

**TCVN 4527:1988**

**HẦM ĐƯỜNG SẮT VÀ HẦM  
ĐƯỜNG Ô TÔ - TIÊU  
CHUẨN THIẾT KẾ**

# TIÊU CHUẨN VIỆT NAM

## TCVN 4527:1988

### HẦM ĐƯỜNG SẮT VÀ HẦM ĐƯỜNG Ô TÔ - TIÊU CHUẨN THIẾT KẾ

(Ban hành theo Quyết định số 12/UBXD ngày 5-2-1988)

#### 1. NGUYÊN TẮC CHUNG

1.1. Tiêu chuẩn này áp dụng để thiết kế mới và thiết kế mở rộng hầm qua núi cho đường sắt khổ 1435 mm (đường đơn hoặc đường đôi) và đường ô tô có một hoặc nhiều làn xe từ cấp I và cấp IV

Tiêu chuẩn này không áp dụng để 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 hỏa, đồng thời phải phù hợp với tiêu chuẩn thiết kế đường sắt khổ 1435 mm. TCVN 4117 - 85 và tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô TCVN 4054 - 85

1.4. Hầm phải đảm bảo giao thông an toàn, liên tục và tổn ít công duy tu, bảo dưỡng nhất trong suốt 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 địa chất thủy văn. Nội dung của công tác khảo sát này phải phù hợp với quy định trong tiêu chuẩn khảo sát cho xây dựng. Nguyên tắc cơ bản TCVN 4419 - 87 và phù hợp với 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 kế của hầm phải áp dụng 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 để thi công hầm với tốc độ nhanh, có khả năng cơ giới hóa và công xường hóa ở mức cao nhất

#### 2. BỐ TRÍ CHUNG CỦA HẦM

2.1. Vị trí của hầm được lựa chọn theo các tiêu chuẩn: Kinh tế - kỹ thuật; địa chất và địa chất thủy 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 và mặt bằng và trắc đạc

2.2. Khi chọn độ cao 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 ra sập lở khi bắt đầu thi công đào ngầm và đổ vỏ 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 cửa 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 để 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 cửa 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 cửa 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° đến 5° trục hầm có thể đi song song với đường phương, nhưng phải xét tới lở rơi cục bộ do đá có nứt nẻ để 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 để 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 dụng địa tầng là lực ép 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 bẻ gãy, cà nát.

2.9. Hầm cần được đặt hoàn toàn trong tầng đá gốc. Cũng có thể đặt nằm 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 để khi phải đặt hầm trên cảnh bồi tà, phải có kết cấu thích hợp để 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 có tuyến đơn và một hầm có tuyến đôi. Hầm dài trên 300m dùng đầu máy hơi nước nên thiết kế hầm đường đơn để 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

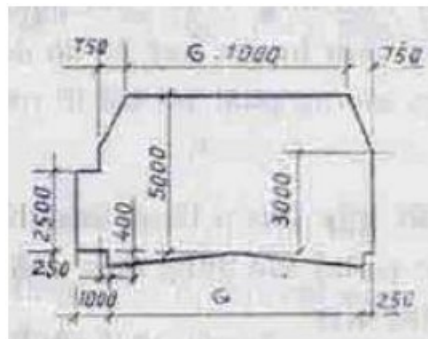
Trong điều kiện địa hình khó khăn, trên đường ô tô cấp I có thể cho phép có bốn làn xe chạy trong một hầm, nhưng cần có giải phân cách giữa hai luồng.

### 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 các yêu 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 thỏa 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 thỏa 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 và bảng 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 2 mép ngoài đá vữa (mm) |
|----------------|--------------------------|-------------------------------------------------|
| I              | 4                        | $16000 \div C$                                  |
| I              | 3                        | 12000                                           |
| I              | 2                        | 8000                                            |
| II             | 2                        | 8000                                            |
| III            | 2                        | 7000                                            |
| IV             | 2                        | 7000                                            |

*Chú thích:*

- Với đường cấp I có 4 làn xe chạy cần có giải phân cách ở giữa 2 luồng với chiều rộng C không nhỏ hơn 1200 mm
- Chiều rộng đường đi bộ là 1000 mm trong đó đá vữa rộng 250mm
- Khi mật độ người đi bộ lớn hơn 1000 người /giờ thì phải đặt đường đi bộ rộng 1000 mm ở hai bên hầm
- 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 ngắn dưới 1000m cần tận dụng độ dốc để 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 “Tiêu chuẩn thiết kế đường sắt khổ 1435mm” TCVN 4117 – 85

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, những 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    | Hệ số giảm độ dốc |
|------------------|-------------------|
| Từ 300 đến 1000  | 0,90              |
| 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 dốc có 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 “*Tiêu chuẩn thiết kế đường sắt khổ 1345 mm*” TCVN 4117 – 85

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 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 “*Tiêu chuẩn thiết kế đường sắt khổ 1435 mm*” TCVN 4117 - 85” 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 cửa hầm

#### **4. KẾT CẤU CỦA HẦM**

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

4.2. Vòm 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 100 mm

4.3. Khi hầm xuyên qua địa tầng có hệ số kiên cố khác nhau, mặt cắt vỏ hầm ở đoạn có 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 lại vỏ hầm có vòm ngửa khép kín, hoặc vỏ hầm hình tròn.

c) Khi địa tầng kiên cố, ổn định, khó phong hóa và khô ráo có thể không xây vỏ hầm. Để đề phòng hiện tượng phong hóa, 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 hóa 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 hóa cao nhất

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

4.9. Bê tông và 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 đúc 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 để làm vỏ hầm trong vùng động đất từ cấp 7 đến cấp 9.

4.10. Gạch đúc bằng bê tông và đá tảng, đá đẽo thô, đá hộc xây vữa xi măng, cát chỉ sử dụng trong điều kiện địa tầng ít nứt nẻ

4.11. Vỏ hầm bằng bu lông neo lưới thép phun vữa chỉ sử dụng trong điều kiện đá cứng, ít phong hóa, 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 <sup>2</sup> (kG/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 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 máng 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 đúc bằng bê tông, đá đẽo khô, đá tảng, đá hộc

4.14. Chiều dày vỏ hầm và cửa hầm căn cứ tính chất thực lực để 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 của vỏ hầm bê tông cốt thép lắp ghép có thể giảm so với các trị số nêu trong bảng 5 là 5 mm

4.16. Những khe trống sau vỏ hầm cần được lắp ghép 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 để quyết định

**Bảng 4**

| Tên các bộ phận                      | Chiều dày nhỏ nhất |
|--------------------------------------|--------------------|
| 1. Bề dày tường bên và tường cửa hầm |                    |
| Đá hộc xây vữa                       | 500                |
| Đá tảng hoặc gạch bê tông            | 300                |
| Bê tông toàn khối                    | 200                |
| Bê tông cốt thép                     | 150                |
| 2. Bề dày vòm hầm                    |                    |
| Bê tông toàn khối                    | 200                |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Bê tông cốt thép                    | 150 |
| 3. Bề dày vòm ngửa                  |     |
| 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        |                          |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|
|                       | Ở môi trường không xâm thực | Ở môi trường bị xâm thực |
| Từ 100 đến 300        | 25                          | 30                       |
| Từ 310 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 rò

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 1 hang ở giữa hầm. Khi hầm ngắn hơn 300m, nhưng hai đầu của hầm là nền đường đào, phía mép ngoài rãnh dọc không có thêm bằng thì phải có bố trí hang xe tránh 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 60 m bố trí một hang

Kích thước hang tránh xe và hang người tránh được qui định trong bảng 6

**Bảng 6**

| Các loại hang                  | Chiều rộng (mm) | Chiều cao (mm) | Chiều sâu (mm) |
|--------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Hang xe tránh hầm đường sắt    | 4000            | 2800           | 2500           |
| Hang xe tránh hầm 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 một bên hầm thay cho hang người tránh. Chiều rộng nhỏ nhất của đường người đi là 700 mm và cách 30 m phải xây bậc cho người đi vào.

4.22. Thiết kế phòng nước và thoát nước trong hầm căn cứ vào những điều kiện: địa hình, địa chất thủy văn, lưu lượng cụ thể ở khu vực hầm để 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 để cải tạo dòng chảy.

Làm các rãnh ngang, dọc trên đỉnh hầm để 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 kỹ thuật như thay đổi cấp phối cốt liệu, thêm chất phụ gia và đầm lèn bê tông;

Bơm vữa xi măng hoặc vữa bitum vào vỏ hầm, làm chặt các lớp đất xung quanh vỏ 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 tháo 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 lắp 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 đường 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 để nước chảy vào rãnh dọc không được nhỏ hơn 20‰.

4.28. Khi nền đường đào trước cửa hầm đặt trên dốc, để tránh nước mặt trên nền đường đào chảy vào trong hầm, độ dốc rãnh ngoài hầm phải làm ngược chiều với độ dốc tuyến đường và nhỏ nhất là 2‰.

Khi chiều dài hầm dưới 300 m, 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 để 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 thì đặt ở phía bụng đường cong hoặc ở bên có nguồn nước ngầm. Nếu lưu lượng nước ngầm lớn thì nên đặt rãnh ở cả hai phía.

b. Hầm có vòm ngửa có thể đặt rãnh ở giữa tim hầm hoặc một bên tường hầm.

c. Trong hầm đường sắt đôi đặt rãnh thoát nước ở giữa tim hầm, khi đó mực nước tính toán trong rãnh phải thấp hơn đáy lớp đá ba lát trong hầm.

d. Trong hầm đường ô tô một làn xe hoặc nhiều làn xe rãnh thoát nước nên đặt ở cả 2 bên hầm.

e. Khi lòng đường bằng bê tông cứng thì rãnh thoát nước dọc đặt theo tim hầm 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 tấm để phòng ngừa rãnh bị tắc và để đảm bảo an toàn cho nhân viên quản lý 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 1km trong hầm lấy theo “*Tiêu chuẩn thiết kế đường sắt khổ 1435m*” TCVN 4117-85. Có thể đặt ray trực tiếp trên nền bê tông cốt thép thay cho tà vẹt bê tông cốt thép, nhưng phải có biện pháp để giảm lực xung kích.

4.33. Chiều dày đá ba lát trong hầm và đoạn ngoài của hầm 100m phải lớn hơn hoặc bằng 250mm. Trên bề mặt lớp đá ba lát, từ đầu tà vẹt đến tường hầm cần lát phẳng để nhân viên kiểm tra, bảo dưỡng đi lại dễ dàng.

4.34. Mặt đường ô tô trong hầm cần thiết kế bằng mặt đường bê tông xi măng, bê tông atphan. Kết cấu mặt đường theo “*Tiêu chuẩn thiết kế đường ô tô*” TCVN 4054-85.