

Hầm đường sắt và hầm đường ô tô - Tiêu chuẩn thiết kế

Railway and highway tunnels - Design standard

1. Nguyên tắc chung

- 1.1. Tiêu chuẩn này áp dụng đến thiết kế mới và thiết kế mở rộng hầm qua núi cho đường khổ 1435mm (đường đơn hoặc đường đôi) và đường ô tô có một hoặc nhiều làn từ cấp I đến cấp IV.
Tiêu chuẩn này không áp dụng đến thiết kế hầm xe điện ngầm, hầm qua sông, hầm dẫn nước, hầm đặt cáp điện cũng như những công trình ngầm khác (hầm làm ga đường sắt, hầm làm ga ra ô tô...)
- 1.2. Khi thiết kế hầm nên hết sức tránh các vùng đang có trượt lở, hoặc sắp trượt lở, những vùng có nhiều hang động cac- tơ. Khi phải qua những vùng đó cần có biện pháp ngăn ngừa, gia cố kết cấu hầm bảo đảm khả năng làm việc và ổn định.
- 1.3. Thiết kế hầm phải phù hợp với các tiêu chuẩn về: sử dụng (khai thác), an toàn lao động, vệ sinh công nghiệp, phòng hoả, đồng thời phải phù hợp với TCVN 4054 : 1985 "Đường sắt khổ 1435mm. Tiêu chuẩn thiết kế" và TCVN 4054: 1985 đường ô tô. Tiêu chuẩn thiết kế".
- 1.4. Hầm phải đảm bảo giao thông an toàn, liên tục và tổn ít công duy tu, bảo dưỡng trong quá trình sử dụng.
- 1.5. Khi thiết kế hầm phải căn cứ vào luận chứng kinh tế - kỹ thuật của tuyến đường và luận chứng kinh tế - kỹ thuật riêng của công trình hầm được cấp có thẩm quyền duyệt, đồng thời có xét đến yêu cầu của quốc phòng.
- 1.6. Khi thiết kế hầm phải căn cứ vào tài liệu đo đạc, khảo sát địa chất công trình và chất thuỷ văn. Nội dung của công tác khảo sát này phải phù hợp với quy định trong TCVN 4419: 1987 "Khảo sát cho xây dựng. Nguyên tắc cơ bản" và phù hợp quy trình khảo sát chuyên ngành.
- 1.7. Hầm đường sắt và hầm đường ô tô được thiết kế theo tiêu chuẩn vĩnh cửu, có độ bền cấp I.
- 1.8. Các kết cấu và thiết bị của hầm phải áp dụng các thiết kế điển hình.
Cần cố gắng sử dụng các vật liệu và thiết bị chế tạo trong nước một cách hợp lý và tiết kiệm.
- 1.9. Trong thiết kế cần lưu ý đến thi công hầm với tốc độ nhanh, có khả năng cơ giới hoá và công xường hoá ở mức cao nhất.

2. Bố trí chung của hầm

- 2.1. Vị trí của hầm được chọn lựa theo các tiêu chuẩn: kinh tế - kỹ thuật, địa chất và địa chất thuỷ văn, địa hình, điều kiện thông gió, phù hợp với yêu cầu của quốc phòng, đồng thời phải kết hợp chặt chẽ với thiết kế tổng thể của tuyến đường về mặt bằng và trắc đạc.
- 2.2. Khi chọn cao độ của hầm cần so sánh các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật giữa phương án đi thấp và phương án đi cao kể cả hệ thống đường dẫn lên dốc ngoài của hầm.
- 2.3. Vị trí của hầm trên trắc dọc được lựa chọn trên cơ sở:

So sánh các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật giữa làm đường đào và làm hầm, trong đó bao gồm vốn xây dựng cơ bản và chi phí duy tu bảo quản.

Đảm bảo sự ổn định hiện tại và lâu dài của ta luy đường đào và ta luy đỉnh hầm đồng thời đảm bảo chiều dày tối thiểu của tầng đất trên nóc hầm để khỏi gây sập lở khi bắt đầu thi công đào ngầm và đổ vữa hầm có chiều dày hợp lý.

- 2.4. Không đặt cửa hầm trên vùng trượt lở, vùng có mực nước ngầm cao hay giữa khe tụ nước. Khi vị trí của hầm qua vùng bãi có khả năng ngập nước thì đáy rãnh thoát nước cạnh cửa hầm phải đặt cao hơn mực nước cao nhất (tính cả chiều cao nước dâng và chiều cao sóng vỗ) ứng với tần suất 0,3% là 0,5m..
- 2.5. Phải đặt cửa hầm tránh các chướng ngại cản gió và hướng cửa hầm về phía hướng gió chủ yếu đến tăng khả năng thông gió tự nhiên của hầm.
- 2.6. Trường hợp chiều dày của tầng đất phủ trên nóc hầm quá mỏng không thể dùng phương pháp đào ngầm, khi hai hầm có ca liên tiếp cách nhau dưới 6m mà có ta luy đỉnh hầm quá cao, hoặc hầm qua vùng địa chất xấu có thể xảy ra sụt lở khi thi công có thể sử dụng hầm trần. Khi đó vị trí của hầm được kéo dài ra phía ngoài đủ để đảm bảo không gây ra sụt lở cho ta luy đỉnh hầm sau này.
- 2.7. Khi gặp các lớp đá nằm nghiêng, trục hầm phải đi theo hướng vuông góc với đường phương. Trường hợp các lớp đá nằm ngang hay có độ dốc nhỏ từ 3^0 đến 5^0 , trục hầm có thể đi song song với đường phương, nhưng phải xét tới lở rơi cục bộ do đá hầm có nứt nẻ dễ có biện pháp gia cố cần thiết.
- 2.8. Khi hầm qua vùng có đứt gãy (đoạn tầng), trục hầm phải xuyên qua vùng phay đến tránh áp lực địa tầng lớn và nước ngầm tác dụng trên suốt chiều dài hầm. Tại chỗ hầm giao với vùng phay phải có thiết kế đặc biệt.

Chú thích:

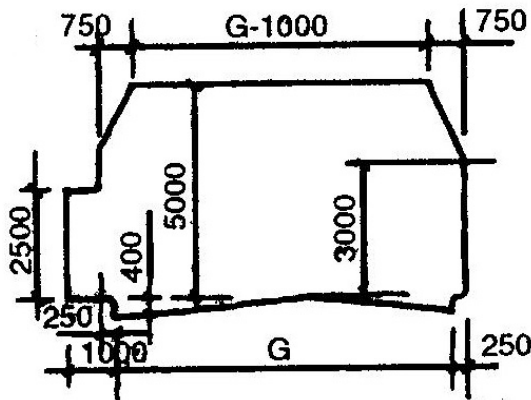
1. Áp lực địa tầng là áp lực của đất đá lên công trình hầm được xác định ở chương 5.
2. Vùng phay là vùng đất đá bị vỡ nát, bị thay đổi kết cấu (so với xung quanh) do các lớp đá trượt lên nhau, bị bể gãy, bị cà nát.

- 2.9. Hầm cần được đặt hoàn toàn trong tầng đá gốc. Cũng có thể đặt hầm trong tầng đất phủ dày, với điều kiện tầng đất trên nóc hầm đủ để hình thành vòm áp lực. Khi tầng phủ quá mỏng nhất thiết phải đặt hầm vào tầng đá gốc.
- 2.10. Vị trí tốt nhất của hầm là nằm trong vùng bồi tà, không đặt hầm trong vùng hướng tà hoặc trầm tích hướng tà có khả năng tụ nước và gây áp lực lớn. Nếu buộc phải qua những vùng này cần có biện pháp phòng nước triệt đến, khi phải đặt hầm trên cánh bồi tà, phải có kết cấu thích hợp đến chống lại áp lực chênh lệch của địa tầng.
- 2.11. Số đường sắt trong hầm xác định theo luận chứng kinh tế - kỹ thuật đã duyệt. Đối với tuyến đường đôi cần so sánh chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của hai hầm song song tuyến đơn và một hầm có tuyến đôi. Hầm dài trên 300m dùng đầu máy hơi nước nên thiết kế hầm đường đơn đến tăng khả năng thông gió kiểu piston của đoàn tàu.
- 2.12. Hầm ô tô cần thiết kế ít nhất có hai làn xe. Trên đường ô tô cấp I cần thiết kế hai hầm song song mỗi hầm có hai làn xe làn chạy trong một hầm, nhưng cần có giải pháp phân cách giữa hai luồng.

3. Mặt cắt ngang - Mặt cắt dọc - Mặt bằng

- 3.1. Kích thước mặt cắt ngang của hầm phụ thuộc vào luận chứng kinh tế - kỹ thuật, trạng thái áp lực địa tầng, phương pháp thi công vỏ hầm, phương pháp đào hầm và nhu cầu khác của địa phương.
- 3.2. Mặt cắt ngang của hầm đường sắt làm mới cũng như hầm đường sắt cải tạo phải có diện tích nhỏ nhất, song phải thoả mãn khổ giới hạn tiêu chuẩn của đầu máy điện (phụ lục 2b). Nếu trong nhiệm vụ thiết kế có xác định rõ ràng trong thời kỳ tương lai không có điện khí hóa thì thoả mãn tiêu chuẩn của đầu máy hơi nước và điêzen phụ lục 2a).

Mặt cắt ngang của hầm ô tô phụ thuộc vào cấp đường và số làn xe, lấy theo hình 1



Hình 1. Khổ giới hạn hầm đường ô tô

Bảng 1

Cấp đường ô tô	Số làn xe chạy trong hầm	Khoảng cách tính G giữa hai mép ngoài đá vữa (mm)
I	4	16.000+C
I	3	12.000
I	2	8.000
II	2	8.000
III	2	7.000
IV	2	7.000

Chú thích:

1. Với đường cấp I có 4 làn xe chạy cần có giải phân cách ở giữa 2 làn ng với chiều rộng không nhỏ hơn 1200mm.
2. Chiều rộng đường đi bộ là 1000mm trong đó đá vữa rộng 250mm.
3. Khi mật độ người đi bộ lớn hơn 1000 người/giờ thì phải đặt đường đi bộ rộng 1000mm ở cả hai bên hầm.
4. Trong khổ giới hạn đã kể đến phạm vi bố trí các kiến trúc khác như thiết bị thông gió dẫn điện, tín hiệu, thông tin.

- 3.3. Mặt cắt ngang của hầm trên đường cong cần được mở rộng theo phụ lục 3.
- 3.4. Mặt cắt dọc của hầm đường sắt cần thiết kế có độ dốc, có thể dốc một hướng hoặc dốc hai hướng tăng dần vào giữa hầm.
 Dốc một hướng khi hầm dưới 1000m cần tận dụng độ dốc đến đưa tuyến đường lên cao. Khi hầm dài từ 1000m trở lên hay địa tầng có nhiều nước ngầm phải làm dốc 2 hướng tăng dần vào giữa hầm, hoặc 2 độ dốc. Các yếu tố trắc dọc cần tuân theo TCVN 4117: 1985 "Đường sắt khổ 1435mm. Tiêu chuẩn thiết kế".
- 3.5. Độ dốc dọc nhỏ nhất trong hầm đường sắt không dưới 3%, trường hợp đặc biệt cũng không dưới 2%. Cho phép làm đoạn hầm nằm ngang dài 200m đến 400m để chuyển đổi độ dốc, nhưng rãnh dọc của đoạn hầm đó phải đảm bảo độ dốc nhỏ nhất nêu trên. Trong vùng có nhiều nước ngầm độ dốc nhỏ nhất của hầm là 6%.
- 3.6. Độ dốc lớn nhất trong hầm đường sắt căn cứ vào độ dốc cho phép của tuyến và chiều dài hầm:
 Khi chiều dài hầm dưới 300m độ dốc lớn nhất trong hầm bằng độ dốc cho phép của tuyến.
 Khi chiều dài hầm lớn hơn hoặc bằng 300m, độ dốc lớn nhất trong hầm bằng độ dốc cho phép của tuyến nhân với hệ số giảm độ dốc. Hệ số giảm độ dốc phụ thuộc vào chiều dài hầm, theo bảng 2.

Bảng 2

Chiều dài hầm (m)	Hệ số giảm độ dốc
Từ 300 đến 1000	0,09
Từ 1000 đến 3000	0,85
Từ 3000 đến 5000	0,80
Trên 5000	0,75

- 3.7. Độ dốc lớn nhất ở đoạn đường ngoài cửa hầm chỉ được bằng độ dốc lớn nhất trong hầm; chiều dài đoạn giảm độ dốc đó bằng chiều dài tính toán của đoàn tàu.

Chú thích:

1. Chiều dài tính toán của đoàn tàu là chiều dài đoàn tàu được tính ra trên cơ sở lực kéo, lực cản và độ dốc cho phép của tuyến.
2. Đoạn lên dốc ngoài cửa hầm chỉ là đoạn lên dốc vào hầm.

- 3.8. Nếu trong hầm và đoạn giảm dốc ngoài cửa hầm có đường cong thì độ dốc lớn nhất trên các đoạn đó phải triệt giảm độ dốc do lực cản của đường cong gây ra theo TCVN 4117: 1985 "Đường sắt khổ 1435mm. Tiêu chuẩn thiết kế"
- 3.9. Mặt cắt dọc của hầm đường ô tô phải thiết kế có độ dốc và chỉ được làm một độ dốc khi chiều dài hầm nhỏ hơn 300m. Khi chiều dài hầm lớn hơn và bằng 300m phải làm dốc 2 hướng tăng dần vào giữa hầm, hay nhiều độ dốc, nhưng phải có những đoạn nằm ngang dài không dưới 100m xen kẽ. Độ dốc nhỏ nhất trong hầm đường ô tô là 4%, trường hợp đặc biệt cũng không dưới 3%.

Độ dốc lớn nhất trong hầm đường ô tô là 40%, trường hợp đặc biệt cũng không quá 60%.

Trên mặt cắt dọc của hầm đường ô tô bán kính đường cong lồi không nhỏ hơn 60000m, bán kính đường cong lõm không nhỏ hơn 8000m.

- 3.10. Mặt bằng của hầm cần thiết kế thẳng. Tiêu chuẩn mặt bằng của hầm đường sắt lấy theo TCVN 4117: 1985 "Đường sắt khổ 1435mm. Tiêu chuẩn thiết kế" với bán kính nhỏ nhất bằng 600m.

Bán kính đường cong theo mặt bằng của hầm đường ô tô không nhỏ hơn 250m, trường hợp địa hình đặc biệt khó khăn cũng không nhỏ hơn 150m.

Trong hầm bắt buộc phải có đường cong thì các đường cong đó nên bố trí gần các ca hầm.

4. Kết cấu của hầm

- 4.1. Mặt cắt vỏ hầm phải căn cứ vào các thông số kỹ thuật về địa chất, địa chất thủy văn, cấp động đất, địa hình, chiều sâu đặt hầm cũng như biện pháp thi công đến lựa chọn cho thích hợp.

- 4.2. Vỏ hầm nên có hình dạng giống nhau trên suốt chiều dài hầm. Nếu áp lực địa tầng dọc theo chiều dài hầm thay đổi, hoặc gặp những vùng trượt lở lớn cấu tạo địa chất bị phá hoại (như phay, cắt) có thể sử dụng các loại hình dạng vỏ hầm

khác nhau. Khi thay đổi chiều dày vỏ hầm cho phù hợp với khả năng chịu lực ở từng đoạn khác nhau, thì độ chênh lệch chiều dày vỏ hầm ở chỗ tiếp giáp phải lớn hơn hoặc bằng 100mm:

- 4.3. Khi hầm xuyên qua địa tầng có hệ số kiên cố khác nhau, mặt cắt vỏ hầm ở đoạn hệ số kiên cố thấp cần kéo dài về phía có hệ số kiên cố cao một đoạn chuyển tiếp ít nhất là 3m.

- 4.4. Dù hầm nằm trong loại địa tầng nào thì hai đầu của hầm đều phải làm một đoạn vỏ hầm dài ít nhất là 6m..

- 4.5. Vỏ hầm được thiết kế theo các dạng sau:

- a) Trong điều kiện địa chất thủy văn bình thường, nền đất ổn định dùng loại vỏ hầm tường thẳng không có vòm ngửa.
- b) Khi địa tầng mềm yếu, nền đất không ổn định, có khả năng trôi trượt dùng loại vỏ hầm có vòm ngửa khép kín, hoặc vỏ hầm hình tròn.
- c) Khi địa tầng kiên cố, ổn định, khó phong hoá và khô ráo có thể không xây vỏ hầm. Để đề phòng hiện tượng phong hoá, có thể phun vữa bề mặt,.

- 4.6. Vật liệu xây vỏ hầm và cửa hầm cần đảm bảo độ bền vững, chống cháy chống được tác dụng do hoá chất ăn mòn, tác dụng của không khí và có khả năng chống thấm tốt nhất.

Chọn vật liệu vỏ hầm cần tận dụng tối đa vật liệu địa phương, có khả năng thi công cơ giới hoá cao nhất.

- 4.7. Vật liệu vỏ hầm có thể dùng các loại sau: bê tông, bê tông cốt thép đổ tại chỗ hoặc ghép.

Gạch đúc bằng bê tông, đá đẽo thô và đá tảng, hoặc đá hộc xây bằng vữa, bê tông phun có lưới thép, gia cố bằng neo.

- 4.8. Bê tông và bê tông cốt thép được dùng trong trường hợp hầm xuyên qua nền đất không ổn định, thi công bằng máy đào liên hợp và khi có các cơ sở đến các cấu kiện lắp ghép.
- 4.9. Bê tông vữa bê tông cốt thép đổ tại chỗ được dùng trong các trường hợp sau:
 Khi công trình hầm nằm trong vùng giao thông khó khăn, xa các cơ sở đến các cấu kiện lắp ghép.
 Khi thi công hang dẫn bằng phương pháp nổ mìn, trong địa tầng đá cứng nứt nẻ.
 Khi xây dựng hầm theo phương pháp phân đoạn.
 Khi thi công bằng phương pháp máy đào liên hợp có vỏ bê tông ép.
 Khi thi công các mối nối phức tạp và ở những đoạn thay đổi kết cấu vỏ hầm.
 Cho phép sử dụng đến làm vỏ hầm trong vùng động đất từ cấp 7 đến cấp 9
- 4.10. Gạch đẽo bằng bê tông và đá tảng, đá đẽo thô, đá học xây vữa xi măng cát sử dụng trong điều kiện địa tầng ít nứt nẻ.
- 4.11. Vỏ hầm bằng bulông neo lưới thép phun vữa chỉ sử dụng trong điều kiện đá cứng, ít phong hoá, không có nước ngầm và có khả năng thi công bằng phương pháp nổ mìn.
- 4.12. Mác của kết cấu bê tông lấy theo độ bền chịu nén của vật liệu theo quy định ở bảng 3

Bảng 3

Dạng kết cấu	Mác bê tông daN/cm ² (.kG/cm ²)
1. Bê tông cốt thép lắp ghép hoặc có gờ, cạnh	300
2. Bê tông cốt thép đổ tại chỗ	Từ 200 đến 300
3. Bê tông đổ tại chỗ	200
4. Vỏ hầm bằng phun vữa xi măng cát	Từ 300 đến 400
5. Cửa hầm bằng bê tông đổ tại chỗ	200
6. Bê tông móng ba lát cửa hầm đường sắt	150
7. Bê tông móng đường ô tô và rãnh thoát nước	100

- 4.13. Cần dùng vữa xi măng mác 100 đến 150 để xây gạch đẽo bằng bê tông, đá đẽo thô đá tảng, đá học.
- 4.14. Chiều dày vỏ hầm và cửa hầm cần căn cứ tính chất chịu lực đến tính toán xác định nhưng không được nhỏ hơn các trị số nêu ở bảng 4.
- 4.15. Chiều dày nhỏ nhất của lớp bê tông bảo vệ cốt thép phụ thuộc vào chiều dày của các bộ phận được quy định trong bảng 5.
 Chiều dày lớp bảo vệ vỏ hầm bê tông cốt thép lắp ghép có thể giảm so với các trị số nêu trong bảng 5 là 5mm.
- 4.16. Những khe trống sau vỏ hầm cần được lấp bằng vữa xi măng hoặc vữa bi tum bằng phương pháp ép vữa. Thành phần của vữa căn cứ vào điều kiện địa chất và địa chất thủy văn đến quyết định.

Bảng 4

Tên các bộ phận	Chiều dày nhỏ nhất (mm)
1. Bê dày tường bên và tường cửa hầm	
Đá học xây vữa	500
Đá tảng hoặc gạch bê tông	300
Bê tông toàn khối	200
Bê tông cốt thép	150
2. Bê dày vòm hầm	
Bê tông toàn khối	200
Bê tông cốt thép	150
3. Bê dày vòm giữa	
Bê tông toàn khối	200
Bê tông cốt thép	150
4. Các sườn và bản bê tông cốt thép	100

Bảng 5

Chiều dày các bộ phận	Chiều dày lớp bảo vệ (mm)	
	Ở môi trường không xâm thực	Ở môi trường bị xâm thực
Từ 100 đến 300	25	30
Từ 300 đến 500	30	40
Lớn hơn 500	40	50

- 4.17. Khi thiết kế vỏ hầm phải xét đến biện pháp chống ăn mòn. Trong hầm đường sắt chạy bằng điện phải có biện pháp bảo vệ vỏ hầm cũng như ray và các liên kết khác không bị ảnh hưởng của dòng điện của dòng điện dò.
- 4.18. Những hầm nằm trong khu vực động đất lớn hơn cấp 7 cần thiết kế theo các chỉ dẫn riêng.
- 4.19. Hầm đường sắt tuyến đơn, tuyến đôi và hầm đường ô tô cần có hang người tránh và hang xe tránh.
- 4.20. Các hang xe tránh bố trí so le nhau ở hai bên tường hầm, cách nhau 300m bố trí một hang, dọc theo mỗi phía của tường hầm. Khi hầm dài 300 đến 400m chỉ cần bố trí hang ở giữa hầm. Khi hầm ngắn hơn 300m, nhưng hai đầu cửa hầm là nền đường đào phía mép ngoài rãnh dọc không có thêm bằng thì phải bố trí hang tránh xe cho cả đoạn đường cùng với hầm.
- Các hang người tránh đặt so le nhau ở giữa các hang xe tránh, theo mỗi bên cứ cách 60m bố trí một hang.
- Kích thước hang tránh xe và hang người tránh được quy định trong bảng 6.

Bảng 6

Các loại hang	Chiều rộng	Chiều cao	Chiều sâu
Hang tránh xe hầm đường sắt	4000	2800	2500
Hang tránh xe hầm đường ô tô	2000	2500	2000
Hang người tránh hầm đường sắt	2000	2200	1000

4.21. Trong hầm đường sắt tuyến đơn có mặt cắt hình tròn có thể thiết kế đường đi bên hầm thay cho hang người tránh. Chiều rộng nhỏ nhất của đường người đi là 700mm và cách 30m phải xây bậc cho người đi vào.

Phòng nước và thoát nước

4.22. Thiết kế phòng nước và thoát nước trong hầm căn cứ vào những điều kiện: địa hình, địa chất thuỷ văn, lưu lượng cụ thể ở khu vực hầm đến ngăn nước mặt cũng như nước ngầm chảy và thấm vào trong hầm.

4.23. Khi nước ở trên mặt đất có khả năng thấm vào hầm cần có những biện pháp chống thấm sau đây:

San lấp bề mặt đất trên đỉnh hầm đến cải tạo dòng chảy;

Làm các rãnh ngang, dọc trên đỉnh hầm đến dẫn nước ra khỏi khu vực hầm.

Dùng các biện pháp phòng thấm khác bằng cách trồng cỏ, đắp đất sét đầm chặt

4.24. Để chống nước ngầm thấm vào hầm cần có các biện pháp sau đây:

Tăng độ chặt của bê tông vỏ hầm bằng các biện pháp kĩ thuật như thay đổi cấp phối cốt liệu thêm chất phụ gia và đầm lên bê tông.

Bơm vữa xi măng hoặc vữa bitum vào vỏ hầm, làm chặt các lớp đất xung quanh hầm bằng phương pháp ép vữa xi măng.

Dùng vật liệu không thấm nước làm thành tầng phòng nước ở mặt trong hoặc mặt ngoài vỏ hầm.

4.25. Nếu sau vỏ hầm có nước chảy tập trung với áp lực lớn cho phép theo nước ngầm vào rãnh nước trong hầm bằng ống dẫn xuyên qua vỏ hầm hoặc làm các công trình dẫn nước ngầm dọc theo ngoài vỏ hầm bằng cống ngầm đi song song với hầm.

4.26. Tầng phòng nước của vỏ hầm lấp ghép, ngoài những phương pháp nói trên có thể dùng các biện pháp khác có hiệu quả đối với khe nối và khe lún.

4.27. Trong hầm phải bố trí rãnh thoát nước dọc. Độ dốc của rãnh phải cùng độ dốc với hầm. Ở đoạn hầm nằm ngang, độ dốc của rãnh bằng độ dốc nhỏ nhất của hầm là 3%. Độ dốc ngang của đáy hầm đến nước chảy vào rãnh dọc không được nhỏ hơn 20%.

4.28. Khi nền đường đào trước cửa hầm đặt trên dốc, đến tránh nước mặt trên nền đường đào chảy vào trong hầm; độ dốc rãnh ngoài hầm phải làm ngược chiều với độ dốc.

Khi chiều dài hầm dưới 300m, do đào rãnh dọc ngoài hầm có độ dốc ngược chiều với dốc tuyến gây ra khối lượng đào quá lớn, cho phép nước ở ngoài hầm chảy vào rãnh dọc trong hầm đến thoát đi, nhưng phải kiểm tra, tính toán mặt cắt rãnh dọc trong hầm phù hợp với lưu lượng và lưu tốc.

4.29. Rãnh thoát nước dọc trong hầm được bố trí như sau:

- a) Trong hầm đường sắt đơn: hầm trên đường thẳng thì đặt rãnh thoát nước ở một phía tường hầm, hầm trên đường cong hoặc ở bên có nguồn nước ngầm lớn thì nên đặt rãnh ở cả hai phía.
 - b) Hầm có vòm ngửa ó thể đặt rãnh ở giữa tim hầm hoặc ở bên tường hầm.
 - c) Trong hầm đường sắt đôi đặt rãnh thoát ở giữa tim hầm, khi đó mực nước tính toán trong rãnh phải thấp hơn đáy lớp đá balát trong hầm.
 - d) Trong hầm ô tô một làn xe hoặc nhiều làn xe rãnh thoát nước nên đặt cả hai bên hầm.
 - e) Trong hầm đường bằng bê tông cứng thì rãnh thoát nước dọc đặt theo tính toán tim đường đơn, hoặc theo tim của mỗi tuyến đường.
- 4.30. Rãnh thoát nước trong hầm cần có bản đáy bằng bê tông cốt thép hoặc đá tẩm đến phòng ngừa rãnh bị tắc và đến bảo đảm an toàn cho công nhân viên quản lí duy tu đi lại.
 Kết cấu tầng trên của đường sắt và mặt đường ô tô trong hầm
- 4.31. Trong hầm đường sắt cần dùng ray lớn hơn ray tuyến đường ngoài hầm một cấp.
- 4.32. Trong hầm đường sắt dùng tà vẹt bê tông cốt thép. Số lượng tà vẹt trên 1 km trong hầm lấy theo TCVN 4117: 1985 “Đường sắt khổ 1435mm. Tiêu chuẩn thiết kế.” Có thể đặt ray trực tiếp trên nền bê tông thay cho tà vẹt bê tông cốt thép, nhưng phải có biện pháp đến giảm lực xung kích.
- 4.33. Chiều dày đá balát trong hầm và đoạn ngoài của hầm 100m phải lớn hơn hoặc bằng 250mm. Trên bề mặt lớp đá balát, từ đầu tà vẹt đến trường hầm cần lát phẳng đến nhân viên kiểm tra, bảo dưỡng đi lại dễ dàng.
- 4.34. Mặt đường ô tô trong hầm cần thiết kế bằng thiết kế bằng mặt, bê tông atphan.
 Kết cấu mặt đường theo TCVN 4054: 1985 “Đường ô tô. Tiêu chuẩn thiết kế “.

5. Tải trọng và nguyên tắc tính toán chủ yếu

Tổ hợp tải trọng

- 5.1. Tải trọng tác dụng lên vỏ hầm được xác định phụ thuộc vào độ sâu đặt hầm, điều kiện địa chất và địa chất thủy văn, kích thước hầm cũng như phương pháp thi công.
- 5.2. Tính toán kết cấu của hầm theo từng bộ phận riêng rẽ hoặc toàn bộ kết cấu cần tính đến những tải trọng và các tác động có thể xảy ra với công trình theo quy định trong bảng 7.

Bảng 7

Số thứ tự tải trọng	Tải trọng và tác động	Ghi chú
(1)	(2)	(3)
	A. Những tác động và tải trọng tĩnh	
1	Trọng lượng bản thân của kết cấu hầm	
2	Tác động của ứng suất trước	
3	Áp lực đất và áp lực đo các công trình đặt trên đỉnh hầm và trong phạm vi lãng thế trượt	
4	Áp lực nước ngầm	

5	Tác động do co ngót của bê tông	
6	Tác động do lún của nền đất	
7	B. Những hoạt tải và tác động của chúng	không tính khung với tải trọng số 10
8	Tải trọng thẳng đứng của tàu xe	
9	áp lực do hoạt tải đi qua trên đỉnh hầm	
10	Lực nằm ngang do hãm phanh	
11	Lực lác ngang và lực li tâm	
11	C. Các tác động khác	
12	Tác động do thay đổi nhiệt độ	
13	Các tác động trong quá trình xây dựng	
	Lực động đất	

5.3. Các tổ hợp tải trọng và tác động đưa vào tính toán có thể tác dụng đồng thời khi xây dựng hoặc trong quá trình sử dụng được chia ra thành các trường hợp tải trọng sau:

a. Tổ hợp tải trọng cơ bản:

Bao gồm các tác động và tải trọng tĩnh như trọng lượng bản thân vỏ hầm áp lực đất thẳng đứng và nằm ngang, áp lực nước tĩnh bên ngoài hầm. Hầm đường sắt và hầm đường ô tô khi thiết kế kết cấu phân đường xe chạy phải tính với hoạt động tải thẳng đứng.

b. Tổ hợp tải trọng phụ:

Bao gồm các tác động và tải trọng tĩnh đã nêu trong tổ hợp tải trọng cơ bản còn các tác động do thay đổi nhiệt độ và tải trọng trong xây dựng như áp lực kích của máy đào, lực của thiết bị thi công vỏ hầm và áp lực do ép vữa sau vỏ hầm.

c. Tổ hợp tải trọng đặc biệt:

Bao gồm các hoạt tải, tĩnh tải và các tác động nêu trong tổ hợp tải trọng cơ bản còn kể thêm các tác động và tải trọng đặc biệt như lực động đất áp lực do trượt lở v.v...

Chú thích:

1. Khi tính toán các kết cấu bê tông và bê tông cốt thép phải xét đến các tác động do từ biến và co ngót của bê tông.
2. Tác động do lún của nền đất chỉ được đưa vào tổ hợp tải trọng phụ.

Tĩnh tải và các tác động

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

a. Trọng lượng bản thân kết cấu.

b. Trọng lượng các bộ phận của kết cấu tầng trên đường sắt hoặc phần xe chạy.

c. Trọng lượng các thiết bị thông gió, chiếu sáng, thông tin, tín hiệu v.v...

5.5. Trong trường hợp hang đào có hình thành vòm áp lực thì áp lực đất lấy theo trọng lượng khối đất giới hạn trong phạm vi vòm áp lực và các mặt trượt. Khi không có khả năng hình thành vòm áp lực cũng như khi khoảng cách từ đỉnh vòm áp lực đến mặt

đất nhỏ hơn chiều cao vòm áp lực thì áp lực đất lấy bằng trọng lượng toàn bộ cột đất từ đỉnh hầm đến mặt đất.

5.6. Áp lực tiêu chuẩn của địa tầng khi có hình thành vòm áp lực coi như phân bố đều.

a. Áp lực thẳng đứng được tính theo công thức:

$$q_1 = \gamma \cdot h_1 \text{ KN/m}^2 (\text{T/m}^2)$$

Trong đó:

γ : Trọng lượng riêng của đất trên hầm; $\text{KN/m}^3 (\text{T/m}^3)$

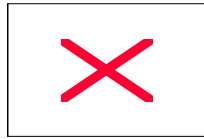
h_1 - Chiều cao vòm áp lực trên đỉnh hầm.,

Chú thích:

1. Nếu đất đá đồng nhất thì γ là trọng lượng riêng của lớp đất nằm trong phạm vi vòm áp lực.
2. Nếu trên hầm có nhiều lớp đất khác nhau thì γ là trọng lượng riêng trung bình của các lớp đất đó.

Chiều cao vòm áp lực được xác định theo công thức:

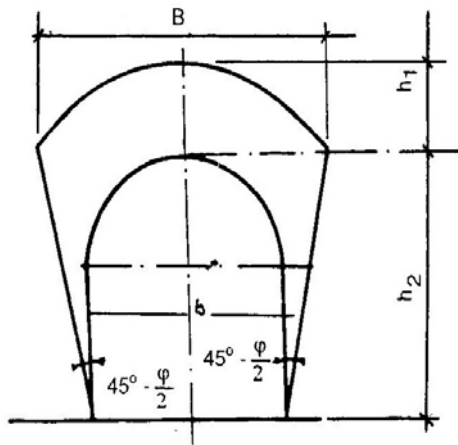
Trong đó:



γ - Hệ số kiên cố của đất đá, xác định theo bảng phân cấp của giáo sư M. N. Prôtôdiacônôp (phụ lục I)

B - Khẩu độ vòm áp lực trên hầm

$$B = b + 2 h_2 \text{ tg}(45^\circ - \varphi/2); (\text{m}) (\text{xem hình 2})$$



Hình 2. Sơ đồ xác định áp lực địa tầng

b - Chiều rộng hoặc đường kính hầm (m) (đối với hầm hình tròn)

h_2 - Chiều cao hay đường kính hầm (m) (đối với hầm hình tròn)

φ - Góc ma sát trong của đất(gradien), lấy theo tài liệu thí nghiệm địa chất

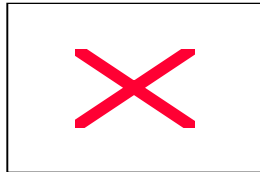
b. Áp lực nằm ngang được tính theo công thức:

$$p = (h_1 + y) \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \varphi/2); \text{KN/m}^2 \text{ (T/m}^2\text{)} \quad (5)$$

Trong đó:

y - Độ sâu từ đỉnh hầm đến điểm tính áp lực ngang

c. Áp lực đẩy trời lên đáy hầm được tính theo công thức:

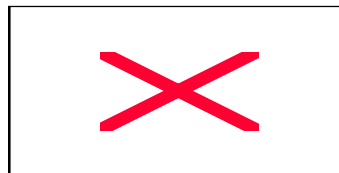


$\text{KN/m}^2 \text{ (T/m}^2\text{)}$

Trong đó:

D - Phân lực chênh lệch giữa áp lực chủ động và bị động ở chân hầm.

y_0 - Độ sâu giới hạn mà ở đó giá trị áp lực ngang bị động bằng áp lực ngang chủ động và tính theo công thức:

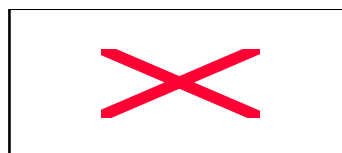


5.7. Trị số áp lực đất lên hai hầm song song được xác định phụ thuộc vào kích thước mỗi hầm, phân đặt giữa chúng và tính chất cơ lí của đất đá.

a. Khi có khả năng hình thành trên mỗi hầm một vòm áp lực thì tính riêng cho từng hầm.

b. Các trường hợp còn lại tính theo vòm áp lực chung giữa các hầm.

5.8. Cần xác định trước khoảng cách giữa hai hầm song song đến đảm bảo hai vòm áp lực hình thành không ảnh hưởng tới nhau. Khoảng cách đó như theo công thức

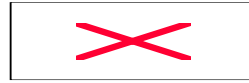


Trong đó:

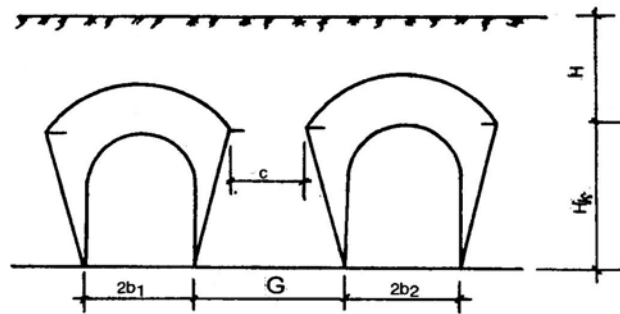
γ_{tb} - Trọng lượng riêng trung bình của đất đá, (T/m³), KN/m³;

H - Chiều sâu từ mặt đất tới đỉnh hầm (m);

b - Một nửa chiều rộng bình quân của hầm.



b_1 và b_2 là nửa chiều rộng của hầm thứ nhất và hầm thứ hai (hình 3)



Hình 3. Sơ đồ xác định khoảng cách hai hầm song song

5.9. Áp lực đất đá tiêu chuẩn trên vỏ hầm khi không hình thành vòm áp lực lấy:

a. Theo phương thẳng đứng tính bằng trọng lượng cột đất trên đỉnh hầm (kể từ đỉnh hầm đến mặt đất).

b. Theo phương nằm ngang tính theo công thức:

KN/m² (T/m²)

$$p = \gamma_{tb} \cdot H \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Trong đó:

H - Chiều cao toàn bộ lớp đất trên hầm với sự quy đổi theo trọng lượng riêng trung bình của các lớp đất;

γ_{tb} - Trọng lượng riêng trung bình của các lớp đất trên đỉnh hầm.

5.10. Khi thiết kế hầm chỉ tính áp lực nước khi hầm nằm thấp hơn mức nước ngầm.

5.11. Khi vỏ hầm đặt trong vùng đất bùn bão hòa nước hay đất cát chảy không ổn định thì trị số áp lực được tính theo dạng áp lực của chất lỏng.

5.12. Tải trọng thẳng đứng tiêu chuẩn đo trọng lượng bản thân kết cấu được tính theo kích thước thiết kế của kết cấu và trọng lượng riêng của vật liệu.

- 5.13. Khi tính theo trạng thái giới hạn thứ nhất hệ số vượt tải đối với tĩnh tải và các tác động cho các tổ hợp tải trọng được lấy theo bảng 8, còn khi tính theo trạng thái giới hạn thứ hai thì hệ số vượt tải lấy bằng 1.

Bảng 8

Loại tải trọng	Hệ số vượt tải n
1	2
1. Áp lực đất khi có hình thành vòm áp lực:	
a. Áp thẳng đứng	1,5
b. Áp lực nằm ngang	1,8(1,2)
2. Áp lực đất khi không hình thành vòm áp lực.	
a. Áp lực thẳng đứng	1,4
b. Áp lực nằm ngang	1,2
3. Trọng lượng cột đất trên đỉnh hầm	1,1 (0,9)
4. Trọng lượng kết cấu tầng trên đường sắt, kết cấu mặt đường ô tô và vỉa hè	1,5(0,9)
5. Áp lực nước	1,1 (0,9)
6. Trọng lượng bản thân kết cấu:	
a. Đúc sẵn	1,1
b. Đổ tại chỗ	1,2
c. Ứng suất trước	1,3
7. Tác động do co ngót của bê tông	1,0 (0,9)
8. Tác động do lún của nền đất	1,5 (0,9)

Chú thích:

1. Trị số n trong dấu ngoặc dùng khi tải trọng đã cho làm giảm tác dụng tổng cộng tính toán hệ số n cần lấy thống nhất đối với việc tính toán mỗi bộ phận của công trình.
 2. Khi xác định tải tính toán do áp lực của đất, ngoài việc lấy hệ số vượt tải, cần lấy trị số của góc ma sát trong lớn hay nhỏ hơn trị số tiêu chuẩn, tùy theo trị số nào cho tác động tổng cộng lớn nhất: $\varphi = \varphi_{t_0} \pm 5^0$
- 5.14. Tác động do thay đổi của nhiệt độ được tính toán cho kết cấu của hầm bằng bê tông cốt thép, bê tông toàn khối hệ siêu tĩnh khi có sự thay đổi nhiệt độ lớn hơn 30⁰C. Hệ số giãn nở của bê tông và bê tông cốt thép lấy bằng 0,00001.

Hoạt tải và các tác động đặc biệt.

- 5.15. Hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn đã xét tới sự phát triển trong tương lai lấy như sau:
- a. Hoạt tải đường sắt (khổ đường 1435mm) dùng cấp tải trọng sau:
 - Đường cấp I và II lấy theo tải trọng T - 26;
 - Đường cấp III lấy theo tải trọng T - 22;

Các sơ đồ hoạt tải đường sắt lấy theo phụ lục 4.a

b. Hoạt tải ô tô lấy theo tải trọng H - 30 và XB - 80.

Tải trọng XB - 80 chỉ lấy vào tổ hợp tải trọng cơ bản và khi tính theo trạng thái giới hạn thứ 3 cần nhân với hệ số 0,8.

Các sơ đồ hoạt tải ô tô lấy theo phụ lục 4.b

5.16. Hệ số vượt tải của hoạt tải (n) lấy như sau:

Đối với đường sắt: $n = 1,30;$

Đối với đoàn ô tô: $n = 1,40;$

Đối với xe XB - 80: $n = 1,10;$

Đối với tổ hợp tải trọng phụ: $n = 0,8;$

Đối với tổ hợp tải trọng đặc biệt: $n = 0,7.$

5.17. Áp lực đất thẳng đứng do đường sắt đi trên nóc hầm gây ra được tính theo công thức

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

còn áp lực đất nằm ngang trong trường hợp trên tính theo công thức:

$$p = q \cdot \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

Z- Cấp hoạt tải thẳng đứng tiêu chuẩn của đoàn tàu;

H - Chiều cao đất phủ trên nóc hầm, kể từ đỉnh hầm đến vệt của đường sắt đi qua trên hầm, (m);

5.18. Áp lực đất thẳng đứng do tải trọng của đường ô tô vượt qua trên nóc hầm gây ra khi



chiều dày lớp đất phủ trên đỉnh hầm lớn hơn hay bằng 1m được tính theo công thức:

Trong đó:

H - Chiều dày lớp đất trên đỉnh hầm (m)

5.19. Áp lực thẳng đứng do bánh xe ô tô gây ra cho kết cấu hầm khi đường ô tô đi trên cửa hầm có chiều dày lớp đất phủ nhỏ hơn 1m tính như sau:

a. Trong lớp đất phủ áp lực đó phân bố dưới góc 90° so với phương đứng.

b. Trong kết cấu vỏ hầm hay kết cấu mặt đường ô tô, áp lực đó phân bố dưới góc 45° so với phương đứng.

5.20. Khi chiều dày lớp đất đắp trên đỉnh hầm nhỏ hơn 1m mà có đường sắt hay đường vượt qua thì trong tính toán phải xét đến hệ số động lực do đoàn tàu hay ô tô gây ra cho kết cấu hầm, theo công thức:

$$1 + \mu = + \pm \alpha \frac{5}{20 + b}$$

Trong đó:

$1 + \mu$: hệ số động lực;

h - chiều dày lớp đất đắp trên đỉnh hầm, m;

b - chiều rộng của hầm, m;

5.21. Hoạt tải tiêu chuẩn thẳng đứng của đoàn người trên đường người đi trong hầm lấy 300 daN/m^2 (KG/m^2).

5.22. Kết cấu phần xe chạy (kể cả đường sắt hoặc đường ô tô) khi có cấu tạo dạng bản kê trên các gối đỡ thì mọi tính toán cần tuân theo các quy định hiện hành.

5.23. Tải trọng thi công tác động lên kết cấu hầm (như áp lực kích của máy đào, áp lực ép vữa sau vỏ hầm, trọng lượng máy móc v.v...) được lấy theo tài liệu thiết kế thi công.

Tải trọng xây dựng được tính toán với hệ số vượt tải bằng 1,3.

Chú thích: Trị số của hệ số vượt tải có thể điều chỉnh theo điều kiện thực tế và phương pháp thi công.

5.24. Khi thiết kế các kết cấu của hầm cần tính cho hầm nằm trong vùng có động đất từ cấp 7 trở lên, theo các quy định hiện hành.

Nguyên tắc tính toán cơ bản

5.25. Kết cấu của vỏ hầm và cửa hầm cần tính toán theo hai nhóm trạng thái giới hạn:

- Nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất: theo khả năng chịu lực và ổn định lật, trượt;

- Nhóm trạng thái giới hạn thứ hai theo biến dạng, chuyển vị và điều kiện chống nứt.

5.26. Khi tính theo nhóm trạng thái giới hạn thứ nhất phải kể đến các hệ số tính toán sau đây:

- Hệ số vượt tải n ;

- Hệ số đồng nhất k ;

- Hệ số điều kiện làm việc m .

Hoạt tải thẳng đứng phải kể đến hệ số động lực ($1 + \mu$). Các tính toán về chống lật và chống trượt không tính hệ số động lực.

5.27. Theo trạng thái giới hạn thứ hai cần xét đến biến dạng của các bộ phận kết cấu, tính chuyển vị do tải trọng tiêu chuẩn và không kể đến hệ số động lực.

Chú thích: Nhóm trạng thái giới hạn thứ hai có thể tính nếu việc áp dụng thực tế hoặc qua kinh nghiệm thực tế thấy rằng kết cấu như đã thiết kế có độ cứng bảo đảm.

5.28. Độ biến dạng của các chi tiết bê tông cốt thép do hoạt tải gây ra không vượt quá

$\frac{1}{400}l$ - đối với kết cấu kiểu dầm;

$\frac{1}{25}l_k$ - đối với kết cấu kiểu công sơn.

Trong đó: l và l_k là chiều dài nhịp tính toán biến dạng của chi tiết.

- 5.29. Biến dạng ngang của tường và cửa hầm tính bởi tĩnh tải tiêu chuẩn và động hoạt tải nằm trên lạng thể trượt không được vượt quá $(1/300)H$ - đối với tường hầm và $(1/300)H$ - đối với cửa hầm.
H - Chiều cao tính toán của tường hay cửa hầm, m.
- 5.30. Tính toán kết cấu của hầm theo điều kiện chống nứt với tải trọng tiêu chuẩn, thuộc vào ảnh hưởng của vết nứt trong điều kiện sử dụng công trình. Trong các tính toán không kể đến hệ số vượt tải và hệ số động lực.
- 5.31. Ngoài hệ số điều kiện làm việc m như điều 5.26, đến xét đến sự không chính xác trong sơ đồ tính toán của cửa và vỏ hầm toàn khối, còn phải thêm hệ số điều kiện làm việc bằng 0,9.
- 5.32. Kết cấu vỏ hầm cần tính theo phương pháp cơ học kết cấu hoặc lí thuyết đàn hồi, có kể đến đặc điểm và tính chất của đất đá xung quanh, vật liệu và kết cấu vỏ hầm và phương pháp thi công.
- 5.33. Trong tính toán vỏ hầm cần xét đến kháng lực đàn hồi và lực ma sát giữa đất đá và vỏ hầm. Vỏ hầm xây dựng trong đất yếu, bão hoà nước thì không xét đến kháng lực đàn hồi.
- 5.34. Khi tính toán ứng lực của vỏ hầm lắp ghép cần xét đến:
Vị trí và độ hở ban đầu của mối nối;
Tính mềm của mối nối;
Khả năng tạo thành khớp dẻo trong tiết diện có ứng suất lớn nhất.
- 5.35. Các sườn của cấu kiện vỏ hầm lắp ghép nối bằng bu lông cần được tính toán độ bền, độ chống nứt và ứng lực giới hạn trong bu lông, ứng lực này là cường độ tiêu chuẩn của thép bu lông nhân với hệ số 1,25.
- 5.36. Mỗi mối của các khối bê tông và bê tông cốt thép cần được tính theo độ bền và độ chống nứt với ứng lực tiếp xúc phân bố bất lợi nhất của mối nối.
- 5.37. Vỏ hầm bê tông cốt thép lắp ghép có các lớp chống thấm nước cũng như vỏ hầm không chịu áp lực thuỷ tĩnh cho phép độ mở rộng của khe nứt nhỏ hơn hoặc bằng 0,2mm.
- 5.38. Khi tính toán lớp chống thấm nước bên trong cần xét đến lực dính kết giữa mặt kết cấu vỏ hầm với lớp đó.
- 5.39. Tính toán khả năng chịu lực, độ biến dạng và độ chống nứt của vỏ hầm bằng bê tông và bê tông cốt thép cần tuân theo quy phạm thiết kế hiện hành.
- 5.40. Cường độ tiết diện vỏ hầm toàn khối cần được kiểm tra theo hệ số an toàn quy định trong bảng 8a.

Bảng 8 a

Loại tổ hợp tải trọng	Nguyên nhân phá hoại	
	Nén hỏng K_1	Kéo đứt và kéo lệch tâm K_2
Tổ cơ bản	2,5	3,9
Tổ cơ bản và tổ hợp bổ sung	2,3	3,4
Tổ cơ bản và tổ hợp đặc biệt	2,0	2,8

Tùy theo tình hình chịu lực khác nhau mà tính các hệ số K theo công thức 13 và 14:

a. Khi tiết diện chịu nén lệch tâm nhỏ hơn 0,225 h:

$$K_1 = \frac{m \cdot R_n \cdot b \cdot h}{N \cdot \left(1 + \frac{2e}{h}\right)}$$

b. Khi tiết diện chịu nén lệch tâm lớn hơn hoặc bằng 0,225 h:

Trong đó:

R_n – Cường độ chịu nén đúng tâm, daN/cm² (KG/cm²);

R_k - Cường độ chịu kéo đúng tâm, daN/cm² (KG/cm²);

N - Lực nén pháp tuyến, daN (KG);

b, h - Chiều rộng và chiều dày tiết diện, cm;

m - Hệ số điều kiện làm việc, lấy bằng 0,9;

1,75 - Hệ số xét đến khả năng tăng thêm sức chịu tải của tiết diện do quá trình xuất hiện biến dạng dẻo;

e - Độ lệch tâm.

5.41. Cửa hầm tính toán như tường chắn đất. Cần chia ra tường cánh và tường trước đến tính:

Đối với tường cánh lấy một dải rộng 100 cm từ vị trí tiếp xúc với chân tường trước (như hình 4);

Đối với tường trước lấy một dải rộng 50 cm ở vị trí cao nhất sát với vỏ hầm.

Ngoài ra còn kiểm toán sự cùng làm việc của tường trước và tường cánh (phần A trên hình 5);

5.42. Độ lệch tâm (e) của lực dọc đối với tường trước và tường cánh theo các trị số sau:

Đối với tiết diện ở thân tường e nhỏ hơn hoặc bằng b/4

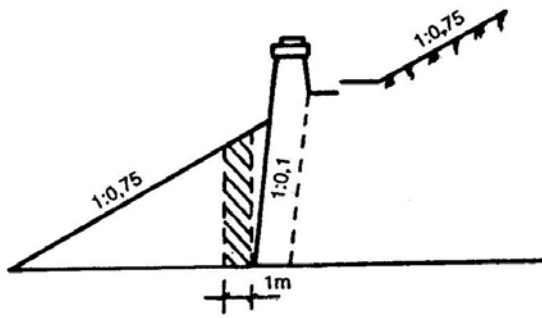
Đối với tiết diện ở móng tường e nhỏ hơn hoặc bằng b/5,

Trong đó: b là chiều rộng tính toán ở thân tường.

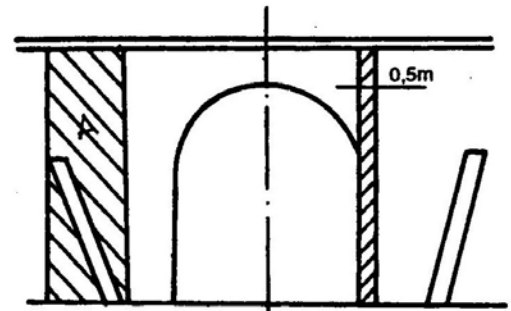
Cần kiểm toán hệ số ổn định của tường theo điều kiện:

Ổn định chống lật: K_1 lớn hơn hoặc bằng 1,5;

Ổn định chống trượt: K_2 lớn hơn hoặc bằng 1,3.



Hình 4. Sơ đồ tính toán tường cánh



Hình 5. Sơ đồ tính toán tường trước

6. Thông gió và phòng hỏa

6.1. Việc thông gió phải đảm bảo hạ tỉ lệ khí độc thấp hơn nồng độ cho phép.

Nồng độ khí độc trong hầm ô tô, cũng như trong hầm đường sắt sau khi tàu qua hầm vài phút, phải ở dưới mức quy định trong bảng 9.

Bảng 9

mg/l

Tên chất khí	Nồng độ
Oxýt cacbon (CO)	
Oxýt nitơ(N ₂ O ₅)	0,02
Oxýt lưu huỳnh (SO ₂)	0,005
Sunfua hydrô (H ₂ S)	0,02
Mêtan (CH ₄)	0,01
Cácbonnic (CO ₂)	0,002
	5,0

6.2. Cố gắng tận dụng thông gió tự nhiên, lưu lượng không khí qua hầm do thông gió tự nhiên (Q₀) được tính theo công thức sau:

$$Q_0 = 3600 \cdot F \cdot V_0 \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (15)$$

Trong đó:

F - Tiết diện ngang tĩnh không trong hầm (m²);

V₀- Tốc độ không khí chuyển động trong hầm, xác định ở cửa thoát gió (m/s).

6.3. Hầm đường sắt có một trong các điều kiện sau đây phải thông gió nhân tạo:

- Chiều dài hầm từ 1000m trở lên đối với hầm đường đơn dùng đầu máy hơi nước và diesel; từ 1500m trở lên đối với hầm đường đơn dùng đầu máy điện và 3000m trở lên đối với hầm đường đôi.
- Hầm nằm trên đường có mật độ tàu thông qua lớn (8 đôi tàu/ ngày đêm cho tàu chạy bằng đầu máy điện hoặc 6 đôi tàu/ ngày đêm cho tàu chạy bằng đầu máy hơi nước và đầu máy diesel).
- Nhiều hầm tàu ngăn nối nhau liên tiếp, cách nhau một khoảng nhỏ hơn 4m và tổng chiều dài các hầm này lớn hơn 1500m.

- d. Những hầm nằm trong vùng địa tầng có khí nổ, khí cháy.
- 6.4. Hầm ô tô có chiều dài trên 400m phải thông gió nhân tạo.
- 6.5. Hầm đường sắt không có các điều kiện ghi ở điều 6.3 và hầm ô tô có chiều dài từ 150 đến 400m phải thông gió nhân tạo nếu như thông gió tự nhiên không đảm bảo theo điều 6.1.
- 6.6. Hầm đường sắt có chiều dài đến 300m, có điều kiện ghi ở mục b, điều 6.3 và hầm đường ô tô có chiều dài đến 150m không cần thông gió nhân tạo.
- 6.7. Tốc độ chuyển động của không khí trong hầm khi thông gió không được lớn hơn 6m/s.
- 6.8. Trong hầm đường sắt khi thông gió nhân tạo theo phương pháp thông gió ngang có điều khó khăn, có thể cho phép bố trí thông gió dọc hay thông gió hỗn hợp. Khi hầm dài trên 1500m có thể bố trí giếng đứng đến thông gió, trên cơ sở so sánh các chỉ tiêu kinh tế - kĩ thuật.
- Phải dùng các giếng sâu đến hút gió, còn gió vào có thể qua cửa hầm hoặc các giếng thấp. Trong hầm đường ô tô, nhất thiết chỉ được dùng phương pháp thông gió ngang đến thông gió nhân tạo, với cự li các cửa van gió không quá 5m. Đường cấp gió vào bố trí dưới đường xe chạy hoặc trên trần hầm có kết hợp với ống dẫn gió xuống chân hầm. Đường hút gió ra nhất thiết phải bố trí trên trần hầm.
- 6.9. Việc điều khiển các thiết bị thông gió có thể tiến hành từ các phòng trực ban hoặc trực tiếp từ các phòng đặt máy. Ở hầm đường sắt cần dự tính đặt các thiết bị đóng mở máy thông gió tự động khi tàu chạy qua hầm và sau thời gian thông gió của hầm đã được bảo đảm.
- 6.10. Số lượng máy quạt gió xác định trên cơ sở lưu lượng gió cần đưa vào hầm phải đủ đảm bảo thông gió cho hầm theo điều 6.1 và ít nhất phải có một máy dự trữ.
- 6.11. Các máy thông gió trong hầm đường ô tô cần có thiết bị giảm tiếng ồn xuống dưới 70dB.
- 6.12. Ở những hầm đường sắt dài trên 300m và hầm đường ô tô dài trên 100m cần có phương tiện cứu hoả (thùng đựng cát, bình khí cacbonic v.v...) đặt tại các hang xe tránh. Đối với hầm đường ô tô dài dưới 100m cần có các phương tiện cứu hoả đặt tại ở hai cửa hầm.

7. Cấp điện và chiếu sáng

- 7.1. Nguồn điện cho hầm dùng đến thông gió, chiếu sáng và cho hệ thống tín hiệu, đóng đường tự động có thể lấy từ lưới điện quốc gia, lưới điện cho sức kéo hoặc của các xí nghiệp, các trạm điện công cộng gần hầm, bằng đường dây cao thế 3 pha điện áp 6 đến 10KV vào máy biến thế. Khi không có các điều kiện đó thì lấy từ các trạm phát riêng xây dựng ở gần hầm.
- Ở hầm không có chiếu sáng và thông gió nhân tạo, không có nguồn điện ở gần thì cấp điện cho hệ thống tín hiệu và thông tin bằng ác - quy.
- 7.2. Nguồn điện đến thông gió cho hầm có điện áp 380/220V có đường dây trung tính nối với đất.
- 7.3. Các trạm biến áp hay các nguồn cung cấp, phân phối cho các phụ tải tiêu thụ của hầm (chiếu sáng, thông gió, sửa chữa hầm, mạch đóng đường tự động, tín hiệu v.v...) cần tính toán đầy đủ công suất tiêu thụ cùng một lúc.

- 7.4. Trong đường hầm phải dùng cáp bọc bằng cao su chịu nhiệt, không được dùng trần hay cáp bọc bằng sợi, dây.
- 7.5. Dòng cáp chính đặt ở một bên hầm, còn dòng cáp phụ phải đặt ở một bên kia.
Ở đường hầm dài dưới 300m có thể đặt tất cả cáp điện ở cùng một bên.
- 7.6. Cáp cần đặt trên các giá đỡ chắc chắn, cách nhau 1m, có sứ cách điện. Cự li nhóm cáp lấy như sau:
- Giữa cáp 6 đến 10KV với nhau; giữa cáp 6 đến 10KV với các nhóm cáp khác có điện áp đến 400V; giữa cáp 6 đến 10KV và các nhóm cáp của dòng phụ khác hoặc các dòng kiểm tra là 170mm.
 - Giữa các cáp có điện áp làm việc đến 400 V với nhau; giữa cáp có điện áp đến 400V và các nhóm cáp kiểm tra hoặc cáp phụ là 65mm.
- 7.7. Khi chuyển cáp từ bên này hầm qua bên kia hầm thì cáp được treo trên các giá đỡ bằng móc sắt theo vòm hầm.
- 7.8. Hầm đường sắt có một trong các điều kiện sau đây phải được chiếu sáng nhân tạo đến đảm bảo giao thông và kiểm tra duy tu, sửa chữa:
- Hầm có chiều dài 500m trở lên hay nhiều hầm liên tiếp cách nhau dưới 4m có tổng chiều dài lớn hơn 500m;
- Hầm có chiều dài dưới 500m nhưng có đường cong trong hầm;
- Hầm nằm trên đường sắt có mật độ tàu thông qua từ 8 đôi tàu/ ngày đêm;
- Hầm nằm trong vùng rừng núi âm u, hai đầu có nhiều cây cối hay có chướng ngại che khuất, không đủ đảm bảo ánh sáng theo điều 7.10.
- Hầm đường sắt có chiều dài dưới 300m trên đường thang và 150m trên đường cong, không thoả mãn điều 7.10 nhưng không có nguồn điện ở gần hầm thì không cần chiếu sáng nhân tạo.
- Hầm đường ô tô dài hơn hoặc bằng 300m hoặc dưới 300m nhưng ánh sáng không đủ theo điều 7.10 thì phải chiếu sáng nhân tạo..
- Những hầm có đặt máy thông gió nhân tạo nhất thiết phải đặt đèn chiếu sáng.
- 7.9. Chiếu sáng nhân tạo trong hầm chỉ thực hiện bằng ánh sáng điện của đèn dây tóc, hoặc đèn cao áp thuỷ ngân. Hệ thống chiếu sáng gồm đèn chiếu sáng chung, mắc trên các giá gắn vào tường hầm (ngoài phạm vi của đường tiếp giáp kiến trúc của đầu máy toa xe) và đèn chiếu sáng di chuyển được đến phục vụ cho việc kiểm tra, duy tu sửa chữa.
- 7.10. Độ chiếu sáng trên đỉnh ray trong hầm đường sắt tối thiểu là 1 lux.
Độ chiếu sáng nằm ngang trong hầm đường ô tô không được nhỏ hơn trị số ghi trong bảng 10.
Độ chiếu sáng trên mặt đường phần xe chạy ở hầm có 2 làn xe đo theo trục hầm, ở hầm có 4 làn xe đo theo phân xe chạy của mỗi hướng.
- 7.11. Các đèn chiếu sáng ở nơi sửa chữa được nối với ổ cắm. Những ổ cắm này bố trí bên cạnh các hàng tránh, khoảng cách giữa chúng là 60m. Các ổ cắm trong hầm đường sắt tuyến đơn và trong hầm đường ô tô có 2 làn xe bố trí về 1 bên hầm, còn trong đường sắt tuyến đôi và hầm đường ô tô có 4 làn xe thì đặt cả 2 bên hầm.
Các ổ cắm đặt cách mặt đỉnh ray hay mặt đường xe chạy tối thiểu 700mm và tối đa 1500mm.

Bảng 10

lux

Chế độ chiếu sáng	Độ chiếu sáng									
	Khoảng cách từ cửa hầm có 2 làn xe hoặc từ cửa ở lối vào của hầm có 4 làn xe (m)					Khoảng cách từ cửa ở lối ra của hầm có 4 làn xe (m)				
	0	25	50	75	100	100	75	50	25	0
Ban ngày	300	175	80	40	20	20	30	50	90	15
Ban đêm	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

- 7.12. Điện áp cho lưới đèn chiếu sáng chung là 220V, điện áp cho lưới đèn chiếu sáng sửa chữa là 0V - 127V lấy từ máy biến áp.
- 7.13. Chiếu sáng chung của hầm được điều khiển từ phòng trực ban.
- 7.14. Các đường dây của lưới điện chiếu sáng phải luồn trong các ống hoặc dùng cáp bọc.
- 7.15. Các hộp cầu dao cấp điện cho các máy móc dùng đến sửa chữa hầm có sử dụng điện áp 380/220V. Cần đặt trong các hốc ở tường hầm cách nhau 120m theo chiều dài hầm, ở độ cao từ 700mm đến 1000mm. Trong hầm đường sắt tuyến đơn và hầm đường ô tô có hai làn xe các hộp cầu dao được bố trí ở một bên hầm, còn trong hầm đường sắt tuyến đôi và hầm đường ô tô có 4 làn xe hộp cầu dao được bố trí ở cả hai bên hầm.

8. Hệ thống thông tin - Tín hiệu

- 8.1. Việc lựa chọn hệ thống tín hiệu, hệ thống điều khiển và các thiết bị đóng đường cần căn cứ vào mật độ xe qua hầm (đối với hầm ô tô) hay khả năng lưu thông của hai ga ở hai đầu hầm, chiều dài hầm, mặt bằng và mặt cắt dọc của tuyến đường
- 8.2. Thiết bị thông tin, tín hiệu và liên lạc của hầm, phải hoạt động đảm bảo liên tục thông suốt trong mọi thời gian.
- 8.3. Các trạm tín hiệu cần đặt ở ngoài hầm. Trường hợp đặc biệt có thể đặt các trạm tín hiệu trong hầm nếu xét thấy cần thiết.
- 8.4. Hệ thống tín hiệu của hầm đường sắt bao gồm:
 Hệ thống tín hiệu báo tin tự động giúp cho người điều khiển, trực ban hầm và người vận hành thiết bị trong hầm biết giờ tàu đến đến phục vụ cho việc tàu qua hầm;
 Hệ thống tín hiệu đóng đường đến báo cho tàu ngang chạy trong trường hợp không an toàn hoặc có công nhân làm việc trong hầm.
- 8.5. Hệ thống tín hiệu của hầm đường ô tô bao gồm:
 Tín hiệu báo trước đến báo tin cho lái xe biết sắp tới hầm, cũng như báo trước về tình trạng của đoạn đường dẫn tới hầm và đoạn đường qua hầm;
 Tín hiệu đóng đường bao gồm tín hiệu dừng lại, tín hiệu giảm tốc độ và tín hiệu được đi đến điều khiển sự đi lại của ô tô qua hầm.
- 8.6. Hệ thống tín hiệu đóng đường dùng ánh sáng, hệ thống tín hiệu báo tin của đường sắt bằng âm thanh và ánh sáng, hệ thống tín hiệu báo trước của đường ô tô dùng các biển báo.
- 8.7. Chất lượng của tín hiệu âm thanh phải đảm bảo:

- Ngoài đường hầm dùng tiếng còi với khoảng cách thông thường nghe được là 800m.
Trong đường hầm dùng tiếng còi với khoảng cách thông thường nghe được là 150m, đặt về một bên hầm ở độ cao so với mặt đỉnh ray ít nhất là 2000mm
Bên cạnh phòng trực ban của trạm thông gió, trạm bảo vệ cần bố trí còi.
- 8.8. Hệ thống tín hiệu báo tin bằng ánh sáng sử dụng trong đường hầm là đèn dây tóc có công suất không nhỏ hơn 60W đặt cả hai bên hầm ở trên cả các hang xe tránh và hang người tránh, chiều cao cách đỉnh ray là 3000mm.
Ở các phòng trực ban của trạm thông gió và trạm bảo vệ dùng đèn dây tóc như đèn ở tổng đài.
- 8.9. Hệ thống tín hiệu đóng đường dùng đèn màu áp dụng như sau:
- Đối với đường sắt: phải đặt tín hiệu cách cửa hầm ít nhất 100m ở bên phải đường theo hướng tàu chạy. Bất kể ngày, đêm phải bảo đảm nhìn thấy rõ ràng, liên tục với khoảng cách ít nhất 800m. Ở những nơi do địa hình che khuất hay đường cong v. v... không đảm bảo tầm nhìn quy định trên thì cho phép giảm tầm nhìn đối với các tín hiệu đó xuống ít nhất là 400m, trường hợp thật đặc biệt không dưới 200m.
Các tín hiệu này chỉ được ở trạng thái mở khi hầm đã đủ điều kiện cho tàu qua an toàn.
 - Đối với hầm đường ô tô: đặt tín hiệu ở cạnh cổng hầm, phía bên phải hướng xe chạy ở độ cao 2000mm. Các tín hiệu phải đảm bảo nhìn thấy rõ ràng, liên tục không kể ngày đêm với khoảng cách ít nhất là 200m.
Điều khiển các tín hiệu này từ phòng trực ban của hầm
- 8.10. Trước cửa hầm ô tô 200m về phía bên phải hướng xe chạy phải đặt biển báo (có hầm) ở độ cao cách mặt đường xe chạy 2000mm và cách mép mặt đường 500mm.
Nếu không thể đặt ở vị trí nêu trên, có thể đặt trên không, chính giữa hướng xe chạy, ở độ cao cách mặt đường xe chạy 4500mm.
- 8.11. Đối với hệ thống tín hiệu báo tự động của đường sắt đặt ở trong hầm hay các đoạn trước cửa hầm cần sử dụng cách mạch điện đường ray.
- 8.12. Nguồn điện cấp cho tín hiệu báo tin và tín hiệu đóng đường lấy từ lưới điện chiếu sáng. Đối với những hầm không có nguồn điện chiếu sáng liên tục thì áp dụng theo điều 7.1.
- 8.13. Các cấp tín hiệu cần bố trí theo điều 7.5 và 7.7.
- 8.14. Trường hợp phải đặt các thiết bị rơ - le của mạch điện đường ray trong hầm cần có hộp sắt bảo vệ tránh bốc cháy hoặc ẩm ướt.
- 8.15. Ở hầm đường ô tô có chiều dài trên 1000m cần bố trí các loa, treo tại phòng trực ban, phòng bảo vệ và các hang tránh. Khoảng cách giữa chúng theo cấu tạo của hầm
- 8.16. Hầm đường sắt có chiều dài bằng và lớn hơn 300m cần có 1 trạm điện thoại ở gần cửa hầm. Khi hầm có chiều dài bằng và lớn hơn 500m hoặc dưới 500m hoặc dưới 500m nhưng nằm trên đường cong nên hai cửa hầm không nhìn thấy nhau trực tiếp phải đặt trạm điện thoại tại hai cửa hầm. Khoảng cách từ các trạm điện thoại tới cửa hầm là 15m
- 8.17. Điện thoại của trạm của hầm đường sắt được nối với nhau và nối với hai ga hai đầu hầm cũng như nối với các trạm điện thoại của các hầm lân cận trong cùng không gian.

- 8.18. Trong hầm đường ô tô có chiều dài lớn hơn 300m cần có máy điện thoại nối với phòng trực ban. Các trạm điện thoại cần đặt bên cạnh hai cửa hầm và các trạm đặt trong hầm cách nhau 150m. Hệ thống điện thoại ở phòng trực ban cần được nối với hệ thống điện thoại tuyến đường hay hệ thống điện thoại địa phương.
- 8.19. Trong hầm đường sắt, đường viên quanh miệng các hang tránh phải sơn trắng. Trên tường hầm cách hang 10m, về mỗi phía và mũi tên dài 800mm rộng 400mm ở độ cao cách mặt balát 1500mm chỉ về phía hang.

Phụ lục 1
Một số đặc trưng của đất đá

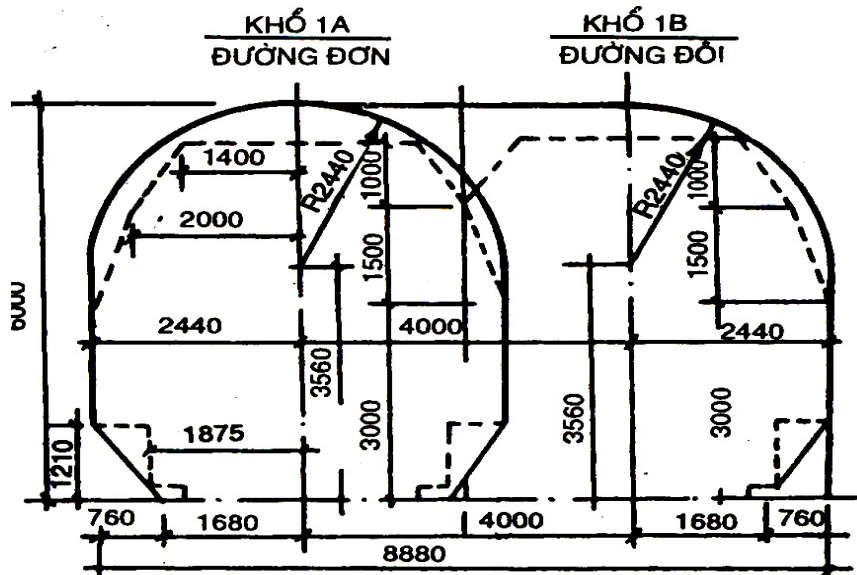
Cấp đất đá	Mức độ rắn chắc	Địa tầng	Trọng lượng riêng (kg/cm³)	Cường độ chịu nén giới hạn (kg/cm²)	f_{kp}	Góc ma sát trong (độ)
I	Rắn chắc nhất	Thạch anh ba zan đặc xít cũng như các đá cứng rắn khác	Từ 2800 đến 3000	200	20	87
II	Rất rắn chắc	Đá granít rất cứng poóc đin thạch anh phiến silíc đá vôi cứng rắn	Từ 2600 2700	1500	15	85
III	Rắn	Đá vôi cứng Đá granít liền khối cát kết cứng đá vôi cứng cuội kết cứng	Từ 2500 đến 2600	1000	10	82,5
IIIa	Rắn	Đá vôi cứng Đá granít cát kết cứng				
IV	Cứng vừa	Cát kết thông thường quặng sắt	2400	600	6	75
IVa	Trung bình	Đá phiến vôi	2500	500	5	72,5
V	Trung bình	Đá phiến xít cứng cát kết, đá vôi, cuội kết mềm	Từ 2400 đến 2500	400	4	70
Va	Trung bình	Đá phiến mềm của nhiều loại đá rời đá vôi cát hạt mịn	Từ 2400 đến 2600	300	3	70
VI	Mềm vừa	Đá phiến sét phong hoá, thạch cao đất sét, đá vôi thông thường phong hoá cát bị sáo trộn, cuội kết hoặc sạn kết	Từ 2200 đến 2600	Từ 150 đến 200	2	65
VII	Mềm	Đất sét chặt, đất phù sa rắn nền đất sét	Từ 1800 đến 2000		1	60
VIIa	Mềm	Sét cát nhẹ, đất hoàng thổ, sỏi than mềm	1600		0,8	80
VIII	Đất	Đất có cây cỏ, than bùn	1500		0,6	30

		sét dẻo				
IX	Rời tơi	Cát, đá vụn, sỏi nhỏ đất đắp	Từ 1400 đến 1700		0,5	27
X	Chảy	Cát chảy, đất hoàng thổ chảy ra và các loại bùn	Từ 1500 đến 1800		0,3	9

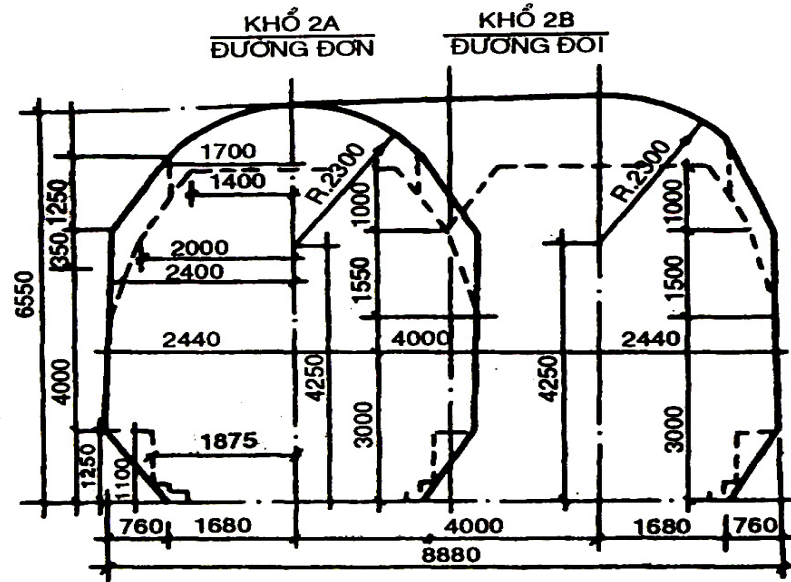
Phụ lục 2

Khổ giới hạn tiêu chuẩn của hầm đường sắt 1435mm trên đường thẳng

a) áp dụng tới đầu máy hơi nước và diesel



b) Áp dụng với đầu máy điện



————— Giới hạn kết cấu vỏ hầm ;
 - - - - - Giới hạn tiếp giáp kiến trúc đầu máy, toa xe

Phụ lục 3

Trị số mở rộng mặt cắt hầm đường sắt trên đường cong

1. Trị số mở rộng mặt cắt hầm trên đường cong và hầm đường sắt đơn:

- Mở rộng vào trong đường cong;

(mm)

$$W_1 = \frac{4050}{R} + \frac{H}{15000} h$$

- Mở rộng ra ngoài đường cong;

$$W_2 = \frac{44000}{R} \quad (\text{mm})$$

- Độ mở rộng toàn mặt cắt

$$W = W_1 + W_2 = \frac{4050}{R} + \frac{H}{15000} .h$$

- Trong đường cong, tìm hầm và tìm lệch nhau một khoảng;
(mm)

$$d = \frac{1}{2}(W_1 - W_2)$$

Trong đó:

R – bán kính đường cong,m

h- siêu cao ray ngoài, mm

H- chiều cao từ đỉnh ray đến độ cao tính toán, mm

Bảng giá trị mở rộng tĩnh không của hầm đường sắt tuyến đơn.

Độ mở rộng W,(mm)	Trị số dùng cho mặt cắt vỏ hầm		
	Bán kính đường cong R (m)	Siêu cao ray ngoài h (mm)	Tìm đường lệch tìm hầm d (mm)
10	-	-	-
20	4000	5,0	8
30	3000	6,5	10
40	Từ 2000 đến 1800	Từ 9,5 đến 11	15 17
50	1500	13	20
60	Từ 1200 đến 600	16,0	Từ 25 đến 26
70	Từ 550 đến 350	16,0	26
80	Từ 300 đến 250	16,0	26

2. Trị số mở rộng tĩnh không hầm đường sắt tuyến đôi trên đường cong;

- Mở rộng vào trong đường cong;

$$W_1 = \frac{4050}{R} + \frac{H}{15000} \cdot h$$

- Mở rộng ra ngoài đường cong;

$$W_2 = \frac{44000}{R}$$

- Mở rộng giữa tuyến I và tuyến II;

$$\Delta_1 = \frac{84500}{R} + \frac{H}{1500} \cdot h$$

- Độ mở rộng toàn bộ;

$$\Delta_2 = \frac{84500}{R}$$

$$W = W_1 + W_2 + \Delta$$

- Tim hầm lệch với tim đường sắt phía trong đường cong;

$$d_1 = 200 - \frac{1}{2}(W_1 - W_2 - \Delta)$$

- Tim hầm lệch với tim đường sắt phía ngoài đường sắt;

$$d_2 = 200 + \frac{1}{2}(W_1 - W_2 - \Delta)$$

Trong đó:

R- Bán kính đường cong, m;

h- Siêu cao ray ngoài, m;

H – khoảng cách từ đỉnh ray đến độ cao tính toán, m;

Δ- Trị số có thể chọn dùng;

Khi đường sắt thứ nhất nằm ngoài đường cong có siêu cao ray ngoài cao hơn ray của đường sắt thứ 2 thì lấy bảng 1

Các trường hợp khác lấy bảng 2

Bảng trị số mở rộng tính không hầm đường sắt tuyến đôi trên đường cong

Bán kính đường cong	Độ mở rộng (mm)		Trị số lệch tim đường và tim hầm (mm)			
	A	B	A		B	
			d ₁	d ₂	d ₁	d ₂
4000	30	20	196	213	193	210
3000	40	30	195	217	191	212
2000	60	40	194	225	187	218
1800	60	50	193	228	195	220
1500	80	60	192	233	182	224
1200	90	70	190	241	178	229
1000	90	70	191	242	179	230
800	100	70	192	243	180	231
700	100	80	193	243	181	231
600	110	80	193	245	181	233
550	110	80	194	245	182	233
500	110	90	193	245	183	234
450	110	90	196	247	184	235
400	120	100	197	248	185	236
350	120	100	198	250	186	238
300	130	110	201	252	189	240

--	--	--	--	--	--	--

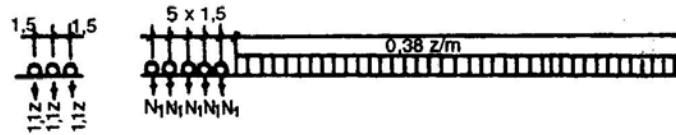
Chú thích:

- A- Khi siêu cao ray ngoài của tuyến ngoài cao hơn siêu cao ray ngoài của tuyến trong
- B- Các trường hợp khác

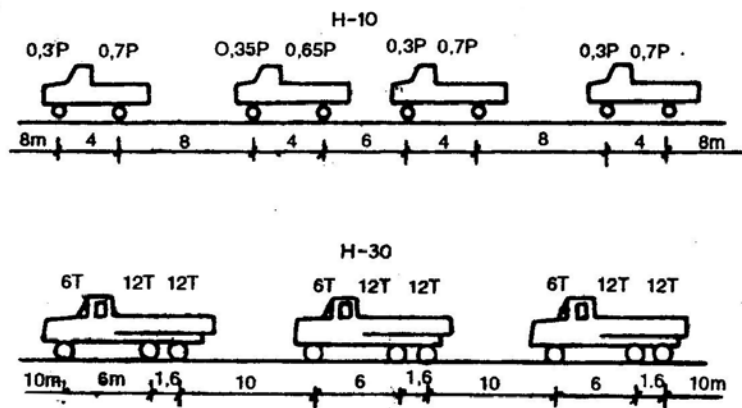
Phụ lục 4

Tải trọng tiêu chuẩn của tàu hoả và ô tô

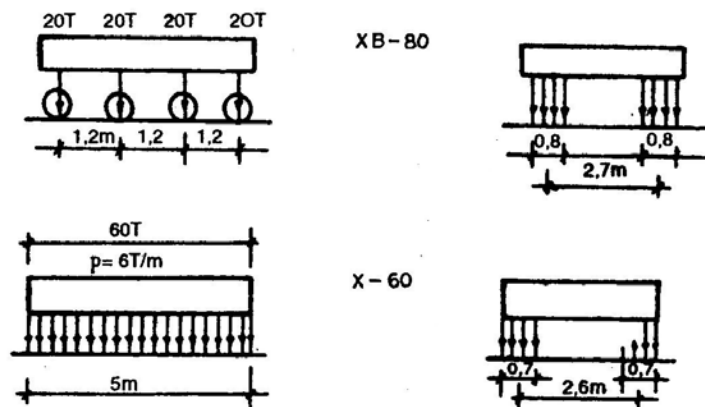
a. Sơ đồ tải trọng tiêu chuẩn của tàu hoả T - Z



b. Sơ đồ tải trọng tiêu chuẩn của đoàn ô tô



c. Sơ đồ tải trọng tiêu chuẩn của xe nặng bánh lốp và xe bánh xích



d. Các chỉ tiêu kỹ thuật chủ yếu của đoàn ô tô tiêu chuẩn

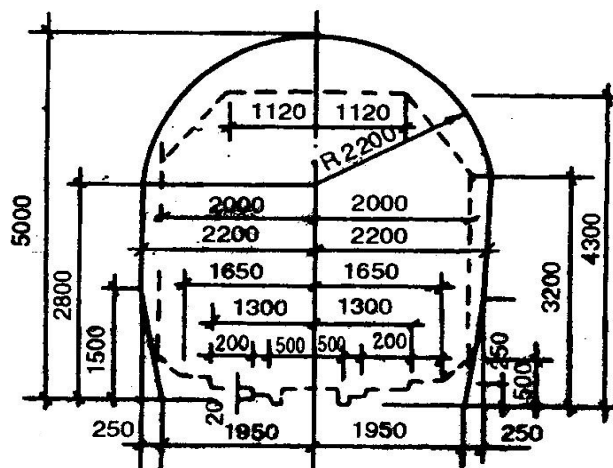
Tên các đặc trưng kỹ thuật	Đơn vị	Tải trọng tiêu chuẩn				
		H-30	H- 13		H- 10	
		Xe	Xe nặng	Xe thường	Xe nặng	Xe thường
1. Trọng lượng một xe	T	30	16,9	13	13	10
2. Số xe trong đoàn xe	chiếc	không	1	không hạn chế	1	không hạn chế
3. Trọng lượng trục sau	T	2x 12	12,35	9,1	9,5	7,0
4. Trọng lượng trục trước	T	3,6	4,53	3,9	3,5	3,0
5. Chiều rộng bánh sau	m	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3
6. Chiều rộng bánh trước	m	0,3	0,25	0,2	0,2	0,15
7. Chiều dài tiếp xúc dọc đường của bánh	m	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
8. Khoảng cách tim trục xe	m	6+1,6	4,0	4,0	4,0	4,0
9. Chiều rộng thùng xe	m	2,9	2,7	2,7	2,7	2,7
10. Khoảng cách tim bánh xe	m	1,9	1,7	1,7	1,7	1,7

e. Chỉ tiêu kỹ thuật chủ yếu của tải trọng xe bánh lốp và xe xích

Tên các đặc trưng kỹ thuật	Đơn vị	Xe 80	Xe 60
1. Loại tải trọng	T	80	60
2. Trọng lượng một xe	T	80	60
3. áp lực của một trục bánh xe	T	20	-
4. áp lực trên một mét dài bánh xích	T	-	60
5. Chiều dài tiếp xúc với đất	m	-	50
6. Chiều rộng của bánh hay đôi xích	m	0,80	0,7
7. Chiều dài tiếp xúc với đường theo hướng xe chạy	m	0,2	-
8. Khoảng cách trục theo bánh xe chạy	m	1,2	-
9. Khoảng cách tim bánh xe hay xích	m	1,7	2,6

Phụ lục 5

**Kho giới hạn của hầm đường sắt
Khổ 1000 mm trên đường thẳng**



- Giới hạn kết cấu vỏ hầm
- - - - Giới hạn tiếp giáp kiến trúc của đầu máy, toa xe