khảo;
- Tập 4: Chuẩn hóa các hạng mục của trạm biến áp.

Chương III

TỔ CHỨC THỰC HIỆN

Điều 5. Quy định chuyển tiếp

1. Đối với các bước thiết kế của dự án đã và đang trình các cấp có thẩm quyền thẩm tra, thẩm định trước khi Quy định này có hiệu lực, không bị chi phối bởi Quy định này. Các bước thiết kế tiếp theo (nếu có) phải thực hiện theo Quy định này.


2. Đối với các bước thiết kế của dự án chưa trình các cấp có thẩm quyền thẩm tra, thẩm định thì phải thực hiện theo Quy định này kể từ ngày có hiệu lực.

Điều 6. Tổ chức thực hiện

1. Các Phó Tổng Giám đốc EVN, Chánh Văn phòng, Trưởng các Ban chức năng của EVN, Thủ trưởng các đơn vị trực thuộc và các công ty con do EVN nắm giữ 100% vốn điều lệ, Người đại diện phần vốn của EVN tại công ty cổ phần, công ty trách nhiệm hữu hạn và các tổ chức, cá nhân liên quan có trách nhiệm căn cứ Quyết định thực hiện.

2. Trong quá trình thực hiện, nếu xuất hiện các yếu tố tối ưu hóa thiết kế hoặc các phát sinh vướng mắc, các đơn vị, tổ chức, cá nhân liên quan kịp thời báo cáo, đề xuất gửi về EVN để xem xét bổ sung, sửa đổi phù hợp.

TỔNG GIÁM ĐỐC



Đặng Hoàng An

PHẦN TRẠM BIẾN ÁP CẤP ĐIỆN ÁP TỪ 220kV ĐẾN 500kV:

- TẬP 1: NỘI DUNG, BIÊN CHẾ HỒ SƠ TƯ VẤN
- **TẬP 2: HƯỚNG DẪN TÍNH TOÁN**
- TẬP 3: BẢN VẼ THAM KHẢO
- TẬP 4: CHUẨN HÓA CÁC HẠNG MỤC CỦA TRẠM BIẾN ÁP

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1 TÍNH TOÁN TRÀO LƯU CÔNG SUẤT, NGẮN MẠCH HỆ THỐNG.....	9
1.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN.....	9
1.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN VÀ SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	9
1.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	9
1.4 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ.....	9
CHƯƠNG 2 TÍNH TOÁN LỰA CHỌN ĐỊNH MỨC, CÔNG SUẤT THIẾT BỊ.....	10
2.1 MÁY BIẾN ÁP.....	10
2.1.1 CƠ SỞ.....	10
2.1.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	10
2.1.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	10
2.1.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN.....	11
2.2 DÒNG ĐỊNH MỨC CỦA THIẾT BỊ TRẠM.....	11
2.2.1 CƠ SỞ.....	11
2.2.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	11
2.2.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	11
2.2.3.1 PHÍA 500KV.....	11
2.2.3.2 PHÍA 220KV.....	12
2.2.3.3 PHÍA 110KV.....	13
2.2.3.4 PHÍA 35 KV.....	13
2.2.3.5 PHÍA 22KV.....	14
2.2.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN.....	14
2.3 MÁY CẮT.....	16
2.3.1 CƠ SỞ.....	16
2.3.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	16
2.3.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	16
2.3.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN.....	16
2.4 ĐAO CÁCH LY.....	16
2.4.1 CƠ SỞ.....	16
2.4.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	17
2.4.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	17
2.4.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN.....	17
2.5 BIẾN ĐIỆN ÁP.....	17
2.5.1 CƠ SỞ.....	17
2.5.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	17
2.5.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	17
2.5.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN.....	18
2.6 BIẾN DÒNG ĐIỆN.....	18
2.6.1 CƠ SỞ.....	18
2.6.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	18
2.6.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	19
2.6.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN.....	19
2.7 CÁCH ĐIỆN.....	19
2.7.1 CƠ SỞ.....	19
2.7.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	19
2.7.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	19
2.7.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN.....	20

CHƯƠNG 3 TÍNH TOÁN LỰA CHỌN CÁC THAM SỐ KHÁC MÁY CẮT: TRV, RRRV, ĐIỆN TRỞ ĐÓNG	21
3.1 ĐIỆN ÁP QUÁ ĐỘ PHỤC HỒI (TRANSIENT RECOVERY VOLTAGE-TRV), TỐC ĐỘ TĂNG ĐIỆN ÁP PHỤC HỒI (RATE-OF-RISE OF RECOVERY VOLTAGE RRRV) CỦA MÁY CẮT CHO ĐƯỜNG DÂY 500KV DÀI	21
3.1.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:.....	21
3.1.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN :	21
3.1.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO :	21
3.1.3.1 NGUỒN	21
3.1.3.2 CÁC MÁY BIẾN THỂ TĂNG ÁP CỦA CÁC TỔ MÁY PHÁT	22
3.1.3.3 CÁC ĐƯỜNG DÂY 220 KV.....	22
3.1.3.4 ĐƯỜNG DÂY 500 KV.....	22
3.1.3.5 CÁC BỘ TỤ BÙ DỌC.....	22
3.1.3.6 KHÁNG BÙ NGANG VÀ KHÁNG TRUNG TÍNH.....	22
3.1.3.7 CÁC MÁY BIẾN THỂ TỰ NGÃU 500/225/35KV	22
3.1.3.8 PHỤ TẢI.....	23
3.1.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:	23
3.1.4.1 CHẾ ĐỘ VẬN HÀNH HỆ THỐNG:	23
3.1.4.2 LOẠI NGẮN MẠCH MÔ PHỎNG:	24
3.1.4.3 MÔ HÌNH MÁY CẮT:.....	24
3.1.4.4 VỊ TRÍ SỰ CỐ:	24
3.1.4.5 CÁC BƯỚC THỰC HIỆN:.....	25
3.1.4.6 KẾT QUẢ TÍNH TOÁN:.....	25
3.1.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ VÀ ĐỀ XUẤT LỰA CHỌN MÁY CẮT:.....	26
3.1.6 GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC:.....	26
3.2 TÍNH TOÁN LỰA CHỌN MÁY CẮT KHÁNG BÙ NGANG: ĐIỆN ÁP QUÁ ĐỘ PHỤC HỒI (TRANSIENT RECOVERY VOLTAGE-TRV), TỐC ĐỘ TĂNG ĐIỆN ÁP PHỤC HỒI (RATE-OF-RISE OF RECOVERY VOLTAGE RRRV) CỦA MÁY CẮT 500KV	26
3.2.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:.....	26
3.2.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN:.....	27
3.2.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO :	27
3.2.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:	27
3.2.4.1 QUÁ ĐIỆN ÁP THAY ĐỔI NHANH (CHOPPING VOLTAGE):	28
3.2.4.2 QUÁ ĐIỆN ÁP HỒ QUANG (REIGNITION VOLTAGE):.....	29
3.2.4.3 QUÁ ĐIỆN ÁP HỒ QUANG PHỤC HỒI CỦA MÁY CẮT KHÁNG:	30
3.2.4.4 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ:.....	32
3.2.5 GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC:.....	33
3.3 TÍNH TOÁN SỰ CẦN THIẾT ĐIỆN TRỞ ĐÓNG TRƯỚC CỦA MÁY CẮT.....	33
3.3.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:.....	33
3.3.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN:	34
3.3.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO :	34
3.3.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:	34
3.3.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ:	36
3.3.6 GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC:.....	36
3.4 TÍNH TOÁN RRRV CHO MÁY CẮT TRẠM CÓ LẮP KHÁNG HẠN CHẾ DÒNG NGẮN MẠCH.....	38
3.4.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:.....	38
3.4.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN:.....	38
3.4.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO :	39
3.4.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:	39

3.4.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ:.....	42
3.4.6 GIẢI PHÁP KHẮC PHỤC:.....	42
CHƯƠNG 4 TÍNH TOÁN BÙ NGANG CHO ĐƯỜNG DÂY 500KV.....	44
4.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:.....	44
4.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN:.....	44
4.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO :.....	44
4.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:.....	44
4.4.1 TÍNH TOÁN THÔNG SỐ ĐƯỜNG DÂY:.....	45
4.4.2 BÙ CHO ĐƯỜNG DÂY MẠCH ĐƠN:.....	45
4.4.3 BÙ CHO ĐƯỜNG DÂY MẠCH KÉP:.....	46
4.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ:.....	49
4.6 TÍNH TOÁN LỰA CHỌN THÔNG SỐ KHÁNG TRUNG TÍNH VÀ KIỂM TRA THỜI GIAN TẮT CỦA DÒNG HỒ QUANG THỦ CẤP.....	49
4.6.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:.....	49
4.6.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN:.....	49
4.6.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO :.....	49
4.6.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:.....	50
4.6.4.1 THÀNH PHẦN HỖ DUNG KHI CHƯA CÓ KHÁNG TRUNG TÍNH:.....	51
4.6.4.2 THÀNH PHẦN HỖ CẨM.....	52
4.6.4.3 THÀNH PHẦN MỘT CHIỀU DO NĂNG LƯỢNG BỊ "BẦY" TRONG KHÁNG BÙ NGANG:.....	52
4.6.4.4 THÀNH PHẦN DÒNG PHÓNG TRONG TỤ BÙ DỌC:.....	52
4.6.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ:.....	53
4.7 LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ TRUNG TÍNH (CHỐNG SÉT VAN, ĐIỆN TRỞ).54	54
4.7.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:.....	54
4.7.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN:.....	54
4.7.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO:.....	54
4.7.4 LỰA CHỌN SƠ BỘ CÁC THIẾT BỊ TRUNG TÍNH.....	55
4.7.4.1 MỨC CÁCH ĐIỆN ĐỐI VỚI KHÁNG TRUNG TÍNH VÀ ĐIỆN TRỞ TRUNG TÍNH 56	
4.7.4.2 ỨNG LỰC VẬN HÀNH CHẾ ĐỘ TĨNH.....	56
4.7.4.3 CÁC ỨNG LỰC VẬN HÀNH NGẮN HẠN TRONG MẠCH TRUNG TÍNH CỦA THIẾT BỊ KHÁNG.....	57
4.7.4.4 TÍNH TOÁN KIỂM TRA CÁC THÔNG SỐ VẬN HÀNH THIẾT BỊ TRUNG TÍNH 57	
4.7.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ĐỀ XUẤT LỰA CHỌN THÔNG SỐ MẠCH TRUNG TÍNH:.....	58
4.7.5.1 KHÁNG TRUNG TÍNH:.....	59
4.7.5.2 ĐIỆN TRỞ TRUNG TÍNH:.....	59
4.8 CHỌN BÙ NGANG: XEM XÉT TRONG TRƯỜNG HỢP TBA NÓI NHIỀU ĐƯỜNG DÂY NGẮN, TRONG TRƯỜNG HỢP THÁP ĐIỂM DƯ Q.....	59
CHƯƠNG 5 TÍNH TOÁN LỰA CHỌN CHỐNG SÉT VAN CHO NGĂN XUẤT TUYẾN 500KV.....	61
5.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:.....	61
5.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN:.....	61
5.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO:.....	61
5.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:.....	61
5.4.1.1 KIỂM TRA KHẢ NĂNG CHỊU QUÁ ĐIỆN ÁP TẠM THỜI.....	63
5.4.1.2 KIỂM TRA KHẢ NĂNG HẤP THỤ NĂNG LƯỢNG CỦA CHỐNG SÉT VAN.....	63
5.4.1.3 ĐIỆN ÁP ĐẦU ĐƯỜNG DÂY KHI CHỐNG SÉT VAN TÁC ĐỘNG.....	63

5.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ:	64
5.5.1 KIỂM TRA KHẢ NĂNG CHỊU QUÁ ĐIỆN ÁP TẠM THỜI	64
5.5.2 KIỂM TRA KHẢ NĂNG HẤP THỤ NHIỆT CỦA CHỐNG SÉT VAN	64
5.5.3 ĐIỆN ÁP ĐẦU ĐƯỜNG DÂY KHI CHỐNG SÉT VAN TÁC ĐỘNG	64
CHƯƠNG 6 TÍNH TOÁN CÁCH ĐIỆN XUNG KÍCH THIẾT BỊ 500KV (LỰA CHỌN BIL)	65
6.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:	65
6.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN :	65
6.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO :	65
6.3.1 NGUỒN SÉT	65
6.3.1.1 ĐẶC TÍNH CHÍNH CỦA SÉT	66
6.3.1.2 NGUỒN SÉT	66
6.3.1.3 MÔ HÌNH CỘT VÀ ĐƯỜNG DÂY	66
6.3.2 MÔ HÌNH KHE HỖ PHÒNG ĐIỆN	68
6.3.3 ĐIỆN TRỞ NỔI ĐẤT TRẠM	69
6.3.4 MÔ HÌNH CHỐNG SÉT VAN	69
6.3.5 CÁC THIẾT BỊ TRONG TRẠM	70
6.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:	71
6.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP:	74
CHƯƠNG 7 TÍNH TOÁN CƠ KHÍ THANH CÁI ỒNG	75
7.1 CƠ SỞ	75
7.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO	75
7.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN	75
7.3.1 TÍNH TOÁN ĐỘ VỒNG VÀ ỨNG SUẤT ỒNG THANH CÁI.....	75
7.3.2 KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN PHÁT NÓNG LÂU DÀI.....	76
7.3.3 KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN ỔN ĐỊNH NHIỆT KHI CÓ NGẮN MẠCH.....	76
7.3.4 KIỂM TRA ĐIỀU KIỆN ỔN ĐỊNH ĐỘNG.....	76
7.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN	77
CHƯƠNG 8 TÍNH TOÁN ĐIỆN TỰ DỪNG AC, DC	78
8.1 TỰ DỪNG AC	78
8.1.1 CƠ SỞ.....	78
8.1.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO	78
8.1.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN	79
8.1.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN	79
8.2 TỰ DỪNG DC	79
8.2.1 CƠ SỞ.....	79
8.2.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO	80
8.2.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN	80
8.2.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN	82
CHƯƠNG 9 TÍNH TOÁN CHỐNG SÉT, NỔI ĐẤT, CHIỀU SÁNG	83
9.1 TÍNH TOÁN CHỐNG SÉT	83
9.1.1 CƠ SỞ.....	83
9.1.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO	83
9.1.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN	83
9.1.3.1 TÍNH TOÁN PHẠM VI KIM THU SÉT	83
9.1.3.2 KẾT QUẢ LỰA CHỌN.....	84
9.2 TÍNH TOÁN NỔI ĐẤT	85
9.2.1 CƠ SỞ.....	85

9.2.2	SỐ LIỆU ĐẦU VÀO	85
9.2.2.1	NỘI DUNG TÍNH TOÁN	85
9.2.2.2	KẾT QUẢ LỰA CHỌN	90
9.3	TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG.....	90
9.3.1	CƠ SỞ	90
9.3.2	SỐ LIỆU ĐẦU VÀO	90
9.3.3	NỘI DUNG TÍNH TOÁN	91
9.3.3.1	PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG TRONG NHÀ SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP HỆ SỐ SỬ DỤNG:	91
9.3.3.2	PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN HỆ THỐNG CHIẾU SÁNG NGOÀI TRỜI SỬ DỤNG PHẦN MỀM TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG.....	91
9.3.3.3	KẾT QUẢ LỰA CHỌN	91
CHƯƠNG 10 TÍNH TOÁN HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA NHIỆT ĐỘ VÀ THÔNG GIÓ... 92		
10.1	CƠ SỞ	92
10.2	SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	92
10.3	NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	92
10.4	KẾT QUẢ LỰA CHỌN.....	94
CHƯƠNG 11 TÍNH TOÁN HỆ THỐNG ĐIỆN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI..... 95		
11.1	CƠ SỞ	95
11.2	SỐ LIỆU ĐẦU VÀO.....	95
11.3	NỘI DUNG TÍNH TOÁN.....	96
11.4	KẾT QUẢ TÍNH TOÁN.....	96
CHƯƠNG 12 TÍNH TOÁN SAN NỀN..... 97		
12.1	TÍNH TOÁN LỰA CHỌN CAO ĐỘ SAN NỀN.....	97
12.1.1	ĐIỀU KIỆN THỦY VĂN (H_{TV}).....	97
12.1.2	ĐIỀU KIỆN ĐỊA CHẤT ($H_{ĐC}$)	97
12.1.3	QUY HOẠCH CHUNG CỦA KHU VỰC (H_{QH}).....	98
12.1.4	KHẢ NĂNG THOÁT NƯỚC MẶT BẰNG TRẠM (H^{TN}).....	98
12.1.5	KHẢ NĂNG CÂN BẰNG ĐÀO ĐẬP ($H_{ĐĐ}$).....	98
12.1.6	KẾT LUẬN CHỌN CỐT THIẾT KẾ SAN NỀN.....	99
12.1.7	TÍNH LÚN NỀN ĐẬP.....	99
12.1.7.1	ĐỘ LÚN TỔNG CỘNG (S) VÀ ĐỘ LÚN CỐ KẾT	99
12.1.7.2	TÍNH ĐỘ LÚN CỐ KẾT THEO THỜI GIAN	99
12.1.7.3	ĐỘ LÚN TỨC THỜI (SI) XÁC ĐỊNH TRÊN ĐỘ LÚN CỐ KẾT SC	99
12.1.7.4	ĐỘ LÚN CUỐI CÙNG TỨC THỜI (SI) XÁC ĐỊNH BẰNG PHƯƠNG PHÁP CỘNG LÚN CÁC LỚP.....	99
12.1.8	TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH NỀN	99
12.1.8.1	PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN.....	100
12.1.8.2	HỆ SỐ ỔN ĐỊNH	101
12.1.8.3	PHẦN MỀM TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH.....	101
CHƯƠNG 13 TÍNH TOÁN MÓNG MÁY BIẾN ÁP..... 102		
13.1	TÍNH TOÁN KẾT CẤU MÓNG MÁY BIẾN ÁP:.....	102
13.2	TRƯỜNG HỢP MÓNG BẢN.....	102
13.2.1.1	CHỌN KÍCH THƯỚC MÓNG:	102
13.2.1.2	TÍNH KIỂM TRA KHẢ NĂNG CHỊU LỰC CỦA ĐẤT NỀN:	102
13.2.1.3	TÍNH KIỂM TRA MÓNG THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ NHẤT:.....	102
13.2.1.4	TÍNH KIỂM TRA MÓNG THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ HAI:.....	102
13.2.1.5	TÍNH KIỂM TRA ĐỘ NGHIÊNG CỦA MÓNG:.....	104

13.2.1.6	TÍNH TOÁN CỐT THÉP MÓNG:	104
13.2.1.7	KIỂM TRA CHỌC THÙNG:	105
13.2.2	TRƯỜNG HỢP MÓNG CỌC:	105
13.2.2.1	NGUYÊN TẮC TÍNH TOÁN MÓNG CỌC:	105
13.2.2.2	NHÓM TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ NHẤT:	105
13.2.2.3	NHÓM TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ HAI GỒM:	105
13.2.2.4	XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG CHỊU TẢI CỦA CỌC:	106
13.2.2.5	XÁC ĐỊNH SỨC CHỊU TẢI TÍNH TOÁN CỦA CỌC:	107
13.2.2.6	XÁC ĐỊNH SỐ LƯỢNG CỌC VÀ BỐ TRÍ CỌC TRONG MÓNG:	107
13.2.2.7	KIỂM TRA LỰC TÁC DỤNG TRÊN CỌC VÀ TRÊN NỀN ĐẤT:	108
13.2.2.8	KIỂM TRA ĐỘ LÚN CỦA MÓNG CỌC:	109
13.2.2.9	TÍNH TOÁN KIỂM TRA CỌC KHI VẬN CHUYỂN VÀ LẮP DỰNG:	109
13.3	TÍNH TOÁN THIẾT KẾ TƯỜNG NGĂN LỬA	110
13.3.1	CÁC SỐ LIỆU ĐẦU VÀO:	110
13.3.2	TÍNH TOÁN KẾT CẤU:	110
13.3.2.1	TẢI TRỌNG TÁC DỤNG LÊN TƯỜNG BAO GỒM:	110
13.3.2.2	TÍNH CỐT THÉP TƯỜNG NGĂN:	111
13.3.2.3	TÍNH MÓNG:	111
CHƯƠNG 14	TÍNH TOÁN NHÀ ĐIỀU HÀNH	119
14.1	THUYẾT MINH TÍNH TOÁN NHÀ ĐIỀU HÀNH	119
14.1.1	NHỮNG YÊU CẦU CƠ BẢN VỀ TÍNH TOÁN:	119
14.1.2	TÍNH TOÁN THEO CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ NHẤT NHẪM ĐẢM BẢO CHO KẾT CẤU:	119
14.1.3	TÍNH TOÁN THEO CÁC TRẠNG THÁI GIỚI HẠN THỨ HAI NHẪM ĐẢM BẢO SỰ LÀM VIỆC BÌNH THƯỜNG CỦA KẾT CẤU SAO CHO:	119
14.1.4	CÁC QUY ĐỊNH, QUY PHẠM VÀ TIÊU CHUẨN TÍNH TOÁN:	120
14.1.5	VẬT LIỆU KẾT CẤU:	120
14.1.5.1	BÊ TÔNG CẤP ĐỘ BỀN B15:	120
14.1.5.2	BÊ TÔNG CẤP ĐỘ BỀN B20:	120
14.1.5.3	BÊ TÔNG CẤP ĐỘ BỀN B25:	121
14.1.5.4	CỐT THÉP:	121
14.1.5.5	TẢI TRỌNG:	121
14.1.5.6	TÍNH TẢI:	121
14.1.5.7	HOẠT TẢI:	122
14.1.5.8	TẢI TRỌNG ĐỘNG ĐẤT (TẢI ĐẶC BIỆT):	122
14.1.5.9	TÍNH TOÁN KẾT CẤU SÀN:	122
14.1.6	TÍNH TOÁN KẾT CẤU CỘT:	124
14.1.6.1	TÍNH CỐT THÉP DỌC CHO CỘT CHỊU NÉN VỚI TRƯỜNG HỢP LỆCH TÂM PHẪNG:	124
14.1.6.2	TÍNH CỐT THÉP DỌC CHO CỘT CHỊU NÉN VỚI TRƯỜNG HỢP LỆCH TÂM XIÊN:	124
14.1.7	TÍNH TOÁN DẦM:	125
14.1.8	TÍNH TOÁN KẾT CẤU MÓNG:	125
14.1.8.1	TRƯỜNG HỢP MÓNG ĐƠN:	125
14.1.8.2	TRƯỜNG HỢP MÓNG BẰNG:	127
14.1.8.3	TRƯỜNG HỢP MÓNG CỌC:	130
CHƯƠNG 15	TÍNH TOÁN BỂ NƯỚC CỨU HỎA, BỂ DẦU SỰ CỐ	135
15.1	BỂ NƯỚC CỨU HỎA CHO MBA 500KV – ÁP DỤNG CHO MBA 3X300MV	135
15.1.1	THUYẾT MINH TÍNH TOÁN:	135
15.1.1.1	THUYẾT MINH:	135

15.1.1.2	TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG	135
15.1.1.3	SỐ LIỆU ĐỊA CHẤT	135
15.1.1.4	CHỌN VẬT LIỆU.....	135
15.1.2	CHỌN KÍCH THƯỚC BỀ.....	136
15.1.2.1	TẢI TRỌNG TÁC DỤNG	136
15.1.2.2	TÍNH TOÁN KHẢ NĂNG CHỊU TẢI CỦA ĐẤT NỀN	137
15.1.2.3	TÍNH TOÁN CỘT THÉP THÀNH BỀ VÀ ĐÁY BỀ	138
15.1.2.4	ĐÁY BỀ.....	138
15.1.2.5	TÍNH TOÁN ĐỘ LÚN CỦA BỀ NƯỚC.....	139
15.2	BỀ DẦU SỰ CỐ	139
15.2.1	THUYẾT MINH TÍNH TOÁN	139
15.2.1.1	THUYẾT MINH.....	139
15.2.1.2	TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG	140
15.2.1.3	SỐ LIỆU ĐỊA CHẤT	140
15.2.1.4	CHỌN VẬT LIỆU.....	140
15.2.1.5	CHỌN KÍCH THƯỚC BỀ	140
15.2.1.6	TẢI TRỌNG TÁC DỤNG	141
15.2.2	TÍNH TOÁN CỘT THÉP THÀNH BỀ VÀ ĐÁY BỀ	142
15.2.2.1	THÀNH BỀ	142
15.2.2.2	ĐÁY BỀ.....	144
CHƯƠNG 16	TÍNH TOÁN KẾT CẤU THÉP	145
16.1	TÍNH TOÁN GIÀN CỘT CÔNG – GIÀN THANH CÁI	145
16.1.1	CÁC TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG.....	145
16.1.2	VẬT LIỆU CHẾ TẠO CỘT	145
16.1.2.1	THÉP CƯỜNG ĐỘ THƯỜNG LOẠI SS400 THEO JIS G3101 HOẶC TƯƠNG ĐƯƠNG.....	145
16.1.2.2	THÉP CƯỜNG ĐỘ CAO LOẠI SS540 THEO JIS G3101 HOẶC TƯƠNG ĐƯƠNG.....	145
16.1.2.3	BU LÔNG LIÊN KẾT	146
16.1.2.4	HÀN LIÊN KẾT	146
16.1.2.5	SƠ ĐỒ TÍNH CỘT, XÀ	146
16.1.3	TẢI TRỌNG TÁC DỤNG.....	146
16.1.3.1	TÍNH TOÁN TẢI TRỌNG GIÓ THEO TCVN 2737-1995:	146
16.1.4	TÍNH TOÁN VÀ KIỂM TRA CỘT – XÀ	149
16.1.4.1	KIỂM TRA CHUYÊN VỊ	149
16.1.4.2	TÍNH TOÁN NỘI LỰC	149
16.1.4.3	TÍNH TOÁN CHỌN LỰA CÁC THANH.....	150
16.1.4.4	TÍNH TOÁN LIÊN KẾT THANH CỘT ỨNG VỚI CÁC TRƯỜNG HỢP TỖ HỢP TẢI.....	151
16.1.4.5	TÍNH TOÁN BU LÔNG NEO CỘT VỚI MÓNG.....	151
16.2	TÍNH TOÁN TRỤ ĐỠ THIẾT BỊ.....	152
16.2.1	CÁC TIÊU CHUẨN, QUY PHẠM ÁP DỤNG	152
16.2.2	PHẦN MỀM TÍNH TOÁN.....	153
16.2.3	THIẾT LẬP SƠ ĐỒ TÍNH CỦA TRỤ ĐỠ	153
16.2.4	TÍNH TOÁN LỰC TÁC DỤNG TRÊN TRỤ ĐỠ	153
16.2.4.1	LỰC CĂNG DÂY CỦA THIẾT BỊ LẮP TRÊN TRỤ:	153
16.2.4.2	TẢI TRỌNG GIÓ TÁC DỤNG LÊN TRỤ.....	153
16.2.4.3	TẢI TRỌNG DO TRỌNG LƯỢNG NGƯỜI VÀ DỤNG CỤ KHI THI CÔNG: PNG	156
16.2.4.4	TẢI TRỌNG DO TRỌNG LƯỢNG BẢN THÂN TRỤ VÀ THIẾT BỊ: PBT ...	156
16.2.4.5	TẢI TRỌNG ĐỘNG CỦA THIẾT BỊ: PTB	156

16.2.5 TÍNH TOÁN TRỤ ĐỠ.....	156
16.2.5.1 MÔ HÌNH LÀM VIỆC CỦA TRỤ THÉP VÀO CHƯƠNG TRÌNH TÍNH SAP2000.....	156
16.2.5.2 KIỂM TRA CHUYỂN VỊ CHO PHÉP ĐẦU TRỤ:.....	156
16.2.5.3 TÍNH TOÁN CHỌN LỰA TIẾT DIỆN CÁC THANH TRỤ:.....	156
16.2.5.4 TÍNH TOÁN LIÊN KẾT THANH TRỤ ỨNG VỚI CÁC TRƯỜNG HỢP TỖ HỢP TẢI TRỌNG.....	158
16.2.5.5 TÍNH TOÁN BU LÔNG NEO TRỤ VỚI MÓNG.....	159
CHƯƠNG 17 TÍNH TOÁN MÓNG THIẾT BỊ, MÓNG DÀN TRỤ CÔNG.....	161
17.1 TÍNH TOÁN MÓNG GIÀN CỘT CÔNG – MÓNG GIÀN THANH CÁI.....	161
17.1.1 CÁC TIÊU CHUẨN ÁP DỤNG.....	161
17.1.2 VẬT LIỆU.....	161
17.1.2.1 BÊ TÔNG.....	161
17.1.2.2 CỐT THÉP.....	162
17.1.3 SỐ LIỆU ĐỊA CHẤT.....	162
17.1.3.1 TẢI TRỌNG TÁC DỤNG.....	162
17.1.3.2 TÍNH TOÁN MÓNG CỘT.....	163
17.2 TÍNH TOÁN MÓNG THIẾT BỊ.....	177
17.2.1 CÁC TIÊU CHUẨN, QUY PHẠM ÁP DỤNG.....	177
17.2.2 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN CÁC MÓNG TRỤ ĐỠ THIẾT BỊ.....	177
17.2.2.1 TÍNH TOÁN MÓNG TRỤ (MÓNG ĐƠN), MÓNG BẰNG.....	178
17.2.2.2 TÍNH TOÁN MÓNG CỌC.....	180
CHƯƠNG 18 TÍNH TOÁN TÍNH TOÁN ĐƯỜNG Ô TÔ.....	187
18.1 NHỮNG YÊU CẦU CƠ BẢN VỀ TÍNH TOÁN.....	187
18.2 CÁC QUY ĐỊNH, QUY PHẠM VÀ TIÊU CHUẨN TÍNH TOÁN.....	187
18.3 TÍNH TOÁN ÁO ĐƯỜNG MỀM.....	187
18.4 TÍNH TOÁN ÁO ĐƯỜNG CỨNG.....	189

Chương 1

TÍNH TOÁN TRÀO LƯU CÔNG SUẤT, NGẮN MẠCH HỆ THỐNG

1.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN

Phân tích, kiểm tra phân bố công suất và điện áp tại các nút của hệ thống điện theo các chế độ phụ tải cực đại, cực tiểu tại thời điểm trước và sau khi đường dây và trạm dự kiến đi vào vận hành để tính toán thời điểm (Y) cần thiết đưa vào vận hành của trạm và đường dây.

Phân tích, kiểm tra phân bố công suất và điện áp tại các nút, dòng ngắn mạch của hệ thống điện tại nút lựa chọn thiết bị theo các chế độ phụ tải cực đại, cực tiểu tại thời điểm Y, Y+5, Y+10 nhằm lựa chọn thiết bị, cấp quang và sự đảm bảo an toàn cung cấp điện cho khu vực tính toán.

1.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN VÀ SỐ LIỆU ĐẦU VÀO

Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011-2020 có xét đến năm 2030 (quy hoạch điện 7 hiệu chỉnh) được phê duyệt ngày 18/3/2016 theo quyết định số 428/QĐ-TTg.

Quy hoạch phát triển điện lực tỉnh.

Phần mềm sử dụng tính toán là PSS/E của hãng PTI theo quy định trước đây của EVN.

1.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN

Xác định công suất truyền tải của đường dây và qua trạm biến áp tại các thời điểm phụ tải cực đại, cực tiểu trong các chế độ vận hành bình thường, sự cố (N-1);

Xác định tổn thất công suất của hệ thống trước và sau khi có trạm và đường dây đưa vào vận hành;

Kiểm tra dòng ngắn mạch: tính toán tại thời điểm đưa công trình vào vận hành (Y) và thời điểm Y+5, Y+10.

1.4 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

Từ kết quả tính toán đánh giá được thời điểm xuất hiện của trạm và đường dây.

Tính toán được các thông số dòng điện, điện áp, dòng ngắn mạch phục vụ lựa chọn thiết bị.

Đối với các nút có dòng ngắn mạch quá lớn, cần có biện pháp hạn chế dòng ngắn mạch, biện pháp hạn chế dòng ngắn mạch phổ biến là đặt kháng hạn chế dòng ngắn mạch.

Chương 2

TÍNH TOÁN LỰA CHỌN ĐỊNH MỨC, CÔNG SUẤT THIẾT BỊ

2.1 MÁY BIẾN ÁP

2.1.1 Cơ sở

- Máy biến áp là thiết bị điện từ tĩnh, làm việc theo nguyên tắc cảm ứng điện từ, dùng để biến đổi điện áp (dòng điện) của dòng xoay chiều từ giá trị cao đến giá trị thấp hoặc ngược lại. Đầu vào của máy biến áp nối với nguồn điện gọi là sơ cấp, đầu ra nối với tải gọi là thứ cấp.

- Công dụng của máy biến áp là truyền tải và phân phối điện năng trong hệ thống điện. Máy biến áp được chọn phải có công suất đảm bảo cung cấp điện cho các phụ tải khu vực trong các chế độ vận hành hoặc truyền tải hết lượng công suất các nhà máy điện trong khu vực ở chế độ bình thường, cũng như trong các chế độ sự cố.

- Việc lựa chọn công suất máy biến áp 500kV, 220kV, 110kV dựa trên tiến độ nêu trong Quy hoạch phát triển điện lực Quốc gia, Quy hoạch phát triển điện lực tỉnh, Thành phố được ban hành mới nhất, cập nhật thông tin phụ tải hiện tại và đáng giá tốc độ phát triển, cơ sở tính toán trào lưu công suất lưới điện khu vực.

2.1.2 Số liệu đầu vào

- Công suất: dựa vào Quy hoạch phát triển điện lực Quốc gia, Quy hoạch phát triển điện lực tỉnh, Thành phố được ban hành mới nhất. Số liệu phụ tải hiện tại và đáng giá tốc độ phát triển. Số liệu tính toán trào lưu công suất lưới điện khu vực. Công suất các MBA hiện đang sử dụng trên lưới điện 220kV-500kV như sau: 500kV: 300, 200, 150MVA (1 pha), 220kV: 375, 250, 125, 63MVA (3 pha).

- Điện áp định mức: dựa vào nhiệm vụ của các trạm biến áp để lựa chọn điện áp đầu vào và đầu ra MBA, điện áp các MBA hiện đang sử dụng trên lưới điện 220kV-500kV như sau: 500/220/35kV, 500/220/22kV, 220/110/22kV, 220/110/10kV.

- Điện áp MBA (giảm áp): 500/225/35kV, 500/225/23kV, 225/115/23kV, 225/115/11kV. Các cấp đặc biệt chỉ có ở các trạm cũ như: 230/123/23kV, 230/123/11kV, không khuyến khích phát triển thêm.

- Bộ điều chỉnh điện áp: lắp ở cấp cấp điện áp cao. Nấc phân áp và bước nhảy điện áp thống nhất theo các quy định đã ban hành.

- Ngắn mạch: dựa vào tính toán ngắn mạch hệ thống, tính toán dòng ngắn mạch chịu đựng các cuộn dây.

- Tồn thất: tuân thủ các quy định do các đơn vị quản lý ban hành.

- Điện kháng ngắn mạch: tuân thủ các quy định do các đơn vị quản lý ban hành và phù hợp với các thiết bị hiện hữu để đảm bảo việc vận hành song song.

2.1.3 Nội dung tính toán

- Dựa vào kết quả tính toán trào lưu công suất và tính toán ngắn mạch.

- Tính toán ngắn mạch cuộn dây MBA.

- Tính toán chế độ vận hành song song, nấc phân áp.

2.1.4 Kết quả lựa chọn

- Lựa chọn MBA có công suất, cấp điện áp, nấc phân áp, bước nhảy điện áp, tổn thất, ngắn mạch... theo các kết quả tính toán trên và các quy định do các đơn vị quản lý ban hành.

2.2 DÒNG ĐỊNH MỨC CỦA THIẾT BỊ TRẠM

2.2.1 Cơ sở

- Tính toán dòng điện định mức nhằm kiểm tra các thiết bị trong trạm có đủ khả năng mang tải trong mọi chế độ vận hành của lưới điện. Việc tính toán lựa chọn thiết bị dựa vào trào lưu công suất, dòng điện ngắn mạch trên lưới điện 500kV, 220kV, 110kV, 35kV và 22kV của dự án mà điển hình là xem xét các chế độ làm việc của lưới điện ảnh hưởng đến trào lưu công suất qua TBA 500kV, 220kV, 110kV.

- Các phần tử trong trạm được tính chọn theo điện áp mạng, việc lựa chọn dòng điện định mức của thiết bị căn cứ vào dòng điện cường bức cực đại ở các trường hợp hệ thống làm việc bình thường và trường hợp sự cố các phần tử điện có liên quan đầu nối đến trạm.

2.2.2 Số liệu đầu vào

- Việc lựa chọn dòng điện dựa trên lưới điện khu vực và cơ sở tính toán trào lưu công suất lưới điện khu vực theo Quy hoạch phát triển điện lực Quốc gia, Quy hoạch phát triển điện lực tỉnh, Thành phố được ban hành mới nhất.

- Việc lựa chọn dòng điện dựa vào vịnh hướng phát triển trong tương lai xa, thời gian tối thiểu phải bằng tuổi thọ công trình TBA.

- Sơ đồ nối điện chính TBA hoặc sơ đồ nối điện chính TBA hiện hữu đến giai đoạn hoàn thiện, dự phòng cho phương án mở rộng (nếu có).

- Mức quá tải theo tiêu chuẩn IEC 60076-7: 2005 và IEC 60354

+Quá tải 30%: 24giờ

+Quá tải 50%: dưới 30phút.

- Tuy nhiên trong thực tế vận hành không có trường hợp vận hành MBA ở chế độ quá tải 50%. Do đó chỉ lấy ở chế độ quá tải 1,3 lần để tính toán dòng định mức của các thiết bị của ngăn lộ tổng MBA.

2.2.3 Nội dung tính toán

2.2.3.1 Phía 500kV

a) Các ngăn xuất tuyến

- Theo kết quả tính toán trào lưu ở chế độ sự cố 01 mạch đường dây, có công suất truyền tải lớn nhất S_{max} trên ngăn xuất tuyến 500kV, vậy dòng điện lớn nhất trên ngăn xuất tuyến 500kV là:

$$I_{lvcb} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3}U_{dm}} = (A)$$

b) Ngăn lộ tổng MBA

- Dòng điện cường bức lớn nhất trên ngăn lộ tổng 500kV tính trong trường hợp quá tải máy biến áp 1,3 lần:

$$I_{lvcb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1,3 \times S_{dm}}{\sqrt{3}U_{dm}} (A)$$

c) Thanh cái

- Xét trường hợp nặng nề nhất, dòng điện lớn nhất trên các thanh cái bằng dòng điện lớn nhất trên ngăn xuất tuyến và ngăn lộ tổng.

2.2.3.2 Phía 220kV

a) Ngăn lộ tổng 220kV MBA 500kV:

- Dòng điện làm việc cường bức (I_{lvcb}) trong trường hợp MBA 500kV làm việc mang tải 130%.

$$I_{lvcb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1,3 \times S_{dm500kV}}{\sqrt{3}U_{dm}} (A)$$

b) Ngăn lộ tổng 220kV MBA 220kV:

- Dòng điện làm việc cường bức (I_{lvcb}) trong trường hợp MBA 220kV làm việc mang tải 130%.

$$I_{lvcb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1,3 \times S_{dm220kV}}{\sqrt{3}U_{dm}} (A)$$

c) Thanh cái

- Dòng định mức của thanh cái được chọn bằng 80% dòng điện định mức qua 2 ngăn có dòng điện lớn nhất

$$I_{dm(TC)} = K_{dt}.2.I_{dmmax}$$

d) Ngăn máy cắt liên lạc:

- Dòng lớn nhất trên ngăn liên lạc là dòng lớn nhất giữa ngăn lộ đường dây và ngăn lộ tổng.

e) Ngăn máy cắt đường vòng:

- Dòng lớn nhất trên ngăn đường là dòng lớn nhất dòng lớn nhất giữa ngăn lộ đường dây và ngăn lộ tổng.

f) Ngăn xuất tuyến 220kV:

- Theo kết quả tính toán trào lưu ở chế độ sự cố 01 mạch đường dây, có công suất truyền tải lớn nhất S_{\max} trên ngăn xuất tuyến S_{\max} thì dòng điện lớn nhất trên ngăn xuất tuyến 220kV:

$$I_{lvcb} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3}U_{dm}} = (A)$$

2.2.3.3 Phía 110kV

a) Ngăn lộ tổng 110kV MBA 220kV:

- Dòng điện làm việc cưỡng bức (I_{lvcb}) trong trường hợp MBA làm việc mang tải 130%.

$$I_{lvcb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1,3 \times S_{dm110kV}}{\sqrt{3}U_{dm}} (A)$$

b) Thanh cái

- Dòng định mức của thanh cái được chọn bằng 80% dòng điện định mức qua 2 ngăn có dòng điện lớn nhất

$$I_{dm(TC)} = K_{dt}.2.I_{dmmax}$$

c) Ngăn máy cắt liên lạc:

- Dòng lớn nhất trên ngăn liên lạc là dòng lớn nhất giữa ngăn lộ đường dây và ngăn lộ tổng.

d) Ngăn máy cắt đường vòng:

- Dòng lớn nhất trên ngăn đường là dòng lớn nhất dòng lớn nhất giữa ngăn lộ đường dây và ngăn lộ tổng.

e) Ngăn xuất tuyến 110kV:

- Theo kết quả tính toán trào lưu ở chế độ sự cố 01 mạch đường dây, có công suất truyền tải lớn nhất S_{\max} trên ngăn xuất tuyến S_{\max} thì dòng điện lớn nhất trên ngăn xuất tuyến 110kV:

$$I_{lvcb} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3}U_{dm}} = (A)$$

2.2.3.4 Phía 35 kV

a) Ngăn lộ tổng 35kV MBA 110kV:

- Dòng điện làm việc cưỡng bức (I_{lvcb}) trong trường hợp MBA 110kV làm việc mang tải 130%.

$$I_{lvcb} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1,3 \times S_{dm35kV}}{\sqrt{3}U_{dm}} (A)$$

b) Thanh cái

- Dòng định mức của thanh cái được chọn bằng 80% dòng điện định mức qua 2 ngăn lộ tổng 35kV (đối với trường hợp có 2 ngăn lộ tổng).

$$I_{dm(TC)} = K_{dt}.2.I_{dmmax}$$

- Dòng định mức của thanh cái được chọn bằng dòng điện định mức qua ngăn lộ tổng 35kV (đối với trường hợp có 1 ngăn lộ tổng).

$$I_{dm(TC)} = I_{dmmax}$$

c) Ngăn máy cắt phân đoạn:

- Dòng lớn nhất trên ngăn phân đoạn là dòng lớn nhất ngăn lộ tổng.

d) Ngăn xuất tuyến 35kV:

- Công suất truyền tải lớn nhất S_{max} trên ngăn xuất tuyến 35kV:

$$I_{lvc} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3}U_{dm}} = (A)$$

e) Ngăn tự dùng 35kV:

$$I_{lvc} = \frac{S_{MBATD}}{\sqrt{3}U_{dm}} = (A)$$

2.2.3.5 Phía 22kV

a) Ngăn lộ tổng 22kV MBA 110kV:

- Dòng điện làm việc cưỡng bức (I_{lvc}) trong trường hợp MBA 110kV làm việc mang tải 130%.

$$I_{lvc} = \frac{S_{cb}}{\sqrt{3}U_{dm}} = \frac{1,3 \times S_{dm22V}}{\sqrt{3}U_{dm}} (A)$$

b) Thanh cái

- Dòng định mức của thanh cái được chọn bằng dòng điện định mức qua ngăn lộ tổng 22kV.

$$I_{dm(TC)} = I_{dmmax}$$

c) Ngăn máy cắt phân đoạn:

- Dòng lớn nhất trên ngăn phân đoạn là dòng lớn nhất ngăn lộ tổng.

d) Ngăn xuất tuyến 22kV:

- Công suất truyền tải lớn nhất S_{max} trên ngăn xuất tuyến 22kV:

$$I_{lvc} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3}U_{dm}} = (A)$$

e) Ngăn tự dùng 22kV:

$$I_{lvc} = \frac{S_{MBATD}}{\sqrt{3}U_{dm}} = (A)$$

2.2.4 Kết quả lựa chọn

- Nhằm đảm bảo cho các thiết bị có khả năng làm việc trong chế độ vận hành bình thường cũng như trong các chế độ sự cố, đồng thời để có sự đồng bộ các thông số kỹ thuật của các thiết bị trong trạm nên việc tính toán dòng điện cường bức để lựa chọn thiết bị sẽ chọn theo dòng điện cường bức lớn nhất của các ngăn trong các chế độ sự cố.

- Đối với thanh cái ống lựa chọn trên cơ sở dòng điện định mức và tính toán cơ khí thanh cái ống (xem hướng dẫn 7).

- Lựa chọn dây dẫn cho thanh cái và ngăn lộ theo trên cơ sở dòng điện định mức và đồng bộ giữa các trạm kiến nghị như sau:

Các loại dây dẫn kiến nghị sử dụng:

Các loại dây dẫn	Dòng cho phép
AAC-1000	1540A
AAC-800	1340A
AAC-630	1150A
AAC-560	1040A

a) Đối với phía 500kV của TBA 500kV:

STT	Công suất TBA	Thanh cái	Ngăn lộ
1	2x450MVA	3xAAC-630	3xAAC-630
2	2x600MVA	3xAAC-800	3xAAC-630
3	2x900MVA	3xAAC-1000	3xAAC-630

Lưu ý: thanh cái có dự trữ cho lắp MBA thứ 3 nếu cần.

b) Đối với phía 220kV của TBA 500kV:

STT	Công suất TBA	Thanh cái	Lộ tổng	Đường dây	Đường vòng	Liên lạc
1	2x450MVA	2xAAC-800	2xAAC-630	Xem xét chọn 1 hoặc 2xAAC-630	2xAAC-630	2xAAC-630
2	2x600MVA	2xAAC-1000	2xAAC-800		2xAAC-630	2xAAC-630
3	2x900MVA	3xAAC-1000	3xAAC-630		3xAAC-630	3xAAC-630

c) Đối với phía 220kV của TBA 220kV:

STT	Công suất TBA	Thanh cái	Lộ tổng	Đường dây	Đường vòng	Liên lạc
1	2x250MVA	2xAAC-630	AAC-630	Xem xét chọn 1 hoặc 2xAAC-630	AAC-630	AAC-630
2	3x250MVA	2xAAC-800	AAC-800		AAC-800	AAC-800
3	2x375MVA	2xAAC-800	AAC-800		AAC 800	AAC 800

Trong trường hợp ngăn đường dây có dòng điện định mức lớn hơn thì chọn dây dẫn ngăn đường vòng và ngăn liên lạc lên 2xAAC-630

d) Đối với phía 110kV của TBA 220kV:

STT	Công suất TBA	Thanh cái	Lộ tổng	Đường dây	Đường vòng	Liên lạc
1	2x250MVA	2xAAC-630	2xAAC-630	Xem xét chọn 1 hoặc	2xAAC-630	2xAAC-630
2	3x250MVA	2xAAC-1000	2xAAC-1000		2xAAC-1000	2xAAC-1000

STT	Công suất TBA	Thanh cái	Lộ tổng	Đường dây	Đường vòng	Liên lạc
3	2x375MVA	2xAAC-1000	2xAAC-1000	2xAAC-630	2xAAC-1000	2xAAC-1000

2.3 MÁY CẮT

2.3.1 Cơ sở

- Máy cắt dùng để đóng, cắt mạch khi có dòng phụ tải và cả khi có dòng ngắn mạch. Máy cắt sử dụng cơ cấu đóng mở cơ khí có khả năng đóng, dẫn liên tục và cắt dòng điện trong điều kiện bình thường và cả trong thời gian giới hạn khi xảy ra điều kiện bất thường trong mạch (ví dụ như ngắn mạch). Máy cắt được sử dụng để đóng mở đường dây trên không, các nhánh cáp, máy biến áp, cuộn kháng điện và tụ điện.

- Máy cắt được thiết kế, chế tạo phù hợp với IEC 62271-100.

2.3.2 Số liệu đầu vào

- Dựa vào số liệu tính toán dòng điện định mức.
- Dựa vào số liệu tính toán dòng điện ngắn mạch.

2.3.3 Nội dung tính toán

- Điện áp định mức : $U_{dmMC} \geq U_{HT}$
- Dòng điện định mức : $I_{dmMC} \geq I_{lvc}$
- Điều kiện cắt : $I_{cdmMC} \geq I_{ctt}$
- Điều kiện ổn định động : $I_{lđđ} \geq i_{xk}$
- Điều kiện ổn định nhiệt : $I_{nh}^2 \cdot T_{nh} \geq B_N$
- Nếu $I_{dmMC} > 1000A$ thì không phải kiểm tra ổn định nhiệt.

2.3.4 Kết quả lựa chọn

- Máy cắt được chọn là loại đặt ngoài trời và đảm bảo tất cả các điều kiện trên để đảm bảo an toàn khi vận hành.

2.4 DAO CÁCH LY

2.4.1 Cơ sở

- Dao cách ly 500kV đưa vào vận hành trên lưới điện truyền tải là loại DCL 1 pha, mở đứng, sứ cách điện, có DTĐ hoặc không có DTĐ, lắp đặt ngoài trời.

- Dao cách ly 220kV đưa vào vận hành trên lưới điện truyền tải là loại DCL 3 pha hoặc 1 pha, mở giữa theo phương ngang, sứ cách điện, có DTĐ hoặc không có DTĐ, lắp đặt ngoài trời.

- Dao cách ly phải được thiết kế, chế tạo đáp ứng các yêu cầu về điều kiện làm việc theo IEC 62271-1, -100, -102, -104, -108; IEC 60815; IEC 60071; IEC 60137; IEC 60273.

2.4.2 Số liệu đầu vào

- Dựa vào số liệu tính toán dòng điện định mức.
- Dựa vào số liệu tính toán dòng điện ngắn mạch.

2.4.3 Nội dung tính toán

- Kiểm tra điện áp định mức: $U_{dmDCL} \geq U_{HT}$
- Kiểm tra dòng điện định mức: $I_{dmDCL} \geq I_{vcb}$
- Kiểm tra điều kiện ổn định động: $I_{idd} \geq i_{xk}$
- Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt: $I^2_{nh} \cdot T_{nh} \geq B_N$
- Nếu $I_{dmDCL} > 1000A$ thì không cần phải kiểm tra ổn định nhiệt.

2.4.4 Kết quả lựa chọn

- Dao cách ly chọn là loại đặt ngoài trời và đảm bảo tất cả các điều kiện trên để đảm bảo an toàn khi vận hành.

2.5 BIẾN ĐIỆN ÁP

2.5.1 Cơ sở

- Biến điện áp đo lường dùng để biến đổi điện áp từ trị số lớn xuống trị số thích hợp $110/\sqrt{3}$ (V) hay $100/\sqrt{3}$ (V) để cung cấp cho các dụng cụ đo lường, role và tự động hóa.

- Máy biến điện áp chế tạo phải phù hợp theo tiêu chuẩn IEC 61869-5, đáp ứng thông số trong bảng mô tả đặc tính kỹ thuật.

- Máy biến điện áp phải có các cấp chính xác như sau:

+Đo lường: Cấp chính xác là 0,5.

+Mua bán điện: Cấp chính xác là 0,2.

+Bảo vệ: Cấp chính xác là 3P.

- Yêu cầu về thử nghiệm - Biên bản thử nghiệm thông thường (Routine test) phải được tiến hành phù hợp với tiêu chuẩn IEC 61869-5.

- Biên bản thử nghiệm điển hình (Type test) được chứng nhận bởi phòng thí nghiệm quốc tế độc lập phù hợp với yêu cầu của tiêu chuẩn IEC 61869-5.

2.5.2 Số liệu đầu vào

- Công suất các thiết bị nhị thứ và công suất các thiết bị đo đếm.
- Tiết diện và chiều dài cáp đầu nối đến biến điện áp.

2.5.3 Nội dung tính toán

- Chọn biến điện áp kiểu tự loại Yo/Yo/Yo, 1 pha, lắp đặt ngoài trời

- Chọn tỷ số biến đổi
- Tổn thất trên cáp nhị thứ cho cuộn đo lường và bảo vệ:

$$S_{cable} = I_{dm}^2 \cdot R_{cable} = I_{dm} \cdot k \cdot l \cdot r_o$$

Trong đó :

- +R - tổng trở của dây dẫn (Ω)
- +l - chiều dài cáp đầu nối (km)
- +ro - điện trở đơn vị dây dẫn (Ω/km)
- +k - hệ số đầu nối cáp – đối với kiểu đầu nối 3 pha – 4 dây k=1,2
- +Kết hợp với công suất của các công tơ đa giá để chọn ra công suất thích hợp cho cuộn đo đếm điện năng, cuộn đo lường, cuộn bảo vệ

2.5.4 Kết quả lựa chọn

- Biến điện áp được chọn là loại đặt ngoài trời và đảm bảo tất cả các điều kiện trên để đảm bảo an toàn khi vận hành.

2.6 BIẾN DÒNG ĐIỆN

2.6.1 Cơ sở

- Máy biến dòng điện phải được thiết kế, chế tạo phải phù hợp theo tiêu chuẩn IEC 61869-2, đáp ứng bảng mô tả đặc tính kỹ thuật.
- Dòng điện thứ cấp định mức phải bằng 1A hoặc 5A tùy theo yêu cầu thực tế.
- Phải có công suất phù hợp với phụ tải thiết kế của nó.
- Hộp đầu nối phải có khả năng chịu được sự thay đổi thời tiết, có cấp bảo vệ IP-55.
- Biên bản thử nghiệm thông thường (Routine test) phải được tiến hành phù hợp với tiêu chuẩn IEC 61869-2.
- Biên bản thử nghiệm điển hình (Type test) được chứng nhận bởi phòng thí nghiệm độc lập được quốc tế công nhận phù hợp với yêu cầu của tiêu chuẩn IEC 61869-2.

2.6.2 Số liệu đầu vào

- Dựa vào số liệu tính toán dòng điện định mức.
- Dựa vào số liệu tính toán dòng điện ngắn mạch.
- Công suất các thiết bị nhị thứ và công suất các thiết bị đo đếm.
- Tiết diện và chiều dài cáp đầu nối đến biến dòng.
- Máy biến dòng phải có các cấp chính xác như sau:
 - +Đo lường: Cấp chính xác là 0,5.
 - +Mua bán điện: Cấp chính xác là 0,2.

+Bảo vệ: Cấp chính xác là 5P20.

2.6.3 Nội dung tính toán

- Kiểm tra điều kiện điện áp:

$$U_{dmCT} \geq U_{max HT}$$

- Kiểm tra điều kiện dòng điện:

$$I_{dmCT} \geq I_{lv max}$$

- Kiểm tra điều kiện bão hoà của biến dòng điện:

+Tải relay ở nấc chỉnh định: $R = P/I2set$

+Tổng điện trở mạch thứ cấp: $Z2$

+Dòng ngắn mạch cực đại phía mạch thứ cấp: I_f

+Điện áp thứ cấp của biến dòng: $V2 = I_f.Z2$

+Điện áp bão hoà của biến dòng:

$$V_k = 0,8(SR.ALF/I_n + RCT.ALF.I_n)$$

(ALF - bội số dòng tới hạn của cấp chính xác; RCT - điện trở thứ cấp cuộn dây biến dòng điện). Để đảm bảo điều kiện bão hòa của biến dòng điện thì: $V_k > V2$.

2.6.4 Kết quả lựa chọn

- Biến dòng điện được chọn là loại đặt ngoài trời và đảm bảo tất cả các điều kiện trên để đảm bảo an toàn khi vận hành.

2.7 CÁCH ĐIỆN

2.7.1 Cơ sở

- Tiêu chuẩn chế tạo và thử nghiệm: TCVN 7998:2009 (TCVN 4759:1993); IEC 60383 hoặc các tiêu chuẩn tương đương.

- Chuỗi cách điện thủy tinh cường lực và phụ kiện Tiêu chuẩn chế tạo và thử nghiệm: TCVN 7998:2009 (TCVN 5849:1994); IEC 60305, IEC 60372, IEC 60471, IEC 60120 hoặc các tiêu chuẩn tương đương.

2.7.2 Số liệu đầu vào

- Để đảm bảo vận hành Trạm lâu dài trong tương lai (khi độ nhiễm bẩn không khí thay đổi) và đảm bảo mức cách điện trong Trạm lớn hơn mức cách điện của đường dây, đồng thời số lượng cách điện trong Trạm không nhiều nên kiến nghị chọn cách điện theo độ nhiễm bẩn có chiều dài đường rò là 25mm/kV. Những khu vực nhiễm bẩn cao (các nhà máy nhiệt điện, khai thác khoáng sản) chọn cách điện có chiều dài đường rò 31mm/kV.

2.7.3 Nội dung tính toán

a) Số lượng bát cách điện trong chuỗi được lựa chọn:

$$n = \frac{d.U_{\max}}{D}$$

Trong đó:

- + N : là số bát cách điện trong một chuỗi.
- + D : là tiêu chuẩn đường rò lựa chọn (25mm/kV).
- + U_{max} : là điện áp dây làm việc lớn nhất của đường dây (kV).
- + D : là chiều dài đường rò của một bát cách điện, lấy theo số liệu của nhà chế tạo (mm).

2.7.4 Kết quả lựa chọn

- Theo qui phạm trang bị điện, số bát cách điện trong trạm được tăng cường thêm 1 bát, như vậy bát cách điện sẽ là: n+1.

Chương 3

TÍNH TOÁN LỰA CHỌN CÁC THAM SỐ KHÁC MÁY CẮT: TRV, RRRV, ĐIỆN TRỞ ĐÓNG

3.1 ĐIỆN ÁP QUÁ ĐỘ PHỤC HỒI (TRANSIENT RECOVERY VOLTAGE-TRV), TỐC ĐỘ TĂNG ĐIỆN ÁP PHỤC HỒI (RATE-OF-RISE OF RECOVERY VOLTAGE RRRV) CỦA MÁY CẮT CHO ĐƯỜNG DÂY 500KV DÀI

3.1.1 Mục đích tính toán:

Điện áp quá độ phục hồi máy cắt là điện áp xuất hiện dọc trên 2 cực máy cắt sau khi dòng qua máy cắt bị ngắt. Nó là một thông số tới hạn cho việc cắt sự cố đối với máy cắt cao áp. Các đặc tính của nó như biên độ, tốc độ tăng có thể dẫn đến việc cắt dòng ngắn mạch thành công hoặc thất bại.

Độ lớn của TRV cũng như tốc độ tăng điện áp phục hồi có ý nghĩa quyết định trong việc lựa chọn máy cắt một cách an toàn và kinh tế. Đối với các đường dây cấp điện áp dưới 220 kV, hoặc đối với đường dây siêu cao áp 500 kV có chiều dài nhỏ hơn 100 km và không có tụ bù dọc, vấn đề TRV thường không được đặt ra. Tuy nhiên đối với các đường dây siêu cao áp 500 kV có chiều dài từ 100 km trở lên và đặc biệt là các đường dây có tụ bù dọc, TRV thường đạt mức rất cao, ví dụ đối với đường dây 500 kV Bắc - Nam, TRV có thể đạt mức 3.5 pu (1 pu=449 kV) trong một số trường hợp cắt đường dây 500 kV không tải và phổ biến ở mức 2.5 đến 3.1 pu trong các chế độ cắt sự cố [1].

Việc tính toán giá trị TRV, RRRV đóng vai trò quan trọng trong giai đoạn thiết kế. Lựa chọn giá trị TRV, RRRV hợp lý vừa đảm bảo an toàn cho thiết bị vừa tiết kiệm được chi phí đầu tư các thiết bị đóng cắt 500kV.

3.1.2 Cơ sở tính toán:

- Quy phạm trang bị điện 2006, phần: Quy định chung, mục I.4.22 về “Chọn thiết bị điện theo khả năng đóng cắt”

- Tiêu chuẩn IEEE Application Guide for Transient Recovery Voltage for AC High-Voltage Circuit Breakers

- Tiêu chuẩn IEC 62271-100: High-voltage switchgear and controlgear Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers.

3.1.3 Số liệu đầu vào:

Số liệu hệ thống lưới điện năm dự án vận hành. Trong đó mô tả:

3.1.3.1 Nguồn

Để mô phỏng mức quá điện áp và các giới hạn đối với thiết bị, nguồn của hệ thống được mô phỏng bởi điện áp không đổi sau trở kháng siêu quá độ. Tỉ số X/R=80 đối với các máy phát có công suất lớn hơn 100 MVA và X/R=50 đối với các máy phát có công suất nhỏ hơn 50 MVA.

3.1.3.2 Các máy biến thế tăng áp của các tổ máy phát

Các máy biến thế tăng áp tại các nhà máy điện được thể hiện bằng mô hình máy biến thế hai cuộn dây bão hoà. Đối với mỗi nhà máy, các máy biến thế vận hành được tương đương hoá bằng một máy biến thế tương đương.

Trở kháng tổng của của máy biến thế được thể hiện tại cuộn cao của máy biến thế. Đặc tính bão hoà được đưa vào nút trung gian bên trong của cuộn cao thế. Đầu nối ba pha của máy biến thế là Y (phía cao thế) - Delta (phía hạ thế). Điện dung ký sinh được đưa vào mỗi góc của cuộn tam giác để tránh hiện tượng dao động số do cuộn tam giác không nối đất.

3.1.3.3 Các đường dây 220 kV

Tất cả các đường dây 220 kV có chiều dài trên 50 km được mô phỏng theo mô hình thông số phân tán thông qua thành phần thứ tự thuận và thứ tự không. Các đường dây 220 kV có chiều dài nhỏ hơn 50 km được mô phỏng theo hình Pi tương đương để giảm thời gian tính toán đối với các mô phỏng xác suất.

3.1.3.4 Đường dây 500 kV

Do ảnh hưởng quan trọng của mô hình đường dây 500 kV đến diễn biến quá độ của hệ thống điện, tất cả các đường dây 500 kV được mô tả bằng các đoạn đường dây không hoán vị với các thông số phụ thuộc vào tần số (mô hình J. Marti). Các vị trí hoán vị được mô phỏng theo thực tế hoặc theo thiết kế.

Điện trở suất đất tùy theo các vị trí địa lý khác nhau có đường dây 500 kV đi qua để lấy giá trị trung bình.

3.1.3.5 Các bộ tụ bù dọc

Mỗi bộ tụ bù dọc được mô phỏng bởi một tụ song song với một điện trở phi tuyến. Điện trở phi tuyến này mô phỏng MOV với các đặc tính U - I.

3.1.3.6 Kháng bù ngang và kháng trung tính

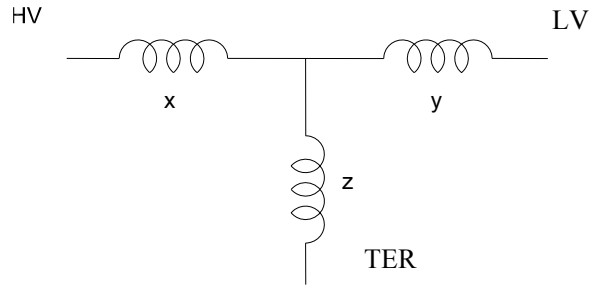
Các kháng bù ngang hiện hữu được mô phỏng với thông số như thực tế, các kháng mới được mô phỏng theo số liệu thiết kế. Đối với kháng 3 pha tỉ số $X0/X1 = 0.8$.

Các kháng trung tính và điện trở trung tính của các đoạn đường dây được mô phỏng với trở kháng ứng với công suất của kháng ở điện áp danh định bằng 500 kV và tần số 50 Hz

3.1.3.7 Các máy biến thế tự ngẫu 500/225/35kV

Các máy biến áp tự ngẫu được thay thế bởi ba mô hình máy biến thế bão hoà: Cao áp, Hạ áp và cuộn tam giác:

Các thông số MBA được tính toán phù hợp theo lưới điện



Để tránh mất ổn định số trong khi mô phỏng, các góc của cuộn tam giác được đầu nối với các điện dung ký sinh xuống đất.

3.1.3.8 Phụ tải

Tất cả các phụ tải được quy về thanh cái 220kV. Mô hình phụ tải tích cực (động cơ, phụ tải công nghiệp,...) không cần mô phỏng do chúng ảnh hưởng rất ít đến các quá trình quá độ trên lưới điện 500 kV.

Chống sét van lắp đặt ngăn xuất tuyến 500kV SA (Surge Arrester)

Mỗi ngăn xuất tuyến 500kV hầu như đều lắp đặt chống sét van 420kV hoặc 468kV. Chống sét van này một phần giảm biên độ của TRV do vậy đặc tính SA với đặc tính U/I cần đưa vào mô phỏng.

3.1.4 Phương pháp tính toán:

TRV phụ thuộc vào đặc tính của hệ thống kết nối đến 2 cực của máy cắt và loại sự cố mà máy cắt thực hiện cắt (ngắn mạch 1 pha, 2 pha, 3 pha, sự cố chạm đất hoặc sự cố giữa các pha không chạm đất...).

Đặc tính của hệ thống bao gồm:

- Loại trung tính nối đất (cách đất, nối đất trực tiếp);
- Loại phụ tải (phụ tải có tính dung, tính cảm hoặc phụ tải điện trở thuần).

Ngoài ra giá trị TRV, RRRV còn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố ngẫu nhiên khác. Các yếu tố ngẫu nhiên này bao gồm:

- Các chế độ cắt máy cắt: ví dụ như cắt sự cố, cắt không tải, hay đóng mở ngược pha 180 độ.
- Các dạng sự cố: một pha, 2 pha - đất, 2 pha, 3 pha.
- Vị trí sự cố.
- Thời điểm mở các cực của máy cắt.

Như vậy tính toán TRV, RRRV cần xem xét:

3.1.4.1 Chế độ vận hành hệ thống:

Biên độ TRV phụ thuộc vào điện áp hệ thống vận hành, điện kháng nguồn (liên quan đến giá trị dòng ngắn mạch qua máy cắt). Vì vậy để có thể tìm ra được giá trị TRV cao nhất có thể, cần phải tính toán với các chế độ phụ tải khác nhau cụ thể là chế độ nhu cầu phụ tải cực đại, nhu cầu phụ tải cực tiểu.

3.1.4.2 Loại ngắt mạch mô phỏng:

Các tính toán nghiên cứu cho thấy sự cố dạng pha – pha, ba pha - đất thường cho giá trị TRV cao nhất, do vậy 2 dạng ngắt mạch này được xem xét mô phỏng tính toán.

3.1.4.3 Mô hình máy cắt:

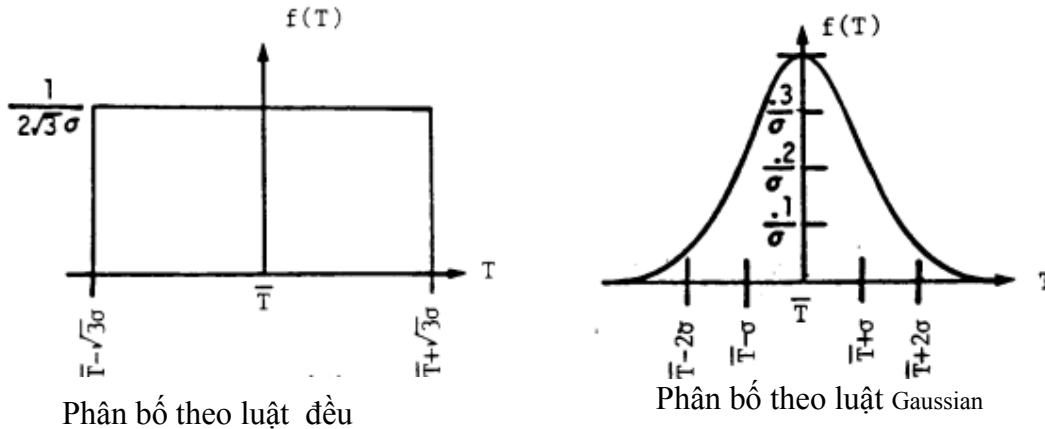
Do giá trị TRV không những phụ thuộc vào chế độ hệ thống, điểm sự cố, dạng sự cố,.. mà còn phụ thuộc rất nhiều vào thời điểm sự cố cũng như thời điểm mở các cực của máy cắt. Vì vậy, khi tính toán giá trị TRV nhất thiết phải tính đến sự phân bố xác suất của các thời điểm này. Mô phỏng xác suất thời điểm sự cố và thời điểm mở các cực của máy cắt được thực hiện bằng các khoá xác suất (statistical switch) với các thông số sau:

- Thời điểm sự cố được là giá trị ngẫu nhiên theo phân bố đều trong khoảng $0.015 \pm 0.000577s$.

- Thời điểm mở máy cắt là giá trị ngẫu nhiên theo phân bố đều trong khoảng $0.05 \pm 0.00577s$.

Khóa sự cố (Fault switch): xác suất sự cố phân bố theo luật đều (Uniform).

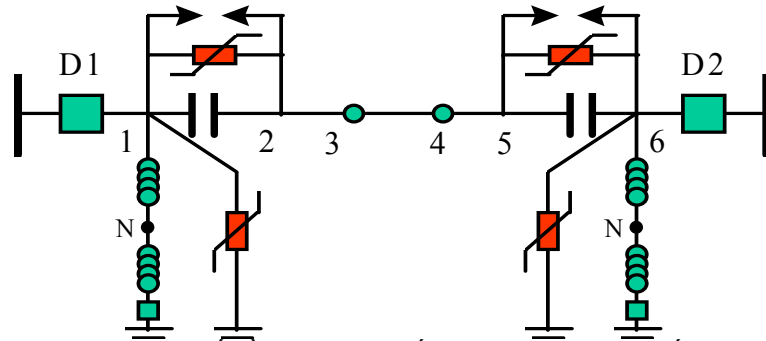
Khóa máy cắt (CB switch): xác suất cắt phân bố theo quy luật đều (pha A) và luật Gaussian (Pha B & pha C).



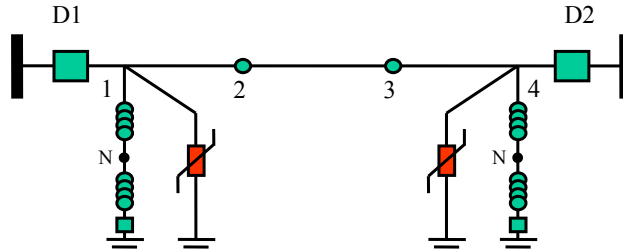
Hình 1.1: Lựa chọn phân bố xác suất cho vận hành của các máy cắt

3.1.4.4 Vị trí sự cố:

Vị trí sự cố cũng ảnh hưởng rất nhiều đến giá trị TRV, RRRV. Đối với mỗi đường dây, các chế độ sự cố cần được mô phỏng và tính toán cho nhiều điểm sự cố khác nhau



Hình 1.2: Các vị trí sự cố cần tính toán đối với đường dây có lắp đặt tụ bù dọc



Hình 1.3: Các vị trí sự cố cần tính toán đối với đường dây không lắp đặt tụ bù dọc
 Thống kê số điểm sự cố cần mô phỏng trong bảng sau:

Bảng 1.1: Số vị trí sự cố trên đường dây cần tính toán với chiều dài khác nhau

TT	Chiều dài đường dây l (km)	Đường dây có bù dọc	Số vị trí tính toán (điểm)
1	Chiều dài $l \leq 50\text{km}$	Không	02
2	Chiều dài $50\text{km} < l \leq 100\text{km}$	Không	03
3	Chiều dài $l > 100\text{km}$	Không	04
4	Chiều dài $l > 100\text{km}$	có	06

(*): Các điểm sự cố trên đường dây được bố trí dọc đường dây, chia đường dây ra thành các khoảng bằng nhau

3.1.4.5 Các bước thực hiện:

- Mô phỏng cấu hình lưới điện với chế độ nhu cầu phụ tải cực đại, cực tiểu.
- Mô hình hóa máy cắt cần tính toán bằng mô hình xác suất ở mục (c).
- Tính toán TRV cho máy cắt. Đối với từng dạng mô phỏng tính toán 100 lần với thời điểm sự cố và thời điểm mở các cực máy cắt là ngẫu nhiên. Điểm sự cố lấy dọc trên đường dây. Số điểm sự cố lấy theo bảng 1
- Từ giá trị TRV, RRRV thiết lập cho đặc tính lựa chọn máy cắt

3.1.4.6 Kết quả tính toán:

Kết quả sau khi thực hiện mô phỏng bằng phần mềm tính toán quá độ điện từ là các cặp giá trị TRV, RRRV có biên độ lớn nhất (hoặc cặp TRV, RRRV với biên độ TRV lớn nhất hoặc cặp TRV, RRRV với biên độ RRRV lớn nhất). Lấy các cặp TRV, RRRV tương ứng với xác suất xảy ra là 1% và 5% sau 100 lần mô phỏng.

Do RRRV đối với máy cắt đường dây hầu như đều nhỏ hơn giá trị $2kV/\mu s$, nên với máy cắt đường dây cần xác định các cặp TRV, RRRV có :

- Giá trị điện áp phục hồi quá độ là lớn nhất (TRV_{max}) ứng với xác suất xảy ra 5%.
- Với TRV_{max} cần xác định RRRV và dòng ngắn mạch tương ứng (I_{nm}).

3.1.5 Đánh giá kết quả và đề xuất lựa chọn máy cắt:

Dựa trên kết quả tính toán thông số TRV, RRRV. Chọn cặp thông số TRV_{max} , RRRV với xác suất xảy ra là 5% để xem xét đề xuất lựa chọn máy cắt.

Máy cắt được lựa chọn so với tiêu chuẩn IEC- 62271- 100 dựa trên các đánh giá sau:

- Giá trị $TRV_{max} \leq 2 pu \Rightarrow$ chọn máy cắt theo IEC
- Giá trị $2pu < TRV_{max} \leq 2,5 pu$ và dòng ngắn mạch $I_{nm} \leq 25\%I_{nmdm} \Rightarrow$ chọn máy cắt theo IEC.
- Giá trị $TRV_{max} \geq 2 pu$ và dòng ngắn mạch $I_{nm} > 25\%I_{nmdm}$: Cung cấp các bộ thông số TRV_{max} , RRRV, dòng ngắn mạch này đưa vào đề xuất kỹ thuật lựa chọn máy cắt.

Trong đó I_{nmdm} : Dòng cắt ngắn mạch định mức của máy cắt (40kA, 50kA, 60kA..)

3.1.6 Giải pháp khắc phục:

Với trường hợp khi có giá trị tính toán TRV lớn vượt tiêu chuẩn IEC - 62271 - 100, ứng dụng các giải pháp như trang bị chống sét van (SA) mắc shunt, mắc SA song song với tiếp điểm chính, tăng số buồng dập hồ quang của máy cắt... Trong các giải pháp trên thì giải pháp tăng số buồng dập hồ quang cho máy cắt hầu như thường được áp dụng.

3.2 TÍNH TOÁN LỰA CHỌN MÁY CẮT KHÁNG BÙ NGANG: ĐIỆN ÁP QUÁ ĐỘ PHỤC HỒI (TRANSIENT RECOVERY VOLTAGE-TRV), TỐC ĐỘ TĂNG ĐIỆN ÁP PHỤC HỒI (RATE-OF-RISE OF RECOVERY VOLTAGE RRRV) CỦA MÁY CẮT 500KV

3.2.1 Mục đích tính toán:

Kháng bù ngang có thể coi là một phụ tải cảm kháng, thực hiện cắt cuộn kháng bù ngang trước khi dòng qua cuộn kháng cắt điểm không sẽ có một sự giải phóng năng lượng bẫy rất lớn từ cuộn kháng và điều này gây ra các hiện tượng quá độ điện từ dẫn đến quá điện áp tác dụng lên kháng cũng như các thiết bị đấu nối. Quá điện áp này được gọi là quá điện áp đóng cắt.

Ngoài ra việc cắt máy cắt cuộn kháng đang tích năng lượng gây ra các hiện tượng quá áp trên cuộn kháng cũng như điện áp quá độ phục hồi và tốc độ gia tăng điện áp phục hồi rất cao gây hư hỏng máy cắt. Do vậy cần thiết tính toán cũng như có giải pháp khắc phục để lựa chọn máy cắt đảm bảo an toàn vận hành và kinh tế.

3.2.2 Cơ sở tính toán:

- IEEE Std C37.015-1993, “IEEE Application Guide for Shunt Reactor Switching”- June 3, 1994.

- D.F. Peelo, E.M. RuossA, “New IEEE Application Guide for Shunt Reactor Switching”, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 11, No. 2, April 1996

- Tran Quoc Tuan, Report No. 1: “Methods to equivalent circuit to calculate TRV value of line circuit breaker and reactor circuit breaker”, December 2010

- Quoc Tuan, Report No. 3: “Methods to calculate pre-insertion resistor value of line circuit breaker”, December 2010.

- Tran Quoc Tuan, Report No. 4: “Methods to calculate TRV value of reactor circuit breaker”, December 2010.

3.2.3 Số liệu đầu vào :

- Số liệu hệ thống lưới điện năm dự án vận hành với mô hình EMTP.

- Mô hình kháng chi tiết với các thành phần điện dung ký sinh.

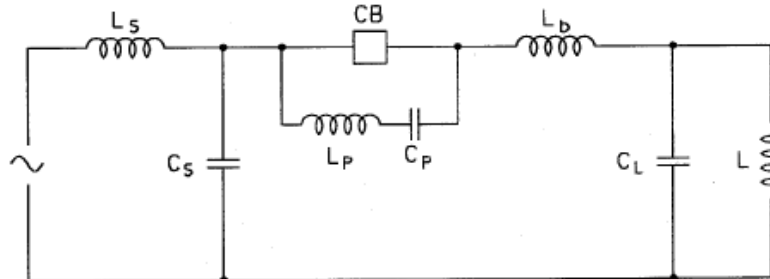
- Mô hình máy cắt Cassie-Mayer đầu nối kháng cho phân tích trường hợp cắt kháng vận hành hàng ngày.

- Mô hình máy cắt là khóa lý tưởng hoặc khóa xác suất có thêm thành phần ảnh hưởng điện dung ký sinh cho nghiên cứu tính toán trường hợp cắt kháng khi sự cố ngắn mạch.

3.2.4 Phương pháp tính toán:

Đóng cắt cuộn kháng trực tiếp nối đất có thể được phân tích bằng sơ đồ tương đương 1 pha như hình 2.1.

Về cơ bản máy cắt không khó để cắt dòng kháng, tuy nhiên nếu máy cắt cắt trước khi dòng đi qua điểm không thì sẽ có một số hiện tượng liên quan đến dòng thay đổi nhanh (current chopping) và các hiện tượng hồ quang tiếp theo sau đó điều này là nguyên nhân gây ra các quá áp quá độ.



Hình 2.1: Sơ đồ tương đương một pha đóng cắt kháng

Trong đó: L_s : Điện kháng phía nguồn

C_s : Điện dung phía nguồn

CB: máy cắt kháng

L_p, C_p : Mạch kháng, dung song song với máy cắt và nó được tạo ra do mô hình cuộn kháng bù (C_p nằm trong khoảng 0.8nF đến 4nF đối cuộn kháng ngâm dầu và nằm trong khoảng 100pF đến 500pF đối với kháng lõi không khí)

L_b : điện kháng thanh cái đầu nối đến cuộn kháng bù ngang

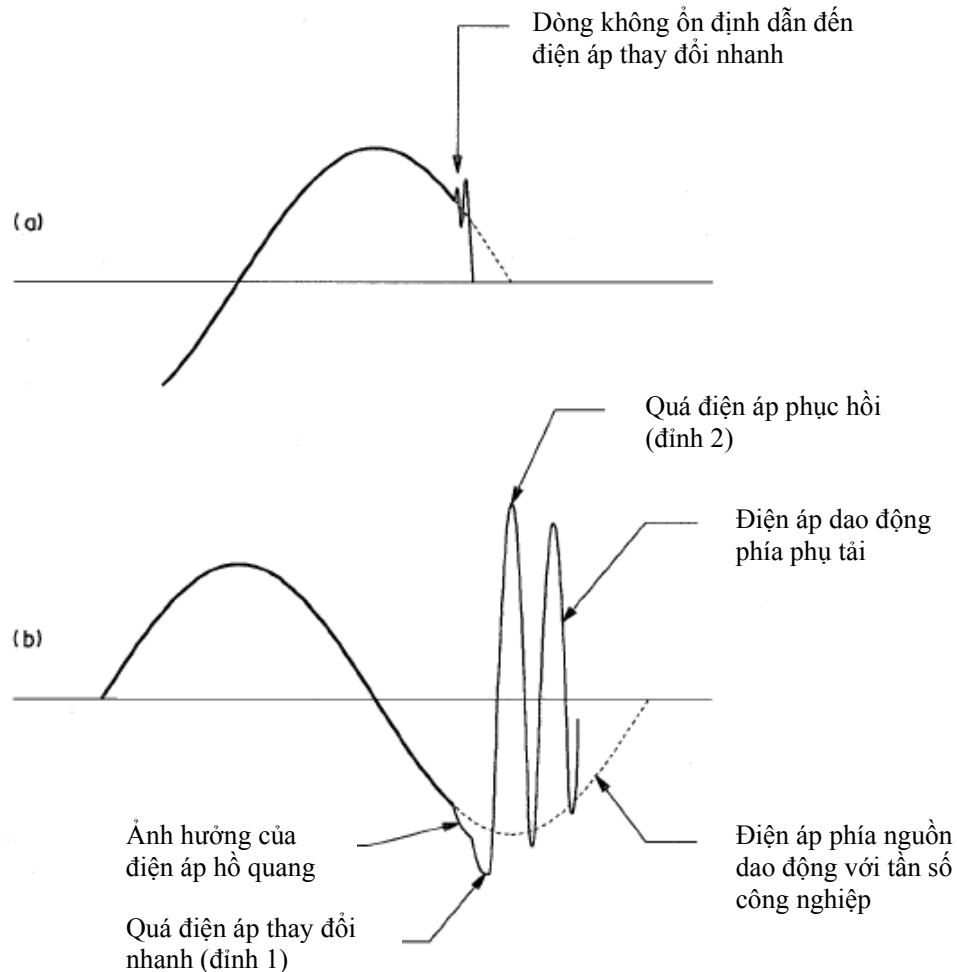
C_L : Điện dung ký sinh của cuộn kháng bù ngang

L : Điện kháng của cuộn kháng bù ngang

Có hai loại quá điện áp sinh ra khi thực hiện cắt cuộn kháng đang còn tích năng lượng:

3.2.4.1 Quá điện áp thay đổi nhanh (Chopping voltage):

Nếu dòng điện bị ngắt trước khi đi qua điểm không, một năng lượng tích lũy trong cuộn kháng sẽ bị giải phóng thông qua dao động của mạch L-C. Quá điện áp sinh ra trong trường hợp giải phóng năng lượng bẫy từ cuộn kháng tại vị trí dòng thay đổi nhanh (hình 2.2a) gọi là quá điện áp thay đổi nhanh (hình 2.2b).



Hình 2.2: (a) Dòng điện qua máy cắt ; (b); Quá điện áp dọc cuộn kháng

Đỉnh đầu tiên của dao động điện áp là cùng cực tính với dao động điện áp của hệ thống sau khi máy cắt cắt. Đỉnh thứ 2 sẽ có cực tính ngược với cực tính với dao

động điện áp của hệ thống và biên độ quá điện áp phục hồi phụ thuộc vào quá điện áp thay đổi nhanh này.

Quá điện áp thay đổi nhanh liên quan đến hồ quang điện trong máy cắt. Do vậy để xem xét, đánh giá hiện tượng quá điện này, mô hình máy cắt với các thông số buồng dập hồ quang cũng như các thông số liên quan đến tính dẫn điện của hồ quang phụ thuộc, phải được xem xét đến. Mô hình máy cắt với hồ quang điện được xây dựng dựa trên phương trình hồ quang Cassie và Mayr's.

$$\frac{dg}{dt} = \frac{1}{\Theta(g)} \left(\frac{i_s^2}{P(g)} - g \right)$$

Trong đó: g là độ dẫn điện của hồ quang (liên quan đến môi trường dẫn điện của hồ quang)

i : dòng hồ quang

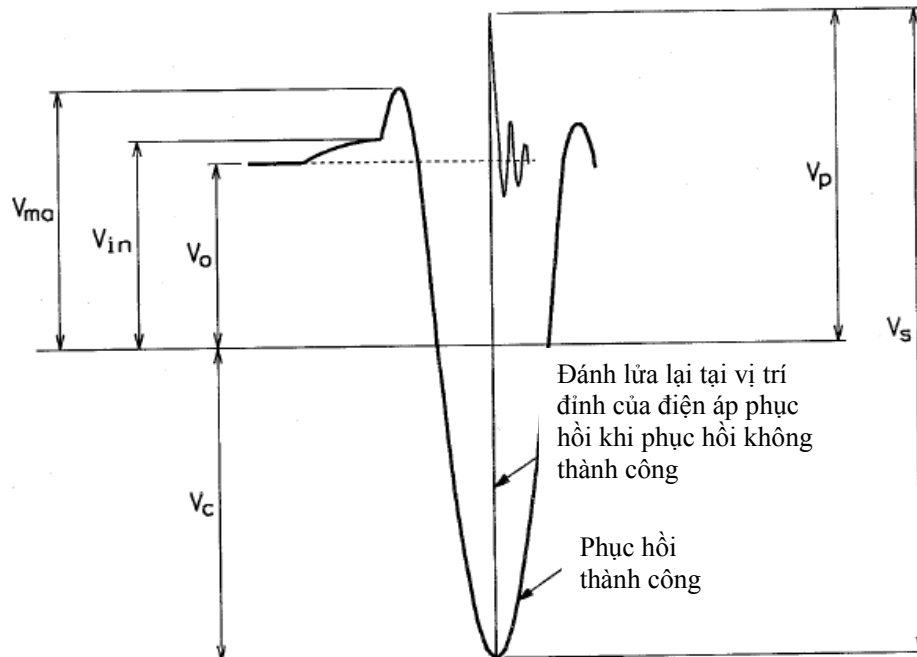
P : Công suất làm lạnh hồ quang (hằng số tổn thất hồ quang)

Θ : Hằng số nhiệt theo thời gian của hồ quang

Thông số P , Θ phụ thuộc vào tính dẫn điện của hồ quang.

3.2.4.2 Quá điện áp hồ quang (Reignition voltage):

Quá điện áp hồ quang sinh ra bởi sự đánh lửa lại sau khi dòng bị ngắt và hồ quang bị dập tắt.



Hình 2.3. Hiện tượng quá điện áp thay đổi nhanh và quá điện áp hồ quang.

Hồ quang phục hồi được tạo ra khi quá điện áp phục hồi dọc khe hở giữa 2 tiếp điểm máy cắt vượt quá mức cách điện của điện môi trong máy cắt dùng dập tắt hồ quang (máy cắt không cắt thành công).

Như vậy nếu máy cắt được lựa chọn có giá trị quá điện áp phục hồi (TRV) lớn hơn so với TRV hệ thống sinh ra thì các hiện tượng quá điện áp tác động lên cuộn kháng và các thiết bị đấu nối đến cuộn kháng khi cắt cuộn kháng chỉ cần xem xét hai thành phần đó là quá điện áp thay đổi nhanh và quá điện áp phục hồi. Trong đó là quá điện áp thay đổi nhanh xem xét đến mức cách điện của thiết bị còn quá điện áp phục hồi xem xét đến việc chọn lựa máy cắt kháng.

3.2.4.3 Quá điện áp hồ quang phục hồi của máy cắt kháng:

Máy cắt kháng không thực hiện cắt khi có sự cố ngắn mạch trong mạch kháng hoặc sự cố ngắn mạch tại các phần tử đấu nối đến cuộn kháng trước máy cắt mà chỉ thực hiện đóng cắt theo yêu cầu cần nâng cao hoặc hạ thấp điện áp tại thanh cái đấu nối kháng. Việc cắt máy cắt cuộn kháng đang tích năng lượng gây ra các hiện tượng quá áp trên cuộn kháng cũng như quá điện áp phục hồi tăng cao ở máy cắt.

Đối với máy cắt có xét đến thành phần hồ quang phụ thuộc và thông số buồng dập hồ quang, thành phần biên độ của quá điện áp phục hồi phụ thuộc nhiều vào quá điện áp thay đổi nhanh (Chopping voltage). Các thành phần trên gây ra biên độ TRV cũng như tốc độ gia tăng điện áp phục hồi rất lớn.

Có 3 phương pháp tính toán TRV máy cắt kháng như sau:

- Phương pháp giải tích
- Phương pháp chi tiết
- Phương pháp đơn giản hóa

Tuy nhiên tính toán RRRV là không thực hiện được với phương pháp giải tích. Ngoài ra RRRV chịu ảnh hưởng rất nhiều bởi thành phần điện dung ký sinh xuất hiện xung quanh kháng bù ngang gây ra. Do vậy cần mô hình hóa chính xác kháng bù ngang, máy cắt và thành phần điện dung ký sinh của các thiết bị đấu nối gần cuộn kháng như biến điện áp kiểu tụ (CVT), biến điện áp (VT), biến dòng (CT), chống sét van (SA), dao cách lý (DS).. để tính toán. Phần mềm tính toán quá độ điện từ EMTP được sử dụng để thực hiện tính toán các giá trị này (sử dụng phương pháp chi tiết, hoặc phương pháp đơn giản hóa).

Bảng 2.2: Điện dung và điện cảm thành phần đấu nối với cuộn kháng

Kết nối với kháng bù ngang bằng	Cảm kháng $\mu\text{H}/\text{m}$	Điện dung* pF/m
Thanh cái/ dây dẫn	1	10
Cáp	0.2-0.5	200-400
GIS	0.2	60

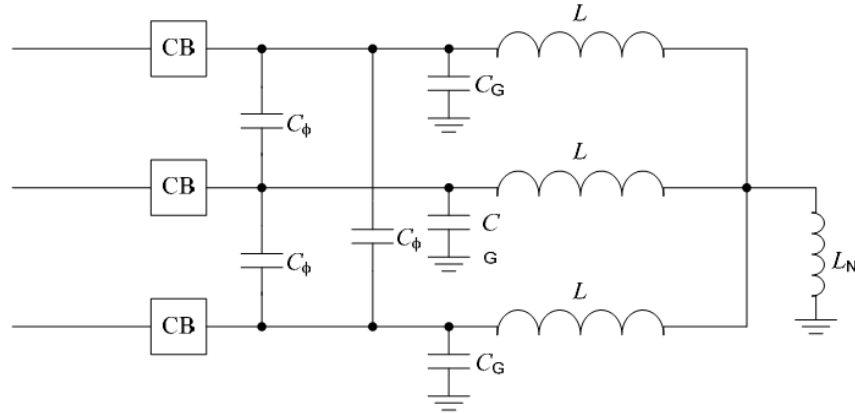
(*): Thay đổi theo điện áp định mức

Bảng 2.3: Điện dung ký sinh của các thiết bị trong trạm biến áp

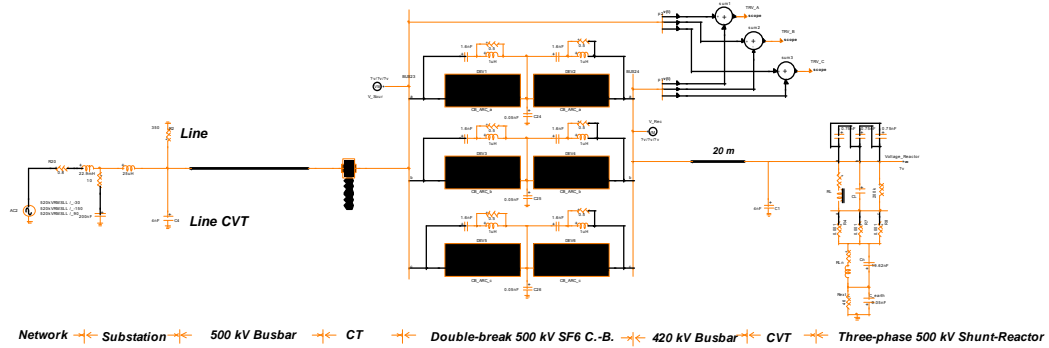
Thiết bị	Điện dung* nF
Biến điện áp kiểu tụ (CVT)	2-16
Biến dòng (CT)	0.15-0.45
Biến điện áp (VT)	0.15-0.45
Chống sét van (SA)	0.08-0.12

Dao cách lý (DS)	0.06-0.2
Trụ đỡ sứ	0.01

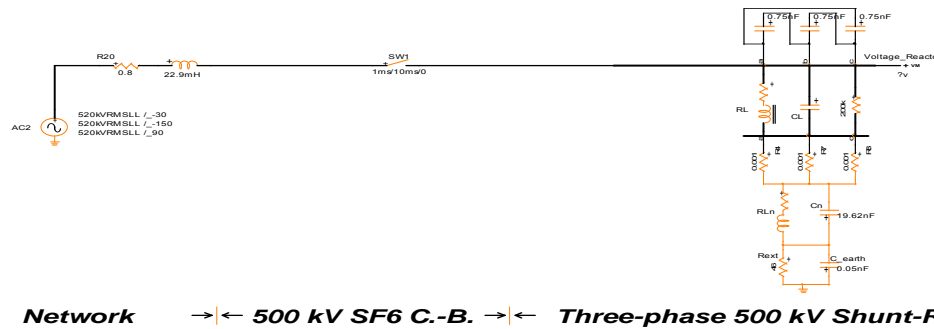
(*): Thay đổi theo điện áp định mức



Hình 2.4: Mô hình tính toán của kháng bù ngang có đầu nối đến kháng trung tính



Hình 2.5: Mô hình chi tiết cho nghiên cứu TRV của máy cắt kháng bù ngang



Hình 2.6: Mô hình đơn giản cho nghiên cứu TRV của máy cắt kháng bù ngang

Phương pháp chi tiết bảo đảm độ chính xác cao, nhưng thời gian tính toán dài cũng như không mô hình tính toán xác suất được. Phương pháp này dùng tính toán cho trường hợp cắt kháng chế độ vận hành bình thường (nghiên cứu chế độ đóng cắt kháng điều khiển hàng ngày). Phương pháp đơn giản với mô hình máy cắt là khóa lý tưởng hoặc khóa xác suất có thêm thành phần ảnh hưởng điện dung ký sinh cho kết quả gần đúng và phù hợp cho nghiên cứu tính toán trường hợp cắt kháng khi sự cố ngắn mạch.

Các bước thực hiện:

- Trường hợp nghiên cứu cắt kháng chế độ đóng cắt vận hành thường ngày:

- Mô phỏng cấu hình hệ thống điện tương đương hóa đến thanh cái đầu nối kháng bù ngang.

- Mô hình kháng bù ngang với các thành phần điện trở, điện kháng, kháng trung tính, điện dung ký sinh giữa các pha (C ϕ) và pha với đất (CG).

- Mô hình thành phần điện dung ký sinh của trạm biến áp đầu nối gần kháng như CVT, VT, CT, SA, DS...theo như bảng 2.2, 2.3

- Mô hình máy cắt với hồ quang điện xây dựng dựa trên phương trình hồ quang Cassie và Mayr's

- Khảo sát TRV, RRRV khi thực hiện cắt máy cắt

- Trường hợp nghiên cứu cắt kháng chế độ cắt sự cố ngắn mạch:

- Mô phỏng cấu hình hệ thống điện tương đương hóa đến thanh cái đầu nối kháng bù ngang.

- Mô hình kháng bù ngang với các thành phần điện trở, điện kháng, kháng trung tính, điện dung ký sinh giữa các pha (C ϕ) và pha với đất (CG).

- Mô hình thành phần điện dung ký sinh của trạm biến áp đầu nối gần kháng như CVT, VT, CT, SA, DS...theo như bảng 2.2, 2.3

- Mô hình máy cắt khóa xác suất có thêm thành phần ảnh hưởng điện dung ký sinh

- Khảo sát TRV, RRRV khi thực hiện cắt máy cắt loại trừ sự cố ngắn mạch

Mô phỏng xác suất thời điểm sự cố và thời điểm mở các cực của máy cắt được thực hiện bằng các khoá xác suất với các thông số sau:

- Thời điểm sự cố được là giá trị ngẫu nhiên theo phân bố đều trong khoảng $0,015 \pm 0,000577s$.

- Thời điểm mở máy cắt là giá trị ngẫu nhiên theo phân bố đều trong khoảng $0,05 \pm 0,00577s$.

- Khóa sự cố (Fault switch): xác suất sự cố phân bố theo luật đều (Uniform).

- Khóa máy cắt (CB switch): xác suất cắt phân bố theo quy luật đều (pha A) và luật Gaussian (Pha B & pha C).

- Số lần mô phỏng:

Đối với từng dạng mô phỏng, 100 tính toán với thời điểm sự cố và thời điểm mở các cực máy cắt là ngẫu nhiên.

3.2.4.4 Đánh giá kết quả:

- Kết quả tính toán đạt được biên độ TRV và tốc độ gia tăng điện áp quá độ phục hồi RRRV.

- Phân loại nhóm có TRV cao và nhóm RRRV cao vượt tiêu chuẩn IEC 62271-100.

- Đánh giá TRV theo chuẩn đánh giá cho máy cắt đường dây.

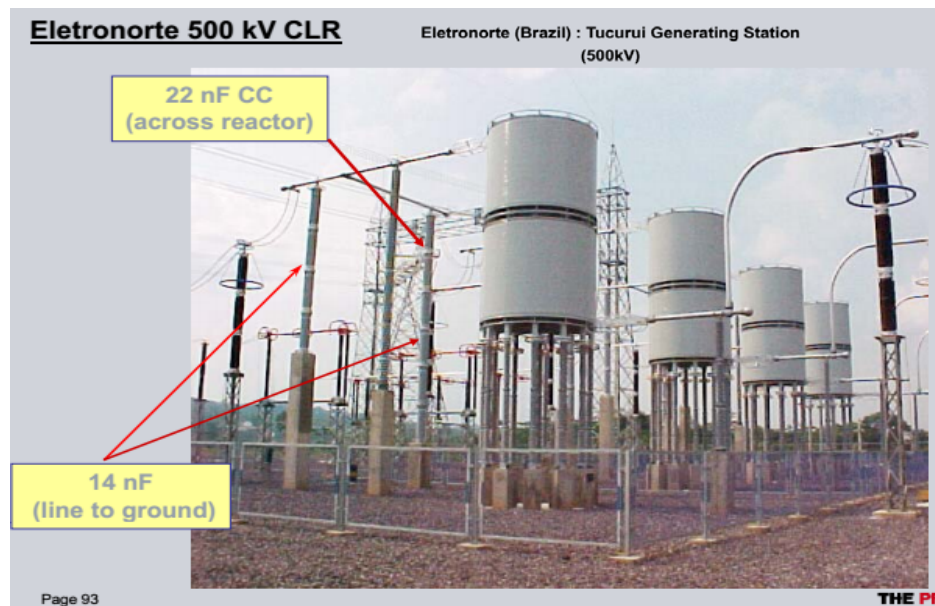
- RRRV đa phần vượt $2\text{kV}/\mu\text{s}$, đặc biệt đối với các trường hợp cắt sự cố trong ngăn kháng bù ngang, RRRV có giá trị rất lớn có thể vượt quá giá trị $5\text{kV}/\mu\text{s}$. Do đó cần có biện pháp hỗ trợ làm giảm nhỏ RRRV.

3.2.5 Giải pháp khắc phục:

Để giảm TRV, RRRV đối với cắt kháng chế độ vận hành bình thường hàng ngày có thể thực hiện các giải pháp sau:

- Sử dụng MOV nối song song với kháng
- Sử dụng MOV 420 kV thay cho MOV 468 kV (nếu có)
- Nối tắt kháng trung tính
- Sử dụng thiết bị chọn thời điểm đóng và cắt (Controlled Switching) như PSD (Siemens), PRH2 (Areva), F236 (ABB).

Để giảm RRRV đối với cắt kháng chế độ cắt ngắn mạch trong ngăn kháng có thể sử dụng tụ (grading capacitor) mắc shunt và nối tiếp cuộn kháng bù ngang như giải pháp xử lý RRRV của máy cắt kháng ngắn mạch.



Hình 2.7: Sử dụng grading capacitor mắc nối tiếp và song song với kháng ngắn mạch để giảm RRRV cho máy cắt đóng cắt cuộn kháng ngắn mạch tại TBA 500kV Tucuruí-Brazil.

3.3 TÍNH TOÁN SỰ CẦN THIẾT ĐIỆN TRỞ ĐÓNG TRƯỚC CỦA MÁY CẮT

3.3.1 Mục đích tính toán:

Quá điện áp cao cũng có thể xảy ra khi thực hiện tự động đóng lại nhanh đường dây mà không có sự cố (đường dây cắt ra không sự cố và thực hiện đóng lặp lại), quá điện áp này sẽ gây ra nguy hiểm đến cách điện đường dây cũng như cách điện của các thiết bị khác đấu nối vào đường dây.

Giá trị quá điện áp này phải được giới hạn dưới mức quá điện áp xung đóng cắt ứng với xác suất 50%-U₅₀ (switching impulse flashover voltage at 50% probability) của đường dây.

Do vậy cần có giải pháp hạn chế quá điện áp này. Một biện pháp thông dụng để hạn chế quá điện áp này là sử dụng máy cắt có trang bị điện trở đóng trước. Điện trở với tác dụng làm giảm đi điện áp giáng trên các thiết bị đấu nối với nó và máy cắt được trang bị điện trở đóng trước sẽ ngăn chặn phóng điện trên đường dây và trên các thiết bị đấu nối vào đường dây trong thời gian phóng điện hoặc tự động đóng lại nhanh.

3.3.2 Cơ sở tính toán:

- Heldman (D.E.), Johnson (I.B.), Titus (C.H.), Wilson (D.D.). Switching of Extra-High-Voltage Circuits, Surge reduction with circuit-breaker resistors. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol.83 (1964-12)

- Konkel (H.E.), Legate (A.C.), Ramberg (H.C.), Limiting switching surge overvoltages with conventional power circuit breakers. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol.96 (1977-03)

- CIGRE WG 13-02, Switching overvoltages in EHV and UHV systems with special reference to closing and reclosing transmission lines. Electra N°30 (1973-10).

- Martin (J.), Sigward (P.). Dispositif d'insertion de résistance intégrée à une chambre de coupure autopneumatique au SF₆. CIGRE Session 1984 Rapport 13-16 51984-08).

- Thoren (H.B.). Reduction of switching overvoltages in EHV and UHV systems. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-90, N°3 (1971-05).

3.3.3 Số liệu đầu vào :

Số liệu hệ thống lưới điện năm dự án vận hành. Trong đó mô tả:

Số liệu về đường dây 500kV, 220kV, số liệu máy biến áp liên lạc, MBA đầu cực máy phát, tải quy về thanh cái 220kV. Các thông số tụ bù dọc và kháng bù ngang. Đặc tính V-I của các SA, MOV trên lưới điện. Các số liệu mô hình hệ thống điện được mô hình hóa như phần tính toán TRV.

3.3.4 Phương pháp tính toán:

Quá điện áp xung đóng cắt do đóng lại 3 pha/1 pha sau khi đường dây cắt ra khi không ngăn mạch gây ra phá hỏng cách điện của thiết bị hoặc cách điện đường dây đầu nhận. Giá trị quá điện áp này phải được giới hạn dưới mức quá điện áp xung đóng cắt ứng với xác suất 50%-U₅₀ (switching impulse flashover voltage at 50% probability) của đường dây.

Tính toán quá điện áp xung đóng cắt ứng với xác suất 50%-U₅₀ đối với mô hình đường dây thiết kế. Trong đó U₅₀ được tính theo công thức:

$$U_{50} = 1080.Ln(0,46.d+1) \text{ (kV-peak)} \quad (3-1)$$

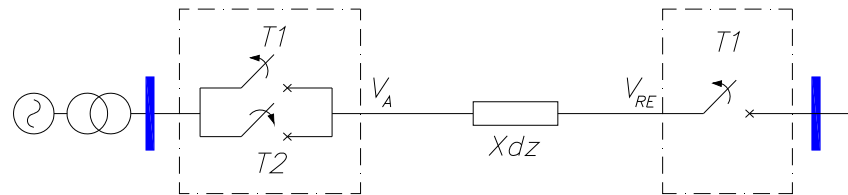
Với d: Khoảng cách nhỏ nhất từ dây dẫn đến cột ứng với góc nghiêng ≤ 150

Biên độ xung điện áp đầu nhận khi thực hiện đóng phóng điện đường dây phụ thuộc rất nhiều vào giá trị điện áp ở thời điểm cắt đường dây cũng như thời điểm đóng lặp lại đường dây. Nếu thời điểm cắt đường dây biên độ điện áp pha đang có giá trị cực đại dương và tại thời điểm thực hiện đóng lặp lại, biên độ điện áp pha hệ thống có giá trị cực đại âm sẽ tạo ra giá trị xung điện áp rất cao tại đầu nhận. Vì vậy nhất thiết phải tính đến sự phân bố xác suất của các thời điểm này. Mô phỏng thời điểm cắt đường dây với khóa lý tưởng (ideal switch) và thời điểm đóng máy cắt được thực hiện bằng các khoá xác suất (statistical switch) với các thông số sau:

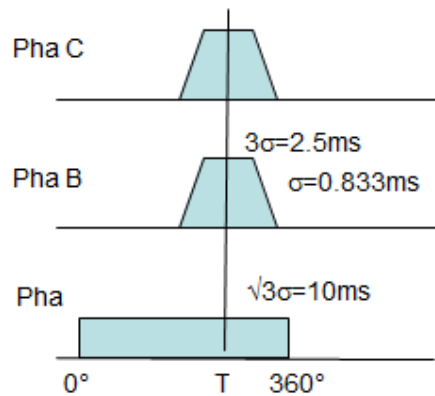
- Thời điểm mở 3 pha máy cắt T1 (ms) ở 2 đầu đường dây tương ứng với thời điểm điện áp pha hệ thống đang có giá trị cực đại âm (-1pu). T1 được lựa chọn trong khoảng từ 0s đến 0,02sec.

- Thời điểm đóng máy cắt là giá trị ngẫu nhiên theo phân bố đều trong khoảng $T2 = 0,3 \pm 0.000833s$.

Khóa máy cắt (CB switch): xác suất cắt phân bố theo quy luật đều (pha A) và luật Gaussian (Pha B & pha C).



Hình 3.1: Mô hình tự động đóng lại nhanh đường dây mà không có sự cố



Hình 3.2: Thứ tự đóng tiếp điểm của máy cắt không có điện trở đóng

Các bước thực hiện:

- Mô phỏng cấu hình lưới điện với chế độ nhu cầu phụ tải cực đại, cực tiểu. Lựa chọn cấu hình lưới vận hành với điện áp giữa 2 đầu đường dây tính toán có biên độ cực đại. Mô phỏng cần đưa ra 2 kịch bản có chống sét van hoặc không chống sét van (do hư hỏng) đầu nhận.

- Tính toán xác suất 50%- U_{50} đối với mô hình đường dây thiết kế.
- Tính toán đóng lại nhanh đường dây mà không có sự cố. Mô phỏng phương pháp tính toán này là thực hiện cắt máy cắt 2 đầu đường dây ở thời điểm T1. Đường dây được đóng lại một đầu ở thời điểm T2.
- Xác định xung điện áp đầu nhận V_{RE} .

3.3.5 Đánh giá kết quả:

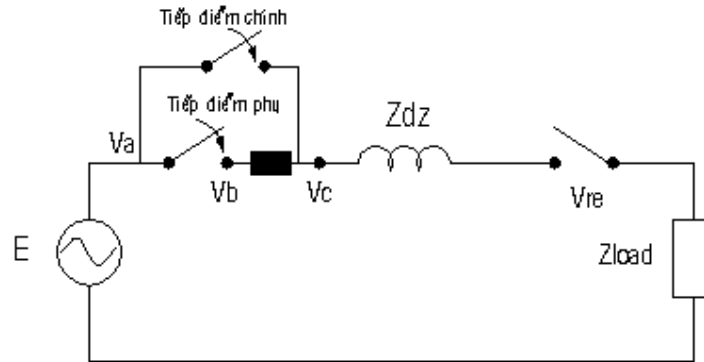
Kết quả tính toán là giá trị xung điện áp đầu nhận V_{RE} đối với 2 kịch bản có và không có chống sét van lắp đặt ngăn xuất tuyến đường dây. Chỉ chọn kịch bản mô phỏng không có chống sét van lắp đặt ngăn xuất tuyến đường dây đối với đường dây dài, đi qua khu vực có mật độ sét cao.

Giá trị này được đưa ra so sánh với quá điện áp xung đóng cắt ứng với xác suất 50%- U_{50}

Trong trường hợp $V_{RE} > U_{50}$ cần có giải pháp hạn chế quá điện áp này.

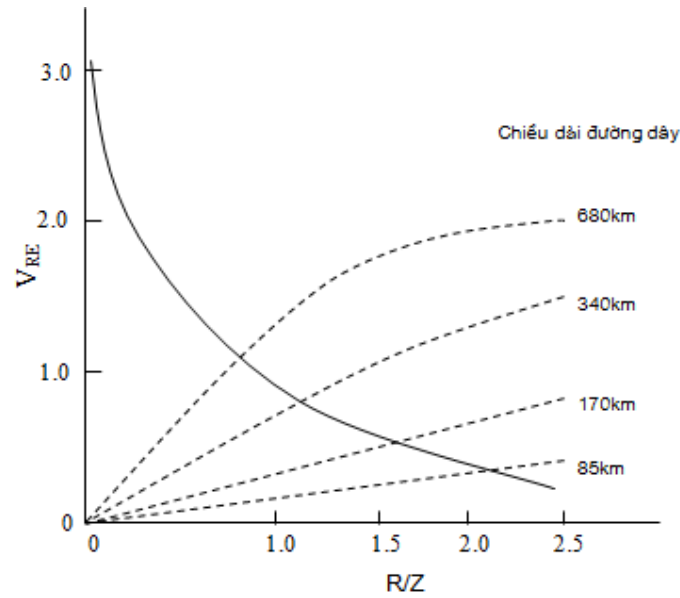
3.3.6 Giải pháp khắc phục:

Trong trường hợp V_{RE} vượt quá giá trị $U_{50\%}$, sẽ xem xét trang bị máy cắt có điện trở đóng trước. Giá trị điện trở đóng trước được lựa chọn dựa trên kết quả tính toán kiểm tra xung điện áp khi thực hiện đóng lặp lại nhanh với mô hình máy cắt có trang bị điện trở đóng với giá trị từ 100Ohm đến 1000Ohm. Máy cắt sử dụng điện trở đóng trước có cấu tạo như hình vẽ bên dưới



Hình 3.3: Mô hình đóng máy cắt với tiếp điểm phụ có trang bị điện trở đóng

Tiếp điểm phụ sẽ được đóng trước để đưa điện trở đóng vào mạch, sau đó tiếp điểm chính sẽ đóng lại với nhiệm vụ đóng lặp lại đường dây và nối tắt thành phần điện trở đóng này. Khi có điện trở đóng đưa vào hiện tượng quá điện áp phức tạp hơn nhiều so với trường hợp trước. Khi đó quá điện áp đóng có 2 thành phần, thành phần do đưa điện trở đóng vào và thành phần nối tắt điện trở đóng. Như tên của 2 thành phần này chỉ ra, thành phần đưa điện trở đóng vào xuất hiện khi tiếp điểm phụ của máy cắt đóng do vậy đường dây được đóng thông qua điện trở, thành phần nối tắt điện trở đóng là kết quả của việc đóng tiếp điểm chính máy cắt nối tắt điện trở đóng lại. Để tối thiểu quá điện áp khi đóng, hai thành phần này phải bằng nhau.



Hình 3.4: Thành phần quá độ khi đưa điện trở (nét liền) và nối tắt điện trở (nét đứt) khi đóng lại đường dây có sử dụng điện trở đóng trước

Các điều kiện ban đầu của thành phần do đưa điện trở đóng vào như sau:

$$V_a = +E ; V_b = V_c = -E$$

Điện áp trên 2 cực của máy cắt : $V_a - V_b = 2E$.

Xung điện áp lan truyền đến đầu đối diện là :

$$e = \frac{Z_C}{Z_C + R} * 2E$$

Với - Z_C : điện trở sóng đường dây

- R : điện trở đóng trước.

Khi lan truyền trên đường dây đến đầu đối diện và do máy cắt cuối đường dây đã được mở nên xung điện áp này được nhân đôi lên do sóng phản xạ dương toàn phần, sóng cuối đường dây:

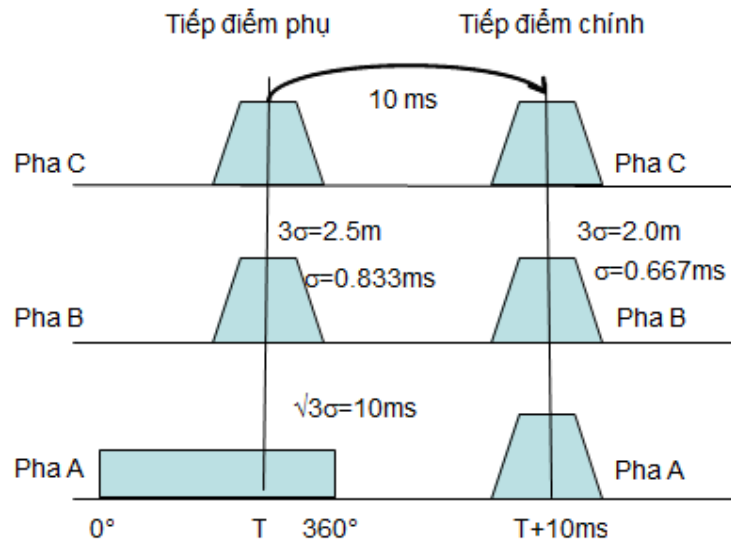
$$e = \frac{Z_C}{Z_C + R} * 4E$$

Điện áp đầu nhận V_{RE} :

$$V_{RE} = \frac{Z_C}{Z_C + R} * 4E - E \Rightarrow R = \frac{Z_C}{V_{RE} + E} * 4E - Z_C$$

Với sự chọn lựa giá trị điện trở đóng phù hợp ta có điện áp đầu nhận sẽ được hạn chế.

Mô phỏng thời điểm đóng máy cắt với tiếp điểm phụ có điện trở đóng và tiếp điểm chính được thực hiện bằng các khoá xác suất (statistical switch) với mô hình như sau:



Hình 3.5: Thứ tự đóng tiếp điểm phụ và chính của máy cắt

+ Pha "A" tiếp điểm phụ được lựa chọn ngẫu nhiên theo phân bố xác suất đều trong khoảng 0 đến 360 độ của một chu kỳ tần số cơ bản (20 msec).

Sau đó, thời điểm đóng các tiếp điểm phụ của các cực được lựa chọn theo phân bố chuẩn xung quanh điểm A với độ sai lệch $3\sigma = 2,5$ ms. Mô phỏng này cho phép xét đến độ không đồng đều khi đóng các cực của máy cắt.

Cuối cùng, thời gian đóng các tiếp điểm chính của máy cắt được trễ đi 10 ms so với điểm A với sai số chuẩn là $3\sigma = 2ms$. Mô phỏng này cho phép tính đến thời gian đưa điện trở đóng trước vào làm việc.

Giá trị điện trở đóng được lựa chọn khi các tính toán biên độ xung điện áp đầu nhận $V_{RE} < U_{50}$.

3.4 TÍNH TOÁN RRRV CHO MÁY CẮT TRẠM CÓ LẮP KHÁNG HẠN CHẾ DÒNG NGẮN MẠCH.

3.4.1 Mục đích tính toán:

Kháng hạn chế dòng ngắn mạch (Current Limiting Reactor- CLR) có nhiệm vụ góp phần làm giảm dòng ngắn mạch tác động lên trạm biến áp. Việc đưa kháng hạn hạn dòng tuy làm giảm biên độ điện áp quá độ phục hồi máy cắt (TRV) nhưng lại làm gia tăng tốc độ điện áp quá độ phục hồi của máy cắt (RRRV). Giá trị RRRV có thể vượt $5kV/\mu s$ khi mở máy cắt có mắc nối tiếp với kháng hạn chế dòng ngắn mạch. Sử dụng Grading capacitor nhằm hạn chế RRRV máy cắt trong trường hợp cắt sự cố, hạn chế sự nguy hiểm đối với máy cắt cũng như các thiết bị liên quan. Do vậy đối với trạm biến áp có lắp đặt kháng hạn chế dòng ngắn mạch cần thực hiện tính toán dung lượng của Grading capacitor cũng như thiết kế vị trí lắp đặt cho phù hợp.

3.4.2 Cơ sở tính toán:

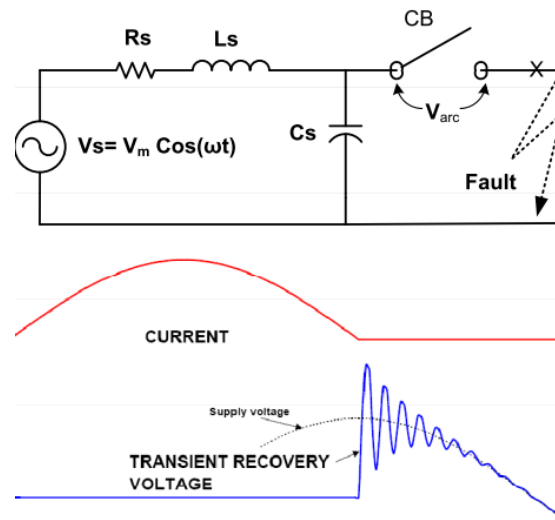
- IEEE C37.011 Application Guide for TRV for AC High-Voltage Circuit Breakers” (2005).

- IEC 62271-100: High-voltage switchgear and controlgear Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers.

3.4.3 Số liệu đầu vào :

- Số liệu hệ thống lưới điện năm dự án vận hành với mô hình EMTP.
- Mô hình kháng chi tiết với các thành phần điện dung ký sinh của thiết bị trong trạm (như mục tính toán TRV, RRRV của kháng bù ngang).
- Số liệu mô phỏng kháng hạn chế dòng ngắn mạch.
- Mô hình máy cắt là khóa xác suất có thêm thành phần ảnh hưởng điện dung ký sinh.

3.4.4 Phương pháp tính toán:



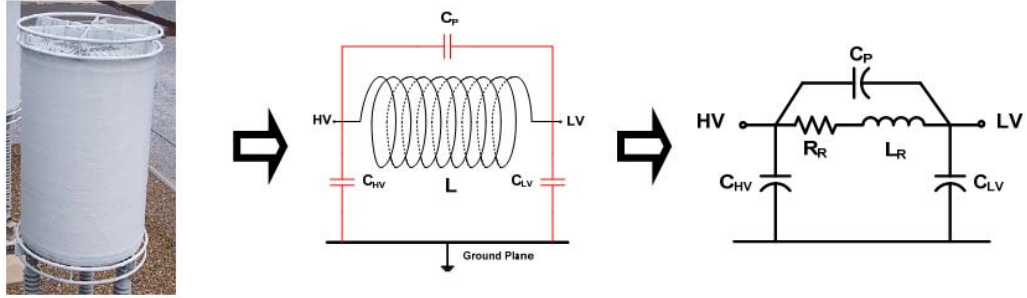
Hình 9.1 : Mô hình phân tích mở máy cắt loại trừ sự cố ngắn mạch khi chưa đầu nối kháng hạn chế dòng ngắn mạch

Hình 9.1 trình bày trường hợp máy cắt mở loại trừ sự cố ngắn mạch. Trong đó R_s , L_s , C_s là điện trở, điện kháng và điện dung ký sinh tương đương của hệ thống tính đến máy cắt. Dòng sự cố sẽ bị ngắt khi dòng đi qua zero. Lúc này sẽ xuất hiện quá điện áp phục hồi trên máy cắt và RRRV.

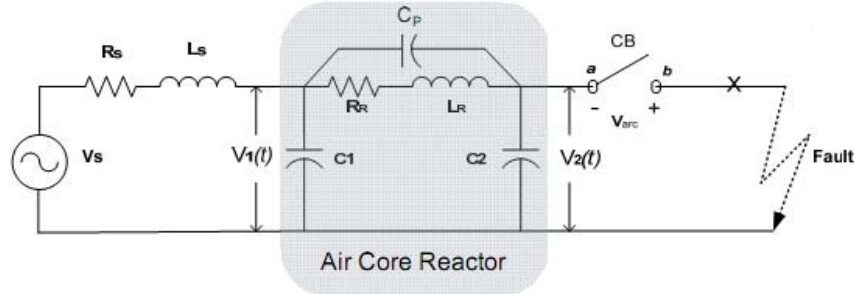
Tần số của TRV được tính như sau:

$$f_{TRV} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s C_s}} \quad (9-1)$$

Hình 9.2 trình bày mô hình phân tích kháng hạn chế dòng ngắn mạch trong đó phần kết nối LV đầu nối đến máy cắt.



Hình 9.2: Mô hình phân tích kháng hạn chế dòng ngắn mạch



Hình 9.3 : Mô hình phân tích sự cố kháng hạn chế dòng ngắn mạch đầu nối vào lưới

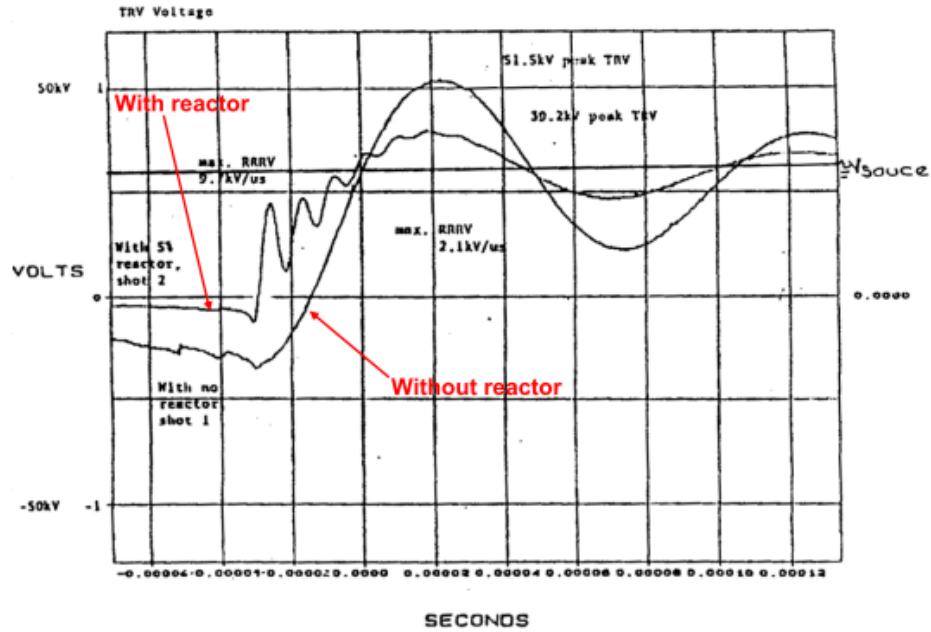
Trong đó:

- + R_R, L_R : Điện trở và điện cảm của kháng hạn chế dòng
- + C_{HV} : Điện dung ký sinh của kháng phân nối vào hệ thống ($130 \div 200 \mu\text{F}$)
- + C_{LV} : Điện dung ký sinh của kháng phân nối vào máy cắt ($150 \div 300 \mu\text{F}$)
- + C_P : Điện dung ký sinh giữa 2 cực đầu nối kháng ($50 \div 100 \mu\text{F}$)
- + C_{BK} : Điện dung ký sinh phần máy cắt
- + $C_1 = C_S + C_{HV}$
- + $C_2 = C_{BK} + C_{HV}$

Việc đưa kháng hạn chế dòng ngắn mạch vào hệ thống sẽ ảnh hưởng đến giá trị TRV và RRRV của máy cắt có đầu nối với kháng khi cắt sự cố ngắn mạch như sau:

- Kháng hạn chế dòng ngắn mạch sẽ góp phần làm giảm biên độ đỉnh của TRV
- Kháng hạn chế dòng ngắn mạch sẽ làm tăng giá trị RRRV

Hình 9.4 trình bày thí nghiệm mô phỏng trường hợp cắt máy cắt không và có đầu nối đến kháng hạn chế dòng ngắn mạch. Có thể thấy khi không có kháng hạn chế dòng ngắn mạch giá trị TRV cao nhưng RRRV lại nhỏ. Trong khi đó đưa kháng hạn chế dòng ngắn mạch vào thì lại ngược lại.



Hình 9.4 : Plot TRV mô phỏng thí nghiệm máy cắt thực hiện mở loại trừ ngắn mạch trường hợp có và không có kháng hạn chế dòng ngắn mạch

Cũng giống như tính toán TRV. Giá trị RRRV là một thành phần trong kết quả tính toán TRV của máy cắt. RRRV không những phụ thuộc vào chế độ phụ tải, lưới điện mà còn phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố ngẫu nhiên khác. Các yếu tố ngẫu nhiên này bao gồm:

- + Chế độ cắt máy cắt: Cắt sự cố.
- + Các dạng sự cố: một pha, 2 pha - đất, 2 pha, 3 pha.
- + Thời điểm mở các cực của máy cắt.

Vì vậy để có thể tìm ra được giá trị RRRV cao nhất có thể, cần phải tính toán với các chế độ sự cố khác nhau. Và cuối cùng, do thời điểm sự cố, thời điểm đóng mở các cực máy cắt mang quy luật ngẫu nhiên, các chế độ mô phỏng phải phản ánh được sự ngẫu nhiên này.

Chế độ tính toán:

Cấu hình lưới điện 220 – 500kV của năm cần tính toán.

Dạng mô phỏng:

Ngắn mạch một pha-đất, 2 pha chạm nhau và ba pha chạm đất.

Thời điểm sự cố:

Do giá trị RRRV không những phụ thuộc vào chế độ hệ thống, điểm sự cố, dạng sự cố,.. mà còn phụ thuộc rất nhiều vào thời điểm sự cố cũng như thời điểm mở các cực của máy cắt. Vì vậy, khi tính toán giá trị RRRV nhất thiết phải tính đến sự phân bố xác suất của các thời điểm này. Mô phỏng xác suất thời điểm sự cố và thời điểm mở các cực của máy cắt được thực hiện bằng các khoá xác suất (statistical switch) với các thông số sau:

+ Thời điểm sự cố được là giá trị ngẫu nhiên theo phân bố đều trong khoảng $0,015 \pm 0,000577s$.

+ Thời điểm mở máy cắt là giá trị ngẫu nhiên theo phân bố đều trong khoảng $0,05 \pm 0,00577s$.

+ Khóa sự cố (Fault switch): xác suất sự cố phân bố theo luật đều (Uniform).

+ Khóa máy cắt (CB switch): xác suất cắt phân bố theo quy luật đều (pha A) và luật Gaussian (Pha B & pha C).

Số lần mô phỏng:

Đối với từng dạng mô phỏng, 100 tính toán với thời điểm sự cố và thời điểm mở các cực máy cắt là ngẫu nhiên.

Các bước thực hiện:

- Mô phỏng cấu hình hệ thống điện 500kV, 220kV năm dự án vận hành với mô hình EMTP.

- Mô hình kháng hạn chế dòng ngắn mạch với các thành phần điện trở, điện kháng, điện dung ký sinh.

- Mô hình thành phần điện dung ký sinh của trạm biến áp đấu nối gần kháng như CVT, VT, CT, SA, DS.

- Mô hình máy cắt khóa xác suất có thêm thành phần ảnh hưởng điện dung ký sinh.

- Khảo sát TRV, RRRV khi thực hiện cắt máy cắt loại trừ sự cố ngắn mạch.

3.4.5 Đánh giá kết quả:

- Kết quả tính toán đạt được biên độ TRV và tốc độ gia tăng điện áp quá độ phục hồi RRRV.

- Phân loại nhóm có TRV cao và nhóm RRRV cao vượt tiêu chuẩn IEC 62271-100.

- Đánh giá TRV theo chuẩn đánh giá cho máy cắt đường dây đã đưa ra ở các phần trên.

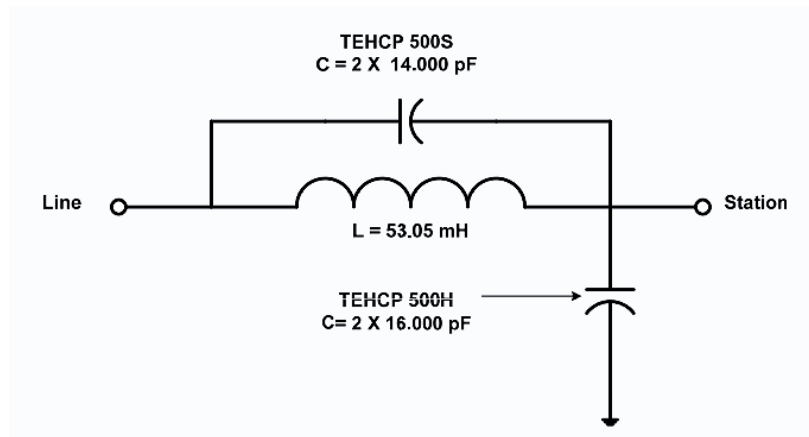
- Đối với RRRV có giá trị lớn có thể vượt quá giá trị $5kV/\mu s$ thì cần có biện pháp hỗ trợ làm giảm nhỏ RRRV.

3.4.6 Giải pháp khắc phục:

Giá trị RRRV cao do ảnh hưởng của tần số dao động của TRV (f_{TRV}). f_{TRV} có thể lên đến vài chục kHz. Công thức (9-1) trình bày tần số dao động này. Như vậy để làm giảm RRRV trên máy cắt do ảnh hưởng của kháng hạn chế dòng ngắn mạch cần đưa tần số f_{TRV} về giá trị tần số thấp hơn. Giải pháp có thể thực hiện như sau:

- Lắp đặt thêm tụ điện dung grading capacitor (vài chục nF) giữa máy cắt và kháng hạn chế dòng ngắn mạch. Giải pháp này làm gia tăng giá trị điện dung C_2 .

- Lắp đặt thêm tụ điện dung grading capacitor song song giữa 2 cực của kháng hạn chế dòng ngắn mạch. Giải pháp này làm gia tăng giá trị điện dung C_p .
- Có thể thực hiện cả 2 giải pháp trên



Hình 9.5: Sơ đồ lắp đặt grading capacitor kết nối với kháng hạn chế dòng ngắn mạch của dự án TBA 500kV SiJing- Trung Quốc. Áp dụng 2 giải pháp

Việc tính toán dung lượng của Grading capacitor không có một công thức chi tiết nào. Bởi vì RRRV phụ thuộc rất nhiều vào cấu hình lưới điện, chế độ phụ tải của hệ thống... Vì vậy, để xác định được dung lượng Grading capacitor cần sự hỗ trợ từ phần mềm tính toán quá độ điện từ. Khảo sát dung lượng grading capacitor cho các trường hợp sự cố dựa vào đó đưa ra giá trị Grading capacitor cho phù hợp (RRRV đạt yêu cầu của máy cắt theo tiêu chuẩn IEC – 62271 – 100).

Chương 4

TÍNH TOÁN BÙ NGANG CHO ĐƯỜNG DÂY 500KV

4.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:

Đối với các đường dây truyền tải siêu cao áp có chiều dài đáng kể, việc điều khiển vô công do đường dây sinh ra là một vấn đề phức tạp và đòi hỏi các tính toán kỹ lưỡng, toàn diện nhằm đảm bảo an toàn cho thiết bị, kéo dài tuổi thọ của công trình và linh hoạt trong vận hành. Ngoài ra các đường dây 500kV dài trong vận hành sẽ sản sinh ra một lượng công suất phản kháng lớn gây khó khăn cho điều khiển điện áp chế độ thấp điểm đêm, các chế độ phóng điện và hoà. Vì vậy đối với đường dây 500kV có chiều dài đáng kể cần xem xét tính toán kiểm tra vấn đề bù ngang.

4.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN:

- Power System Dynamics and Stability-PETER W.SAUER & M.A. PAI- Nhà xuất bản Prentice Hall.

- Selective Pole Switching of Long Double Circuit EHV Line, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-95, no. 1, January/February 1976.

- Research and Design about the Neutral Reactors Compensation on UHV Double-Circle Lines.

- Secondary Arc Extinction of Single Pole Auto-Reclosing on EHV Transmission Lines with Shunt Compensation Reactors.

4.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO :

- Số liệu hệ thống lưới điện năm dự án vận hành (Y) và các năm (Y+5), (Y+10).

- Thông số đường dây và mô hình cột đường dây điển hình.

4.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:

Việc lựa chọn kháng bù ngang trước tiên là để đảm bảo thiết bị vận hành an toàn trong dải điện áp cho phép trong mọi điều kiện vận hành. Ngoài ra, việc lựa chọn kháng bù ngang liên quan tới bài toán quy hoạch các nguồn công suất vô công trong hệ thống điện. Đây là bài toán phức tạp và toàn diện của toàn hệ thống, do công suất vô công là thành phần mang tính cục bộ, địa phương, có mặt tất cả mọi điểm trên hệ thống và ở mọi cấp điện áp. Đối với cấp điện áp siêu cao, lượng công suất vô công sinh ra trên đường dây trong chế độ vận hành thấp tải hoặc chế độ mở một đầu đường dây chạy vào hệ thống sẽ gây ra điện áp cao, đồng thời làm tăng tổn thất công suất hữu công. Việc đặt kháng bù ngang sẽ tiêu thụ lượng công suất vô công này, đảm bảo chất lượng điện áp luôn duy trì ở mức an toàn trong các chế độ vận hành khác nhau. Đối với đường dây truyền tải siêu cao áp (từ 400kV trở lên), việc vận hành tại điện áp cao quá 105% điện áp định mức thường không được khuyến cáo. Chính vì vậy, theo thực tế áp dụng tại tất cả các công ty điện lực trên thế giới, việc lựa chọn kháng bù ngang dựa trên các tiêu chuẩn sau đây:

- Trong chế độ vận hành bình thường (đối với các chế độ phụ tải): cố gắng giữ điện áp tại các thanh cái xung quanh giá trị định mức.

- Trong các chế độ khác như: phóng điện đường dây, hoà điện, chế độ vận hành thiếu phần tử cho phép điện áp đạt giá trị cực đại là 105% điện áp định mức (mặc dù điện áp vận hành lâu dài cực đại của thiết bị thường là 110% điện áp định mức).

- Giữ điện áp cao để tăng giới hạn truyền tải và giảm tổn thất trong các chế độ truyền tải công suất cao.

4.4.1 Tính toán thông số đường dây:

Thông số đường dây phụ thuộc rất nhiều sơ đồ bố trí dây, dây chống sét, phân pha, khoảng cách trung bình giữa các cột đường dây và điện trở suất của vùng đất đường dây đi qua. Đối với đường dây siêu cao áp 500kV ảnh hưởng càng nhiều hơn, đặc biệt đường dây mạch kép với bố trí chung cột. Do vậy cần sử dụng chương trình tính toán chuyên dụng thực hiện tính toán với mô hình thiết kế cột đường dây.

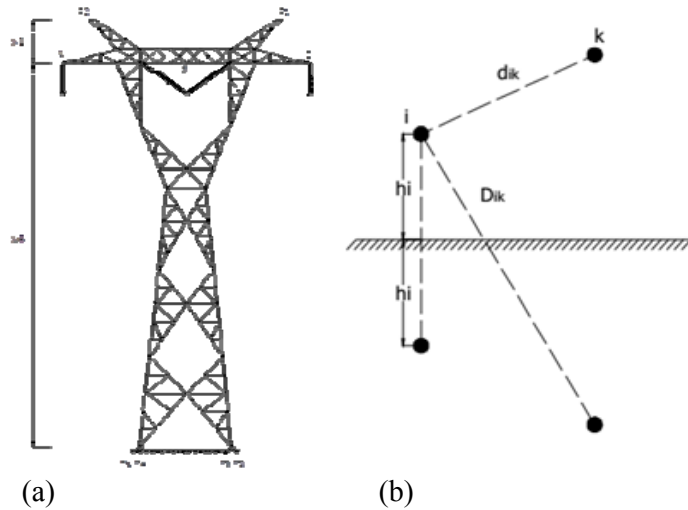
Có thể sử dụng hàm MatLab (Line Parameters GUI) để thực hiện tính toán thông số đường dây.

Line Parameters GUI (power_lineparam - Compute RLC parameters of overhead transmission line from its conductor characteristics and tower geometry)

Kết quả tính toán thông số đường dây sẽ cho thông số điện trở, điện kháng và điện dung thứ tự thuận, thứ tự không. Các thông số điện trở, điện kháng và điện dung thứ tự không tương hỗ giữa 2 mạch và đặc biệt là ma trận điện dung của đường dây.

Dựa trên thông số đường dây để tính toán thông số bù ngang.

4.4.2 Bù cho đường dây mạch đơn:



$$P_{ii} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \log \frac{2h_i}{r_i} \quad (km/F) \quad (4-1)$$

$$P_{ik} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \log \frac{D_{ik}}{d_{ik}} \quad (km/F) \quad (4-2)$$

$$C = P^{-1} \quad (F/km) \quad (4-3)$$

Từ 3-1, 3-2 và 3-3 ta triển khai tính ra được điện dung của pha dây dẫn:

$$C_{\text{Phase}} = \begin{bmatrix} C_{11} & -C_{12} & -C_{13} \\ -C_{21} & C_{22} & -C_{23} \\ -C_{31} & -C_{32} & C_{33} \end{bmatrix} \quad (4-4)$$

Dung dẫn của dây dẫn được tính như sau:

$$B_C = \omega C \quad (4-5)$$

Tỷ lệ bù của đường dây được xác định bởi công thức sau:

$$h = \frac{B_{L1}}{B_{C1}} \quad (4-6)$$

Với : B_{L1} tổng dẫn đơn vị của kháng bù ngang

B_{C1} dung dẫn thứ tự thuận đường dây

Dung dẫn thứ tự không và thứ tự thuận của đường dây là:

$$B_{C0} = B_{Cg} \quad (4-7)$$

$$B_{C1} = B_{Cg} + 3B_{Ch} \quad (4-8)$$

Với : B_{Cg} điện dẫn pha với đất

B_{Ch} điện dẫn pha – pha

Điều kiện bù song song trong các thành phần đối xứng:

$$B_{L1} = hB_{C1} \quad (4-9)$$

$$B_{L1} - B_{L0} = B_{C1} - B_{C0} \quad (4-10)$$

Điện kháng cảm ứng của dòng điện là:

$$X_{L0} = \frac{1}{B_{L0}} \quad (4-11)$$

$$X_{L1} = \frac{1}{B_{L1}} \quad (4-12)$$

Theo hình 16.b ta được

$$X_{L1} = X_P \quad (4-13)$$

Dung lượng bù ngang

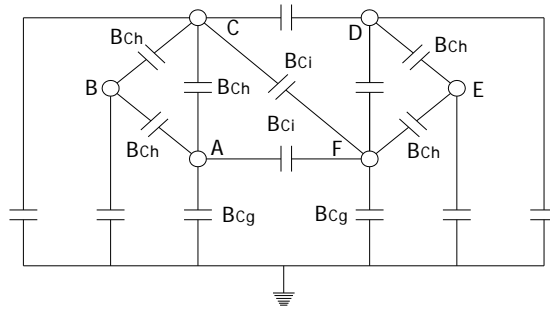
$$Q_L = \frac{U_{dm}^2}{X_p} = h \cdot U_{dm}^2 \cdot B_{C1} \cdot l \quad (4-14)$$

Trong đó:

U_{dm} : điện áp dây định mức của hệ thống, $U_{dm} = 500kV$

4.4.3 Bù cho đường dây mạch kép:

Mô hình dung dẫn của đường dây mạch kép được cho ở hình sau



Hình 4.2: Dung dẫn pha-pha trên 1 mạch, dung dẫn giữa các pha 2 mạch, dung dẫn pha - đất của đường dây mạch kép

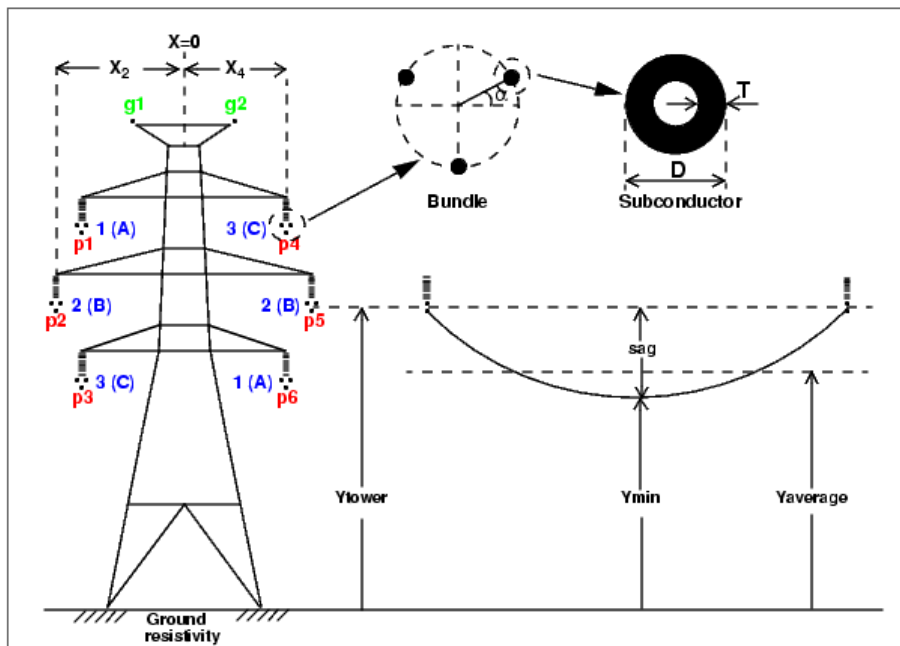
Trong đó:

X_p : điện kháng của KBN (Ω)

B_{Cg} : Dung dẫn Pha - đất ($1/\Omega$)

B_{Ch} : Dung dẫn Pha - Pha ($1/\Omega$)

Đối với đường dây mạch kép ma trận điện dung được như sau



$$C_{\text{Phase}} = \begin{bmatrix} C_{11} & -C_{12} & -C_{13} & -C_{14} & -C_{15} & -C_{16} \\ -C_{21} & C_{22} & -C_{23} & -C_{24} & -C_{25} & -C_{26} \\ -C_{31} & -C_{32} & C_{33} & -C_{34} & -C_{35} & -C_{36} \\ -C_{41} & -C_{42} & -C_{43} & C_{44} & -C_{45} & -C_{46} \\ -C_{51} & -C_{52} & -C_{53} & -C_{54} & C_{55} & -C_{56} \\ -C_{61} & -C_{62} & -C_{63} & -C_{64} & -C_{65} & C_{66} \end{bmatrix}$$

Tỷ lệ bù ngang đường dây:

$$h = B_{L1}/B_{C1} \quad (4-15)$$

Trong đó:

$$B_{C_i} = \omega C_i : \text{dung dẫn}$$

C_g, C_h, C_i, C_j : là điện dung pha-đất, pha pha, giữa 2 mạch không cùng pha và giữa 2 mạch cùng pha.

Điện dung pha-đất :

$$C_g = Avg. \left(\sum_{j=1}^6 C_{1j} + \sum_{j=1}^6 C_{2j} + \sum_{j=1}^6 C_{3j} \right) \quad (4-16)$$

Điện dung pha pha trên 1 mạch:

$$C_h = -Avg. (C_{12} + C_{13} + C_{23}) \quad (4-17)$$

Điện dung giữa 2 mạch khác pha:

$$C_i = -Avg. (C_{14} + C_{15} + C_{24} + C_{26} + C_{35} + C_{36}) \quad (4-18)$$

Điện dung giữa 2 mạch cùng pha:

$$C_j = -Avg. (C_{16} + C_{25} + C_{34}) \quad (4-19)$$

Điện dẫn thứ tự thuận

$$B_{L1} = h[(B_{C_g} + 3(B_{C_h} + B_{C_i}))] \quad (4-20)$$

Điện kháng của kháng bù ngang :

$$X_{L1} = X_p = 1/B_{L1} \quad (4-21)$$

Dung lượng bù ngang :

$$Q_L = \frac{U_{dm}^2}{X_p} \quad (4-22)$$

Các bước thực hiện:

- Tính toán thông số đường dây với mô hình đường dây thiết kế bằng Line Parameters GUI của phần mềm Matlab.

- Mô phỏng cấu hình lưới điện năm vận hành (Y) với chế độ nhu cầu phụ cực tiểu bằng phần mềm tính toán HTĐ (Ví dụ như PSS/E). Thông số đường dây được đưa vào tính toán. Lựa chọn cấu hình lưới tính toán với điện áp giữa 2 đầu đường dây tính toán có biên độ gần cực đại (Giữ mức gần 1,05pu ở đầu nguồn). Tính toán xác lập.

- Tính toán trắc đồ điện áp dọc đường dây với đường dây hở mạch 1 đầu bằng phần mềm tính toán phân tích HTĐ. Kiểm tra điện áp đầu đường dây, điểm hở mạch. Nếu điện áp vượt 525kV cần xem xét lắp đặt kháng bù ngang.

- Kháng bù ngang được tính toán với nhiều loại kháng theo tỉ lệ bù từ 60% đến 75% (mỗi nấc bù 5%) và tùy loại đường dây mạch đơn hoặc mạch kép để áp dụng công thức (4-5) hoặc (4-13). Với các tỷ lệ bù, tương ứng với dung lượng kháng bù tính toán có thể phân chia thành 2 kháng cho 2 đầu đường dây hoặc 1 kháng (bù lệch) tùy theo dạng công trình.

- Tính toán trắc đồ điện áp dọc đường dây với đường dây hở mạch 1 đầu với các tỷ lệ bù trên. Tính toán kiểm tra cho các năm Y+5, Y+10. Lựa chọn tỉ lệ bù phù hợp theo kỹ thuật và kinh tế (đảm bảo kỹ thuật và dung lượng bù thấp nhất).

4.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ:

- Mức bù ngang phải thích hợp để không gây ra các hiệu ứng phụ khác, cụ thể là không gây ra cộng hưởng điện áp song song do mức độ bù quá cao hoặc do một số chế độ vận hành không toàn pha. Do vậy cần kiểm tra hiện tượng cộng hưởng khi máy cắt ở hai đầu đường dây đột ngột cắt một pha, hai pha hoặc cả ba pha đặc biệt trong trường hợp đối với đường dây mạch kép đi chung một. Điều này có thể xảy ra khi hệ thống bảo vệ rơ - le hoạt động sai.

- Sử dụng kháng trung tính, điện trở trung tính để giảm điện áp cộng hưởng song song trong các chế độ vận hành song song hai mạch đường dây hoặc các chế độ không cân bằng (mở một hoặc hai pha đường dây).

- Tính toán kiểm tra tổn thất công suất trường hợp vận hành chế độ truyền tải cao trên đường dây. Cần xem xét sử dụng máy cắt cho kháng bù ngang nhằm nâng cao điện áp và giảm tổn thất trong chế độ truyền tải công suất cao trên đường dây.

4.6 TÍNH TOÁN LỰA CHỌN THÔNG SỐ KHÁNG TRUNG TÍNH VÀ KIỂM TRA THỜI GIAN TẮT CỦA DÒNG HỒ QUANG THỨ CẤP.

4.6.1 Mục đích tính toán:

Các đường dây 500 kV sử dụng kỹ thuật tự động đóng lại một pha nhằm nâng cao ổn định hệ thống, vì vậy cần thiết phải lựa chọn các thiết bị kháng trung tính một cách hợp lý nhằm giảm dòng điện hồ quang thứ cấp để đóng lại một pha có thể thành công với thời gian chết nhỏ hơn 1 giây.

Do vậy việc tính toán lựa chọn kháng trung tính tối ưu cần được xem xét.

4.6.2 Cơ sở tính toán:

- Final Report: Transient Simulation Study of the future 515 kV Hoa Binh - Phu Lam Interconnection Vietnam, Que Bui Van, Bahрма Khodabakchian, Hieu Huynh, March 1993.

- N. Knudsen: Single Phase Switching of Transmission Lines Using Reactors for Extinction of Secondary ARC, Cigre - 1962.

- Selective Pole Switching of Long Double Circuit EHV Line, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-95, no. 1, January/February 1976.

- Research and Design about the Neutral Reactors Compensation on UHV Double-Circle Lines.

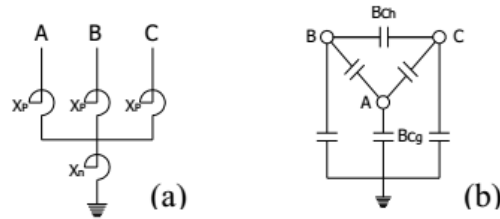
- Tuan Tran-Quoc, Nouredine Hadj-Said, Jean Claude Sabonnadière and René Feuillet: Reducing dead time for single-phase auto-reclosing on a Series-capacitor compensated transmission line, IEEE - 1992.

4.6.3 Số liệu đầu vào :

- Số liệu hệ thống lưới điện năm dự án vận hành (Y)
- Thông số đường dây và mô hình cột đường dây điển hình.
- Hoán vị đường dây.

4.6.4 Phương pháp tính toán:

Đối với đường dây 500kV mạch đơn và mạch kép, phương pháp tính toán điện kháng trung tính tối ưu được thực hiện khác nhau. Kháng trung tính được tính toán dựa trên kháng bù ngang đường dây



Hình 5.1: a) Sơ đồ bố trí kháng
b) Dung dẫn của đường dây

Đối với đường dây mạch đơn, điện kháng trung tính được tính như sau:

$$X_n = \frac{B_{C1} - B_{C0}}{3hB_{C1}[B_{C0} - (1 - h)B_{C1}]} \quad (5-1)$$

Trong đó:

B_{L1} :điện dẫn thứ tự thuận đường dây

B_{C1} , B_{C0} :dung dẫn thứ tự thuận, thứ tự không đường dây

h: Tỷ lệ bù của đường dây

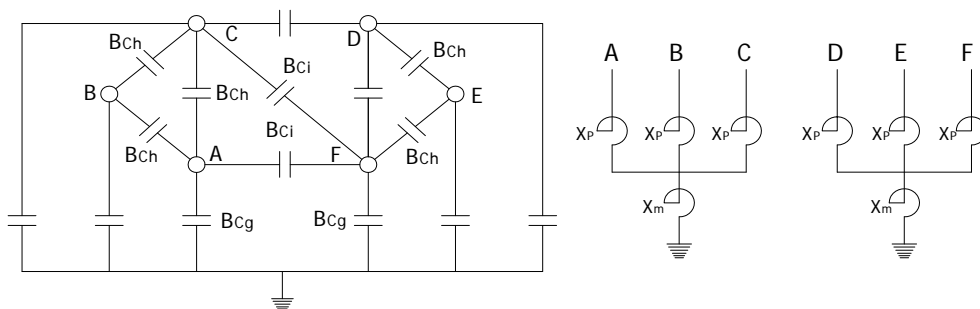
Đối với đường dây mạch kép, điện kháng trung tính được tính như sau:

$$X_m = \frac{X_p}{\frac{1}{X_p B_{C_h}} - 3} \quad (5-2)$$

Trong đó:

X_p : Kháng bù ngang đường dây

B_{C_h} : điện dẫn pha – pha



(a) (b)

Hình 5.2: a. Dung dẫn pha-pha, pha - mạch, pha - đất của đường dây mạch kép
b. Mắc bù của cuộn kháng trung tính

Kháng trung tính với nhiệm vụ chính làm giảm dòng điện hồ quang thứ cấp để đóng lại một pha có thể thành công với thời gian chết nhỏ hơn 1 giây. Do vậy sau khi tính toán lựa chọn kháng sẽ phải thực hiện mô phỏng tính toán kiểm tra hồ quang thứ cấp trên đường dây.

Hồ quang thứ cấp trên đường dây 500 kV là tổng của các dòng điện hồ dung, hồ cảm giữa các pha mang điện gần kề đối với pha sự cố sau khi dòng hồ quang thứ cấp bị cắt đi bởi máy cắt hai đầu đường dây. Đối với đường dây có tụ bù dọc có thêm thành phần dòng điện phóng trong tụ bù dọc.

Khi đường dây có kháng bù ngang và kháng trung tính thì thành phần hồ dung không còn nữa. Tuy nhiên sẽ xuất hiện thành phần một chiều do năng lượng bị "bẫy" trong kháng bù ngang sinh ra.

4.6.4.1 Thành phần hồ dung khi chưa có kháng trung tính:

Thành phần hồ dung bao gồm dòng hồ quang thứ cấp và điện áp phục hồi.

Biên độ của thành phần hồ dung nhìn chung không phụ thuộc vào vị trí điểm sự cố và được tính toán đối với đường dây được hoán vị hoàn toàn như sau:

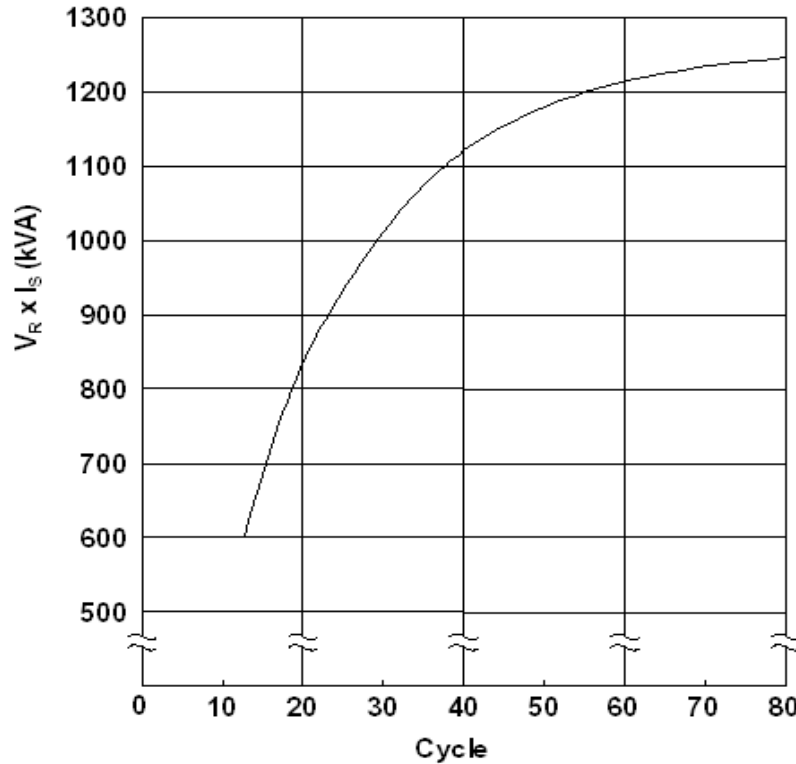
$$I_s = \frac{1}{3} (C_1 - C_0) \omega l \frac{U_m}{\sqrt{3}} \quad (5-3)$$

Biên độ điện áp phục hồi được xác định như sau:

$$V_R = \frac{C_1 - C_0}{(2C_1 + C_0)} \frac{U_m}{\sqrt{3}} \quad (5-4)$$

Trong đó:

- + C_1 và C_0 : là điện dụng thứ tự thuận và thứ tự không của đường dây
- + ω : là tốc độ góc.
- + l : chiều dài đường dây.
- + U_m : là điện dây cực đại ($U_m = 550\text{kV}$)



Hình 5.3: Đồ thị xác định thời gian tắt của hồ quang thứ cấp 50 Hz

Với thông số V_R và I_S tính toán có thể biết được thời gian tắt của dòng hồ quang thứ cấp thông qua xem xét ở hình 5.3. Nếu thời gian vượt 1sec cần thiết xem xét lắp kháng trung tính.

4.6.4.2 Thành phần hồ cảm

Thành phần hồ cảm giữa các pha tỉ lệ thuận với công suất truyền tải trên các pha không bị sự cố và có thể có giá trị tương đối lớn nếu như đường dây quá dài. Các thông số khác như hoán vị đường dây cũng như trào lưu công suất vô công cũng đóng vai trò quan trọng. Sử dụng chương trình EMTP để tính thành phần 50 Hz này.

4.6.4.3 Thành phần một chiều do năng lượng bị "bẫy" trong kháng bù ngang:

Thành phần này rất xuất hiện từ thời điểm máy cắt hai đầu đường dây mở ra đến thời điểm dòng điện hồ quang thứ cấp cắt điểm không đầu tiên. Nếu không xét đến điện trở hồ quang thứ cấp, thời gian để thành phần này cắt điểm không đầu tiên rất. Tuy nhiên trong thực tế, điện trở hồ quang thứ cấp sẽ tăng theo thời gian. Điện trở hồ quang thứ cấp có thể được mô phỏng bằng một hàm số của thời gian với giá trị điện trở ban đầu là 0,5 ohm, tốc độ tăng là 0,8 ohm/giây và tăng đến giá trị cuối cùng là 100 ohm.

4.6.4.4 Thành phần dòng phóng trong tụ bù dọc:

Nếu khi sự cố chạm đất 1 pha trên đường dây mà không nối tắt tụ bằng máy cắt bypass, dòng hồ quang thứ cấp sẽ có biên độ rất lớn với thành phần dao động của dòng phóng chiếm đa phần ở dải tần 5-7Hz. Các thành phần này góp phần làm gia tăng thời gian dập tắt hồ quang, cũng như gây ra khó khăn để đạt được thời gian chết rút ngắn theo yêu cầu duy trì ổn định hệ thống. Do vậy nhất thiết phải loại trừ thành phần dòng

phóng trong tụ bù dọc nhằm gia tăng tiến trình dập tắt hồ quang mau chóng. Vận hành thực tế cho thấy khi xảy ra ngắn mạch trên đường dây, năng lượng hấp thu của MOV tụ sẽ vượt quá khả năng chịu đựng của MOV do vậy máy cắt bypass tụ sẽ nối tắt tụ bù ở cả hai đầu của pha sự cố với thời gian đóng nhanh nhất. Thông thường khoảng thời gian này khoảng 100-130ms ($T_{bypass}=100-130ms$).

Thời gian thời gian chết cho đóng lại một pha cho đường dây 500 kV không thực hiện bù dọc được tính theo công thức sau:

$$T_{dead\ time} = T_{bypass} + T_{dc} + T_{arc} + T_{dielectric} \quad (5-5)$$

Trong đó:

T_{bypass} : thời gian lớn nhất để nối tắt tụ bù dọc $T_{bypass}=130ms$

T_{arc} : thời gian cần thiết để dập tắt thành phần 50 Hz

$T_{dielectric}$: thời gian cần thiết để phục hồi cách điện = 100 ms.

T_{dc} : thời gian để có điểm về không đầu tiên của dòng hồ quang thứ cấp (do thành phần DC của dòng điện hồ quang thứ cấp tạo nên).

Với đường dây không có tụ bù dọc, thời gian thời gian chết cho đóng lại một pha được tính theo công thức sau:

$$T_{dead\ time} = T_{dc} + T_{arc} + T_{dielectric} \quad (5-6)$$

Các bước thực hiện:

- Tính toán thông số V_R và I_s của đường dây theo công thức (5-3), (5-4) và tra đồ thị hình 5.3 để biết sơ bộ thời gian tắt của dòng hồ quang thứ cấp. Qua đó đánh giá cần lắp kháng trung tính nếu thời gian tắt của dòng hồ quang thứ cấp vượt 1sec.

- Tính toán chọn thông số kháng trung tính tối ưu theo công thức (5-1) hoặc (5-2) tương ứng đường dây mạch đơn hay mạch kép.

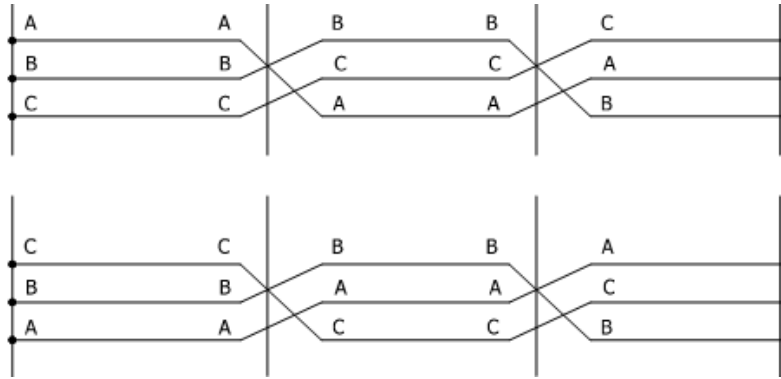
- Mô phỏng thành phần hồ cảm 50Hz và thành DC bằng phần mềm EMTP để xác định thời gian dập tắt thành phần hồ quang thứ cấp 50 Hz và thời gian của dòng hồ quang thứ cấp tạo ra điểm cắt không đầu tiên của thành phần một chiều. Mô phỏng này thực hiện với nhiều trường hợp cắt sự cố 1 pha chạm đất và xem xét ở cả 3 pha với nhiều vị trí dọc đường dây nhằm để xác định tổng thời gian dài nhất của 2 thành phần AC và DC ứng với mỗi trường hợp. Chọn trường hợp có tổng thời gian dài nhất.

- Thời gian thời gian chết cho đóng lại một pha đường dây được xác định theo công thức (5-5) hoặc (5-6) tương ứng theo đường dây có lắp tụ bù dọc hay không.

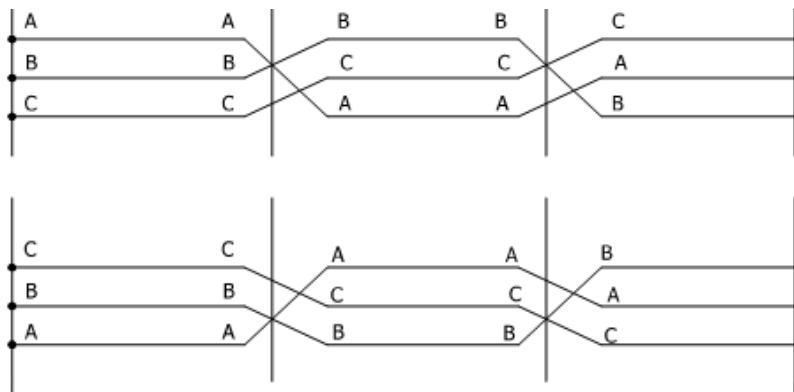
4.6.5 Đánh giá kết quả:

Kết quả tính toán là xác định được điện kháng trung tính và thời gian chết cho đóng lại một pha đường dây.

Tuy nhiên chọn lựa điện kháng trung tính tối ưu chỉ có tác dụng tốt đối với hoán vị đường dây hoàn hảo. Đối với đường dây mạch kép có chiều dài lớn với hoán vị trên 1 chu kỳ hoán vị (trên 200km), ảnh hưởng đối với hoán vị không phù hợp tác động rất lớn đến thời gian tắt của dòng hồ quang thứ cấp.



Hình 5.4: Đảo pha đường dây mạch kép (xét trong 1 chu kỳ) gây kéo dài thời gian của dòng hồ quang thứ cấp



Hình 5.5: Đảo pha đường dây mạch kép (xét trong 1 chu kỳ) làm giảm thời gian của dòng hồ quang thứ cấp

4.7 LỰA CHỌN CÁC THIẾT BỊ TRUNG TÍNH (CHỐNG SÉT VAN, ĐIỆN TRỞ)

4.7.1 Mục đích tính toán:

Khi hệ thống vận hành mất cân bằng pha thường xuất hiện điện áp cao trên mạch trung tính. Các ứng lực dòng điện/điện áp trong chế độ tĩnh và các ứng lực vận hành ngắn hạn khác nhau trong mạch trung tính kháng do các nhiễu loạn đều gây ra hư hỏng thiết bị trung tính nếu việc tính toán lựa chọn không phù hợp. Do đó việc lựa chọn định mức cho các thiết bị trung tính dựa trên đánh giá các ứng lực điện đối với mạch trung tính của kháng bù ngang trong vận hành hệ thống điện là rất cần thiết.

4.7.2 Cơ sở tính toán:

- Final Report: Transient Simulation Study of the future 515 kV Hoa Binh - Phu Lam Interconnection Vietnam, Que Bui Van, Bahma Khodabakchian, Hieu Huynh, March 1993.

- Preliminary Report: Transient Simulation Study for the 2nd 500 kV Line Pleiku - Di Linh - Tan Dinh - Phu Lam, Hydro-Quebec International, January 1998

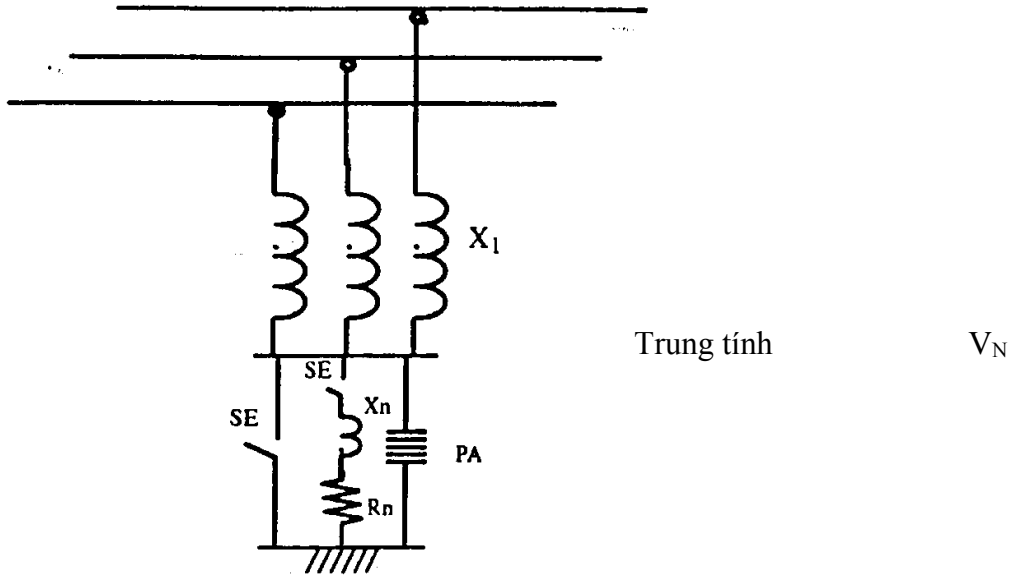
4.7.3 Số liệu đầu vào:

- Mô phỏng hệ thống điện năm tính toán bằng phần mềm EMTP
- Thông số chống sét van trung tính:
 - +Loại chống sét van.
 - +Đặc tính V-I của chống sét van
 - +Điện áp làm việc liên tục (U_c)
 - +Điện áp định mức (U_r)
 - +Khả năng chịu quá áp tạm thời trong 1 sec
 - +Khả năng chịu quá áp tạm thời trong 10 sec
 - +Khả năng hấp thụ nhiệt
 - +Điện áp dư đối với sóng 8/20 μ sec
 - +Điện áp dư đối với sóng 30/70 μ sec
 - +Mức cách điện xung sét cơ bản BIL
 - +Mức cách điện xung thao tác cơ bản BSL

4.7.4 Lựa chọn sơ bộ các thiết bị trung tính

Việc lựa chọn định mức cho các thiết bị trung tính dựa trên đánh giá các ứng lực điện đối với mạch trung tính của kháng bù ngang trong vận hành hệ thống điện năm tính toán. Hình 7.1 thể hiện các thành phần của mạch trung tính kháng bù ngang bao gồm:

- Các dao cách ly (SE) được sử dụng để nối tắt và cách ly mạch trung tính.
- Chống sét sử dụng ô xít kim loại (PA) được sử dụng để bảo vệ mạch kháng trung tính khi sét đánh hoặc các quá điện áp thao tác.
 - X_1 là kháng bù ngang.
 - X_n là kháng trung tính.
 - R_n là điện trở ngoài được mắc nối tiếp với kháng trung tính để hạn chế mức cộng hưởng điện áp.



Hình 7.1: Sơ đồ các thiết bị được sử dụng trong mạch kháng trung tính

4.7.4.1 Mức cách điện đối với kháng trung tính và điện trở trung tính

Mức cách điện của điểm trung tính kháng bù ngang (hay của kháng trung tính) được xác định theo công thức sau:

$$\frac{\text{Mức cách điện tại điểm trung tính}}{\text{Mức cách điện tại kháng chính}} = \frac{X_n}{X_1 + X_n} \quad (7-1)$$

Trong đó : mức cách điện BIL của kháng chính 500kV bằng 1550 kV

4.7.4.2 Ứng lực vận hành chế độ tĩnh

➤ Các ứng lực dòng điện/điện áp trong chế độ tĩnh

Để tính dòng điện chạy trong kháng trung tính và điện trở trung tính, chúng ta có thể giả thiết một cách an toàn rằng điện áp không cân bằng V_0/E bằng 2% (đối với đường dây hoán vị hầu như hoàn hảo, giá trị này bé hơn nhiều) và sự mất cân bằng trở kháng của kháng bù ngang bằng 2.5%.

Điện áp tại điểm trung tính trường hợp mất 1 pha của kháng bù ngang

$$V_n = 3 X_n \cdot I_{1n} \quad (7-2)$$

$$I_{1n} = \frac{V_0}{X_1 + 3X_n} \quad (7-3)$$

$$V_0 = 2\%E \quad (7-4)$$

$$V_n = \frac{3X_n}{X_1 + 3X_n} V_0 \quad (7-5)$$

Trong đó:

+ I_{1n} : Dòng điện chạy trong kháng trung tính

+ V_0 : Điện áp không cân bằng

+ E : Điện áp pha cực đại của hệ thống $= 550 / \sqrt{3} \text{kV} = 317 \text{kV}$

➤ **Điện kháng pha của kháng bù ngang bằng 2.5%**

Dòng điện không cân bằng ứng với sự mất cân bằng trở kháng pha của kháng bù ngang 2.5%.

Dòng điện trong mạch trung tính ứng với mất cân bằng trở kháng pha

$$I_{2n} = 0.025 * E / X_1 \quad (7-6)$$

Chọn dòng điện định mức lâu dài của thiết bị trung tính (kháng và điện trở ngoài trung tính):

$$I_{1\text{neutral}} > I_{1n} + I_{2n} \quad (7-7)$$

4.7.4.3 Các ứng lực vận hành ngắn hạn trong mạch trung tính của thiết bị kháng

Ứng lực này có thể sử dụng các công thức để tính toán. Trong đó có thể ước tính được điện áp/dòng điện xuất hiện trong mạch trung tính khi có sự cố một pha với đóng lại thành công/không thành công:

$$V_n = \frac{X_n}{X_1 + 3X_n} E \quad (7-8)$$

$$I_n = \frac{V_n}{X_n} \quad (7-9)$$

Chọn dòng điện ngắn hạn qua mạch trung tính

$$I_{2\text{neutral}} > I_n \quad (7-10)$$

Chọn dòng điện ngắn hạn qua mạch trung tính nên chọn bằng $2 * I_n$ để có một dự phòng an toàn.

Tốc độ gia tăng năng lượng của điện trở trung tính R_n

$$R_n \cdot I_{2\text{neutral}}^2 \quad (7-11)$$

Năng lượng hấp thụ của điện trở trung tính

$$R_n \cdot I_{2\text{neutral}}^2 * t \quad (7-12)$$

Có thể lấy khoảng thời gian này là 5 giây (như đối với thiết bị trung tính của đường dây 500 kV mạch 1) để có một dự phòng an toàn.

4.7.4.4 Tính toán kiểm tra các thông số vận hành thiết bị trung tính

Mục IV.1 đưa ra một số thông số định mức của mạch trung tính. Nhưng cần xem xét tính toán khi đưa thiết bị vào vận hành thông qua các mô phỏng thực tế, đặc biệt là các ứng lực tác động lên mạng trung tính ở chế độ vận hành ngắn hạn. Để đánh

giá các ứng lực vận hành ngắn hạn khác nhau trong mạch trung tính kháng, các nhiễu loạn sau đây cần được xem xét tính toán mô phỏng bằng phần mềm EMTP:

- Sự cố một pha với đóng lại thành công/không thành công
- Phóng điện vào sự cố một pha
- Tách lưới và theo sau đó là sự cố một pha
- Mở một pha (không có sự cố)
- Đóng hai pha

Các trường hợp liên quan đến sự cố, dòng điện quá độ lớn nhất sẽ được xem xét với thời gian 0,2sec

Trường hợp mở một pha (không có sự cố): Nhảy một pha không có sự cố có thể tạo nên các ứng lực điện nghiêm trọng trong các thiết bị trung tính. Thực tế, sau khi máy cắt được mở ra, pha này sẽ dao động cùng với kháng tại hai đầu. Dao động này có tần số nhỏ hơn 50 Hz và có thể tạo ra các điểm cực đại trong điện áp và dòng điện trung tính. Trường hợp này được xem xét trong 5sec.

Trường hợp đóng hai pha: Máy cắt cao áp thường được thiết kế theo cơ chế tác động một pha. Do sự độc lập về cơ cấu nên ba pha của máy cắt tác động không đồng thời và có thể một trong các ba bị kẹt không hoạt động. Đóng hai pha có thể xảy ra khi đóng điện đường dây mà máy cắt của một pha bị kẹt. Trong trường hợp này, do sự cộng hưởng giữa các pha và cộng hưởng giữa các mạch đường dây có thể gây nên các ứng lực tác động lên mạch trung tính. Trường hợp này được xem xét trong 5sec.

Các tính toán mô phỏng sẽ cho kết quả điện áp tác động trên điểm đặt kháng trung tính, điện trở trung tính và dòng điện trên mạch trung tính. Từ đó xem xét lại việc lựa chọn thông số định mức, ngắn hạn của kháng trung tính và điện trở trung tính phù hợp hơn.

Các bước thực hiện:

- Tính toán BIL của mạch trung tính theo công thức (7-1). Dựa trên giá trị tính ra chọn thiết bị có giá trị BIL lớn hơn gần nhất. Từ đó lựa chọn cấp điện áp thiết bị trung tính và chống sét van trung tính phù hợp. Các thông số này sẽ đưa vào phần mềm EMTP mô phỏng.

- Tính ứng lực vận hành chế độ tĩnh và ứng lực vận hành chế độ ngắn hạn của mạch trung tính theo các công thức (7-2) đến (7-11). Các kết quả tính toán sẽ có những thông số lựa chọn sơ bộ cho mạch trung tính như : dòng điện định mức lâu dài của thiết bị trung tính $I_{1neutral}$; dòng điện ngắn hạn qua mạch trung tính $I_{2neutral}$; Năng lượng hấp thụ của điện trở trung tính.

- Mô phỏng tính toán kiểm tra dòng và áp trên các thông số bằng phần mềm EMTP với các kịch bản mô phỏng như ở mục IV.2. Kết quả mô phỏng sẽ xác định điện áp trên trung tính cũng như dòng điện quá độ lớn nhất (tính cho 0,2sec) và dòng điện tạm thời lớn nhất (tính cho 5sec).

- Với các kịch bản mô phỏng ở mục 3, tính toán được năng lượng hấp thụ của điện trở trung tính. Tính toán năng lượng hấp thụ của chống sét van trung tính.

4.7.5 Đánh giá kết quả đề xuất lựa chọn thông số mạch trung tính:

Ở kết quả tính toán sơ bộ có thể lựa chọn thông số dòng, áp mạch trung tính thấp hơn so với kết quả tính toán từ các kịch bản mô phỏng. Cần có sự hiệu chỉnh thông số phù hợp lại.

Kết quả được tổng kết:

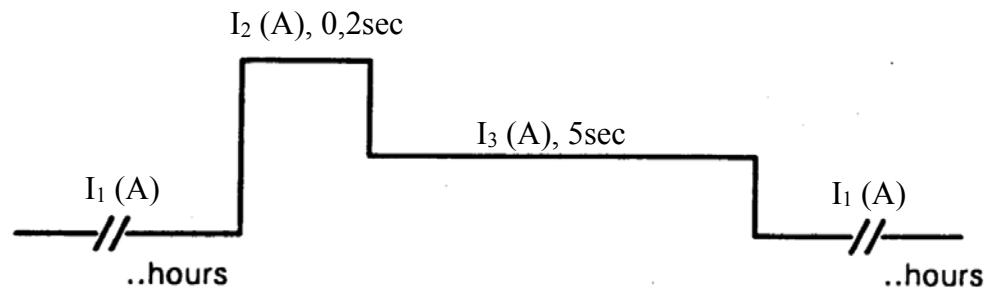
4.7.5.1 Kháng trung tính:

- Điện áp chịu đựng xung sét BIL của kháng trung tính
- Dòng điện làm việc định mức của kháng trung tính
- Dòng việc làm việc ngắn hạn

4.7.5.2 Điện trở trung tính:

- Điện áp chịu đựng xung sét BIL của điện trở trung tính
- Dòng điện làm việc định mức của điện trở trung tính
- Dòng việc làm việc ngắn hạn
- Khả năng hấp thụ năng lượng của điện trở trung tính trong 5sec.

Dựa trên các kết quả tính toán, đề xuất dòng làm việc của điện trở trung tính như hình 7.1



Hình 7.1: Dòng làm việc của điện trở trung tính

Trong đó:

- + I_1 : Dòng điện trong chế độ tĩnh (dòng làm việc thường xuyên)
- + I_2 : Dòng điện quá độ lớn nhất (tính cho 0,2sec)
- + I_3 : Dòng điện tạm thời lớn nhất (tính cho 5sec)

4.8 CHỌN BÙ NGANG: XEM XÉT TRONG TRƯỜNG HỢP TBA NỐI NHIỀU ĐƯỜNG DÂY NGẮN, TRONG TRƯỜNG HỢP THẤP ĐIỂM DƯ' Q

Đối với TBA 500kV có đấu nối đến nhiều đường dây 500kV có chiều dài ngắn (đường dây không lắp bù ngang trên đường dây), tổng công suất phản kháng trên các đường dây này sinh nếu quá lớn có thể gây ra quá điện áp cho TBA ở các chế độ thấp điểm đêm. Đề hạn chế quá điện áp này có thể xem xét lắp đặt kháng bù ngang trên thanh cái đấu nối trong trạm. Tuy nhiên vấn đề điện áp cao này liên quan đến cả hệ thống lưới điện và phải có bài toán tính toán tổng thể ở nhiều chế độ vận hành của lưới điện qua đó dung lượng kháng và vị trí lắp đặt phải đảm bảo yêu cầu kỹ thuật lẫn kinh tế. Việc tính toán lựa chọn dung lượng kháng bù ngang, điểm đặt tối ưu phải được tính toán phối hợp cho cả hệ thống thông qua bài toán phân tích profile điện áp trong các chế độ vận hành của lưới

Để xác định vị trí và dung lượng bù của kháng, phương pháp tính toán được áp dụng như sau:

- Xác định nhu cầu và các phương án lắp bổ sung kháng bù ngang trên lưới điện 500kV: bao gồm các nội dung tính toán sau

- Tính toán cân bằng công suất phản kháng trên lưới điện 500kV các năm. Tính toán này sẽ đưa ra cái nhìn khái quát về tình hình cân bằng công suất phản kháng tại các cung đoạn ĐZ 500kV.

- Tính toán xác định profile điện áp trên lưới điện 500kV trong chế độ thấp điểm đêm bình thường và chế độ thấp điểm đêm dịp Tết khi chưa trang bị thêm các kháng bù ngang. Từ kết quả profile điện áp xác định các nút/ khu vực có điện áp cao cần được lắp đặt bổ sung kháng bù ngang.

- Tính toán độ nhạy thay đổi điện áp tại các nút 500kV. Tính toán sẽ đánh giá mức độ thay đổi điện áp tại các nút 500kV khi được lắp đặt kháng tại nút đó. Đối với các nút trong từng khu vực cần trang bị kháng mà có cùng khả năng giảm điện áp toàn hệ thống tương đương nhau, thì việc ưu tiên lựa chọn vị trí lắp đặt kháng là nút độ nhạy thay đổi điện áp ít hơn (nút có liên kết mạch hơn trên hệ thống, nên tác dụng thay đổi điện áp khu vực nhiều hơn).

- Tính toán đánh giá khả năng giảm điện áp trên toàn hệ thống điện 500kV khi lắp đặt 1 kháng điện có dung lượng cụ thể (ví dụ 50MVAR, 100MVAR...) tại 1 nút 500kV. Tính toán này sẽ đưa ra thứ tự ưu tiên các nút 500kV trong các khu vực cần lắp đặt kháng bù ngang để giảm điện áp.

- Tính toán sơ bộ dung lượng kháng cần trang bị tại các nút 500kV.

- Xác định các phương án trang bị kháng bù ngang.

- Lựa chọn phương án lắp đặt kháng: Trên cơ sở các phương án được đề xuất từ mục 1-f, thực hiện tính toán profile điện áp trên lưới điện 500kV trong các chế độ phụ tải, nguồn điện khác nhau để lựa chọn phương án trang bị kháng phù hợp.

- Tính toán kiểm tra khả năng đảm bảo chế độ điện áp hệ thống điện 500kV trong các chế độ khác nhau sau khi thực hiện các phương án lắp KBN.

Chương 5

TÍNH TOÁN LỰA CHỌN CHỐNG SÉT VAN CHO NGĂN XUẤT TUYẾN 500KV.

5.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:

Mục đích chính của chống sét van này là bảo vệ đường dây khi có quá điện áp khí quyển cũng như khi có các quá điện áp đóng cắt lớn. Do vậy chống sét van phải được chọn sao cho không tác động đối với quá điện áp tạm thời và phải có mức hấp thụ năng lượng đủ lớn trong quá điện áp đóng cắt.

5.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN:

- IEEE Guide for the Application of Metal - Oxide Surge Arresters for Alternating - Current Systems

- Final Report: Transient Simulation Study of the future 515 kV Hoa Binh - Phu Lam Interconnection Vietnam, Que Bui Van, Bahrma Khodabakchian, Hieu Huynh, March 1993.

- Preliminary Report: Transient Simulation Study for the 2nd 500 kV Line Pleiku - Di Linh - Tan Dinh - Phu Lam, Hydro-Quebec International, January 1998

5.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO:

- Mô phỏng hệ thống điện năm tính toán bằng phần mềm EMTP

- Thông số chống sét van:

+Loại chống sét van.

+Đặc tính V-I của chống sét van

+Điện áp làm việc liên tục (U_c)

+Điện áp định mức (U_r)

+Khả năng chịu quá áp tạm thời trong 1 sec

+Khả năng chịu quá áp tạm thời trong 10 sec

+Khả năng hấp thụ nhiệt

+Điện áp dư đối với sóng 8/20 μ sec

+Điện áp dư đối với sóng 30/70 μ sec

+Mức cách điện xung sét cơ bản BIL

+Mức cách điện xung thao tác cơ bản BSL

5.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:

Chọn lựa chống sét van phải thỏa mãn 2 hệ số sau:

- Giá trị điện áp vận hành liên tục của chống sét van (MCOV) phải bằng hoặc lớn điện áp vận hành cực đại của hệ thống điện cộng thêm khoảng 5% biên an toàn dự phòng cho các hài điện áp.

- Giá trị chịu đựng quá điện áp quá độ phải bằng hoặc lớn hơn trường hợp gây ra quá điện áp quá độ xấu nhất trên hệ thống (biên độ và thời gian) bảo đảm cho chống sét van làm việc lâu dài.

Tiêu chí MCOV của chống sét van 500kV được tính toán như sau:

$$\text{MCOV} \geq 550 / \sqrt{3} * 1.05 = 333\text{kV RMS}$$

Tiêu chí điện áp định mức của chống sét van 500kV được tính toán như sau:

$$U_r = 1.25 * \text{MCOV} \geq 416\text{kV RMS}$$

Dữ liệu về khả năng chịu đựng quá điện áp quá độ của chống sét van được cung cấp từ nhà cung cấp chống sét van. Bảng sau là đặc tính thông thường của các loại chống sét van

Bảng 6.1: Khả năng chịu đựng quá điện áp tạm thời của chống sét van

TT	Thời gian chịu đựng (s)	Biên độ (x Ur)
1	1	1.17
2	10	1.1
3	100	1.04
4	1000	0.97

Đối với chống sét van $U_r = 420\text{kV}$, khả năng chịu đựng quá điện áp quá độ là 491kV RMS trong khoảng 1sec hoặc 462kV trong 10sec. Nếu xem xét tính toán tương đối so với điện áp pha cực đại của hệ thống là $550 / \sqrt{3}\text{kV RMS} = 317\text{kV RMS}$ thì chống sét van 420kV chịu đựng quá áp quá độ trong 1sec là 1.55pu và trong 10sec là 1.46pu.

Dựa trên các loại chống sét van 500kV có trên thị trường là 420kV , 442kV và 468kV thì khả năng chịu đựng quá điện áp tạm thời của các chống sét van này như bảng 6.2.

Bảng 6.2: Khả năng chịu đựng quá điện áp tạm thời của chống sét van

Thời gian chịu đựng quá áp tạm thời (s)	Khả năng chịu đựng quá điện áp quá độ của chống sét van (p.u)		
	420kV	442kV	468kV
1	1.55	1.63	1.72
10	1.46	1.53	1.62
100	1.38	1.45	1.53
1000	1.29	1.35	1.43

Để tính toán kiểm tra chống sét van lắp đặt ngăn xuất tuyến 500kV có đảm bảo hoạt động an toàn khi thao tác vận hành hệ thống hay không cần thực hiện kiểm tra các vấn đề sau:

- Khả năng chịu quá điện áp tạm thời.
- Khả năng hấp thụ nhiệt của chống sét van khi có quá điện áp đóng cắt.

- Điện áp tại đầu đường dây khi chống sét tác động (voltage at protected equipment).

Đối với ngăn xuất tuyến 500kV có lắp kháng bù ngang (đường dây có thực hiện bù ngang), các hiện tượng quá áp tạm thời do đóng cắt gây ra quá áp rất lớn. Trong khi đó những đường dây ngắn không thực hiện bù ngang hiện tượng quá điện áp do đóng cắt là thấp hơn nhiều. Do đó đối với đường dây không thực hiện bù ngang chỉ cần nghiên cứu mục 1 dưới đây. Đường dây có thực hiện bù ngang và có kháng trung tính, việc tính toán lựa chọn chống sét van sẽ xem xét cả 3 mục.

5.4.1.1 Kiểm tra khả năng chịu quá điện áp tạm thời

Quá điện áp tạm thời cần được mô phỏng nghiên cứu các vấn đề sau:

- Nghiên cứu quá điện áp khi tự động đóng lại chỉ đóng ở một đầu đường dây. Vấn đề này xuất hiện do hệ thống tự động đóng lại một pha (SPAR) tác động sai.

Đối với SPAR tác động sai cần mô phỏng các trường hợp sau:

- + Tự động đóng lại một pha chỉ đóng ở một đầu đường dây.
- + Tự động đóng lại một pha chỉ cắt ở một đầu đường dây.
- Nghiên cứu phóng điện vào sự cố một pha vĩnh cửu ở đầu đối diện
- Quá điện áp do tách lưới.

5.4.1.2 Kiểm tra khả năng hấp thụ năng lượng của chống sét van

Chống sét van hạn chế quá điện áp đóng cắt bằng cách hấp thụ năng lượng nhiệt của xung điện áp đóng cắt. Khả năng hấp thụ năng lượng của chống sét phải lớn hơn mức năng lượng lớn nhất mà quá điện áp đóng cắt có thể tạo ra trong hệ thống.

Vấn đề cần kiểm tra đối với trường hợp tiêu cực nhất là:

- Mức năng lượng lớn nhất mà chống sét van phải hấp thụ được tính đối với trường hợp mở cả hai đầu của một pha đường dây khi không sự cố trong trường hợp đường dây vận hành thiếu kháng trung tính 1 đầu.

5.4.1.3 Điện áp đầu đường dây khi chống sét van tác động

Mục đích chính của chống sét van là bảo vệ cách điện của đường dây. Do vậy điện áp tại đầu đường dây hay nói cách khác là điện áp đặt lên thiết bị được bảo vệ trong trường hợp xuất hiện quá điện áp đóng cắt lớn nhất phải nhỏ hơn mức cách điện của thiết bị đó.

Vấn đề cần kiểm tra đối với trường hợp tiêu cực nhất là:

- Điện áp đóng cắt được tính đối với trường hợp mở một pha trên đường dây không sự cố với mạch đường dây vận hành thiếu một kháng trung tính. Hiện tượng cộng hưởng điện áp cao sẽ xảy ra trong trường hợp này và sẽ được loại trừ bởi bảo vệ quá áp sau 0.1sec.

Các bước thực hiện:

- Tính toán MCOV, U_r của chống sét van. Chọn chống sét van với đặc tính U-I phù hợp để khảo sát theo các mục tiếp theo.
- Kiểm tra khả năng chịu quá điện áp tạm thời.

- Kiểm tra khả năng hấp thụ năng lượng của chống sét van.
- Kiểm tra điện áp đầu đường dây khi chống sét van tác động.

5.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ:

Các tính toán được mô phỏng trên phần mềm EMTP, kết quả sẽ bao gồm những vấn đề cần đánh giá sau:

5.5.1 Kiểm tra khả năng chịu quá điện áp tạm thời

Có 2 giá trị điện áp ghi nhận (giá trị đỉnh) là:

- Tự động đóng lại chỉ đóng ở một đầu đường dây: Giá trị ghi nhận là quá điện áp lớn nhất (xung điện áp) khi có đầy đủ các phần tử V_1 và giá trị lúc xác lập V_2 (trong vòng 1 sec).

- Phóng điện vào sự cố một pha vĩnh cửu ở đầu đối diện: Giá trị ghi nhận là quá điện áp lớn nhất (xung điện áp) khi đầy đủ các phần tử V_3 và giá trị lúc gần xác lập V_4 (trong vòng 1 sec).

Các giá trị V_1, V_3 được so sánh với mức cách điện xung thao tác cơ bản (BSL) của bản thân chống sét là 1175kV. Các giá trị V_2, V_4 được so sánh với khả năng chịu đựng quá điện áp quá độ của chống sét van trong vòng 1sec ở bảng 6.2.

Trong trường hợp $V_1, V_3 < \text{BSL}$ và $V_2, V_4 < \text{khả năng chịu đựng quá điện áp quá độ của chống sét van trong vòng 1sec}$ thì chống sét van đảm bảo vận hành an toàn với quá điện áp tạm thời.

5.5.2 Kiểm tra khả năng hấp thụ nhiệt của chống sét van

Mô phỏng vận hành trường hợp mở cả hai đầu của một pha đường dây khi không sự cố trong trường hợp đường dây vận hành thiếu kháng trung tính 1 đầu. Hiện tượng cộng hưởng điện áp cao sẽ xảy ra trong trường hợp này và sẽ được loại trừ bởi bảo vệ dự phòng sau 0.1 sec (bảo vệ quá áp). Đây là mức năng lượng lớn nhất mà chống sét van hấp thụ được. Chống sét van vận hành an toàn nếu năng lượng hấp thụ thấp hơn khả năng hấp thụ nhiệt của chống sét van.

5.5.3 Điện áp đầu đường dây khi chống sét van tác động

Trường hợp này mô phỏng cũng như trường hợp kiểm tra khả năng hấp thụ nhiệt của chống sét van khi mô phỏng trường hợp mở cả hai đầu của một pha đường dây khi không sự cố trong trường hợp đường dây vận hành thiếu kháng trung tính 1 đầu.

Hiện tượng cộng hưởng điện áp cao sẽ xảy ra trong trường hợp này và sẽ được loại trừ bởi bảo vệ dự phòng sau 0.1 sec (bảo vệ quá áp).

Kết quả giá trị điện áp tại đầu đường dây được so sánh với mức cách điện cơ bản của đường dây được cũng như mức cách điện xung thao tác cơ bản (BSL) của bản thân chống sét để kiểm chứng chống sét van có khả năng bảo vệ đường dây đối với quá điện áp thao tác hay không.

Chương 6

TÍNH TOÁN CÁCH ĐIỆN XUNG KÍCH THIẾT BỊ 500KV (LỰA CHỌN BIL)

6.1 MỤC ĐÍCH TÍNH TOÁN:

Sét là một nguyên nhân chính tác động lên các thiết bị điện với các cấp điện áp khác nhau từ hệ thống điện truyền tải siêu cao áp đến các mạch điện tử tích hợp. Khi tác động lên một hệ thống điện, sét gây nên những nhiễu loạn tức thời đối với sự làm việc liên tục do đó làm giảm chất lượng hệ thống cung cấp điện, phá hủy các thiết bị làm mất điện trong một thời gian dài. Đồng thời sét là một trong các nguồn gây nguy hiểm với cuộc sống con người. Vì vậy, việc nâng cao chất lượng của thiết bị (ổn định, tin cậy, làm việc liên tục,...) do tác động của sét phải được tính đến. Bên cạnh đó cũng phải đảm bảo giá thành thiết bị thấp trong phạm vi cho phép bằng việc nghiên cứu tính toán, bố trí các chống sét van trong trạm một cách hợp lý.

6.2 CƠ SỞ TÍNH TOÁN :

- Quy phạm trang bị điện 2006, phần III: Thiết bị phân phối và trạm biến áp
- IEEE Std 998-1996(R2002), “Guide for Direct Lightning Stroke Shielding of Substations”.
- IEEE Std 1410™-2004, “Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines”.
- IEEE Std 1243_1997, “Lightning Performance for Transmission Lines”.
- IEC 60071-1, “Insulation Co-Ordination - Definitions, principles and rules”, Seventh Edition, 12-1993.
- IEC 60071-2, “Insulation Co-Ordination - Application guide”, Third Edition, 12-1996.
- IEC 60071-4, “Insulation Co-Ordination - Computational guide to insulation co-ordination and modelling of electrical networks”, 2004.
- M. Ishii, T.Kawamura, T. Kouno, E. Ohsaki, K. Shiokawa, K. Murotani and T. Higuchi, “Multistory transmission tower model for lightning surge analysis” IEEE Trans. Power Delivery, vol.6, no.3, July, pp.1327-1335, 1991.
- L. V. Bewley, “Traveling Waves on Transmission Systems”, Dover (N.Y.), 1963.
- Anderson JG, “Lightning performance of transmission lines in transmission line reference book”. 345 kV and Above, Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, CA 1982.
- W. Diesendorf, “Insulation Co-ordination in High Voltage Electric Power Systems”, Butterworths, 1974

6.3 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO :

- Số liệu mô phỏng phần tử trạm và các đường dây đầu nối đến trạm. Trong đó mô tả:

6.3.1 Nguồn sét

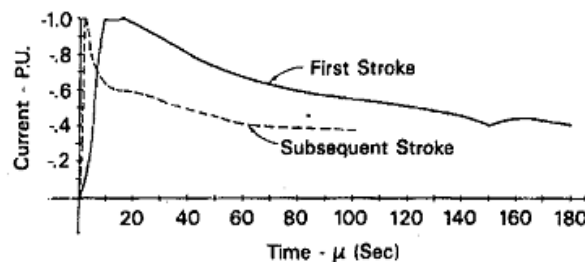
6.3.1.1 Đặc tính chính của sét

Sét là một hiện tượng vật lí trong đó các điện tích dịch chuyển từ vị trí này đến vị trí khác và hình thành nên một dạng “sóng” điện tích. Do đó ta có thể định nghĩa dòng điện sét $i(t)=dq/dt$ là sự thay đổi điện tích trong sét xảy ra trong một thời gian rất ngắn. Dạng sóng thực tế có sự biến đổi khá lớn, biên độ sóng cực đại sẽ đạt được trong vài micro giây cho đến 20 micro giây, phần đuôi sóng có biên độ giảm dần đến vài chục micro giây. Phổ tần số của sét từ 10kHz đến vài MHz.

Trên thực tế, để đơn giản sóng dòng điện sét được mô hình có dạng dốc (hình 8.1), sóng sẽ đạt đỉnh trong $1,2\mu s$ và sau đó giảm xuống còn lại 50% giá trị đỉnh trong $50\mu s$.

Giá trị trung bình của sét đánh lên dây chống sét, dây pha, cột, các công trình kiến trúc thường được tính là $I_0=31kA$. Anderson đã đưa ra công thức tính xác suất xảy ra phóng điện sét có giá trị đỉnh dòng sét lớn hơn giá trị I_0 như sau:

$$P(I \geq I_0) = \frac{1}{1 + \left(\frac{I}{31}\right)^{2.6}} \quad (8-1)$$



Hình 8.1. Đặc tính của dòng điện sét

Trong đó:

- +P ($I \geq I_0$) - Xác suất để dòng sét đỉnh trong lần phóng điện bất kỳ lớn hơn I_0 .
- +I: Giá trị dòng điện (kA) ($2kA < I < 200kA$)
- +Xác suất để xảy ra phóng điện sét có biên độ lớn hơn 100kA và 200kA là 4,54% và 0,78%.

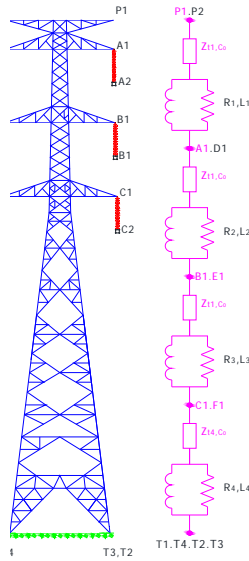
6.3.1.2 Nguồn sét

Xét nguồn sét 200kA 3/100 μs , hình dạng sóng gần đúng với thực tế (theo CIGRE). Theo Bewley khi sóng truyền trong không gian với tốc độ bằng tốc độ ánh sáng, điện trở sóng $Z_t=400\Omega$. Tuy nhiên, giá trị đó không chính xác khi truyền trên dây dẫn, do đó Diesendorf đã đưa ra giá trị tương đối từ 1000 Ω đến 2000 Ω .

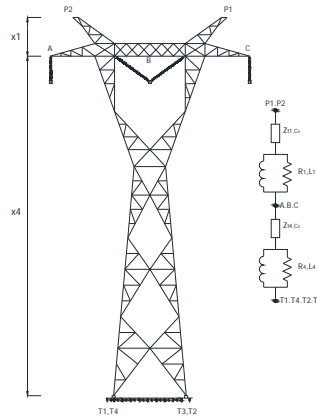
6.3.1.3 Mô hình cột và đường dây

Đối với cột đường dây siêu cao áp 500kV có treo dây chống sét, dựa vào sự đo lường trên lưới điện siêu cao áp 500kV tại Nhật Bản, M. Ishii đã đưa ra mô hình cột gồm nhiều phần tử dao động phân bố theo chiều cao. Mô hình này phản ánh đúng kết quả sự ảnh hưởng tần số cao của xung sét.

Tốc độ truyền sóng dọc theo cột lấy bằng tốc độ ánh sáng trong chân không $c_0=300m/\mu s$. Để thể hiện sự suy giảm cũng như sự biến đổi hình dạng của sóng, mạch dao động RL được đưa vào từng phần của mô hình.



Hình 8.2: Mô hình đường dây mạch kép 500kV



Hình 8.3: Mô hình đường dây mạch đơn 500kV

Đối với từng loại mô hình cột có các mô hình thay thế khác nhau. Hình 8.2, 8.3 thể hiện mô hình thay thế của đường dây mạch kép và mạch đơn 500kV. Giá trị của R, L được xác định bằng các công thức sau:

$$R_i = \Delta R_i * x_i$$

$$\Delta R_1 = \Delta R_2 = \Delta R_3 = 2 \cdot Z_{t1} \cdot \ln(1/\alpha_1) / (h - x_4) \quad (8-2)$$

$$\Delta R_4 = 2 \cdot Z_{t4} \cdot \ln(1/\alpha_4) / h$$

$$L_i = 2\tau R_i \quad (8-3)$$

Trong đó:

+ α : đặc trưng cho sự suy giảm sóng dọc theo cột

+ τ : thời gian sóng truyền trên cột

+ h : chiều cao cột

$$\tau = \frac{h}{c_o}; \alpha_1 = \alpha_4 = 0,8944; Z_{t1} = 220W; Z_{t4} = 150W$$

Khi dòng sét có biên độ lớn đi qua hệ thống nối đất của cột sẽ gây ra quá trình ion hóa, do đó hệ thống nối đất được thay thế bằng một điện trở phi tuyến. Theo IEC60071-2 và IEEE 1410-2004 giá trị điện trở nối đất $R_t(t)$ được xác định như sau:

Nếu $i(t) < I_g: R_t(t) = R_0$

Nếu $i(t) > I_g: R_t(t) = \frac{R_0}{\sqrt{1 + \frac{i(t)}{I_g}}}$

với $I_g = \frac{E_o \rho}{2\pi R_0^2}$

Trong đó:

R_0 : Điện trở nối đất ở tần số thấp (Ω),

$i(t)$: Dòng qua điện trở nối đất (A),

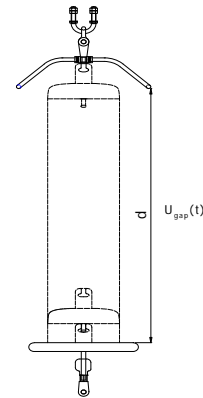
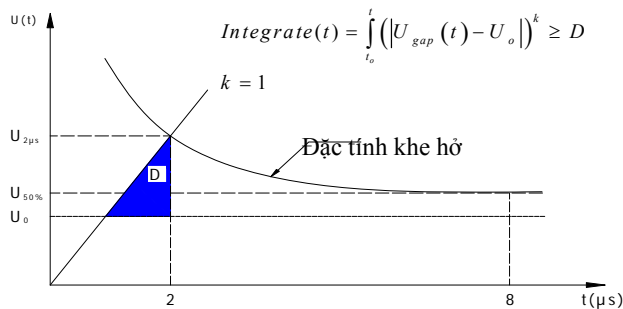
I_g : Dòng điện giới hạn (A),

ρ : Điện trở suất của đất ($\Omega.m$),

E_o : Gradient ion hóa của đất, (chọn 400kV/m).

6.3.2 Mô hình khe hở phóng điện

Đối với đường dây cao áp và siêu cao áp, khe hở được sử dụng để phối hợp bảo vệ với chống sét van có tác dụng hạn chế biên độ sóng điện áp truyền vào trạm và giảm dòng điện qua chống sét van. Có nhiều loại mô hình thay thế như: Mô hình tích phân (equal area), mô hình truyền sóng của tiên đạo (leader propagation). Ở đây đề cập đến mô hình tích phân:



Trong đó:

Quá trình phóng điện sẽ xảy ra khi khi $Integrate(t)=D$.

$$Integrate(t) = \int_{t_0}^t (|U_{gap}(t) - U_o|)^k dt \geq D \tag{8-4}$$

$$k = 1$$

$$U_{gap}(t) = \left(400 + \frac{710}{t^{0,75}} \right) \cdot d \quad (kV) \quad (8-5)$$

$$U_{8\mu s} = U_{50\%} = \left(400 + \frac{710}{8^{0,75}} \right) \cdot d = 550 \cdot d \quad (8-6)$$

$$U_o = 0,9 \cdot U_{8\mu s} = 495 \cdot d \quad (8-7)$$

$U(t)$ điện áp trên hai đầu cực của khe hở tại thời điểm t .

U_o giá trị điện áp nhỏ nhất để xảy ra quá trình phóng điện hoặc duy trì phóng điện.

t_o : là thời điểm $U(t) > U_o$

$K, U_o, D = 0,2045 \cdot d$ là hằng số đối với mỗi loại khe hở khác nhau.

d : khoảng cách của khe hở phóng điện của chuỗi sứ (m)

6.3.3 Điện trở nối đất trạm

Khi dòng sét có biên độ lớn đi qua hệ thống nối đất trong trạm sẽ gây ra quá trình ion hóa, do đó hệ thống nối đất được thay thế bằng một điện trở phi tuyến. Theo IEC60071-2 và IEEE 1410-2004 giá trị được xác định như sau:

$$\text{Nếu } i(t) < I_g : R_t(t) = R_o \quad \text{Nếu } i(t) > I_g : R_t(t) = \frac{R_o}{\sqrt{1 + \frac{i(t)}{I_g}}}$$

$$\text{với } I_g = \frac{E_o \cdot \rho}{2\pi R_o^2}$$

Trong đó:

R_o : Điện trở nối đất ở tần số thấp, dòng điện có giá trị nhỏ (Ω).

$i(t)$: Dòng qua điện trở nối đất (A)

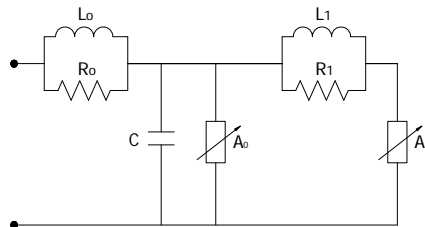
I_g : Dòng điện giới hạn;

ρ : Điện trở suất của đất ($\Omega \cdot m$).

E_o : Gradient ion hóa của đất; (300kV/m hoặc 400kV/m)

6.3.4 Mô hình chống sét van

Để mô hình hóa cho chống sét van trong trường hợp xung sét có độ dốc lớn, xét mô hình chống sét van do Dan Durback đưa ra và được đề cập trong trong tiêu chuẩn IEEE WG 3.4.11-1983 (hình 8.4).



Hình 8.4. Mô hình chống sét van

Trong đó các thông số của mô hình được tính toán theo tiêu chuẩn IEEE Standard C62.22-1997 :

$$L_1 = 15 \frac{d}{n} (\mu H); R_1 = 65 \frac{d}{n} (\Omega); L_0 = 0.2 \frac{d}{n} (\mu H); R_0 = 100 \frac{d}{n} (\Omega); C = 100 \frac{n}{d} (pF) \quad (8-7)$$

d : chiều cao tương đối của chống sét van [m].

n : số cột song song của đĩa ô xít kim loại trong chống sét van.

(Lưu ý: hầu hết các chống sét van sử dụng là loại một cột)

L_0 : Trong mô hình thay thế đó là điện cảm liên quan đến từ trường xung quanh tác động lên chống sét van.

R_0 : Ổn định phép tích phân số học khi mô hình hóa trong chương trình máy tính.

C : Điện dung giữa hai hai cực của chống sét van.

Bảng 8.1: Đặc tính V-I của A0, A1

kA	Đặc tính V-I của A ₀	Đặc tính V-I của A ₁
	V(p.u.) ^a pu của V ₁₀	V(p.u.) ^a pu của V ₁₀
10.0	0.875	-
100.0	0.963	0.769
1000.0	1.050	0.850
2000.0	1.088	0.894
6000.0	1.125	0.925
8000.0	1.138	0.938
10000.0	1.169	0.956
12000.0	1.188	0.969
14000.0	1.206	0.975
16000.0	1.231	0.988
18000.0	1.250	0.994
20000.0	1.281	1.000

V_{10} là điện áp xả 8/20 μs của chống sét van cho dòng xả 10kA.

Bảng 8.2: Các thông số L, R, C của các chống sét van điển hình

Thông số	ABB		SIEMENS	OHIO BRASS	GE
Loại	HS PEXLIM T-T	T468TA372A	3EP3 420 4PH53 2CA1	H5550GM420AA	
Ur[kV]	420	468	420	420	420
V10(us)	924	1030	987	908	914
d[m]	4.890	5.468	4.920	4.910	4.864
n	1	1	1	1	1
L0[uH]	0.978	1.094	0.984	0.982	0.973
R0[Ohm]	489.0	546.8	492.0	491.0	486.4
L1[uH]	73.35	82.02	73.80	73.65	72.96
R1[Ohm]	317.85	355.42	319.80	319.15	316.16
C[pF]	20.450	18.288	20.325	20.367	20.559

6.3.5 Các thiết bị trong trạm

- Dây dẫn sử dụng trong trạm như sau:

- + Điện áp định mức: $U=500\text{kV}$.
- + Số sợi phân pha $n=3$.
- + Khoảng cách giữa các dây phân pha $a=33\text{cm}$.
- + Bán kính mỗi dây $r=1,845\text{cm}$.
- + Khoảng cách trung bình hình học giữa các pha $GMD=1007.937\text{cm}$.
- + Bán kính trung bình hình học của dây dẫn $GMR=12,19\text{cm}$.
- Tổng trở sóng của dây dẫn:

$$Z_c = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\mu_o}{\epsilon_o}} \ln \frac{GMD}{GMR} = 262,78\Omega$$

Trong đó: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}$; $\epsilon_o = 8,85 \cdot 10^{-12}$, vận tốc truyền sóng xấp xỉ $3 \cdot 10^8 \text{m/s}$. Ở tần số 50Hz, chiều dài bước sóng $\lambda \approx 6000\text{m}$.

Đường dây và thanh dẫn trong trạm sử dụng mô hình mô phỏng CP trong phần mềm EMTP-RV.

- Máy biến áp:

Máy biến áp có thể thay thế bằng điện dung của nó đối với đất. Đối với máy biến áp tự ngẫu nối Y, giá trị điện dung được xác định bằng công thức sau đây:

$$C=0,52 \cdot S^{0,4}$$

C- Điện dung [nF]

S- Công suất định mức máy biến áp [MVA]

- Dây dẫn ngắn từ 5m đến 10m có thể thay bằng điện cảm L có giá trị $1\mu\text{H/m}$.
- Điện dung của một số các thiết bị được cho ở bảng 8.3

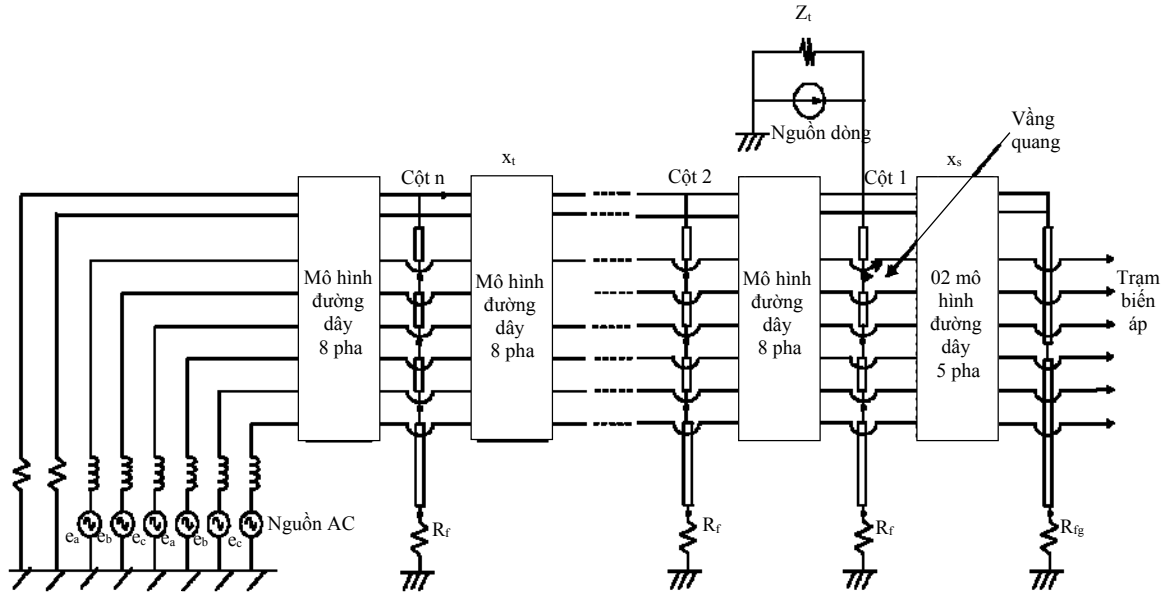
Bảng 8.3: Điện dung các thiết bị

Thiết bị	Điện dung ký sinh C
Biến điện áp	5nF
Biến dòng điện	680pF
Máy cắt (đóng)	200pF
Dao cách ly	150pF

Trong trường hợp máy cắt mở, nối hai đầu cực máy cắt bằng điện dung $C_g=700\text{pF}-1600\text{pF}$, chọn $C=800\text{pF}$.

6.4 PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN:

Thực hiện tính toán khảo sát phối hợp cách điện trong trạm biến áp, cần thực hiện mô phỏng hệ thống dựa trên phần mềm tính toán quá độ điện từ. Các đánh giá kết quả, giải pháp thực hiện cần được đưa vào mô phỏng kiểm chứng.



Hình 8.5: Mô hình phân tích sét

- Xây dựng mô hình trạm biến áp (TBA) kết nối với đường dây theo như thực tế dự án. Trong đó mô hình đường dây, trạm biến áp được mô phỏng như mục III. Hình 8.5 trình bày mô hình phân tích sét lan truyền vào TBA.

- Tính toán xác suất sét đánh lên dây pha hoặc dây chống sét để biết được với biên độ sét đề xuất tính toán xác suất xuất hiện bao nhiêu qua đó xem xét đề xuất biên độ phù hợp.

a) Sét đánh trực tiếp lên dây pha:

Khi sét đánh trực tiếp lên dây pha của một đường dây dẫn điện (hình 8.6), toàn bộ dòng điện $i(t)$ tại điểm tác động được chia làm hai. Hai nửa sóng truyền dọc theo hai hướng đối diện nhau của dây dẫn. Tổng trở sóng của dây dẫn từ 250-400Ω.

Điện áp trên dây dẫn: $u(t) = Z \frac{i(t)}{2}$. Tại cột, điện áp tăng theo thời gian truyền sóng, điện áp đạt giá trị cực đại: $U_{\max} = Z \frac{I_{\max}}{2}$. Khi $Z \frac{I_{\max}}{2} \geq U_a$ sẽ xảy ra quá trình đánh thủng cách điện, khi đó dòng tới hạn là:

$$I_c = 2 \frac{U_a}{Z} \quad (8-8)$$

Trong đó:

U_a – điện áp xung đánh thủng cách điện của chuỗi sứ hoặc bất kì thiết bị cách điện nào (impulse flashover voltage).

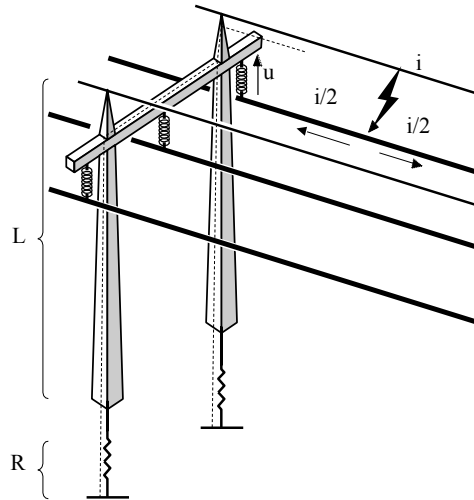
Xác suất để sét đánh vòng qua dây chống sét lên dây pha v_α :

$$\lg V_\alpha = \frac{\alpha \sqrt{h}}{90} - 4 \quad (8-9)$$

Trong đó:

α : Góc bảo vệ của dây chống sét (độ); $\alpha=20^\circ$

h : Chiều cao của dây chống sét (mét)

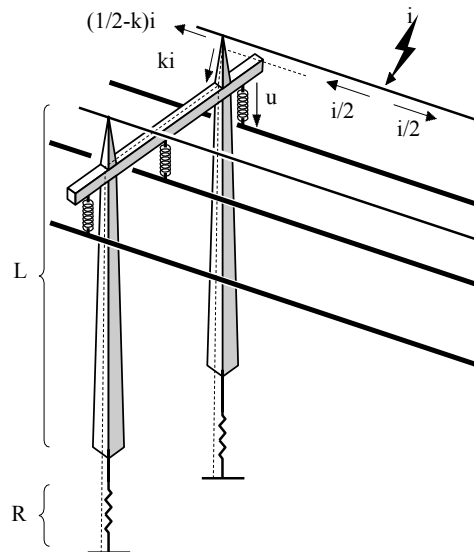


Hình 8.6: Mô hình sét đánh trực tiếp trên dây pha

b) Sét đánh lên dây chống sét hoặc cột

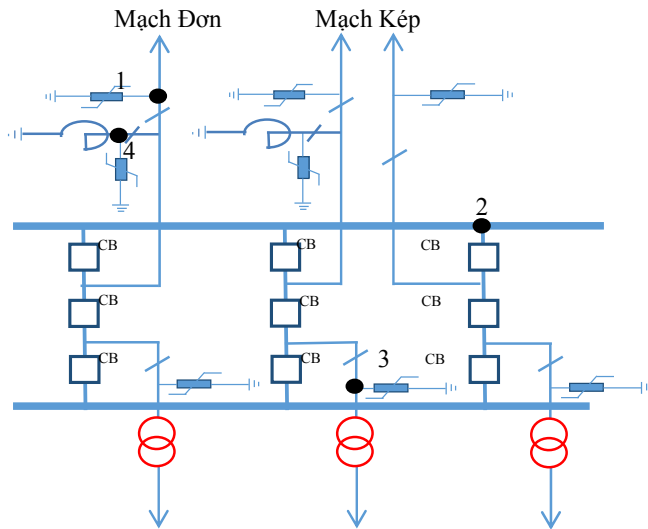
Khi sét đánh lên dây chống sét (hình 8.7), dòng điện sét sẽ qua hệ thống nối đất của cột xuống đất. Điện áp trên đỉnh cột sẽ phụ thuộc vào điện cảm của cột và điện trở nối đất đối với xung dòng điện.

Điện áp này có thể đạt đến điện áp đánh thủng cách điện của chuỗi cách điện trong trường hợp xảy ra phóng điện ngược. Một phần của dòng điện sẽ lan truyền theo pha bị ảnh hưởng đến trạm biến áp.



Hình 8.7: Mô hình sét đánh trên dây chống sét

Thực hiện mô phỏng kiểm tra giá trị xung sét mà trạm biến áp sẽ nhận được khi xảy ra hiện tượng quá điện áp khí quyển trong trường hợp nguy hiểm. Kịch bản sẽ thực hiện khảo sát quá điện áp khí quyển ở vị trí cột cuối đường dây mạch đơn và mạch kép dẫn đến sét lan truyền vào trạm.



Hình 8.8: Ví dụ sơ đồ nguyên lý trạm biến áp

Các vị trí bảo vệ bằng chống sét van:

1. Điểm đầu vào trạm – Head Line,
2. Thanh cái của trạm – Station,
3. Trước máy biến áp – Power Trans,
4. Trước kháng điện – Shunt Reactor.

6.5 ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP:

- Các kết quả tính toán ghi nhận biên độ xung điện áp lớn nhất có thể xuất hiện trong trạm tại các vị trí khảo sát. Giá trị BIL có thể vượt giá trị 1550kV ở một số vị trí khảo sát. Tuy nhiên xác suất xuất hiện rất thấp.

- Theo quy phạm trang bị điện, yêu cầu cách điện BIL cho trạm biến áp 500kV là 1800kV. Tuy nhiên việc chọn thiết bị có BIL đến 1800kV sẽ làm tăng chi phí đầu tư dự án. Đề xuất lắp đặt thêm chống sét van ở một số vị trí quan trọng nhằm giảm nhẹ mức cách điện BIL cho các thiết bị điện 500kV qua đó có thể lựa chọn thiết bị nằm trong giới hạn giá trị BIL 1550kV

Chương 7

TÍNH TOÁN CƠ KHÍ THANH CÁI ỔNG

7.1 CƠ SỞ

- Hệ thống phân phối 500kV, 220kV sử dụng thanh cái mềm việc tính toán được áp dụng theo tính toán phần cơ lý đường dây và dòng điện định mức, trong đề án này không nêu phần tính toán này.

- Hệ thống phân phối 220kV sử dụng thanh cái cái ống. HTPP 500kV Vĩnh Tân đã sử dụng thanh cái ống.

- Việc sử dụng ống thanh cái có thể áp dụng cho các thanh dẫn liên kết giữa các thiết bị.

- Kiểm tra khả năng chịu lực của thanh cái.

- Kiểm tra khả năng mang tải của thanh cái.

- Tiêu chuẩn IEC 60439

7.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO

- Chiều dài nhịp thanh cái, khoảng cách giữa các ống.

- Thanh cái HTPP 110kV của trạm thiết kế nhịp $l = 10\text{m}$.

- Vật liệu sử dụng cho ống thanh cái: Đồng, nhôm, hợp kim nhôm.

- Đường kính trong và đường kính ngoài của ống thanh cái.

- Tải trọng dây cân dọi, kẹp rẽ nhánh, dây lèo và khớp nối ống.

- Dòng điện mang tải và ngắn mạch tính toán.

7.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN

7.3.1 Tính toán độ võng và ứng suất ống thanh cái

- Độ võng của ống được xác định theo công thức:

$$f = \frac{Q \times l^3}{i \times E \times j} \quad (\text{cm})$$

- Ứng suất tải của ống được xác định theo công thức:

$$\sigma = \frac{k \cdot Q \cdot l}{W} \quad (\text{N/mm}^2)$$

Trong đó :

+ $Q = m' \cdot g \cdot l$: Tải trọng của ống giữa các giá đỡ

+ l : Chiều dài khoảng (giữa các giá đỡ)

+ j, k : Hệ số kiểu giá đỡ

+ E : Modun đàn hồi Young

+ J : Mômen quán tính, $J = 0,049 \times (D^4 - d^4) \text{ cm}^4$

- +W : Mômen chống uốn của ống
- +f : Độ võng giữa 2 giá đỡ
- +m' : Trọng lượng ống trên một đơn vị dài
- +g_n : Gia tốc trọng trường 9,81 m/s²

7.3.2 Kiểm tra điều kiện phát nóng lâu dài

- Điều kiện phát nóng lâu dài: $k_1 k_2 I_{cp} > I_{cb}$

Trong đó:

- + Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ của môi trường xung quanh:

$$+k_1 = \sqrt{\frac{\theta_{cpbt} - \theta_{xq}}{\theta_{cpbt} - 25}} = \sqrt{\frac{95 - 45}{95 - 25}} = 0,85$$

- + Hệ số hiệu chỉnh theo số dây dẫn trong 1 pha, ($k_2 = 1, 2, 3 \dots$).

+I_{cp} : dòng điện cho phép của dây dẫn.

+I_{vcb}: dòng điện làm việc cường bức.

7.3.3 Kiểm tra điều kiện ổn định nhiệt khi có ngắn mạch

- Điều kiện: $S_{dd} \geq \frac{\sqrt{B_N}}{C}$

Trong đó: S_{dd} : Tiết diện dây dẫn (mm²);

Đối với dây dẫn AAC có C = 79A²/s.

7.3.4 Kiểm tra điều kiện ổn định động

- Điều kiện ổn định động của ống là $\sigma_{tt} \leq \sigma_{cp}$

σ_{cp} : ứng suất cho phép của ống, đối với ống nhôm $\sigma_{cp} = 700 \div 900$ (kg/cm²)

σ_{tt} : ứng suất tính toán, xuất hiện trong ống do tác động của lực điện động dòng ngắn mạch (kg/cm²).

$$\sigma_{tt} = \frac{M}{W} \text{ (kg / cm}^2\text{)}$$

$$M = \frac{F_{tt} \times l}{10} \text{ : Mô men uốn có số nhịp không lớn hơn ba (kg.cm)}$$

$$F_{tt} = 1,76 \times 10^{-2} \frac{l}{a} \times i_{xk}^2 \text{ : Lực điện động tác dụng vào ống dẫn khi có ngắn mạch (kg)}$$

Trong đó:

- +M: momen uốn tính toán

+W: momen chống uốn của ống $W = \frac{\Pi(D^3 - d^3)}{32}$ (kg/cm)

+D: Đường kính ngoài của thanh dẫn (cm)

+d : Đường kính trong của thanh dẫn (cm)

+ l: Chiều dài của nhịp thanh cái

+a: khoảng cách pha

+ i_{xk} : dòng điện ngắn mạch xung kích

+ I_N : dòng điện ngắn mạch tính toán

7.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN

- Lựa chọn loại ống thanh cái sao cho đảm bảo các yêu cầu về dòng điện định mức, điều kiện phát nóng lâu dài, ổn định động, độ võng và ứng suất.

- Thực tế các trạm biến áp đang lựa chọn các ống thanh cái làm bằng vật liệu nhôm hoặc hợp kim nhôm, có đường kính từ 8cm đến 20cm và có độ dày từ 5mm đến 12mm.

- Kiến nghị chung:

+ Vật liệu ống thanh cái là loại hợp kim nhôm (E-AL Mg Si 0.5 F22).

+ Đường kính ngoài thanh cái 220kV: Ø160 → Ø200, thanh cái 110kV: Ø160 → Ø160 (trạm nút).

+ Độ dày: phụ thuộc và dòng điện định mức thanh cái.

Chương 8

TÍNH TOÁN ĐIỆN TỰ DÙNG AC, DC

8.1 TỰ DÙNG AC

8.1.1 Cơ sở

- Điện tự dùng xoay chiều 380/220V trong trạm được cung cấp từ máy biến áp tự dùng.

- Số lượng, công suất, cấp điện áp máy biến áp tự dùng phụ thuộc vào quy mô, thiết bị và điện áp cấp điện cho tự dùng, thông thường là 2 MBA tự dùng. Đối với các trạm có yêu cầu đặc biệt thì cần bổ sung thêm máy phát điện.

- Nguồn cung cấp: 1 nguồn lấy từ nguồn điện trong trạm và 1 nguồn lấy từ nguồn điện địa phương, tùy theo đặc thù của lưới điện trung áp địa phương có thể xem xét lấy cả 2 nguồn điện trong trạm.

- Tủ điện tự dùng xoay chiều 380/220V được nhận điện từ 2 lộ tổng 0,4kV của 02 MBA tự dùng để cung cấp điện cho các phụ tải khác như hệ thống chiếu sáng trong nhà, hệ thống chiếu sáng ngoài trời, hệ thống điều hoà, tủ quạt mát MBA lực, tủ điều chỉnh điện áp OLTC, tủ nạp ắc qui, trạm bơm cứu hoả...

- Trong trạm trang bị 2 MBA tự dùng: một máy vận hành và một máy dự phòng. Vì vậy công suất của mỗi máy được tính toán dựa trên nhu cầu điện tự dùng 380/220V của toàn trạm.

8.1.2 Số liệu đầu vào

- Công suất chiếu sáng và sấy các tủ điện trong nhà và ngoài trời.
- Công suất tự dùng của MBA lực gồm: các động cơ quạt mát, bộ đổi nấc.
- Công suất hệ thống chiếu sáng ngoài trời và trong nhà điều hành.
- Công suất hệ thống điều hòa thông gió nhà điều hành.
- Công suất hệ thống bơm nước cứu hoả
- Các phụ tải khác như nạp điện cho ắc qui, thông tin liên lạc và công suất sử dụng ở mạng ổ cắm.
- Công suất hệ thống tự dùng phục vụ thi công và sửa chữa.
- Lập bảng kê phụ tải tự dùng xoay chiều

STT	Phụ tải	Công suất đơn vị	Số lượng	Hiệu suất	Hệ số công suất	hệ số đồng thời	Công suất hữu công	Công suất vô công
1 -	PHỤ TẢI TỰ DÙNG							
	Sấy và ch.sáng các tủ :							
	Tủ ĐK và BV cấp ngăn lộ 220kV							
							
	Máy biến áp lực :							
	Chiếu sáng ngoài trời :							

STT	Phụ tải	Công suất đơn vị	Số lượng	Hiệu suất	Hệ số công suất	hệ số đồng thời	Công suất hữu công	Công suất vô công
	Chiếu sáng trong nhà :							
	Thông gió :							
	Máy điều hoà nhiệt độ 2400BTU							
	...							
	Phụ tải khác :							
	- Cấp nguồn cho bơm nước cứu hỏa và nước sinh hoạt							
	...							
2 -	PHỤ TẢI SỬA CHỮA							
	Máy hàn điện							
							

8.1.3 Nội dung tính toán

- Phụ tải tự dùng ở chế độ làm việc bình thường của trạm bao gồm:

$$S_{TD} = \sqrt{(\Sigma P)^2 + (\Sigma Q)^2}$$

- Phụ tải tự dùng ở chế độ sửa chữa:

$$S_{SC} = \sqrt{(\Sigma P_{TD} + \Sigma P_{SC})^2 + (\Sigma Q_{TD} + \Sigma Q_{SC})^2}$$

- Chọn công suất định mức MBA tự dùng:

$$S_{DM} \geq S_{TD}$$

- Chế độ sửa chữa cho phép MBA quá tải 30%

$$S_{DM} \geq S_{SC} / 1,3$$

8.1.4 Kết quả lựa chọn

- Căn cứ kết quả tính toán và số liệu đầu vào để lựa chọn MBA tự dùng, áp tô mát, cầu chì, cầu dao cho hệ thống tự dùng AC

8.2 TỰ DÙNG DC

8.2.1 Cơ sở

- Hệ thống ắc qui trong trạm được trang bị với điện áp định mức là 220Vdc hoặc 110Vdc, loại Nickel-Cadmium (NiCd), làm việc theo chế độ nạp và phụ nạp thông qua 2 tủ chỉnh lưu để cung cấp điện cho hệ thống điện tự dùng 1 chiều của trạm.

- Phụ tải thường xuyên bao gồm các mạch tín hiệu, các mạch bảo vệ, các rơ le trung gian và hệ thống chiếu sáng sự cố.

- Phụ tải tức thời: các rơ le trung gian, mạch cuộn đóng và cuộn cắt các máy cắt.

- Lựa chọn ắc qui gồm lựa chọn số bình và dung lượng của mỗi bình theo các yêu cầu kỹ thuật để đảm bảo hệ thống điện một chiều của trạm làm việc an toàn và tin cậy, cụ thể:

- Số bình được chọn theo điều kiện đảm bảo giá trị điện áp cực đại cho phép của hệ thống điện 1 chiều.

- Dung lượng của hệ thống ắc qui được chọn theo điều kiện điện áp sau 5h phóng điện với dòng điện của phụ tải thường xuyên vẫn đảm bảo giá trị điện áp cực tiểu theo yêu cầu của hệ thống điện tự dùng 1 chiều.

8.2.2 Số liệu đầu vào

- Công suất hệ thống bảo vệ rơ le, tự động, đo lường, tín hiệu.
- Cấp nguồn các động cơ một chiều (máy cắt, dao cách ly ...)
- Công suất hệ thống điều khiển, hệ thống máy tính.
- Công suất hệ thống thông tin liên lạc, Scada
- Công suất hệ thống chiếu sáng sự cố
- Lập bảng kê phụ tải tự dùng một chiều

PHỤ TẢI	Thường xuyên	Ngắn hạn
Hệ thống bảo vệ		
....		
Dự phòng		
Tổng cộng		

8.2.3 Nội dung tính toán

- Phụ tải của hệ thống điện một chiều của trạm chia thành 2 loại:
 - Phụ tải thường xuyên bao gồm:
 - + Hệ thống đèn chiếu sáng sự cố cho các nhà chức năng: nhà điều khiển trung tâm, nhà trạm bơm, nhà thường trực...
 - + Hệ thống cấp nguồn cho các tủ điều khiển, bảo vệ máy biến áp và các ngăn lộ đường dây và hệ thống thanh cái...
 - + Nguồn tín hiệu của hệ thống phòng cháy chữa cháy.
 - + Hệ thống máy tính trạm.
 - + Phụ tải tức thời: các rơ le trung gian, mạch cuộn đóng và cuộn cắt các máy cắt.
 - Lựa chọn ắc qui gồm lựa chọn số bình và dung lượng của mỗi bình theo các yêu cầu kỹ thuật để đảm bảo hệ thống điện một chiều của trạm làm việc an toàn và tin cậy.
 - Số bình được chọn theo điều kiện đảm bảo giá trị điện áp cực đại cho phép của hệ thống điện 1 chiều.

- Dung lượng của hệ thống ắc quy được chọn theo điều kiện điện áp sau 5 giờ phóng điện với dòng điện của phụ tải thường xuyên vẫn đảm bảo giá trị điện áp cực tiểu theo yêu cầu của hệ thống điện tự dùng 1 chiều.

- Số ngăn ắc quy được tính theo công thức:

$$n \leq \frac{U_{V \max} + \Delta U_{\min}}{U_{ZLE \max}}$$

Trong đó:

+n : Số ngăn.

+ $U_{V \max}$: Điện áp một chiều yêu cầu cực đại cho phép ($U_{V \max} = 1,1 * U_{ht}$).

+ ΔU_{\min} : Điện áp rơi giữa ắc quy và phụ tải nhỏ nhất có thể ($\Delta U_{\min} = 1V$).

+ $U_{ZLE \max}$: Điện áp nạp cực đại trên một ngăn ($U_{ZLE \max} = U_{ZLE} + 1\%$, trong đó $U_{ZLE} = 1,4V/ngăn$ là điện áp nạp từ từ).

- Điện áp ngăn nhỏ nhất:

$$U_{Z \min} \geq \frac{U_{V \min} + \Delta U_{\max}}{n}$$

+n : Số ngăn.

+ $U_{V \min}$: Điện áp một chiều yêu cầu cực tiểu cho phép ($U_{V \min} = 0,85 * U_{ht}$).

+ ΔU_{\max} : Điện áp rơi giữa ắc quy và phụ tải lớn nhất có thể ($\Delta U_{\max} = 2V$).

+ $U_{Z \min}$: Điện áp cực tiểu trên một ngăn $\Rightarrow U_{Z \min} = 1,1V/ngăn$

Phụ tải sự cố Isc kéo dài trong suốt thời gian sự cố:

- Sự cố mất nguồn chiếu sáng làm việc, chiếu sáng sự cố sẽ được cấp nguồn qua bộ chuyển đổi DC/AC, riêng chiếu sáng sự cố tại nhà Trạm bơm và các nhà Bay housing được cấp bằng nguồn chiếu sáng sự cố

Dòng tính toán để chọn ắc quy:

$$I_{tt} = I_{tx} + I_{sc} = \frac{P_{tx}}{U_{HT}} + \frac{P_{SC}}{U_{HT}}$$

Trong đó:

+ I_{tx} : dòng phụ tải thường xuyên

+ I_{sc} : dòng phụ tải sự cố kéo dài trong suốt thời gian sự cố

+ P_{tx} : công suất phụ tải thường xuyên

+ P_{sc} : công suất phụ tải sự cố

Dòng tính toán ngắn hạn để kiểm tra ắc quy:

$$I_{tt, ngh} = I_{tt} + I'_{sc} = I_{tt} + \frac{P_{cc \max}}{U_{HT}}$$

Với $P_{cc\max}$ là công suất lớn nhất cung cấp cho chu trình cắt của các máy cắt khi sự cố ngắn hạn

I'_{sc} là dòng phụ tải sự cố ngắn hạn

Thời gian quy đổi từ dòng điện phóng thường xuyên (I_{tt}) về dòng điện phóng cực đại ($I_{tt.ngh}$):

$$T_{qd} = \frac{T_{5h} * I_{tt}}{I_{tt.ngh}}$$

Với T_{5h} là thời gian dòng điện phóng định mức (5h).

Chọn dung lượng ắc quy: $C = I_{tt} * T_{5h} + I'_{sc} * T_{qd}$

Kiểm tra ắc quy đã chọn về dòng điện phóng tính toán ngắn hạn:

$$I_{tt.ngh} \leq I_{cp.ngh} = 2,5I_{cp}$$

Trong đó:

+ $I_{cp.ngh}$ là dòng điện phóng cho phép ngắn hạn

+ I_{cp} là dòng điện phóng cho phép lâu dài với thời gian phóng trong 5h.

Tính chọn tủ nạp:

a) Dòng điện định mức của tủ nạp cần thỏa mãn điều kiện: $I_{n.dm} \geq I_n + I_{pt}$

Trong đó:

+ $I_{n.dm}$ - dòng điện định mức của tủ nạp ắc quy.

+ I_{pt} - dòng phụ tải trong thời gian nạp.

+ $I_n = 0,2xC$ - dòng điện nạp.

8.2.4 Kết quả lựa chọn

- Căn cứ kết quả tính toán và số liệu đầu vào để lựa chọn hệ thống ắc quy và áp tô mát cho hệ thống tự dùng DC

Chương 9

TÍNH TOÁN CHỐNG SÉT, NỔ ĐẤT, CHIẾU SÁNG

9.1 TÍNH TOÁN CHỐNG SÉT

9.1.1 Cơ sở

- Phạm vi bảo vệ phải phủ kín toàn bộ trang thiết bị điện và bộ phận mang điện của trạm nhằm loại trừ hoặc giảm nhỏ xác suất sét đánh trực tiếp vào thiết bị.

- Trạm được bảo vệ chống sét đánh trực tiếp bởi các dây thu sét và kim thu sét lắp đặt trên cột cổng và cột chiếu sáng.

- Khoảng cách từ dây chống sét đến dây dẫn ở giữa khoảng cột được tính toán đảm bảo quy phạm hiện hành.

9.1.2 Số liệu đầu vào

- Mặt bằng bố trí kim chống sét, độ cao đỉnh kim chống sét.

- Mặt bằng bố trí dây chống sét, độ cao treo dây chống sét, độ võng dây chống sét.

- Mặt bằng thiết bị và cao độ cần bảo vệ chống sét.

9.1.3 Nội dung tính toán

9.1.3.1 Tính toán phạm vi kim thu sét

a) Phạm vi bảo vệ ở độ cao h_x của 1 kim thu sét có chiều cao h :

- Công thức tính toán:

$$h_x < \frac{2}{3}h \Rightarrow r_x = 1,5h\left(1 - \frac{1,25h_x}{h}\right)$$
$$h_x > \frac{2}{3}h \Rightarrow r_x = 0,75h\left(1 - \frac{h_x}{h}\right)$$

Trong đó :

+ h : cao độ đỉnh kim thu sét

+ h_x : cao độ cần bảo vệ

+ r_x : bán kính phạm vi bảo vệ của 1 kim thu sét.

b) Phạm vi bảo vệ ở độ cao h_x của 2 kim thu sét có chiều cao và cách nhau 1 khoảng là a :

- Công thức tính toán:

$$h_o = h - \frac{a}{7}$$
$$h_x < \frac{2}{3}h_o \Rightarrow b_{ox} = 1,5h_o\left(1 - \frac{1,25h_x}{h_o}\right)$$

$$h_x > \frac{2}{3} h_o \Rightarrow b_{ox} = 0,75 h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o}\right)$$

Trong đó:

+h : cao độ đỉnh kim thu sét

+h_x : cao độ cần bảo vệ

+a : khoảng cách giữa 2 kim thu sét

+h_o : cao độ đỉnh kim thu sét giả tưởng nằm giữa 2 kim thu sét

+b_{ox}: bán kính phạm vi bảo vệ ứng với chiều cao h_o.

c) Phạm vi bảo vệ ở độ cao h_x của 2 cột thu sét có chiều cao khác nhau:

- Công thức tính toán:

$$+ \text{ Nếu: } h_t < \frac{2}{3} h_c \rightarrow a' = a - 1,5 (0,8h_c - h_t) \rightarrow h_o = h_t - \frac{a'}{7}$$

$$h_x < \frac{2}{3} h_o \rightarrow b_{ox} = 1,5h_o \left(1 - \frac{1,25h_x}{h_o}\right)$$

$$h_x > \frac{2}{3} h_o \rightarrow b_x = 0,75h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o}\right)$$

$$+ \text{ Nếu: } h_t > \frac{2}{3} h_c \rightarrow a' = a - 0,75 (c - h_t) \rightarrow h_o = h_t - \frac{a'}{7}$$

$$h_x < \frac{2}{3} h_o \rightarrow b_{ox} = 1,5h_o \left(1 - \frac{1,25h_x}{h_o}\right)$$

$$h_x > \frac{2}{3} h_o \rightarrow b_{ox} = 0,75h_o \left(1 - \frac{h_x}{h_o}\right)$$

Trong đó:

+ h_t: cao độ đỉnh kim thu sét cột thấp

+ h_c: cao độ đỉnh kim thu sét cột cao

+ h_x: cao độ cần bảo vệ

+ a: khoảng cách giữa 2 kim thu sét

+ a': khoảng cách giữa kim thu sét thấp và kim thu sét giả tưởng

+ h_o: cao độ đỉnh kim thu sét giả tưởng nằm giữa kim thu sét thấp và kim thu sét giả tưởng.

+ b_{ox}: bán kính phạm vi bảo vệ ứng với chiều cao h_o.

9.1.3.2 Kết quả lựa chọn

- Từ kết quả tính toán theo công thức trên, ta vẽ được phạm vi bảo vệ của các kim thu sét cho toàn trạm ứng với chiều cao cần bảo vệ. Phạm vi bảo vệ của các kim thu sét phải bao trùm toàn bộ các khu vực phân phối.

- Trong trường hợp nếu $D < 8(h-h_x)$ với D là đường chéo lớn nhất của đa giác thì phía trong đa giác nằm trong vùng bảo vệ của các kim thu sét.

9.2 TÍNH TOÁN NỐI ĐẤT

9.2.1 Cơ sở

- Tính toán hệ thống nối đất ngoài trời sẽ dựa vào việc kiểm tra điện áp chạm, điện áp bước, điện trở lưới nối đất. Việc tính toán này dựa theo tài liệu IEEE Std.80-2000 “IEEE Guide For Safety In AC Substation Grounding” và căn cứ theo tiêu chuẩn Việt Nam.

9.2.2 Số liệu đầu vào

- Dòng sự cố:

+ Dòng ngắn mạch 3 pha để chọn tiết diện dây, I : (kA)

+ Dòng chạm đất cực đại đi qua hệ thống nối đất I_{esys} : (kA)

- Dữ kiện về mô hình đất tại trạm:

+ Điện trở suất của đất hiện hữu (từ độ sâu H trở xuống), p_2 : (Ωm)

+ Điện trở suất của lớp đất đắp, p_1 : (Ωm)

+ Bề dày của lớp đất đắp H : (m)

+ Điện trở suất đất của lớp bề mặt (đá 1x2), p_s : (Ωm)

+ Độ dày của lớp đá bề mặt, h_s : m

+ Điện trở suất tương đương của đất (hiện hữu và đất đắp), p : (Ωm)

- Dữ kiện lưới nối đất

+ Độ sâu của lưới được chôn trong đất, h : (m)

+ Bề rộng của lưới nối đất, W : (m)

+ Bề dài của lưới nối đất L : (m)

+ Tổng diện tích của lưới nối đất, A :

+ Tổng chiều dài dây dẫn của lưới được chôn, L_c : (m)

+ Tổng chiều dài dây chôn trong đất kể cả cọc nối đất, $L_{tot} = L_r + L_c$: (m)

+ Tổng số cọc đóng trong lưới:

+ Đường kính cọc: (mm), chiều dài cọc: (m)

+ Số giếng khoan tăng cường (giếng)

9.2.2.1 Nội dung tính toán

- Chọn tiết diện dây nối đất theo điều kiện quá nhiệt:

Theo phương trình (37) trang 41 tiêu chuẩn IEEE STD80 -2000, ta có:

$$A_u = I_N \cdot \sqrt{\frac{\frac{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^{-4}}{TCAP}}{\ln \left[1 + \frac{T_m - T_a}{K_0 + T_a} \right]}}$$

Trong đó:

- + A_{tt} : Tiết diện dây nối đất (mm^2).
- + I_N : Dòng điện ngắn mạch hiệu dụng (kA).
- + T_m : Nhiệt độ cực đại qua dây nối đất ở điều kiện sự cố ($^{\circ}\text{C}$).
- + T_a : Nhiệt độ môi trường xung quanh ($^{\circ}\text{C}$).
- + ρ_r : Điện trở suất của dây nối đất ở nhiệt độ đang xét T_r , ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$).
- + t_c : Thời gian duy trì sự cố (sec).
- + $TCAP$: Hệ số khả năng chịu nhiệt ($\text{J}/\text{cm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$).
- + T_r : Nhiệt độ tương ứng với điện trở suất dây nối đất ($^{\circ}\text{C}$).
- + α_r : Hệ số tản nhiệt của đất ở nhiệt độ T_r .
- Điện trở nối đất của hệ thống:

$$R_{nd} = \frac{R_{rod} \cdot R_{grid} - R_m^2}{R_{rod} + R_{grid} - 2R_m}$$

Trong đó :

- + R_{rod} : điện trở suất của cọc nối đất (Ω).
- + R_{grid} : điện trở suất của lưới nối đất (Ω).
- + R_m : điện trở suất tương hỗ giữa cọc và thanh (Ω).
- Điện trở cọc nối đất:

$$R_{rod} = \frac{\rho_o}{2\pi L_r} \left[\ln \frac{8l}{d_r} - 1 + 2K_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{A}} (\sqrt{n_r - 1})^2 \right]$$

Trong đó:

- + ρ_a : điện trở suất biểu kiến qua 2 lớp đất (Ωm)
- + l : chiều dài cọc nối đất (m)
- + l_r : tổng chiều dài cọc nối đất (m)
- + d_r : đường kính cọc nối đất (m)
- + A : diện tích lưới nối đất (m^2)
- + n_r : tổng số cọc
- + K_1 : hằng số (tra bảng)

- Điện trở lưới nổi đất:

$$R_{grid} = \frac{\rho_1}{\Pi L_r} \left[\ln \frac{2L_r}{h'} + K_1 \cdot \frac{L_r}{\sqrt{A}} - K_2 \right]$$

Trong đó:

- + ρ_a : điện trở suất của lớp đất 1 (Ωm)
- + L_r : tổng chiều dài lưới nổi đất (m)
- + K_1, K_2 : hằng số (tra bảng)
- + A : diện tích lưới nổi đất (m)
- + $h' = \sqrt{h \cdot d_c}$: hệ số cho dây được chôn ở độ sâu h (m)

- Điện trở suất biểu kiến của cọc qua hai lớp đất:

Với điện trở suất biểu kiến tương đương của mô hình đất hai lớp trong trường hợp $\rho_1 < \rho_2$

$$\rho_o = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot l}{\rho_2(H-h) + \rho_1(l+h-H)}$$

Với điện trở suất biểu kiến tương đương của mô hình đất hai lớp trong trường hợp $\rho_1 > \rho_2$

$$\rho_o = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot l}{\rho_2 \cdot H + \rho_1(l-H)}$$

Trong đó:

- + ρ_1 : điện trở suất của lớp đất 1 (Ωm).
 - + ρ_2 : điện trở suất của lớp đất 2 (Ωm).
 - + H : độ dày lớp đất 1 (m).
 - + l : độ dài cọc (m).
 - + h : độ chôn sâu của lưới nổi đất (m).
- Điện trở tương hỗ giữa cọc và lưới:

$$R_m = \frac{\rho_a}{\Pi L} \left[\ln \frac{2L_c}{h'} + K_1 \cdot \frac{L_c}{\sqrt{A}} - K_2 + 1 \right]$$

Trong đó:

- + ρ_a : điện trở suất biểu kiến qua 2 lớp cọc.
- + L_c : tổng chiều dài lưới nổi đất bao gồm thanh và cọc.
- + K_1, K_2 : hằng số (tra đồ thị)

Hằng số K1, K2 được tra theo đồ thị (Figure 25: Coefficients k1 and k2 of Schwarz's formula – p.67– std 80:2000) hoặc theo công thức nội suy:

$$K_1 = -0,4x \frac{L}{W} + 1,41$$

$$K_2 = 0,15x \frac{L}{W} + 5,5$$

Trong đó:

- +L: chiều dài trung bình của lưới nổi đất (m)
- +W: chiều rộng trung bình của lưới nổi đất (m)
- Điện trở nổi đất của toàn bộ hệ thống nổi đất

$$R_{ht} = \left[k_n \cdot \left(\frac{1}{R_{nd}} + \frac{1}{R_{gem}} \right) \right]^{-1}$$

Hệ số ảnh hưởng giữa các hệ thống: $k_n = 0,95$

Theo quy phạm thì điện trở yêu cầu của hệ thống nổi đất cho phép là: $R_{yc} = 0,5\Omega$

Nếu kết quả tính toán điện trở nổi đất của toàn bộ hệ thống $R_{ht} \leq R_{yc} = 0,5\Omega$ thì đảm bảo yêu cầu cho phép của hệ thống nổi đất.

- Tính toán dựa theo tiêu chuẩn IEEE Std 80- 2000:

Điện áp tiếp xúc cho phép:

$$E_{touch\ 50} = \frac{0,116}{\sqrt{t}} (1000 + 1,5C_s \cdot \rho_s)$$

Điện áp bước cho phép:

$$E_{step\ 50} = \frac{0,116}{\sqrt{t}} (1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s)$$

Trong đó:

- +t là thời gian duy trì sự cố ($t = 0,5s$)
- + ρ là điện trở suất của lớp cát san nền trạm (Ωm)
- + ρ_s là điện trở suất của lớp đá rải nền trạm
- + C_s là hệ số tính đến sự tiếp xúc giữa lớp đá bề mặt với lớp đất phía dưới

$$C_s = 1 - 0,106 \frac{1 - \rho / \rho_s}{0,106 + 2h_s}$$

a) Tính toán điện áp tiếp xúc lớn nhất:

- Điện áp tiếp xúc lớn nhất được tính theo công thức sau:

$$E_m = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_g / L$$

Trong đó:

+ ρ là điện trở suất của đất nền trạm (Ωm)

+ K_m là hệ số khoảng cách được xác định theo công thức

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln\left(\frac{D^2}{16hdc} + \frac{(D+2h)^2}{8Ddc} - \frac{h}{4dc}\right) + \frac{K_{ii}}{Kh} \ln\frac{8}{\pi(2n-1)} \right]$$

Với:

* D là khoảng cách giữa các thanh dẫn của lưới (m)

* $n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$

$$\text{Với: } n_a = \frac{2 \cdot L_C}{L_P} \quad ; \quad n_b = \sqrt{\frac{L_P}{4 \cdot \sqrt{A}}}$$

$$n_c = \left[\frac{L_x \cdot L_y}{A} \right]^{0,7 \cdot A / L_x \cdot L_y} \quad ; \quad n_d = \frac{D}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}}$$

$n_c = 1$: lưới hình vuông, chữ nhật

$n_d = 1$: lưới hình vuông, chữ nhật, hình - L

Với:

+ L_c là tổng chiều dài thanh nối đất của lưới (m)

+ L_p là chu vi của lưới nối đất (m)

+ L_x là chiều dài trung bình của lưới nối đất (m)

+ L_y là chiều rộng trung bình của lưới nối đất (m)

+ A là diện tích của lưới nối đất (m^2)

* $K_h = \sqrt{1 + h/h_o}$ hệ số biểu thị sự ảnh hưởng của độ chôn sâu (h) của lưới nối đất (h_o là độ chôn sâu tham khảo: $h_o = 1\text{m}$)

* $K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{2/n}}$ là hệ số liên hệ đến sự phân bố của cọc.

* d_c là đường kính của dây rai (m)

+ K_i là hệ số có xét đến sự gia tăng mật độ dòng điện ở các góc lưới.

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

+ I_g là dòng điện tản vào lưới được tính bằng công thức sau:

$$I_g = S_f \cdot D_f \cdot C_\rho \cdot I_N$$

Với:

* $S_f = 0,7$ là hệ số phân dòng điện sự cố tản vào đất thông qua dây chống sét, dây trung tính nối đất

* $D_f = 0,5$ là hệ số suy giảm của thành phần 1 chiều

* $C_p = 0,5$ là hệ số hiệu chỉnh thiết kế khi xét sự gia tăng của dòng điện sự cố

* I_N là trị số dòng điện ngắn mạch 1 pha (A).

$$+L' = L_C + [1,55 + 1,22 \cdot (\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}})].L_R \quad \text{: chiều dài hiệu quả của lưới nối đất}$$

(m)

b) Tính toán điện áp bước lớn nhất:

Điện áp tiếp xúc lớn nhất được tính theo công thức sau:

$$E_s = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I_g / L_s$$

Trong đó:

+ ρ là điện trở suất của đất nền trạm (Ωm)

+ K_s là hệ số khoảng cách trong tính toán E_s được xác định theo công thức

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

Với:

* D là khoảng cách giữa các thanh dẫn của lưới (m)

* $n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$

+ $L_s = 0,75 \cdot L_C + 0,85 \cdot L_R$: là chiều dài hiệu quả của lưới nối đất (m)

9.2.2.2 Kết quả lựa chọn

- Giá trị cực đại được phép theo tiêu chuẩn : $\leq 0,5 \Omega$

Trong trường hợp đã tăng cường bổ sung thêm giằng nối đất nhưng vẫn $> 0,5 \Omega$ thì có thể áp dụng điều I.7.42 Qui phạm trang bị điện năm 2006, ở vùng đất có điện trở suất lớn hơn $500 \Omega m$, được phép tăng giá trị điện trở suất nối đất của trang bị nối đất lên đến $0,001 \rho [\Omega]$ nhưng không được lớn hơn 5Ω .

9.3 TÍNH TOÁN CHIẾU SÁNG

9.3.1 Cơ sở

- Để đảm bảo về độ rọi phù hợp với chức năng làm việc của từng phòng, phương án thiết kế chiếu sáng nhân tạo trong trạm được thiết kế với phương án sử dụng các bộ đèn LED mang lại hiệu suất phát sáng cao và tiết kiệm điện năng tiêu thụ trong quá trình hoạt động.

- Hệ thống chiếu sáng nhân tạo ngoài trời dùng để chiếu sáng cho các thiết bị và để cho nhân viên vận hành trạm thao tác đóng/cắt các thiết bị. Chiếu sáng nhân tạo ngoài trời phía các sân phân phối có độ rọi yêu cầu $E_{yc} = 10 \text{lux}$. Sử dụng đèn pha LED 220V có công suất phù hợp.

9.3.2 Số liệu đầu vào

- Mặt bằng bố trí đèn chiếu sáng;

- Cao độ lắp đặt đèn
- Quang thông của 1 bộ đèn
- Số đèn
- Độ rọi yêu cầu

9.3.3 Nội dung tính toán

9.3.3.1 Phương pháp tính toán hệ thống chiếu sáng trong nhà sử dụng phương pháp hệ số sử dụng:

$$E = N \cdot \Phi_m \cdot K \cdot M / A$$

Trong đó:

- E : độ rọi (lux)
- N : số bóng đèn.
- Φ_m : quang thông của đèn (lumen)
- K : hệ số sử dụng, phụ thuộc vào hệ số phản xạ của tường, trần và chỉ số kích thước của phòng (I).
- M : hệ số suy giảm do bụi bẩn và sự già hoá của đèn.
- A : diện tích chiếu sáng (m²).

9.3.3.2 Phương pháp tính toán hệ thống chiếu sáng ngoài trời sử dụng phần mềm tính toán chiếu sáng.

- Số đèn cần dùng:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot k \cdot Z}{F \cdot k_{sd}}$$

- E = 10 (lux) : độ rọi trung bình.
- S (m²) : diện tích cần chiếu sáng.
- k = 0,9 : hệ số dự trữ.
- Z = 1,4 : hệ số tính toán.
- F (lm) : quang thông của đèn
- k_{sd} = 0,42 : hệ số sử dụng

9.3.3.3 Kết quả lựa chọn

- Việc bố trí đèn chiếu sáng có hợp lý và đạt hiệu quả độ rọi yêu cầu.

Chương 10

TÍNH TOÁN HỆ THỐNG ĐIỀU HÒA NHIỆT ĐỘ VÀ THÔNG GIÓ

10.1 CƠ SỞ

- Để đảm bảo môi trường làm việc cho các thiết bị trong trạm biến áp đặc biệt là các thiết bị điều khiển bảo vệ, thiết bị thông tin dùng kỹ thuật số, phòng Điều khiển, phòng Thông tin và cấp nguồn AC/DC, phòng làm việc và các nhà Bay housing đều được bố trí các điều hòa nhiệt độ (Đ.H).

10.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO

- Mặt bằng phòng Điều khiển, phòng Thông tin và cấp nguồn AC/DC, phòng làm việc và các nhà Bay housing;

- Bố trí thiết bị trong các phòng Điều khiển, phòng Thông tin và cấp nguồn AC/DC, phòng làm việc và các nhà Bay housing;

- Số lượng người lớn nhất tập trung các phòng chức năng trên.

10.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN

Xác định các nguồn nhiệt tỏa trong phòng: $Q_{toa} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

- *Nhiệt tỏa từ đèn chiếu sáng:*

$$Q_1 = NS$$

Với NS là tổng công suất của tất cả các đèn chiếu sáng

- *Nhiệt do người tỏa ra:*

$$Q_2 = n \times q \times 10^{-3}$$

Trong đó:

n- số người làm việc trong phòng

q- nhiệt toàn phần tỏa ra từ mỗi người

- *Nhiệt tỏa từ bề mặt thiết bị trao đổi nhiệt:*

$$Q_3 = n \times q \times 10^{-3}$$

Trong đó:

n- số máy tính điều khiển dự kiến

q- phát nhiệt trung bình của một máy tính điều khiển

- *Nhiệt do bức xạ mặt trời vào phòng điều khiển:*

$$Q_4 = Q_k + Q_{bc}$$

Trong đó:

Q_k – *bức xạ nhiệt qua kính:* $Q_k = 0.001 \times I_{s,d} \times F_k \times T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4$

$I_{s,d}$ – cường độ bức xạ mặt trời trên mặt đứng, phụ thuộc vào hướng địa lý – W/m² (tra bảng 2.20 Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng)

F_k - diện tích phần kính chịu bức xạ của mặt trời, (m²)

T_1 - hệ số trong suốt của kính (cửa kính 1 lớp = 0,90);

T_2 - hệ số mức độ bẩn mặt kính (mặt kính đứng 1 lớp = 0,80);

T_4 - hệ số che khuất bởi hệ thống che nắng (kính sơn trắng đục = 0,65 ÷ 0,80)

Q_{bc} – bức xạ mặt trời qua bao che (chủ yếu là mái bê tông):

$$Q_{bc} = 0,055 \times 0,001 \times k \times F \times E_s \times I_s \times T_4$$

I_S – cường độ bức xạ mặt trời lên bề mặt bao che (W/m²)

k – bê tông 150mm, không trát (3,3W/m².K)

F - diện tích bề mặt nhận bức xạ của mặt trời, (m²)

E_S - hệ số bức xạ mặt trời của bề mặt bao che

T_4 - hệ số mức độ bẩn mặt kính (mặt kính đứng 1 lớp = 0,80)

Xác định nhiệt thấm thấu qua kết cấu bao che:

$$Q_u = 0,001 \sum k_i \times F_i \times D_i$$

Trong đó:

$$k_i = 1 / (R_1 + \sum R_i)$$

R_1 – nhiệt trở tỏa nhiệt

= 0,15 W/m².K (khi vách tiếp xúc trực tiếp với không khí bên ngoài)

= 0,20 W/m².K (khi vách tiếp xúc gián tiếp với không khí bên ngoài)

$$R_i = \delta_i / \lambda_i$$

nhiệt trở của lớp vật liệu có bề dày δ_i (m) và hệ số dẫn nhiệt λ_i (W/m.K)

$D_i = 6$ hệ số nhiệt quán (độ dày quy ước)

Xác định nhiệt tổn thất theo khối thể tích không khí trong phòng:

$$Q_{tkk} = 0,001 \times V \times q_v \times (t_N - t_T) / 0,163$$

Trong đó:

$q_v = 0,2$ tổn thất nhiệt riêng cho mỗi m³ thể tích phòng khi chênh lệch nhiệt độ 1°C (chọn cho phòng tầng trệt)

V – thể tích phòng

t_N – nhiệt độ ngoài trời

t_T – nhiệt độ trong nhà

Xác định lượng nhiệt thừa theo nhiệt hiện có:

$$Q_T = Q_{toa} + Q_{tt} + Q_{ttkk}$$

Xác định năng suất gió cần thiết:

$$L_V = \frac{1,163 \times 1000 \times Q_T}{1,2 \times 0,24 \times (t_T - t_V)} \text{ (Kcal/m}^3\text{)}$$

Trong đó:

$t_V = t_T - 10$ nhiệt độ thổi vào từ bên ngoài

Xác định năng suất lạnh cần thiết:

$$Q_o = L_V \times k_q$$

Trong đó: k_q – năng suất lạnh của máy/năng suất gió của máy. Đối với máy điều hòa cục bộ loại 2 cục chọn $k_q = 3$

10.4 KẾT QUẢ LỰA CHỌN

Chọn máy lạnh có công suất lạnh là Q (Btu/h)

$$\text{Số máy lạnh cần thiết : } n = \frac{Q_o}{Q}$$

Chương 11

TÍNH TOÁN HỆ THỐNG ĐIỆN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

11.1 CƠ SỞ

- Việc lắp đặt hệ thống điện năng lượng mặt trời góp phần thúc đẩy quá trình phát triển năng lượng tái tạo của Chính phủ, đồng thời góp phần làm giảm tổn thất điện năng trên lưới điện truyền tải.

- Trạm biến áp được trang bị hệ thống pin mặt trời theo công văn số 420/EVNNPT-ĐT ngày 10-02-2017 của Tổng Công ty truyền tải điện quốc gia, với các yêu cầu chính như sau:

+ Vị trí lắp đặt hệ thống pin NLMT được lựa chọn là trên mái nhà chức năng và phần diện tích trống trong sân trạm mà không làm ảnh hưởng đến công tác vận hành.

+ Định hướng về giải pháp kỹ thuật: điện năng từ hệ thống pin mặt trời không tích trữ vào thiết bị lưu điện mà được chuyển đổi thành điện xoay chiều và hoà trực tiếp vào hệ thống nguồn tự dùng của trạm.

- Ngoài ra, hệ thống phải tuân thủ quy định của Thông tư 39/2015/TT-BCT, Chương 5 điều 41: Hệ thống điện mặt trời đấu nối trực tiếp vào cấp hạ áp của TBA không vượt quá 30% công suất đặt của TBA đó.

11.2 SỐ LIỆU ĐẦU VÀO

Đồ thị phụ tải xoay chiều điển hình của trạm

Diện tích khả dụng bố trí pin mặt trời

Thông số kỹ thuật của các tấm pin thông dụng trên thị trường

Có thể tham khảo số liệu sau:

Thông số kỹ thuật ĐKTC	
Công suất cực đại	250W
Điện áp tại điểm công suất đỉnh	30.4V
Dòng điện tại công suất đỉnh	8.56V
Điện áp hở mạch	37.7V
Dòng ngắn mạch	9.12A
Hiệu suất quang năng module	16.16%
Ngưỡng nhiệt độ vận hành	-40 tới +85°C
Ngưỡng điện áp cực đại	1000 V
Thông số kỹ thuật ĐK thường	
Công suất cực đại	189W
Điện áp tại điểm công suất đỉnh	27.7V
Dòng điện tại công suất đỉnh	6.8A
Điện áp hở mạch	34.5V
Dòng ngắn mạch	7.39A
Thông số cơ khí	
Loại tế bào quang điện	Poly-crystalline, 7inch
Bố trí	60 (6x10)
Chất liệu khung	Nhôm mạ
Hộp đấu dây	IP67, 3 diode

Thông số bộ nghịch lưu

Đầu vào	
----------------	--

Điện áp đầu vào DC cực đại	1000V
Điện áp khởi động	300V
Điện áp vận hành tối thiểu	280V
Dải điện áp hoạt động tối ưu	480-800V
Công suất DC cực đại	31200V
Đầu ra	
Công suất danh định	30000W
Dòng AC cực đại	48A
Dải điện áp tối ưu	3/PE, 220/380 V, (320 ~ 460 V)
Tần số lưới điện	50 Hz (47 ~ 51.5 Hz)/60 Hz (57 ~ 61.5 Hz)
Hệ số công suất	-0.8 ~ +0.8 (có thể điều chỉnh)
Độ méo song hài	<3% (công suất danh định)
Đầu nối	3 pha (L1, L2, L3, N, PE)
Hệ thống	
Làm mát	Quạt điều tốc
Hiệu suất tối đa	98.50%
Hiệu suất tiêu chuẩn EURO	98.00%
Chuẩn bảo vệ	IP65
Mức tiêu thụ điện vào ban đêm	<0.5 W
Nhiệt độ hoạt động	-25°C ~ +60°C, suy giảm hiệu năng khi trên 45°C
Độ ẩm	0 ~ 95% không đọng sương
Bảo vệ	Giám sát cách ly DC, lỗi nối đất, quá áp, dòng ngắn mạch
Tiếng ồn	< 50dB
Hiển thị	
Hiển thị	Màn hình LCD 3.5 inch, hỗ trợ bàn phím backlit
Ngôn ngữ	Đa ngôn ngữ
Bàn phím	Tích hợp
Chuẩn truyền thông	RS485, WIFI, Ethernet (tự chọn)

11.3 NỘI DUNG TÍNH TOÁN

Công suất hệ thống pin đảm bảo:

- Không lớn hơn phụ tải cực tiểu trong đồ thị phụ tải xoay chiều của trạm
- Không lớn hơn 30% công suất của MBA tự dùng
- Diện tích lắp pin phù hợp diện tích khả dụng trên mái nhà điều hành và khu vực trống trên sân phân phối mà không làm ảnh hưởng đến vận hành.

11.4 KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Đối với TBA 220kV, dự kiến hệ thống gồm 02 nhánh độc lập, công suất mỗi nhánh 30kW, tổng công suất là 60kW.

Đối với TBA 500kV, dự kiến hệ thống gồm 04 nhánh độc lập, công suất mỗi nhánh 30kW, tổng công suất là 120kW.

Các bộ đầu dây đặt ngoài trời, bộ inverter 3 pha được treo trên tường, trong phòng AC-DC. Bố trí 02 đồng hồ đo đa năng để đo công suất và tần số, đảm bảo yêu cầu hoà lưới. Ngoài ra, trang bị thiết bị giám sát qua internet (wifi) để dễ dàng theo dõi thông số và vận hành.

Chương 12

TÍNH TOÁN SAN NỀN

12.1 TÍNH TOÁN LỰA CHỌN CAO ĐỘ SAN NỀN

Đối với trạm biến áp, khi tính toán lựa chọn cao độ thiết kế san nền cần phải đảm bảo theo các điều kiện sau:

12.1.1 Điều kiện thủy văn (H_{tv})

Trên cơ sở số liệu khảo sát khí tượng thủy văn của khu vực xây dựng công trình, cốt thiết kế san nền phải chọn lớn hơn cốt ngập tính toán để đảm bảo nền không bị ngập lụt.

- Theo quyết định số 1179/QĐ-EVN ngày 25/12/2014 của Tập đoàn Điện lực Việt Nam thì mực nước ngập cao nhất năm ứng với tần suất $P=1\%$ (tần suất 2% cho TBA cấp điện áp 110kV 220kV).

- Theo quy định tại “QCVN 01:2014/BXD, Điều 2.7.1 Yêu cầu đối với quy hoạch cao độ nền: Cao độ nền không chế tối thiểu phải cao hơn mức nước tính toán 0,3m đối với đất dân dụng và 0,5m đối với đất công nghiệp”, nên cao độ nền trạm phải được chọn cao hơn mức nước tính toán tối thiểu 0,5m.

Công thức tính toán: $H_{tv} = H_{nl} + a$ (1)

- Trong đó:

+ H_{tv} : Cao độ thiết kế san nền chọn theo điều kiện thủy văn

+ H_{nl} : Cao độ mực nước ngập lụt tính toán

+ a : Chiều cao an toàn của nền ($a \geq 0,5m$ - Theo QCVN 01:2014/BXD)

12.1.2 Điều kiện địa chất (H_{dc})

Khi tính toán lựa chọn cao độ nền công trình thì độ lún của nền cần phải được xem xét tính đến:

- Nếu đất nền tại vị trí xây dựng trạm có khả năng chịu lực lớn thì độ lún của đất nền nhỏ nên điều kiện này không cần đưa vào khi tính toán lựa chọn cốt thiết kế san nền;

- Ngược lại, Nếu đất nền tại vị trí xây dựng trạm có khả năng chịu lực quá kém thì độ lún tức thời và lún theo thời gian là đáng kể, sẽ làm cho cao độ mặt đất san gạt của công trình bị thiếu hụt sau một thời gian ngắn nên điều kiện này phải đưa vào khi tính toán lựa chọn cốt thiết kế san nền. Theo đó phải bù lún cho nền để đảm bảo trong quá trình vận hành và sử dụng nền trạm không bị ngập lụt, thoát nước được thuận lợi,...

Trường hợp nền đất yếu (độ lún lớn), khi tính toán xác định cao độ san nền phải đảm bảo cao độ nền trong quá trình vận hành và sử dụng không thấp hơn cao độ nền tính toán theo các điều kiện tính toán khác (điều kiện thủy văn, điều kiện quy hoạch, điều kiện thoát nước trạm), theo đó phải bù lún cho nền.

Trong thời gian sử dụng công trình nếu độ lún của đất nền là S thì cao độ san nền thiết kế được chọn là cao độ cao nhất tính theo các điều kiện thủy văn, quy hoạch, thoát nước cộng thêm S.

$$\text{Công thức tính toán: } H_{dc} = \max(H_{tv} ; H_{qh} ; H_{tn}) + S \quad (2)$$

- Trong đó:

+ H_{dc} : Cao độ thiết kế san nền chọn theo điều kiện địa chất

+ H_{tv} : Cao độ thiết kế san nền chọn theo điều kiện thủy văn

+ H_{qh} : Cao độ thiết kế san nền chọn theo điều kiện quy hoạch

+ H_{tn} : Cao độ thiết kế san nền chọn theo điều kiện thoát nước

+ S : Độ lún tổng cộng của nền (Xem phần tính lún nền đắp)

12.1.3 Quy hoạch chung của khu vực (H_{qh})

Cao độ san nền thiết kế phải đảm bảo phù hợp với quy định về cao độ nền của khu vực theo quy hoạch (gồm đường sá, nhà cửa, các công trình khác...), đảm bảo sự thống nhất chung của khu vực.

Căn cứ yêu cầu của quy hoạch, căn cứ hiện trạng đường sá, nhà cửa và các công trình khác của khu vực để lựa chọn cốt thiết kế san nền (H_{qh}) cho phù hợp.

12.1.4 Khả năng thoát nước mặt bằng trạm (H^{tn})

Cao độ san nền thiết kế phải đảm bảo thoát nước mưa cho mặt bằng trạm và thoát nước mưa cho mương cáp được thuận lợi, tránh trường hợp cáp điện bị ngập nước sẽ không đảm bảo an toàn cho công trình.

Căn cứ vào tình hình hệ thống thoát nước khu vực xây dựng trạm (nếu có) và giải pháp thoát nước ra ngoài trạm để lựa chọn cao độ thiết kế san nền (H_m) phù hợp, đảm bảo không đọng nước trên mặt bằng trạm và trong mương cáp.

12.1.5 Khả năng cân bằng đào đắp (H_{dd})

Khi một phần nền trạm được đắp còn phần kia được đào thì phải xét đến khả năng sao cho khối lượng đất đào và khối lượng đất đắp tương đương nhau, nhằm giảm tối đa khối lượng đất san gạt thừa hoặc thiếu (phải xúc bỏ hoặc lấy thêm từ nguồn khác), để tiết kiệm phí đầu tư cho công trình.

Trên cơ sở số liệu khảo sát địa hình của khu vực xây dựng trạm, xem xét cao độ mặt đất tự nhiên:

- Trong trường hợp cao độ mặt đất tự nhiên đảm bảo thỏa mãn các điều kiện khác khi tính toán chọn cốt san nền thiết kế (điều kiện thủy văn, điều kiện địa chất, điều kiện quy hoạch, điều kiện thoát nước trạm) thì điều kiện này phải đưa vào để tính toán lựa chọn cốt thiết kế san nền. Căn cứ vào cao độ mặt đất tự nhiên của vị trí xây dựng trạm để chọn cốt thiết kế san nền (H_{dd}) sao cho khối lượng đào đất và đắp đất là tương đương nhau.

- Trong trường hợp cao độ mặt đất tự nhiên không thỏa mãn một trong các điều kiện khi tính toán chọn cốt san nền nêu trên thì điều kiện này không cần đưa vào để tính toán lựa chọn cốt thiết kế san nền.

12.1.6 Kết luận chọn cốt thiết kế san nền

Sau khi tính toán chọn được cao độ thiết kế san nền theo từng điều kiện nêu trên (H_{tv} ; $H_{đc}$; H_{qh} ; H_{tn} ; H_{dd}), tiến hành so sánh các cao độ này để chọn cao độ thiết kế cho nền trạm đảm bảo thỏa mãn tất cả các điều kiện này.

Cao độ thiết kế nền được chọn: $H_{tk} < \text{thỏa mãn} > (H_{tv}; H_{đc}; H_{qh}; H_{tn}; H_{dd})$.

12.1.7 Tính lún nền đắp

Tính lún nền đắp trên đất yếu theo tiêu chuẩn 22TCN 262 – 2000: Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu.

12.1.7.1 Độ lún tổng cộng (S) và độ lún cố kết

Độ lún tổng cộng (S) được tính theo công thức:

$$S = S_c + S_i = m \cdot S_c$$

- Trong đó:

+m: Hệ số phụ thuộc vào lớp đất đắp và biện pháp gia cố lớp đất đắp có giá trị ($m = 1,1 \div 1,4$).

+ S_i : Độ lún tức thời

+ S_c : Độ lún cố kết

12.1.7.2 Tính độ lún cố kết theo thời gian

Độ lún cố kết S_t của nền đắp trên đất yếu sau thời gian t được xác định như sau :

$$S_t = U_v \cdot S_c$$

- Trong đó:

+ S_c : Độ lún cố kết trong các lớp đất yếu sau thời gian t.

+ U_v : Độ cố kết theo phương đứng sau thời gian t.

12.1.7.3 Độ lún tức thời (S_i) xác định trên độ lún cố kết S_c

$$S_i = (m-1) \times S_c$$

- Trong đó:

+m: Hệ số phụ thuộc vào lớp đất đắp và biện pháp gia cố lớp đất đắp có giá trị ($m = 1,1 \div 1,4$).

12.1.7.4 Độ lún cuối cùng tức thời (S_i) xác định bằng phương pháp cộng lún các lớp

$$S = \sum_{i=1}^n S_i = \sum_{i=1}^n \frac{P_{đi} \times H_i}{E_i^{tc}} \times \beta_i$$

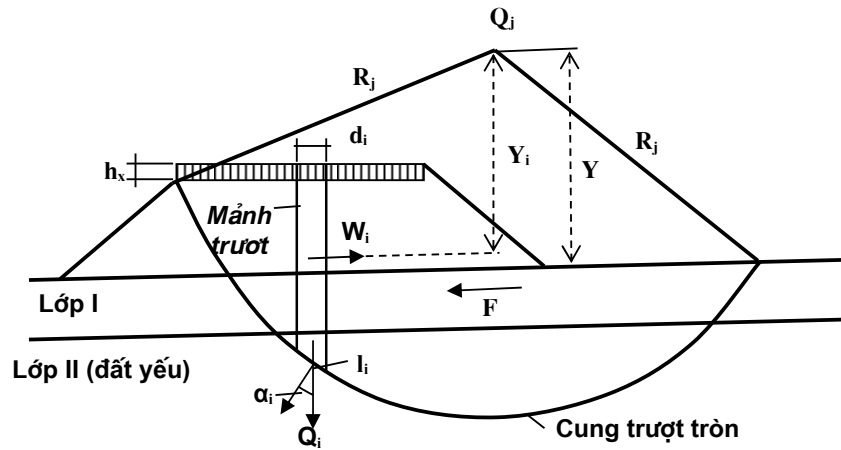
12.1.8 Tính toán ổn định nền

Tính toán ổn định nền theo tiêu chuẩn 22TCN 262 – 2000: Quy trình khảo sát thiết kế nền đường ô tô đắp trên đất yếu.

12.1.8.1 Phương pháp tính toán

- Trong quy trình này sử dụng phương pháp phân mảnh cổ điển hoặc phương pháp Bishop với mặt trượt tròn khoét xuống vùng đất yếu làm phương pháp cơ bản để tính toán đánh giá mức độ ổn định của nền đắp trên đất yếu.

- Sơ đồ tính ổn định trượt theo phương pháp phân mảnh với mặt trượt tròn:



Ghi chú:

+ h_x : là chiều cao quy đổi tải trọng xe cộ: $h_x = \frac{n.G}{\gamma.B.l}$

+ G : là trọng lượng một xe (chọn xe nặng nhất), tấn

+ n : là số xe tối đa có thể xếp được trên phạm vi bề rộng nền đường

+ γ : là dung trọng của đất đắp nền đường, T/m³

+ l : là phạm vi phân bố tải trọng xe theo hướng dọc, m

- Công thức tính hệ số ổn định trượt K_j ứng với một mặt trượt tròn có tâm O_j theo phương pháp phân mảnh cổ điển:

$$K_j = \frac{\sum_1^n (c_i \ell_i + Q_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i) + F(Y/R_j)}{\sum_1^n [Q_i \sin \alpha_i + W_i (Y_i/R_j)]}$$

- Công thức tính hệ số ổn định trượt K_j ứng với một mặt trượt tròn có tâm O_j theo phương pháp Bishop:

$$K_j = \frac{\sum_1^n \left[\frac{Q_i \operatorname{tg} \varphi_i}{\cos \alpha_i} + c_i \ell_i \right] m_i + F(Y/R_j)}{\sum_1^n [Q_i \sin \alpha_i + W_i (Y_i/R_j)]}$$

$$\text{Với } m_i = \left(1 + \frac{1}{K_j} \text{tg} \varphi_i \cdot \text{tg} \alpha_i \right)^{-1}$$

Ghi chú:

- + Q_i : Trọng lượng bản thân khối đất mỗi mảnh trượt thứ i .
- + W_i : Lực động đất tác dụng lên khối đất ở mỗi mặt trượt thứ i .
- + F : Lực giữ (chống trượt) của khối đất.
- + Y : Cánh tay đòn của lực F đối với tâm trượt nguy hiểm nhất.
- + Y_i : Cánh tay đòn của lực F đối với tâm trượt mảnh đất thứ i .
- + l_i : Chiều dài cung trượt trong phạm vi mảnh thứ i .
- + n : Tổng số mảnh trượt được phân mảnh trong phạm vi khối trượt.
- + α_i : Góc giữa pháp tuyến của cung l_i với phương của lực Q_i .
- + R_j : Bán kính đường cong của cung trượt.
- + C_i : Lực dính kết đơn vị của lớp đất chứa cung trượt l_i của mảnh trượt i .
- + φ_i : Góc ma sát trong của lớp đất chứa cung trượt l_i của mảnh trượt i .

12.1.8.2 Hệ số ổn định

Mức độ ổn định dự báo theo kết quả tính toán đối với mỗi đợt đắp (đắp nền và đắp gia tải trước) và đối với nền đắp theo thiết kế (có xét đến tải trọng xe cộ dừng xe tối đa trên nền) phải bằng hoặc lớn hơn mức độ ổn định tối thiểu quy định dưới đây:

- Khi áp dụng phương pháp nghiệm toán ổn định theo cách phân mảnh cổ điển với mặt trượt tròn thì hệ số ổn định nhỏ nhất $K_{\min} \geq 1,20$;

- Khi áp dụng phương pháp Bishop để nghiệm toán ổn định thì hệ số ổn định nhỏ nhất $K_{\min} \geq 1,40$.

12.1.8.3 Phần mềm tính toán ổn định

Hiện nay có các phần mềm tính toán ổn định nền như sau: Phần mềm Taren (Pháp), Phần mềm tổng hợp Plaxis (Hà Lan), Bộ phần mềm Geo-Slope (Canada),... Trong đó, bộ phần mềm Geo-Slope (Canada) được dùng phổ biến nhất hiện nay, gồm có 6 Modul: 1. *SEEP/W: Phân tích thấm*; 2. *SIGMA/W: Phân tích ứng suất biến dạng*; 3. *SLOPE/W: Phân tích ổn định mái dốc, mái dốc có gia cường neo*; 4. *CTRAIN/W: Phân tích ô nhiễm trong giao thông*; 5. *TEMP/W: Phân tích địa nhiệt*; 6. *QUAKE/W: Phân tích đồng thời các thành phần trên*.

Chương 13

TÍNH TOÁN MÓNG MÁY BIẾN ÁP

13.1 TÍNH TOÁN KẾT CẤU MÓNG MÁY BIẾN ÁP:

Lựa chọn giải pháp kết cấu móng: Tùy theo tình hình địa chất của từng trạm khác nhau, có thể sử dụng các loại móng: móng bản và móng cọc.

13.2 TRƯỜNG HỢP MÓNG BẢN

Sử dụng móng bản trong trường hợp nền trạm có điều kiện địa chất tương đối tốt.

13.2.1.1 Chọn kích thước móng:

- Móng máy biến áp được cấu tạo dạng móng bản giắt cấp gồm có 2 tầng: tầng trên (mặt móng) để đặt máy biến áp và tầng dưới để truyền tải trọng bên trên xuống nền.

- Kích thước mặt móng phải đảm bảo đỡ máy biến áp hoàn toàn nằm trên mặt móng và đủ diện tích để đặt kích trong quá trình lắp đặt máy biến áp.

- Kích thước phần bản đế móng được lựa chọn tùy thuộc vào điều kiện địa chất của đất nền sao cho đảm bảo được khả năng chịu lực của móng và độ lún nằm trong giới hạn cho phép. Với nền trạm có điều kiện địa chất tốt đảm bảo được điều kiện về khả năng chịu lực và độ lún thì cấu tạo 2 phần móng có thể bằng nhau.

13.2.1.2 Tính kiểm tra khả năng chịu lực của đất nền:

- Cường độ tiêu chuẩn của đất nền theo TCVN 9362:2012

$$R = \frac{m_1 \times m_2}{k_{tc}} (A \times b \times \gamma + B \times h \times \gamma' + D \times c)$$

13.2.1.3 Tính kiểm tra móng theo trạng thái giới hạn thứ nhất:

- Ứng suất dưới đáy móng:

$$\sigma_{\max, \min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F} \pm \left(\frac{M_{x,y}^{tc}}{W_{x,y}} \right)$$

N^{tc} – Tổng tải trọng thẳng đứng tác dụng lên đáy móng; $N^{tc} = N^0 + N^m$

N^0 - Trọng lượng bản thân máy biến áp (kể cả dầu)

N^m – Trọng lượng bản thân móng máy biến áp và đất phía trên móng

F – Diện tích móng

W – Mô men chống uốn của móng

Kiểm tra theo các điều kiện sau: $\sigma_{tb}^{tc} < R^{tc}$; $\sigma_{\max}^{tc} < 1,2 R^{tc}$

13.2.1.4 Tính kiểm tra móng theo trạng thái giới hạn thứ hai:

Nội dung phần tính toán này nhằm để khống chế biến dạng của nền, không cho biến dạng của nền lớn tới mức làm nứt nẻ, hư hỏng công trình bên trên hoặc làm cho công trình bên trên nghiêng lệch lớn, không thỏa mãn điều kiện sử dụng.

Để đảm bảo yêu cầu đó thì độ lún của nền phải thỏa mãn điều kiện:

$$Stt < [Sgh]$$

Trong đó: Stt – Độ lún tính toán của công trình thiết kế

$[Sgh]$ – Trị số giới hạn về biến dạng của công trình; quy định tùy thuộc vào tình hình cụ thể của công trình lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012 – Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình

- Có nhiều phương pháp tính lún cho móng, trong đề án này chỉ trình bày phương pháp tính độ lún của móng theo phương pháp cộng lún từng lớp:

1. Chia nền đất dưới đáy móng thành nhiều lớp có chiều dày $h_i \leq (0,2-0,4)b$ hoặc $h_i \leq 1/10H_a$, với b là bề rộng móng, H_a là chiều sâu vùng nén ép.

2. Tính và vẽ biểu đồ ứng suất do trọng lượng bản thân đất

$$\sigma_{Zi}^{bt} = \gamma_i h_i$$

3. Xác định áp lực gây lún: σ^{gl}

$$\sigma^{gl} = \sigma_{tb}^d - \gamma \times h_m$$

Trong đó: σ_{tb}^d – Áp lực trung bình tại đáy móng do tải trọng công trình và trọng lượng móng, đất đắp trên móng gây ra. ($=\sigma_{tb}^{tc}$)

4. Tính và vẽ biểu đồ ứng suất do ứng suất gây lún gây ra

$$\sigma_{zi} = \alpha \cdot \sigma^{gl}$$

α – hệ số tính đến sự thay đổi theo độ sâu của áp lực thêm trong đất (tra bảng), phụ thuộc vào độ sâu tương đối $m = 2 \frac{z}{b}$ và hình dạng của đáy móng

5. Xác định chiều sâu vùng ảnh hưởng H_a . Xác định H_a dựa vào điều kiện ở nơi có:

$$\sigma_{zi}^{bt} \leq 0,2 \cdot \sigma_{zi}^{gl} \text{ (theo TCVN 9362:2012)}$$

6. Tính toán độ lún của các lớp đất phân tố S_i theo các công thức sau:

$$S_i = \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} \times h_i$$

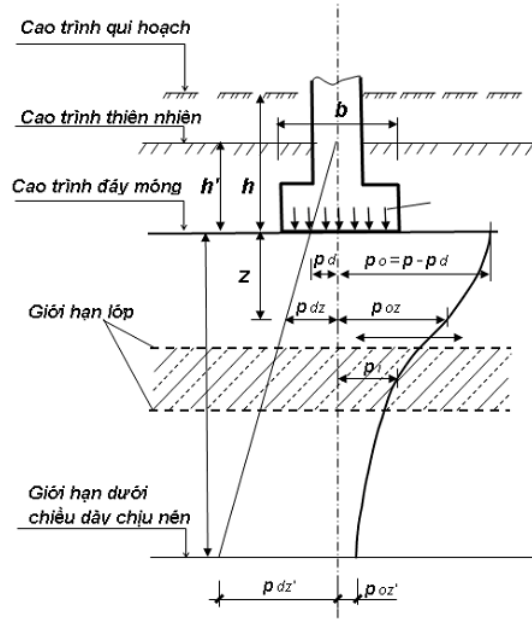
$$S_i = \frac{a_i}{1 + e_{1i}} \times p_i \times h_i$$

$$S_i = a_{0i} \times p_i \times h_i$$

$$S_i = \frac{\beta}{E_{0i}} \times p_i \times h_i$$

7. Tính toán độ lún cuối cùng của móng:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i$$



Sơ đồ để tính lún theo phương pháp cộng lớp

13.2.1.5 Tính kiểm tra độ nghiêng của móng:

Độ nghiêng của móng là tỷ số giữa độ lún của các điểm bên ngoài của móng với kích thước (chiều dài, chiều rộng) qua điểm ấy.

- Độ nghiêng của móng theo phương cạnh dài:

$$i_l = \frac{1 - \mu^2}{E} \times k_l \times \frac{P \times e_l}{(l/2)^3}$$

- Độ nghiêng của móng theo phương cạnh ngắn:

$$i_b = \frac{1 - \mu^2}{E} \times k_b \times \frac{P \times e_b}{(b/2)^3}$$

P – hợp lực tất cả các tải trọng đứng của móng trên nền

e_l, e_b – lần lượt là khoảng cách của điểm đặt hợp lực đến giữa đáy móng theo phương trục dọc, trục ngang

E, μ – là mô đun biến dạng và hệ số Poat – xông của đất lấy theo trị trung bình trong phạm vi tầng chịu nén.

k_l, k_b – các hệ số phụ thuộc vào tỷ số của các cạnh đáy móng.

Điều kiện: $i_l, i_b < i_{gh}$; với i_{gh} là độ nghiêng giới hạn lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012 – Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

13.2.1.6 Tính toán cốt thép móng:

Toàn bộ trọng lượng máy biến áp (có kể đến trọng lượng dầu) được truyền xuống móng.

- Áp lực tác dụng lên đất đáy móng do tải trọng đứng:

$$q_1'' = \frac{\gamma_1(N^0 + N^m)}{F}$$

trong đó: γ_1 – hệ số độ tin cậy (hệ số vượt tải) = 1,1

- Áp lực tác dụng lên đất đáy móng do tải trọng gió:

$$q_2'' = \frac{M}{W} = \frac{Q \times h}{W}$$

Q – lực ngang do gió tác dụng tại đỉnh móng

h – chiều cao móng

Cắt 1m dọc theo chiều dài (rộng) của móng. Mô men lớn nhất tại mép móng:

$$M = (q_1 + q_2) \times \frac{l^2}{2}$$

l – chiều dài phần công xôn

$$\text{Diện tích cốt thép cần thiết: } F_a = \frac{M}{0,9h_0R_a}$$

13.2.1.7 Kiểm tra chọc thủng:

Kiểm tra trong trường hợp dùng kích để lắp đặt và sửa chữa máy biến áp. Trọng lượng của máy biến áp sẽ được chia đều cho 4 kích.

Điều kiện chống chọc thủng: $P_l < 0,75R_k b_{tb} h_0$

b_{tb} – chu vi trung bình của hình tháp chọc thủng.

h_0 – chiều cao tính toán của móng

13.2.2 Trường hợp móng cọc:

Sử dụng móng cọc trong trường hợp nền trạm có điều kiện địa chất yếu, có chiều sâu lớn, nếu sử dụng móng bản thì các yêu cầu về cường độ và độ lún vượt quá giới hạn cho phép.

Móng cọc cho móng máy biến áp thường dùng loại cọc đặc (có tiết diện vuông), hạ bằng phương pháp ép.

13.2.2.1 Nguyên tắc tính toán móng cọc:

Nền và móng cọc phải được tính toán theo các trạng thái giới hạn:

13.2.2.2 Nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất:

- Theo cường độ vật liệu cọc và đài cọc
- Theo sức kháng của đất đối với cọc (sức chịu tải của cọc theo đất)
- Theo sức chịu tải của đất nền tựa cọc
- Theo trạng thái mất ổn định của nền chứa cọc, nếu lực ngang truyền vào nó đủ lớn (trường chắn, móng của các kết cấu có lực đẩy ngang...)

13.2.2.3 Nhóm trạng thái giới hạn thứ hai gồm:

- Theo độ lún nền tựa cọc và móng cọc chịu tải trọng thẳng đứng.
- Theo chuyển vị đồng thời của cọc với đất nền chịu tác dụng của tải trọng ngang và mô men
- Theo sự hình thành hoặc mở rộng các vết nứt cho các cấu kiện bê tông cốt thép móng cọc.

13.2.2.4 Xác định khả năng chịu tải của cọc:

a) Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu chế tạo cọc:

Xác định theo công thức sau: $P_{vl} = m(R_{bt}F_{bt} + R_{ct}F_{ct})$

m – hệ số điều kiện làm việc; $m=0,85$

R_n – cường độ tính toán của bê tông khi nén dọc trục

F_{bt} – diện tích tiết diện ngang của cọc

F_{ct} – diện tích tiết diện ngang của các cốt thép dọc trong cọc.

b) Xác định sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cơ lý đất nền:

+ *Sức chịu tải của cọc chống (theo TCVN 10304-2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế)*

Sức tải trọng chịu nén $R_{c,u}$ của cọc được xác định theo công thức: $R_{c,u} = \gamma_c q_b A_b$

γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

q_b – cường độ sức kháng của đất nền dưới mũi cọc chống. Đối với cọc đóng và ép tựa trên nền đá và ít bị nén thì $q_b = 20\text{Mpa}$; các trường hợp khác tra theo Bảng 2.

Trong mọi trường hợp giá trị q_b không lấy quá 20Mpa

A_b – diện tích tựa cọc trên nền, lấy bằng diện tích mặt cắt ngang đối với cọc đặc

+ *Sức chịu tải của cọc treo hạ bằng phương pháp đóng hoặc ép (theo TCVN 10304-2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế)*

++ Sức chịu tải trọng nén

Sức chịu tải trọng nén $R_{c,u}$ của cọc treo được xác định bằng tổng sức kháng của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc: $R_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_i l_i)$

γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

q_b – cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc, lấy theo Bảng 2

u – chu vi tiết diện ngang thân cọc

f_i – cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ “i” trên thân cọc, lấy theo Bảng 3

A_b – diện tích cọc tựa trên đất, lấy bằng diện tích tiết diện ngang mũi cọc đặc

l_i – chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ “i”.

γ_{cq} và γ_{ct} - tương ứng là các hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc có xét đến ảnh hưởng của phương pháp hạ cọc đến sức kháng của đất, tra bảng 4.

++ Sức chịu tải trọng kéo

Sức chịu tải trọng kéo $R_{t,u}$ của cọc treo được xác định theo công thức:

$$R_{t,u} = \gamma_c u \sum \gamma_{cf} f_i l_i$$

γ_c – hệ số điều kiện làm việc của cọc, lấy cho mọi loại nhà và công trình: khi chiều sâu hạ cọc nhỏ hơn 4m, $\gamma_c = 0,6$; khi chiều sâu hạ cọc lớn hơn hoặc bằng 4m, $\gamma_c = 0,8$. Riêng đối với trụ đường dây tải điện, hệ số γ_c lấy theo Bảng 14

13.2.2.5 Xác định sức chịu tải tính toán của cọc:

Đối với cọc chịu nén:
$$R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_k}$$

Đối với cọc chịu kéo:
$$R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_k}$$

$R_{c,d}$ và $R_{t,d}$ – tương ứng là trị tính toán sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc.

$R_{c,k}$ và $R_{t,k}$ – tương ứng là trị tiêu chuẩn sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc, được xác định từ các trị riêng sức chịu tải trọng nén cực hạn $R_{c,u}$ và sức chịu tải trọng kéo cực hạn $R_{t,u}$.

γ_k – hệ số tin cậy theo đất

13.2.2.6 Xác định số lượng cọc và bố trí cọc trong móng:

a) Xác định số lượng cọc

Khi tải trọng của công trình đặt đúng tâm móng thì số lượng cọc xác định theo công thức sau:
$$n_c = \frac{\sum N}{R_{c,d}}$$

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán

$R_{c,d}$ – sức chịu tải tính toán của cọc

Trường hợp tải trọng của công trình tác dụng không đúng tâm thì số lượng cọc được xác định căn cứ vào tính chất tác dụng của tải trọng gây ra độ lệch tâm. Nếu độ lệch tâm e là hằng số thì số lượng cọc có thể xác định như đối với trường hợp tải trọng đặt đúng tâm. Nếu như độ lệch tâm e thay đổi theo chiều tác dụng của tải trọng (như tải trọng gió gây ra theo mọi phía) thì số lượng cọc xác định như sau:

$$n_c = \mu \frac{\sum N}{R_{c,d}}$$

μ – hệ số kể đến sự thay đổi độ lệch tâm lấy bằng 1-1,2 khi $e \geq 0$

Cách bố trí cọc ở trong móng phụ thuộc vào hình dạng mặt bằng móng, điều kiện địa chất, đặc tính tải trọng tác dụng, điều kiện làm việc của cọc ở trong đất... Nguyên tắc chung trong việc bố trí cọc là làm sao cho mỗi cọc đều chịu tải trọng bằng nhau để phát huy được khả năng làm việc tối đa của nó.

b) Cấu tạo của đài cọc

Đài cọc là một bộ phận của móng cọc có nhiệm vụ truyền tải trọng từ công trình xuống các cọc. Tác dụng chính của đài cọc là liên kết các đỉnh cọc lại với nhau thành một khối và phân bố đều tải trọng xuống các cọc.

Chiều cao tối thiểu của đài cọc phụ thuộc vào điều kiện nhàm của cọc trong móng, được xác định như sau: $h_d = h_1 + h_2$

h_1 – chiều sâu cọc ngàm trong đài

h_2 – chiều dày bản bê tông ở trên đỉnh cọc, được xác định theo điều kiện cọc không chọc thủng đài

c) Tính toán đài cọc

Đài cọc được tính toán theo điều kiện chọc thủng và theo khả năng chịu uốn

Tính toán đài cọc theo điều kiện chọc thủng giống như móng đặt trên nền thiên nhiên

Chiều cao làm việc của đài cọc được xác định căn cứ vào điều kiện sau:

$$h_0 \geq \frac{P_1}{0,75R_k u_{tb}}$$

P_1 – lực chọc thủng tính toán, lấy bằng tổng phản lực của các cọc nằm ngoài phạm vi mặt phẳng chọc thủng

u_{tb} – chu vi của hình tháp chọc thủng

Khi tính toán đài cọc theo khả năng chịu uốn thì cần xác định các trị số mô men uốn ở các tiết diện thay đổi theo chiều cao của đài cọc. Diện tích cốt thép cần thiết được xác định: $F_a = \frac{M}{0,9h_0R_a}$

13.2.2.7 Kiểm tra lực tác dụng trên cọc và trên nền đất

a) Kiểm tra lực tác dụng trên cọc:

+ Trường hợp móng cọc chịu tải trọng đứng tâm

Khi móng cọc chịu tải trọng đứng tâm thì tải trọng tải trọng tính toán trên mỗi cọc theo phương thẳng đứng luôn luôn phải nhỏ hơn hoặc bằng sức chịu tải tính toán của cọc được xác định theo quy phạm hoặc dựa vào kết quả thí nghiệm.

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \leq P$$

P_m – tải trọng tính toán tác dụng lên mỗi cọc theo phương thẳng đứng

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tác dụng lên đài cọc

n_c – số lượng cọc bố trí trong móng

P – sức chịu tải tính toán của cọc

+ Trường hợp móng cọc chịu tải trọng lệch tâm

Thỏa mãn điều kiện:

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2} \leq P$$

M_x và M_y – mô men uốn tính toán đối với các trục chính của mặt phẳng đáy đài
cọc

x_i và y_i – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của mỗi
cọc

x và y – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của cọc
khảo sát

b) Kiểm tra lực tác dụng trên nền đất:

Khi kiểm tra lực tác dụng trên nền đất ở mặt phẳng mũi cọc, móng cọc lúc đó
được coi như một khối lăng trụ liên tục có mặt thẳng đứng bao gồm cả đất lẫn cọc.
Ranh giới của khối lăng trụ đó được xác định: phía trên là mặt đất thiết kế; phía hông
là các mặt phẳng thẳng đứng, phía dưới là mặt phẳng nằm ở mũi cọc

Ranh giới mặt phẳng nằm ở mũi cọc là giao tuyến giữa nó với các đường thẳng
hạ xiên góc (hợp với đường thẳng đứng một góc là $\varphi^{tc}/4$) từ rìa ngoài của hệ thống
cọc tại cao trình đáy đài cọc.

Để đảm bảo móng cọc có khả năng chịu được tác dụng của tải trọng công trình
thì ứng suất ở mặt phẳng mũi cọc không được vượt quá áp lực tiêu chuẩn của nền đất
thiên nhiên

$$\frac{\sum N^{tc}}{F_m} + \frac{M_{tc}}{W_m} \leq R_{tc}$$

$\sum N^{tc}$ – tổng tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng tác dụng lên mặt phẳng mũi cọc,
gồm cả trọng lượng khối móng quy ước (gồm cả cọc và đất bao quanh cọc)

M_{tc} – mô men của tải trọng tiêu chuẩn đối với trọng tâm ở đáy móng cọc

F_m và W_m – diện tích và mô men chống uốn của khối móng quy ước (ở mặt
phẳng đáy của khối móng quy ước)

R_{tc} – áp lực tiêu chuẩn lên đất nền thiên nhiên của khối quy ước ở mặt phẳng
mũi cọc

13.2.2.8 Kiểm tra độ lún của móng cọc

Độ lún của móng cọc được tính giống như độ lún của móng bình thường đặt
trên nền thiên nhiên. Ở đây cần chú ý rằng ứng suất gây lún sẽ được tính từ mặt phẳng
đáy móng quy ước (tức là ở mặt phẳng mũi cọc).

Trị số độ lún tính toán phải luôn luôn nhỏ hơn trị số độ lún giới hạn được quy
định theo quy phạm: $S \leq S_{gh}$

13.2.2.9 Tính toán kiểm tra cọc khi vận chuyển và lắp dựng

Số lượng các móc treo của cọc khi thi công phụ thuộc vào chiều dài cọc và quá
trình vận chuyển cọc. Đối với loại cọc dài $l \geq 10m$ (l – chiều dài cọc) thường bố trí 2
móc treo, còn đối với loại cọc ngắn $l < 10m$ thì chỉ cần 1 móc treo là đủ.

Đối với loại cọc dài thì vị trí của hai móc treo sẽ đặt cách hai đầu của cọc một đoạn bằng $0,207l$; khi đó mô men uốn sẽ là $M_1 = q(0,207l)^2 = 0,043ql^2$

Đối với loại cọc ngắn, móc treo sẽ cách đầu của cọc một đoạn là $0,294l$, khi đó mô men uốn sẽ là $M_2 = q(0,294l)^2 = 0,086ql^2$

13.3 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ TƯỜNG NGĂN LỬA

13.3.1 Các số liệu đầu vào:

- Các tài liệu về máy biến áp: kích thước bao của thiết bị, thể tích dầu, chiều cao đỉnh thùng dầu phụ ..., để xác định kích thước của tường
- Các số liệu về địa chất để có giải pháp móng thích hợp
- Tải trọng gió: Tải trọng gió xác định theo vùng gió tại địa điểm xây dựng trạm

13.3.2 Tính toán kết cấu:

13.3.2.1 Tải trọng tác dụng lên tường bao gồm

- Trọng lượng bản thân
- Tải trọng gió:
- + Áp lực gió đẩy : $W_d = \gamma \times W_0 \times C_d \times k$
- + Áp lực gió hút : $W_h = \gamma \times W_0 \times C_h \times k$

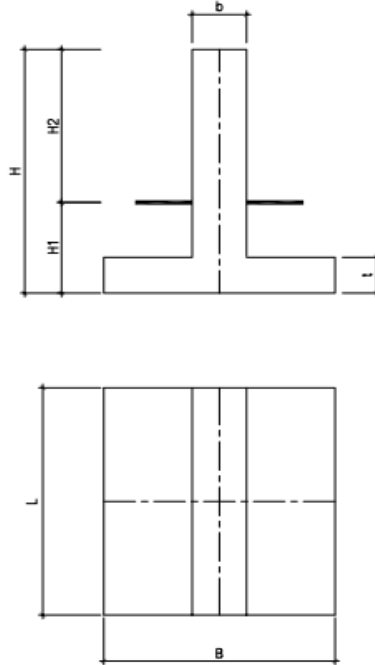
γ – hệ số độ tin cậy của tải trọng gió lấy bằng 1,2

W_0 – giá trị của áp lực gió, lấy theo bản đồ phân vùng áp lực gió tại Việt Nam

Vùng áp lực gió trên bản đồ	I	II	III	IV	V
W_0 (daN/m ²)	65	95	125	155	185

C_d, C_h – hệ số khí động, tra bảng: $C_d = 0,8$; $C_h = -0,6$

k – hệ số kể đến sự thay đổi áp lực gió theo độ cao và dạng địa hình



13.3.2.2 Tính cốt thép tường ngăn

Lực ngang tác dụng lên tường ngăn: $Q = (W_d + W_h) \times H_2 \times L$

Mô men uốn tại chân tường ngăn: $M = Q \times \left(\frac{H_2}{2} + (H_1 - t) \right)$

H_1 – Chiều cao tường chắn (từ mặt đất lên đỉnh)

H_2 – Chiều cao tường chắn (từ mặt đất xuống đáy móng)

b – chiều dày tường

t – chiều cao móng tường

Cắt đoạn tường có chiều dài $l=1\text{m}$ để tính

Mô men lớn nhất tại chân tường: $M_{\max} = \frac{M}{L}$

Diện tích cốt thép theo tính toán: $F_a = \frac{M_{\max}}{R_a \gamma_{h_0}}$

13.3.2.3 Tính móng

Lựa chọn giải pháp kết cấu móng: Tùy theo tình hình địa chất của từng trạm khác nhau, có thể sử dụng các loại móng: móng bản và móng cọc.

- Trường hợp móng bản:

Sử dụng móng bản trong trường hợp nền trạm có điều kiện địa chất tương đối tốt.

a. Chọn kích thước móng:

Các số liệu tính toán:

γ_{bt} – dung trọng của bê tông

γ_{tb} – dung trọng trung bình của đất và móng (trên mực nước ngầm)

γ_{tbdn} – dung trọng trung bình của đất và móng (dưới mực nước ngầm)

H_n – Chiều cao mực nước ngầm (tính từ đáy móng trở lên)

B – Bề rộng móng tường ngăn

L – Chiều dài tường ngăn

t – chiều cao móng

+ Tải trọng đứng tiêu chuẩn tác dụng lên đáy móng:

Nếu $H_n > 0$: mực nước ngầm nằm trên đáy móng:

$$P_{mz}^{tc} = P_z + \gamma_{bt} b H_1 L + \gamma_{bt} B L (H_2 - H_n) + \gamma_{tbdn} B L H_n$$

Nếu $H_n \leq 0$: mực nước ngầm nằm dưới đáy móng:

$$P_{mz}^{tc} = P_z + \gamma_{bt} b H_1 L + \gamma_{bt} B L H_2$$

P_z – trọng lượng bản thân tường

+ Mô men uốn tiêu chuẩn tại đáy móng: $M_m^{tc} = Q^{tc} \left(\frac{H_2}{2} + H_1 \right)$

b. Tính kiểm tra khả năng chịu lực của đất nền:

- Cường độ tiêu chuẩn của đất nền theo TCVN 9362:2012

$$R = \frac{m_1 \times m_2}{k_{tc}} (A \times b \times \gamma + B \times h \times \gamma' + D \times c)$$

c. Tính kiểm tra móng theo trạng thái giới hạn thứ nhất:

- Ứng suất dưới đáy móng:

$$\sigma_{\max, \min}^{tc} = \frac{P_m^{tc}}{F} \pm \left(\frac{M_m^{tc}}{W} \right)$$

F – Diện tích móng

W – Mô men chống uốn của móng

Kiểm tra theo các điều kiện sau: $\sigma_{tb}^{tc} \leq R^{tc}; \sigma_{\max}^{tc} \leq 1,2R^{tc}$

d. Tính kiểm tra khả năng chống lật của móng:

$$k_{cl} = \frac{M_{cl}}{M_l}$$

Kiểm tra khả năng chống lật theo điều kiện:

k_{cl} – hệ số ổn định chống lật $> 1,5$

M_{cl} – mô men chống lật $M_{cl} = P_{mz}'' \times \frac{B}{2}$

M_l – Mô men gây lật $M_l = M_m'' = Q'' \left(\frac{H_2}{2} + H_1 \right)$

e. Tính kiểm tra lún của móng:

Nội dung phần tính toán này nhằm để khống chế biến dạng của nền, không cho biến dạng của nền lớn tới mức làm nứt nẻ, hư hỏng công trình bên trên hoặc làm cho công trình bên trên nghiêng lệch lớn, không thỏa mãn điều kiện sử dụng.

Để đảm bảo yêu cầu đó thì độ lún của nền phải thỏa mãn điều kiện: $S_{tt} \leq [S_{gh}]$

Trong đó: S_{tt} – Độ lún tính toán của công trình thiết kế

$[S_{gh}]$ – Trị số giới hạn về biến dạng của công trình; quy định tùy thuộc vào tình hình cụ thể của công trình lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012 – Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình

- Có nhiều phương pháp tính lún cho móng. Trong đề án này chỉ đề cập phương pháp tính độ lún của móng theo phương pháp cộng lún từng lớp (*xem tương tự như phần tính lún móng máy biến áp – phần móng bản*)

f. Tính kiểm tra độ nghiêng của móng:

Độ nghiêng của móng là tỷ số giữa độ lún của các điểm bên ngoài của móng với kích thước (chiều dài, chiều rộng) qua điểm ấy.

- Độ nghiêng của móng theo phương cạnh dài:

$$i_l = \frac{1 - \mu^2}{E} \times k_l \times \frac{P \times e_l}{(l/2)^3}$$

- Độ nghiêng của móng theo phương cạnh ngắn:

$$i_b = \frac{1 - \mu^2}{E} \times k_b \times \frac{P \times e_b}{(b/2)^3}$$

P – hợp lực tất cả các tải trọng đứng của móng trên nền

e_l, e_b – lần lượt là khoảng cách của điểm đặt hợp lực đến giữa đáy móng theo phương trục dọc, trục ngang

E, μ – là mô đun biến dạng và hệ số Poat – xông của đất lấy theo trị trung bình trong phạm vi tầng chịu nén.

k_l, k_b – các hệ số phụ thuộc vào tỷ số của các cạnh đáy móng.

Điều kiện: $i_l, i_b < i_{gh}$; với i_{gh} là độ nghiêng giới hạn lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012 – Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

g. Tính toán cốt thép móng:

- Áp lực tác dụng lên đất đáy móng:

$$\sigma_{\max, \min}'' = \frac{P_m'''}{F} \pm \left(\frac{M_m''}{W} \right)$$

Cắt 1m dọc theo chiều dài của móng. Mô men lớn nhất:

$$M_{\max} = \sigma_{\max} \times \frac{l^2}{2}$$

l – chiều dài phần công xôn; $l = \frac{(B - b)}{2}$

$$\text{Diện tích cốt thép cần thiết: } F_a = \frac{M_{\max}}{R_a \gamma h_0}$$

h_0 – chiều cao làm việc của bê tông bản đáy; $h_0 = t - a$

- Trường hợp móng cọc:

Sử dụng móng cọc trong trường hợp nền trạm có điều kiện địa chất yếu, có chiều sâu lớn, nếu sử dụng móng bản thì các yêu cầu về cường độ và độ lún vượt quá giới hạn cho phép.

Móng cọc thường dùng loại cọc đặc (có tiết diện vuông), hạ cọc bằng phương pháp ép.

1. Nguyên tắc tính toán móng cọc:

Nền và móng cọc phải được tính toán theo các trạng thái giới hạn:

a. Nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất:

- Theo cường độ vật liệu cọc và đài cọc
- Theo sức kháng của đất đối với cọc (sức chịu tải của cọc theo đất)
- Theo sức chịu tải của đất nền tựa cọc
- Theo trạng thái mất ổn định của nền chứa cọc, nếu lực ngang truyền vào nó đủ lớn (trường chắn, móng của các kết cấu có lực đẩy ngang...)

b. Nhóm trạng thái giới hạn thứ hai gồm:

- Theo độ lún nền tựa cọc và móng cọc chịu tải trọng thẳng đứng.
- Theo chuyển vị đồng thời của cọc với đất nền chịu tác dụng của tải trọng ngang và mô men
- Theo sự hình thành hoặc mở rộng các vết nứt cho các cấu kiện bê tông cốt thép móng cọc.

2. Xác định khả năng chịu tải của cọc:

2.1 Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu chế tạo cọc:

Xác định theo công thức sau: $P_{vl} = m(R_{bt}F_{bt} + R_{ct}F_{ct})$

m – hệ số điều kiện làm việc; $m=0,85$

R_n – cường độ tính toán của bê tông khi nén dọc trục.

F_{bt} – diện tích tiết diện ngang của cọc.

F_{ct} – diện tích tiết diện ngang của các cốt thép dọc trong cọc.

2.2 Xác định sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cơ lý đất nền:

2.2.1 Sức chịu tải của cọc chống (theo TCVN 10304-2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế)

Sức tải trọng chịu nén $R_{c,u}$ của cọc được xác định theo công thức:

$$R_{c,u} = \gamma_c q_b A_b$$

γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

q_b – cường độ sức kháng của đất nền dưới mũi cọc chống. Đối với cọc đóng và ép từa trên nền đá và ít bị nén thì $q_b = 20\text{Mpa}$; các trường hợp khác tra theo Bảng 2.

Trong mọi trường hợp giá trị q_b không lấy quá 20Mpa

A_b – diện tích từa cọc trên nền, lấy bằng diện tích mặt cắt ngang đối với cọc đặc

2.2.2 Sức chịu tải của cọc treo hạ bằng phương pháp đóng hoặc ép (theo TCVN 10304-2014: *Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế*)

+ Sức chịu tải trọng nén

Sức chịu tải trọng nén $R_{c,u}$ của cọc treo được xác định bằng tổng sức kháng của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc: $R_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_i l_i)$

γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

q_b – cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc, lấy theo Bảng 2.

u – chu vi tiết diện ngang thân cọc.

f_i – cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ “i” trên thân cọc, lấy theo Bảng 3

A_b – diện tích cọc từa trên đất, lấy bằng diện tích tiết diện ngang mũi cọc đặc

l_i – chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ “i”.

γ_{cq} và γ_{ct} – tương ứng là các hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc có xét đến ảnh hưởng của phương pháp hạ cọc đến sức kháng của đất, tra bảng 4.

+ Sức chịu tải trọng kéo

Sức chịu tải trọng kéo $R_{t,u}$ của cọc treo được xác định theo công thức:

$$R_{t,u} = \gamma_c u \sum \gamma_{cf} f_i l_i$$

γ_c – hệ số điều kiện làm việc của cọc, lấy cho mọi loại nhà và công trình: khi chiều sâu hạ cọc nhỏ hơn 4m, $\gamma_c = 0,6$; khi chiều sâu hạ cọc lớn hơn hoặc bằng 4m, $\gamma_c = 0,8$. Riêng đối với trụ đường dây tải điện, hệ số γ_c lấy theo Bảng 14

2.3 Xác định sức chịu tải tính toán của cọc:

- Đối với cọc chịu nén: $R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_k}$

- Đối với cọc chịu kéo: $R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_k}$

$R_{c,d}$ và $R_{t,d}$ – tương ứng là trị tính toán sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc.

$R_{c,k}$ và $R_{t,k}$ – tương ứng là trị tiêu chuẩn sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc, được xác định từ các trị riêng sức chịu tải trọng nén cực hạn $R_{c,u}$ và sức chịu tải trọng kéo cực hạn $R_{t,u}$.

γ_k – hệ số tin cậy theo đất

3. Xác định số lượng cọc và bố trí cọc trong móng:

3.1 Xác định số lượng cọc

Khi tải trọng của công trình đặt đúng tâm móng thì số lượng cọc xác định theo công thức sau: $n_c = \frac{\sum N}{R_{c,d}}$

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán

$R_{c,d}$ – sức chịu tải tính toán của cọc

Trường hợp tải trọng của công trình tác dụng không đúng tâm thì số lượng cọc được xác định căn cứ vào tính chất tác dụng của tải trọng gây ra độ lệch tâm. Nếu độ lệch tâm e là hằng số thì số lượng cọc có thể xác định như đối với trường hợp tải trọng đặt đúng tâm. Nếu như độ lệch tâm e thay đổi theo chiều tác dụng của tải trọng (như tải trọng gió gây ra theo mọi phía) thì số lượng cọc xác định như sau:

$$n_c = \mu \frac{\sum N}{R_{c,d}}$$

μ – hệ số kể đến sự thay đổi sự thay đổi độ lệch tâm lấy bằng 1-1,2 khi $e \geq 0$

3.2 Cấu tạo của đài cọc

Chiều cao tối thiểu của đài cọc phụ thuộc vào điều kiện nhàm của cọc trong móng, được xác định như sau: $h_d = h_1 + h_2$

h_1 – chiều sâu cọc ngàm trong đài

h_2 – chiều dày bản bê tông ở trên đỉnh cọc, được xác định theo điều kiện cọc không chọc thủng đài

3.3 Tính toán đài cọc

Đài cọc được tính toán theo điều kiện chọc thủng và theo khả năng chịu uốn

Tính toán đài cọc theo điều kiện chọc thủng giống như móng đặt trên nền thiên nhiên

Chiều cao làm việc của đài cọc được xác định căn cứ vào điều kiện sau:

$$h_0 \geq \frac{P_1}{0,75R_k u_{tb}}$$

P_1 – lực chọc thủng tính toán, lấy bằng tổng phản lực của các cọc nằm ngoài phạm vi mặt phẳng chọc thủng

u_{tb} – chu vi của hình tháp chọc thủng

Khi tính toán đài cọc theo khả năng chịu uốn thì cần xác định các trị số mô men M ở các tiết diện thay đổi theo chiều cao của đài cọc. Diện tích cốt thép cần thiết

được xác định: $F_a = \frac{M}{0,9h_0R_a}$

4. Kiểm tra lực tác dụng trên cọc và trên nền đất

4.1 Kiểm tra lực tác dụng trên cọc:

a. Trường hợp móng cọc chịu tải trọng đúng tâm

Khi móng cọc chịu tải trọng đúng tâm thì tải trọng tải trọng tính toán trên mỗi cọc theo phương thẳng đứng luôn luôn phải nhỏ hơn hoặc bằng sức chịu tải tính toán của cọc được xác định theo quy phạm hoặc dựa vào kết quả thí nghiệm.

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \leq P$$

P_m – tải trọng tính toán tác dụng lên mỗi cọc theo phương thẳng đứng

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tác dụng lên đài cọc

n_c – số lượng cọc bố trí trong móng

P – sức chịu tải tính toán của cọc

b. Trường hợp móng cọc chịu tải trọng lệch tâm

Thỏa mãn điều kiện:

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2} \leq P$$

M_x và M_y – mô men uốn tính toán đối với các trục chính của mặt phẳng đáy đài cọc

x_i và y_i – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của mỗi cọc

x và y – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của cọc khảo sát

4.2 Kiểm tra lực tác dụng trên nền đất:

Khi kiểm tra lực tác dụng trên nền đất ở mặt phẳng mũi cọc, móng cọc lúc đó được coi như một khối lăng trụ liên tục có mặt thẳng đứng bao gồm cả đất lẫn cọc. Ranh giới của khối lăng trụ đó được xác định: phía trên là mặt đất thiết kế; phía hông là các mặt phẳng thẳng đứng, phía dưới là mặt phẳng nằm ở mũi cọc

Ranh giới mặt phẳng nằm ở mũi cọc là giao tuyến giữa nó với các đường thẳng hạ xiên góc (hợp với đường thẳng đứng một góc là $\varphi^{tc}/4$) từ rìa ngoài của hệ thống cọc tại cao trình đáy đài cọc.

Để đảm bảo móng cọc có khả năng chịu được tác dụng của tải trọng công trình thì ứng suất ở mặt phẳng mũi cọc không được vượt quá áp lực tiêu chuẩn của nền đất thiên nhiên

$$\frac{\sum N^{tc}}{F_m} + \frac{M_{tc}}{W_m} \leq R_{tc}$$

$\sum N^{tc}$ – tổng tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng tác dụng lên mặt phẳng mũi cọc, gồm cả trọng lượng khối móng quy ước (gồm cả cọc và đất bao quanh cọc)

M_{tc} – mô men của tải trọng tiêu chuẩn đối với trọng tâm ở đáy móng cọc

F_m và W_m – diện tích và mô men chống uốn của khối móng quy ước (ở mặt phẳng đáy của khối móng quy ước)

R_{tc} – áp lực tiêu chuẩn lên đất nền thiên nhiên của khối quy ước ở mặt phẳng mũi cọc

5. Kiểm tra độ lún của móng cọc

Độ lún của móng cọc được tính giống như độ lún của móng bình thường đặt trên nền thiên nhiên. Ở đây cần chú ý rằng ứng suất gây lún sẽ được tính từ mặt phẳng đáy móng quy ước (tức là ở mặt phẳng mũi cọc).

Trị số độ lún tính toán phải luôn luôn nhỏ hơn trị số độ lún giới hạn được quy định theo quy phạm: $S \leq S_{gh}$

6. Tính toán kiểm tra cọc khi vận chuyển và lắp dựng

Số lượng các móc treo của cọc khi thi công phụ thuộc vào chiều dài cọc và quá trình vận chuyển cọc. Đối với loại cọc dài $l \geq 10m$ (l – chiều dài cọc) thường bố trí 2 móc treo, còn đối với loại cọc ngắn $l < 10m$ thì chỉ cần 1 móc treo là đủ..

Đối với loại cọc dài thì vị trí của hai móc treo sẽ đặt cách hai đầu của cọc một đoạn bằng $0,207l$; khi đó mô men uốn sẽ là $M_1 = q(0,207l)^2 = 0,043ql^2$

Đối với loại cọc ngắn, móc treo sẽ cách đầu của cọc một đoạn là $0,294l$, khi đó mô men uốn sẽ là $M_2 = q(0,294l)^2 = 0,086ql^2$

Chương 14

TÍNH TOÁN NHÀ ĐIỀU HÀNH

14.1 THUYẾT MINH TÍNH TOÁN NHÀ ĐIỀU HÀNH

14.1.1 Những yêu cầu cơ bản về tính toán

Trên cơ sở giải pháp kết cấu của nhà được chọn là kết cấu bê tông cốt thép, do đó việc tính toán nhà điều khiển cần phải thoả mãn những yêu cầu về tính toán theo độ bền (các trạng thái giới hạn thứ nhất) và đáp ứng điều kiện sử dụng bình thường (các trạng thái giới hạn thứ hai) theo TCVN 5574:2012.

14.1.2 Tính toán theo các trạng thái giới hạn thứ nhất nhằm đảm bảo cho kết cấu:

Không bị phá hoại giòn, dẻo, hoặc theo dạng phá hoại khác (trong trường hợp cần thiết, tính toán theo độ bền có kể đến độ võng của kết cấu tại thời điểm trước khi bị phá hoại).

Không bị mất ổn định về hình dạng (tính toán ổn định các kết cấu thành mỏng) hoặc về vị trí (tính toán chống lật và trượt cho tường chắn đất, tính toán chống đẩy nổi cho các bể chứa chìm hoặc ngầm dưới đất, trạm bơm, v.v...).

Không bị phá hoại vì mỏi (tính toán chịu mỏi đối với các cấu kiện hoặc kết cấu chịu tác dụng của tải trọng lặp thuộc loại di động hoặc xung: ví dụ như dầm cầu trục, móng khung, sàn có đặt một số máy móc không cân bằng);

Không bị phá hoại do tác dụng đồng thời của các yếu tố về lực và những ảnh hưởng bất lợi của môi trường (tác động định kỳ hoặc thường xuyên của môi trường xâm thực hoặc hỏa hoạn).

14.1.3 Tính toán theo các trạng thái giới hạn thứ hai nhằm đảm bảo sự làm việc bình thường của kết cấu sao cho:

Không cho hình thành cũng như mở rộng vết nứt quá mức hoặc vết nứt dài hạn nếu điều kiện sử dụng không cho phép hình thành hoặc mở rộng vết nứt dài hạn.

Không có những biến dạng vượt quá giới hạn cho phép (độ võng, góc xoay, góc trượt, dao động...).

Theo điều 4.2.2 của TCVN 5574:2012: Cho phép không cần tính toán kiểm tra sự mở rộng vết nứt và biến dạng nếu qua thực nghiệm hoặc thực tế sử dụng các kết cấu tương tự đã khẳng định được: bề rộng vết nứt ở mọi giai đoạn không vượt quá giá trị cho phép và kết cấu có đủ độ cứng ở giai đoạn sử dụng.

Đối với kết cấu phần thân nhà điều khiển của các TBA đã qua thực tế sử dụng rất nhiều công trình tương tự và đã khẳng định được yêu cầu nêu trên của tiêu chuẩn, nên đề án chỉ thực hiện chỉ dẫn tính toán theo trạng thái thứ nhất.

Đối với phần móng nhà điều khiển cần tính toán kiểm tra theo hai trạng thái giới hạn nêu trên.

Do hoạt tải (gió, động đất...) tác dụng lên nhà của mỗi công trình phụ thuộc vào phân vùng áp lực gió, phân vùng động đất... và địa chất của mỗi công trình ở mỗi nơi sẽ khác nhau, nên đề án chỉ đưa ra các chỉ dẫn và các bước tính toán như sau:

14.1.4 Các quy định, quy phạm và tiêu chuẩn tính toán

TCVN 2737:1995: Tải trọng và tác dụng

TCVN 9386:2012: Thiết kế công trình chịu động đất

TCVN 5574:2012: Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế

TCVN 9362:2012: Nền nhà và công trình – Tiêu chuẩn thiết kế

TCVN 10304:2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế

Các quy định và các tiêu chuẩn hiện hành

14.1.5 Vật liệu kết cấu

14.1.5.1 Bê tông cấp độ bền B15

- Cường độ tiêu chuẩn:

+Nén dọc trục: $R_{bn} = 11\text{MPa}$

+Kéo dọc trục: $R_{btn} = 1,15\text{MPa}$

- Cường độ tính toán:

+Nén dọc trục: $R_b = 8,5\text{MPa}$

+Kéo dọc trục: $R_{bt} = 0,75\text{MPa}$

- Môđun đàn hồi: $E_b = 23000\text{MPa}$

- Môđun trượt: $G = 0,4$

- Hệ số nở ngang: $\nu = 0,2$

- Hệ số giãn nở nhiệt: $\alpha_{bt} = 1,10 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

- Khối lượng riêng: $g = 2500\text{kg/m}^3$

14.1.5.2 Bê tông cấp độ bền B20

- Cường độ tiêu chuẩn:

+Nén dọc trục: $R_{bn} = 15\text{MPa}$

+Kéo dọc trục: $R_{btn} = 1,40\text{MPa}$

- Cường độ tính toán:

+Nén dọc trục: $R_b = 11,5\text{MPa}$

+Kéo dọc trục: $R_{bt} = 0,90\text{MPa}$

- Môđun đàn hồi: $E_b = 27000\text{MPa}$

- Môđun trượt: $G = 0,4$

- Hệ số nở ngang: $\nu = 0,2$

- Hệ số giãn nở nhiệt: $\alpha_{bt} = 1,10 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Khối lượng riêng: $g = 2500 \text{ kg/m}^3$

14.1.5.3 Bê tông cấp độ bền B25

- Cường độ tiêu chuẩn:
 - + Nén dọc trục: $R_{bn} = 18,5 \text{ MPa}$
 - + Kéo dọc trục: $R_{btn} = 1,60 \text{ MPa}$
- Cường độ tính toán:
 - + Nén dọc trục: $R_b = 14,5 \text{ MPa}$
 - + Kéo dọc trục: $R_{bt} = 1,05 \text{ MPa}$
- Môđuy đàn hồi: $E_b = 30000 \text{ MPa}$
- Môđuy trượt: $G = 0,4$
- Hệ số nở ngang: $\nu = 0,2$
- Hệ số giãn nở nhiệt: $\alpha_{bt} = 1,10 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Khối lượng riêng: $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$

14.1.5.4 Cốt thép

Đối với thép có $\phi < 10 \text{ mm}$: Nhóm A-I hoặc tương đương dùng cho cốt đai

Đối với thép có $\phi \geq 10 \text{ mm}$: Nhóm A-II hoặc tương đương dùng cho cốt dọc chịu lực

- Cường độ chịu kéo tiêu chuẩn:
 - $R_{sn}^{A-I} = 235 \text{ MPa}$
 - $R_{sn}^{A-II} = 295 \text{ MPa}$
- Cường độ tính toán cốt dọc:
 - $R_s^{A-I} = 225 \text{ MPa}$
 - $R_s^{A-II} = 280 \text{ MPa}$
- Cường độ tính toán cốt ngang:
 - $R_{sw}^{A-I} = 175 \text{ MPa}$
 - $R_{sw}^{A-II} = 225 \text{ MPa}$
- Môđuy đàn hồi: $E_s = 210000 \text{ MPa}$
- Khối lượng riêng: $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$

14.1.5.5 Tải trọng

Dùng phần mềm kết cấu SAP 2000, Etabs... để mô hình kết cấu công trình. Trong đó tải trọng bản thân các kết cấu dầm, sàn, cột ta để cho máy tự tính. Tải trọng tác dụng lên công trình ta tính toán để nhập vào phần mềm kết cấu nêu trên, như sau :

14.1.5.6 Tĩnh tải

- Khối lượng riêng của một số vật liệu chính được cho trong bảng dưới đây:

BTCT	25	kN/m ³
Vữa XM	16	kN/m ³

Gạch men	0.17	kN/m ²
Gạch rỗng	15	kN/m ³
Cửa nhôm	0.15	kN/m ²
Tường 220	3.759	kN/m ²
tường 110	1.944	kN/m ²
vữa trát	0.24	kN/m ²
vữa lót	0.32	kN/m ²

Từ khối lượng lượng cho trong bảng trên nhân với hệ số vượt tải cho từng loại tải trọng ta tính được tính tải của sàn, tường gạch và cửa.

14.1.5.7 Hoạt tải

Bao gồm tải trọng gió và thiết bị

a. Tải thiết bị

Hoạt tải được lấy theo tiêu chuẩn TCVN 2737:1995 và catalog của thiết bị

b. Hoạt tải gió

Hoạt tải được tính theo tiêu chuẩn TCVN 2737:1995

- Công thức tính: $W = \gamma \cdot W_0 \cdot k \cdot C_x \cdot T$

Trong đó:

+ W_0 : áp lực gió cơ bản phụ thuộc phân vùng gió theo bảng 4 TCVN 2737:1995

+ k : hệ số phụ thuộc chiều cao và dạng địa hình theo bảng 5 TCVN 2737:1995

+ C_x : hệ số khí động, phụ thuộc hình dạng kết cấu

+ γ : hệ số độ tin cậy lấy bằng 1,2

+ T : hệ số sử dụng thời gian lấy theo bảng 12 TCVN 2737:1995

14.1.5.8 Tải trọng động đất (tải đặc biệt)

Trường hợp công trình được xây dựng nằm trong phân vùng có giá trị gia tốc nền thiết kế $a_g \geq 0,08g$, thì phải tính toán động đất theo TCVN 9386:2012.

Trên cơ sở, tiêu chuẩn TCVN 9386-2012 là bản dịch của EuroCode 8 và hiện nay các phần mềm Sap hoặc Etabs phiên bản mới đã có phương pháp tính toán tự động tải trọng động đất theo tiêu chuẩn EuroCode 8.

Do đó, ta cần xác định các thông số cơ bản theo TCVN 9386:2012 để nhập vào chương trình Sap hoặc Etabs để tự động tính toán như sau:

- a_g : Gia tốc nền thiết kế
- γ_1 : Hệ số tầm quan trọng của công trình
- q : Hệ số ứng xử
- Loại nền đất công trình (A, B, C, D, E)

14.1.5.9 Tính toán kết cấu sàn

a) Phân tích sơ đồ kết cấu

Theo phương ngang sàn được xem như là tuyệt đối cứng, sàn chịu tải trọng thẳng đứng vừa là kết cấu chịu tải trọng ngang trong sơ đồ khung giằng. Theo phương thẳng đứng sàn làm việc như kết cấu chịu uốn. Tùy theo các cạnh được liên kết mà bản bị uốn theo một phương hoặc hai phương.

- Khi $l_2 < 2l_1$ tính toán bản sàn bị uốn theo 2 phương hoặc còn gọi là bản kê bốn cạnh.

- Khi $l_2 \geq 2l_1$ bỏ qua sự uốn theo phương cạnh dài, tính toán như bản loại dầm theo phương cạnh ngắn.

b) Tính nội lực

a. Sàn bản kê ($l_2 < 2l_1$)

Bản sàn được liên kết với dầm theo hai phương. Do các ô bản liên tục theo sơ đồ dàn hồi nên nội lực trong bản được tính toán theo công thức sau :

$$M_1 = \alpha_1 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot q$$

$$M_2 = \alpha_2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot q$$

$$M_{I} = -\beta_1 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot q$$

$$M_{II} = -\beta_2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot q$$

Trong đó :

+ 1,2 : là chỉ số phương cạnh bản.

+ M_1, M_2 : giá trị momen lớn nhất ở nhịp theo phương l_1, l_2 .

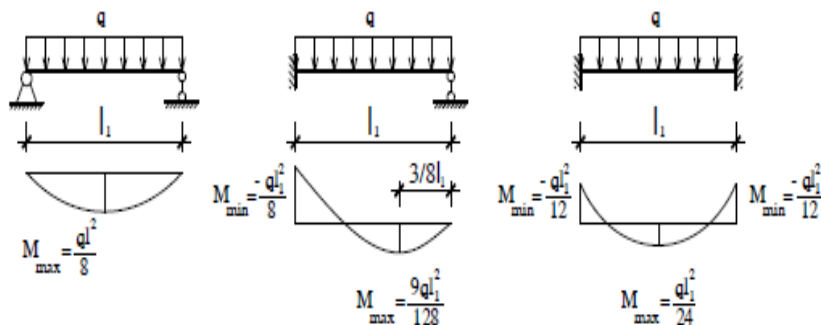
+ M_I, M_{II} : giá trị momen lớn nhất ở gối tựa theo phương l_1, l_2

+ q : Tải trọng tác dụng lên bản sàn

+ Các hệ số $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ là hệ số được xác định phụ thuộc vào tỷ lệ giữa cạnh dài và cạnh ngắn l_2/l_1 và các sơ đồ liên kết (9 sơ đồ).

b. Sàn bản dầm ($l_2 \geq 2l_1$)

Cắt một dải bản có bề rộng 1m theo phương cạnh ngắn để tính toán. Tùy thuộc vào liên kết giữa sàn và dầm mà ta có các sơ đồ tính như sau:



c) Tính toán cốt thép

Sau khi xác định được nội lực tiến hành tính toán cốt thép bản sàn theo cấu kiện chịu uốn.

Cắt dải bản rộng $b = 100 \text{ cm}$.

Chiều cao làm việc $h_0 = hb - a$: a là chiều dày lớp bê tông bảo vệ, hb là chiều dày bản sàn.

Diện tích cốt thép yêu cầu:

$$A_S^{TT} = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} (\text{cm}^2)$$

Tính α_R : $\alpha_R = \zeta_R (1 - 0,5 \cdot \zeta_R)$

ζ_R Phụ thuộc vào cường độ bê tông và thép tra bảng

Tính α_m : $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$

+ Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R$ thì tính $\zeta = 0,5 \cdot [1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}]$

+ Nếu $\alpha_m > \alpha_R$ thì tăng chiều dày bản hoặc tăng cấp độ bền của bê tông để $\alpha_m \leq \alpha_R$.

Hàm lượng cốt thép hợp lý $\mu = (0,3 - 0,9)\%$.

14.1.6 Tính toán kết cấu cột

Sau khi xác định được nội lực của cột từ các mô hình Sap, Etabs... tiến hành tính toán cốt thép cột theo cấu kiện chịu nén và nén lệch tâm.

Với cột khung, xuất nội lực tại 2 tiết diện đầu và cuối của cột. Sau khi tiến hành tổ hợp nội lực thì tiến hành tính toán cốt thép cho cột.

Tổ hợp nội lực tính toán cho cột cần tiến hành tổ hợp đồng thời lực dọc N và mômen uốn M cho từng tiết diện vì rằng khi tính toán cốt thép cần sử dụng cùng lúc cả M và N . Trong mỗi tổ hợp tại mỗi tiết diện cần tổ hợp để tìm ra các cặp nội lực: M_{max} và N_{ur} ; M_{min} và N_{ur} ; N_{max} và M_{ur} .

14.1.6.1 Tính cốt thép dọc cho cột chịu nén với trường hợp lệch tâm phẳng

Khi trục của dầm và cột cùng nằm trong một mặt phẳng và các tải trọng tác dụng trong mặt phẳng đó thì ta được sơ đồ kết cấu khung phẳng.

Với sơ đồ kết cấu nêu trên thì ta tính toán cốt thép cột theo trường hợp cột chịu nén lệch tâm phẳng, bố trí cốt thép đối xứng.

14.1.6.2 Tính cốt thép dọc cho cột chịu nén với trường hợp lệch tâm xiên

Khi trục của dầm và cột không nằm trong một mặt phẳng hoặc nằm trong một mặt phẳng nhưng các tải trọng tác dụng ngoài mặt phẳng đó thì ta được sơ đồ kết cấu khung không gian.

Với sơ đồ kết cấu nêu trên thì ta tính toán cốt thép cột theo trường hợp cột chịu nén lệch tâm xiên, bố trí cốt thép đối xứng.

Dùng phương pháp gần đúng dựa trên việc biến đổi trường hợp nén lệch tâm xiên thành nén lệch tâm phẳng tương đương để tính cốt thép.

14.1.7 Tính toán dầm

Sau khi xác định được nội lực của dầm từ các mô hình Sap, Etabs... tiến hành tính toán cốt thép dầm theo cấu kiện chịu uốn.

14.1.8 Tính toán kết cấu móng

Lựa chọn giải pháp kết cấu móng: Tùy theo tình hình địa chất của từng trạm khác nhau, có thể sử dụng các loại móng: móng đơn, móng băng và móng cọc.

Đề án đưa ra trình tự tính toán cho các loại móng nêu trên như sau:

14.1.8.1 Trường hợp móng đơn

Sử dụng móng đơn trong trường hợp nền trạm có điều kiện địa chất tương đối tốt. Trình tự tính toán theo các bước sau

a. Chọn kích thước móng

- Móng nhà được cấu tạo dạng móng đơn nằm dưới cột.
- Kích thước mặt móng phải đảm bảo khả năng chịu tải và độ lún cho phép.

b. Tính kiểm tra khả năng chịu lực của đất nền

- Cường độ tiêu chuẩn của đất nền theo TCVN 9362:2012

$$R = \frac{m_1 \times m_2}{k_{tc}} (A \times b \times \gamma + B \times h \times \gamma' + D \times c)$$

c. Tính kiểm tra móng theo trạng thái giới hạn thứ nhất:

- Ứng suất dưới đáy móng:

$$\sigma_{\max, \min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F} \pm \left(\frac{M_{x,y}^{tc}}{W_{x,y}} \right)$$

Trong đó:

N^{tc} – Tổng tải trọng thẳng đứng tác dụng lên đáy móng

F – Diện tích móng

W – Mô men chống uốn của móng

* Kiểm tra theo các điều kiện sau: $\sigma_{tb}^{tc} < R^{tc}$; $\sigma_{\max}^{tc} < 1,2 R^{tc}$

* Kiểm tra ổn định lật và trượt cho móng

- Kiểm tra ổn định lật:

Trong quá trình chịu lực, nếu dưới đáy móng xuất hiện biểu đồ ứng suất âm, tức $\sigma_{\min} < 0$ thì móng có khả năng bị lật, do vậy cần phải kiểm tra ổn định lật của móng. Việc kiểm tra ổn định lật được tiến hành so với trục đi qua mép ngoài của đáy móng (điểm O) dưới tác dụng của tổ hợp tải trọng tính toán bất lợi nhất.

Điều kiện kiểm tra

$$K_{at} = \Sigma M_{cl} / \Sigma M_{gl} \geq \sigma \{K_l\}$$

Trong đó:

ΣM_{cl} : Tổng momen giữ để móng không bị lật

ΣM_{gl} : Tổng momen gây lật cho móng

$\{K_l\}$: Hệ số ổn định lật cho phép, thông thường $\{K_l\} \geq 1,5$

- Kiểm tra ổn định trượt:

Dưới tác dụng của tải trọng ngang Q sẽ làm cho móng có xu hướng bị trượt ở mặt phẳng đáy móng

Để đảm bảo móng không bị trượt thì phải thỏa mãn điều kiện sau:

$$\Sigma N^t \cdot f \cdot n_0 \geq n \cdot Q$$

ΣN^t : Tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tại đáy móng

n_0 : Hệ số vượt tải của tải trọng thẳng đứng (lấy < 1)

n : Hệ số vượt tải của tải trọng ngang (lấy > 1)

f : Hệ số ma sát giữa đất và nền phụ thuộc vào độ nhám của đáy móng và loại đất.

* Tính toán thép cho móng

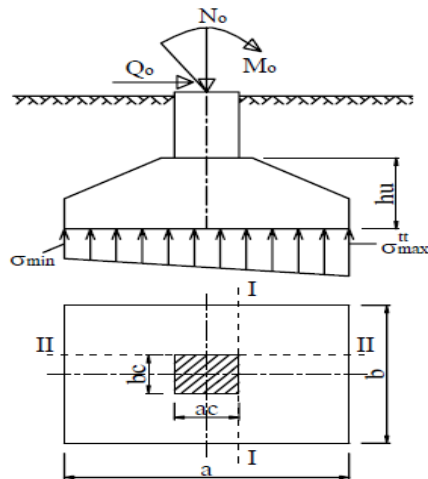
Diện tích cốt thép trong móng tính theo biểu thức:

$$F_a = M^{tt}_{td} / 0,9 \cdot h_0 \cdot m_a \cdot R_a$$

Trong đó: R_a – Cường độ chịu kéo tính toán của cốt thép

m_a – Hệ số điều kiện làm việc của cốt thép trong móng lấy từ 0,85-0,95.

M^{tt}_{td} - Momen tại các tiết diện tính toán (M^{I-I} , M^{II-II}).



$$M^{I-I} = 0,125 \sigma^{tt}_{max} \cdot b \cdot (a - a_c)^2$$

$$M^{II-II} = 0,125 \sigma^{tt}_{max} \cdot a \cdot (b - b_c)^2$$

Sau khi xác định được hàm lượng cốt thép, chọn đường kính cốt thép, tính toán số thanh và bố trí cốt thép cho móng.

d. Tính kiểm tra móng theo trạng thái giới hạn thứ hai:

Nội dung phần tính toán này nhằm để không chế biến dạng của nền, không cho biến dạng của nền lớn tới mức làm nứt nẻ, hư hỏng công trình bên trên hoặc làm cho công trình bên trên nghiêng lệch lớn, không thỏa mãn điều kiện sử dụng.

Để đảm bảo yêu cầu đó thì độ lún của nền phải thỏa mãn điều kiện: $S_u < [S_{gh}]$

Trong đó: S_u – Độ lún tính toán của công trình thiết kế

$[S_{gh}]$ – Trị số giới hạn về biến dạng của công trình; quy định tùy thuộc vào tình hình cụ thể của công trình lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012 – Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình

- Tính độ lún của móng: Có nhiều phương pháp tính độ lún của móng, trong đề án này trình bày phương pháp cộng lún từng lớp (*tương tự như phần tính lún cho móng bản của móng máy biến áp*):

e. Tính kiểm tra độ nghiêng của móng

Độ nghiêng của móng là tỷ số giữa độ lún của các điểm bên ngoài của móng với kích thước (chiều dài, chiều rộng) qua điểm ấy.

- Độ nghiêng của móng theo phương cạnh dài:

$$i_l = \frac{1 - \mu^2}{E} \times k_l \times \frac{P \times e_l}{(l/2)^3}$$

- Độ nghiêng của móng theo phương cạnh ngắn:

$$i_b = \frac{1 - \mu^2}{E} \times k_b \times \frac{P \times e_b}{(b/2)^3}$$

P – hợp lực tất cả các tải trọng đứng của móng trên nền

e_l, e_b – lần lượt là khoảng cách của điểm đặt hợp lực đến giữa đáy móng theo phương trục dọc, trục ngang

E, μ – là mô đun biến dạng và hệ số Poat – xông của đất lấy theo trị trung bình trong phạm vi tầng chịu nén.

k_l, k_b – các hệ số phụ thuộc vào tỷ số của các cạnh đáy móng.

Điều kiện: $i_l, i_b < i_{gh}$; với i_{gh} là độ nghiêng giới hạn lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012 – Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

14.1.8.2 Trường hợp móng băng

Móng băng dưới cột được dùng khi tải trọng lớn, các cột đặt ở gần nhau nếu dùng móng đơn thì đất nền không đủ khả năng chịu lực hoặc biến dạng vượt quá trị số cho phép.

a. Chọn kích thước móng

- Móng nhà được cấu tạo dạng móng băng nằm dưới cột.

- Kích thước mặt móng phải đảm khả năng chịu tải và độ lún cho phép.

- Trên cơ sở xác định tổ hợp tải trọng truyền từ cột xuống móng ta xác định sơ bộ tiết diện đáy móng như sau:

$$F_m \geq \sum N^{tc} / (R^{tc} - \gamma_{tb} \cdot h_m)$$

Trong đó:

$$\sigma_{tb}^{tc} \leq R^{tc}$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = \sum N^{tc} / F_m + \gamma_{tb} \cdot h_m$$

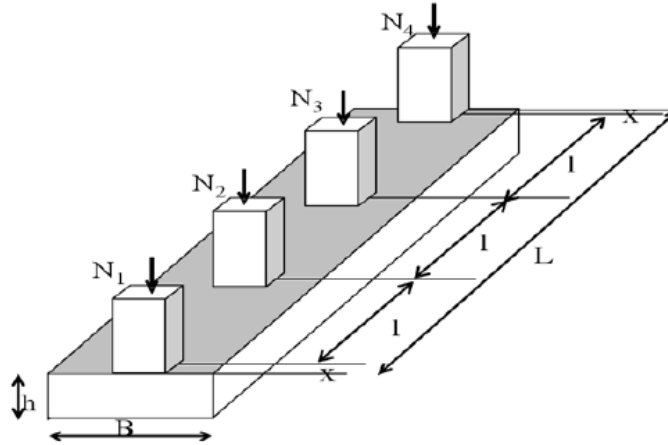
F_m : Diện tích tiết diện đáy móng

R^{tc} Cường độ tiêu chuẩn của đất nền tính như trường hợp móng đơn

γ_{tb} : Trị trung bình (theo từng lớp) của trọng lượng thể tích đất nằm phía trên độ sâu đặt móng

h_m : Chiều sâu đặt móng.

$$\sum N^{tc} = \sum N^{tc}_1 + \sum N^{tc}_2 \dots$$



Cho $B_m = 1\text{m}$, tính được R^{tc} , F_m và tính lại $B_m \dots$ (giải đến khi hội tụ).

b. Tính kiểm tra khả năng chịu lực của đất nền

Tính như móng đơn

c. Tính kiểm tra móng theo trạng thái giới hạn thứ nhất:

* Kiểm tra điều kiện $\sigma_{tb}^{tc} < R^{tc}$; $\sigma_{max}^{tc} < 1,2 R^{tc}$ tương tự trường hợp móng đơn

* Kiểm tra ổn định lật và trượt cho móng tương tự trường hợp móng đơn

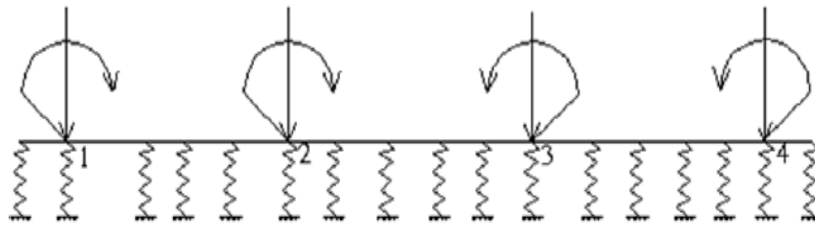
* Tính toán thép cho móng

Thực tế làm việc độ cứng của móng hữu hạn nên trong tính toán móng chịu uốn phải kể đến ứng xử thực của đất nền. Móng có khả năng uốn dưới tác dụng của tải trọng. Ngoài biên dạng đàn hồi, nền đất còn có biến dạng dư. Để đơn giản tính toán, đất nền được coi gần đúng là đàn hồi, độ lún chỉ xảy ra trong phạm vi diện gia tải và được thay thế tương đương bởi một hệ lò xo đàn hồi tuyến tính (nền Winkler hay nền đàn hồi cục bộ).

Khoảng cách giữa hai lò xo càng nhỏ thì độ chính xác càng cao.

Hằng số đàn hồi của hệ các lò xo được gọi là hệ số nền C.

Do đó, để tìm nội lực của móng việc quan trọng nhất là phải tìm hệ số nền C.



Hiện nay có nhiều phương pháp xác định hệ số nền C, như sau:

+ Phương pháp tra bảng:

Dựa vào phân loại đất và độ chặt của lớp đất dưới đáy móng.

Dựa vào phân loại đất và trạng thái của lớp đất dưới đáy móng.

+ Phương pháp thí nghiệm hiện trường (thí nghiệm bàn nén hiện trường).

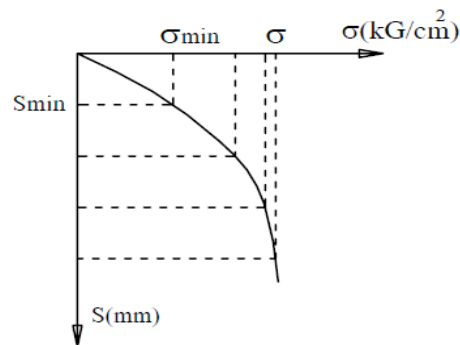
+ Phương pháp tính theo các công thức nền móng.

$$C = \sigma_{\min} / S_{\min}$$

Trong đó:

σ_{\min} : Ứng suất gây lún ở giai đoạn nén đàn hồi (kG/cm^2) ứng với độ lún bằng $1/4 - 1/5$ độ lún cho phép.

S_{\min} : Độ lún trong giai đoạn nén đàn hồi, ứng với ứng suất σ_{\min}



Sau khi tìm được hệ số nền C, ta tính độ cứng của lò xo để mô hình vào các phần mềm tính kết cấu như Sap, Etabs... để tìm nội lực. Độ cứng của lò xo (k_{lx}) được xác định theo công thức: $k_{lx} = C \cdot B_m \cdot l_{lx}$

Trong đó:

B_m : bề rộng móng

l_{lx} : khoảng cách giữa các lò xo, thông thường $l_{lx} = 0,5\text{m}$.

Sử dụng phần mềm tính kết cấu như Sap, Etabs... để mô hình tính toán tìm nội lực và tính thép của móng theo cấu kiện chịu uốn như đã trình bày ở phần tính toán dầm.

d. Tính kiểm tra móng theo trạng thái giới hạn thứ hai: tương tự như móng đơn.

14.1.8.3 Trường hợp móng cọc

Sử dụng móng cọc trong trường hợp nền trạm có điều kiện địa chất yếu, có chiều sâu lớn, nếu sử dụng móng băng thì các yêu cầu về cường độ và độ lún vượt quá giới hạn cho phép.

Móng cọc cho nhà điều khiển thường dùng loại cọc đặc (có tiết diện vuông hoặc tròn), hạ cọc bằng phương pháp ép.

Nền và móng cọc phải được tính toán theo các trạng thái giới hạn:

1. Nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất

- Theo cường độ vật liệu cọc và đài cọc
- Theo sức kháng của đất đối với cọc (sức chịu tải của cọc theo đất)
- Theo sức chịu tải của đất nền tựa cọc
- Theo trạng thái mất ổn định của nền chứa cọc, nếu lực ngang truyền vào nó đủ lớn (tường chắn, móng của các kết cấu có lực đẩy ngang...)

2. Nhóm trạng thái giới hạn thứ hai

- Theo độ lún nền tựa cọc và móng cọc chịu tải trọng thẳng đứng.
- Theo chuyển vị đồng thời của cọc với đất nền chịu tác dụng của tải trọng ngang và mô men
- Theo sự hình thành hoặc mở rộng các vết nứt cho các cấu kiện bê tông cốt thép móng cọc.

3. Xác định khả năng chịu tải của cọc

3.1 Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu chế tạo cọc

Xác định theo công thức sau: $P_{vl} = m(R_{bt}F_{bt} + R_{ct}F_{ct})$

m – hệ số điều kiện làm việc; $m=0,85$

R_n – cường độ tính toán của bê tông khi nén dọc trục

F_{bt} – diện tích tiết diện ngang của cọc

F_{ct} – diện tích tiết diện ngang của các cốt thép dọc trong cọc.

3.2 Xác định sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cơ lý đất nền

a. Sức chịu tải của cọc chống (theo TCVN 10304-2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế)

Sức tải trọng chịu nén $R_{c,u}$ của cọc được xác định theo công thức: $R_{c,u} = \gamma_c q_b A_b$

γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

q_b – cường độ sức kháng của đất nền dưới mũi cọc chống. Đối với cọc đóng và ép từa trên nền đá và ít bị nén thì $q_b = 20\text{Mpa}$; các trường hợp khác tra theo Bảng 2.

Trong mọi trường hợp giá trị q_b không lấy quá 20Mpa

A_b – diện tích tựa cọc trên nền, lấy bằng diện tích mặt cắt ngang đối với cọc đặc

b. Sức chịu tải của cọc treo hạ bằng phương pháp đóng hoặc ép (theo TCVN 10304-2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế)

b. Sức chịu tải trọng nén

Sức chịu tải trọng nén $R_{c,u}$ của cọc treo được xác định bằng tổng sức kháng của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc: $R_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_i l_i)$

γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

q_b – cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc, lấy theo Bảng 2

u – chu vi tiết diện ngang thân cọc

f_i – cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ “i” trên thân cọc, lấy theo Bảng 3

A_b – diện tích cọc tựa trên đất, lấy bằng diện tích tiết diện ngang mũi cọc đặc

l_i – chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ “i”.

γ_{cq} và γ_{ct} - tương ứng là các hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc có xét đến ảnh hưởng của phương pháp hạ cọc đến sức kháng của đất, tra bảng 4.

b.2 Sức chịu tải trọng kéo

Sức chịu tải trọng kéo $R_{t,u}$ của cọc treo được xác định theo công thức: $R_{t,u} = \gamma_c u \sum \gamma_{cf} f_i l_i$

γ_c – hệ số điều kiện làm việc của cọc, lấy cho mọi loại nhà và công trình: khi chiều sâu hạ cọc nhỏ hơn 4m, $\gamma_c = 0,6$; khi chiều sâu hạ cọc lớn hơn hoặc bằng 4m, $\gamma_c = 0,8$. Riêng đối với trụ đường dây tải điện, hệ số γ_c lấy theo Bảng 14

3.3 Xác định sức chịu tải tính toán của cọc

- Đối với cọc chịu nén: $R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_k}$

- Đối với cọc chịu kéo: $R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_k}$

$R_{c,d}$ và $R_{t,d}$ – tương ứng là trị tính toán sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc.

$R_{c,k}$ và $R_{t,k}$ – tương ứng là trị tiêu chuẩn sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc, được xác định từ các trị riêng sức chịu tải trọng nén cực hạn $R_{c,u}$ và sức chịu tải trọng kéo cực hạn $R_{t,u}$.

γ_k – hệ số tin cậy theo đất

4. Xác định số lượng cọc và bố trí cọc trong móng

Số lượng cọc cần thiết được xác định phụ thuộc vào dạng và trị số tải trọng của công trình truyền xuống cũng như khả năng chịu tải của bản thân cọc được chọn.

Khi tải trọng của công trình đặt đúng tâm móng thì số lượng cọc xác định theo công thức sau: $n_c = \frac{\sum N}{R_{c,d}}$

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán

$R_{c,d}$ – sức chịu tải tính toán của cọc

Trường hợp tải trọng của công trình tác dụng không đúng tâm thì số lượng cọc được xác định căn cứ vào tính chất tác dụng của tải trọng gây ra độ lệch tâm. Nếu độ lệch tâm e là hằng số thì số lượng cọc có thể xác định như đối với trường hợp tải trọng đặt đúng tâm. Nếu như độ lệch tâm e thay đổi theo chiều tác dụng của tải trọng (như tải trọng gió gây ra theo mọi phía) thì số lượng cọc xác định như sau:

$$n_c = \mu \frac{\sum N}{R_{c,d}}$$

μ – hệ số kể đến sự thay đổi độ lệch tâm lấy bằng 1-1,2 khi $e \geq 0$

Cách bố trí cọc ở trong móng phụ thuộc vào hình dạng mặt bằng móng, điều kiện địa chất, đặc tính tải trọng tác dụng, điều kiện làm việc của cọc ở trong đất... Nguyên tắc chung trong việc bố trí cọc là làm sao cho mỗi cọc đều chịu tải trọng bằng nhau để phát huy được khả năng làm việc tối đa của nó.

5. Tính toán đài cọc

- Đài cọc là một bộ phận của móng cọc có nhiệm vụ truyền tải trọng từ công trình xuống các cọc. Tác dụng chính của đài cọc là liên kết các đỉnh cọc lại với nhau thành một khối và phân bố đều tải trọng xuống các cọc.

Chiều cao tối thiểu của đài cọc phụ thuộc vào điều kiện nhàm của cọc trong móng, được xác định như sau: $h_d = h_1 + h_2$

h_1 – chiều sâu cọc ngàm trong đài

h_2 – chiều dày bản bê tông ở trên đỉnh cọc, được xác định theo điều kiện cọc không chọc thủng đài

- Đài cọc được tính toán theo điều kiện chọc thủng và theo khả năng chịu uốn

Tính toán đài cọc theo điều kiện chọc thủng giống như móng đặt trên nền thiên nhiên

Chiều cao làm việc của đài cọc được xác định căn cứ vào điều kiện sau:

$$h_0 \geq \frac{P_1}{0,75 R_k u_{tb}}$$

P_1 – lực chọc thủng tính toán, lấy bằng tổng phản lực của các cọc nằm ngoài phạm vi mặt phẳng chọc thủng

u_{tb} – chu vi của hình tháp chọc thủng

Khi tính toán đài cọc theo khả năng chịu uốn thì cần xác định các trị số mô men uốn ở các tiết diện thay đổi theo chiều cao của đài cọc. Diện tích cốt thép cần thiết được xác định: $F_a = \frac{M}{0,9h_0R_a}$

6. Kiểm tra lực tác dụng trên cọc và trên nền đất

6.1 Kiểm tra lực tác dụng trên cọc

a. Trường hợp móng cọc chịu tải trọng đúng tâm

Khi móng cọc chịu tải trọng đúng tâm thì tải trọng tải trọng tính toán trên mỗi cọc theo phương thẳng đứng luôn luôn phải nhỏ hơn hoặc bằng sức chịu tải tính toán của cọc được xác định theo quy phạm hoặc dựa vào kết quả thí nghiệm.

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \leq P$$

P_m – tải trọng tính toán tác dụng lên mỗi cọc theo phương thẳng đứng

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tác dụng lên đài cọc

n_c – số lượng cọc bố trí trong móng

P – sức chịu tải tính toán của cọc

b. Trường hợp móng cọc chịu tải trọng lệch tâm

Thỏa mãn điều kiện:

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2} \leq P$$

M_x và M_y – mô men uốn tính toán đối với các trục chính của mặt phẳng đáy đài cọc

x_i và y_i – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của mỗi cọc

x và y – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của cọc khảo sát

6.2 Kiểm tra lực tác dụng trên nền đất

Khi kiểm tra lực tác dụng trên nền đất ở mặt phẳng mũi cọc, móng cọc lúc đó được coi như một khối lăng trụ liên tục có mặt thẳng đứng bao gồm cả đất lẫn cọc. Ranh giới của khối lăng trụ đó được xác định: phía trên là mặt đất thiết kế; phía hông là các mặt phẳng thẳng đứng, phía dưới là mặt phẳng nằm ở mũi cọc

Ranh giới mặt phẳng nằm ở mũi cọc là giao tuyến giữa nó với các đường thẳng hạ xiên góc từ rìa ngoài của hệ thống cọc tại cao trình đáy đài cọc.

Để đảm bảo móng cọc có khả năng chịu được tác dụng của tải trọng công trình thì ứng suất ở mặt phẳng mũi cọc không được vượt quá áp lực tiêu chuẩn của nền đất thiên nhiên

$$\frac{\sum N^{tc}}{F_m} + \frac{M_{tc}}{W_m} \leq R_{tc}$$

ΣN^{tc} – tổng tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng tác dụng lên mặt phẳng mũi cọc, gồm cả trọng lượng khối móng quy ước (gồm cả cọc và đất bao quanh cọc)

M_{tc} – mô men của tải trọng tiêu chuẩn đối với trọng tâm ở đáy móng cọc

F_m và W_m – diện tích và mô men chống uốn của khối móng quy ước (ở mặt phẳng đáy của khối móng quy ước)

R_{tc} – áp lực tiêu chuẩn lên đất nền thiên nhiên của khối quy ước ở mặt phẳng mũi cọc

7. Kiểm tra độ lún của móng cọc

Độ lún của móng cọc được tính giống như độ lún của móng bình thường đặt trên nền thiên nhiên. Ở đây cần chú ý rằng ứng suất gây lún sẽ được tính từ mặt phẳng đáy móng quy ước (tức là ở mặt phẳng mũi cọc).

Trị số độ lún tính toán phải luôn luôn nhỏ hơn trị số độ lún giới hạn được quy định theo quy phạm: $S \leq S_{gh}$

8. Tính toán kiểm tra cọc khi vận chuyển và lắp dựng

Số lượng các móc treo của cọc khi thi công phụ thuộc vào chiều dài cọc và quá trình vận chuyển cọc. Đối với loại cọc dài $l \geq 10m$ (l – chiều dài cọc) thường bố trí 2 móc treo, còn đối với loại cọc ngắn $l < 10m$ thì chỉ cần 1 móc treo là đủ.

Đối với loại cọc dài thì vị trí của hai móc treo sẽ đặt cách hai đầu của cọc một đoạn bằng $0,207l$; khi đó mô men uốn sẽ là $M_1 = q(0,207l)^2 = 0,043ql^2$

Đối với loại cọc ngắn, móc treo sẽ cách đầu của cọc một đoạn là $0,294l$, khi đó mô men uốn sẽ là $M_2 = q(0,294l)^2 = 0,086ql^2$

Chương 15

TÍNH TOÁN BỂ NƯỚC CỨU HỎA, BỂ DẦU SỰ CỐ

15.1 BỂ NƯỚC CỨU HỎA CHO MBA 500KV – ÁP DỤNG CHO MBA 3X300MV

15.1.1 Thuyết minh tính toán

15.1.1.1 Thuyết minh

Dung tích bể nước phải đảm bảo cấp đủ nước chữa cháy cho trạm khi có cháy, được tính toán chi tiết trong phần phụ lục tính toán PCCC.

Lượng nước cần thiết để chữa cháy cho trạm là 200m^3 , bố trí 2 bể nước với thể tích mỗi bể là 100m^3 , giữa 2 bể có đặt ống thép tráng kẽm $\Phi 200\text{mm}$ thông nhau nhằm đảm bảo lượng nước chữa cháy cho hệ thống.

Phần tính toán này dùng cho trường hợp bể nước có dạng hình tròn, thiết kế theo kiểu bể đặt nổi.

Tính toán bể nước bao gồm:

- + Tính toán chọn kích thước bể.
- + Tính toán khả năng chịu tải của đất nền.
- + Tính toán cốt thép thành bể và đáy bể.
- + Tính toán độ lún của bể.

15.1.1.2 Tiêu chuẩn áp dụng

TCVN 9362:2012: Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

TCVN 2737:1995: Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế.

TCVN 5574:2012: Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.

TCVN 9346:2012: Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển (áp dụng đối với những trạm xây dựng trên mực nước biển hoặc trong phạm vi cách bờ biển 30km).

TCVN 1651:2008: Thép cốt bê tông.

15.1.1.3 Số liệu địa chất

Dung trọng tự nhiên : γ_w

Dung trọng nước : $\gamma_n = 10 \text{ kN/m}^3$

Lực dính : c

Góc ma sát : φ

Hệ số rỗng tự nhiên : e_0

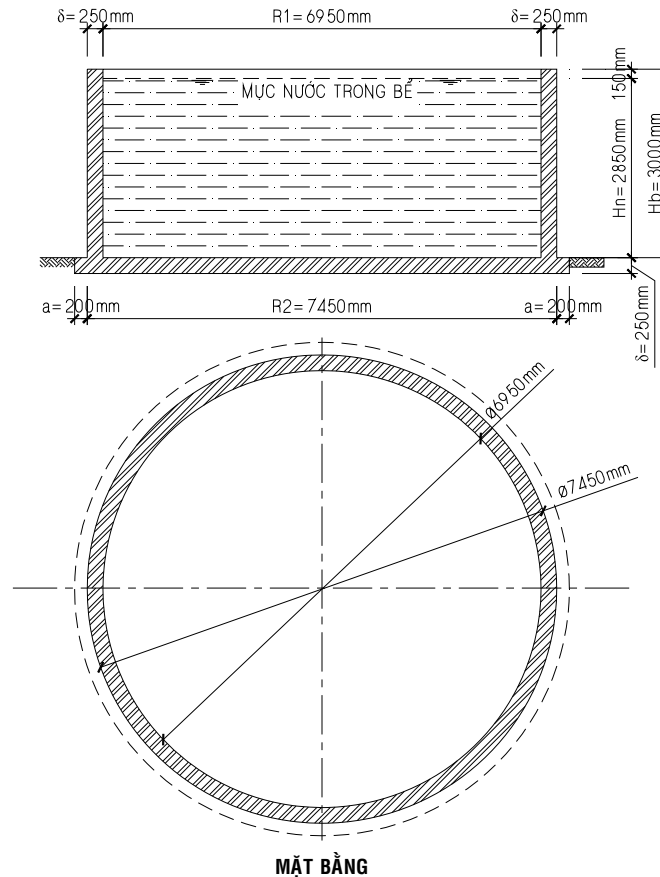
Hệ số rỗng ở các cấp áp lực : $e_1; e_2; e_3; e_4; \dots$

15.1.1.4 Chọn vật liệu

Mác bê tông			Mác cốt thép			
B20			$\Phi < 10$: CB300-T	$\Phi \geq 10$: CB300-V		
E_b (MPa)	R_b (MPa)	R_{bt} (MPa)	E_s (MPa)	R_s (MPa)	E_s (MPa)	R_s (MPa)
27000	11,5	0,9	210000	225	210000	280

15.1.2 Chọn kích thước bể

Chiều cao	: $H_b = 3,0m$
Bán kính trong	: $R_1 = 3,475m$
Bán kính ngoài	: $R_2 = 3,725m$
Chiều cao mực nước trong bể	: $H_n = 2,85m$ (cách thành bể 0,15m)
Thể tích chứa của bể	: $V = 108m^3$
Chiều dày thành và đáy bể	: $\delta = 0,25m$
Độ mở rộng của bản đáy	: $a = 0,2m$
Bán kính bản đáy	: $R_d = R_2 + 0,2 = 3,925m$
Diện tích đáy bể	: $S_d = 48,40m^2$



15.1.2.1 Tải trọng tác dụng

a) Tĩnh tải

Trọng lượng bản thân các cấu kiện

+ Trọng lượng bê tông thành bể : $G_t = [\pi \cdot R_2^2 - \pi \cdot R_1^2] \cdot H_b \cdot \gamma_{bt} \cdot n_{bt}$

+ Trọng lượng lớp vữa trát bể : $G_v = [\pi \cdot 2 \cdot R_1 + \pi \cdot 2 \cdot R_2] \cdot H_b \cdot \gamma_v \cdot \delta_v \cdot n_v$

+ Trọng lượng bê tông đáy bể : $G_d = \pi \cdot R_d^2 \cdot \delta \cdot \gamma_{bt} \cdot n_{bt}$

+ Trọng lượng lớp vữa trát đáy bể: $G_{dv} = \pi \cdot 2 \cdot R_d \cdot \delta_v \cdot \gamma_v \cdot n_v$

+ Mái che bằng tôn : $G_{mt} = G_m \cdot n_m$

Tổng tĩnh tải : $G = G_t + G_v + G_d + G_{dv} + G_{mt}$

b) Hoạt tải

Tải trọng của nước chứa trong bể

+ Áp lực của nước theo phương ngang: $P_n = \gamma_n \cdot Z_n \cdot n_p$

+ Tải trọng nước theo phương đứng: $P_d = \gamma_n \cdot V \cdot n_p$

Tải trọng gió theo TCVN 2737:1995

+ Chỉ xét trường hợp nguy hiểm nhất là gió hút (mặt khuất gió) vì lúc này lực tác dụng của tải trọng gió và áp lực nước cùng chiều.

+ Tải trọng gió hút : $W_h = W_0 \cdot C_h \cdot k$

Tải trọng sửa chữa trên mái : $P_{sc} = P_m \cdot n_p$

Trong đó:

- γ_{bt} : Trọng lượng riêng của bê tông, $\gamma_{bt} = 25 \text{ kN/m}^3$
- γ_v : Trọng lượng riêng của vữa trát, $\gamma_v = 16 \text{ kN/m}^3$
- δ_i : Chiều dày của lớp vật liệu thứ i
- n: Hệ số vượt tải, $n_{bt} = 1,1$; $n_m = 1,1$; $n_v = 1,3$; $n_p = 1,2$
- Z_n : Độ sâu của mực nước trong bể, $Z_n = 0$ (tại mặt nước); $Z_n = H_n$ (tại đáy bể).
- W_0 : Giá trị của áp lực gió (tra bảng), phụ thuộc vào vùng áp lực gió.
- k: Hệ số tính đến sự thay đổi của áp lực gió theo độ cao (tra bảng), phụ thuộc vào độ cao và dạng địa hình.
- C_h : Hệ số khí động mặt khuất gió tác dụng lên bể, phụ thuộc hình dạng kết cấu.

c) Tổng tải trọng tác dụng theo phương đứng: $N_d = G + P_d$

d) Tổng tải trọng tác dụng theo phương ngang: $N_n = P_n + W_h$

15.1.2.2 Tính toán khả năng chịu tải của đất nền

Cường độ tiêu chuẩn của đất nền theo TCVN 9362:2012

$$R^{tc} = \frac{m_1 \times m_2}{k_{tc}} (A \times b \times \gamma + B \times h \times \gamma' + D \times c)$$

Ứng suất trung bình đáy bể:

$$\sigma^{tb} = N_d / S_d$$

Kiểm tra điều kiện: $\sigma^{tb} < R^{tc}$

15.1.2.3 Tính toán cốt thép thành bể và đáy bể

a) Thành bể

Cắt theo phương mặt phẳng ngang một dải có bề rộng $b = 100$ cm, tại độ cao bất kỳ Z_n , sơ đồ tính là một khung kín chịu tác dụng của áp lực ngang N_n (gồm áp lực ngang của nước P_n và áp lực gió hút W_h).

Tính thép thành bể tại vị trí chân bể, $Z_n = H_n$

Lực kéo trong thành bể : $N_k = N_n * R_1$.

Diện tích cốt thép tính toán : $A_s = N_k / R_s$

Chọn đường kính thép : ϕ

Diện tích tiết diện 1 thanh thép : f

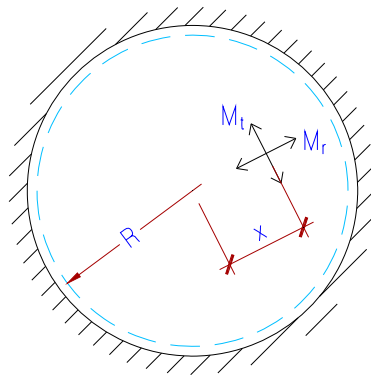
Chọn khoảng cách thép : a (mm)

Chọn số lớp thép : $n_1 = 2$ (bố trí 2 lớp thép đặt đối xứng)

Số thanh thép : n_2

Diện tích cốt thép chọn : $A_{sc} = f * n_2$

15.1.2.4 Đáy bể



Sơ đồ tính bản đáy bể nước

Mô men bán kính M_r :

$$M_r = \frac{P}{16} [(1 + \mu)R^2 - (3 + \mu)x^2]$$

Mô men tiếp tuyến M_t :

$$M_t = \frac{P}{16} [(1 + \mu)R^2 - (3\mu + 1)x^2]$$

Trong đó:

- $P = 2 * \pi * R * \sigma^{tb}$ – Tổng tải trọng tác dụng lên bản đáy.
- $\mu = 0,2$ – Hệ số poisson của bê tông
- $R = R_1$: Bán kính trong của bể

Mô men lớn nhất trong bản đáy: $M_{\max} = \max(M_r; M_t)$

Cắt một dãy bản để có bề rộng $b=100$ cm để tính cốt thép bản đáy.

Chiều cao làm việc $h_0 = h_b - a$: a là chiều dày lớp bê tông bảo vệ, h_b là chiều dày bản thành.

Diện tích cốt thép yêu cầu:

$$A_s^{TT} = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} (cm^2)$$

Tính α_R : $\alpha_R = \zeta_R (1 - 0,5 \cdot \zeta_R)$

ζ_R Phụ thuộc vào cường độ bê tông và thép tra bảng

Tính α_m : $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$

+ Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R$ thì tính $\zeta = 0,5 \cdot [1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}]$

+ Nếu $\alpha_m > \alpha_R$ thì tăng chiều dày bản hoặc tăng cấp độ bền của bê tông để $\alpha_m \leq \alpha_R$.

Cốt thép trong bản đáy được bố trí 2 lớp đối xứng nhau.

15.1.2.5 Tính toán độ lún của bể nước

Độ lún của nền phải thỏa mãn điều kiện: $S_{tt} \leq [S_{gh}]$

Trong đó: S_{tt} – Độ lún tính toán của công trình thiết kế

$[S_{gh}]$ – Trị số giới hạn về biến dạng của công trình; quy định tùy thuộc vào tình hình cụ thể của công trình lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012 – Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

- Tính độ lún của móng (*xem tương tự như phần tính toán lún cho móng biến áp*)

15.2 BỂ DẦU SỰ CỐ

15.2.1 Thuyết minh tính toán

15.2.1.1 Thuyết minh

Dung tích bể dầu sự cố phải đảm bảo gom 100% lượng dầu của MBA khi có sự cố chảy dầu.

Bể được thiết kế theo kiểu bể đặt chìm.

Tính toán bể dầu sự cố bao gồm:

- + Tính toán chọn kích thước bể.
- + Tính toán khả năng chịu tải của đất nền.
- + Tính toán cốt thép thành bể và đáy bể.
- + Tính toán độ lún của bể

15.2.1.2 Tiêu chuẩn áp dụng

TCVN 9362:2012: Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

TCVN 2737:1995: Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế.

TCVN 5574:2012: Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Tiêu chuẩn thiết kế.

TCVN 9346:2012: Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển (áp dụng đối với những trạm xây dựng trên mực nước biển hoặc trong phạm vi cách bờ biển 30km).

TCVN 1651:2008: Thép cốt bê tông.

15.2.1.3 Số liệu địa chất

Dung trọng tự nhiên: γ_w

Dung trọng nước: $\gamma_n = 10 \text{ kN/m}^3$

Lực dính: c

Góc ma sát: φ

Mực nước ngầm: H_{ng}

Hệ số rỗng tự nhiên: e_0

Hệ số rỗng ở các cấp áp lực: $e_1; e_2; e_3; e_4; \dots$

15.2.1.4 Chọn vật liệu

Mác bê tông			Mác cốt thép			
B20			$\Phi < 10$:	CB300-T	$\Phi \geq 10$:	CB300-V
E_b (MPa)	R_b (MPa)	R_{bt} (MPa)	E_s (MPa)	R_s (MPa)	E_s (MPa)	R_s (MPa)
27000	11,5	0,9	210000	225	210000	280

Trường hợp chọn mác bê tông khác thì cập nhật lại E_b , R_b và R_{bt} .

15.2.1.5 Chọn kích thước bể

Thể tích dầu của máy biến áp: V (m^3)

Chiều dài mép ngoài bể dầu: L_b (m)

Chiều rộng mép ngoài bể dầu: B_b (m)

Chiều dày nắp bể: T_n (m)

Chiều dày thành bể: T_{tb} (m)

Chiều dày đáy bể: T_{db} (m)

Chiều cao lượng dầu chứa trong bể: $h_d = \frac{V}{(L_b - 2 * T_{tb}) * (B_b - 2 * T_{tb})}$ (m)

Chọn chiều cao lượng dầu trong bể: $h_d^{\text{chọn}}$ (m)

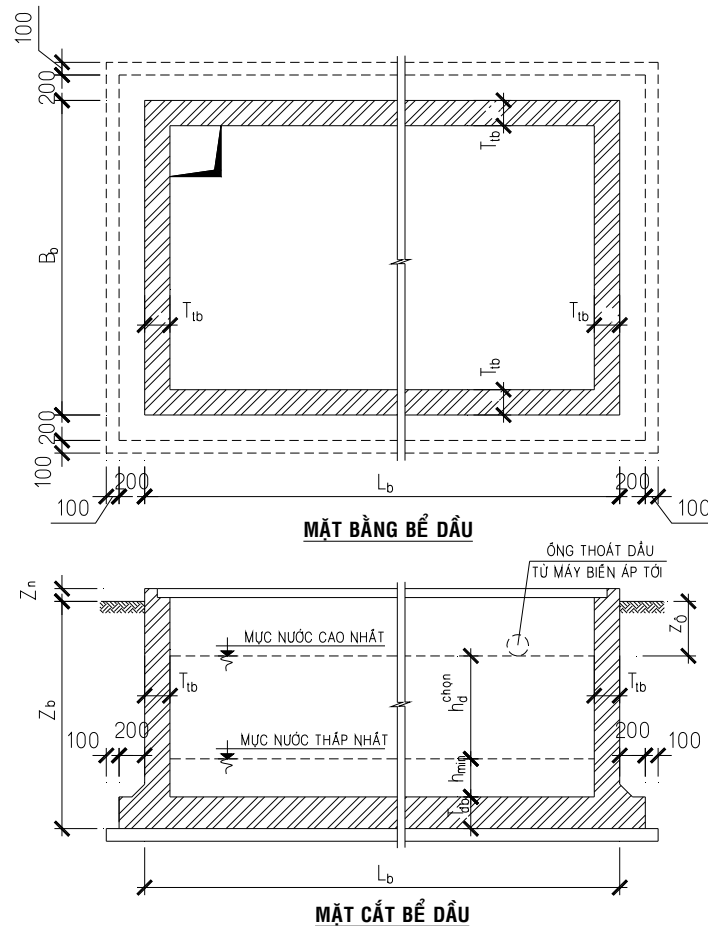
Chiều sâu của đáy ống thoát dầu: Z_0 (m)

Mực nước thấp nhất trong bể: h_{min} (m)

Chiều sâu bể dầu (kể cả bản đáy) : $Z_b = Z_0 + h_d^{chọn} + h_{min} + T_{db}$ (m)

Cao trình nắp bể : Z_n (m)

Chiều cao bể : $H_b^{vc} = Z_b + Z_n$ (m)



15.2.1.6 Tải trọng tác dụng

a) Tĩnh tải

Trọng lượng bản thân các cấu kiện

Trọng lượng bê tông nắp bể: $G_n = L_b * B_b * T_n * \gamma_{bt} * n_{bt}$

+ Trọng lượng bê tông thành bể :

$$G_{tb} = [2 * L_b + 2 * (B_b - 2 * T_{tb})] * (H_b^{vc} - T_{db} - T_n) * \gamma_{bt} * T_{tb} * n_{bt}$$

+ Trọng lượng lớp vữa trát bể :

$$G_v = 2 * 2 * [(L_b - T_{tb}) + (B_b - T_{tb})] * (H_b^{vc} - T_{db}) * \gamma_v * \delta_v * n_v$$

+ Trọng lượng bê tông đáy bể :

$$G_d = (L_b + 2 * 0,2) * (B_b + 2 * 0,2) * T_{db} * \gamma_{bt} * n_{bt}$$

+ Trọng lượng lớp vữa trát đáy bể: $G_{dv} = (L_b - 2 * T_{tb}) * (B_b - 2 * T_{tb}) * \delta_v * \gamma_v * n_v$

Tổng tĩnh tải: $G = G_n + G_{tb} + G_v + G_d + G_{dv}$

b) Hoạt tải

Áp lực đất chủ động tại đáy bể : $P_{đất} = \gamma_w * Z_b * n_p * tg^2(45^\circ - \varphi/2)$

Tải trọng của chất lỏng chứa trong bể

+ Áp lực của chất lỏng theo phương ngang tại đáy bể:

$$P_{ng} = \gamma_{cl} * (h_d + h_{min}) * n_p$$

+ Tải trọng chất lỏng theo phương đứng:

$$P_d = (L_b - 2 * T_{tb}) * (B_b - 2 * T_{tb}) * (h_d + h_{min}) * \gamma_{cl} * n_p$$

Hoạt tải trên nắp bể : $P_n = P_n^{tc} * n_p$

Trong đó:

+ γ_{bt} : Trọng lượng riêng của bê tông, $\gamma_{bt} = 25 \text{ kN/m}^3$

+ γ_v : Trọng lượng riêng của vữa trát, $\gamma_v = 16 \text{ kN/m}^3$

+ γ_{cl} : Trọng lượng riêng của chất lỏng (dầu), $\gamma_{cl} = 8,5 \text{ kN/m}^3$

+ δ_i : Chiều dày của lớp vật liệu thứ i

+ n: Hệ số vượt tải, $n_{bt} = 1,1$; $n_v = 1,3$; $n_p = 1,2$

c) Tổng tải trọng tác dụng theo phương đứng:

$$N_d = G + P_d + P_n$$

d) Tính toán khả năng chịu tải của đất nền

Cường độ tiêu chuẩn của đất nền theo TCVN 9362:2012

$$R^{tc} = \frac{m_1 * m_2}{k_{tc}} (A * b * \gamma + B * h * \gamma' + D * c)$$

Ứng suất trung bình đáy bể:

$$\sigma^{tb} = \frac{N_d}{(L_b + 2 * 0,2) * (B_b + 2 * 0,2)}$$

Kiểm tra điều kiện: $\sigma_{tb} < R_{tc}$

15.2.2 Tính toán cốt thép thành bể và đáy bể

15.2.2.1 Thành bể

Tải trọng tác dụng lên thành bể: Xét 2 trường hợp bất lợi nhất là trường hợp bể đầy chất lỏng và chưa có đất đắp xung quanh thành bể, lúc này thành bể chỉ chịu áp lực chất lỏng P_{ng} . Trường hợp bể không có chất lỏng và có đất đắp xung quanh thành bể, lúc này thành bể chỉ chịu áp lực đất $P_{đất}$. Tải trọng tác dụng lên thành bể được lấy theo trường hợp nguy hiểm nhất là $P = \max(P_{ng}; P_{đất})$.

Sơ đồ tính: Mỗi bản thành làm việc như một bản liên kết ngàm với bản đáy và hai bản thành thẳng góc với nó, còn cạnh thứ 4 được xem là tự do (bản nắp lắp ghép), xem bản thành như cấu kiện chịu uốn chỉ chịu tải trọng tác dụng theo phương ngang của áp lực nước hoặc đất xung quanh thành bể.

Kích thước bản thành:

+ Theo phương cạnh ngắn của bể: $B_b \times H_b^{yc}$.

+ Theo phương cạnh dài của bể: $L_b \times H_b^{yc}$.

Tùy theo tỉ số B_b/H_b^{yc} hoặc L_b/H_b^{yc} mà bản thành bị uốn theo một phương hoặc hai phương.

+ Nếu $B_b/H_b^{yc} \leq 2$ hoặc $L_b/H_b^{yc} \leq 2$: bản thành thuộc loại bản kê bốn cạnh, tính toán bản thành bị uốn theo 2 phương.

+ Nếu $B_b/H_b^{yc} > 2$ hoặc $L_b/H_b^{yc} > 2$: bản thành thuộc loại bản dầm, tính toán bản thành làm việc theo phương cạnh ngắn.

Trường hợp $B_b/H_b^{yc} \leq 2$ hoặc $L_b/H_b^{yc} \leq 2$:

+ Nội lực trong bản thành được tính như sau:

$$M_1 = \alpha_1 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot q$$

$$M_2 = \alpha_2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot q$$

$$M_I = -\beta_1 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot q$$

$$M_{II} = -\beta_2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot q$$

Trong đó :

+ 1,2 : là chỉ số phương cạnh bản.

+ M_1, M_2 : giá trị momen lớn nhất ở nhịp theo phương l_1, l_2 .

+ M_I, M_{II} : giá trị momen lớn nhất ở gối tựa theo phương l_1, l_2

+ q : Tải trọng tác dụng lên bản thành, $q = P$

+ Các hệ số $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2$ là hệ số được xác định phụ thuộc vào tỷ lệ giữa cạnh dài và cạnh ngắn l_2/l_1 và các sơ đồ liên kết (9 sơ đồ).

Trường hợp $B_b/H_b^{yc} > 2$ hoặc $L_b/H_b^{yc} > 2$:

+ Mô men trong bản thành được tính như sau:

$$\text{Mô men lớn nhất ở nhịp: } M_n = \frac{P \cdot h^2}{33,6}$$

$$\text{Mô men lớn nhất ở gối: } M_g = -\frac{P \cdot h^2}{15}$$

Sau khi xác định được nội lực tiến hành tính toán cốt thép bản thành theo cấu kiện chịu uốn.

Cắt dải bản rộng $b = 100$ cm.

Chiều cao làm việc $h_0 = h_b - a$: a là chiều dày lớp bê tông bảo vệ, h_b là chiều dày bản thành.

Diện tích cốt thép yêu cầu:

$$A_s^{TT} = \frac{M}{R_s \cdot \zeta \cdot h_0} (cm^2)$$

Tính α_R : $\alpha_R = \xi_R (1 - 0,5 \cdot \xi_R)$

ξ_R Phụ thuộc vào cường độ bê tông và thép tra bảng

Tính α_m : $\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}$

+ Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R$ thì tính $\zeta = 0,5 \cdot [1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}]$

+ Nếu $\alpha_m > \alpha_R$ thì tăng chiều dày bản hoặc tăng cấp độ bền của bê tông để $\alpha_m \leq \alpha_R$.

Cốt thép trong bản thành được bố trí 2 lớp đối xứng nhau.

15.2.2.2 Đáy bể

Sơ đồ tính: Bản đáy làm việc như một bản liên kết ngàm với bốn bản thành.

Tính toán bản đáy tương tự bản thành, chịu tải trọng tác dụng phân bố đều là σ^{tb} .

a) Tính toán độ lún của bể dầu

Tính toán độ lún của bể dầu tương tự tính toán độ lún của bể nước, chi tiết xem mục 3.14.6.1.g “Tính toán độ lún của bể nước”.

Chương 16

TÍNH TOÁN KẾT CẤU THÉP

16.1 TÍNH TOÁN GIÀN CỘT CÔNG – GIÀN THANH CÁI

16.1.1 Các tiêu chuẩn áp dụng

- Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 2737-1995 về tải trọng và tác động.
- Qui phạm trang bị điện 11 TCN-19-2006.
- Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 5575 : 2012 về kết cấu thép.
- TCVN 1876-76 đến TCVN 1915-76 về bu lông và đai ốc.
- Tiêu chuẩn TCVN 130-77 và TCVN 2061-77 về vòng đệm vênh và vòng đệm phẳng.
- Mạ kẽm nhúng nóng theo tiêu chuẩn 18TCN 04-92 hoặc tương đương

16.1.2 Vật liệu chế tạo cột

Các đặc điểm của vật liệu thường dùng:

16.1.2.1 Thép cường độ thường loại SS400 theo JIS G3101 hoặc tương đương

- Với thép có chiều dày $\delta \leq 16 \text{ mm}$
 - +Giới hạn chảy: $f_y = 245 \text{ N/mm}^2$.
 - +Giới hạn bền: $f_u = 400 \div 510 \text{ N/mm}^2$.
 - +Giới hạn chảy tính toán: $f = 230 \text{ N/mm}^2$.
- Với thép có chiều dày $16 < \delta \leq 40 \text{ mm}$
 - +Giới hạn chảy: $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$.
 - +Giới hạn bền: $f_u = 400 \div 510 \text{ N/mm}^2$.
 - +Giới hạn chảy tính toán: $f = 220 \text{ N/mm}^2$.

16.1.2.2 Thép cường độ cao loại SS540 theo JIS G3101 hoặc tương đương

- Với thép có chiều dày $\delta \leq 16 \text{ mm}$
 - +Giới hạn chảy: $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$.
 - +Giới hạn bền : $f_u = 540 \text{ N/mm}^2$.
 - +Giới hạn chảy tính toán: $f = 350 \text{ N/mm}^2$.
- Với thép có chiều dày $16 < \delta \leq 40 \text{ mm}$
 - +Giới hạn chảy: $f_y = 390 \text{ N/mm}^2$.
 - +Giới hạn bền: $u = 540 \text{ N/mm}^2$.
 - +Giới hạn chảy tính toán: $f = 350 \text{ N/mm}^2$.

16.1.2.3 Bu lông liên kết

- Cường độ bu lông theo cấp độ bền (4.6, 5.6, 6.6...) như sau:
- + Bu lông dùng cấp độ bền 4.6 có ứng suất kéo $f_{tb} = 170 \text{ N/mm}^2$ và ứng suất cắt $f_{vb} = 150 \text{ N/mm}^2$.
- + Bu lông dùng cấp độ bền 5.6 có ứng suất kéo $f_{tb} = 210 \text{ N/mm}^2$ và ứng suất cắt $f_{vb} = 190 \text{ N/mm}^2$.
- + Bu lông dùng cấp độ bền 6.6 có ứng suất kéo $f_{tb} = 250 \text{ N/mm}^2$ và ứng suất cắt $f_{vb} = 230 \text{ N/mm}^2$.

16.1.2.4 Hàn liên kết

- Các đường hàn cấu tạo theo TCVN 1691-75.
- Que hàn theo TCVN 3223:1994:

Loại que hàn theo TCVN 3223:1994	Cường độ kéo đứt tiêu chuẩn f_{wun}	Cường độ tính toán f_{wf}
N42, N42 – 6B	410	180
N46, N46 – 6B	450	200
N50, N50 – 6B	490	215

16.1.2.5 Sơ đồ tính cột, xà

- Xây dựng mô hình tính toán phù hợp với sơ đồ thực của kết cấu.
- Cột thép được xác định bởi các phần tử thanh, làm việc theo mô hình không gian 3D. Tùy thuộc liên kết đầu thanh có thể xác định đó là thanh hai đầu nút cứng hoặc thanh hai đầu khớp (mặc định là các thanh hai đầu nút cứng). Theo quy phạm kết cấu thép nếu liên kết đầu thanh có từ 2 bu lông trở lên thì liên kết đó được coi như là liên kết nút cứng. Còn với thanh có liên kết 1 bu lông thì đó được coi như liên kết khớp. Liên kết chân cột với đế móng được xem là liên kết ngàm hoặc khớp (mặc định là liên kết ngàm). Với quan điểm này, trong quá trình tính toán cột được tính toán riêng sau đó sẽ truyền tác dụng lên móng thông qua các thành phần phản lực gối tựa.

16.1.3 Tải trọng tác dụng

Tải trọng tác dụng lên cột bao gồm tải trọng bản thân, lực căng do dây, lực do gió và tải trọng thi công lắp đặt.

16.1.3.1 Tính toán tải trọng gió theo TCVN 2737-1995:

i) *Số liệu về gió*

Tải trọng gió tác dụng lên cột gồm 2 thành phần:

- Thành phần tĩnh;
- Thành phần động (kể đến dao động tự do của cột).

Giá trị gió tiêu chuẩn tác dụng lên cột được tính theo công thức:

$$W_{\text{total}} = W_{\text{tĩnh}} + W_{\text{động}}$$

Trong đó:

+ $W_{\text{tĩnh}}$: giá trị tiêu chuẩn thành phần tĩnh của tải trọng gió.

+ $W_{\text{động}}$: giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió.

Giá trị gió tính toán tác dụng lên cột được tính theo công thức:

$$W_{\text{tt}} = (W_{\text{tĩnh}} + W_{\text{động}}) \cdot \gamma \cdot t$$

Trong đó:

+ γ : hệ số tin cậy của tải trọng gió (hệ số vượt tải).

+ t : hệ số điều chỉnh ứng với thời gian sử dụng công trình.

i2) Tính toán thành phần tĩnh của tải trọng gió

Tải trọng tiêu chuẩn gió tác dụng vào cột theo công thức:

$$W_{\text{tc}} = W_0 \cdot S \cdot C_x \cdot K$$

Tải trọng tính toán gió tác dụng vào cột theo công thức:

$$W_{\text{tt}} = W_0 \cdot S \cdot C_x \cdot K \cdot t \cdot \gamma$$

Trong đó:

+ C_x : hệ số khí động tác dụng lên cột tra bảng (hoặc C_t)

+ K : hệ số tính đến sự thay đổi độ cao và dạng địa hình tra bảng

+ S : diện tích chắn gió

+ t : hệ số điều chỉnh ứng với thời gian sử dụng công trình

+ γ : hệ số tin cậy của tải trọng gió (hệ số vượt tải)

Đối với giàn không gian hệ số khí động được tính theo công thức

$$C_t = c_x (1 + \eta) k_1$$

Trong đó:

+ $c_x = 1,4$: đối với cột được chế tạo từ thép hình.

+ η : hệ số giảm gió kể đến gió tác dụng lên mặt khuất gió.

+ k_1 : hệ số nhân, phụ thuộc vào dạng mặt cắt của cột và phương gió thổi.

Trong mọi trường hợp, c_t được tính toán với giả thiết phương gió thổi vuông góc với mặt chắn gió của cột. Khi gió thổi theo phương đường chéo của cột có mặt cắt hình chữ nhật và tạo bởi thép đơn, c_t được nhân với hệ số 0,9 (Đối với cột thép thành phần tĩnh của gió 90° vào từng đoạn cột được tính như công thức trên, đối với gió 45° cho từng đoạn cột được nhân với hệ số 0,9).

i3) Tính toán thành phần động của tải trọng gió

Thành phần động của tải trọng gió phụ thuộc vào:

- Thành phần tĩnh của áp lực gió, được xác định như trên.

- Sự phân bố khối lượng theo chiều cao của kết cấu.
- Số dao động của công trình và tần số dao động riêng theo từng mode dao động.

- Dạng dao động của kết cấu.

TCVN 2737-1995 đưa ra các giá trị giới hạn của tần số dao động riêng f_L :

* Nếu $f_1 > f_L$

Thành phần động xác định theo công thức:

$$W_{\text{động}} = W_{\text{tĩnh}} \zeta v$$

Trong đó:

+ $W_{\text{tĩnh}}$: thành phần tĩnh tải trọng gió tiêu chuẩn, xác định như trên.

+ ζ : hệ số áp lực động của tải trọng gió ở độ cao Z lấy theo bảng 8 TCVN 2737-1995.

+ v : hệ số tương quan không gian áp lực động của tải trọng gió xác định theo điều 6.15 và bảng 10 TCVN 2737-1995.

* Nếu $f_1 < f_L < f_2$

Giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió tác dụng vào cột:

$$W_{\text{động}} = M_j \cdot \xi \cdot \psi \cdot y_i$$

+ ψ : Gia tốc qui đổi xác định theo công thức sau:

$$\psi_i = \frac{\sum_{j=1}^r y_j \zeta v W_j}{\sum_{j=1}^r y_j^2 M_j}$$

Với: $W_{pj} = W_j \cdot \xi_j \cdot v$

+ ξ : Hệ số động lực được xác định phụ thuộc vào hệ số ε :

$$\varepsilon = (n \cdot W_0)^{0.5} / 940 f_i$$

Trong đó:

+ ξ_j : Hệ số áp lực động của tải trọng gió ứng với điểm giữa phần thứ j

+ y_i : Dịch chuyển ngang của trọng tâm phần thứ j ứng với dao động thứ nhất

+ f_i : Tần số dao động riêng thứ i

+ M_j : Khối lượng phần thứ j công trình

+ W_j : Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng gió tĩnh lên phần thứ j

* Nếu $f_s < f_L < f_{s+1}$

Thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên phần tử thứ k của công trình được tính theo công thức tổng bình phương căn số SRSS như dưới đây, trong đó kể đến s dao động đầu tiên:

$$W_{dong} = M_k \sqrt{\sum_{i=1}^s (\xi_i \psi_i y_{ik})^2}$$

Trong đó: i là chỉ số của dạng dao động thứ i

$$\psi_i = \frac{\sum_{j=1}^r y_{ij} \zeta^v W_j}{\sum_{j=1}^r y_{ij}^2 M_j}$$

Trong đó: v được xác định để đến dạng dao động đầu tiên của công trình; đối với các dao động khác $v = 1.0$.

ii) Tải trọng do người và dụng cụ tác dụng lên cột

- Cột dùng cách điện đứng là: $P_{ng} = 100$ daN.
- Cột đỡ dùng cách điện treo đến 220kV là: $P_{ng} = 150$ daN.
- Cột néo dùng cách điện treo đến 220kV là: $P_{ng} = 200$ daN.
- Cột 500kV là: $P_{ng} = 250$ daN.

16.1.4 Tính toán và kiểm tra cột – xà

Tính toán kết cấu cột phải theo tiêu chuẩn TCVN 5575:2012 và các quy định khác liên quan.

16.1.4.1 Kiểm tra chuyển vị

- Độ lệch cho phép đầu cột

$$\Delta_{cột} \leq 1/100 H_{cột}$$

- Độ võng cho phép của xà

$$\Delta_{xà} \leq 1/200 L_{xà}$$

16.1.4.2 Tính toán nội lực

Sơ đồ hình học của cột - xà dùng để tính toán dựa trên cơ sở hình dạng, kích thước và chiều cao cột - xà đã lựa chọn, phù hợp theo các sơ đồ bố trí điện trên cột - xà.

Tính toán nội lực của từng thanh dựa vào chương trình tính toán (SAP2000, TOWER...), gồm các bước:

- Lập mô hình tính toán cột: sơ đồ các nút, phần tử thanh.
- Đưa các trường hợp tải trọng tác dụng vào các nút cột gồm: tải trọng gió lên cột (gió 90° và gió 45°) và các tải trọng bản thân, tải thiết bị, lực căng dây, hoạt tải thi công.
- Chọn loại vật liệu đưa vào chương trình tính.
- Tổ hợp tải trọng gồm các trường hợp sau:
 - +1/ Bình thường : gió 90° vào cột.
 - +2/ Bình thường : gió 45° vào cột.

Kết cấu được tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn (phần mềm Sap2000, Tower...). Tất cả các phần tử của kết cấu được kiểm tra với nội lực nguy hiểm nhất và tất cả các trường hợp tổ hợp tải trọng.

16.1.4.3 Tính toán chọn lựa các thanh

- Cấu kiện chịu kéo

+ Độ mảnh các thanh chịu kéo theo công thức:

$$\lambda = l_{tt}/r_{tt} \leq [\lambda_{gh}]$$

+ Ứng suất trong thanh chịu kéo:

$$\sigma = \frac{1}{\gamma_c} \left[\frac{N_{keo}^{tt}}{A_n} \pm \frac{M_{yth}^{tt}}{W_{yth}} \right] \leq f$$

- Cấu kiện chịu nén

+ Độ mảnh các thanh chịu nén theo công thức:

$$\lambda = (l_{tt} \cdot \mu_d) / r_{tt} \leq [\lambda_{gh}]$$

+ Ứng suất trong thanh chịu nén:

$$\text{Trường hợp liên kết ngàm: } \sigma_{nen}^{tt} = \frac{1}{\gamma_c} \left[\frac{N_{nen}^{tt}}{A \cdot \varphi_{lt}} \right] \leq f$$

$$\text{Trường hợp liên kết khớp: } \sigma_{nen}^{tt} = \frac{1}{\gamma_{dk}} \left[\frac{N_{nen}^{tt}}{\varphi \cdot A_j} \right] \leq f$$

Trong đó:

+ σ_{keo}^{tt} - ứng suất kéo của phần tử

+ σ_{nen}^{tt} - ứng suất nén của phần tử

+ f - cường độ tính toán của thép

+ γ_c - hệ số điều kiện làm việc, theo TCVN 5575: 2012

+ M_{yth}^{tt} - Mômen tính toán theo phương Oy của tải trọng tổ hợp gây ra

+ W_{yth} - Mômen kháng uốn theo phương Oy của tiết diện thanh

+ N_{keo}^{tt} - nội lực kéo tối đa của phần tử

+ N_{nen}^{tt} - nội lực nén tối đa của phần tử

+ A_n - diện tích thực của mặt cắt

+ A - diện tích ban đầu của mặt cắt

+ l_{tt} - chiều dài tính toán phần tử phụ thuộc dạng liên kết phần tử

+ r_{tt} - bán kính quán tính phần tử phụ thuộc loại phần tử r_x hoặc r_{min}

+ μ_d - hệ số chiều dài của phần tử, phụ thuộc liên kết ở 2 đầu phần tử

+ φ - hệ số uốn dọc phụ thuộc vào độ mảnh (tra bảng)

+ φ_{lt} - hệ số giảm cường độ khi thanh chịu nén lệch tâm. Phụ thuộc vào độ mảnh tương đương quy ước ($\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{f/E}$) và vào độ lệch tâm quy đổi m_1 của cấu kiện cột. Độ lệch tâm quy đổi được xác định theo công thức sau: $m_1 = \eta \cdot m$

$$m = \frac{M_{yth}^{tt}}{N_{nen}^{tt}} \times \frac{A}{W_{yng}} \quad \text{và } \eta = 1 \text{ đối với kết cấu cột thép không gian}$$

+ $[\lambda gh]$ - độ mảnh giới hạn lấy theo TCVN 5575-2012

16.1.4.4 Tính toán liên kết thanh cột ứng với các trường hợp tổ hợp tải

iv1) Tính toán số lượng bulông liên kết

Khả năng chịu lực lớn nhất của mỗi bu lông được tính toán theo các công thức sau:

- Khả năng chịu cắt: $[N]_{vb} = f_{vb} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_v$

- Khả năng chịu ép mặt: $[N]_{cb} = f_{cb} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t$

- Khả năng chịu kéo: $[N]_{tb} = f_{tb} \cdot A_{bn}$

Số lượng bulông n trong liên kết khi chịu lực dọc N được xác định theo công thức:

$$n \geq \frac{N}{[N]_{\min} \gamma_c}$$

Trong đó:

$$N = \max(N_{keo}^{tt}; |N_{nen}^{tt}|) + \frac{M_{yTH}^{tt}}{e}$$

+ f_{vb} , f_{cb} , f_{tb} - các cường độ tính toán chịu cắt, ép mặt và chịu kéo của 1 bu lông.

+ γ_b - hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông, tra bảng

+ $\gamma_c = 1$ - hệ số điều kiện làm việc của kết cấu

+ n_v - số lượng mặt cắt tính toán của 1 bu lông

+ $A = \pi d^2 / 4$ - diện tích tiết diện tính toán của thân bu lông

+ A_{bn} - diện tích tiết diện thực của thân bu lông

+ d - đường kính ngoài thân bu lông

+ $\sum t$ - tổng chiều dày nhỏ nhất của các bản thép trượt về 1 phía

+ e - khoảng cách giữa 2 hàng bulông liên kết

+ $[N]_{\min}$ - giá trị nhỏ nhất trong các khả năng chịu lực của một bulông

iv2) Liên kết hàn:

Các đường hàn cấu tạo theo TCVN 1691-75.

16.1.4.5 Tính toán bu lông neo cột với móng

Tiết diện một bu lông neo:

$$A_{bl} \geq \frac{N_{nh}^{tt \max}}{f_{tb} \cdot n_{bn}} + \frac{Q^{tt \max}}{\mu \cdot 0,85 \cdot f_{vb} \cdot n_{bn}}$$

Trong đó:

- + n_{bn} : Số bu lông neo cột với móng trong một trụ.
- + $N_{nh}^{tt \max}$: Lực nhổ tính toán max tác dụng xuống một trụ móng theo tổ hợp lớn nhất (KN).
- + $Q^{tt \max}$: Lực cắt tính toán max tác dụng xuống một trụ móng theo tổ hợp lớn nhất (KN).
- + f_{vb}, f_{tb} : Cường độ tính toán chịu cắt, chịu kéo của bu lông neo móng (KN/cm²) (tra theo bảng 10 và 12 trang 18 TCVN 5575: 2012).
- + A_{bn} : Diện tích tiết diện thực của thân một bu lông neo (cm²).
- + $A_{bn} = \frac{\pi}{4} \left(D - \frac{0,974}{n} \right)^2$
- + Với n : số ren/inch của một bu lông neo.
- + D : Đường kính danh định bu lông neo (cm).
- + μ : Hệ số ma sát được lấy như sau:
 - $\mu=0,9$ Cho bu lông neo khi mặt phẳng tiếp xúc của cột với móng là bản đế cột nằm trong mặt trụ bê tông móng.
 - $\mu=0,7$ Cho bu lông neo khi mặt phẳng tiếp xúc của cột với móng là bản đế cột nằm trên bề mặt trụ bê tông móng.
 - $\mu= 0,55$ Cho bu lông neo khi phẳng mặt tiếp xúc của cột với móng là bản đế cột nằm trên bề mặt lớp vữa xi măng trụ móng (không phải là bê tông cốt thép móng).

16.2 TÍNH TOÁN TRỤ ĐỠ THIẾT BỊ

16.2.1 Các tiêu chuẩn, quy phạm áp dụng

- Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế : TCVN 2737:1995
- Chỉ dẫn tính toán thành phần động của : TCXD 229:1999
- tải trọng gió theo :TCVN 2737-1995
- Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế : TCVN 5575:2012
- Qui phạm trang bị điện : 11 TCN-20-2006
- Tiêu chuẩn Nhà nước về bu lông và đai ốc : TCVN 1889-76
- Tiêu chuẩn Nhà nước về vòng đệm phẳng : TCVN 2061-77
- và vòng đệm vênh : TCVN 1307-77
- Tiêu chuẩn mạ kẽm : 18 TCN-04-92

- Kết cấu thép-Gia công, lắp ráp và nghiệm thu :TCXDVN 170-2007 Yêu cầu kỹ thuật

- Kết cấu thép-Gia công, lắp ráp và nghiệm thu : TCXDVN 170-2007 Yêu cầu kỹ thuật

- Que hàn điện dùng cho thép cacbon thấp và : TCVN 3223-2000

- Thép hợp kim thấp – Kí hiệu, kích thước và yêu cầu kỹ thuật chung

16.2.2 Phần mềm tính toán

Sử dụng các phần mềm sau để phân tích tính toán kết cấu trụ đỡ

- Phần mềm SAP2000v14.0.0.

- Phần mềm Excel 2010.

Ngoài ra, còn sử dụng một số các quy trình, quy phạm hiện hành khác của Nhà Nước và các phần mềm tiện ích khác.

16.2.3 Thiết lập sơ đồ tính của trụ đỡ

- Trụ đỡ thiết bị được xác định bởi các phần tử thanh, làm việc theo mô hình không gian 3D. Tùy thuộc liên kết đầu thanh có thể xác định đó là thanh hai đầu nút cứng hoặc thanh hai đầu khớp (mặc định là các thanh hai đầu nút cứng).

- Liên kết chân trụ với đế móng được xem là liên kết ngàm

- Tùy theo liên kết giữa trụ với thiết bị mà lựa chọn sơ đồ tính của trụ cho phù hợp với thực tế.

16.2.4 Tính toán lực tác dụng trên trụ đỡ

16.2.4.1 Lực căng dây của thiết bị lắp trên trụ:

Lực này lấy theo catalogue đi kèm theo thiết bị.

16.2.4.2 Tải trọng gió tác dụng lên trụ

➤ Số liệu về gió:

- Áp lực gió tiêu chuẩn W_0 (kg/m^2), vùng gió, dạng địa hình công trình được lấy theo TCVN 2737-1995.

- Tính toán có xét đến thời gian sử dụng giả định của công trình

➤ Tính toán tải trọng gió tác dụng lên trụ:

- Tải trọng tính toán của gió tác dụng vào trụ gồm thành phần tĩnh và thành phần động, xác định theo công thức:

$$W_{tt} = n \cdot \beta (W_{tĩnh} + W_{động})$$

Trong đó:

+n - Hệ số tin cậy của tải trọng gió (hệ số vượt tải); n=1,2

+ β - Hệ số điều chỉnh ứng với thời gian sử dụng công trình, tra bảng 12 TCVN 2737-1995

+ $W_{\text{tĩnh}}$ - giá trị tiêu chuẩn thành phần tĩnh của tải trọng gió

+ $W_{\text{động}}$ - giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió

- Chú ý:

+ Đối với trụ chế tạo từ thép góc liên kết bu lông: tải trọng gió gồm thành phần tĩnh và thành phần động.

+ Đối với trụ chế tạo từ thép tấm liên kết hàn: tải trọng gió chỉ gồm thành phần tĩnh.

Tính toán thành phần tĩnh của tải trọng gió:

- Giá trị tiêu chuẩn thành phần tĩnh của tải trọng gió:

$$W_{\text{tĩnh}} = W_0 \cdot S \cdot C_x \cdot K$$

Trong đó:

W_0 - áp lực gió tại độ cao tiêu chuẩn (lấy giá trị trung bình của áp lực gió được đo trong 2 phút tại độ cao cơ sở là 10m)

C_x - Hệ số khí động tác dụng lên trụ, tra bảng (hoặc C_t)

K - Hệ số tính đến sự thay đổi độ cao và dạng địa hình, tra bảng

S - Diện tích chắn gió

Đối với dàn không gian hệ số khí động được tính theo công thức:

$$C_t = c_x (1 + \eta) k_1$$

Với:

$c_x = 1,4$ - Đối với cột điện được chế tạo từ thép hình

η - hệ số giảm gió kể đến gió tác dụng lên mặt khuất gió, lấy theo phần 38 trong bảng 6 TCVN 2737-1995.

k_1 - hệ số, phụ thuộc vào dạng mặt cắt của trụ và phương gió thổi

Tính toán thành phần động của tải trọng gió

Thành phần động của tải trọng gió phụ thuộc vào:

- Thành phần tĩnh của áp lực gió, được xác định như trên.

- Sự phân bố khối lượng theo chiều cao của kết cấu.

- Số dao động của công trình và tần số dao động riêng theo từng mode dao động

- Dạng dao động của kết cấu.

Bảng 9 TCVN 2737-1995 đưa ra các giá trị giới hạn của tần số dao động riêng f_L

- Nếu $f_1 > f_L$: Giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió:

$$W_{\text{động}} = W_{\text{tĩnh}} \zeta v$$

Trong đó:

$W_{\text{tĩnh}}$ - thành phần tĩnh tải trọng gió tiêu chuẩn

ζ - hệ số áp lực động của tải trọng gió ở độ cao Z lấy theo bảng 8 TCVN 2737-1995.

v - hệ số tương quan không gian áp lực động của tải trọng gió xác định theo điều 6.15 và bảng 10 TCVN 2737-1995

- Nếu $f_1 < f_L < f_2$ Giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió:

$$W_{\text{động}} = M_j \cdot \zeta \cdot \psi \cdot y_i$$

Trong đó:

ψ : Gia tốc qui đổi xác định theo công thức sau :

$$\psi_i = \frac{\sum_{j=1}^r y_j \zeta v W_j}{\sum_{j=1}^r y_j^2 M_j}$$

Với : $W_{pj} = W_j \cdot \zeta_j \cdot v$

ξ : Hệ số động lực được xác định phụ thuộc vào hệ số ε :

$$\varepsilon = (n \cdot W_0)^{0.5} / 940 f_i$$

ζ_j - Hệ số áp lực động của tải trọng gió ứng với điểm giữa phần thứ j

y_i - Dịch chuyển ngang của trọng tâm phần thứ j ứng với dao động thứ nhất

f_i - Tần số dao động riêng thứ i

M_j - Khối lượng phần thứ j công trình

W_j - Giá trị tiêu chuẩn của tải trọng gió tính lên phần thứ j

v - hệ số tương quan không gian áp lực động của tải trọng gió xác định theo điều 6.15 và bảng 10 TCVN 2737-1995

- Nếu $f_S < f_L < f_{S+1}$

Giá trị tiêu chuẩn thành phần động của tải trọng gió tác dụng lên phần tử thứ k của công trình được tính theo công thức tổng bình phương căn số SRSS như dưới đây, trong đó kể đến s dao động đầu tiên:

$$W_{pk}^{tc} = \sum_{j=1}^n \sqrt{W_{p1j}^2 + W_{p2j}^2 + \dots + W_{psj}^2}$$

$$W_{p(ij)} = M_j \times \xi_i \times \psi_i \times y_{ji}$$

Trong đó:

i - chỉ số của dạng dao động thứ i

$$\psi_i = \frac{\sum_{j=1}^r y_{ij} \zeta v W_j}{\sum_{j=1}^r y_{ij}^2 M_j}$$

ν - hệ số tương quan không gian áp lực động của tải trọng gió, được xác định kể đến dạng dao động đầu tiên của công trình; đối với các dao động khác $\nu = 1,0$

- Giá trị tính toán của tải trọng gió 90^0 vào trụ đỡ được tính như trên, đối với gió 45^0 được tính theo công thức sau :

$$W_{tcy} = W_{tcx} = 0,8W_{tc}$$

$$W_{tty} = W_{ttx} = 0,8W_{tt}$$

16.2.4.3 Tải trọng do trọng lượng người và dụng cụ khi thi công: Png

Kiến nghị lấy $P_{ng} = 200 \text{ daN}$

16.2.4.4 Tải trọng do trọng lượng bản thân trụ và thiết bị: Pbt

Lấy trong catalogue thiết bị

16.2.4.5 Tải trọng động của thiết bị: Ptb

Lấy trong catalogue thiết bị

16.2.5 Tính toán trụ đỡ

Trụ thép được tính toán theo phương pháp phần tử hữu hạn bằng phần mềm Sap2000 v14.0.0. Tất cả các phần tử của trụ được kiểm tra với nội lực nguy hiểm nhất và tất cả các trường hợp tổ hợp tải trọng.

16.2.5.1 Mô hình làm việc của trụ thép vào chương trình tính SAP2000

Gồm các bước:

- Lập mô hình tính toán trụ: sơ đồ các nút, phần tử thanh sau khi đã lựa chọn được sơ đồ tính

- Đưa các trường hợp tải trọng tác dụng vào các nút trụ gồm : tải trọng gió lên trụ (gió 90^0 và gió 45^0) và các tải trọng bản thân, tải thiết bị, lực căng dây, hoạt tải thi công.

- Chọn loại vật liệu đưa vào chương trình tính.

- Tổ hợp tải trọng gồm các trường hợp sau:

1/ Bình thường : gió 90^0 vào trụ.

2/ Bình thường : gió 45^0 vào trụ.

16.2.5.2 Kiểm tra chuyển vị cho phép đầu trụ:

Sau khi chạy xong chương trình SAP2000, tiến hành kiểm tra chuyển vị đầu trụ theo điều kiện:

$$\Delta \leq 1/100 H_{\text{trụ}}$$

16.2.5.3 Tính toán chọn lựa tiết diện các thanh trụ:

Từ kết quả của chương trình SAP2000 lập bảng tính toán các thanh theo các bước sau:

- Cấu kiện chịu kéo

- Độ mảnh các thanh chịu kéo theo công thức:

$$\lambda = I_{tt}/r_{tt} \leq [\lambda_{gh}]$$

- Ứng suất trong thanh chịu kéo:

$$\sigma = \frac{1}{\gamma_c} \left[\frac{N''_{keo}}{A_n} \pm \frac{M''_{th}}{W_{th}} \right] \leq f$$

➤ Cấu kiện chịu nén

- Độ mảnh các thanh chịu nén theo công thức:

$$\lambda = (l_{tt} \cdot \mu_d) / r_{tt} \leq [\lambda_{gh}]$$

- Ứng suất trong thanh chịu nén:

$$+ \text{Trường hợp liên kết ngàm: } \sigma''_{nen} = \frac{1}{\gamma_c} \left[\frac{N''_{nen}}{A \cdot \varphi_{lt}} \right] \leq f$$

$$+ \text{Trường hợp liên kết khớp: } \sigma''_{nen} = \frac{1}{\gamma_{dk}} \left[\frac{N''_{nen}}{\varphi \cdot A_j} \right] \leq f$$

Trong đó:

+ σ''_{keo} - ứng suất kéo của phần tử

+ σ''_{nen} - ứng suất nén của phần tử

+ f - cường độ tính toán của thép

+ γ_c - hệ số điều kiện làm việc, lấy theo bảng 3 TCVN 5575-2012

+ M''_{th} - Mômen tính toán của tải trọng tổ hợp gây ra

+ W_{th} - Mômen kháng uốn của tiết diện thanh

+ N''_{keo} - nội lực kéo tối đa của phần tử

+ N''_{nen} - nội lực nén tối đa của phần tử

+ A_n - diện tích thực của mặt cắt

+ A - diện tích ban đầu của mặt cắt

+ l_{tt} - chiều dài tính toán phần tử phụ thuộc dạng liên kết phần tử

+ r_{tt} - bán kính quán tính phần tử phụ thuộc vào loại phần tử $r_{x,y}$ hoặc r_{min}

+ μ_d - hệ số chiều dài của phần tử, phụ thuộc liên kết ở 2 đầu phần tử

+ φ - hệ số uốn dọc phụ thuộc vào độ mảnh (tra bảng)

+ φ_{lt} - hệ số giảm cường độ khi thanh chịu nén lệch tâm. Phụ thuộc vào độ mảnh tương đương quy ước ($\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{f/E}$) và vào độ lệch tâm quy đổi m_1 của cấu kiện trụ.

Độ lệch tâm quy đổi được xác định theo công thức sau : $m_1 = \eta \cdot m$

$$m = \frac{M''_{th}}{N''_{nen}} \times \frac{A}{W_{ng}} \text{ và } \eta = 1 \text{ đối với kết cấu trụ thép không gian}$$

$[\lambda_{gh}]$ - độ mảnh giới hạn lấy theo bảng 25 và 26 TCVN 5575-2012

16.2.5.4 Tính toán liên kết thanh trụ ứng với các trường hợp tổ hợp tải trọng

➤ Đối với liên kết bu lông

Số lượng bulông n trong liên kết khi chịu lực dọc N được xác định theo công thức:

$$n \geq \frac{N}{[N]_{\min} \gamma_c}$$

Trong đó:

$$+ N = \max(N_{kéo}^{tt}; |N_{nén}^{tt}|) + \frac{M_{tt}^{tt}}{e}$$

+ f_{vb}, f_{cb}, f_{tb} - các cường độ tính toán chịu cắt, ép mặt và chịu kéo của 1 bu lông.

+ γ_b - hệ số điều kiện làm việc của liên kết bu lông, tra bảng

+ $\gamma_c = 1$ - hệ số điều kiện làm việc của kết cấu

+ n_v - số lượng mặt cắt tính toán của 1 bu lông

+ $A = \pi d^2 / 4$ - diện tích tiết diện tính toán của thân bu lông

+ A_{bn} - diện tích tiết diện thực của thân bu lông

+ d - đường kính ngoài thân bu lông

+ $\sum t$ - tổng chiều dày nhỏ nhất của các bản thép trượt về 1 phía

+ e - khoảng cách giữa 2 hàng bulông liên kết

+ $[N]_{\min}$ - giá trị nhỏ nhất trong các khả năng chịu lực của một bulông

Khả năng chịu lực lớn nhất của mỗi bu lông được tính toán theo các công thức sau:

- Khả năng chịu cắt: $[N]_{vb} = f_{vb} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_v$

- Khả năng chịu ép mặt: $[N]_{cb} = f_{cb} \cdot \gamma_b \cdot d \cdot \sum t$

- Khả năng chịu kéo: $[N]_{tb} = f_{tb} \cdot A_{bn}$

➤ Đối với liên kết hàn

- Kiểm tra đường hàn góc chịu tác dụng của lực dọc và lực cắt theo 2 tiết diện:

+ Theo kim loại đường hàn (tiết diện 1):

$$N / (\beta_f h_f l_w) \leq f_{wf} \gamma_c$$

+ Theo kim loại ở biên nóng chảy (tiết diện 2):

$$N / (\beta_s h_f l_w) \leq f_{ws} \gamma_c$$

Trong đó:

+ N là lực dọc, lực cắt tác dụng tại vị trí liên kết

+ l_w là chiều dài tính toán của đường hàn, bằng chiều dài thực trừ đi 10 mm;

+ h_f là chiều cao của đường hàn góc

+ γ_c là hệ số điều kiện làm việc của liên kết

+ β_f và β_s là các hệ số chiều sâu nóng chảy của đường hàn ứng với các tiết diện 1 và 2, tra bảng 37 của TCVN 5575-2012, phụ thuộc vào phương pháp hàn và vị trí của đường hàn trong không gian khi hàn. Khi hàn tay lấy $\beta_f = 0,7$ và $\beta_s = 1$.

+ f_{wf}, f_{ws} là cường độ tính toán chịu cắt quy ước của thép đường hàn và thép cơ bản trên biên nóng chảy.

- Kiểm tra đường hàn góc chịu tác dụng đồng thời cả mô men và lực cắt theo 2 tiết diện:

+ Theo kim loại đường hàn (tiết diện 1):

$$\tau^1_{td} = \sqrt{\left(\frac{M}{W_{wf}}\right)^2 + \left(\frac{V}{A_{wf}}\right)^2} \leq f_{wf} \gamma_c$$

+ Theo kim loại ở biên nóng chảy (tiết diện 2):

$$\tau^2_{td} = \sqrt{\left(\frac{M}{W_{ws}}\right)^2 + \left(\frac{V}{A_{ws}}\right)^2} \leq f_{ws} \gamma_c$$

Trong đó:

+ M, V là mô men và lực cắt tác dụng tại vị trí liên kết;

+ $W_{wf} = \beta_f h_f \frac{\sum l_w^2}{6}$: mô men kháng uốn của đường hàn theo tiết diện 1

+ $W_{ws} = \beta_s h_s \frac{\sum l_w^2}{6}$: mô men kháng uốn của đường hàn theo tiết diện 2

+ $A_{wf} = \beta_f h_f \sum l_w$: diện tích tính toán của đường hàn theo tiết diện 1

+ $A_{ws} = \beta_s h_s \sum l_w$: diện tích tính toán của đường hàn theo tiết diện 2

16.2.5.5 Tính toán bu lông neo trụ với móng

Tiết diện một bu lông neo: $A_{bl} \geq \frac{N_{nh}^{tt \max}}{f_{tb} \cdot n_{bn}} + \frac{Q^{tt \max}}{\mu \cdot 0,85 \cdot f_{vb} \cdot n_{bn}}$.

Trong đó:

+ n_{bl} : Số bu lông neo trụ với móng trong một trụ.

+ $N_{nh}^{tt \max}$: Lực nhỏ tính toán max tác dụng xuống một trụ móng theo tổ hợp lớn nhất – (KG).

+ $Q^{tt \max}$: Lực cắt tính toán max tác dụng xuống một trụ móng theo tổ hợp lớn nhất – (KG).

+ f_{vb}, f_{tb} : Cường độ tính toán chịu cắt, chịu kéo của bu lông neo móng (KG/cm^2) (tra theo bảng 10 và 12 trang 18 TCVN 5575-2012).

+ A_{bn} : Diện tích tiết diện thực của thân một bu lông neo – (cm²).

$$+ A_{bn} = \frac{\pi}{4} \left(D - \frac{0,974}{n} \right)^2 .$$

Với n : số ren/inch của một bu lông neo.

D : Đường kính danh định bu lông neo (cm).

μ : Hệ số ma sát được lấy như sau:

- $\mu=0,9$ - Cho bu lông neo khi mặt phẳng tiếp xúc của trụ với móng là bản đế trụ nằm trong mặt trụ bê tông móng.
- $\mu=0,7$ - Cho bu lông neo khi mặt phẳng tiếp xúc của trụ với móng là bản đế trụ nằm trên bề mặt trụ bê tông móng.
- $\mu= 0,55$ - Cho bu lông neo khi phẳng mặt tiếp xúc của trụ với móng là bản đế trụ nằm trên bề mặt lớp vữa xi măng trụ móng (không phải là bê tông cốt thép móng)

Chương 17

TÍNH TOÁN MÓNG THIẾT BỊ, MÓNG DÀN TRỤ CÔNG

17.1 TÍNH TOÁN MÓNG GIÀN CỘT CÔNG – MÓNG GIÀN THANH CÁI

17.1.1 Các tiêu chuẩn áp dụng

- Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 9362 : 2012 về nền nhà và công trình.
- TCVN 10304 : 2014 Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế.
- Tiêu chuẩn TCXD 205 : 1998 Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế.
- Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 2737 : 1995 về tải trọng và tác động.
- Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 5574 : 2012 về kết cấu bê tông cốt thép.

17.1.2 Vật liệu

Các đặc điểm của vật liệu thường dùng:

17.1.2.1 Bê tông

i1) Bê tông cấp độ bền B15

- Cường độ tiêu chuẩn:

+Nén dọc trục : $R_{bn} = 11\text{MPa}$

+Kéo dọc trục : $R_{btm} = 1,15\text{MPa}$

- Cường độ tính toán:

+Nén dọc trục : $R_b = 8,5\text{MPa}$

+Kéo dọc trục : $R_{bt} = 0,75\text{MPa}$

- Môđuy đàn hồi : $E_b = 23000\text{MPa}$

- Môđuy trượt : $G = 0,4$

- Hệ số nở ngang : $\nu = 0,2$

- Hệ số giãn nở nhiệt : $\alpha_{bt} = 1,10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

- Khối lượng riêng : $g = 2500\text{kg/m}^3$

i2) Bê tông cấp độ bền B20

- Cường độ tiêu chuẩn:

+Nén dọc trục : $R_{bn} = 15\text{MPa}$

+Kéo dọc trục : $R_{btm} = 1,40\text{MPa}$

- Cường độ tính toán:

+Nén dọc trục : $R_b = 11,5\text{MPa}$

+Kéo dọc trục : $R_{bt} = 0,90\text{MPa}$

- Môđuyen đàn hồi : $E_b = 27000\text{MPa}$
- Môđuyen trượt : $G = 0,4$
- Hệ số nở ngang : $\nu = 0,2$
- Hệ số giãn nở nhiệt : $\alpha_{bt} = 1,10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Khối lượng riêng : $g = 2500\text{kg/m}^3$

i3) Bê tông cấp độ bền B25

- Cường độ tiêu chuẩn:

- +Nén dọc trục : $R_{bn} = 18,5\text{MPa}$
- +Kéo dọc trục : $R_{btn} = 1,60\text{MPa}$

- Cường độ tính toán:

- +Nén dọc trục : $R_b = 14,5\text{MPa}$
- +Kéo dọc trục : $R_{bt} = 1,05\text{MPa}$
- Môđuyen đàn hồi : $E_b = 30000\text{MPa}$
- Môđuyen trượt : $G = 0,4$
- Hệ số nở ngang : $\nu = 0,2$
- Hệ số giãn nở nhiệt : $\alpha_{bt} = 1,10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Khối lượng riêng : $g = 2500\text{kg/m}^3$

17.1.2.2 Cốt thép

- Thép có $\varnothing < 10\text{mm}$: CB240-T hoặc tương đương

- Thép có $\varnothing \geq 10\text{mm}$: CB300-V hoặc tương đương

- +Cường độ chịu kéo tiêu chuẩn : $R_{sn}^{CB240-T} = 235\text{MPa}$
: $R_{sn}^{CB300-V} = 295\text{MPa}$

- +Cường độ tính toán cốt dọc : $R_s^{CB240-T} = 225\text{MPa}$
: $R_s^{CB300-V} = 280\text{MPa}$

- +Cường độ tính toán cốt ngang : $R_{sw}^{CB240-T} = 175\text{MPa}$
: $R_{sw}^{CB300-V} = 225\text{MPa}$

+Môđuyen đàn hồi : $E_s = 210000\text{MPa}$

+Khối lượng riêng : $\gamma = 7850\text{kg/m}^3$

17.1.3 Số liệu địa chất

Các chỉ tiêu cơ lý đất nền tính toán lấy theo kết quả khoan thăm dò địa chất và thí nghiệm đất nền tại vị trí xây dựng trạm.

17.1.3.1 Tải trọng tác dụng

Từ các tổ hợp lực tác dụng lên cột ta chọn tổ hợp lực lớn nhất tác dụng lên đỉnh móng để tính toán móng.

17.1.3.2 Tính toán móng cột

Tính toán móng cột phải theo các quy định trong tiêu chuẩn TCVN 9362 : 2012, TCVN 10304 : 2014, TCXD 205 : 1998, TCVN 5574 : 2012 và các quy định liên quan. Một số nội dung tính toán kiểm tra móng cơ bản được nêu sau:

1. Tính toán móng trụ

a) *Tính toán chọn kích thước trên cơ sở bảo đảm điều kiện áp lực đáy móng:*

- Cường độ tiêu chuẩn của đất nền theo công thức:

$$R^{tc} = \frac{m_1 \times m_2}{k_{tc}} (A \times b \times \gamma + B \times h \times \gamma' + D \times c)$$

- Ứng suất tại đáy móng tính theo công thức:

$$\sigma_{\max}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F} + \left(\frac{M_x^{tc}}{W_x} + \frac{M_y^{tc}}{W_y} \right)$$

$$\sigma_{\min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F} - \left(\frac{M_x^{tc}}{W_x} + \frac{M_y^{tc}}{W_y} \right)$$

Trong đó:

+ N^{tc} - Tải trọng thẳng đứng tiêu chuẩn tác dụng lên đáy móng

+ M_x^{tc} , M_y^{tc} - Mô men tiêu chuẩn tác dụng lên đáy móng

+ F - Diện tích móng

+ W_x , W_y - Mô men kháng uốn của móng theo phương x, y

- Thỏa mãn các điều kiện:

$$\sigma_{\max}^{tc} \leq 1,2R^{tc} \text{ và } \sigma_{tb}^{tc} = (\sigma_{\max}^{tc} + \sigma_{\min}^{tc})/2 \leq R^{tc}$$

b) *Tính toán chọn kích thước trên cơ sở khả năng chịu nhỏ của móng theo sức chịu tải:*

$$N_{nh}^I = [0,9V_{bt} \cdot \gamma_{bt} + V_{đđ} \cdot \gamma_{đđ} + 2(b + B_1)(H_{cm} - C_{mn})C_0]/K_{tc}$$

- Thỏa mãn điều kiện: $N_{nh}^{tt} \leq N_{nh}^I$ (N_{nh}^{dn} - có tính đến đầy nổi của nước ngầm)

Với :

+ K_{tc} - hệ số tin cậy, tra bảng

+ b - chiều rộng móng

+ $C_0 = \eta C$ - lực dính tính toán của đất

+ $\varphi_0 = \eta \varphi$ - góc ma sát trong tính toán của đất

+ η - hệ số tin cậy phụ thuộc vào từng loại đất, tra bảng

+ $\gamma_{đđ}$ - trọng lượng thể tích đất đắp móng

+ γ_{bt} - trọng lượng thể tích bê tông móng

+ V_{bt} - thể tích bê tông móng

+ V_{dd} - thể tích khối đất bị trôi bên trên đáy móng theo phương nghiêng 1 góc φ_0

+ $B_1 = b + 2 \cdot (H_{cm} - C_{mn}) \cdot \text{tg}(\varphi_0)$

+ H_{cm} - chiều sâu chôn móng

+ C_{mn} - chiều cao bản đáy móng

+ N_{nh}^{tt} - tải trọng nhỏ tính toán tác dụng tại đỉnh trụ móng

c) Tính toán nền chịu lực nhỏ theo biến dạng:

$$N_{nh}^{II} = V_{bt} \cdot \gamma_{bt} + [(a \cdot b) - (\text{Đ}_1)^2] m_0 \cdot m_c \cdot m_d \cdot R_{tt}$$

- Thỏa mãn điều kiện: $N_{nh}^{tc} \leq N_{nh}^{II}$ (N_{nh}^{dn} - có tính đến đầy nổi của nước ngầm)

Với :

+ $m_0 \cdot m_c \cdot m_d$ - hệ số điều kiện làm việc, tra bảng

+ a, b - chiều dài và rộng móng

+ R_{tt} - áp lực tính toán trên đất đắp của móng, tra bảng

+ Đ_1 - chiều rộng của trụ móng

+ N_{nh}^{tc} - tải trọng nhỏ tiêu chuẩn tác dụng tại đỉnh trụ móng

d) Tính toán chọn kích thước trên cơ sở bảo đảm chống lật theo sức chịu tải:

$$K = M_{gi} / M_l \geq [K_l]$$

Trong đó:

+ M_{gi} : Mô men chống lật.

+ M_l : Mô men gây lật.

+ $[K_l] = 1,5$: Hệ số an toàn.

e) Kiểm tra độ lún của móng:

$$\text{Điều kiện: } S_{tt} \leq [S_{gh}]$$

Trong đó:

+ S_{tt} - Độ lún tính toán của công trình thiết kế

+ $[S_{gh}]$ - Trị số giới hạn về biến dạng của công trình theo TCVN 9362:2012.

- Tính độ lún của móng theo phương pháp cộng lún từng lớp: (*xem tương tự như các phần tính lún ở phần trên*)

f) Tính kiểm tra độ nghiêng của móng:

Độ nghiêng của móng là tỷ số giữa độ lún của các điểm bên ngoài của móng với kích thước (chiều dài, chiều rộng) qua điểm ấy.

+Độ nghiêng của móng theo phương cạnh dài:

$$i_l = \frac{1-\mu^2}{E} \times k_l \times \frac{P \times e_l}{(l/2)^3}$$

+Độ nghiêng của móng theo phương cạnh ngắn:

$$i_b = \frac{1-\mu^2}{E} \times k_b \times \frac{P \times e_b}{(b/2)^3}$$

P – hợp lực tất cả các tải trọng đứng của móng trên nền

e_l, e_b – lần lượt là khoảng cách của điểm đặt hợp lực đến giữa đáy móng theo phương trục dọc, trục ngang

E, μ – là mô đun biến dạng và hệ số Poat – xông của đất lấy theo trị trung bình trong phạm vi tầng chịu nén.

k_l, k_b – các hệ số phụ thuộc vào tỷ số của các cạnh đáy móng.

Điều kiện: $i_l, i_b < i_{gh}$; với i_{gh} là độ nghiêng giới hạn lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012.

g) Tính thép trụ móng:

Tải trọng tác dụng lên đỉnh móng trụ là tải trọng lớn nhất trong các trường hợp tổ hợp nguy hiểm nhất.

N_{nh}^{tt} (hoặc N_n^{tt})

P_x^{tt}

P_y^{tt}

Trường hợp nén lệch tâm:

Xác định độ lệch tâm tính toán cho trụ móng

- Độ lệch tâm của lực dọc:

$$e_{o1} = \frac{M_x^{tt}}{N_{nh}^{tt}} \quad \text{hoặc} \quad e_{o1} = \frac{M_y^{tt}}{N_{nh}^{tt}}$$

- Độ lệch tâm ngẫu nhiên:

$$e_a \text{ được lấy max } \begin{cases} H / 600 \\ h / 30 \\ 10mm \end{cases} \quad (H, h \text{ là chiều dài, chiều cao cấu kiện})$$

=> Độ lệch ban đầu: $e_o = e_{o1} + e_a$

- Khi độ mảnh của trụ $l_o/h < 8$, lấy hệ số uốn dọc $\eta = 1$.

Khi độ mảnh của trụ $l_o/h > 8$, cần xét đến ảnh hưởng của uốn dọc.

- Hệ số uốn dọc được xác định:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$$

Trong đó: N_{cr} là lực tới hạn qui ước, được xác định theo công thức:

$$N_{cr} = \frac{6,4.E_b.I}{\varphi_1.l_o^2} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right)$$

Với φ_1 : hệ số kể đến ảnh hưởng của tác dụng dài hạn của tải trọng đến độ cong của cầu kiện ở trạng thái giới hạn

$$\varphi_1 = 1 + \beta \cdot \frac{M_{dh} + N_{dh}y}{M + Ny} \leq 1 + \beta$$

β : hệ số phụ thuộc vào loại bê tông, lấy theo bảng 29 TCVN 5574:2012.

M: mômen lấy đối với biên chịu kéo hoặc chịu nén ít hơn cả của tiết diện do tác dụng của tải trọng thường xuyên, tải trọng tạm thời dài hạn và tải trọng tạm thời ngắn hạn.

M_{dh} : tương tự M nhưng do tác dụng của tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn.

y: Khoảng cách từ trọng tâm tiết diện đến mép chịu kéo ($y=0,5h$)

l_o : chiều dài tính toán của trụ, với trụ đứng tự do $l_o=2l$ (l: chiều dài thực của trụ móng)

δ_e : hệ số, lấy bằng e_o/h , nhưng ko nhỏ hơn $\delta_{e,min}$

$$\delta_{e,min} = 0,5 - 0,01 \frac{l_o}{h} - 0,01.R_b$$

E_b : Môđun đàn hồi của bê tông.

=> Độ lệch tâm tính toán khi kể đến uốn dọc:

$$e = \eta.e_o + \frac{h}{2} - a; \quad e' = \eta.e_o - \frac{h}{2} + a'$$

Việc tính toán độ bền cầu kiện chịu nén lệch tâm tiết diện cần được thực hiện theo điều kiện:

- Khi $\xi = \frac{x}{h_o} \leq \xi_R$ thì lệch tâm lớn, kiểm tra theo điều kiện

$$N.e \leq R_b.b.x(h_o - 0,5x) + R_{sc}.A'_s(h_o - a')$$

+ Chiều cao vùng nén được xác định theo công thức:

$$N + R_s.A_s - R_{sc}.A'_s = R_b.b.x$$

- Khi $\xi = \frac{x}{h_o} > \xi_R$ lệch tâm bé, kiểm tra theo điều kiện

$$N.e \leq R_b.b.x(h_o - 0,5x) + R_{sc}.A'_s(h_o - a')$$

+ Chiều cao vùng nén được xác định theo công thức:

$$N + \sigma_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s = R_b \cdot b \cdot x$$

Trong đó: $\sigma_s = (2 \frac{1-x/h_o}{1-\xi_R} - 1)R_s$, với cấu kiện BT cấp độ bền nhỏ hơn B30.

Tính toán cốt thép chịu nén (đặt cốt thép đối xứng $R_s = R_{sc}$)

- Khi $2a' \leq x \leq \xi_R h_o$, chiều cao vùng nén được xác định $x = \frac{N}{R_b b}$, khi đó

$$A_s = A'_s = \frac{Ne - R_b b x (h_o - \frac{x}{2})}{R_{sc} (h_o - a')}$$

- Khi $x < 2a'$ $A_s = A'_s = \frac{N(e - h_o + a')}{R_{sc} (h_o - a')}$

$$\text{Hàm lượng cốt thép: } \mu_t \% = \frac{100(A_s + A'_s)}{bh_o}$$

Nếu $\mu_t < \mu_{\min}$, nếu không thay đổi kích thước tiết diện thì chọn cốt thép theo yêu cầu tối thiểu $A_s = A'_s = \mu_{\min} \cdot bh_o / 100$.

Trường hợp kéo lệch tâm:

Xác định độ lệch tâm tính toán cho trụ móng

$$e_o = \frac{M_x''}{N_{nh}''} \quad \text{hoặc} \quad e_o = \frac{M_y''}{N_{nh}''}$$

- Nếu lực dọc N đặt trong khoảng cách giữa các hợp lực trong cốt thép S và S':
Trường hợp lệch tâm bé xảy ra khi $e_o \leq 0,5h - a$.

$$A_s = \frac{Ne'}{R_s \cdot (h_o - a')} \quad \text{Hoặc} \quad A'_s = \frac{Ne}{R_s \cdot (h_o - a')}$$

Trong đó: $e = 0,5h - e_o - a$; $e' = 0,5h + e_o - a$

- Nếu lực N đặt ngoài khoảng cách giữa các hợp lực trong cốt thép S và S':
Trường hợp lệch tâm lớn $e_o > 0,5h - a$.

Điều kiện để tính toán kiểm tra:

$$Ne \leq R_b b x (h_o - 0,5x) + R'_s A'_s (h_o - a')$$

Chiều cao vùng nén x được xác định theo công thức

$$R_b b x - R_s A_s + R_{sc} A'_s + N = 0$$

Điều kiện áp dụng: $2a' \leq x \leq \xi_R h_o$

Tính toán cốt thép:

- Khi x thỏa điều kiện: $2a' \leq x \leq \xi_R h_o$, thì

$$A'_s = \frac{Ne - R_b bx(h_o - \frac{x}{2})}{R_{sc}(h_o - a')}$$

$$A_s = \frac{R_b bx + R_{sc} A'_s + N}{R_s}$$

– Nếu $x < 2a'$, thì chọn A'_s theo cấu tạo

$$A_s = \frac{N(e + h_o - a')}{R_s(h_o - a')}$$

h) Tính thép đế móng

Tính toán M^{II-I} , M^{II-II} tương ứng với các mặt ngàm theo hai phương do ứng suất dưới đáy móng gây ra.

Tính thép cho đế móng:

$$A_s^I = \frac{M^{II-I}}{\gamma R_s h_o}$$

$$A_s^{II} = \frac{M^{II-II}}{\gamma R_s h_o}$$

2. Tính toán móng bản

a) Tính toán chọn kích thước trên cơ sở bảo đảm điều kiện áp lực đáy móng:

Tính tương tự tính toán móng trụ.

b) Tính toán chọn kích thước trên cơ sở bảo đảm chống lật theo sức chịu tải:

Tính tương tự tính toán móng trụ.

c) Kiểm tra độ lún của móng:

Tính tương tự tính toán móng trụ.

d) Tính kiểm tra độ nghiêng của móng:

Tính tương tự tính toán móng trụ.

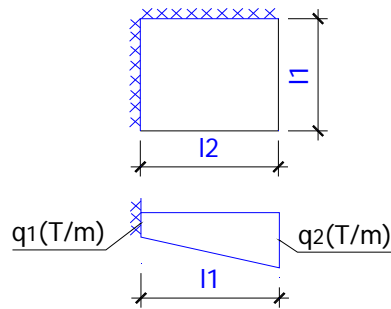
e) Tính thép trụ móng:

Tính tương tự tính toán móng trụ.

f) Tính thép bản móng

Bản được ngàm vào dầm móng có 2 loại ô bản để tính: bản kê 2 cạnh và bản kê 3 cạnh.

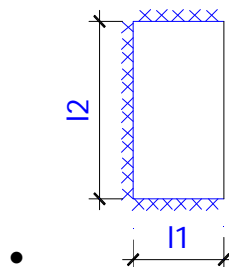
– **Đối với ô bản kê 2 cạnh:** Cắt 1m để tính



Đây là bản loại dầm và được tính như bản consol, mômen tại gối theo phương l_1 được xác định như sau:

$$M_g = \frac{q_1 \cdot l_1^2}{2} + \frac{(q_2 - q_1) \cdot l_1^2}{3}$$

– Đối với bản kê 3 cạnh : Cắt 1m để tính



Mômen tại mép dầm móng theo phương l_1

$$M_g = \max(M_1 = m_{i1} \sigma, M_I = k_{i1} \sigma, M_2 = m_{i2} \sigma, M_{II} = k_{i2} \sigma)$$

Trong đó:

+ σ : Ứng suất lớn nhất trong ô bản xét

+ $m_{i1}, m_{i2}, k_{i1}, k_{i2}$: các hệ số tra bảng

– Tính giá trị $\alpha_m = \frac{M_g}{R_b b h_o^2}$ tra bảng xác định ξ

+ Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R)$, với α_R, ξ_R tra bảng phụ thuộc vào hệ số làm việc của bê tông (γ_{b2})

– Cốt thép bản loại dầm được xác định theo công thức:

$$A_s = \frac{M_g}{R_s \cdot \xi \cdot h_o}$$

+ Nếu $\alpha_m > \alpha_R$, thì cần tăng kích thước tiết diện hoặc cấp bê tông, hoặc đặt cốt thép chịu nén.

– Kiểm tra hàm lượng cốt thép: $\mu_{\min} = 0,05\% < \mu = \frac{A_s}{b \cdot h_o} < \mu_{\max} = \frac{\xi R_b}{R_s}$

– Xác định khoảng cách giữa các thanh thép: $a(\text{mm})$

$$a_{\max} = \frac{1000 \cdot f_s}{A_s}$$

Trong đó: f_s : diện tích thanh cốt thép chọn

g) *Tính thép chịu lực dầm móng*

Điều kiện kiểm tra tiết diện

– khi $\xi = \frac{x}{h_o} \leq \xi_R$ kiểm tra theo điều kiện

$$M \leq R_b b x (h_o - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_o - a')$$

Trong đó, chiều cao vùng chịu nén x được xác định từ điều kiện

$$R_s A_s - R_{sc} A'_s = R_b b x$$

– khi $\xi = \frac{x}{h_o} > \xi_R$ kiểm tra theo điều kiện

$$M \leq \alpha_m R_b b x h_o^2 + R_{sc} A'_s (h_o - a'), \text{ trong đó } \alpha_m = \xi(1 - 0,5\xi)$$

Lúc này chiều cao vùng nén x được xác định từ điều kiện.

$$\sigma_s A_s - R_{sc} A'_s = R_b b x$$

$$\text{Với } \sigma_s = \frac{0,2 + \xi_R}{0,2 + \xi + 0,35 \frac{\sigma_{sp}}{R_s} \left(1 - \frac{\xi}{\xi_R}\right)} R_s$$

Tính toán cốt thép cho dầm

– **Bài toán tính cốt thép A_s và A'_s**

Tính giá trị $\alpha_m = \frac{M}{R_b b h_o^2}$ tra bảng phụ lục E.1 TCVN 5574:2012 xác định ξ

+ Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R = \xi_R(1 - 0,5\xi_R)$, với α_R, ξ_R tra bảng E.2 phụ thuộc vào hệ số làm việc của bê tông (γ_{b2})

Cốt thép dầm được xác định theo công thức

$$A_s = \frac{M_g}{R_s \cdot \xi \cdot h_o}$$

+ Nếu $\alpha_m > \alpha_R$, thì cần tăng kích thước tiết diện hoặc cấp bê tông, hoặc đặt cốt kép.

Trường hợp đặt cốt kép:

$$A_s = \frac{M - \alpha_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_o^2}{R_{sc} (h_o - a')}$$

$$A_s = \frac{\xi_R \cdot R_b \cdot b \cdot h_o}{R_s} + \frac{R_{sc}}{R_s} A'_s$$

– **Bài toán giả thiết A's, tính A_s**

Tính giá trị $\alpha_m = \frac{M - R_{sc}A'_s(h_o - a')}{R_b b h_o^2}$ xảy ra các trường hợp sau

- + Nếu $\alpha_m > \alpha_R$ thì chúng ta bỏ cốt thép A's giả thiết là chưa đủ để đảm bảo cường độ của vùng nén. Khi đó tính cốt thép như trường hợp đặt cốt kép.
- + Nếu $\alpha_m \leq \alpha_R$ thì tính hoặc tra bảng ra ξ

Trường hợp $x = \xi h_o \geq 2a'$, cốt thép được tính như sau

$$A_s = \frac{\xi R_b b h_o}{R_s} + \frac{R_{sc}}{R_s} A'_s$$

Trường hợp $x = \xi h_o < 2a'$, ứng suất trong cốt thép chịu nén A's chưa đạt đến cường độ chịu nén tính toán R_{sc} lúc này cốt thép được tính

$$A_s = \frac{M}{R_s (h_o - a')}$$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép: $\mu_{\min} = 0,05\% < \mu = \frac{A_s}{b h_o} < \mu_{\max} = \frac{\xi R_b}{R_s}$

– **Bài toán kiểm tra cường độ. (Biết b, h, A_s, A's, R_b, R_s, R_{sc}), tính M_{gh}**

Từ điều kiện cân bằng tính được

$$\xi = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b h_o}, \text{ có thể xảy ra các trường hợp sau}$$

- + Nếu $\xi > \xi_R$ thì chọn $\xi = \xi_R$ hoặc $\alpha_m = \alpha_R$ để tính M_{gh}

$$M_{gh} = \alpha_R R_b b h_o^2 + R_{sc} A'_s (h_o - a')$$

- + Nếu $\xi < \frac{2a'}{h_o}$ (tức $x < 2a'$) thì kiểm tra khả năng chịu lực theo

$$M_{gh} = R_s A_s (h_o - a')$$

- + Nếu $\frac{2a'}{h_o} < \xi < \xi_R$ thì từ ξ tra bảng hay tính ra α_m , tính khả năng chịu lực theo công thức.

$$M_{gh} = \alpha_m R_b b h_o^2 + R_{sc} A'_s (h_o - a')$$

h) Tính toán cốt thép đai

- Trường hợp không đặt cốt thép ngang

Điều kiện kiểm tra: $Q_{\max} \leq 2,5 R_{bt} b h_o$

Trong đó Q_{\max} - lực cắt lớn nhất lên trên dầm móng

- Trường hợp đặt cốt thép ngang

Điều kiện kiểm tra: $Q \leq Q_b + Q_{sw}$

Trong đó:

- + Q: Lực cắt tính toán tác dụng lên dầm móng.
- + Q_b : Lực cắt tại tiết diện nghiêng do bê tông chịu

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}bh_o^2}{c} \geq Q_{b,\min} = \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}bh_o$$

+ c: chiều dài hình chiếu của tiết diện nghiêng nguy hiểm nhất lên trục dọc cầu kiện.

+ $\varphi_{b2}, \varphi_{b3}, \varphi_{b4}$: phụ thuộc vào loại bê tông ($\varphi_{b2}=2$; $\varphi_{b3}=0,6$; $\varphi_{b4}=1,5$ đối với bê tông nặng)

+ φ_f : hệ số xét đến ảnh hưởng của cánh chịu nén, đối với tiết diện chữ nhật ($\varphi_f=0$).

+ φ_n : hệ số xét đến ảnh hưởng của lực dọc

$$\varphi_n = 0,1 \frac{N}{R_{bt}bh_o} \leq 0,5$$

+ Q_{sw} : Lực cắt tại tiết diện nghiêng do cốt thép ngang chịu

$$Q_{sw} = q_{sw}.C_o = \frac{R_{sw}.A_{sw}}{s} c_o$$

Trong đó:

+ R_{sw}, A_{sw}, s : lần lượt là cường độ, diện tích và khoảng cách cốt thép đai

+ c_o : chiều dài hình chiếu của vết nứt xiên trên trục dọc cầu kiện, lấy bằng

$$h_o \leq c_o = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} \leq 2h_o$$

Khoảng cách lớn nhất giữa các cốt đai:

$$s_{\max} = \frac{\varphi_{b4}(1 + \varphi_n)R_b bh_o^2}{Q}$$

Yêu cầu cấu tạo đối với cốt đai:

- + Khi $h \leq 450mm$ thì $s \leq (h/2$ và $150mm)$
- + Khi $h > 450mm$ thì $s \leq (h/3$ và $500mm)$

3. Tính toán móng cọc

a) Nguyên tắc tính toán móng cọc:

Nền và móng cọc phải được tính toán theo các trạng thái giới hạn:

- Nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất:

+ Theo cường độ vật liệu cọc và đài cọc

+ Theo sức kháng của đất đối với cọc (sức chịu tải của cọc theo đất)

- + Theo sức chịu tải của đất nền tựa cọc
- + Theo trạng thái mất ổn định của nền chứa cọc, nếu lực ngang truyền vào nó đủ lớn (tường chắn, móng của các kết cấu có lực đẩy ngang...)
- Nhóm trạng thái giới hạn thứ hai gồm:
 - + Theo độ lún nền tựa cọc và móng cọc chịu tải trọng thẳng đứng.
 - + Theo chuyển vị đồng thời của cọc với đất nền chịu tác dụng của tải trọng ngang và mô men
 - + Theo sự hình thành hoặc mở rộng các vết nứt cho các cấu kiện bê tông cốt thép móng cọc.

b) Xác định khả năng chịu tải của cọc:

Sức chịu tải của cọc được quyết định bởi cường độ tính toán của vật liệu làm cọc và cường độ của đất nền

Tùy theo tính chất làm việc của từng loại cọc (cọc chống và cọc treo) mà xác định sức chịu tải theo các công thức tính toán khác nhau.

Khi thiết kế cần phải xác định cả hai trị số về sức chịu tải của cọc: sức chịu tải của cọc theo cường độ của vật liệu và sức chịu tải theo cường độ đất nền. Trị số nhỏ nhất trong hai trị số này được chọn và đưa vào để tính toán và thiết kế.

- Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu chế tạo cọc:

Xác định theo công thức sau: $P_{vl} = m(R_{bt}F_{bt} + R_{ct}F_{ct})$

+ m – hệ số điều kiện làm việc; m=0,85.

+ R_n – cường độ tính toán của bê tông khi nén dọc trục.

+ F_{bt} – diện tích tiết diện ngang của cọc.

+ F_{ct} – diện tích tiết diện ngang của các cốt thép dọc trong cọc.

+ Xác định sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cơ lý đất nền:

* Sức chịu tải của cọc chống (theo TCVN 10304-2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế)

Sức tải trọng chịu nén $R_{c,u}$ của cọc được xác định theo công thức: $R_{c,u} = \gamma_c q_b A_b$

+ γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

+ q_b – cường độ sức kháng của đất nền dưới mũi cọc chống. Đối với cọc đóng và ép tựa trên nền đá và ít bị nén thì $q_b = 20\text{Mpa}$; các trường hợp khác tra theo Bảng 2.

+ Trong mọi trường hợp giá trị q_b không lấy quá 20Mpa

+ A_b – diện tích tựa cọc trên nền, lấy bằng diện tích mặt cắt ngang đối với cọc đặc

* Sức chịu tải của cọc treo hạ bằng phương pháp đóng hoặc ép (theo TCVN 10304-2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế)

Sức chịu tải trọng nén

Sức chịu tải trọng nén $R_{c,u}$ của cọc treo được xác định bằng tổng sức kháng của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc: $R_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_i l_i)$

+ γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

+ q_b – cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc, lấy theo Bảng 2

+ u – chu vi tiết diện ngang thân cọc

+ f_i – cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ “i” trên thân cọc, lấy theo Bảng 3

+ A_b – diện tích cọc tựa trên đất, lấy bằng diện tích tiết diện ngang mũi cọc đặc

+ l_i – chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ “i”.

+ γ_{cq} và γ_{ct} - tương ứng là các hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc có xét đến ảnh hưởng của phương pháp hạ cọc đến sức kháng của đất, tra bảng 4.

Sức chịu tải trọng kéo

Sức chịu tải trọng kéo $R_{t,u}$ của cọc treo được xác định theo công thức: $R_{t,u} = \gamma_c u \sum \gamma_{cf} f_i l_i$

+ γ_c – hệ số điều kiện làm việc của cọc, lấy cho mọi loại nhà và công trình: khi chiều sâu hạ cọc nhỏ hơn 4m, $\gamma_c = 0,6$; khi chiều sâu hạ cọc lớn hơn hoặc bằng 4m, $\gamma_c = 0,8$. Riêng đối với trụ đường dây tải điện, hệ số γ_c lấy theo Bảng 14

- Xác định sức chịu tải tính toán của cọc:

Đối với cọc chịu nén: $R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_k}$

Đối với cọc chịu kéo: $R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_k}$

+ $R_{c,d}$ và $R_{t,d}$ – tương ứng là trị tính toán sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc.

+ $R_{c,k}$ và $R_{t,k}$ – tương ứng là trị tiêu chuẩn sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc, được xác định từ các trị riêng sức chịu tải trọng nén cực hạn $R_{c,u}$ và sức chịu tải trọng kéo cực hạn $R_{t,u}$.

+ γ_k – hệ số tin cậy theo đất lấy như sau:

Trường hợp cọc treo chịu tải trọng nén trong móng cọc đài thấp có đáy đài nằm trên lớp đất tốt, cọc chống chịu nén không kể đài thấp hay đào cao lấy $\gamma_k = 1,4$. Riêng trường hợp móng 1 cọc chịu nén dưới cột, nếu là cọc đóng hay ép chịu tải trên 600kN, hoặc cọc khoan nhồi chịu tải trên 2500kN thì lấy $\gamma_k = 1,6$.

Trường hợp cọc treo chịu tải trọng nén trong móng cọc đài cao, hoặc đài thấp có đáy đài nằm trên lớp đất có biên dạng lớn, cũng như cọc treo hay cọc chống chịu tải trọng kéo trong bất cứ trường hợp móng cọc đài cao hay đài thấp, trị số γ_k lấy phụ thuộc vào số lượng cọc trong móng

c) *Xác định số lượng cọc và bố trí cọc trong móng:*

- Xác định số lượng cọc:

Số lượng cọc cần thiết được xác định phụ thuộc vào vào dạng và trị số tải trọng của công trình truyền xuống cũng như khả năng chịu tải của bản thân cọc được chọn.

Khi tải trọng của công trình đặt đúng tâm móng thì số lượng cọc xác định theo công thức sau: $n_c = \frac{\sum N}{R_{c,d}}$

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán

$R_{c,d}$ – sức chịu tải tính toán của cọc

Trường hợp tải trọng của công trình tác dụng không đúng tâm thì số lượng cọc được xác định căn cứ vào tính chất tác dụng của tải trọng gây ra độ lệch tâm. Nếu độ lệch tâm e là hằng số thì số lượng cọc có thể xác định như đối với trường hợp tải trọng đặt đúng tâm. Nếu như độ lệch tâm e thay đổi theo chiều tác dụng của tải trọng (như tải trọng gió gây ra theo mọi phía) thì số lượng cọc xác định như sau:

$$n_c = \mu \frac{\sum N}{R_{c,d}}$$

μ – hệ số kể đến sự thay đổi sự thay đổi độ lệch tâm lấy bằng 1-1,2 khi $e \geq 0$

Cách bố trí cọc ở trong móng phụ thuộc vào hình dạng mặt bằng móng, điều kiện địa chất, đặc tính tải trọng tác dụng, điều kiện làm việc của cọc ở trong đất... Nguyên tắc chung trong việc bố trí cọc là làm sao cho mỗi cọc đều chịu tải trọng bằng nhau để phát huy được khả năng làm việc tối đa của nó.

- Cấu tạo của đài cọc:

Đài cọc là một bộ phận của móng cọc có nhiệm vụ truyền tải trọng từ công trình xuống các cọc. Tác dụng chính của đài cọc là liên kết các đỉnh cọc lại với nhau thành một khối và phân bố đều tải trọng xuống các cọc.

Chiều cao tối thiểu của đài cọc phụ thuộc vào điều kiện nhàm của cọc trong móng, được xác định như sau: $h_d = h_1 + h_2$

h_1 – chiều sâu cọc ngầm trong đài

h_2 – chiều dày bản bê tông ở trên đỉnh cọc, được xác định theo điều kiện cọc không chọc thủng đài

- Tính toán đài cọc:

Đài cọc được tính toán theo điều kiện chọc thủng và theo khả năng chịu uốn

Tính toán đài cọc theo điều kiện chọc thủng giống như móng đặt trên nền thiên nhiên

Chiều cao làm việc của đài cọc được xác định căn cứ vào điều kiện sau:

$$h_0 \geq \frac{P_1}{0,75R_k u_{tb}}$$

P_1 – lực chọc thủng tính toán, lấy bằng tổng phản lực của các cọc nằm ngoài phạm vi mặt phẳng chọc thủng

u_{tb} – chu vi của hình tháp chọc thủng

Khi tính toán đài cọc theo khả năng chịu uốn thì cần xác định các trị số mô men uốn ở các tiết diện thay đổi theo chiều cao của đài cọc. Diện tích cốt thép cần thiết

được xác định: $F_a = \frac{M}{0,9h_0R_a}$

d) Kiểm tra lực tác dụng trên cọc và trên nền đất

- Kiểm tra lực tác dụng trên cọc:

+ Trường hợp móng cọc chịu tải trọng đúng tâm

Khi móng cọc chịu tải trọng đúng tâm thì tải trọng tải trọng tính toán trên mỗi cọc theo phương thẳng đứng luôn luôn phải nhỏ hơn hoặc bằng sức chịu tải tính toán của cọc được xác định theo quy phạm hoặc dựa vào kết quả thí nghiệm.

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \leq P$$

P_m – tải trọng tính toán tác dụng lên mỗi cọc theo phương thẳng đứng

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tác dụng lên đài cọc

n_c – số lượng cọc bố trí trong móng

P – sức chịu tải tính toán của cọc

+ Trường hợp móng cọc chịu tải trọng lệch tâm

Thỏa mãn điều kiện:

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2} \leq P$$

M_x và M_y – mô men uốn tính toán đối với các trục chính của mặt phẳng đáy đài
cọc

x_i và y_i – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của mỗi
cọc

x và y – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của cọc
khảo sát

- Kiểm tra lực tác dụng trên nền đất:

Khi kiểm tra lực tác dụng trên nền đất ở mặt phẳng mũi cọc, móng cọc lúc đó được coi như một khối lăng trụ liên tục có mặt thẳng đứng bao gồm cả đất lẫn cọc. Ranh giới của khối lăng trụ đó được xác định: phía trên là mặt đất thiết kế; phía hông là các mặt phẳng thẳng đứng, phía dưới là mặt phẳng nằm ở mũi cọc

Ranh giới mặt phẳng nằm ở mũi cọc là giao tuyến giữa nó với các đường thẳng hạ xiên góc (hợp với đường thẳng đứng một góc là $\varphi_{tb}^c/4$) từ rìa ngoài của hệ thống cọc tại cao trình đáy đài cọc.

Để đảm bảo móng cọc có khả năng chịu được tác dụng của tatri trọng công trình thì ứng suất ở mặt phẳng mũi cọc không được vượt quá áp lực tiêu chuẩn của nền đất thiên nhiên

$$\frac{\sum N^{tc}}{F_m} + \frac{M_{tc}}{W_m} \leq R_{tc}$$

$\sum N^{tc}$ – tổng tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng tác dụng lên mặt phẳng mũi cọc, gồm cả trọng lượng khối móng quy ước (gồm cả cọc và đất bao quanh cọc)

M_{tc} – mô men của tải trọng tiêu chuẩn đối với trọng tâm ở đáy móng cọc

F_m và W_m – diện tích và mô men chống uốn của khối móng quy ước (ở mặt phẳng đáy của khối móng quy ước)

R_{tc} – áp lực tiêu chuẩn lên đất nền thiên nhiên của khối quy ước ở mặt phẳng mũi cọc

e) *Kiểm tra độ lún của móng cọc*

Độ lún của móng cọc được tính giống như độ lún của móng bình thường đặt trên nền thiên nhiên. Ở đây cần chú ý rằng ứng suất gây lún sẽ được tính từ mặt phẳng đáy móng quy ước (tức là ở mặt phẳng mũi cọc).

Trị số độ lún tính toán phải luôn luôn nhỏ hơn trị số độ lún giới hạn được quy định theo quy phạm: $S \leq S_{gh}$

f) *Tính toán kiểm tra cọc khi vận chuyển và lắp dựng*

Số lượng các móc treo của cọc khi thi công phụ thuộc vào chiều dài cọc và quá trình vận chuyển cọc. Đối với loại cọc dài $l \geq 10m$ (l – chiều dài cọc) thường bố trí 2 móc treo, còn đối với loại cọc ngắn $l < 10m$ thì chỉ cần 1 móc treo là đủ.

Đối với loại cọc dài thì vị trí của hai móc treo sẽ đặt cách hai đầu của cọc một đoạn bằng $0,207l$; khi đó mô men uốn sẽ là $M_1 = q(0,207l)^2 = 0,043ql^2$

Đối với loại cọc ngắn, móc treo sẽ cách đầu của cọc một đoạn là $0,294l$, khi đó mô men uốn sẽ là $M_2 = q(0,294l)^2 = 0,086ql^2$.

17.2 TÍNH TOÁN MÓNG THIẾT BỊ

17.2.1 Các tiêu chuẩn, quy phạm áp dụng

- Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế : TCVN 2737-1995
- Kết cấu bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế : TCVN 5574-2012
- Thép cốt bê tông : TCVN 1651-2008
- Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình : TCVN 9362-2012
- Móng cọc - Tiêu chuẩn thiết kế : TCVN 10304-2014
- Tiêu chuẩn Nhà nước về bu lông và đai ốc : TCVN 1889-76
- Tiêu chuẩn Nhà nước về vòng đệm phẳng : TCVN 2061-77
- và vòng đệm vênh : TCVN 1307-77
- Tiêu chuẩn mạ kẽm : 18 TCN-04-92

17.2.2 Phương pháp tính toán các móng trụ đỡ thiết bị

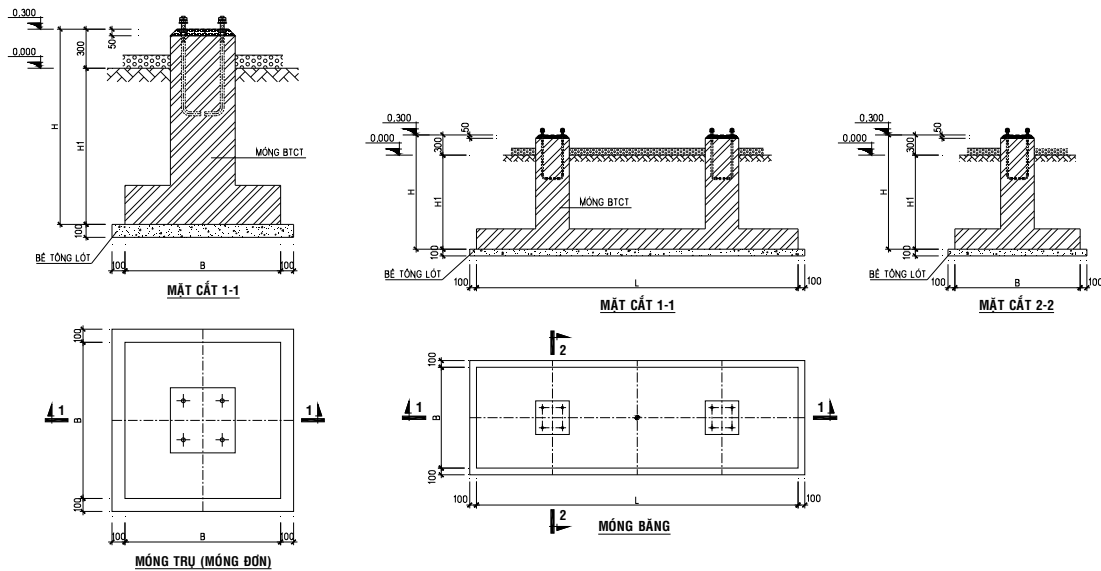
Từ các tổ hợp lực tác dụng lên trụ đỡ, chọn tổ hợp lực lớn nhất tác dụng tại mặt trên của cổ móng (tương ứng tại chân trụ đỡ), gồm:

Lực dọc (kN)	Lực cắt (kN)	Mô men (kNm)
Ntt	Qxtt/Qytt	Mxtt/Mytt

sau đó tiến hành tính cho các loại móng như sau:

17.2.2.1 Tính toán móng trụ (móng đơn), móng băng

Khi điều kiện địa chất của các lớp đất nền tốt, ở trạng thái cứng, nửa cứng... sử dụng móng trụ, móng băng cho các trụ đỡ thiết bị.



➤ Chọn kích thước móng:

Móng đơn cho trụ đỡ thiết bị gồm 2 phần: cổ móng và bản móng.

Kích thước cổ móng phải đảm bảo sao cho phần chân của trụ đỡ phải nằm hoàn toàn trên bề mặt.

- Kích thước bản móng phải đảm bảo các điều kiện về chống lật, ứng suất, chọc thủng... đảm bảo an toàn trong quá trình vận hành.

➤ Tính toán kiểm tra khả năng chịu lực của đất nền:

- Kiểm tra theo điều kiện:

$$\begin{cases} \sigma_{\max}^{tc} \leq 1,2R^{tc} \\ \sigma_{tb}^{tc} \leq R^{tc} \end{cases}$$

Trong đó:

σ_{\max}^{tc} : giá trị lớn nhất của ứng suất tiêu chuẩn tại đáy móng

σ_{tb}^{tc} : giá trị trung bình của ứng suất tiêu chuẩn tại đáy móng

$$\sigma_{\max, \min}^{tc} = \frac{N^{tc}}{F} \pm \frac{M_x^{tc}}{W_x} \pm \frac{M_y^{tc}}{W_y} + \gamma_{tb} h_m$$

$$\sigma_{tb}^{tc} = \frac{\sigma_{\max}^{tc} + \sigma_{\min}^{tc}}{2} = \frac{N^{tc}}{F} + \gamma_{tb} h_m$$

Trong đó:

h_m – chiều sâu chôn móng

F – diện tích đáy móng

γ_{tb} – dung trọng trung bình của đất và móng từ đáy móng trở lên

N^{tc} – tổng tải trọng thẳng đứng tiêu chuẩn tác dụng lên mặt trên cổ móng

M_x^{tc} – giá trị mô men tiêu chuẩn theo phương X tại đáy móng

M_y^{tc} – giá trị mô men tiêu chuẩn theo phương Y tại đáy móng

W_x, W_y – mô men chống uốn theo 2 phương X, Y của móng

R^{tc} : cường độ tiêu chuẩn của đất nền tại đáy móng

$$R = \frac{m_1 \times m_2}{k_{tc}} (A \times b \times \gamma + B \times h \times \gamma' + D \times c)$$

➤ **Kiểm tra khả năng chống lật của móng**

Hệ số an toàn phải đảm bảo:

$$k_{at} = \frac{M_{cl}}{M_{gl}} \geq 1,3$$

Trong đó:

M_{cl}, M_{gl} – mô men chống lật và mô men gây lật tại đáy móng

➤ **Tính toán lún cho móng**

Độ lún của đất nền phải thỏa mãn điều kiện: $S_{tt} \leq [S_{gh}]$

Trong đó: S_{tt} – Độ lún tính toán của công trình thiết kế

$[S_{gh}]$ – Trị số giới hạn về biến dạng của công trình; quy định tùy thuộc vào tình hình cụ thể của công trình lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012 – Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình

Tính độ lún của móng theo phương pháp cộng lún từng lớp (*xem tương tự như các phần tính lún đã nêu ở trên*)

➤ **Tính kiểm tra độ nghiêng của móng:**

- Độ nghiêng của móng theo phương cạnh dài:

$$i_l = \frac{1 - \mu^2}{E} \times k_l \times \frac{P \times e_l}{(l/2)^3}$$

- Độ nghiêng của móng theo phương cạnh ngắn:

$$i_b = \frac{1 - \mu^2}{E} \times k_b \times \frac{P \times e_b}{(b/2)^3}$$

P – hợp lực tất cả các tải trọng đứng của móng trên nền

e_l, e_b – lần lượt là khoảng cách của điểm đặt hợp lực đến giữa đáy móng theo phương trục dọc, trục ngang

E, μ – là mô đun biến dạng và hệ số Poat – xông của đất lấy theo trị trung bình trong phạm vi tầng chịu nén.

k_l, k_b – các hệ số phụ thuộc vào tỷ số của các cạnh đáy móng.

Điều kiện: $i_l, i_b < i_{gh}$; với i_{gh} là độ nghiêng giới hạn lấy theo bảng 16 TCVN 9362:2012 – Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình.

Độ nghiêng của móng là tỷ số giữa độ lún của các điểm bên ngoài của móng với kích thước (chiều dài, chiều rộng) qua điểm ấy.

➤ **Kiểm tra chọc thủng:**

- Điều kiện chống chọc thủng: $P_{ct}^{tt} < 0,75R_k b_{tb} h_0$

Trong đó:

b_{tb} – chu vi trung bình của hình tháp chọc thủng.

h_0 – chiều cao tính toán của móng

R_k – cường độ chịu kéo của bê tông

P_{ct}^{tt} – lực chọc thủng tính toán

$P_{ct}^{tt} = N^{tt} - \sigma_{tb}^{tt} \cdot F_{ct}$

Trong đó:

$$\sigma_{tb}^{tt} = \frac{\sigma_{\max}^{tt} + \sigma_{\min}^{tt}}{2} = \frac{N^{tt}}{F}$$

F_{ct} – diện tích đáy tháp chọc thủng

➤ **Tính toán cốt thép móng:**

Cắt 1 dải rộng 1m theo mỗi phương của móng, ta có:

Diện tích cốt thép cần thiết theo phương X: $F_a^X = \frac{M_{\max}^Y}{0,9h_0R_a}$

Diện tích cốt thép cần thiết theo phương Y: $F_a^Y = \frac{M_{\max}^X}{0,9h_0R_a}$

Trong đó:

M_{\max}^X, M_{\max}^Y – mô men lớn nhất theo mỗi phương X, Y

h_0 – chiều cao làm việc của cốt thép

R_a – cường độ tính toán của cốt thép

17.2.2.2 Tính toán móng cọc

Khi điều kiện địa chất của các lớp đất nền yếu, trạng thái dẻo, chảy..., việc sử dụng móng đơn, móng băng không đảm bảo các yêu cầu về cường độ và độ lún thì phải sử dụng móng cọc cho các trụ đỡ thiết bị.

Móng cọc thường dùng loại cọc đặc (có tiết diện vuông hoặc tròn), hạ cọc bằng phương pháp ép.

a) Nguyên tắc tính toán móng cọc:

Nền và móng cọc phải được tính toán theo các trạng thái giới hạn:

- Nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất:

+ Theo cường độ vật liệu cọc và đài cọc

+ Theo sức kháng của đất đối với cọc (sức chịu tải của cọc theo đất)

+ Theo sức chịu tải của đất nền tựa cọc

- Nhóm trạng thái giới hạn thứ hai gồm:

+ Theo độ lún nền tựa cọc và móng cọc chịu tải trọng thẳng đứng.

+ Theo chuyển vị đồng thời của cọc với đất nền chịu tác dụng của tải trọng ngang và mô men

+ Theo sự hình thành hoặc mở rộng các vết nứt cho các cấu kiện bê tông cốt thép móng cọc.

Các bước tính toán cho móng cọc được thực hiện như sau:

b) Chọn kích thước cọc, chiều sâu chôn đài cọc

• Chọn kích thước cọc

Cọc BTCT thường sử dụng loại cọc vuông có tiết diện ngang: 20x20cm, 25x25cm, 30x30cm, 35x35cm, 40x40cm.

Chiều dài cọc BTCTC đúc sẵn phụ thuộc vào điều kiện thi công và tiết diện cọc, có thể từ 5÷25m (nếu cọc dài thì chế tạo từng đốt rồi nối lại với nhau). Chiều dài tối đa của đoạn cọc cho trong bảng sau:

Bảng 8: Chiều dài tối đa của cọc đặc BTCT thường

Kích thước tiết diện (cm)	20	25	30	35	40
Chiều dài tối đa (m)	5	12	15	18	21

• Chọn kích thước đài cọc

Đài cọc là một bộ phận của móng cọc có nhiệm vụ truyền tải trọng từ công trình xuống các cọc. Tác dụng chính của đài cọc là liên kết các đỉnh cọc lại với nhau thành một khối và phân bố đều tải trọng xuống các cọc.

Kích thước đài cọc phải đảm bảo sao cho phần chân của trụ đỡ phải nằm hoàn toàn trên bề mặt đài.

Có thể bố trí thêm hệ giằng, dầm giữa các đài cọc để tăng khả năng chịu lực, đảm bảo ổn định cho móng.

Chiều cao tối thiểu của đài cọc phụ thuộc vào điều kiện ngàm của cọc trong móng, được xác định như sau: $h_d = h_1 + h_2$

Trong đó:

- h_1 – chiều sâu cọc ngàm trong đài
- h_2 – chiều dày bản bê tông ở trên đỉnh cọc, được xác định theo điều kiện cọc không chọc thủng đài

c) Tính toán sức chịu tải của cọc

Sức chịu tải của cọc được quyết định bởi cường độ tính toán của vật liệu làm cọc và cường độ của đất nền

Tùy theo tính chất làm việc của từng loại cọc (cọc chống và cọc treo) mà xác định sức chịu tải theo các công thức tính toán khác nhau.

Khi thiết kế cần phải xác định cả hai trị số về sức chịu tải của cọc: sức chịu tải của cọc theo cường độ của vật liệu và sức chịu tải theo cường độ đất nền. Trị số nhỏ nhất trong hai trị số này được chọn và đưa vào để tính toán và thiết kế.

d) Xác định sức chịu tải của cọc theo vật liệu chế tạo cọc:

Xác định theo công thức sau: $P_{vl} = m(R_{bt}F_{bt} + R_{ct}F_{ct})$

Trong đó:

m – hệ số điều kiện làm việc; $m=0,85$

R_n – cường độ tính toán của bê tông khi nén dọc trục

F_{bt} – diện tích tiết diện ngang của cọc

F_{ct} – diện tích tiết diện ngang của các cốt thép dọc trong cọc.

e) Xác định sức chịu tải của cọc theo chỉ tiêu cơ lý đất nền:

Sức chịu tải của cọc chống (theo TCVN 10304-2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế)

Sức tải trọng chịu nén $R_{c,u}$ của cọc được xác định theo công thức:

$$R_{c,u} = \gamma_c q_b A_b$$

Trong đó:

γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

q_b – cường độ sức kháng của đất nền dưới mũi cọc chống. Đối với cọc đóng và ép tựa trên nền đá và ít bị nén thì $q_b = 20\text{Mpa}$; các trường hợp khác tra theo Bảng 2.

Trong mọi trường hợp giá trị q_b không lấy quá 20Mpa

A_b – diện tích tựa cọc trên nền, lấy bằng diện tích mặt cắt ngang đối với cọc đặc

Sức chịu tải của cọc treo hạ bằng phương pháp đóng hoặc ép (theo TCVN 10304-2014: Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế)

+ Sức chịu tải trọng nén

Sức chịu tải trọng nén $R_{c,u}$ của cọc treo được xác định bằng tổng sức kháng của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc:

$$R_{c,u} = \gamma_c (\gamma_{cq} q_b A_b + u \sum \gamma_{cf} f_i l_i)$$

Trong đó:

γ_c – hệ số điều kiện của cọc làm việc trong nền; $\gamma_c = 1$

q_b – cường độ sức kháng của đất dưới mũi cọc,

u – chu vi tiết diện ngang thân cọc

f_i – cường độ sức kháng trung bình của lớp đất thứ “i” trên thân cọc, lấy theo

Bảng 3

A_b – diện tích cọc tựa trên đất, lấy bằng diện tích tiết diện ngang mũi cọc đặc

l_i – chiều dài đoạn cọc nằm trong lớp đất thứ “i”.

γ_{cq} và γ_{ct} - tương ứng là các hệ số điều kiện làm việc của đất dưới mũi cọc và trên thân cọc có xét đến ảnh hưởng của phương pháp hạ cọc đến sức kháng của đất, tra bảng 4.

+ Sức chịu tải trọng kéo

Sức chịu tải trọng kéo $R_{t,u}$ của cọc treo được xác định theo công thức:

$$R_{t,u} = \gamma_c u \sum \gamma_{cf} f_i l_i$$

Trong đó:

γ_c – hệ số điều kiện làm việc của cọc, lấy cho mọi loại nhà và công trình: khi chiều sâu hạ cọc nhỏ hơn 4m, $\gamma_c = 0,6$; khi chiều sâu hạ cọc lớn hơn hoặc bằng 4m, $\gamma_c = 0,8$. Riêng đối với trụ đường dây tải điện, hệ số γ_c lấy theo Bảng 14

+ Xác định sức chịu tải tính toán của cọc (theo đất nền):

- Đối với cọc chịu nén: $R_{c,d} = \frac{R_{c,k}}{\gamma_k}$

- Đối với cọc chịu kéo: $R_{t,d} = \frac{R_{t,k}}{\gamma_k}$

Trong đó:

$R_{c,d}$ và $R_{t,d}$ – tương ứng là trị tính toán sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc.

$R_{c,k}$ và $R_{t,k}$ – tương ứng là trị tiêu chuẩn sức tải trọng chịu nén và sức tải trọng chịu kéo của cọc, được xác định từ các trị riêng sức chịu tải trọng nén cực hạn $R_{c,u}$ và sức chịu tải trọng kéo cực hạn $R_{t,u}$.

γ_k – hệ số tin cậy theo đất lấy như sau:

Trường hợp cọc treo chịu tải trọng nén trong móng cọc đài thấp có đáy đài nằm trên lớp đất tốt, cọc chống chịu nén không kể đài thấp hay đào cao lấy $\gamma_k = 1,4$. Riêng trường hợp móng 1cọc chịu nén dưới cột, nếu là cọc đóng hay ép chịu tải trên 600kN, hoặc cọc khoan nhồi chịu tải trên 2500kN thì lấy $\gamma_k = 1,6$.

Trường hợp cọc treo chịu tải trọng nén trong móng cọc đài cao, hoặc đài thấp có đáy đài nằm trên lớp đất có biến dạng lớn, cũng như cọc treo hay cọc chống chịu tải trọng kéo trong bất cứ trường hợp móng cọc đài cao hay đài thấp, trị số γ_k lấy phụ thuộc vào số lượng cọc

f) Xác định số lượng cọc và bố trí cọc trong móng:

- Xác định số lượng cọc

Số lượng cọc cần thiết được xác định phụ thuộc vào dạng và trị số tải trọng của công trình truyền xuống cũng như khả năng chịu tải của bản thân cọc được chọn.

Khi tải trọng của công trình đặt đúng tâm móng thì số lượng cọc xác định theo công thức sau: $n_c = \frac{\sum N}{R_{c,d}}$

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán

$R_{c,d}$ – sức chịu tải tính toán của cọc

Trường hợp tải trọng của công trình tác dụng không đúng tâm thì số lượng cọc được xác định căn cứ vào tính chất tác dụng của tải trọng gây ra độ lệch tâm. Nếu độ lệch tâm e là hằng số thì số lượng cọc có thể xác định như đối với trường hợp tải trọng đặt đúng tâm. Nếu như độ lệch tâm e thay đổi theo chiều tác dụng của tải trọng (như tải trọng gió gây ra theo mọi phía) thì số lượng cọc xác định như sau:

$$n_c = \mu \frac{\sum N}{R_{c,d}}$$

Với: μ – hệ số kể đến sự thay đổi độ lệch tâm lấy bằng (1-1,2) khi $e \geq 0$ hoặc có thể xác định theo công thức sau:

- Khi $\sigma''_{\max} > \sigma'_{\max}$ thì

$$\mu = 1,15 \frac{\sigma'_{\max} + \sigma'_{\min}}{\sigma''_{\max} + \sigma''_{\min}}$$

- Khi $\sigma'_{\max} = \sigma''_{\max}$ và $\sigma'_{\min} = \sigma''_{\min}$ thì

$$\mu = 1,1 \frac{3\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2(\sigma_{\max} + \sigma_{\min})}$$

- σ'_{\max} , σ''_{\max} , σ'_{\min} , σ''_{\min} – là các ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất do độ lệch tâm e thay đổi gây ra dưới đáy đài cọc

g) Bố trí cọc trong móng

Cách bố trí cọc ở trong móng phụ thuộc vào hình dạng mặt bằng móng, điều kiện địa chất, đặc tính tải trọng tác dụng, điều kiện làm việc của cọc ở trong đất... Nguyên tắc chung trong việc bố trí cọc là làm sao cho mỗi cọc đều chịu tải trọng bằng nhau để phát huy được khả năng làm việc tối đa của nó.

h) Kiểm tra lực tác dụng trên cọc và trên nền đất

Kiểm tra lực tác dụng trên cọc:

- + Trường hợp móng cọc chịu tải trọng đúng tâm

Khi móng cọc chịu tải trọng đúng tâm thì tải trọng tính toán trên mỗi cọc theo phương thẳng đứng luôn luôn phải nhỏ hơn hoặc bằng sức chịu tải tính toán của cọc được xác định theo quy phạm hoặc dựa vào kết quả thí nghiệm.

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \leq P$$

Trong đó:

P_m – tải trọng tính toán tác dụng lên mỗi cọc theo phương thẳng đứng

$\sum N$ – tổng tải trọng thẳng đứng tính toán tác dụng lên đài cọc

n_c – số lượng cọc bố trí trong móng

P – sức chịu tải tính toán của cọc

+ Trường hợp móng cọc chịu tải trọng lệch tâm

Thỏa mãn điều kiện:

$$P_m = \frac{\sum N}{n_c} \pm \frac{M_x y}{\sum y_i^2} \pm \frac{M_y x}{\sum x_i^2} \leq P$$

Trong đó:

M_x và M_y – mô men uốn tính toán đối với các trục chính của mặt phẳng đáy đài cọc

x_i và y_i – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của mỗi cọc

x và y – khoảng cách từ trục chính của đài cọc trên mặt bằng tới trục của cọc khảo sát

Kiểm tra lực tác dụng trên nền đất:

Khi kiểm tra lực tác dụng trên nền đất ở mặt phẳng mũi cọc, móng cọc lúc đó được coi như một khối lăng trụ liên tục có mặt thẳng đứng bao gồm cả đất lẫn cọc. Ranh giới của khối lăng trụ đó được xác định: phía trên là mặt đất thiết kế; phía hông là các mặt phẳng thẳng đứng, phía dưới là mặt phẳng nằm ở mũi cọc

Ranh giới mặt phẳng nằm ở mũi cọc là giao tuyến giữa nó với các đường thẳng hạ xiên góc (hợp với đường thẳng đứng một góc là $\varphi^{tc}/4$) từ rìa ngoài của hệ thống cọc tại cao trình đáy đài cọc.

Để đảm bảo móng cọc có khả năng chịu được tác dụng của tải trọng công trình thì ứng suất ở mặt phẳng mũi cọc không được vượt quá áp lực tiêu chuẩn của nền đất thiên nhiên

$$\frac{\sum N^{tc}}{F_m} + \frac{M_{tc}}{W_m} \leq R_{tc}$$

Trong đó:

$\sum N^{tc}$ – tổng tải trọng tiêu chuẩn thẳng đứng tác dụng lên mặt phẳng mũi cọc, gồm cả trọng lượng khối móng quy ước (gồm cả cọc và đất bao quanh cọc)

M_{tc} – mô men của tải trọng tiêu chuẩn đối với trọng tâm ở đáy móng cọc

F_m và W_m – diện tích và mô men chống uốn của khối móng quy ước (ở mặt phẳng đáy của khối móng quy ước)

R_{tc} – áp lực tiêu chuẩn lên đất nền thiên nhiên của khối quy ước ở mặt phẳng mũi cọc

i) Kiểm tra độ lún của móng cọc

Độ lún của móng cọc được tính giống như độ lún của móng bình thường đặt trên nền thiên nhiên. Ở đây cần chú ý rằng ứng suất gây lún sẽ được tính từ mặt phẳng đáy móng quy ước (tức là ở mặt phẳng mũi cọc).

Trị số độ lún tính toán phải luôn luôn nhỏ hơn trị số độ lún giới hạn được quy định theo quy phạm: $S \leq S_{gh}$

j) Tính toán đài cọc

Đài cọc được tính toán theo điều kiện chọc thủng và theo khả năng chịu uốn

Tính toán đài cọc theo điều kiện chọc thủng giống như móng đặt trên nền thiên nhiên

Chiều cao làm việc của đài cọc được xác định căn cứ vào điều kiện sau:

$$h_0 \geq \frac{P_1}{0,75R_k u_{tb}}$$

Trong đó:

P_1 – lực chọc thủng tính toán, lấy bằng tổng phản lực của các cọc nằm ngoài phạm vi mặt phẳng chọc thủng

u_{tb} – chu vi của hình tháp chọc thủng

Khi tính toán đài cọc theo khả năng chịu uốn thì cần xác định các trị số mô men uốn ở các tiết diện thay đổi theo chiều cao của đài cọc.

$$\text{Diện tích cốt thép cần thiết được xác định: } F_a = \frac{M}{0,9h_0R_a}$$

k) Tính toán kiểm tra cọc khi vận chuyển và lắp dựng

Số lượng các móc treo của cọc khi thi công phụ thuộc vào chiều dài cọc và quá trình vận chuyển cọc. Đối với loại cọc dài $l \geq 10m$ (l – chiều dài cọc) thường bố trí 2 móc treo, còn đối với loại cọc ngắn $l < 10m$ thì chỉ cần 1 móc treo là đủ. Vị trí của các móc treo dựa vào kết quả tính toán khi vận chuyển cọc.

Đối với loại cọc dài thì vị trí của hai móc treo sẽ đặt cách hai đầu của cọc một đoạn bằng 0,207l; khi đó mô men uốn sẽ là $M_1 = q(0,207l)^2 = 0,043ql^2$

Đối với loại cọc ngắn, móc treo sẽ cách đầu của cọc một đoạn là 0,294l, khi đó mô men uốn sẽ là $M_2 = q(0,294l)^2 = 0,086ql^2$

Chương 18

TÍNH TOÁN TÍNH TOÁN ĐƯỜNG Ô TÔ

18.1 NHỮNG YÊU CẦU CƠ BẢN VỀ TÍNH TOÁN

- Đối với áo đường mềm: Trên cơ sở giải pháp kết cấu nền đường được chọn với lớp áo đường là bê tông asphalt (áo đường mềm) thì việc lựa chọn tính toán phải tuân thủ theo tiêu chuẩn 22 TCN 211-06: Áo đường mềm - Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế.

- Đối với áo đường cứng: Nếu trong trường hợp khó khăn về vật liệu và khối lượng nhỏ (đối với TBA 110kV) thì sử dụng lớp áo đường bằng bê tông xi măng (áo đường cứng), do đó việc lựa chọn tính toán phải tuân thủ theo tiêu chuẩn 22 TCN 223-95: Áo đường cứng: Tiêu chuẩn thiết kế.

18.2 CÁC QUY ĐỊNH, QUY PHẠM VÀ TIÊU CHUẨN TÍNH TOÁN

- Quyết định số 1408/QĐ-EVNNPT ngày 12/6/2015 của Tổng công ty Truyền tải điện Quốc gia về việc quy định thiết kế các hạng mục xây dựng của trạm biến áp 220kV và 500kV.

- Tiêu chuẩn 22 TCN 211-06: Áo đường mềm: Các yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế

- Tiêu chuẩn 22 TCN 223-95: Áo đường cứng: Tiêu chuẩn thiết kế

- Tiêu chuẩn TCVN 4054: 2005: Đường ô tô –Yêu cầu thiết kế

- Các quy định, quy phạm và tiêu chuẩn tính toán

18.3 TÍNH TOÁN ÁO ĐƯỜNG MỀM

Trình tự tính toán

1. Số liệu đầu vào

Loại đường thiết kế:		Đường trạm biến áp
Cấp đường		III cấp
Số làn xe thiết kế:		1 làn
Tải trọng trục tiêu chuẩn	q	120 kN
Đường kính vệt bánh xe	D	36 cm
Áp lực tính toán tiêu chuẩn	p	0.6 Mpa
Trị số modun đàn hồi yêu cầu	E_{yc}	140 MPa
Hệ số tin cậy	γ	0.9

2. Dự kiến kết cấu áo đường

Các lớp kết cấu dự kiến trên cơ sở các quy định chi tiết về chiều dày tối thiểu trong tiêu chuẩn 22 TCN 211-06.

Kết cấu áo đường dự kiến như sau:

- Bê tông asphalt hạt mịn dày 4cm
- Bê tông asphalt hạt trung dày 4cm
- Cấp phối đá dăm loại 1 dày 20cm

- Cấp phối đá dăm loại 2 dày 30cm
- Nền đất lu lèn chặt $k=0,95$

3. Kiểm tra cường độ chung của kết cấu theo tiêu chuẩn về độ võng đàn hồi

Công thức kiểm tra: $E_{ch} \geq K_{cd}^{dv} \times E_{yc}$

Trong đó:

K_{cd}^{dv} - Hệ số dự trữ cường độ về độ võng được chọn tùy thuộc vào độ tin cậy thiết kế xác định theo bảng:

Độ tin cậy	0,98	0,95	0,90	0,85	0,80
Hệ số cường độ K_{cd}^{dv}	1,29	1,17	1,10	1,06	1,02

E_{yc} - Trị số mô đun đàn hồi yêu cầu xác định theo bảng 3.4

E_{ch} - Là trị số mô đun đàn hồi chung

Dựa vào điều kiện $E_{ch} \geq K_{cd}^{dv} \cdot E_{yc}$ để chọn lại kết cấu áo đường hợp lý theo tiêu chuẩn về độ võng đàn hồi.

4. Kiểm tra cường độ của kết cấu theo tiêu chuẩn về cắt trượt trong đất nền

Công thức kiểm tra: $T_{ax} + T_{av} \leq \frac{C_{tt}}{K_{cd}^{tr}}$

Trong đó:

T_{ax} - ứng suất cắt hoạt động lớn nhất do tải trọng bánh xe tính toán gây ra trong nền đất hoặc trong lớp vật liệu kém dính (MPa); T_{ax} được xác định theo mục 3.5.2 của tiêu chuẩn 22 TCN 211-06.

T_{av} - ứng suất cắt hoạt động do trọng lượng bản thân các lớp vật liệu nằm trên nó gây ra cũng tại điểm đang xét (MPa). T_{av} được xác định theo mục 3.5.3 của tiêu chuẩn 22 TCN 211-06.

K_{cd}^{tr} là hệ số cường độ về chịu cắt trượt được chọn tùy thuộc độ tin cậy thiết kế như ở Bảng 3-7.

Độ tin cậy	0,98	0,95	0,90	0,85	0,80
Hệ số K_{cd}^{tr}	1,10	1,00	0,94	0,90	0,87

C_{tt} - Lực dính tính toán của đất nền hoặc vật liệu kém dính (MPa) ở trạng thái độ ẩm, độ chặt tính toán.

Dựa vào điều kiện $T_{ax} + T_{av} \leq C_{tt} / K_{cd}^{tr}$ để chọn lại kết cấu áo đường hợp lý theo tiêu chuẩn về cắt trượt trong đất nền.

5. Kiểm tra cường độ của kết cấu theo tiêu chuẩn về kéo uốn

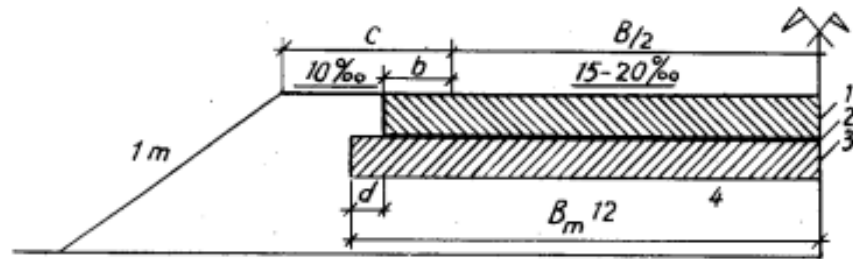
$$\sigma_{ku} \leq \frac{R_{tt}^{ku}}{K_{cd}^{ku}}$$

Công thức kiểm tra:

Chỉ phải tính toán kiểm tra điều kiện trên đối với các lớp bê tông nhựa, hỗn hợp đá trộn nhựa, các lớp đất, cát gia cố, đá gia cố chất liên kết vô cơ sử dụng trong kết cấu áo đường cấp cao A1 và A2. Riêng đối với lớp thấm nhựa và các lớp đất, đá gia cố nhựa lỏng thì không cần kiểm tra.

Dựa vào điều kiện $\sigma_{ku} \leq \frac{R_{tt}^{ku}}{K_{cd}^{ku}}$ để chọn lại kết cấu áo đường hợp lý theo tiêu chuẩn về kéo uốn.

18.4 TÍNH TOÁN ÁO ĐƯỜNG CỨNG



Mặt cắt ngang của áo đường bê tông xi măng đổ tại chỗ
Lớp mặt 1 (tấm bê tông); lớp tạo phẳng 2; lớp móng 3; nền đất 4

Trình tự tính toán

1. Số liệu đầu vào

Loại đường thiết kế:		Đường trạm biến áp
Cấp đường		III cấp
Số làn xe thiết kế:		1 làn
Tải trọng trục tiêu chuẩn	q	120 kN
Đường kính vệt bánh xe	D	36 cm
Áp lực tính toán tiêu chuẩn	p	0.6 Mpa

2. Dự kiến kết cấu áo đường

Các lớp kết cấu dự kiến trên cơ sở các quy định chi tiết về chiều dày tối thiểu trong tiêu chuẩn 22 TCN 223-95.

Kết cấu áo đường dự kiến như sau:

- Bê tông xi măng B22,5
- Cấp phối đá dăm
- Nền đất lu lèn chặt $k=0,95$

3. Tính toán chiều dày tấm xi măng

Công thức tính toán:

$$h = \sqrt{\frac{\alpha \cdot P_{II}}{[\sigma]}}$$

Trong đó:

h - Chiều dày tấm bê tông (cm)

P_{II} - Tải trọng bánh xe tính toán, bằng tải trọng bánh xe tiêu chuẩn nhân với hệ số xung kích lấy theo bảng 3.1 của tiêu chuẩn 22TCN-223-95.

[σ] - Cường độ chịu uốn cho phép của bê tông xi măng

α - Hệ số có trị số thay đổi tùy theo vị trí tải trọng và tỉ số $\frac{E}{E_{ch}^m}$ và $\frac{h}{R}$;

E – Mô đun đàn hồi của bê tông

E_{ch}^m - Mô đun đàn hồi chung trên mặt lớp móng

Khi tính toán chiều dày cho trường hợp tải trọng tác dụng giữa tấm, cạnh tấm và góc tấm thì phân biệt dùng các hệ số $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ (tra theo các bảng 4.1, 4.2, 4.3 của tiêu chuẩn 22TCN-223-95). Trong ba trị số ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$) phải chọn trị số lớn nhất dùng để tính chiều dày h

Để tính toán chiều dày tấm bê tông theo công thức nêu trên cần giả định chiều dày lớp bê tông và dùng phương pháp tính mò dần: đầu tiên giả định h , tìm h/R , rồi tra các hệ số α để tìm h . Nếu trị số h không phù hợp với giả định thì phải giả định chiều dày cho đến khi kết quả tính toán và giả định gần hoặc hoàn toàn phù hợp mới thôi

4. Kiểm toán chiều dày bê tông dưới tác dụng của xe nặng cá biệt

Công thức tính toán:

$$h = \sqrt{\frac{6 \sum M}{[\sigma]}}$$

Trong đó:

h - Chiều dày tấm bê tông (cm)

[σ] - Cường độ chịu kéo khi uốn cho phép của bê tông

$\sum M$ – Tổng mô men uốn, bao gồm:

- Mô men uốn hướng tâm và tiếp tuyến do tải trong phân bố đều trên diện tích vòng tròn vệt bánh tương đương R sinh ra ngay dưới bánh xe:

$$M_F = M_T = \frac{CP_u(1 + \mu)}{2\pi aR}$$

- Mô men uốn hướng tâm và tiếp tuyến do tải trọng tập trung của bánh xe bên cạnh gây ra:

$$M_F = (A + \mu B)P_u$$

$$M_T = (B + \mu A)P_u$$

M_F – Mô men hướng tâm

M_T – Mô men tiếp tuyến

P_u – Tải trọng tính toán đã nhân với hệ số xung kích

A, B – các tham số xác định theo aR

C – tham số xác định theo aR

Trị số của α_r và α_R tra ở Bảng 4.4; các hệ số A, B, C tra ở Bảng 4.5

5. Kiểm toán với ứng suất nhiệt

- Khi nhiệt độ ở mặt trên và mặt dưới tấm bê tông chênh nhau Δt (độ C) thì trong tấm bê tông sẽ sinh ra ứng suất vòng:

$$\sigma_t = \frac{E_t \alpha}{2(1-\mu^2)} (C_x + \mu C_y) \times \Delta t$$

$$\sigma_n = \frac{E_t \alpha}{2(1-\mu^2)} (C_y + \mu C_x) \times \Delta t$$

$$\sigma_c = C_x \times \Delta t \frac{E_t \alpha}{2(1-\mu^2)}$$

Trong đó:

σ_t - ứng suất uốn vòng theo hướng dọc ở giữa tấm

σ_n - ứng suất uốn vòng theo hướng ngang ở giữa tấm

σ_c - ứng suất uốn vòng theo dọc ở cạnh tấm

Δt (°C) – chênh lệch nhiệt độ giữa mặt trên và mặt dưới tấm bê tông, $\Delta t=0,84h$

μ – hệ số Poisson của bê tông, thường lấy bằng 0,15

C_x, C_y – các hệ số có trị số thay đổi theo tỉ số L/l và B/l , tra bảng 4.6

E_t – mô đun đàn hồi của bê tông khi chịu tác dụng của sự chênh lệch nhiệt độ lâu dài, lấy bằng 0,6 E_b ; với E_b là mô đun đàn hồi của bê tông

α – hệ số giãn dài do nhiệt độ của bê tông; $\alpha = 10^{-5} \frac{1}{^\circ C}$

L, B – chiều dài và chiều rộng tấm bê tông

l – bán kính độ cứng của tấm bê tông; $l = 0,6h \times \sqrt[3]{\frac{E}{E_{ch}^m}}$

Khi kiểm toán tác dụng phối hợp của ứng suất do nhiệt và ứng suất do tải trọng xe chạy, nếu ứng suất tổng hợp lớn hơn cường độ chịu uốn cho phép của bê tông thì phải giảm bớt chiều dài hoặc tăng chiều dày giả định của tấm rồi kiểm toán lại với ứng suất tổng hợp

6. Kiểm tra chiều dày lớp móng

Chiều dày lớp móng dưới mặt đường bê tông xi măng phải đảm bảo để đất nền không phát sinh biến dạng dẻo:

$$\tau_{am} + \tau_{ab} \leq kC$$

τ_{am} - ứng suất cắt (trượt) hoạt động lớn nhất do hoạt tải gây ra

τ_{ab} - ứng suất do tĩnh tải (trọng lượng bản thân của các lớp kết cấu phía trên) gây ra

C – lực dính tiêu chuẩn của đất

k – hệ số tổng hợp đặc trưng cho điều kiện làm việc của kết cấu mặt đường:

$$k = k_1 k'$$

k' – hệ số xét đến ảnh hưởng của tải trọng lặp lại

k_1 – hệ số xét đến sự không đồng nhất của điều kiện làm việc của mặt đường
cứng theo chiều dài đường