

**BỘ XÂY DỰNG**  
**VIỆN KHOA HỌC CÔNG NGHỆ XÂY DỰNG**

**GIÁO TRÌNH ĐÀO TẠO**  
**THÍ NGHIỆM**  
**CHUYÊN NGÀNH XÂY DỰNG**

**TẬP I**

**NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG**  
**HÀ NỘI - 2017**



## LỜI NÓI ĐẦU

Ngày 12 tháng 10 năm 2012, Thủ tướng Chính phủ đã phê duyệt Đề án “Tăng cường năng lực kiểm định chất lượng công trình xây dựng ở Việt Nam” (Đề án 1511) tại Quyết định số 1511/QĐ-TTg với mục tiêu “Triển khai đồng bộ các giải pháp tăng cường năng lực kiểm định nhằm nâng cao chất lượng và đảm bảo an toàn công trình xây dựng, đáp ứng yêu cầu phát triển xây dựng đến năm 2015 và tầm nhìn đến năm 2020”.

Hiện nay Việt Nam đã hội nhập vào nền kinh tế thế giới. Tất cả các sản phẩm, hàng hóa đều cần được đánh giá, chứng nhận sự phù hợp, công nhận hợp quy, hợp chuẩn trong đó có các sản phẩm xây dựng. Công tác thí nghiệm vật liệu và cấu kiện xây dựng là một khâu không thể thiếu được trong hoạt động xây dựng và đánh giá chất lượng công trình xây dựng. Để kết quả thí nghiệm chuyên ngành xây dựng trở thành công cụ hữu hiệu phục vụ chứng nhận hợp quy, hợp chuẩn, chứng nhận sự phù hợp, đánh giá chất lượng công trình xây dựng... cần có sự thống nhất về đào tạo và công nhận các thí nghiệm viên thực hiện các phép thử chuyên ngành xây dựng.

Xuất phát từ nhu cầu thực tế, Bộ Xây dựng đã giao Viện Khoa học Công nghệ xây dựng thực hiện Dự án “Nghiên cứu xây dựng hoàn thiện chương trình và tài liệu giảng dạy về thí nghiệm chuyên ngành xây dựng” thuộc Đề án 1511. "**Giáo trình Đào tạo thí nghiệm chuyên ngành xây dựng**" được biên soạn làm tài liệu bồi dưỡng trong công tác đào tạo, bồi dưỡng nghiệp vụ thí nghiệm viên chuyên ngành xây dựng.

Trên cơ sở đề cương dự án được Cục Giám định Nhà nước về chất lượng công trình xây dựng phê duyệt cùng sự đồng thuận của Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường - Bộ Xây dựng, bộ tài liệu kỹ thuật chỉ dẫn về thí nghiệm bao gồm các lĩnh vực:

- Tài liệu kỹ thuật chỉ dẫn về thí nghiệm phá hủy bao gồm:
  - + Thí nghiệm Bê tông và vữa xây dựng;
  - + Thí nghiệm Vật liệu xây dựng;
  - + Thí nghiệm Thép và kim loại hàn;
  - + Thí nghiệm Đất xây dựng (trong phòng và hiện trường);
  - + Thí nghiệm Vật liệu làm đường;

+ *Thí nghiệm Cấu kiện và kết cấu xây dựng;*

+ *Thí nghiệm Ăn mòn trong xây dựng;*

+ *Thí nghiệm Hóa nước, nước thải;*

+ *Thí nghiệm Môi trường xây dựng;*

+ *Thí nghiệm Gỗ xây dựng.*

- *Tài liệu kỹ thuật chỉ dẫn về thí nghiệm không phá hủy bao gồm cho bê tông theo các phương pháp: Siêu âm, súng bật nảy, .....*

- *Tài liệu kỹ thuật chỉ dẫn về thí nghiệm cọc.*

*Vì đây là bộ tài liệu kỹ thuật nhiều lĩnh vực, nhiều chuyên đề, nên để tiện cho bạn đọc, ban biên tập chia thành 2 quyển với mục tiêu và tính chất như nhau.*

*Đây là bộ tài liệu kỹ thuật chỉ dẫn về thí nghiệm chuyên ngành xây dựng được biên soạn trên cơ sở các TCVN, TCXD của Việt Nam hoặc các tiêu chuẩn nước ngoài về các phép thử trong thí nghiệm chuyên ngành xây dựng, do vậy các cơ sở đào tạo cần phải thường xuyên cập nhật tài liệu khi các tiêu chuẩn áp dụng thay đổi.*

*Các chuyên gia tham gia biên soạn bộ giáo trình này gồm: ThS. Trần Hữu Quang chủ biên và các cộng tác viên chính - TS. Trần Bá Việt, PGS.TS. Đoàn Thế Tường, PGS.TS. Nguyễn Võ Thông, TS. Nguyễn Đức Thắng, TS. Nguyễn Hồng Sinh, TS. Thái Bá Chu, TS. Nguyễn Nam Thắng, ThS. Nguyễn Sơn Lâm, Th.S. Đỗ Thị Lan Hoa, ThS. Nguyễn Thị Thanh Thủy, ThS. Mai Bích Thủy, CN. Nguyễn Thị Hồng Hạnh.*

*Ban biên tập xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ, đóng góp ý kiến quý báu của các cơ quan thuộc Bộ Xây dựng như Cục giám định Nhà nước về chất lượng công trình xây dựng, Vụ Khoa học Công nghệ và Môi trường, Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng và các chuyên gia khác đã tham gia góp ý để nội dung giáo trình được hoàn chỉnh hơn.*

*Do thời gian có hạn, nên trong quá trình biên soạn khó tránh khỏi những thiếu sót về nội dung cũng như hình thức trình bày, Ban biên tập rất mong được bạn đọc đóng góp ý kiến để giáo trình tiếp tục được hoàn thiện hơn.*

*Các ý kiến góp ý xin gửi về địa chỉ: Bộ Xây dựng - 37 Lê Đại Hành, Hai Bà Trưng, Hà Nội; hoặc Viện Khoa học Công nghệ xây dựng, Bộ Xây dựng - 81 Trần Cung, Cầu Giấy, Hà Nội.*

**BAN BIÊN TẬP**



# Chương 1

## ĐẠI CƯƠNG VỀ VẬT LIỆU XÂY DỰNG

### 1.1. KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Vật liệu xây dựng là các loại vật liệu có nguồn gốc vô cơ hoặc hữu cơ với một số tính chất cơ lý phù hợp được sử dụng vào mục đích xây dựng. Thông thường trước khi đưa vào sử dụng, vật liệu xây dựng thường phải được gia công cơ học hoặc qua các công đoạn gia công hoá, lý khác.

Lĩnh vực sử dụng vật liệu xây dựng là rất đa dạng. Vật liệu xây dựng được sử dụng thi công các công trình xây dựng dân dụng, công nghiệp, giao thông, thủy lợi, thủy điện...

Vật liệu xây dựng khi làm việc trong công trình phải có khả năng chống lại các yếu tố phá hoại tác động lên bản thân vật liệu như: tác động cơ học (gia tải, mài mòn...), tác động vật lý môi trường xung quanh, khí hậu,... và tác động hoá học (ăn mòn hoá học...).

Vật liệu xây dựng có thể được phân loại theo các tiêu chí khác nhau, Ví dụ:

- Theo nguồn gốc của vật liệu:

Vật liệu tự nhiên gồm:

+ Vật liệu có nguồn gốc vô cơ (đá, đá dăm);

+ Vật liệu có nguồn gốc hữu cơ (gỗ, tre, nứa...).

Vật liệu nhân tạo gồm:

+ Vật liệu được chế tạo từ nguyên liệu có nguồn gốc vô cơ (vữa, bê tông, kính...);

+ Vật liệu được chế tạo từ nguyên liệu có nguồn gốc hữu cơ (bi tum, sơn, chất dẻo...);

+ Vật liệu được chế tạo từ nguyên liệu có nguồn gốc hỗn hợp (bê tông polyme...).

- Theo lĩnh vực sử dụng:

Vật liệu chịu lực;

Vật liệu bao che;

Vật liệu trang trí nội, ngoại thất;

Vật liệu chế tạo trang bị nội thất trong công trình xây dựng....

## 1.2. CÁC LOẠI VẬT LIỆU XÂY DỰNG CHÍNH

### 1.2.1. Đá thiên nhiên

Vật liệu đá thiên nhiên được khai thác, sản xuất bằng cách gia công cơ học (nổ mìn, đập, nghiền, cưa, đục, chạm, mài, đánh bóng, nghiền, sàng...) các loại đá thiên nhiên bao gồm đá mác ma, đá trầm tích và đá biến chất.

Trong lĩnh vực xây dựng đá thiên nhiên được sử dụng dưới các dạng sau:

**Đá học** là những viên đá chưa được gia công đẽo gọt nên không có hình dạng hình học nhất định, kích thước cả ba chiều trong khoảng 150 - 450 mm, khối lượng mỗi viên từ 20 tới 40 kg. Đá học thường được sản xuất từ các loại đá có cấu trúc đặc chắc đặc như đá vôi, đá đolômit, đá sa thạch, đá granit. Đá học thường được dùng để xây móng, tường nhà, tường chắn, cốt liệu cho bê tông khối lớn ...

**Đá khối** là những tảng đá được gia công thành dạng hình học nhất định mà thông thường là dạng hình hộp chữ nhật. Đá khối thường chia thành hai loại: đá khối đẽo thô và đá khối đẽo kỹ.

**Đá dạng tấm** là vật liệu đá ở dạng tấm, có chiều dày nhỏ hơn nhiều lần so với chiều dài và chiều rộng, bao gồm các dạng: tấm ốp trang trí, tấm ốp có công dụng đặc biệt, tấm lợp mái...

**Đá dạng hạt** là đá dăm được sản xuất bằng phương pháp đập, nghiền, xay các loại đá gốc rồi sau đó sàng phân loại theo cỡ hạt.

### 1.2.2. Gốm xây dựng

Vật liệu gốm xây dựng được sản xuất từ nguyên liệu chính là đất sét qua gia công tạo hình và nung ở nhiệt độ cao. Trong quá trình nung đất sét có những biến đổi hoá lý cơ bản tạo nên sản phẩm có thành phần và tính chất khác hẳn với nguyên liệu ban đầu.

Theo công dụng có thể chia vật liệu gốm xây dựng thành các loại sau:

- Vật liệu xây: các loại gạch đặc, gạch rỗng, gạch xốp...;
- Vật liệu lợp: các loại ngói;
- Vật liệu lát nền: các loại gạch lát không men: gạch lá dừa, gạch lá nem, tấm lát tráng men...;
- Vật liệu ốp: các loại tấm ốp tường, ốp cột...;
- Sản phẩm kỹ thuật vệ sinh: chậu rửa, bệ xí, bồn tắm, các loại ống thoát nước...;
- Cốt liệu rỗng nhân tạo: keramzit...;
- Các sản phẩm có công dụng đặc biệt: vật liệu cách nhiệt, vật liệu chịu lửa, vật liệu chịu axit, vật liệu chịu kiềm....

### 1.2.3. Thủy tinh

Thủy tinh là một dung dịch rắn nhận được bằng cách làm nguội khối silicat nóng chảy. Nguyên liệu chính để sản xuất thủy tinh gồm cát thạch anh hạt nhỏ tinh khiết, xôđa ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ),  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , đolômit, đá phấn và các loại phụ gia.

Các dạng sản phẩm thủy tinh chính sử dụng trong xây dựng gồm: kính tấm, ống thủy tinh, bloc thủy tinh, thủy tinh xếp lớp.

### 1.2.4. Chất kết dính

#### 1.2.4.1. Chất kết dính vô cơ

Chất kết dính vô cơ là loại vật liệu thường ở dạng bột khi nhào trộn với nước tạo thành hồ dẻo. Dưới tác dụng của các quá trình hoá lí, hồ dẻo trở nên rắn chắc và chuyển thành đá. Chất kết dính vô cơ có khả năng kết dính các loại vật liệu hạt rời rạc (cát, đá, sỏi) thành một khối đồng nhất như bê tông, gạch xi măng cát, vữa xây dựng và các sản phẩm amiăng.

Chất kết dính vô cơ được chia làm 2 loại: loại rắn trong không khí và loại rắn trong nước.

**Loại chất kết dính rắn trong không khí:** Sau khi nhào trộn với nước, chỉ có khả năng rắn chắc và phát triển cường độ ở trong không khí. Loại này bao gồm: vôi canxi, thạch cao, chất kết dính manhê, v.v...

**Loại chất kết dính rắn trong nước:** Sau khi nhào trộn với nước, không những có khả năng rắn chắc trong không khí mà còn rắn chắc và phát triển cường độ trong nước. Loại này bao gồm: chất kết dính hỗn hợp (vôi canxi trộn thêm phụ gia hoạt tính), vôi thủy và xi măng La Mã, xi măng Poocăng và các loại xi măng khác.

#### 1.2.4.2. Chất kết dính hữu cơ

Chất kết dính hữu cơ thường là các vật liệu cao phân tử có khả năng dính kết các vật liệu rời khi đun nóng hoặc phản ứng với các chất hóa rắn.

Chất kết dính hữu cơ gồm có:

- Bitum và các chế phẩm từ bitum;
- Các loại polyme.

### 1.2.5. Bê tông

#### 1.2.5.1. Bê tông trên cơ sở chất kết dính vô cơ

Bê tông là vật liệu đá nhân tạo nhận được bằng cách đổ khuôn và làm rắn chắc một hỗn hợp hợp lý bao gồm chất kết dính, nước, cốt liệu (cát, sỏi hay đá dăm) và phụ gia. Bê tông được phân loại dựa vào những đặc điểm sau đây:

- Theo dạng chất kết dính: Bê tông xi măng, bê tông silicat (chất kết dính là vôi), bê tông thạch cao, bê tông có chất kết dính hỗn hợp, bê tông polyme, bê tông dùng chất kết dính đặc biệt.

- Theo khối lượng thể tích: Bê tông đặc biệt nặng ( $\gamma_o > 2600 \text{ kg/m}^3$ ), bê tông nặng ( $\gamma_o = 2200 - 2600 \text{ kg/m}^3$ ), bê tông giảm nhẹ khối lượng ( $\gamma_o = 1800 - 2200 \text{ kg/m}^3$ ), bê tông nhẹ ( $\gamma_o = 500 - 1800 \text{ kg/m}^3$ ) và bê tông đặc biệt nhẹ ( $\gamma_o < 500 \text{ kg/m}^3$ ).

- Theo công dụng được phân thành: Bê tông thường (dùng trong các kết cấu bê tông cốt thép của các công trình dân dụng và công nghiệp có cốt liệu lớn đến 70mm), bê tông thủy công (dùng xây đập, các công trình dẫn nước), bê tông mặt đường, sân bay, bê tông dùng cho kết cấu bao che (thường là bê tông nhẹ), bê tông có công dụng đặc biệt (như bê tông chịu nhiệt, chịu axit, bê tông chống phóng xạ...)

#### **1.2.5.2. Bê tông trên cơ sở chất kết dính hữu cơ**

**Bê tông asphalt:** Hỗn hợp nhựa đường và cốt liệu đặc chắc và chất độn mịn, nếu có, được lựa chọn một cách hợp lý, trộn kỹ và đầm chặt.

**Bê tông polyme:** Hỗn hợp gồm polyme, chất hóa rắn và cốt liệu.

#### **1.2.6. Vữa xây dựng**

Vữa xây dựng là một loại đá nhân tạo, thành phần cấu tạo bao gồm chất kết dính, nước và cốt liệu nhỏ. Vữa xây dựng phân loại theo dạng chất kết dính, theo khối lượng thể tích và theo công dụng.

- Theo chất kết dính được phân thành: Vữa xi măng, vữa vôi, vữa thạch cao và vữa hỗn hợp (xi măng-vôi, xi măng-sét).

- Theo khối lượng thể tích được phân thành: Vữa nặng  $\gamma_o > 1500 \text{ kg/m}^3$ , vữa nhẹ  $\gamma_o \leq 1500 \text{ kg/m}^3$ .

- Theo công dụng được phân thành: Vữa xây, vữa trát, vữa láng, lát, ốp, vữa trang trí, vữa đặc biệt (như vữa giằng khoan, vữa chịu axit, vữa chịu kiềm...).

#### **1.2.7. Vật liệu gỗ**

Gỗ là vật liệu thiên nhiên được sử dụng rộng rãi trong xây dựng vì những ưu điểm cơ bản sau: nhẹ; có cường độ cao; cách âm, cách điện tốt; dễ gia công. Sản phẩm gỗ dùng trong xây dựng gồm: gỗ súc, gỗ xẻ, gỗ ván, gỗ thanh, kết cấu gỗ và các sản phẩm mộc như cửa, vách ngăn, ván lát sàn, tủ, giường, bàn, ghế...

#### **1.2.8. Vật liệu cách nhiệt, vật liệu cách âm và hút âm**

##### **1.2.8.1. Vật liệu cách nhiệt**

Tùy thuộc vào cấu tạo, vật liệu cách nhiệt được chia ra: sợi rỗng (bông khoáng, bông thủy tinh...), hạt rỗng (perlite, vermiculite, xovelit, keramzit...), vật liệu rỗng dạng tổ ong (bê tông tổ ong, thủy tinh bọt, chất dẻo xốp).

Theo hình dáng, vật liệu cách nhiệt thường có những loại: khối (tấm, bloc, ống trụ, bán trụ, hình dẻ quạt), cuộn (ní, băng, đệm), dây và loại rời.

#### **1.2.8.2. Vật liệu và cấu kiện cách âm**

Dùng chủ yếu ở dạng lớp lót, lớp xen, lớp bọc trong hoặc trên trần, tường và trong các bộ phận khác của nhà nhằm mục đích không cho tiếng ồn truyền qua như tiếng đi lại, người nói, tiếng ồn của máy móc, thiết bị...

Vật liệu cách âm trong kết cấu có thể nằm ở trạng thái xây lắp tự do hoặc ở trạng thái treo và ở dạng ép dán.

#### **1.2.8.3. Vật liệu hút âm**

Có cấu trúc rỗng, dạng hạt, dạng sợi và dạng rãnh thưa.

Theo hình dạng vật liệu hút âm thường có dạng tấm, cuộn và hạt rời. Người ta cũng thường sử dụng chúng ở dạng lớp vữa trát có cấu tạo xốp, trơn, đục lỗ hoặc tạo nhẵn, hoặc các tấm ốp tường, trần để hút âm.

#### **1.2.9. Sơn**

Vật liệu sơn là vật liệu trang trí và bảo vệ có nguồn gốc thiên nhiên, hoặc tổng hợp ở dạng lỏng, có thành phần chính là chất tạo màng, dung môi và các chất độn, chất tạo màu. Sơn được dùng để quét những lớp mỏng lên mặt ngoài của sản phẩm nhằm chống gỉ cho kim loại, chống ẩm và phòng mục cho gỗ, bảo vệ các thiết bị chống tác dụng phá hoại của hoá chất, đảm bảo các điều kiện vệ sinh, trang trí cho nhà và đồ dùng.

#### **1.2.10. Kim loại**

Vật liệu kim loại được chia làm 2 loại: kim loại đen và kim loại màu.

**Kim loại đen:** Kim loại đen thường dùng trong xây dựng là thép và gang. Kim loại đen (thép và gang) là hỗn hợp sắt-carbon (C) với một số nguyên tố khác như silic, mangan, photpho, lưu huỳnh v.v... Việc chia ra thép và gang chủ yếu dựa vào hàm lượng C trong hợp kim. Gang có hàm lượng  $C \geq 2\%$ ; Thép có hàm lượng  $C < 2\%$ . Theo hàm lượng carbon thép được chia tiếp ra: thép carbon thấp ( $C \leq 0,25\%$ ), thép carbon trung bình ( $C = 0,25 \div 0,6$ ) và thép carbon cao ( $C = 0,6 \div 2\%$ ). Các loại thép được dùng trong xây dựng chủ yếu là: thép cốt cho bê tông, thép thanh có hình dạng nhất định, thép tấm và thép ống.

**Kim loại màu:** Kim loại màu được chia làm 2 loại: nhẹ và nặng. Nhôm và magiê thuộc loại nhẹ. Loại nặng bao gồm: đồng, thiếc và hợp kim. Kim loại màu nặng thường được dùng trong các công trình đặc biệt để chống ăn mòn do khí quyển. Kim loại màu được dùng phổ biến nhất trong xây dựng là hợp kim nhôm, thiếc và đồng.

## Chương 2

# GIỚI THIỆU VỀ CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CƠ BẢN CỦA VẬT LIỆU XÂY DỰNG

### 2.1. CÁC TÍNH CHẤT VẬT LÝ

#### 2.1.1. Khối lượng riêng

##### 2.1.1.1. Định nghĩa

Khối lượng riêng của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc.

##### 2.1.1.2. Nguyên tắc xác định

Khối lượng riêng của vật liệu xây dựng được xác định ở trạng thái được sấy khô tới khối lượng không đổi. Với những vật liệu được xem là hoàn toàn đặc thể tích của vật liệu có thể được xác định bằng các mẫu gia công có kích thước hình học rõ ràng như khối lập phương, hình khối hộp chữ nhật, hình trụ... Với những vật liệu có cấu trúc rỗng phải nghiền nhỏ thành những hạt có đường kính nhỏ hơn 0,2 mm và thể tích đặc  $V_a$  khi đó được xác định bằng thể tích chất lỏng bị chiếm chỗ khi cho bột vật liệu vào và đo trong bình tỷ trọng.

Khối lượng riêng được tính bằng công thức:

$$\rho_a = \frac{m}{V_a}, \text{ g/cm}^3$$

Trong đó:

$\rho_a$  - khối lượng riêng của vật liệu,  $\text{g/cm}^3$ ;

$m$  - khối lượng mẫu vật liệu ở trạng thái hoàn toàn khô, g;

$V_a$  - thể tích mẫu vật liệu ở trạng thái hoàn toàn đặc,  $\text{cm}^3$ .

#### 2.1.2. Khối lượng thể tích

##### 2.1.2.1. Định nghĩa

Khối lượng thể tích của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên bao gồm cả thể tích lỗ rỗng có trong nó.

### **2.1.2.2. Nguyên tắc xác định**

Khối lượng thể tích được xác định bằng cách sử dụng thiết bị phù hợp xác định khối lượng và thể tích của vật liệu ở trạng thái tự nhiên (bao gồm cả các lỗ rỗng có bên trong vật liệu). Từ đó tính toán xác định khối lượng thể tích.

Khối lượng thể tích của vật liệu thông thường được xác định trong trạng thái khô. Tuy nhiên khối lượng thể tích cũng được xác định ở trạng thái tự nhiên hoặc bão hoà nước. Khi ghi kết quả cần chú thích rõ các trạng thái của vật liệu.

Khối lượng thể tích được tính theo công thức:

$$\rho_v = \frac{m}{V_0}, \text{ g/cm}^3$$

Trong đó:

$\rho_v$  - khối lượng thể tích của vật liệu,  $\text{g/cm}^3$ ;

$m$  - khối lượng của mẫu vật liệu,  $\text{g}$ ;

$V_0$  - thể tích của mẫu vật liệu ở trạng thái tự nhiên,  $\text{cm}^3$ .

### **2.1.3. Khối lượng thể tích xốp**

#### **2.1.3.1. Định nghĩa**

Khối lượng thể tích xốp (chỉ có ở vật liệu hạt rời như cát, sỏi, đá dăm, xi măng...) là khối lượng của một đơn vị thể tích của các hạt vật liệu đổ đống bao gồm cả độ rỗng của hạt và độ hồng giữa các hạt.

Khối lượng thể tích xốp được xác định ở trạng thái đổ đống tự nhiên hoặc trạng thái đầm chặt

#### **2.1.3.2. Nguyên tắc xác định**

Xác định khối lượng của vật liệu được đổ đống tự nhiên hoặc được rung lắc, đầm lèn trong thùng đong có thể tích định sẵn. Tính toán xác định khối lượng thể tích xốp từ hai số liệu này.

Khối lượng thể tích xốp được tính theo công thức:

$$\rho_x = \frac{m}{V_x}, \text{ kg/m}^3$$

Trong đó:

$\rho_x$  - khối lượng thể tích xốp của vật liệu,  $\text{kg/m}^3$ ;

$m$  - khối lượng của các hạt vật liệu rời,  $\text{kg}$ ;

$V_x$  - thể tích đổ đống của vật liệu,  $\text{m}^3$ .

## 2.1.4. Độ rỗng

### 2.1.4.1. Định nghĩa

Độ rỗng là tỷ lệ phần trăm giữa thể tích các lỗ rỗng có trong vật liệu, trên thể tích tự nhiên của vật liệu đó.

Các lỗ rỗng có thể là lỗ rỗng hở khi các lỗ rỗng này thông với nhau hoặc là lỗ rỗng kín. Do vậy tùy thuộc vào phương pháp xác định thể tích các lỗ rỗng, độ rỗng có thể biểu thị tỷ lệ lỗ rỗng hở, lỗ rỗng kín hoặc tổng lỗ rỗng trên đơn vị thể tích.

Độ rỗng là một chỉ tiêu kỹ thuật rất quan trọng của vật liệu vì độ rỗng có ảnh hưởng đến nhiều tính chất khác của vật liệu như: cường độ, độ hút nước, tính chống thấm, tính truyền nhiệt, khả năng chống ăn mòn...

### 2.1.4.2. Nguyên tắc xác định

Độ rỗng thông qua thí nghiệm xác định độ hút nước của vật liệu thường cho kết quả đại diện thể tích của lỗ rỗng hở. Độ rỗng tính toán từ khối lượng thể tích và khối lượng riêng của vật liệu là tổng thể tích các lỗ rỗng trong vật liệu. Hiệu giữa tổng thể tích lỗ rỗng và lỗ rỗng hở là thể tích các lỗ rỗng kín.

Độ rỗng được tính theo công thức:

$$r = \frac{V_r}{V_o} \cdot 100, \quad \%$$

Trong đó:

$r$  - độ rỗng, %

$V_r$  - thể tích lỗ rỗng trong vật liệu,  $\text{cm}^3$ ;

$V_o$  - thể tích tự nhiên của vật liệu,  $\text{cm}^3$ ;

Độ rỗng còn có thể được tính theo công thức sau:

$$r = \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho_a}\right) \cdot 100, \quad \%$$

Trong đó:

$\rho_v$  - khối lượng thể tích của vật liệu ở trạng thái khô,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;

$\rho_a$  - khối lượng riêng của vật liệu,  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

## 2.1.5. Độ hồng giữa các hạt vật liệu rời

### 2.1.5.1. Định nghĩa

Độ hồng giữa các hạt vật liệu rời là tỷ lệ giữa thể tích các khe hồng giữa các hạt vật liệu trên thể tích đồ đồng tự nhiên của vật liệu đó.



### **2.1.5.2. Nguyên tắc xác định**

Độ hong được tính toán từ hai chỉ tiêu khối lượng thể tích và khối lượng thể tích xốp của vật liệu.

Độ hong được tính theo công thức:

$$V_w = \frac{V_{rx}}{V_x} \quad \text{hay} \quad V_w = \frac{V_{rx}}{V_x} \cdot 100, \quad \%$$

Trong đó:

$V_w$  - độ hong giữa các hạt vật liệu rời;

$V_{rx}$  - thể tích lỗ hong giữa các hạt vật liệu,  $\text{cm}^3$ ;

$V_x$  - thể tích của vật liệu,  $\text{cm}^3$ .

Độ hong còn có thể được tính theo công thức sau:

$$V_w = \left(1 - \frac{\rho_x}{\rho_v \cdot 1000}\right) \cdot 100, \quad \%$$

Trong đó:

$V_w$  - độ hong giữa các hạt vật liệu rời, %;

$\rho_x$  - khối lượng thể tích xốp của vật liệu,  $\text{kg/m}^3$ ;

$\rho_v$  - khối lượng thể tích của vật liệu,  $\text{g/cm}^3$ .

## **2.1.6. Độ mịn**

### **2.1.6.1. Định nghĩa**

Độ mịn là chỉ tiêu kỹ thuật để đánh giá kích thước hạt của các loại vật liệu dạng bột.

### **2.1.6.2. Nguyên tắc xác định**

Độ mịn của vật liệu dạng bột có thể được xác định bằng cách sàng vật liệu qua các cỡ sàng có đường kính lỗ quy định theo tiêu chuẩn rồi xác định tỷ lệ khối lượng hạt sót lại trên sàng so với lượng mẫu ban đầu trước khi sàng, tính bằng %.

Độ mịn còn có thể được xác định bằng tỷ diện bề mặt (tổng diện tích bề mặt của tất cả các hạt vật liệu có trong 1 đơn vị khối lượng vật liệu) trên thiết bị đo vận tốc thấm khí qua một lượng vật liệu bột trong buồng đựng mẫu. Đơn vị đo tỷ diện bề mặt là  $\text{cm}^2/\text{g}$ .

## **2.1.7. Thành phần hạt**

### **2.1.7.1. Định nghĩa**

Thành phần hạt là chỉ tiêu kỹ thuật đánh giá phần trăm các hạt có kích thước khác nhau trong một tập hợp vật liệu dạng hạt rời.

### **2.1.7.2. Nguyên tắc xác định**

Thành phần hạt của vật liệu được xác định bằng cách sấy khô vật liệu đến khối lượng không đổi, sau đó đem sàng qua bộ sàng tiêu chuẩn, bắt đầu từ sàng có kích thước lỗ sàng lớn nhất rồi đến các sàng có kích thước lỗ sàng giảm dần. Số lượng sàng, kích thước, hình dạng lỗ sàng được quy định theo từng tiêu chuẩn. Đem cân lượng sót còn lại trên mỗi sàng và tiến hành tính toán lượng sót riêng biệt và lượng sót tích lũy trên mỗi sàng.

### **2.1.8. Độ ẩm**

#### **2.1.8.1. Định nghĩa**

Độ ẩm là tỷ lệ phần trăm nước nằm trong vật liệu.

#### **2.1.8.2. Nguyên tắc xác định**

Độ ẩm được xác định bằng phương pháp dùng thiết bị sấy khô làm bay hơi nước có trong vật liệu ở nhiệt độ (100 - 105) °C và dùng cân xác định lượng nước đã bay hơi.

Độ ẩm được tính theo công thức:

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad \%$$

Trong đó:

W - độ ẩm của vật liệu, %;

$m_1$  - khối lượng mẫu ở trạng thái ẩm tự nhiên, g;

$m_0$  - khối lượng mẫu ở trạng thái sấy khô, g.

### **2.1.9. Độ hút nước**

#### **2.1.9.1. Định nghĩa**

Độ hút nước là khả năng hút và giữ được nước trong các lỗ rỗng của vật liệu dưới áp lực thường.

#### **2.1.9.2. Nguyên tắc xác định**

Độ hút nước của vật liệu được xác định bằng phương pháp ngâm mẫu vào nước cho đến khi vật liệu đạt đến trạng thái bão hòa nước. Xác định khối lượng vật liệu trước và sau khi ngâm nước. Tính toán xác định độ hút nước.

Độ hút nước được xác định bằng công thức:

$$W_m = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100, \quad \%$$

Trong đó:

$W_m$  - độ hút nước, %;

$m_1$  - khối lượng mẫu thí nghiệm đã ngâm nước, g;

$m$  - khối lượng mẫu thí nghiệm đã được sấy khô, g.

## 2.2. CÁC TÍNH CHẤT CƠ HỌC

### 2.2.1. Cường độ

#### 2.2.1.1. Định nghĩa

Cường độ là khả năng của vật liệu chống lại sự phá hoại do tải trọng gây ra và được biểu thị bằng ứng suất tới hạn khi mẫu vật liệu bị phá hoại.

Trong kết cấu xây dựng, vật liệu phải chịu các dạng tải trọng khác nhau như: kéo, nén, uốn, cắt... Tương ứng với mỗi dạng chịu tải này sẽ có các loại cường độ: cường độ chịu kéo, cường độ chịu nén, cường độ chịu uốn, cường độ chịu cắt...

Cường độ là chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng nhất để đánh giá chất lượng của những vật liệu dùng cho các bộ phận chịu lực của công trình. Bởi vậy cường độ được dùng làm căn cứ chủ yếu để định ra mức của các vật liệu này. Ví dụ: với đá thiên nhiên, bê tông... thường dùng cường độ chịu nén để định ra mức vì chúng đều là những vật liệu có khả năng chịu nén cao (cường độ chịu nén thường cao hơn cường độ chịu kéo từ 10 đến 15 lần); trong khi đó đối với thép xây dựng lại phải căn cứ vào cường độ chịu kéo để định ra mức.

#### 2.2.1.2. Nguyên tắc xác định

Cường độ của vật liệu thường được xác định bằng phương pháp thí nghiệm phá hoại mẫu chuẩn bằng cách đặt các mẫu vật liệu đã được gia công thích hợp lên máy gia tải rồi tăng tải tới khi mẫu bị phá hoại. Cường độ của vật liệu được tính toán từ các kết quả xác định trong thí nghiệm theo các công thức tương ứng với dạng chịu lực.

- Cường độ chịu nén và cường độ chịu kéo của vật liệu được tính bằng công thức:

$$R_n = \frac{P_n}{F}, \text{ N/mm}^2;$$

$$R_k = \frac{P_k}{F}, \text{ N/mm}^2.$$

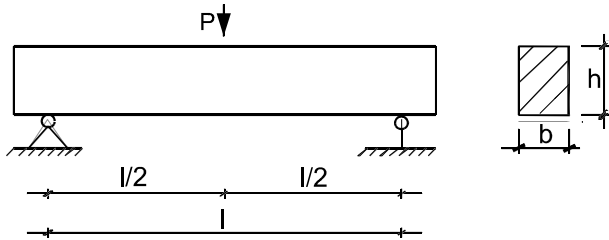
Trong đó:

$R_n$  và  $R_k$  - cường độ nén (hoặc kéo) tương ứng khi mẫu bị phá hủy, N;

$P_n$  và  $P_k$  - tải trọng nén (hoặc kéo) tương ứng khi mẫu bị phá hủy, N;

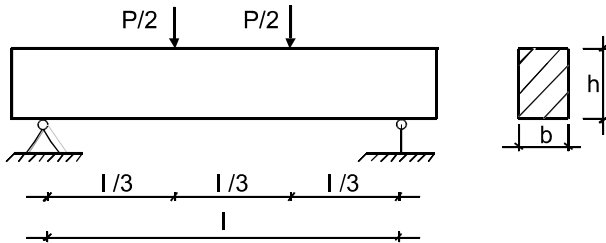
$F$  - diện tích tiết diện chịu lực của mẫu,  $\text{mm}^2$ .

- Cường độ chịu kéo khi uốn được xác định bằng thí nghiệm uốn các mẫu hình dầm tiêu chuẩn theo một trong hai sơ đồ: sơ đồ dầm đơn giản chịu một lực tập trung ở giữa (hình 2.1) và sơ đồ dầm đơn giản chịu hai lực tập trung bằng nhau, cách gối tựa và cách nhau một khoảng  $1/3$  khoảng cách giữa 2 gối tựa (hình 2.2).



$$R_{ku} = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

**Hình 2.1** - Mô hình uốn 1 điểm tập trung



$$R_{ku} = \frac{Pl}{bh^2}$$

**Hình 2.2** - Mô hình uốn 2 điểm tập trung

## 2.2.2. Tính biến dạng

### 2.2.2.1. Định nghĩa

Tính biến dạng là tính chất của vật liệu có thể thay đổi hình dạng và kích thước khi có ngoại lực tác dụng lên nó.

Bản chất của biến dạng là khi có ngoại lực tác dụng lên vật liệu đã làm thay đổi hoặc phá vỡ thế cân bằng của các phần tử trong cấu trúc của vật liệu và làm cho các phần tử có này chuyển vị tương đối.

Dựa vào đặc tính của biến dạng có thể chia ra làm biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo. Nếu sau khi bỏ ngoại lực tác dụng mà biến dạng mất đi hoàn toàn thì biến dạng đó được coi là biến dạng đàn hồi. Trái lại, sau khi dỡ bỏ ngoại lực mà vật liệu không trở lại được hình dạng và kích thước ban đầu thì biến dạng đó được gọi là biến dạng dẻo.

### 2.2.2.2. Nguyên tắc xác định

a. Biến dạng đàn hồi thường xảy ra khi tải trọng nhỏ và tác động ngắn hạn. Đại lượng đặc trưng cho tính biến dạng và tính đàn hồi của vật liệu là mô đun đàn hồi.

Để xác định mô đun đàn hồi, sử dụng dụng cụ đo biến dạng gắn vào mẫu thử. Đặt mẫu lên máy nén, gia tải ở mức tải trọng nhỏ (được xác định ứng với khả năng chịu lực lớn nhất của vật liệu). Trong quá trình gia tải, xác định biến dạng của mẫu thử.

Mô đun đàn hồi của vật liệu được tính bằng công thức:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}, \text{ N/mm}^2$$

Trong đó:

E - mô đun đàn hồi, N/mm<sup>2</sup>;

$\sigma$  - ứng suất ở giai đoạn đàn hồi, N/mm<sup>2</sup>;

$\varepsilon$  - biến dạng đàn hồi tương đối, không thứ nguyên.

b. Biến dạng đàn hồi tương đối còn được gọi là độ giãn dài tương đối và được tính bằng công thức:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Trong đó:

l - chiều dài mẫu, mm;

$\Delta l$  - biến dạng dài tuyệt đối của mẫu, mm.

### **2.2.3. Độ cứng**

#### **2.2.3.1. Định nghĩa**

Độ cứng là tính chất của vật liệu chống lại tác động cơ học của vật khác cứng hơn nó.

Độ cứng là một tính chất rất quan trọng đối với vật liệu làm đường, làm trụ cầu hay lát sàn, lát nền... Với vật liệu khoáng, độ cứng được đánh giá bằng thang Mohs. Thang Mohs gồm 10 khoáng vật mẫu được sắp xếp theo mức độ cứng tăng dần từ 1 đến 10 (xem bảng 2.1).

#### **2.2.3.2. Nguyên tắc xác định**

Sử dụng các khoáng vật có trong thang Mohs vạch lên bề mặt vật liệu theo thứ tự độ cứng tăng dần. Độ cứng của vật liệu sẽ nhỏ hơn độ cứng của khoáng vật có trong thang Mohs nếu khoáng vật vạch được lên vật liệu đó. Độ cứng của vật liệu lớn hơn độ cứng của khoáng vật có trong thang Mohs nếu vật liệu có thể vạch lên được khoáng vật đó. Sử dụng thang Mohs xác định độ cứng rất đơn giản nhưng trị số độ cứng này chỉ mang tính định tính chứ không có ý nghĩa định lượng.

**Bảng 2.1 - Thang độ cứng Mohs**

Chỉ số độ cứng	Tên khoáng vật	Đặc điểm độ cứng
1	Tan (Talc)	Rạch dễ dàng bằng móng tay
2	Thạch cao (Gypsum)	Rạch được bằng móng tay
3	Canxit (Canxite)	Rạch dễ dàng bằng dao thép
4	Flospat (Fluorspa)	Rạch bằng dao thép khi ấn nhẹ
5	Apatit (Apatite)	Rạch bằng dao thép khi ấn mạnh
6	Trường thạch (Felspar)	Làm xước kính theo mức độ tăng dần
7	Thạch anh (Quartz)	
8	Topa (Topaz)	Rạch được kính theo mức độ tăng dần
9	Corindon (Corundum)	
10	Kim cương (Diamond)	

**2.2.4. Độ mài mòn****2.2.4.1. Định nghĩa**

Độ mài mòn là độ hao mòn khối lượng trên một đơn vị diện tích mẫu bị mài mòn trên thiết bị thí nghiệm.

Độ mài mòn của vật liệu phụ thuộc vào độ cứng, cường độ và cấu tạo cấu trúc của vật liệu đó. Tính chất này rất quan trọng đối với vật liệu lát nền, vật liệu làm đường, làm sàn, cầu thang v.v...

**2.2.4.2. Nguyên tắc xác định**

a. Đối với vật liệu lát nền, sàn ..., độ mài mòn được xác định bằng cách thí nghiệm mài mẫu đã chế tạo chuẩn trước trên máy mài mòn chuyên dụng. Xác định khối lượng trước và sau khi mài. Tính toán xác định độ mài mòn theo công thức:

$$M_m = \frac{m - m_1}{F}, \quad \text{g/cm}^2$$

Trong đó:

$M_m$  - độ mài mòn,  $\text{g/cm}^2$ ;

$m$  - khối lượng mẫu trước khi thí nghiệm, g;

$m_1$  - khối lượng mẫu sau khi mài mòn, g;

$F$  - diện tích tiết diện mài mòn của mẫu,  $\text{cm}^2$ .

b. Đối với cốt liệu lớn cho bê tông hoặc đá dăm dùng cho công tác làm đường giao thông còn sử dụng chỉ tiêu độ mài mòn (hoặc độ hao mòn khi va đập) thể hiện bằng độ hao hụt của vật liệu vừa bị mài mòn, vừa bị va chạm thông qua thí nghiệm trên máy Devan hoặc máy Los Angeles và xác định theo công thức:

$$M_m = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100 \quad \%$$

Trong đó:

$M_m$  - độ mài mòn, g/cm<sup>2</sup>;

$m$  - khối lượng mẫu trước khi thí nghiệm, g;

$m_1$  - khối lượng mẫu sau khi thí nghiệm mài mòn, g.

### **2.3. NỘI DUNG ÔN TẬP**

Nêu định nghĩa, công thức tính toán của các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của vật liệu xây dựng.

## Chương 3

# PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA BÊ TÔNG

### 3.1. LÝ THUYẾT

#### 3.1.1. Các khái niệm cơ bản

Bê tông xi măng - Đá nhân tạo, được hình thành từ quá trình đông cứng của hỗn hợp xi măng, cốt liệu, nước và phụ gia được lựa chọn một cách hợp lý, được trộn kỹ và đầm chặt.

#### 3.1.2. Các trạng thái tồn tại

Bê tông: khi đã đông rắn và có cường độ cơ học.

Hỗn hợp bê tông: khi chưa có cường độ cơ học (hỗn hợp đã có hoặc chưa có nước).

Bê tông tươi: hỗn hợp bê tông đã có nước và có thể đã được đổ và đầm.

#### 3.1.3. Phân loại bê tông và hỗn hợp bê tông

##### 3.1.3.1. Phân loại bê tông

###### a) Theo cường độ

- Theo cường độ chịu nén: B7,5; 10; 15; ....60; ....100;
- Theo cường độ chịu kéo dọc trục: B1,0; 1,5; 2,0; 2,5; ....4,0;
- Theo cường độ chịu kéo khi uốn: B1,5; 2,0; 2,5; 3,0; ...4,5; 5,0; ...10.

###### b) Theo khối lượng thể tích

- Bê tông nặng thông thường:  $\gamma = 2000 \div 2500$  (2600)  $\text{kg/m}^3$ ;
- Bê tông siêu nặng:  $\gamma > 2500$  (2600)  $\text{kg/m}^3$ ;
- Bê tông nhẹ:  $\gamma = 500 \div 1800$   $\text{kg/m}^3$ ;
- Bê tông siêu nhẹ:  $\gamma < 500$   $\text{kg/m}^3$ .

##### 3.1.3.2. Phân loại hỗn hợp bê tông

- Hỗn hợp bê tông siêu cứng - Tính công tác lớn hơn 50 s;



- Hỗn hợp bê tông cứng - Tính công tác: 5 ÷ 50 s;
- Hỗn hợp bê tông dẻo - Tính công tác: 10 ÷ 220 mm;
- Hỗn hợp bê tông chảy - Tính công tác: lớn hơn 220 mm hoặc độ chảy xòe lớn hơn 400 mm.

### **3.1.4. Các tính chất của hỗn hợp bê tông và bê tông**

#### ***3.1.4.1. Các tính chất của hỗn hợp bê tông***

- Tính công tác:
  - + Độ cứng;
  - + Độ sụt;
  - + Độ chảy;
- Thời gian đông kết của hỗn hợp bê tông.
- Độ tách nước và tách vữa.
- Hàm lượng bọt khí.
- Khối lượng thể tích.
- Mất nước.
- Co mềm.

#### ***3.1.4.2. Các tính chất của bê tông***

- Cường độ (chịu nén, chịu kéo dọc trục, kéo khi uốn, kéo khi bẻ, ...);
- Khối lượng thể tích;
- Độ hút nước;
- Độ mài mòn;
- Độ chống thấm;
- Độ co;
- Mô đun đàn hồi.

### **3.1.5. Các tiêu chuẩn nước ngoài tương đương**

#### ***3.1.5.1. Các bộ tiêu chuẩn quốc tế và thường dùng tại Việt Nam***

- ISO;
- EN; Anh;
- Nga;
- Trung Quốc;
- Mỹ.

### **3.1.5.2. Những lưu ý khi dùng tiêu chuẩn nước ngoài**

- Tính nguyên gốc;
- Tính hệ thống;
- Điều kiện áp dụng.

## **3.2. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA HỖN HỢP BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG NẶNG**

### **3.2.1. Lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử (TCVN 3105:1993)**

#### **3.2.1.1. Phạm vi áp dụng**

Hướng dẫn lấy mẫu hỗn hợp bê tông nặng, quy cách, kích thước, phương pháp đúc và bảo dưỡng các mẫu bê tông nặng và nguyên tắc khoan, cắt mẫu bê tông từ kết cấu.

#### **3.2.1.2. Phương pháp lấy mẫu hỗn hợp bê tông**

Mẫu thử các tính chất của hỗn hợp bê tông được lấy tại hiện trường hoặc được chuẩn bị trong phòng thí nghiệm.

Mẫu thử được lấy tại hiện trường khi cần kiểm tra chất lượng của hỗn hợp bê tông hoặc bê tông trong quá trình sản xuất, thi công và nghiệm thu.

Mẫu thử chuẩn bị trong phòng thí nghiệm được lấy khi tiến hành lựa chọn thành phần hỗn hợp bê tông, xác định các tính chất cơ, lý của hỗn hợp bê tông và bê tông hoặc kiểm tra các thành phần định mức vật liệu trước khi thi công.

- Tại hiện trường, mẫu hỗn hợp bê tông được lấy tại vị trí cần kiểm tra như sau:
  - + Khi thi công bê tông toàn khối, hỗn hợp bê tông được lấy tại nơi đổ bê tông;
  - + Khi sản xuất cấu kiện đúc sẵn, hỗn hợp bê tông được lấy tại nơi đúc sản phẩm;
  - + Khi kiểm tra hỗn hợp bê tông trạm trộn hoặc trong quá trình vận chuyển, hỗn hợp bê tông được lấy tại cửa xả của máy trộn hoặc trên dây chuyền vận chuyển.
- Thể tích mẫu cần lấy không ít hơn 1,5 lần tổng thể tích các viên mẫu bê tông cần đúc và/hoặc thể tích mẫu cần thiết cho các phép thử hỗn hợp bê tông cần thực hiện, song không ít hơn 20 l.
- Mẫu hỗn hợp bê tông được lấy phải đại diện cho khối hỗn hợp bê tông cần kiểm tra.
- Mẫu đại diện được gộp ít nhất từ ba mẫu cục bộ với khối lượng xấp xỉ bằng nhau nhưng được lấy ở các điểm khác nhau. Khi lấy các mẫu cục bộ từ máy trộn cần chọn phần giữa cối trộn, không lấy ở đầu và cuối cối trộn.

- Các mẫu cục bộ sau từng lần lấy được chứa trong các dụng cụ đựng sạch, không hút nước. Mẫu lấy được bảo quản sao cho không bị mất nước và nhiệt độ hỗn hợp không cao hơn 30<sup>0</sup>C. Thời gian lấy xong một mẫu đại diện không kéo dài quá 15 phút.

- Mẫu hỗn hợp bê tông trong phòng thí nghiệm được chế tạo theo nguyên tắc:

+ Dùng vật liệu đúng như vật liệu hiện trường;

+ Cân đong vật liệu bảo đảm sai số không vượt quá 1 % đối với xi măng, nước trộn và phụ gia, 2 % đối với cốt liệu;

+ Trộn hỗn hợp theo quy trình và thiết bị để tạo ra hỗn hợp bê tông có chất lượng tương đương như trong điều kiện sản xuất thi công.

- Xác định các chỉ tiêu của hỗn hợp bê tông được tiến hành trong vòng 5 phút sau khi lấy xong mẫu. Đúc mẫu được tiến hành trong vòng 15 phút sau khi lấy xong mẫu. Trước khi thí nghiệm xác định các tính chất công nghệ của hỗn hợp bê tông hoặc đúc mẫu, toàn bộ mẫu được trộn đều lại bằng xẻng.

### **3.2.1.3. Đúc mẫu bê tông**

#### *a) Mẫu thử*

Mẫu thử các tính chất của bê tông được đúc theo từng lô sản phẩm đúc sẵn hoặc theo từng khối đổ tại chỗ. Số lượng mẫu thử tính chất của bê tông cho một lô sản phẩm hoặc cho một khối đổ được quy định bởi thiết kế, trong điều kiện kỹ thuật hoặc trong tiêu chuẩn hiện hành.

#### *b) Hỗn hợp bê tông*

Hỗn hợp bê tông được đúc thành các viên mẫu. Một tổ mẫu gồm từ 2 đến 6 viên mẫu có cùng hình dạng, kích thước. Tùy theo kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu dùng để chế tạo bê tông, kích thước cạnh nhỏ nhất của viên mẫu được quy định trong Bảng 3.1.

**Bảng 3.1 - Kích thước nhỏ nhất của viên mẫu theo kích thước hạt cốt liệu lớn nhất**

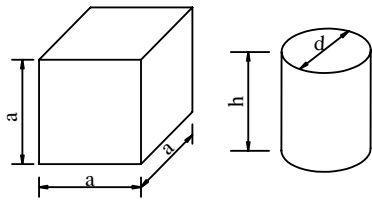
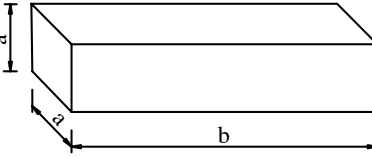
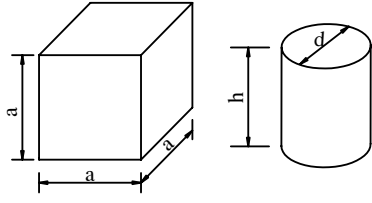
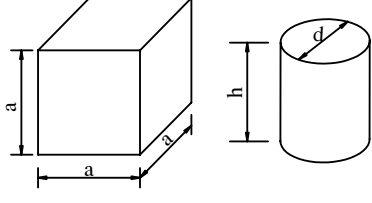
Kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu mm	Kích thước cạnh nhỏ nhất của viên mẫu (cạnh mẫu lập phương, cạnh tiết diện mẫu lăng trụ, đường kính mẫu trụ) mm
10 và 20	100
40	150
70	200
100	300

CHÚ THÍCH: Đối với các viên mẫu thử mài mòn cho phép đúc trong khuôn có kích thước cạnh 70,7 mm khi kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu tới 20 mm.

c) Hình dạng, kích thước viên mẫu

- Hình dạng và kích thước các viên mẫu dùng xác định các chỉ tiêu khác nhau được quy định trong Bảng 3.2.

**Bảng 3.2 - Hình dạng và kích thước viên mẫu**

Chỉ tiêu cần thử	Hình dáng viên mẫu	Các loại kích thước viên mẫu mm
Cường độ chịu nén Cường độ chịu kéo khi bửa Môđun đàn hồi		a = 100; 150; 200; 300 d = 100; 150; 200; 300 h = 2×d
Cường độ lăng trụ Cường độ kéo khi uốn Độ co Môđun đàn hồi		a = 100; 150; 200 b = 4×a = 400; 600; 800
Độ chống thấm nước		a = 150 d = 150 h = 150
Độ mài mòn		a = 70,7 d = 70,7 h = 70,7

- Sai số về kích thước viên mẫu được quy định như sau:

+ Độ không phẳng của các mặt chịu lực không vượt quá  $0,005 \times d$  (hoặc a);

+ Độ cong vênh của đường sinh mẫu trụ dùng xác định cường độ chịu kéo khi bửa không vượt quá  $0,001 \times d$ ;

+ Độ lệch của góc vuông tạo bởi các mặt kề nhau của mẫu lập phương, mẫu lăng trụ hoặc tạo bởi đáy và đường sinh mẫu trụ không vượt quá  $0,5^\circ$ ;

+ Sai số kích thước cạnh của viên mẫu không vượt quá 1 %.

- Ngoài quy định về việc sử dụng mẫu để xác định các chỉ tiêu ghi ở Bảng 3.2, cho phép:

+ Khi xác định độ mài mòn có thể sử dụng các viên mẫu đúc theo quy định ở Bảng 1 để gia công lại thành các viên mẫu lập phương kích thước cạnh đến 70,7 mm hoặc các viên mẫu trụ đường kính đến 70,7 mm;

+ Khi xác định cường độ chịu nén có thể sử dụng các nửa viên mẫu lăng trụ sau khi uốn để thử nén.

- Các chỉ tiêu khối lượng riêng, khối lượng thể tích và độ hút nước có thể được xác định trên viên mẫu hoặc có kích thước hình học chính xác theo quy định ở Bảng 3.1 và Bảng 3.2, hoặc có hình dạng bất kỳ với điều kiện thể tích của viên mẫu không nhỏ hơn thể tích của viên mẫu lập phương tương ứng có kích thước cạnh thỏa mãn quy định tại Bảng 3.1.

#### *d) Số tổ mẫu cần đúc*

Đối với các cấu kiện bê tông ứng lực trước, đúc không ít hơn ba tổ mẫu để xác định cường độ chịu nén của bê tông ở các thời điểm:

- + Truyền ứng suất của cốt thép lên bê tông;
- + Giải phóng sản phẩm khỏi khuôn hoặc bệ đúc;
- + Ở tuổi thiết kế (28 ngày đêm).

Đối với các cấu kiện, kết cấu bê tông thông thường, đúc không ít hơn hai tổ mẫu để xác định cường độ chịu nén của bê tông ở các thời điểm:

- + Giải phóng sản phẩm khỏi khuôn, hoặc dỡ cốp pha chịu lực;
- + Ở tuổi thiết kế (28 ngày đêm).

Đối với các kết cấu bê tông khác, đúc không ít hơn một tổ mẫu để xác định cường độ chịu nén của bê tông ở tuổi thiết kế (28 ngày đêm) hoặc theo quy định cụ thể của thiết kế.

Ngoài ra, nếu bê tông còn phải đảm bảo các yêu cầu về độ chống thấm, độ mài mòn, cường độ chịu kéo khi uốn, cường độ chịu kéo khi bẻ ..., thì phải đúc thêm số tổ mẫu tương ứng để xác định các chỉ tiêu đó.

#### *e) Khuôn đúc mẫu*

Khuôn đúc mẫu hỗn hợp bê tông phải kín, không thấm nước, không gây phản ứng với xi măng. Các mặt khuôn tiếp xúc với hỗn hợp bê tông được quét chất chống dính. Khuôn đúc mẫu phải đảm bảo độ cứng và ghép chắc chắn để không làm sai lệch kích thước, hình dạng viên mẫu vượt quá quy định ở 3.2.1.3. Mặt trong của khuôn phải nhẵn phẳng và không có các vết lồi lõm sâu quá 80  $\mu\text{m}$ . Độ không phẳng các mặt trong của khuôn lập phương, khuôn đúc mẫu lăng trụ, độ cong vênh không vượt quá 0,05 mm trên 100 mm dài. Độ lệch góc vuông tạo bởi các mặt kề nhau của khuôn không vượt quá  $\pm 0,5^\circ$ .

*f) Đổ và đầm hỗn hợp bê tông trong khuôn*

- Khi hỗn hợp bê tông có tính công tác như nhóm D1; C1 và C2 (Bảng 1 - TCVN 9340:2012):

+ Nếu khuôn có chiều cao (h hoặc a) bằng hoặc nhỏ hơn 150 mm, tiến hành đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn theo 1 lượt. Sau đó, kẹp chặt khuôn lên bàn rung có tần số từ  $(2900 \pm 100)$  r/min, biên độ từ 0,35 mm đến 0,50 mm rồi rung cho tới khi thoát hết bọt khí lớn và hồ xi măng nổi đều. Dùng bay gạt bỏ hỗn hợp bê tông thừa và xoa phẳng mặt mẫu.

+ Nếu khuôn có chiều cao (h hoặc a) từ 150 mm đến hơn 300 mm, tiến hành đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn theo 2 lượt. Sau khi đổ lượt đầu, kẹp chặt khuôn lên bàn rung tần số từ  $(2900 \pm 100)$  r/min, biên độ từ 0,35 mm đến 0,50 mm rồi rung cho tới khi thoát hết bọt khí lớn và hồ xi măng nổi đều. Sau đó, đổ và đầm như vậy tiếp lượt thứ hai. Dùng bay gạt bỏ hỗn hợp bê tông thừa và xoa phẳng mặt mẫu.

- Khi hỗn hợp bê tông có tính công tác như nhóm D2 (Bảng 1 - TCVN 9340:2012) thì đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn thành một hoặc hai lượt. Sau đó tiến hành đầm hỗn hợp bê tông trong khuôn trên bàn rung hoặc bằng đầm dùi.

Khi sử dụng đầm dùi có tần số 7200 r/min, đường kính đầu dùi không lớn hơn một phần tư kích thước nhỏ nhất của viên mẫu. Cách thực hiện như sau:

+ Sau khi đổ lượt hỗn hợp bê tông đầu, thả đầu dùi nhanh và thẳng vào hỗn hợp bê tông tới độ sâu cách đáy khuôn khoảng 20 mm;

+ Giữ đầm ở vị trí này cho tới khi hồ xi măng nổi đều, bọt khí lớn thoát hết thì từ từ rút đầm lên;

+ Đổ tiếp lượt hai và lại đầm như trên. Ở lần thứ hai, thả đầu dùi sâu vào lớp dưới khoảng 20 mm.

- Khi hỗn hợp bê tông có tính công tác như nhóm D3, D4 (Bảng 1 - TCVN 9340:2012) thì đổ hỗn hợp bê tông vào khuôn thành một lượt đối với các khuôn có chiều cao dưới 100 mm, thành hai lượt đối với các khuôn có chiều cao 150 mm, 200 mm và thành 3 lượt đối với khuôn có chiều cao 300 mm. Sau mỗi lượt đổ, dùng thanh thép tròn đường kính 16 mm, dài 600 mm chọc đều từng lớp, mỗi lớp cứ bình quân  $1000 \text{ mm}^2$  chọc một cái. Lớp đầu chọc tới đáy. Lớp sau chọc xuyên vào lớp trước. Chọc xong dùng bay gạt bỏ hỗn hợp bê tông thừa và xoa phẳng mặt mẫu.

- Làm phẳng bề mặt mẫu trụ trước khi thí nghiệm xác định cường độ chịu nén.

Đối với mẫu đúc trong khuôn trụ, khi bê tông chưa đóng rắn hoàn toàn, việc làm phẳng mặt thực hiện theo quy trình sau:

+ Trộn hồ xi măng đặc (tỷ lệ nước trên xi măng trong khoảng từ 0,32 đến 0,36);

+ Sau khoảng từ 2 h đến 4 h, chờ cho mặt mẫu se và hồ xi măng đã co ngót sơ bộ, tiến hành phủ mặt mẫu bằng lớp hồ mỏng tới mức tối đa;

+ Dùng tấm kính, hoặc tấm thép phẳng là phẳng mặt mẫu.

Đối với bê tông đã đóng rắn, việc làm phẳng mặt được thực hiện theo một trong các phương pháp: mài, sử dụng đầu chụp hoặc bằng vật liệu và dụng cụ phù hợp.

- Khi đúc mẫu tại địa điểm thi công, sản xuất cho phép đầm hỗn hợp bê tông trong khuôn bằng các thiết bị thi công hoặc bằng các thiết bị có khả năng đầm chặt hỗn hợp bê tông trong khuôn tương đương như trong khối đổ.

- Nếu phương pháp tạo hình trong thi công sản xuất dẫn đến việc giảm nước của hỗn hợp bê tông (ly tâm, hút chân không...), thì việc đúc mẫu kiểm tra được thực hiện theo các chỉ dẫn riêng.

#### **3.2.1.4. Bảo dưỡng mẫu bê tông**

Mẫu dùng để kiểm tra chất lượng bê tông kết cấu, sản phẩm phải được bảo dưỡng kể từ khi đúc xong tới khi thí nghiệm trong điều kiện giống như điều kiện bảo dưỡng kết cấu, sản phẩm đó.

Mẫu dùng để kiểm tra chất lượng bê tông thương phẩm, để lựa chọn thành phần bê tông, sau khi đúc được phủ ẩm trong khuôn ở nhiệt độ phòng cho tới khi tháo khuôn và được bảo dưỡng tiếp trong phòng dưỡng hộ tiêu chuẩn có nhiệt độ  $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , độ ẩm không nhỏ hơn 95 % cho đến ngày thử nghiệm.

Thời gian tháo khuôn: Mẫu bê tông được tháo khỏi khuôn đúc khi cường độ chịu nén của bê tông đạt không ít hơn 3 MPa (tương đương với từ 16 h đến 24 h đối với bê tông có mác lớn hơn 10 MPa; 2 hoặc 3 ngày đêm đối với bê tông có phụ gia chậm đóng rắn hoặc có mác nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 MPa).

Trong quá trình vận chuyển về phòng thí nghiệm, mẫu phải được giữ không để mất ẩm.

Ký hiệu mẫu được ghi ở các mặt không trực tiếp chịu tải khi thí nghiệm.

#### **3.2.1.5. Khoan, cắt mẫu từ kết cấu**

Việc khoan, cắt lấy mẫu bê tông chỉ được tiến hành tại các vị trí trên kết cấu sao cho sau khi lấy mẫu, mức độ suy giảm khả năng chịu lực của kết cấu là không đáng kể.

Kích thước viên mẫu khoan, cắt tùy theo cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu bê tông và chỉ tiêu cần thử được chọn theo Bảng 3.1 và Bảng 3.2.

Khi xác định cường độ chịu nén, có thể sử dụng mẫu khoan, cắt với kích thước cạnh nhỏ nhất lớn gấp 2 lần kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu.

Trong quá trình khoan, cắt mẫu bê tông, nên tránh cắt thép cốt chịu lực của kết cấu. Nếu mẫu khoan, cắt có lẫn thép cốt thì vị trí, đường kính và các đặc điểm khác của thép cốt phải được ghi đầy đủ trong hồ sơ khoan mẫu và biên bản thử. Mẫu bê tông chứa thép cốt được sử dụng để xác định các tính chất cơ, lý của bê tông theo nguyên tắc sau:

- Có thể dùng viên mẫu có thép cốt nằm vuông góc với hướng đặt lực để thí nghiệm xác định cường độ chịu nén;
- Có thể dùng viên mẫu có thép cốt nằm song song với hướng đặt lực để thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi uốn;
- Không dùng viên mẫu có thép cốt để thí nghiệm cường độ chịu kéo khi bẻ.

Khoan, cắt mẫu thử độ chống thấm nước của bê tông nên theo hướng thấm của nước. Kích thước mẫu lựa chọn theo Bảng 3.1 và Bảng 3.2.

Khoan, cắt mẫu thử độ mài mòn của bê tông tại các vị trí chịu mài mòn khi sử dụng.

Mẫu khoan, cắt cũng được nhóm theo tổ như sau:

- Tổ mẫu dùng xác định độ chống thấm nước gồm sáu viên mẫu;
- Tổ mẫu dùng xác định các chỉ tiêu khác gồm ba viên mẫu.

Cho phép sử dụng tổ mẫu gồm hai viên mẫu để xác định các chỉ tiêu như độ hút nước, cường độ chịu nén, chịu kéo khi uốn hoặc chịu kéo khi bẻ.

Số tổ mẫu cần khoan, cắt để kiểm tra lô sản phẩm đúc sẵn hoặc khối đổ tại chỗ được lấy theo quy định nghiệm thu cho lô sản phẩm hay khối đổ đó.

### **3.2.2. Phương pháp xác định độ sụt (TCVN 3106:1993)**

#### **3.2.2.1. Mục tiêu**

Hướng dẫn phương pháp xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông có tính dẻo và đủ độ dính kết thuộc các nhóm D1, D2, D3 và D4 (như quy định trong Bảng 1, TCVN 9340:2012). Không áp dụng cho các loại hỗn hợp bê tông khô, rời rạc hoặc chảy. Độ sụt của hỗn hợp bê tông được xác định bằng độ lún khi rút côn tiêu chuẩn của một khối hỗn hợp bê tông nặng đã được đầm chặt.

#### **3.2.2.2. Dụng cụ**

- **Côn thử độ sụt** với các thông số quy định trong Bảng 3.3 và Hình 3.1.

Côn thử độ sụt có dạng hình nón cụt, được uốn, hàn hoặc cán từ thép, tôn dày tối thiểu 1,5 mm. Mặt trong của côn phải nhẵn, không có các vết nhô của đường hàn hoặc đinh tán.



**Bảng 3.3 - Kích thước côn thử độ sụt**

Loại côn	Kích thước mm		
	d	D	h
N <sub>1</sub>	100 ± 2	200 ± 2	300 ± 2
N <sub>2</sub>	150 ± 2	300 ± 2	450 ± 2

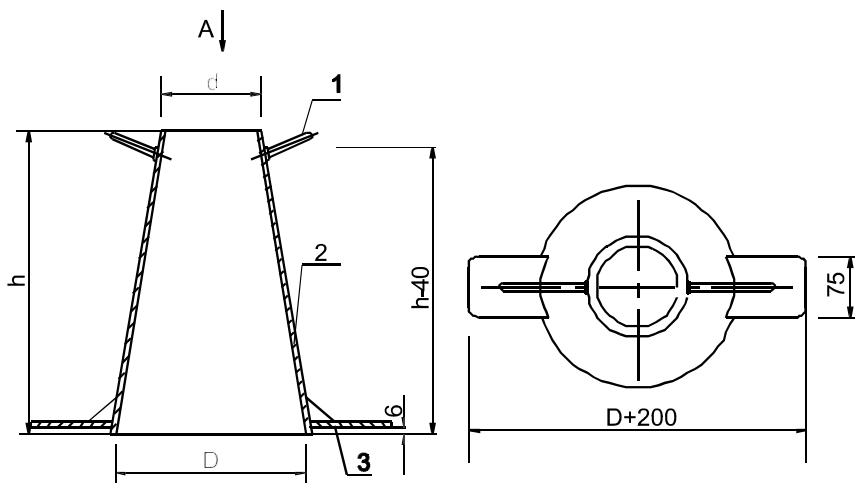
- Thanh thép tròn trơn đường kính 16 mm, dài 600 mm, hai đầu múp tròn.
- Phễu đổ hỗn hợp.
- Thước lá kim loại dài 600 mm chính xác tới 5 mm.

### 3.2.2.3. Mẫu thử

Lấy mẫu hỗn hợp bê tông theo TCVN 3105:1993.

Thẻ tích hỗn hợp bê tông cần lấy:

- + Không nhỏ hơn 8 L nếu kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu trong hỗn hợp bê tông nhỏ hơn hoặc bằng 40 mm;
- + Không nhỏ hơn 24 L nếu kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu trong hỗn hợp bê tông tới 70 mm.



CHÚ DẪN: 1 Tay cầm; 2 Thành khuôn; 3 Gối đặt chân

*Hình 3.1 - Côn thử độ sụt*

### 3.2.2.4. Cách tiến hành

Dùng côn N<sub>1</sub> để xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông có kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu đến 40 mm; côn N<sub>2</sub> để xác định độ sụt của hỗn hợp bê tông có kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu đến 70 mm.

Dùng giẻ ẩm lau mặt trong của côn và các dụng cụ tiếp xúc với hỗn hợp bê tông trong quá trình xác định độ sụt.

Đặt côn lên nền ẩm, cứng, phẳng, không thấm nước. Đứng lên góì đặt chân để giữ cho côn cố định trong cả quá trình đổ và đầm hỗn hợp bê tông trong côn.

Đổ hỗn hợp bê tông qua phễu vào côn làm ba lớp, mỗi lớp chiếm khoảng một phần ba chiều cao của côn. Sau khi đổ từng lớp, dùng thanh thép tròn chọc đều trên toàn mặt hỗn hợp bê tông từ xung quanh vào giữa. Khi dùng côn  $N_1$  mỗi lớp chọc 25 lần. Khi dùng côn  $N_2$  mỗi lớp chọc 56 lần. Lớp đầu chọc suốt chiều sâu, các lớp sau chọc xuyên sâu vào lớp trước từ 20 mm đến 30 mm. Ở lớp thứ ba, vừa chọc vừa cho thêm hỗn hợp bê tông để giữ mức hỗn hợp bê tông luôn đầy hơn miệng côn.

Chọc xong lớp thứ ba, nhắc phễu ra, lấy bay gạt phẳng miệng côn và dọn sạch xung quanh đáy côn. Dùng tay ghi chặt côn xuống nền rồi thả chân khỏi góì đặt chân. Từ từ nhắc côn thẳng đứng trong khoảng thời gian từ 5 s đến 10 s.

Đặt đứng côn sang bên cạnh khối hỗn hợp bê tông, đo chênh lệch chiều cao giữa miệng côn với điểm cao nhất của khối hỗn hợp bê tông với độ chính xác tới 5 mm.

Quá trình thí nghiệm phải được tiến hành liên tục, không ngắt quãng. Thời gian thí nghiệm tính từ lúc bắt đầu đổ hỗn hợp bê tông vào côn cho tới thời điểm nhắc côn khỏi khối hỗn hợp bê tông không quá 150 s.

Nếu khối hỗn hợp bê tông sau khi nhắc côn lên bị đổ thì phải tiến hành lấy mẫu khác theo TCVN 3105:1993 để thử lại.

#### **3.2.2.5. Biểu thị kết quả**

Khi dùng côn  $N_1$ , độ sụt của hỗn hợp bê tông là giá trị chênh lệch chiều cao côn với điểm cao nhất của khối hỗn hợp bê tông.

Khi dùng côn  $N_2$ , độ sụt của hỗn hợp bê tông được tính bằng chênh lệch chiều cao côn với điểm cao nhất của khối hỗn hợp bê tông nhân với hệ số chuyển đổi về côn  $N_1$  bằng 0,67.

### **3.2.3. Phương pháp vebe xác định độ cứng (TCVN 3107:1993)**

#### **3.2.3.1. Phạm vi áp dụng**

Quy định phương pháp xác định độ cứng của hỗn hợp bê tông cứng thuộc các nhóm C1 và C2 (quy định trong Bảng 1, TCVN 9340:2012) bằng nhót kế Vebe.

Chỉ áp dụng cho hỗn hợp bê tông sử dụng cốt liệu có kích thước hạt lớn nhất đến 40 mm và không xác định được độ sụt theo TCVN 3106:1993.

Độ cứng của hỗn hợp bê tông được xác định bằng thời gian cần thiết để đầm phẳng, chặt một khối hỗn hợp bê tông hình nón cụt sau khi tạo hình trong nhót kế Vebe.

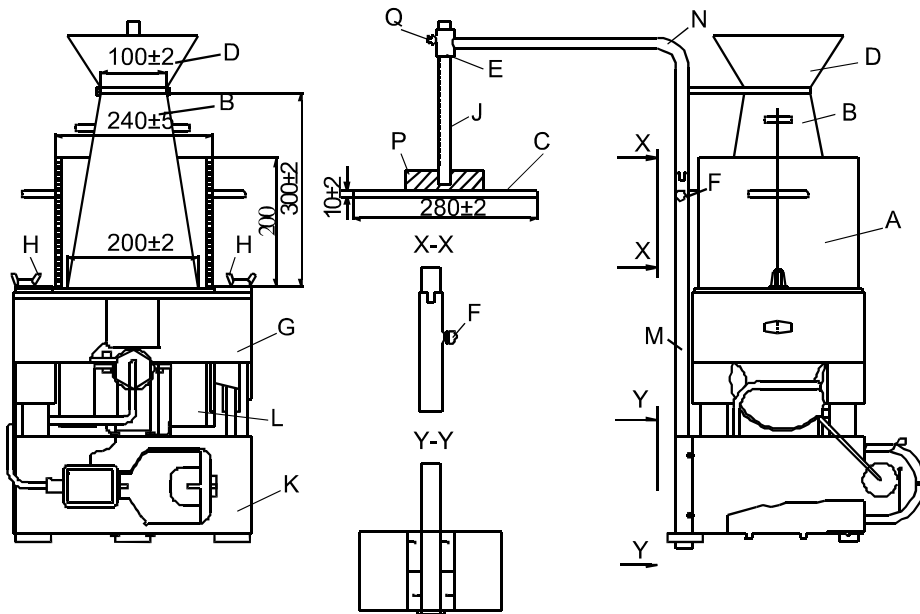
### 3.2.3.2. Thiết bị, dụng cụ

**Bàn rung** với nhót kế khi chưa có hỗn hợp bê tông phải đảm bảo có tần số dao động  $(2900 \pm 100)$  r/min và biên độ dao động  $(0,5 \pm 0,01)$  mm. Bàn rung cần có bộ phận để kẹp chặt nhót kế. Nếu bộ phận này có cấu tạo theo nguyên tắc điện từ thì thanh trượt (J) và đệm thép (P) phải được thay bằng vật liệu không nhiễm từ.

**Nhót kế Vebe** (Hình 3.2) được làm bằng thép gồm một thùng hình trụ đáy kín (A), bên trong đặt một côn tạo hình hỗn hợp bê tông (B), và một phễu đổ hỗn hợp (D). Trên thùng có một đĩa mica phẳng (C). Đĩa này có thể trượt tự do theo phương thẳng đứng nhờ thanh trượt (J) gắn với một tay đỡ (N). Tay đỡ (N) trượt hoặc giữ cố định bằng vít hãm (F) trong ống (M) bắt cố định với đế bàn rung (K). Tổng khối lượng đĩa mica, thanh trượt và đệm thép (P) dùng để căn chỉnh khối lượng bằng  $(2750 \pm 50)$  g.

**Thanh thép tròn, trơn** đường kính 16 mm, dài 600 mm, hai đầu múp tròn.

**Đồng hồ bấm giây** có khả năng xác định thời gian chính xác đến 1 s.



CHÚ DẪN:

- |                           |                                 |                   |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------|
| A) Thùng hình trụ đáy kín | B) Côn tạo hình hỗn hợp bê tông | C) Đĩa mica phẳng |
| D) Phễu đổ hỗn hợp        | E) Bạc dẫn hướng                | F) Vít hãm        |
| G) Mặt bàn rung           | H) Bu lông neo                  | J) Thanh trượt    |
| K) Đế bàn rung            | L) Bộ chấn động                 | M) Ống            |
| N) Tay đỡ                 | P) Đệm thép                     | Q) Vít            |

**Hình 3.2** - Mô tả nhót kế Vebe

### **3.2.3.3. Mẫu thử**

Lấy và chuẩn bị mẫu hỗn hợp bê tông tiến hành theo TCVN 3105:1993.

Thể tích hỗn hợp bê tông cần lấy không ít hơn 8 L.

### **3.2.3.4. Cách tiến hành**

Dùng giẻ ẩm lau mặt trong của côn và các dụng cụ khác sẽ tiếp xúc với hỗn hợp bê tông trong quá trình thí nghiệm.

Kẹp chặt thùng hình trụ (A) của nhót kế lên mặt bàn rung (G), mở vít hãm (F) xoay đĩa mica (C) ra ngoài. Đặt côn (B) vào thùng, định vị côn (B) bằng vòng giữ và đặt phễu (D) lên miệng côn.

Đổ hỗn hợp bê tông qua phễu vào côn (B) làm ba lớp, mỗi lớp chiếm khoảng một phần ba chiều cao của côn. Sau khi đổ từng lớp, dùng thanh thép tròn chọc đều trên toàn mặt hỗn hợp bê tông từ xung quanh vào giữa, mỗi lớp chọc 25 lần. Lớp đầu chọc suốt chiều sâu, các lớp sau chọc xuyên sâu vào lớp trước từ 20 mm đến 30 mm. Ở lớp thứ ba, vừa chọc vừa cho thêm hỗn hợp bê tông để giữ mức hỗn hợp bê tông luôn đầy hơn miệng côn. Chọc xong lớp thứ ba, nhắc phễu ra, lấy bay gạt phẳng miệng côn và dọn sạch xung quanh đáy côn. Sau đó, từ từ nhắc côn ra khỏi khối hỗn hợp bê tông.

Mở vít (F) xoay tay đỡ (N) và đĩa mica (C) lên phía trên khối hỗn hợp vào vị trí sao cho tâm đĩa trùng với tâm thùng rồi siết vít (F) hãm chặt tay đỡ.

Từ từ mở vít (Q) hạ đĩa xuống mặt trên của khối hỗn hợp bê tông, đọc giá trị độ sụt của hỗn hợp theo vạch khắc ở thanh trượt. Sau đó đồng thời bật đầm rung và bấm đồng hồ giây. Theo dõi sự lún dần của khối hỗn hợp bê tông và đĩa mica. Tiến hành rung cho tới khi thấy hồ xi măng vừa phủ kín mặt dưới của đĩa mica thì tắt đồng hồ và ngừng rung. Ghi lại thời gian đo được.

### **3.2.3.5. Biểu thị kết quả**

Độ cứng của hỗn hợp bê tông được tính bằng giây, chính xác tới 1 s.

Nếu thời gian đo được nhỏ hơn 5 s hoặc lớn hơn 30 s, hỗn hợp bê tông được coi là không thích hợp để xác định độ cứng theo phương pháp Vebe.

## **3.2.4. Phương pháp xác định khối lượng thể tích (TCVN 3108:1993)**

### **3.2.4.1. Thiết bị, dụng cụ**

Thiết bị sử dụng xác định khối lượng thể tích bao gồm:

- Thùng kim loại hình trụ, dung tích 5 L hoặc 15 L với đường kính trong và chiều cao bằng nhau và tương ứng bằng 186 mm và 267 mm;

- Thiết bị đầm, theo quy định như trong 5.7, TCVN 3105:1993;
- Cân kỹ thuật, có độ chính xác tới 25 g khi thử bằng thùng dung tích 5 L;
- Cân kỹ thuật, có độ chính xác tới 50 g khi thử bằng thùng dung tích 15 L;
- Thước lá, bằng thép dài 400 mm.

#### **3.2.4.2. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử**

Lấy mẫu hỗn hợp bê tông tiến hành theo TCVN 3105:1993.

Thể tích hỗn hợp bê tông cần lấy:

- Không nhỏ hơn 8 L nếu kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu trong hỗn hợp bê tông nhỏ hơn hoặc bằng 40 mm;
- Không nhỏ hơn 24 L nếu kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu trong hỗn hợp bê tông tới 70 mm.

#### **3.2.4.3. Cách tiến hành**

Dùng thùng dung tích 5 L để thử hỗn hợp bê tông sử dụng cốt liệu có kích thước hạt lớn nhất nhỏ hơn hoặc bằng 40 mm, thùng 15 L để thử hỗn hợp bê tông sử dụng cốt liệu có kích thước hạt lớn nhất tới 70 mm.

Xác định khối lượng thùng hoặc khuôn ( $m_1$ ) chính xác tới 0,2 %.

Đổ và đầm hỗn hợp bê tông trong thùng hoặc khuôn tiến hành theo quy định. Dùng thước lá bằng thép cắt bỏ phần hỗn hợp thừa sau khi đầm, gạt mặt hỗn hợp cho bằng với miệng thùng hoặc khuôn. Dùng giẻ lau sạch hỗn hợp dính bên ngoài rồi cân xác định khối lượng của thùng hoặc khuôn có chứa hỗn hợp bê tông ( $m$ ) chính xác tới 0,2 %.

#### **3.2.4.4. Biểu thị kết quả**

Khối lượng thể tích của hỗn hợp bê tông ( $\gamma_0$ ), được tính bằng kilôgam trên mét khối ( $\text{kg/m}^3$ ), và làm tròn tới  $10 \text{ kg/m}^3$  theo công thức:

$$\gamma_0 = \frac{m - m_1}{V} \times 1000$$

Trong đó:

- $m$  - Khối lượng thùng hoặc khuôn có chứa hỗn hợp bê tông, tính bằng kilôgam (kg);
- $m_1$  - Khối lượng của thùng hoặc khuôn không chứa hỗn hợp bê tông, tính bằng kilôgam (kg);
- $V$  - Thể tích của thùng hoặc khuôn, tính bằng lít (L).

### **3.2.5. Phương pháp xác định độ tách vữa và độ tách nước (TCVN 3109:1993)**

#### **3.2.5.1. Thiết bị, dụng cụ**

a) *Thiết bị sử dụng xác định độ tách vữa bao gồm:*

- Khuôn thép, kích thước 200 mm x 200 mm x 200 mm;
- Bàn rung, có tần số dao động  $(2800 \pm 200)$  r/min, biên độ dao động  $(0,5 \pm 0,01)$  mm;
- Thanh thép tròn đường kính 16 mm, dài 600 mm, hai đầu múp tròn;
- Cân kỹ thuật, có độ chính xác tới 50 g;
- Sàng, có kích thước lỗ sàng 5 mm;
- Thước lá kim loại, dài 300 mm;
- Tủ sấy, có nhiệt độ làm việc đến 200°C;
- Khay sắt.

b) *Thiết bị sử dụng xác định độ tách nước bao gồm:*

- Các thiết bị như thí nghiệm xác định độ tách vữa;
- Thùng kim loại hình trụ, dung tích 5 L hoặc 15 L với đường kính trong và chiều cao bằng nhau và tương ứng bằng 186 mm và 267 mm;
- Nắp đậy thùng, bằng kính hoặc thép;
- Ống đong nước, dung tích từ 50 mL đến 200 mL;
- Pipet, dung tích 5 mL.

#### **3.2.5.2. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử**

Thể tích mẫu hỗn hợp bê tông cần lấy để xác định độ tách vữa không nhỏ hơn 12 L.

Thể tích mẫu hỗn hợp bê tông cần lấy để xác định độ tách nước không nhỏ hơn hơn 8 L nếu kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu trong hỗn hợp bê tông nhỏ hơn hoặc bằng 40 mm và không nhỏ hơn 24 L nếu kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu trong hỗn hợp bê tông tới 70 mm.

Lấy mẫu hỗn hợp bê tông theo TCVN 3105:1993.

#### **3.2.5.3. Cách tiến hành**

a) *Xác định độ tách vữa*

- Đổ và đầm chặt hỗn hợp bê tông trong khuôn kích thước 200mm x 200mm x 200mm theo quy định trong 5.7, TCVN 3105:1993. Sau đó tiến hành rung tiếp khuôn chứa hỗn hợp bê tông trên bàn rung trong khoảng thời gian 25 s đối với hỗn hợp

bê tông có tính công tác như nhóm D2, D3, D4 (quy định trong Bảng 3.1, TCVN 9340:2012) hoặc trong khoảng thời gian bằng 10 lần chỉ số độ cứng đối với hỗn hợp có tính công tác như nhóm D1, C1, C2, C3, C4 (quy định trong Bảng 3.1, TCVN 9340:2012).

- Sau khi rung, xúc phần hỗn hợp bê tông phía trên (dày khoảng từ 95 mm đến 105 mm) vào một khay và phần dưới vào một khay khác. Để chia hỗn hợp dễ dàng, có thể tháo thành khuôn nếu sau khi tháo, khối hỗn hợp bê tông đã đầm ở trong khuôn không bị đổ.

- Cân riêng từng khay hỗn hợp bê tông (m) rồi đổ hỗn hợp bê tông vào sàng có kích thước lỗ sàng 5 mm. Dùng nước tráng sạch khay và đổ vào sàng. Rửa phần hỗn hợp bê tông bằng nước cho tới khi nước rửa hết đục. Đổ phần cốt liệu còn lại trên sàng vào lại khay và sấy khay cốt liệu tới khối lượng không đổi ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C. Cân lượng cốt liệu trong khay ( $m_1$ ).

Thao tác trên được tiến hành riêng rẽ cho hai phần hỗn hợp bê tông phía trên và phía dưới khuôn.

#### *b) Xác định độ tách nước*

- Đổ và đầm hỗn hợp bê tông vào thùng 5 L hoặc 15 L tiến hành theo quy định trong TCVN 3105:1993. Mức hỗn hợp bê tông sau khi đầm không chế thấp hơn miệng thùng khoảng từ 5 mm đến 15 mm.

- Đậy nắp thùng và để cố định trong khoảng 90 min. Dùng ống pipet hút hết lượng nước tách ra trên bề mặt vào ống đong hoặc dùng thước lá kim loại đo chiều cao của lớp nước tách ra tại ba vị trí khác nhau.

#### **3.2.5.4. Biểu thị kết quả**

##### *a) Xác định độ tách vữa*

- Lượng vữa trong hỗn hợp bê tông ở phần trên (hoặc dưới) được tính bằng phần trăm (%), theo công thức:

$$V_{t(d)} = \frac{m - m_1}{m} \times 100$$

Trong đó:

$V_{t(d)}$  - Lượng vữa trong hỗn hợp bê tông ở phần trên (hoặc dưới), tính bằng phần trăm (%);

$m$  - Khối lượng hỗn hợp bê tông ở phần trên (hoặc dưới), tính bằng gam (g);

$m_1$  - Khối lượng cốt liệu ở phần trên (hoặc dưới) đã được sấy khô, tính bằng gam (g).

- Độ tách vữa của hỗn hợp bê tông ( $T_v$ ) được tính bằng phần trăm (%), làm tròn tới 1 % theo công thức:

$$T_v = \frac{|V_i - V_d|}{V_i + V_d} \times 100$$

Trong đó:

$V_i$  - Lượng vữa trong hỗn hợp bê tông ở phần trên, tính bằng phần trăm (%), xác định theo công thức trên;

$V_d$  - Lượng vữa trong hỗn hợp bê tông ở phần dưới, tính bằng phần trăm (%), xác định theo công thức trên.

*b) Xác định độ tách nước*

Độ tách nước của hỗn hợp bê tông ( $T_n$ ) được tính bằng phần trăm (%), làm tròn tới 1 % theo công thức:

$$T_n = \frac{V_n}{V} \times 100$$

Hoặc:

$$T_n = \frac{h_n}{h} \times 100$$

Trong đó:

$V_n$  - Thể tích nước tách ra, tính bằng mililít (mL);

$V$  - Thể tích hỗn hợp bê tông trong thùng trước khi hút nước tách ra, tính bằng mililít (mL);

$h_n$  - Chiều cao trung bình của lớp nước tách ra (tính bằng trung bình cộng chiều cao tại ba vị trí), tính bằng milimét (mm);

$h$  - Chiều cao hỗn hợp bê tông trong thùng trước khi hút nước tách ra (tính bằng trung bình cộng chiều cao tại ba vị trí), tính bằng milimét (mm).

### **3.2.6. Phương pháp xác định hàm lượng bọt khí (TCVN 3111:1993)**

#### **3.2.6.1. Mục tiêu áp dụng**

Phương pháp dùng áp lực để xác định hàm lượng bọt khí của hỗn hợp bê tông nặng sau khi được đầm chặt.

Áp dụng cho hỗn hợp bê tông có cốt liệu đặc chắc có kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu tới 50 mm.

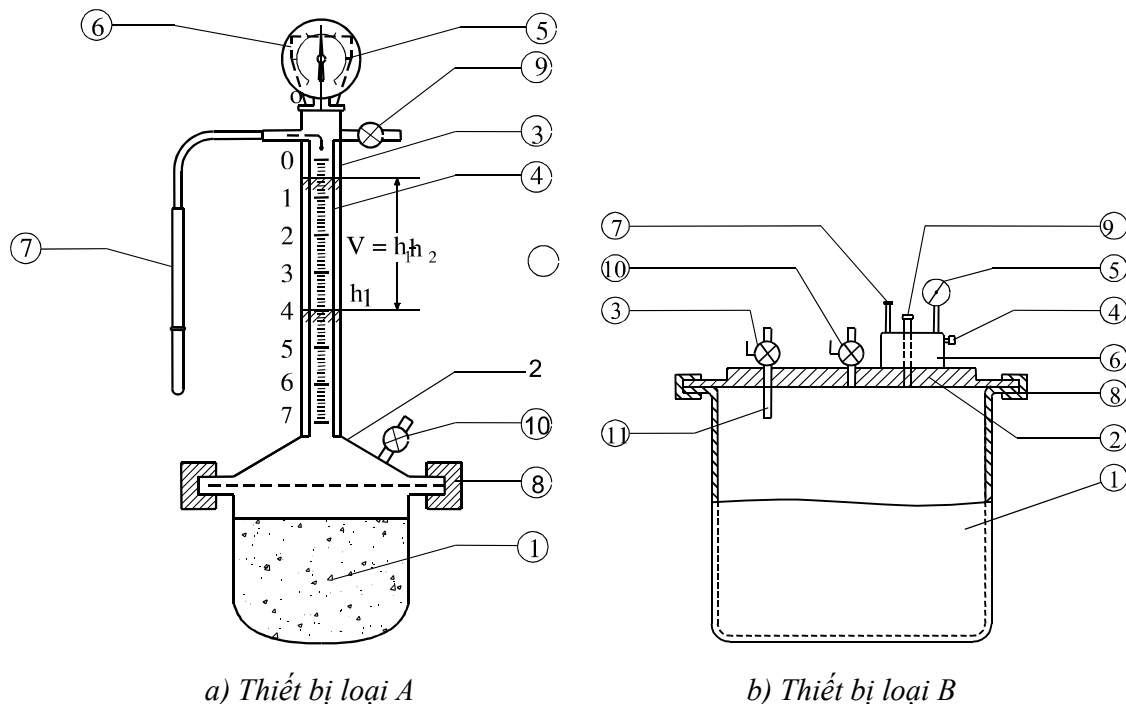


### 3.2.6.2. Thiết bị, dụng cụ

#### a) Thiết bị thử hàm lượng bọt khí

Có hai loại thiết bị thử: Loại A (Hình 3.3a) và loại B (Hình 3.3b). Thiết bị gồm hai bộ phận chính:

- Bộ phận bình chứa mẫu (1): Làm bằng kim loại cứng và không bị ăn mòn bởi hồ xi măng. Bình có dạng hình trụ, với đường kính bằng từ 0,75 đến 1,25 lần chiều cao, có thể tích xấp xỉ 6 L. Miệng bình được chế tạo đảm bảo sự kín khít khi được gắn với bộ phận nắp đậy phía trên.



a) Thiết bị loại A

b) Thiết bị loại B

#### CHÚ DẪN

- 1 Bình chứa mẫu
- 2 Nắp đậy
- 3 Ống trụ
- 4 Ống thủy tinh khắc độ
- 5 Áp kế
- 6 Phễu
- 7 Bơm
- 8 Bulông hãm hoặc khoá kẹp
- 9 Van chỉnh áp
- 10 Van xả áp

#### CHÚ DẪN

- 1 Bình chứa mẫu
- 2 Nắp đậy
- 3 Van cấp nước
- 4 Van xả áp buồng khí
- 5 Đồng hồ hiển thị
- 6 Buồng khí
- 7 Bơm
- 8 Bulông hãm hoặc khoá kẹp
- 9 Van khí chính
- 10 Van xả áp
- 11 Ống phụ sử dụng hiệu chuẩn thiết bị

**Hình 3.3 - Thiết bị thí nghiệm xác định hàm lượng bọt khí**

- Bộ phận nắp đậy (2): Bộ phận này cũng được làm bằng kim loại cứng và chịu được xâm thực của hồ xi măng. Nắp được chế tạo dạng mặt bích hoặc hình dạng phù hợp để đảm bảo sự kín khít giữa bình chứa và nắp đậy. Nắp bình được liên kết với bình bằng gioăng cao su và các bu lông hãm hoặc khoá kẹp (8).

Trên nắp gắn các bộ phận sử dụng trong khi xác định hàm lượng bọt khí:

Đối với Bình thử loại A: Gồm một ống trụ nhỏ (3) trong có đặt một ống thủy tinh khắc độ chỉ thị hàm lượng bọt khí. Đầu ống trụ có các nhánh để gắn áp kế (5), phễu (6), bơm (7) và van chỉnh áp (9). Trên nắp bình có gắn van xả áp (10).

Đối với Bình thử loại B: Gồm van cấp nước (3); van xả áp (10); buồng khí (6) có các nhánh gắn với đồng hồ hiển thị hàm lượng bọt khí (5) có vạch chỉ thị ban đầu và dải chỉ thị đo hàm lượng bọt khí, cần bơm áp suất (7), van khí chính (9) và van xả áp buồng khí (4).

Toàn bộ thiết bị phải được chế tạo đủ cứng để không bị biến dạng thể tích quá 0,1 % giá trị hàm lượng bọt khí dưới tác dụng của áp lực thử.

b) *Que chọc*, đường kính 16 mm, dài không ít hơn 400 mm được vê tròn đầu.

c) *Bàn rung*, phù hợp với quy trình đầm mẫu mô tả trong TCVN 3105:1993.

d) *Thanh gạt*: Là tấm kim loại phẳng hình chữ nhật dày ít nhất 3 mm, rộng 20 mm, dài 300 mm.

e) *Ống hiệu chuẩn*: ống trụ bằng thủy tinh hoặc kim loại có dung tích phù hợp (tính bằng phần thể tích tương ứng với tỷ lệ hàm lượng bọt khí trong bê tông so với thể tích của bình thử). Chiều cao của ống hiệu chuẩn thấp hơn chiều cao bình thử từ 10 mm đến 20 mm.

f) *Tấm kính*, phẳng dày từ 3 mm đến 4 mm.

g) *Lò xo, hoặc dụng cụ thích hợp* để giữ và định vị ống hiệu chuẩn trong quá trình thử.

h) *Sàng*, kích thước mắt sàng 0,15 mm.

i) *Cân kỹ thuật*, 1 kg với độ chính xác 0,5 g.

k) *Cân kỹ thuật*, 20 kg với độ chính xác 5 g.

l) *Búa cao su, bay, quả bóp bằng cao su và các phụ kiện khác*.

### **3.2.6.3. Chuẩn bị mẫu thử**

Thể tích mẫu hỗn hợp bê tông cần lấy để xác định hàm lượng bọt khí là khoảng 8 L.

Lấy và chuẩn bị mẫu thử tiến hành theo TCVN 3105:1993.

#### **3.2.6.4. Cách tiến hành**

##### *a) Đổ, đầm mẫu trong bình chứa mẫu (1) và làm phẳng bề mặt mẫu*

- Khi hỗn hợp bê tông có tính công tác như nhóm C1, C2, D1, D2 (Bảng 1 - TCVN 9340:2012), sử dụng máy đầm để đầm mẫu theo TCVN 3105:1993.

- Khi hỗn hợp bê tông có tính công tác như nhóm D3, D4 (Bảng 1 - TCVN 9340: 2012), sử dụng que chọc để đầm mẫu theo quy trình như sau: Đổ hỗn hợp bê tông vào trong bình chứa mẫu làm 3 lớp có thể tích gần bằng nhau. Mỗi lớp đầm 25 lần, đầm phân bố đều trên toàn bộ bề mặt mẫu. Sau mỗi lớp đầm dùng búa cao su gõ nhẹ xung quanh thành bình 10 đến 15 lần. Lớp đầu tiên đầm hết chiều dày lớp hỗn hợp bê tông nhưng không chạm vào đáy bình. Các lớp sau đầm chọc sâu vào lớp trước 20 mm đến 30 mm.

Sau khi đầm mẫu, dùng thanh gạt gạt phẳng bề mặt hỗn hợp bê tông.

Lau sạch miệng bình và nắp đậy. Lắp nắp bình lên miệng bình thử, đóng các khoá kẹp (8) đảm bảo sự kín khít giữa nắp bình và miệng bình.

##### *b) Tiến hành thao tác thử*

- Quy trình thao tác cho thiết bị loại A:

+ Khoá van xả áp (10). Sau đó cẩn thận đổ nước đầy tới miệng bình, tránh không để nước sục vào hỗn hợp bê tông, đặt gioăng cao su, đậy và xiết chặt nắp bình bằng bulông hoặc khoá kẹp (8).

+ Qua lỗ trên đỉnh ống trụ đổ tiếp nước vào bình tới vạch chỉ số "0". Tiếp đó khoá kín van chỉnh áp rồi dùng bơm tạo áp lực yêu cầu P (xác định theo A.5, phụ lục A) xuống cột nước trong ống trụ. Ghi lại chỉ số trên cột nước ( $h_1$ ) tại thời điểm đạt áp lực P.

+ Mở van chỉnh áp (9) để xả hết áp suất trong ống trụ và ghi lại giá trị chỉ số cột nước ( $h_2$ ) trên ống trụ.

+ Xác định giá trị hàm lượng bọt khí V tính bằng phần trăm chính xác đến 0,1 % như sau:

$$V = h_1 - h_2$$

Trong đó:

$h_1, h_2$  - Giá trị chỉ số cột nước trên ống trụ, tính bằng phần trăm (%) chính xác đến 0,1 %.

- Quy trình thao tác cho thiết bị loại B:

+ Đóng van khí chính (9) giữa buồng khí và bình đo. Mở van cấp nước (3) và van xả áp (10) trên miệng bình. Đổ nước vào bình qua van cấp nước cho đến khi nhìn

thấy nước trào ra ở van xả áp. Rung nhẹ bình đến khi thấy bọt khí thoát ra từ van này. Đóng van xả áp của buồng khí (4).

+ Dùng bơm (7) bơm tạo áp suất trong buồng khí cho đến khi kim chỉ thị trên đồng hồ đo (5) dừng ở vạch áp lực ban đầu. Đợi trong vài giây để không khí nén trong buồng khí nguội đến nhiệt độ bình thường. Điều chỉnh lại kim chỉ thị cho về vạch ban đầu bằng cách bơm thêm hoặc xả bớt khí. Dùng tay gõ nhẹ lên mặt đồng hồ sau đó đóng hai van xả áp và van cấp nước.

+ Mở van khí chính (9) nối giữa buồng khí và bình đo. Dùng búa gõ nhẹ lên thành bình. Sau đó dùng tay gõ nhẹ lên mặt đồng hồ để làm kim chỉ thị ổn định và đọc giá trị hàm lượng bọt khí (V) trên đồng hồ đo. Sau đó, đóng van khí chính rồi mở van xả khí của buồng khí rồi mới xả van xả áp để tránh nước tràn vào buồng khí.

### 2.6.5. Biểu thị kết quả

Hàm lượng bọt khí trong hỗn hợp bê tông ( $V_k$ ) được tính bằng phần trăm (%) chính xác đến 0,1 % theo công thức:

$$V_k = V - G \quad (3.1)$$

Trong đó:

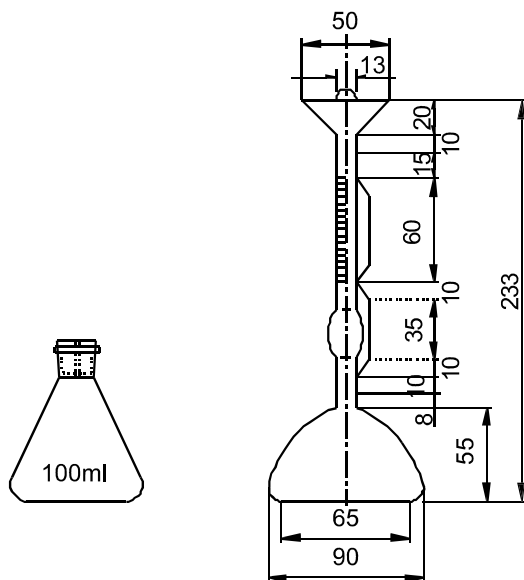
- V - Hàm lượng bọt khí biểu kiến, tính bằng phần trăm (%);
- G - Giá trị hiệu chuẩn ảnh hưởng của cốt liệu, xác định theo phụ lục B, tính bằng phần trăm (%);

## 2.7. Phương pháp xác định khối lượng riêng (TCVN 3112:1993)

### 2.7.1. Thiết bị, dụng cụ

Thiết bị sử dụng xác định khối lượng riêng bao gồm:

- Bình tỷ trọng, (Hình 3.4a)
- hoặc bình tam giác dung tích 100 mL có nút thủy tinh và ống mao quản (Hình 3.4b);
- Cân kỹ thuật, có độ chính xác tới 0,01 g;
- Búa con;
- Cối chà đồng;
- Bình hút ẩm;
- Tủ sấy, có nhiệt độ làm việc đến 200°C;



**Hình 3.4** - Thiết bị thí nghiệm xác định khối lượng riêng  
a) Bình tam giác; b) Bình tỷ trọng.

- Nước cất;
- Dầu hoả;
- Cồn 90°;
- Sàng, có kính thước lỗ sàng 0,08 mm và 2 mm hoặc 2,5 mm.

### **3.2.7.2. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử**

- Lấy và chuẩn bị ba viên mẫu hình dạng bất kỳ, TCVN 3105:1993.
- Đập nhỏ các viên mẫu thành các hạt đảm bảo lọt qua sàng 2,5 mm. Trộn đều, rút gọn dần mẫu tới còn khoảng 200 g bằng cách dàn đều mẫu thành hình bánh đa, vạch hai đường kính chia mẫu thành bốn phần, lấy hai phần bất kỳ đối đỉnh.
- Dùng chày đồng tán nhỏ mẫu thành bột trong cối đồng đến khi toàn bộ bột lọt qua sàng có kích thước lỗ sàng 0,08 mm. Sấy bột tới khối lượng không đổi ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C. Đặt mẫu thử vào bình hút ẩm và để nguội đến nhiệt độ phòng thí nghiệm. Từ bột đã để nguội, cân lấy hai mẫu, mỗi mẫu 50 g để thử song song.

### **3.2.7.3. Tiến hành thử**

- Thí nghiệm bằng bình tỷ trọng:
 

Đổ dầu hỏa vào bình tới vạch số 0. Dùng bông thấm sạch phần dầu dính ở cổ bình rồi đổ 50 g mẫu qua phễu vào bình. Xoay lắc bình quanh trục thẳng đứng trong 10 min cho không khí thoát ra hết rồi đo thể tích dầu tăng lên (V).
- Thí nghiệm bằng bình tam giác:
 

Đổ mẫu thử vào bình đã rửa sạch, sấy khô (hoặc rửa cồn để khô) và cân sẵn ( $m_1$ ). Cân bình chứa mẫu ( $m_2$ ). Đổ dầu hỏa vào bình. Xoay lắc bình quanh trục thẳng đứng trong 10 min cho không khí thoát ra hết. Đổ thêm dầu hỏa vào đầy bình. Cắm ống mao quản vào miệng bình, dùng bông thấm sạch phần dầu dính bên ngoài bình rồi cân bình chứa dầu và mẫu ( $m_3$ ). Sau đó, đổ mẫu thử ra, rửa sạch bình. Đổ nước cất vào đầy bình. Cắm ống mao quản vào miệng bình, dùng bông thấm sạch nước dính bên ngoài rồi cân ( $m_4$ ).

### **3.2.7.4. Biểu thị kết quả**

- Khối lượng riêng của mẫu thử ( $\rho$ ), khi thử bằng bình tỷ trọng, được tính bằng gam trên centimét khối ( $\text{g/cm}^3$ ) chính xác tới 0,01  $\text{g/cm}^3$  theo công thức:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Trong đó:

- m - Khối lượng bột, tính bằng gam (g);
- V - Thể tích dầu do mẫu chiếm chỗ, tính bằng centimét khối ( $\text{cm}^3$ ).

- Khối lượng riêng của mẫu thử ( $\rho$ ), khi thử bằng bình tam giác, được tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g/cm}^3$ ), chính xác tới  $0,01 \text{ g/cm}^3$  theo công thức:

$$\rho = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_4 - m_1) \times \frac{1}{\rho_n} - (m_3 - m_2) \times \frac{1}{\rho_d}}$$

Trong đó:

$\rho_d$  - Khối lượng riêng của dầu hỏa, lấy bằng  $0,93 \text{ g/cm}^3$ ;

$\rho_n$  - Khối lượng riêng của nước, lấy bằng  $1 \text{ g/cm}^3$ ;

$m_1$  - Khối lượng bình không, tính bằng gam (g);

$m_2$  - Khối lượng bình chứa bột, tính bằng gam (g);

$m_3$  - Khối lượng bình chứa bột và dầu hỏa, tính bằng gam (g);

$m_4$  - Khối lượng bình chứa nước cất, tính bằng gam (g).

Khối lượng riêng của bê tông được tính bằng trung bình cộng kết quả của hai lần thử song song khi các kết quả thử chênh lệch nhau không quá  $0,02 \text{ g/cm}^3$ .

### **3.2.8. Phương pháp xác định độ hút nước (TCVN 3113:1993)**

#### **3.2.8.1. Thiết bị, dụng cụ**

Thiết bị sử dụng xác định độ chống thấm nước bao gồm:

- Cân kỹ thuật, có độ chính xác tới 5 g;
- Thùng ngâm mẫu;
- Tủ sấy, có nhiệt độ làm việc đến  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Khăn lau mẫu.

#### **3.2.8.2. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử**

Chuẩn bị mẫu xác định độ hút nước của bê tông theo tổ mẫu. Mỗi tổ mẫu gồm ba viên mẫu hình dạng bất kỳ. Có thể sử dụng tổ mẫu gồm hai viên mẫu.

Lấy và chuẩn bị mẫu tiến hành theo quy định trong. Các viên mẫu cần được lau hoặc rửa sạch bụi bẩn bám trên bề mặt.

#### **3.2.8.3. Cách tiến hành**

Đặt các viên mẫu vào thùng ngâm (các viên mẫu trụ và lăng trụ đặt nằm). Ngâm nước ngập một phần ba chiều cao mẫu trong vòng 1 h. Sau đó, đổ thêm nước ngập đến hai phần ba chiều cao mẫu và ngâm thêm 1 h nữa. Cuối cùng, đổ nước ngập quá mặt trên của mẫu khoảng 5 cm và giữ mức nước ở độ cao này. Cứ sau 24 h ngâm nước thì vớt mẫu ra một lần, dùng để ẩm lau ráo mặt ngoài rồi cân chính xác tới 0,5 %. Ngâm mẫu đến trạng thái bão hoà nước.

CHÚ THÍCH: Mẫu được coi là bão hoà nước khi chênh lệch giá trị khối lượng hai lần cân liên tiếp không quá 0,2 % so với khối lượng mẫu ở lần cân trước đó ( $m_1$ ).

Các viên mẫu bão hoà nước được đưa vào sấy ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C. Sau mỗi 24 h tiến hành cân xác định khối lượng mẫu. Sấy mẫu đến khi chênh lệch giá trị khối lượng của hai lần cân liên tiếp không quá 0,2 % khối lượng mẫu ở lần cân trước đó ( $m_0$ ).

Nếu mẫu không dùng vào mục đích khác sau khi thử độ hút nước thì cho phép đập nhỏ mẫu để sấy cho nhanh. Khi đó cần đảm bảo không mất các mảnh vỡ của mẫu.

#### **3.2.8.4. Biểu thị kết quả**

Độ hút nước của từng viên mẫu (H), tính bằng phần trăm khối lượng (%), được xác định theo công thức:

$$H = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100$$

Trong đó:

$m_1$  - Khối lượng viên mẫu ở trạng thái bão hoà nước, tính bằng gam (g);

$m_0$  - Khối lượng viên mẫu ở trạng thái sấy khô tới khối lượng không đổi, tính bằng gam (g).

Độ hút nước của tổ mẫu được tính bằng trung bình cộng độ hút nước của ba (hoặc hai nếu tổ mẫu chỉ gồm hai viên mẫu) viên mẫu với độ chính xác tới 0,1 %.

### **3.2.9. Phương pháp xác định độ mài mòn (TCVN 3114:1993)**

#### **3.2.9.1. Phạm vi áp dụng**

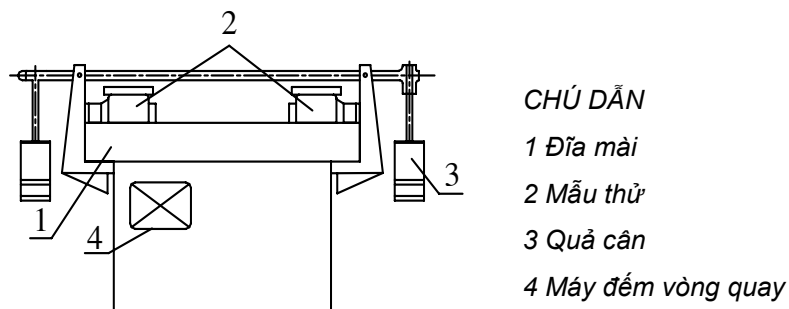
Áp dụng cho các loại bê tông chịu mài mòn bề mặt do người, vật liệu hoặc phương tiện thường xuyên đi lại gây ra (bê tông đường, tấm lát, bó vỉa, bậc cầu thang, tay vịn, xilô chứa, ...).

Tùy theo điều kiện làm việc của kết cấu, độ mài mòn của bê tông được xác định ở trạng thái khô tự nhiên trong không khí hoặc bão hoà nước.

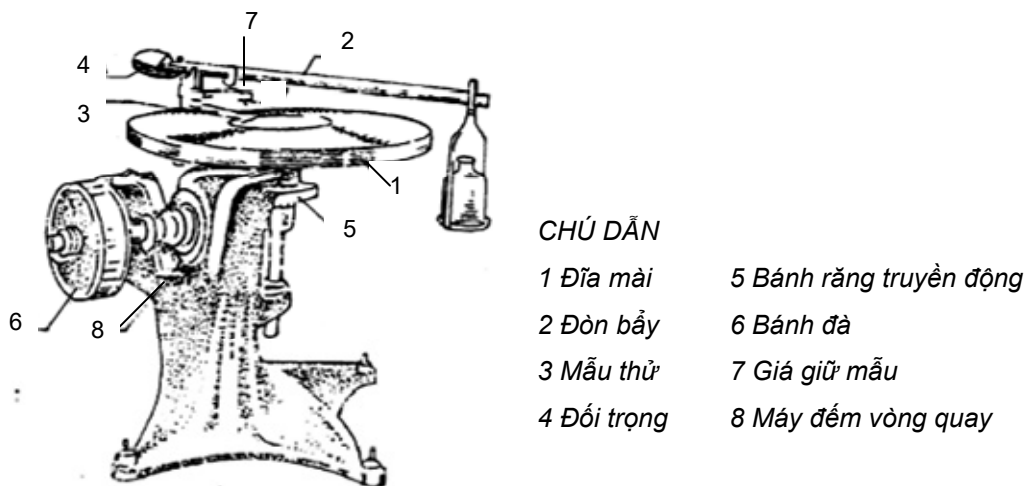
#### **3.2.9.2. Thiết bị, dụng cụ và vật liệu thử**

- Máy mài (Hình 3.5 và Hình 3.6); kiểu 1 hoặc kiểu 2 có bộ phận chủ yếu là một đĩa gang quay tròn với vận tốc ( $30 \pm 1$ ) r/min đặt trên một mặt phẳng nằm ngang. Đĩa gang này được gắn với một máy đếm vòng tự ngừng máy sau mỗi 30 m đường mài. Phần mài của đĩa là một vành tròn rộng khoảng 200 mm có độ cứng từ 30 đến 50 theo sere (hay từ 1850 N/mm<sup>2</sup> đến 2150 N/mm<sup>2</sup>) và có thể tháo lắp được. Vành mài này chỉ được phép sử dụng khi trên mặt mài không có các vết lõm sâu quá 0,5

mm và rộng quá 5 mm. Trong trường hợp không thoả mãn các yêu cầu trên, vành mài phải được láng lại hoặc thay bằng vành mới. Sát trên vành mài lắp một hoặc hai hộp khuôn và một hoặc hai đòn bẩy tương ứng. Đòn bẩy với một đầu là đối trọng, đầu kia là cân, còn điểm tựa luôn đè vào chính tâm hoặc điểm giữa mặt trên của viên mẫu. Đòn bẩy phải luôn tạo lên viên mẫu một áp lực không đổi và bằng 0,06 MPa trong suốt quá trình mài. Áp lực này được hiệu chỉnh bằng cự ly của quả đối trọng.



**Hình 3.5** - Sơ đồ máy thử độ mài mòn kiểu 1



**Hình 3.6** - Sơ đồ máy thử độ mài mòn kiểu 2

- Cân kỹ thuật có độ chính xác tới 0,1 g.
- Thước kẹp cơ khí.
- Cát mài:

Cát mài được sử dụng là cát tiêu chuẩn để thử xi măng đáp ứng yêu cầu của TCVN 139:1991.

- Cát mài là cát thạch anh tự nhiên có các chỉ tiêu thành phần được quy định như sau:
- + Hàm lượng silic dioxit trong cát không nhỏ hơn 98,0 %;
  - + Hàm lượng mất khi nung trong cát không lớn hơn 0,3 %;



+ Hàm lượng bụi và sét bản trong cát không lớn hơn 1,0 %;

+ Độ ẩm của cát không lớn hơn 0,5 %;

+ Cỡ hạt cát được phân bố theo cấp phối sau:

Trên sàng 1 mm :  $(0,5 \pm 0,5) \%$ ;

Từ 0,8 mm đến 1 mm :  $(5 \pm 2) \%$ ;

Từ 0,63 mm đến 0,8 mm :  $(45 \pm 5) \%$ ;

Từ 0,5 đến 0,63 mm :  $(49 \pm 5) \%$ ;

Nhỏ hơn 0,5 mm :  $\leq 8 \%$ .

### **3.2.9.3. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử**

Chuẩn bị mẫu xác định độ mài mòn theo tổ mẫu. Mỗi tổ mẫu gồm ba viên mẫu hình lập phương kích thước cạnh 70,7 mm hoặc hình trụ đường kính và chiều cao bằng 70,7 mm.

Lấy và chuẩn bị mẫu tiến hành theo TCVN 3105:1993. Các viên mẫu đúc hoặc mẫu khoan có kích thước lớn hơn được cắt về các viên mẫu có kích thước như quy định trong TCVN 3105:1993.

Chọn mặt chịu tác dụng mài mòn khi sử dụng làm mặt mài của mẫu.

Bê tông của kết cấu hoặc cấu kiện yêu cầu thử chỉ tiêu mài mòn để nghiệm thu ở trạng thái nào thì mài mẫu đúng ở trạng thái đó. Cách chuẩn bị mẫu về trạng thái cần thử thực hiện theo quy định của thiết kế hoặc theo chỉ dẫn kỹ thuật.

### **3.2.9.4. Cách tiến hành**

Cân mẫu thử chính xác tới 0,1 g ( $m_0$ ). Trên các mặt mẫu sẽ mài, tiến hành đo các cặp cạnh song song từng đôi của mẫu lập phương hoặc hai đường kính vuông góc nhau của mẫu trụ rồi tính diện tích mặt mẫu bị mài.

Sử dụng cát mài khô khi thử mẫu ở trạng thái khô tự nhiên trong không khí. Trên vành mài trải đều 20 g cát mài khô rồi đặt mẫu vào khuôn sao cho mẫu có thể di động tự do theo phương thẳng đứng. Tiếp đó, đè gối tựa của đòn bẩy lên tâm viên mẫu và dùng các quả cân gia tải mẫu cho đủ áp lực 0,06 MPa.

Bật cho đĩa quay. Sau 30 m đường mài (ứng với 28 vòng quay máy kiểu 1 hoặc 22 vòng quay máy kiểu 2) máy tự động dừng lại. Quét bỏ phần cát mài cũ, trải đều trên vành mài 20 g cát mài mới và bật máy cho đĩa quay. Lặp lại quy trình trên 5 lần thì đủ một chu kỳ với tổng số 150 m đường mài.

Sau chu kỳ thứ nhất, nhắc mẫu ra, xoay mẫu đi 90° quanh trục thẳng đứng rồi mài mẫu chu kỳ thứ hai với 150 m đường mài mới. Tiếp tục xoay mẫu 90° quanh trục

thẳng đứng và thực hiện chu kỳ thứ ba và thứ tư. Tiến hành đủ 4 chu kỳ (600 m đường dài).

Sau khi kết thúc 4 chu kỳ, nhắc mẫu ra, lau sạch rồi đem cân chính xác tới 0,1 g ( $m_4$ ).

Khi thử mẫu ở trạng thái bão hoà nước thì dùng mẫu đã ngâm bão hoà nước và cũng làm như trên với những thay đổi sau:

- Trước khi trải cát, đĩa mài được lau bằng giẻ ẩm;
- Cát mài phải là cát ướt tạo bằng cách trộn đều 20 g cát cho một mẻ mài với 15 ml nước;
- Khi kết thúc 4 chu kỳ mài, mẫu được ngâm trở lại vào nước 30 min. Sau khi kết thúc ngâm nước, dùng giẻ ẩm lau khô mặt ngoài mẫu rồi tiến hành cân xác định khối lượng.

#### **3.2.9.5. Biểu thị kết quả**

- Độ mài mòn của từng viên mẫu ( $M_m$ ), tính bằng gam trên centimet vuông ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ), được xác định theo công thức:

$$M_m = \frac{m_0 - m_4}{F}$$

Trong đó:

- $m_0$  - Khối lượng viên mẫu trước khi thử, tính bằng gam (g);
  - $m_4$  - Khối lượng viên mẫu sau 4 chu kỳ mài, tính bằng gam (g);
  - F - Diện tích mặt mẫu bị mài, tính bằng centimet vuông ( $\text{cm}^2$ ).
- Độ mài mòn của tổ mẫu được tính bằng trung bình cộng độ mài mòn của ba viên mẫu.

#### **3.2.10. Phương pháp xác định khối lượng thể tích (TCVN 3115:1993)**

##### **3.2.10.1. Phạm vi áp dụng**

Quy định phương pháp xác định khối lượng thể tích của bê tông nặng ở các trạng thái: sấy khô tới khối lượng không đổi, khô tự nhiên trong không khí, bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn và bão hòa nước.

##### **3.2.10.2. Thiết bị, dụng cụ**

Thiết bị sử dụng xác định khối lượng thể tích bao gồm:

- Cân kỹ thuật, có độ chính xác tới 50 g;
- Cân thủy tĩnh, có độ chính xác tới 50 g;

- Thước lá, kim loại;
- Bếp điện và thùng nấu paraffin;
- Tủ sấy, có nhiệt độ làm việc đến 200 °C.

### **3.2.10.3. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử**

Khối lượng thể tích của bê tông, tùy theo yêu cầu, được xác định ở một trong bốn trạng thái khác nhau về độ ẩm gồm:

- Sấy khô tới khối lượng không đổi;
- Khô tự nhiên trong không khí;
- Bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn;
- Bảo hoà nước.

Khối lượng thể tích của bê tông được xác định trên tổ mẫu gồm ba viên mẫu có hình khối lập phương, trụ, lăng trụ hoặc có hình dạng bất kỳ. Kích thước và thể tích tối thiểu của một viên mẫu phải thoả mãn quy định trong TCVN 3105:1993.

Sau khi lấy mẫu, các viên mẫu được đưa về trạng thái thử tương ứng như sau:

- Mẫu sấy khô tới khối lượng không đổi:

Sấy mẫu ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C. Sau mỗi 24 h sấy tiến hành cân, xác định khối lượng mẫu. Mẫu được coi là đã sấy khô tới khối lượng không đổi nếu ở lần cân sau khối lượng mẫu chênh lệch không quá 0,2 % so với khối lượng mẫu ở lần cân trước đó.

- Mẫu khô tự nhiên trong không khí:

Đề mẫu trong không khí ở nhiệt độ phòng ít nhất 7 ngày đêm.

- Mẫu bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn:

Đề mẫu trong vòng 20 ngày đêm ở nhiệt độ  $(27 \pm 2)$  °C, độ ẩm không nhỏ hơn 95 %.

- Mẫu bảo hoà nước

Đặt mẫu vào thùng ngâm, đổ nước ngập một phần ba chiều cao mẫu trong 1 h. Đổ tiếp nước tới hai phần ba chiều cao, mẫu ngâm thêm 1 h nữa. Sau cùng, đổ nước ngập trên mẫu khoảng 50 mm. Sau mỗi 24 h ngâm nước, vớt mẫu ra, dùng vải ẩm lau ráo mặt ngoài rồi tiến hành cân xác định khối lượng. Mẫu được coi là bảo hoà nước nếu ở lần cân sau khối lượng mẫu chênh lệch không quá 0,2 % so với khối lượng mẫu ở lần cân trước đó.

### **3.2.10.4. Cách tiến hành thử**

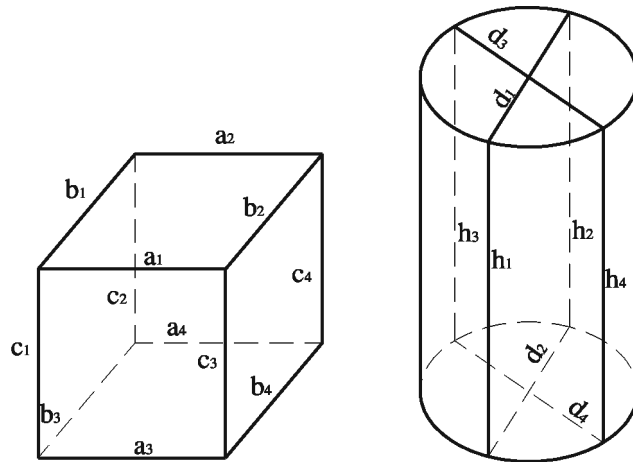
#### *a) Xác định khối lượng viên mẫu*

Cân từng viên mẫu chính xác tới 0,2 %.

Khối lượng thể tích bê tông yêu cầu xác định ở trạng thái nào thì phải cân các viên mẫu đã chuẩn bị ở trạng thái đó.

*b) Xác định thể tích viên mẫu*

Nếu viên mẫu là khối lập phương, trụ hay lăng trụ thì đo kích thước từng viên mẫu, tính bằng milimét (mm), theo chỉ dẫn ở Hình 3.7 rồi tính thể tích của từng viên mẫu (V), tính bằng milimét khối (mm<sup>3</sup>), theo các công thức:



**Hình 3.7** - Mô tả cách đo kích thước mẫu thử

$$a = \frac{1}{4} \times (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) \quad (3.2)$$

$$b = \frac{1}{4} \times (b_1 + b_2 + b_3 + b_4) \quad (3.3)$$

$$c = \frac{1}{4} \times (c_1 + c_2 + c_3 + c_4) \quad (3.4)$$

$$V = a \times b \times c \quad (3.5)$$

$$d = \frac{1}{4} \times (d_1 + d_2 + d_3 + d_4) \quad (3.6)$$

$$h = \frac{1}{4} \times (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (3.7)$$

$$V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times h \quad (3.8)$$

*c) Nếu viên mẫu không có hình khối đúng thì xác định thể tích tương ứng của từng viên mẫu bằng một trong hai cách sau:*

- Đối với các viên mẫu không có các lỗ rỗng kích thước nhỏ hơn 0,1 mm và thông nhau, buộc từng mẫu vào một sợi dây mảnh, ngâm mẫu một ngày trong nước. Khi ngâm, giữ mức nước ngập trên mẫu 20 mm. Sau đó nhấc mẫu ra, dùng vải ẩm lau ráo mặt ngoài rồi cân ngay. Trước tiên, cân bằng cân kỹ thuật ngoài không khí (m<sub>1</sub>). Tiếp đó, cân bằng cân thủy tĩnh. Khi thực hiện việc cân thủy tĩnh mẫu thì đặt viên

mẫu vào giá treo, từ từ thả giá treo cùng viên mẫu vào thủy bình tới khi nước ngập hết mẫu. Chờ cho nước tràn hết qua vòi tràn, lấy thăng bằng cân và ghi lại khối lượng mẫu đã cân ( $m_2$ ). Trước khi cân thủy tĩnh cần tiến hành hiệu chỉnh thăng bằng cân với giá treo không có mẫu sao cho giá treo nằm ở độ sâu đúng như sau này sẽ cân mẫu.

Thể tích viên mẫu ( $V$ ), tính bằng milimét khối ( $\text{mm}^3$ ) được xác định theo công thức:

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho_n} \times 1000$$

Trong đó:

$\rho_n$  - Khối lượng riêng của nước, lấy bằng  $0,001 \text{ g/mm}^3$ .

- Đối với các viên mẫu có các lỗ rỗng kích thước lớn hơn  $0,1 \text{ mm}$  và thông nhau thì không ngâm mẫu vào nước mà tiến hành sấy mẫu tới khoảng  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . Cân mẫu ( $m_1$ ) bằng cân kỹ thuật. Sau đó, buộc từng viên mẫu vào sợi dây mảnh rồi nhúng vài lần vào thùng parafin đã đun chảy để tạo ra lớp bọc dày chừng  $1 \text{ mm}$  kín xung quanh viên mẫu. Các bọt khí hoặc các vết nứt trên lớp bọc parafin được chà kín bằng thanh sắt hơi nóng. Để nguội rồi cân mẫu có lớp bọc parafin ( $m_2$ ). Tiếp theo tiến hành cân mẫu như ở mục (a) bằng cân thủy tĩnh ( $m_3$ ).

Thể tích viên mẫu ( $V$ ) khi đó, cũng tính bằng  $\text{cm}^3$  theo công thức

$$V = \left( \frac{m_2 - m_3}{\rho_n} - \frac{m_1 - m_2}{\rho_p} \right) \times 1000$$

Trong đó:

$\rho_n$  - Khối lượng riêng của nước, lấy bằng  $0,001 \text{ g/mm}^3$ ;

$\rho_p$  - Khối lượng riêng của parafin, lấy bằng  $0,00093 \text{ g/mm}^3$ .

### **3.2.10.5. Biểu thị kết quả**

- Khối lượng thể tích của từng viên mẫu ( $\gamma$ ), tính bằng kilôgam trên mét khối ( $\text{kg/m}^3$ ) xác định theo công thức:

$$\gamma = \frac{m}{V} \times 10^6$$

Trong đó:

$m$  - Khối lượng của viên mẫu ở trạng thái cần thử, tính bằng gam (g);

$V$  - Thể tích của viên mẫu, tính bằng milimet khối ( $\text{mm}^3$ ).

- Khối lượng thể tích của tổ mẫu được tính bằng trung bình cộng của ba kết quả thử trên ba viên mẫu trong tổ mẫu với độ chính xác tới  $10 \text{ kg/m}^3$ .

### 3.2.11. Phương pháp xác định độ chống thấm nước (TCVN 3116:1993)

#### 3.2.11.1. Phạm vi áp dụng

Quy định phương pháp xác định độ chống thấm nước của các loại bê tông nặng chế tạo trên cơ sở các chất kết dính thủy lực sử dụng cốt liệu có kích thước hạt lớn nhất đến 40 mm.

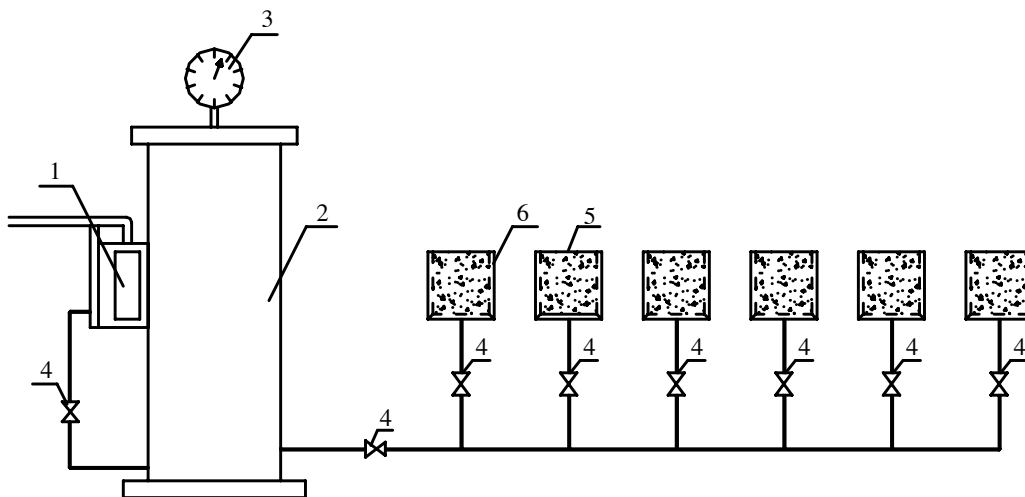
Độ chống thấm nước là khả năng bê tông không cho nước thấm qua dưới áp lực thủy tĩnh. Độ chống thấm nước được ký hiệu bằng chữ W. Chữ số là cấp áp lực thủy tĩnh lớn nhất mà ở đó mẫu thử chống thấm không bị nước xuyên qua (xem Bảng 3.4).

**Bảng 3.4**

Áp lực nước tối đa mà nước không xuyên qua, MPa	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Độ chống thấm nước	W2	W4	W6	W8	W10	W12	W14	W16	W18	W20

#### 3.2.11.2. Thiết bị, dụng cụ

- Máy thử độ chống thấm (sơ đồ nguyên tắc Hình 3.8).
- Tủ sấy có nhiệt độ làm việc đến 200 °C.
- Bàn chải sắt.



CHÚ DẪN: 1 Bơm; 2 Thùng đẳng áp; 3 Đồng hồ áp lực;  
4 Van chịu áp lực; 5 Buồng đặt mẫu thử

**Hình 3.8** - Sơ đồ nguyên tắc thí nghiệm độ chống thấm nước

### **3.2.11.3. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử**

- Chuẩn bị mẫu thử độ chống thấm nước theo tổ mẫu. Mỗi tổ mẫu gồm sáu viên mẫu theo TCVN 3105:1993 có chiều cao bằng 150 mm. Mẫu thử được chuẩn bị theo TCVN 3105:1993.

+ Tuổi mẫu thử: Kết cấu sản phẩm yêu cầu nghiệm thu chống thấm ở tuổi nào thì xác định độ chống thấm nước ở tuổi đó, nhưng không sớm hơn 28 ngày đêm.

+ Bảo quản mẫu thử: Trong thời gian 7 ngày đầu kể từ khi được tạo hình, mẫu thử được bảo dưỡng, đóng rắn trong điều kiện tương tự như điều kiện bảo dưỡng của kết cấu, sản phẩm. Sau đó mẫu thử được đưa vào bảo dưỡng trong điều kiện phòng dưỡng hộ ẩm.

+ Độ ẩm của mẫu thử: Mẫu thử được để tại phòng thí nghiệm một ngày trước khi lắp vào buồng thử chống thấm nước.

+ Nhiệt độ mẫu thử: Mẫu thử chống thấm được thử nghiệm ở nhiệt độ của phòng thí nghiệm.

+ Không được phép thử chống thấm trên các mẫu rỗ hoặc có các vết nứt. Trong trường hợp có các mẫu như vậy phải lặp lại việc đúc mẫu bằng đúng vật liệu đã thi công, đổ, đầm đúng như khi thi công hoặc khoan mẫu trực tiếp trên kết cấu cần thử.

- Trước khi tiến hành thử, phải dùng bàn chải sắt hoặc thiết bị tương tự tẩy sạch màng hồ xi măng trên mặt đáy và mặt hờ của mẫu thử.

- Tùy theo từng loại thiết bị, dùng vật liệu phù hợp làm kín bề mặt xung quanh của mẫu thử (quét sơn hoặc mỡ bi ô-tô, dùng parafin nóng chảy), đảm bảo trong quá trình thử nước chỉ thấm theo hướng từ mặt đáy đến mặt hờ của mẫu thử.

### **3.2.11.4. Cách tiến hành**

Kẹp chặt mẫu thử vào vị trí thử trong buồng đặt mẫu thử đảm bảo sự kín khít giữa mẫu thử và thiết bị thử.

Tùy theo thiết bị thử, phải đảm bảo cạnh nhỏ nhất của phần diện tích mặt tiếp xúc giữa mẫu thử với nước và mặt hờ để quan sát mẫu trong quá trình thử không nhỏ hơn 130 mm.

Bơm nước cho đầy các ống và khoang chứa, mở van xả hết không khí giữa các mẫu thử và cột nước bơm. Sau đó đóng van xả khí.

Bơm nước tạo áp lực tăng dần từng cấp, mỗi cấp 0,2 MPa. Thời gian giữ mẫu ở một cấp áp lực là 16 h.

Tiến hành tăng áp tới khi thấy trên mặt viên mẫu có xuất hiện nước xuyên qua. Khi đó, khoá van và ngừng thử viên mẫu bị nước xuyên qua đó.

Tiếp tục thử các viên còn lại. Dừng toàn bộ thí nghiệm thử thấm khi ba viên mẫu đã bị nước thấm qua.

### 3.2.11.5. Biểu thị kết quả

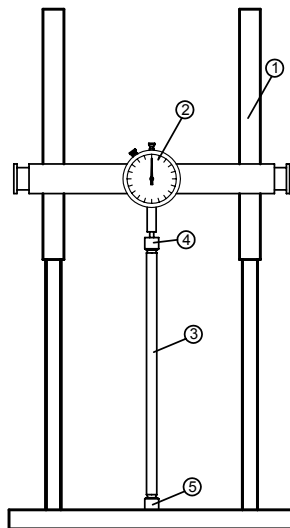
Độ chống thấm nước của mỗi viên mẫu thử là cấp áp lực lớn nhất mà ở đó nước chưa xuyên qua.

Độ chống thấm nước của tổ mẫu bê tông là cấp áp lực lớn nhất mà ở đó bốn trong sáu mẫu thử chưa bị nước xuyên qua.

### 3.2.12. Phương pháp xác định độ co (TCVN 3117:1993)

#### 3.2.12.1. Thiết bị, dụng cụ và vật liệu thử

- Khung đo co ngót (Hình 3.9).
- Đồng hồ, có độ chính xác tới 0,002 mm được gắn chặt với khung đo. Đầu tỳ của đồng hồ có bộ phận chốt hãm giữ mẫu và thanh chuẩn khi đo.

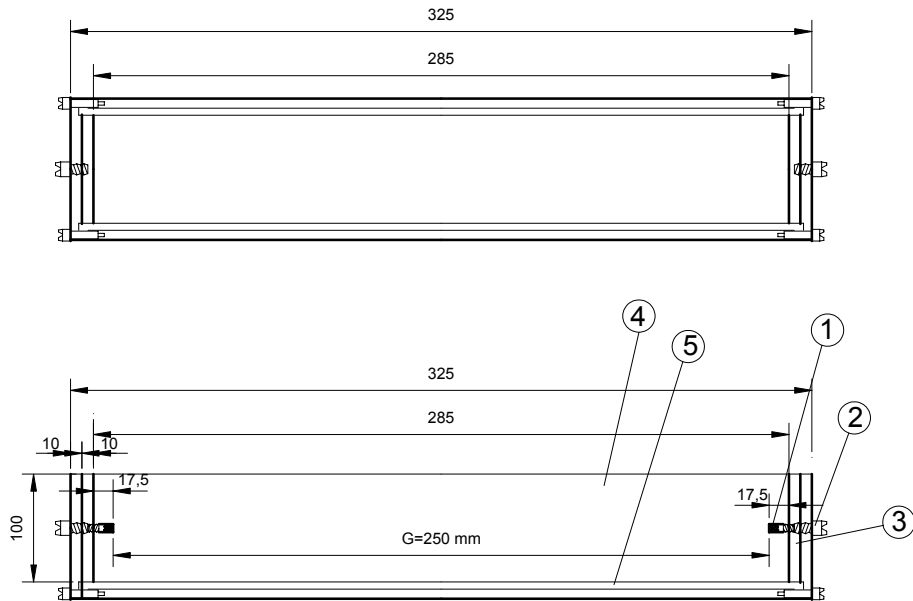


**Hình 3.9** - Khung đo độ co ngót

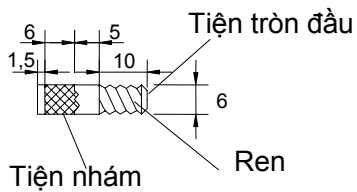
CHÚ DẪN: 1. Khung đo; 2. Đồng hồ đo  
3. Thanh chuẩn; 4. Điểm tựa trên; 5. Điểm tựa dưới.

- **Chốt đo**, có cấu tạo và kích thước theo hình vẽ (Hình 3.10b).
- **Khuôn đúc mẫu**, hình lăng trụ có cấu tạo và kích thước theo hình vẽ (Hình 3.2a).
- **Thanh chuẩn**, được chế tạo bằng vật liệu có độ dẫn nở nhiệt không vượt quá 2 phần triệu khi nhiệt độ môi trường thay đổi 1 °C. Hai đầu thanh chuẩn được chế tạo múp tròn đều.

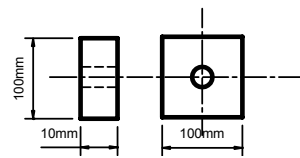




a) Khuôn đúc mẫu đã tổ hợp



b) Chốt đo 1



c) Miếng đệm 3

CHÚ DẪN: 1. Chốt đo; 2. Vít điều chỉnh; 3. Miếng đệm;  
4. Thành khuôn; 5. Đáy khuôn

Hình 3.10 - Khuôn đúc mẫu đo độ co ngót

### 3.2.12.2. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử

Độ co của bê tông được xác định trên các mẫu đúc. Mỗi tổ mẫu gồm ba viên mẫu hình lăng trụ. Kích thước mẫu thử là 100 mm x 100 mm x 285 mm. Cốt liệu lớn sử dụng chế tạo bê tông có kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu đến 40 mm.

Hỗn hợp bê tông được chuẩn bị theo TCVN 3105:1993.

Chuẩn bị khuôn đúc mẫu theo trình tự: Lắp khuôn vào các vị trí quy định bảo đảm sự kín khít của thành khuôn và đáy khuôn. Làm sạch bề mặt trong của khuôn. Lắp chốt đo vào miếng đệm. Đặt miếng đệm vào sát hai đầu khuôn. Dùng đinh vít để gắn chặt miếng đệm với hai đầu của khuôn. Điều chỉnh đinh vít để đạt được chiều dài hữu ích của mẫu thử (G) theo quy định.

Đổ, đúc và đầm mẫu hỗn hợp bê tông vào trong khuôn, tháo khuôn mẫu theo TCVN 3105:1993. Các mặt mẫu thử không được sơn phủ chống thấm mà phải bảo đảm tiếp xúc trực tiếp với môi trường xung quanh.

Sau khi tháo khuôn, mẫu được giữ ẩm liên tục một ngày. Sau đó tiến hành đo để xác định số liệu tại thời điểm ban đầu (coi là thời điểm 0). Tiếp đó mẫu được đưa vào môi trường bảo dưỡng theo yêu cầu (theo quy định riêng của loại bê tông cần thử). Trong trường hợp không có yêu cầu riêng, quy trình bảo dưỡng được thực hiện theo quy định trong TCVN 3105:1993.

### **3.2.12.3. Cách tiến hành**

- Tại thời điểm cần thử, lấy mẫu ra khỏi môi trường bảo dưỡng, lau ráo mặt ngoài mẫu nếu mẫu được ngâm nước trong quá trình bảo dưỡng.

- Đặt thanh chuẩn vào vị trí đo. Hai đầu múp của thanh chuẩn tiếp xúc với điểm tựa trên và điểm tựa dưới của khung đo. Dùng tay xoay nhẹ cho thanh chuẩn quay tự do trên hai điểm tựa trên và dưới. Sau khi thanh chuẩn dừng lại và ổn định trên điểm tựa, điều chỉnh đồng hồ về vị trí 0.

- Tháo thanh chuẩn khỏi khung, nâng mẫu lên và đặt mẫu vào khung đo với thao tác tương tự như khi đặt thanh chuẩn vào khung. Dùng tay xoay nhẹ để mẫu quay tự do trên hai điểm tựa. Sau khi mẫu dừng quay và ổn định, đọc và ghi lại giá trị trên đồng hồ đo.

- Thời điểm xác định độ co theo yêu cầu kỹ thuật hoặc tại các tuổi: 1, 3, 7, 14, 28, 56, ..., 180 ngày.

- Tại từng thời điểm đo co ngót, tiến hành xác định khối lượng mẫu, nhiệt độ và độ ẩm của môi trường bảo dưỡng mẫu.

- Độ co của bê tông được xác định trong khoảng thời gian không ít hơn 120 ngày. Trong trường hợp chênh lệch số đo giữa ba lần sau cùng không vượt quá sai số của đồng hồ đo thì cho phép kết thúc thí nghiệm sớm hơn thời gian quy định.

### **3.2.12.4. Biểu thị kết quả**

Độ co của từng viên mẫu bê tông  $L$  tại thời điểm  $t$ , tính bằng phần trăm (%), chính xác đến 0,01 % được xác định theo công thức:

$$L = \frac{L_t - L_0}{G} \times 100$$

Trong đó:

$L_t$  - Chênh lệch chiều dài giữa mẫu thử và thanh chuẩn tại thời điểm  $t$  tính bằng milimét (mm);

$L_0$  - Chênh lệch chiều dài giữa mẫu thử và thanh chuẩn tại thời điểm ban đầu (thời điểm 0) tính bằng milimét (mm);

G - Chiều dài hữu ích của mẫu thử, bằng 250 mm theo quy định của khuôn đúc mẫu thử theo 3.2.12.1.

Độ co của tổ mẫu bê tông tại thời điểm  $t$  là trung bình cộng của ba kết quả xác định độ co trên ba viên mẫu trong tổ mẫu tính chính xác tới 0,01 %.

### 3.2.13. Phương pháp xác định cường độ nén (TCVN 3118:1993)

#### 3.2.13.1. Thiết bị, dụng cụ

- **Máy nén** được lắp đặt tại một vị trí cố định. Sau khi lắp, máy nén phải được cơ quan đo lường Nhà nước kiểm tra và cấp giấy kiểm định. Công tác kiểm định và cấp chứng thực thang lực thực hiện định kỳ một năm một lần hoặc sau mỗi lần sửa chữa.

- **Đệm truyền tải** (sử dụng khi nén các nửa viên mẫu lăng trụ sau khi xác định cường độ chịu kéo khi uốn) (Hình 3.2) được làm bằng thép dày ( $20 \pm 2$ ) mm có rãnh cách đều mẫu một khoảng bằng 1/5 kích thước cạnh của tiết diện viên mẫu ( $a/5$ ). Phần truyền tải vào mẫu có kích thước bằng kích thước tiết diện của các viên mẫu lăng trụ (100 mm x 100 mm; 150 mm x 150 mm; 200 mm x 200 mm).

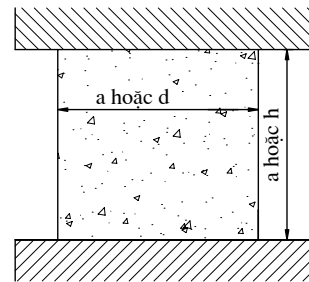
- **Thước lá kim loại.**

#### 3.2.13.2. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử

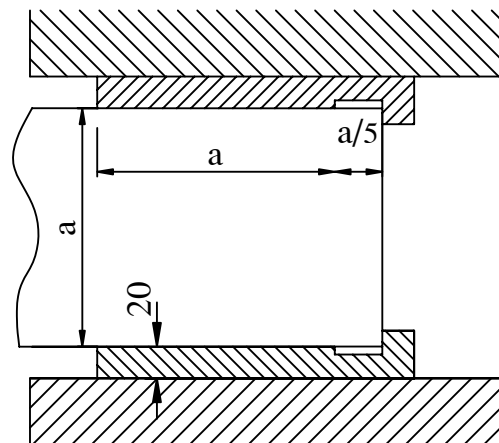
- Chuẩn bị mẫu xác định cường độ chịu nén theo tổ mẫu. Mỗi tổ mẫu gồm ba viên mẫu. Trong các trường hợp đặc biệt, một tổ mẫu có thể gồm hai viên mẫu.

Lấy mẫu hỗn hợp bê tông, đúc, bảo dưỡng, khoan, cắt mẫu bê tông và chọn kích thước mẫu xác định cường độ chịu nén được thực hiện theo TCVN 3105:1993.

Mẫu chuẩn để xác định cường độ chịu nén của bê tông là mẫu lập phương kích thước 150 mm x 150 mm x 150 mm. Khi sử dụng mẫu thử khác mẫu chuẩn để xác



Hình 3.11 - Sơ đồ đặt mẫu thí nghiệm



Hình 3.12 - Sơ đồ đặt mẫu qua đệm truyền tải

định cường độ chịu nén, cần phải tính đổi kết quả về cường độ chịu nén của mẫu chuẩn (xem Bảng 3.5).

Cường độ chịu nén của bê tông được xác định ở tuổi và trạng thái tương ứng với yêu cầu nghiệm thu kết cấu, sản phẩm.

Kiểm tra và chọn hai mặt chịu nén của các viên mẫu sao cho:

Khe hở lớn nhất giữa chúng với thước thẳng đặt áp sát xoay theo các phương không vượt quá 0,05 mm trên 100 mm tính từ điểm tì thước.

Khe hở lớn nhất giữa chúng với thành thước kẻ góc vuông khi đặt thành kia áp sát các mặt kề bên của mẫu lập phương hoặc các đường sinh của mẫu trụ không vượt quá 1 mm trên 100 mm tính từ điểm tì thước trên mặt kiểm tra.

Đối với các viên mẫu lập phương và các nửa viên mẫu lăng trụ đã uốn, không lấy mặt mẫu phía đáy khuôn đúc và mặt hở làm hai mặt chịu nén.

Trong trường hợp không thoả mãn các yêu cầu, viên mẫu phải được gia công lại theo TCVN 3105:1993.

### **3.2.13.3. Cách tiến hành**

- Xác định diện tích chịu lực của viên mẫu:

Đo chính xác tới 1 mm các cặp cạnh song song của hai mặt chịu nén (đối với mẫu lập phương), các cặp đường kính vuông góc với nhau từng đôi một trên từng mặt chịu nén (đối với mẫu trụ). Xác định diện tích hai mặt chịu nén trên và dưới theo các giá trị trung bình của các cặp cạnh hoặc các cặp đường kính đã đo. Diện tích chịu lực của viên mẫu được tính bằng trung bình cộng diện tích của hai mặt.

Diện tích chịu lực khi thử các nửa viên mẫu lăng trụ đã uốn gãy được tính bằng trung bình cộng diện tích tiếp xúc giữa các mặt chịu nén (phía trên và phía dưới) với các đệm thép truyền lực tương ứng.

- Xác định tải trọng phá hoại viên mẫu:

Chọn thang lực thích hợp của máy để khi nén tải trọng phá hoại nằm trong khoảng từ 20 % đến 80 % tải trọng cực đại của thang lực nén đã chọn. Không được nén mẫu ngoài thang lực trên.

Đặt viên mẫu vào máy nén sao cho mặt chịu nén đã chọn nằm đúng tâm thớt dưới của máy. Vận hành máy cho mặt trên của mẫu nhẹ nhàng tiếp cận với thớt trên của máy. Tiếp đó tăng tải liên tục với vận tốc không đổi và bằng  $(0,6 \pm 0,4)$  MPa/s cho tới khi viên mẫu bị phá hoại. Dùng tốc độ gia tải nhỏ đối với các mẫu bê tông cường độ thấp, tốc độ gia tải lớn đối với các mẫu bê tông cường độ cao.

Tải trọng phá hoại viên mẫu là giá trị lực tối đa mà mẫu bê tông chưa bị phá hoại.

#### 3.2.13.4. Biểu thị kết quả

a) Cường độ chịu nén từng viên mẫu (R) được tính bằng megapascal (MPa) chính xác đến 0,1 MPa theo công thức:

$$R = \alpha \times \frac{P}{F}$$

Trong đó:

- P - Tải trọng phá hoại của viên mẫu, tính bằng niuton (N), chính xác đến 1 N;
- F - Diện tích chịu lực của viên mẫu, tính bằng milimét vuông (mm<sup>2</sup>), chính xác đến 1 mm<sup>2</sup>;
- $\alpha$  - Hệ số tính đổi kết quả thử xác định trên các mẫu khác mẫu lập phương chuẩn 150 mm x 150 mm x 150 mm về cường độ chịu nén của mẫu lập phương chuẩn. Giá trị hệ số  $\alpha$  lấy theo Bảng 3.5.

**Bảng 3.5 - Hệ số tính đổi từ các mẫu có kích thước khác mẫu chuẩn về mẫu chuẩn kích thước 150 mm x 150 mm x 150 mm**

Hình dáng và kích thước của mẫu <sup>b</sup> mm	Hệ số tính đổi $\alpha$ <sup>a</sup>
Mẫu lập phương	
100 x 100 x 100	0,91
150 x 150 x 150	1,00
200 x 200 x 200	1,05
300 x 300 x 300	1,10
Mẫu trụ (đường kính x chiều cao)	
100 x 200	1,16
150 x 300	1,20
200 x 400	1,24

a) Không được phép sử dụng các giá trị  $\alpha$  thấp hơn các giá trị ghi trong bảng. Cho phép sử dụng các giá trị  $\alpha$  lớn hơn các giá trị ghi ở bảng 3.5 khi  $\alpha$  được xác định bằng thực.

b) Khi nén các nửa viên mẫu lăng trụ thì giá trị hệ số chuyển đổi được lấy như mẫu lập phương cùng tiết diện chịu nén.

b) Trường hợp các mẫu thử khoan (hình trụ) có tỷ số chiều cao (h) và đường kính (d) không bằng 2 (h/d dao động từ 1 đến 2), cường độ chịu nén của viên mẫu được tính theo công thức sau:

$$R = \alpha \times \beta \times \frac{P}{F}$$

Trong đó

R, P, F,  $\alpha$  - xem chú thích công thức phần a;

$\beta$  - Hệ số tính đổi kết quả thử xác định trên mẫu khoan có tỷ số h/d không bằng 2. Giá trị hệ số  $\beta$  lấy theo Bảng 3.6.

**Bảng 3.6 - Hệ số tính đổi trên mẫu khoan**

h/d	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
Hệ số $\beta$	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89

c) *Xác định cường độ chịu nén trung bình của tổ mẫu bê tông*

Trường hợp tổ mẫu là 3 viên, giá trị cường độ chịu nén thấp nhất hoặc và cao nhất chênh lệch quá 15 phần trăm giá trị cường độ chịu nén ở giữa, thì loại bỏ cả hai giá trị biên. Cường độ chịu nén trung bình của tổ mẫu là giá trị cường độ của viên còn lại (ở giữa). Trường hợp không có sự chênh lệch như trên, cường độ nén trung bình của tổ mẫu bằng trung bình cộng cường độ nén của 3 viên mẫu trong tổ mẫu.

Trường hợp tổ mẫu có hai viên, cường độ nén trung bình của tổ mẫu bằng trung bình cộng cường độ nén của 2 viên mẫu trong tổ mẫu.

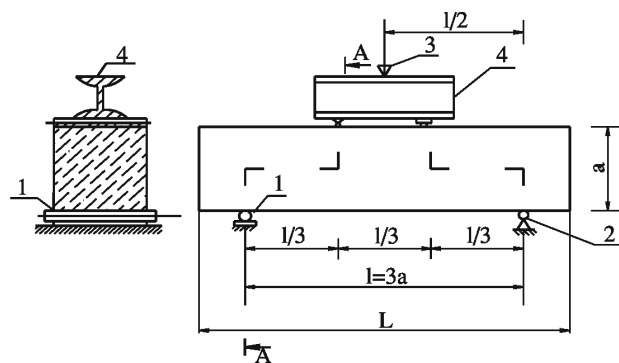
### 3.2.14. Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi uốn (TCVN 3119:1993)

#### 3.2.14.1. Thiết bị, dụng cụ

- Thước lá kim loại.

- Máy thử uốn gồm một dầm thép cứng nằm ngang, trên dầm có hai gối tựa con lăn đường kính từ 25 mm đến 30 mm. Một gối di động và một gối là gối cố định (Hình 3.13).

Khoảng cách giữa hai gối tựa có thể thay đổi và được điều chỉnh bằng cách trượt các gối trên dầm ngang và định vị vào dầm bằng ốc hãm. Mẫu thử uốn được đặt trên các gối này. Lực uốn được truyền từ máy nén



CHÚ DẪN: 1. Gối tựa di động; 2. Gối tựa cố định; 3. Khớp cầu; 4. Dầm phụ.

**Hình 3.13:** Sơ đồ đặt mẫu và truyền lực xác định cường độ chịu kéo khi uốn

xuống mẫu nhờ một khớp cầu (3) một dầm thép phụ (4) và hai gối truyền tải có cấu tạo tương tự như các gối tựa (1) và (2). Độ dài của các gối truyền tải và các gối tựa phải lớn hơn chiều rộng của viên mẫu thử uốn. Chiều dài của dầm thép phụ phải không được nhỏ hơn một nửa chiều dài của viên mẫu thử uốn. Độ võng của dầm thép phụ khi truyền tải phải không được lớn hơn 1/500 khẩu độ uốn của dầm.

#### **3.2.14.2. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử**

Chuẩn bị mẫu xác định cường độ chịu kéo khi uốn theo tổ mẫu. Mỗi tổ mẫu gồm ba viên mẫu lăng trụ. Chấp nhận sử dụng tổ mẫu gồm hai viên mẫu lăng trụ cắt từ kết cấu.

Lấy mẫu hỗn hợp bê tông, đúc, bảo dưỡng, khoan cắt mẫu bê tông và chọn kích thước mẫu xác định cường độ chịu kéo khi uốn phải được tiến hành theo TCVN 3105:1993.

Mẫu chuẩn để xác định cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông là mẫu lăng trụ kích thước 150 mm x 150 mm x 600 mm. Khi sử dụng mẫu khác mẫu chuẩn để xác định cường độ chịu kéo khi uốn, cần phải tính đổi kết quả về cường độ chịu kéo khi uốn của mẫu chuẩn.

Cường độ chịu kéo khi uốn của bê tông được xác định ở tuổi và trạng thái tương ứng với yêu cầu nghiệm thu kết cấu, sản phẩm.

#### **3.2.14.3. Cách tiến hành**

Đo các kích thước tiết diện chịu uốn của viên mẫu chính xác tới 1 mm. Kích thước mỗi chiều của tiết diện được tính bằng trung bình cộng của hai đường trung bình trên hai mặt đối diện của chiều đó.

Chọn thang lực uốn thích hợp để khi thử, tải trọng phá hoại nằm trong khoảng từ 20 % đến 80 % tải trọng cực đại của máy.

Đặt mẫu lên máy uốn theo sơ đồ Hình 3.13 sao cho hướng tác dụng của lực song song với mặt hở khi đổ bê tông. Sai lệch vị trí đặt lực, các khoảng cách giữa hai gối tựa và hai gối truyền tải không được vượt quá 0,5 mm. Trục dọc của dầm thép ngang, dầm thép phụ phải cùng nằm trên một mặt phẳng.

Giữa các gối truyền lực và mặt trên của mẫu cho phép đặt các tấm đệm bằng gỗ dán ba lớp dày  $(4 \pm 1)$  mm, rộng  $(15 \pm 2)$  mm, có chiều dài bằng chiều rộng mẫu thử để lực tác dụng được truyền đều lên mẫu thử.

Uốn mẫu bằng cách tăng tải liên tục lên mẫu với tốc độ không đổi và bằng  $(0,06 \pm 0,04)$  MPa/s cho tới khi gãy mẫu.

Tải trọng uốn gãy mẫu là lực tối đa đạt được.

#### 3.2.14.4. Biểu thị kết quả

a) Cường độ chịu kéo khi uốn của từng viên mẫu được tính bằng megapascal (MPa), theo công thức:

$$R_{ku} = \gamma \times \frac{Pl}{ab^2}$$

Trong đó:

- P - Tải trọng uốn gãy mẫu, tính bằng niuton (N);
- l - Khoảng cách giữa hai gối tựa, tính bằng milimét (mm);
- a - Chiều rộng tiết diện ngang của mẫu, tính bằng milimét (mm);
- b - Chiều cao tiết diện ngang của mẫu, tính bằng milimét (mm);
- $\gamma$  - Hệ số tính đổi kết quả về cường độ của mẫu chuẩn. Giá trị hệ số  $\gamma$  lấy theo Bảng 3.7.

Nếu mẫu lăng trụ bị gãy ngoài khoảng một phần ba giữa khâu độ uốn, thì loại bỏ kết quả của viên mẫu này.

**Bảng 3.7 - Hệ số tính đổi kết quả về cường độ mẫu chuẩn**

Kích thước mẫu lăng trụ mm	Hệ số $\gamma^{ab}$
100 x 100 x 400	1,05
150 x 150 x 600	1,00
200 x 200 x 800	0,95

a) Không được phép sử dụng các giá trị  $\gamma$  thấp hơn các giá trị ghi trong bảng.  
b) Cho phép sử dụng các giá trị  $\gamma$  lớn hơn các giá trị ở Bảng 3.7 khi  $\gamma$  được xác định bằng thực nghiệm theo phương pháp như xác định hệ số  $\alpha$  theo TCVN 3118:1993, Phụ lục A.

#### b) Xác định cường độ chịu kéo khi uốn trung bình của tổ mẫu bê tông

Trường hợp tổ mẫu là 3 viên, giá trị cường độ chịu kéo khi uốn thấp nhất hoặc và cao nhất chênh lệch quá 15 phần trăm giá trị cường độ chịu kéo khi uốn ở giữa, thì loại bỏ cả hai giá trị biên. Cường độ chịu kéo khi uốn trung bình của tổ mẫu là giá trị cường độ của viên còn lại (ở giữa). Trường hợp không có sự chênh lệch như trên, cường độ chịu kéo khi uốn trung bình của tổ mẫu bằng trung bình cộng cường độ chịu kéo khi uốn của 3 viên mẫu trong tổ mẫu.

Trường hợp tổ mẫu có hai viên, cường độ chịu kéo khi uốn trung bình của tổ mẫu bằng trung bình cộng cường độ chịu kéo khi uốn của 2 viên mẫu trong tổ mẫu.



c) Cường độ chịu kéo dọc trục của bê tông,  $R_k$ , có thể được xác định thông qua cường độ chịu kéo khi uốn,  $R_{ku}$ , bằng công thức:

$$R_k = 0,58 \times R_{ku}$$

### 3.2.15. Phương pháp xác định cường độ chịu kéo khi bẻ (TCVN 3119:1993)

#### 3.2.15.1. Thiết bị, dụng cụ

- Máy nén;

- Gối truyền tải: (sử dụng cho các viên mẫu lập phương hoặc các viên mẫu lăng trụ) được làm bằng thép với tiết diện là cung của đường tròn bán kính 75 mm và có chiều dài bằng kích thước cạnh của viên mẫu lập phương (2).

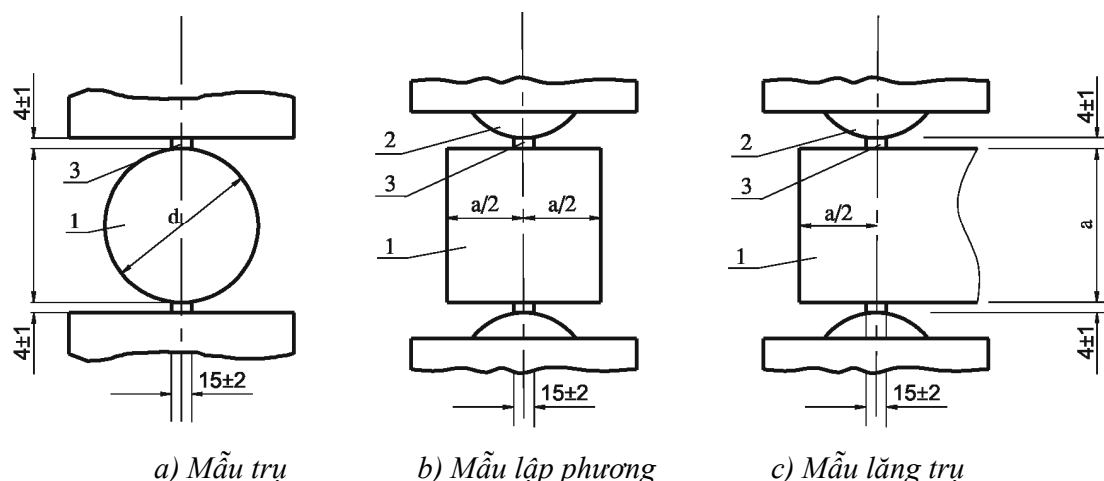
#### 3.2.15.2. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử

Chuẩn bị mẫu xác định cường độ chịu kéo khi bẻ theo tổ mẫu. Mỗi tổ mẫu gồm 3 viên mẫu. Cho phép sử dụng tổ mẫu gồm 2 viên mẫu khoan, cắt từ kết cấu.

Lấy mẫu hỗn hợp bê tông, đúc, bảo dưỡng, khoan cắt mẫu bê tông và chọn kích thước mẫu xác định cường độ chịu kéo khi uốn phải được tiến hành theo TCVN 3105:1993.

Mẫu chuẩn để xác định cường độ chịu kéo khi bẻ của bê tông là mẫu lập phương kích thước 150 mm x 150 mm x 150 mm. Khi sử dụng mẫu khác mẫu chuẩn để xác định cường độ chịu kéo khi bẻ, cần phải tính đổi kết quả về cường độ chịu kéo khi bẻ của mẫu chuẩn.

Cường độ chịu kéo khi bẻ của bê tông được xác định ở tuổi và trạng thái tương ứng với yêu cầu nghiệm thu kết cấu, sản phẩm.



CHÚ DẪN: 1. Mẫu thử; 2. Gối truyền tải; 3. Đệm gỗ

Hình 3.14 - Sơ đồ thí nghiệm xác định cường độ chịu kéo khi bẻ

### 3.2.15.3. Cách tiến hành

- Xác định diện tích tiết diện chịu kéo khi thử bừa của các viên mẫu:

+ Trên các viên mẫu lập phương kẻ khung tạo bởi hai đường sẽ đặt lực và hai đường trung bình trên hai mặt viên mẫu vuông góc với các đường đặt lực sao cho mặt phẳng khung vuông góc với mặt hồ của viên mẫu bê tông khi đổ. Trên các viên mẫu trụ kẻ khung tạo bởi hai đường sinh và hai đường kính cùng nằm trên một mặt phẳng;

+ Diện tích tiết diện chịu kéo khi bừa chính là diện tích của khung đã kẻ tính theo các giá trị trung bình của các cặp cạnh song song với nhau từng đôi một chính xác tới 1 mm.

- Tẩy sạch các vết gợn bẩn trên bề mặt của tấm nén, đệm truyền tải và viên mẫu ở các phần sẽ tiếp xúc nhau khi thử.

- Dựa theo các khung đã kẻ đặt mẫu chính tâm máy giữa các tấm đệm truyền tải. Thử bừa mẫu trụ theo sơ đồ Hình 3.14a, mẫu lập phương theo sơ đồ Hình 3.14b, mẫu lăng trụ theo sơ đồ Hình 3.14c.

- Bừa mẫu bằng cách tăng tải liên tục lên mẫu với tốc độ không đổi và bằng  $(0,06 \pm 0,04)$  MPa/s cho đến khi mẫu bị bừa đôi. Thời gian bừa vỡ một viên mẫu ít nhất là 30 giây.

- Tải trọng bừa đôi mẫu là lực tối đa đạt được.

### 3.2.15.4. Biểu thị kết quả

a) Cường độ kéo khi bừa của từng viên mẫu được tính bằng megapascal (MPa), chính xác tới 0,05 MPa theo công thức:

- Trường hợp mẫu thử lập phương hoặc nửa mẫu lăng trụ:

$$R_{kb} = 0,52 \times \frac{P}{a^2} \times \delta$$

- Trường hợp mẫu thử hình trụ:

$$R_{kb} = 0,64 \times \frac{P}{d.H} \times \delta$$

Trong đó:

P - tải trọng bừa đôi mẫu, tính bằng niuton (N);

a - cạnh của tiết diện bừa, tính bằng milimét (mm);

d - đường kính của viên mẫu hình trụ, tính bằng milimét (mm);

H - đường sinh của viên mẫu hình trụ, tính bằng milimét (mm);

$\delta$  - Hệ số tính đôi kết quả về cường độ của mẫu chuẩn. Giá trị  $\delta$  được xác định bằng thực nghiệm theo phương pháp như trình bày trong TCVN 3118:1993.

*b) Xác định cường độ chịu kéo khi bửa trung bình của tổ mẫu bê tông*

Trường hợp tổ mẫu là 3 viên, giá trị cường độ chịu bửa thấp nhất hoặc và cao nhất chênh lệch quá 15 phần trăm giá trị cường độ chịu kéo khi bửa ở giữa, thì loại bỏ cả hai giá trị biên. Cường độ chịu kéo khi bửa trung bình của tổ mẫu là giá trị cường độ của viên còn lại (ở giữa). Trường hợp không có sự chênh lệch như trên, cường độ chịu kéo khi bửa trung bình của tổ mẫu bằng trung bình cộng cường độ chịu kéo khi bửa của 3 viên mẫu trong tổ mẫu.

Trường hợp tổ mẫu có hai viên, cường độ chịu kéo khi bửa trung bình của tổ mẫu bằng trung bình cộng cường độ chịu kéo khi bửa của 2 viên mẫu trong tổ mẫu.

**3.2.16. Phương pháp xác định môđun đàn hồi khi nén tĩnh (TCVN 5726:1993)**

**3.2.16.1. Thiết bị, dụng cụ**

- Máy nén;

- Thước đo kỹ thuật;

- Thiết bị đo biến dạng (Hình 3.15) gồm các bộ phận:

+ Thanh gông (1) là thanh kim loại có chiều dài cố định, có chiều dài bằng 2/3 chiều cao mẫu. Thanh gông này có tác dụng định khoảng cách ban đầu của khung đo trước khi thí nghiệm và là trục cố định trong khung khi tiến hành thử.

+ Khung biến dạng gồm khung trên (2) và khung dưới (3) có các ốc định vị (4) để gắn khung vào mẫu. Khung trên và khung dưới được gắn cố định một phía bằng thanh gông (1). Ở phía đối diện, hai khung có thể di động và được gắn với nhau qua đồng hồ đo biến dạng (5);

+ Thanh cố định khung khi không thí nghiệm (6).

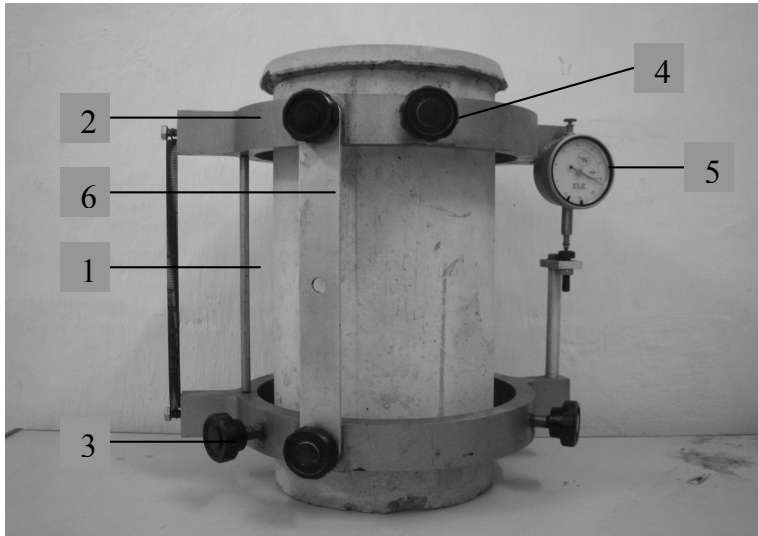
**2.16.2. Chuẩn bị và bảo quản mẫu thử**

- Chuẩn bị 6 viên mẫu trụ có đường kính 150 mm và chiều cao 300 mm. Sử dụng 3 viên mẫu để thí nghiệm xác định cường độ chịu nén và 3 viên mẫu để thí nghiệm xác định môđun đàn hồi khi nén tĩnh. Khi cắt bê tông từ kết cấu để tạo mẫu, nếu không có đủ 3 viên cho mỗi chỉ tiêu thì được phép sử dụng 2 viên để thử từng chỉ tiêu.

- Lấy mẫu hỗn hợp bê tông, đúc, bảo dưỡng, khoan cắt mẫu bê tông và chọn kích thước viên để thử cường độ lăng trụ và môđun đàn hồi được tiến hành theo TCVN 3105:1993.

- Kết cấu sản phẩm yêu cầu thử mẫu ở trạng thái nào thì mẫu được chuẩn bị để thử đúng ở trạng thái đó. Cách đưa mẫu về các trạng thái khác nhau được tiến hành làm theo TCVN 3115:1993.

### 3.2.16.3. Cách tiến hành



**CHÚ DẪN:**  
1 Thanh gông cố định  
2 Khung biến dạng trên  
3 Khung biến dạng dưới  
4 Ốc định vị  
5 Đồng hồ đo  
6 Thanh cố định khung

**Hình 3.15** - Sơ đồ lắp đặt khung đo vào mẫu thử xác định môđun đàn hồi khi nén tĩnh

- Chọn thang lực:

Chọn thang lực thích hợp của máy để khi nén giá trị tải lớn nhất dự kiến sẽ sử dụng nằm trong khoảng từ 20 % đến 80 % tải trọng tối đa của thang lực.

- Xác định cường độ chịu nén của tổ mẫu:

Sử dụng 3 viên mẫu hình trụ kích thước 150 mm x 300 mm để xác định cường độ chịu nén. Đo kích thước tiết diện chịu nén và thí nghiệm xác định tải trọng phá hoại từng viên mẫu theo quy trình nêu trong TCVN 3118:1993.

- Xác định môđun đàn hồi ( $E_1$ ):

+ Lắp đặt khung đo môđun đàn hồi vào mẫu.

Trước khi lắp khung đo, kiểm tra, xiết chặt các ốc của thanh cố định khung (6). Sau đó, xiết chặt các ốc (4) để cố định khung trên và khung dưới. Trong quá trình xiết ốc phải chú ý đảm bảo khung vuông góc với cạnh mẫu và cách đều bề mặt xung quanh của mẫu. Chính lại vị trí của đồng hồ đo bằng các ốc vít để đảm bảo đồng hồ ở vị trí làm việc bình thường.

+ Tiến hành đo biến dạng:

Nhẹ nhàng đặt mẫu đã gá khung đo vào chính tâm thớt dưới của máy nén. Vặn nhả hết các ốc của thanh cố định khung (6). Điều chỉnh kim đồng hồ đo biến dạng (5) về vạch 0.

Tăng tải lên mẫu liên tục với tốc độ không đổi bằng  $(0,25 \pm 0,035)$  MPa/s lần thứ nhất. Trong lần tăng tải này không ghi chép số liệu thí nghiệm.

Sau khi tải trọng thí nghiệm đạt giá trị ứng với ứng suất tác động lên mẫu thử bằng 40 % cường độ chịu nén tối đa của mẫu thử, từ từ giảm tải về không với tốc độ bằng tốc độ lúc tăng tải. Kiểm tra đồng hồ đo biến dạng, nếu kim đồng hồ chưa chỉ về vạch 0, lặp lại thao tác trên một vài lần cho đến khi kim đồng hồ trở về vạch 0.

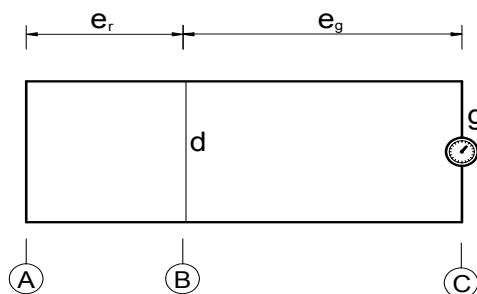
Sau khi kim đồng hồ biến dạng đã chỉ về 0 khi giảm hết tải, tiến hành tăng tải theo tốc độ quy định như trên. Ghi lại giá trị tải trọng tương ứng với biến dạng tương đối của mẫu thử đạt giá trị 50 phần triệu và ghi lại giá trị biến dạng trên đồng hồ đo khi tải trọng thí nghiệm đạt giá trị tương ứng bằng 40 % cường độ chịu nén của tổ mẫu. Lặp lại thao tác này hai lần nữa để có 3 số liệu thí nghiệm cho mỗi mẫu thử.

Tính giá trị trung bình của 3 lần thử và coi đó là số liệu thí nghiệm của mỗi mẫu thử.

#### 3.2.16.4. Biểu thị kết quả

##### a) Xác định độ biến dạng của mẫu thử

Biến dạng của mẫu thử được xác định gián tiếp qua độ biến dạng khoảng cách giữa khung trên và khung dưới tại vị trí lắp đặt đồng hồ đo. Sơ đồ thể hiện mối liên hệ này được mô tả trên Hình 3.16.



CHÚ DẪN:

- A. Vị trí trục thanh gông cố định (1);
- B. Vị trí mặt phẳng đi qua điểm tì của khung biến dạng (2) và (3) vào mẫu đo
- C. Vị trí trục đồng hồ đo biến dạng (5).

**Hình 3.16** - Sơ đồ thể hiện mối tương quan giữa biến dạng tại các vị trí trong khung đo biến dạng

Độ biến dạng của mẫu thử được xác định như sau:

$$d = \frac{g \times e_r}{(e_r + e_g)}$$

Trong đó:

- d - độ biến dạng của mẫu thử, tính bằng milimét, chính xác đến 0,002 mm;
- g - giá trị biến dạng đọc trên đồng hồ đo biến dạng tính bằng milimét, chính xác đến 0,002 mm;
- e<sub>r</sub> - khoảng cách vuông góc từ trục thanh gông (1) đến mặt phẳng đi qua hai điểm tì của khung vào mẫu, tính bằng milimét, chính xác đến 0,01 mm;
- e<sub>g</sub> - khoảng cách vuông góc từ trục đồng hồ đo biến dạng (5) đến mặt phẳng đi qua hai điểm tì của khung vào mẫu, tính bằng milimét, chính xác đến 0,01 mm;

Biến dạng tương đối của mẫu thử ( $\varepsilon_2$ ) tại thời điểm ứng với tải trọng tác động lên mẫu thử bằng 40 % tải trọng phá hoại mẫu được xác định theo công thức sau:

$$\varepsilon_2 = \frac{d}{l}$$

Trong đó:

- d - biến dạng của mẫu thử, tính bằng milimét, chính xác đến 0,002 mm, xác định theo công thức (1);
- l - khoảng cách giữa hai khung biến dạng (2) và (3) được cố định trên mẫu trước khi thử tính bằng milimét, chính xác đến 0,01mm và được xác định bằng chiều dài của thanh gông (1).

b) Môđun đàn hồi khi nén tĩnh ( $E_i$ ) của từng viên mẫu được tính bằng megapascal (MPa) theo công thức:

$$E_i = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0,000050}$$

S<sub>2</sub> - ứng suất thử bằng 40% cường độ chịu nén tối đa của mẫu thử xác định theo 3.2.16.3, tính bằng megapascal (MPa);

S<sub>1</sub> - ứng suất ứng với biến dạng dọc tương đối của mẫu thử bằng 50 phần triệu, tính bằng megapascal (MPa);

$\varepsilon_2$  - biến dạng dọc tương đối của bê tông ở mức ứng suất thử S<sub>2</sub>.

c) Xác định môđun đàn hồi khi nén tĩnh trung bình của tổ mẫu bê tông:

Môđun đàn hồi khi nén tĩnh trung bình của tổ mẫu (E) được tính bằng megapascal (MPa), chính xác đến 0,1 MPa theo công thức:

$$\bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

Trong đó:

$E_i$  - môđun đàn hồi khi nén tĩnh của viên mẫu thứ  $i$  trong tổ mẫu, xác định theo công thức (3.4);

$n$  - số viên mẫu trong tổ mẫu.

### **3.3. BIỂU MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM (xem trang 68)**

### **3.4. NỘI DUNG ÔN TẬP**

#### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

**3.4.1.** Bê tông được chế tạo từ các loại vật liệu gì.

**3.4.2.** Bê tông được phân loại theo các tiêu chí nào. Nêu cụ thể các loại bê tông theo từng tiêu chí phân loại.

**3.4.3.** Nêu các chỉ tiêu của hỗn hợp bê tông nặng thông thường (định nghĩa, đặc điểm, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

**3.4.4.** Nêu các chỉ tiêu của bê tông nặng thông thường (định nghĩa, đặc điểm, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

**3.4.5.** Cho cấp phối bê tông có tỷ lệ các vật liệu trộn cho  $1 \text{ m}^3$  như sau:

Xi măng : 380 kg

Cát : 750 kg

Đá dăm : 1000 kg

Nước : 185 lít

Phụ gia : 3,8 lít

Tính khối lượng cần thiết của mỗi loại vật liệu để thí nghiệm xác định độ sụt và đúc 03 tổ mẫu bê tông (mỗi tổ 3 viên mẫu) trong đó có 01 tổ mẫu hình lập phương kích thước  $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$ , 01 tổ mẫu hình trụ kích thước  $D150 \times H300 \text{ mm}$ , 01 tổ mẫu hình lăng trụ kích thước  $100 \times 100 \times 400 \text{ mm}$ .

#### **B. PHẦN THỰC HÀNH**

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

- Yêu cầu tính toán số liệu:

+ Tính toán theo công thức của tiêu chuẩn;

+ Tính toán độ chênh lệch, đánh giá độ chênh lệch giữa các mẫu trong tổ mẫu thí nghiệm theo hướng dẫn trong tiêu chuẩn để tính ra kết quả trung bình.

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

..../200  
- BT

**KẾT QUẢ KIỂM TRA ĐỘ BỀN NÉN CỦA BÊ TÔNG**  
Testing results on concrete compressive strength

**1. THÔNG TIN DO KHÁCH HÀNG CUNG CẤP - Information supplied by the client**

<b>Đơn vị đặt hàng</b> - Client: ..	--
<b>Chủ đầu tư</b> - Employer: ..	--
<b>Nhà thầu chính</b> - Main contractor: ..	--
<b>Tư vấn</b> - Consultant: ..	--
<b>Công trình</b> - Project: ..	--
<b>Ký hiệu mẫu</b> - Sample mark: ..	--
<b>Ngày lấy mẫu:</b> ..	<b>Mác thiết kế:</b> ..
Sampling date (d-m-y)	Specific requirement

**2. KẾT QUẢ THỬ - Testing results**

Phương pháp thử - Testing method : TCVN 3118:1993

<b>Ngày thử</b> Testing date (d-m-y)	--		
<b>Tuổi mẫu</b> Age of Sample	Ngày Days	--	
<b>Kích thước mẫu</b> Sample size	mm	150x150x150	
<b>Viên mẫu số</b> Specimens number	1	2	3
<b>Lực phá hoại</b> Load at failure	N		
<b>Độ bền nén</b> Compressive strength	MPa (N/mm <sup>2</sup> )		
<b>Độ bền nén trung bình</b> Average compressive strength	MPa (N/mm <sup>2</sup> )		

**Ghi chú:** Mẫu thử do khách hàng mang đến.

Remark:

Hà nội, ngày .. tháng .. năm 20

NGƯỜI THÍ NGHIỆM

PHÒNG TN

ĐƠN VỊ CHỦ QUẢN

Tested by

CHỦ ĐẦU TƯ

TU VẤN GIÁM SÁT

NHÀ THẦU

ĐƠN VỊ CẤP BÊ TÔNG

Employer

Consultant

Contractor

Concrete supplier



## Chương 4

### PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VỮA

#### 4.1. LÝ THUYẾT

##### 4.1.1. Định nghĩa

Vữa xây dựng - đá nhân tạo hình thành sau quá trình đóng rắn của hỗn hợp gồm chất kết dính, cốt liệu nhỏ, nước và phụ gia, để cải thiện các tính chất của hỗn hợp vữa và vữa. Trong thành phần của vữa không có cốt liệu lớn.

##### 4.1.2. Phân loại

Vữa xây dựng tùy theo tính chất và chức năng sử dụng được phân loại:

Theo cường độ chịu nén: M2,5; 5; 10; 15; 20; 25; ...

Theo chức năng: vữa thông thường (vữa xây, trát, láng, lát); các loại vữa đặc biệt.

##### 4.1.3. Các tính chất của hỗn hợp vữa và vữa

###### 4.1.3.1. Độ lưu động của hỗn hợp vữa

###### 4.1.3.2. Khối lượng thể tích

###### 4.1.3.3. Khả năng giữ nước của hỗn hợp vữa

###### 4.1.3.4. Cường độ của vữa

Cường độ chịu nén;

Cường độ chịu kéo khi uốn;

Cường độ bám dính.

###### 4.1.3.5. Độ hút nước

###### 4.1.3.6. Khối lượng thể tích của vữa

## **4.2. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA HỖN HỢP VỮA VÀ VỮA ( THEO TCVN 3121:2003)**

### **4.2.1. Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử**

#### **4.2.1.1. Định nghĩa**

Các thuật ngữ sử dụng trong tiêu chuẩn này được định nghĩa như sau:

*Lô (lot)*: Lượng vữa được sản xuất trong điều kiện được coi là đồng nhất. Sau khi thử nghiệm, lượng vữa này được đánh giá là “phù hợp” hay “không phù hợp”.

*Mẫu đơn (increment)*: Lượng vữa được lấy bằng mỗi thao tác có sử dụng thiết bị lấy mẫu;

*Mẫu cục bộ (spot sample)*: Mẫu được lấy tại một thời điểm và từ một vị trí. Mẫu cục bộ có thể được tạo nên từ các mẫu đơn liên tiếp;

*Mẫu gộp (bulk sample)*: Tập hợp của các mẫu đơn nhằm đại diện cho lô lấy mẫu;

*Mẫu thử (test sample)*: Mẫu rút gọn từ mẫu gộp dùng cho các phép thử nghiệm.

#### **4.2.1.2. Thiết bị và dụng cụ thử**

- Môi, thìa xúc bằng thép hoặc nhựa cứng, dung tích không nhỏ hơn 1 lít.
- Một số thùng chứa khô, sạch có nắp đậy kín;
- Bay và dao nề;
- Xẻng;
- Cân kỹ thuật, chính xác đến 1 g;
- Máy trộn (nếu có).

#### **4.2.1.3. Lấy mẫu**

##### **4.2.1.3.1. Lấy mẫu tại hiện trường.**

###### **a) Vữa tươi**

+ Vữa tươi sản xuất ở trạm trộn: Lấy 3 mẫu cục bộ ở lúc bắt đầu, lúc giữa và lúc cuối của quá trình đổ vữa ra khỏi thùng trộn;

+ Vữa tươi trên phương tiện vận chuyển: Lấy 3 mẫu cục bộ ở 3 vị trí có độ sâu khác nhau trên phương tiện vận chuyển;

+ Vữa tươi trộn tại công trường: Lấy 3 mẫu cục bộ ở 3 vị trí khác nhau trong một mẻ trộn.

###### **b) Vữa khô trộn sẵn**

Lấy 3 mẫu cục bộ ở 3 bao chứa khác nhau sao cho mẫu đại diện cho toàn bộ lô.

#### 4.2.1.3.2. Mẫu gộp

Khối lượng các mẫu đơn được lấy sao cho mẫu gộp từ các mẫu đơn đó có thể tích/khối lượng không nhỏ hơn 20 lít (với vữa tươi) hoặc 15kg (với vữa khô).

Các mẫu gộp từ vữa khô trộn sẵn được đựng trong các bao cách ẩm, các mẫu gộp từ vữa tươi được đựng trong các thùng chứa không thấm nước đã được lau khô. Các thùng chứa phải được đậy hoặc buộc kín.

Các mẫu vữa ngay sau khi lấy tại công trường được đưa về phòng thí nghiệm để thử các chỉ tiêu cần kiểm tra.

#### 4.2.1.4. Chuẩn bị mẫu thử

##### a) Vữa tươi

Mẫu gộp vữa tươi phải được trộn lại khoảng 30 giây trong chảo đã lau bằng khăn ẩm. Rút gọn mẫu theo phương pháp chia tư sao cho khối lượng mẫu để thử mỗi chỉ tiêu phải lớn hơn 1,5 lần lượng vữa cần thiết cho thử nghiệm chỉ tiêu đó.

##### b) Vữa khô trộn sẵn

Mẫu gộp vữa khô được nhào trộn với nước sao cho vữa tươi đạt giá trị độ lưu động (độ dẻo) theo quy định ở bảng 4.1. Việc trộn vữa được thực hiện bằng máy hoặc bằng tay, toàn bộ thời gian trộn khoảng 3 phút.

**Bảng 4.1 - Giá trị độ lưu động tương ứng các loại vữa**

Loại vữa	Độ lưu động, mm		
	Vữa xây	Vữa hoàn thiện	
		Thô	Mịn
Vữa thường	165-195	175-205	175-205
Vữa nhẹ	145-175	155-175	155-185

CHÚ THÍCH: Vật liệu để kiểm tra thành phần cấp phối vữa phải được để trong các thùng hoặc khay chứa riêng rẽ, chất kết dính phải được chứa trong các bao cách ẩm hoặc bình đậy kín. Để chuẩn bị vữa tươi trong phòng thí nghiệm, các loại vật liệu phải được cân chính xác đến 1 gam. Các vật liệu sau khi cân được trộn khô đến khi đồng nhất, sau đó cho nước vào và trộn ướt 3 phút nữa. Điều chỉnh lượng nước trộn sao cho vữa tươi đạt độ lưu động theo quy định của bảng 1.

#### 4.2.2. Xác định kích thước hạt cốt liệu lớn nhất

##### 4.2.2.1. Thiết bị và dụng cụ thử

- Bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước lỗ sàng 10 mm; 5 mm; 2,5 mm; 1,25 mm; 0,63 mm; 0,315 mm; 0,14 mm và sàng có kích thước lỗ 0,08 mm;

- Cân kỹ thuật có độ chính xác đến 1 gam;
- Tủ sấy điện có bộ phận điều chỉnh và ổn định nhiệt độ ở  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  và  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **4.2.2.2. Tiến hành thử**

Cân 1000 g mẫu đã chuẩn bị theo mục 4.2.1.4 ở phần trên. Vữa tươi được sàng ướt, vữa khô được sàng khô trên bộ sàng tiêu chuẩn và sàng có kích thước lỗ 0,08 mm. Sấy khô lượng sót trên mỗi sàng ở nhiệt độ  $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (đối với vữa có chất kết dính vô cơ) hoặc  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (đối với vữa có chất kết dính hữu cơ) đến khối lượng không đổi. Để cốt liệu nguội đến nhiệt độ phòng thí nghiệm và cân khối lượng còn lại trên mỗi sàng, chính xác đến 1 gam.

#### **4.2.2.3. Tính kết quả**

4.2.2.3.1. Lượng sót riêng trên mỗi sàng thứ  $i$  ( $a_i$ ), được tính bằng % theo công thức:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \times 100$$

Trong đó:

- $m_i$  - khối lượng phần còn lại trên sàng thứ  $i$ , g;
- $m$  - lượng sót tích lũy trên sàng 0,08mm, g;

4.2.2.3.2. Kích thước hạt cốt liệu lớn nhất bằng kích thước lỗ sàng mà lượng sót tích lũy trên sàng đó không lớn hơn 10%. Kết quả thử là giá trị trung bình cộng của 2 mẫu thử, chính xác đến 0,1%. Nếu kết quả giữa hai lần thử sai lệch lớn hơn 2% thì tiến hành thử lại trên mẫu lưu.

### **4.2.3. Xác định độ lưu động của vữa tươi (phương pháp bàn dằn)**

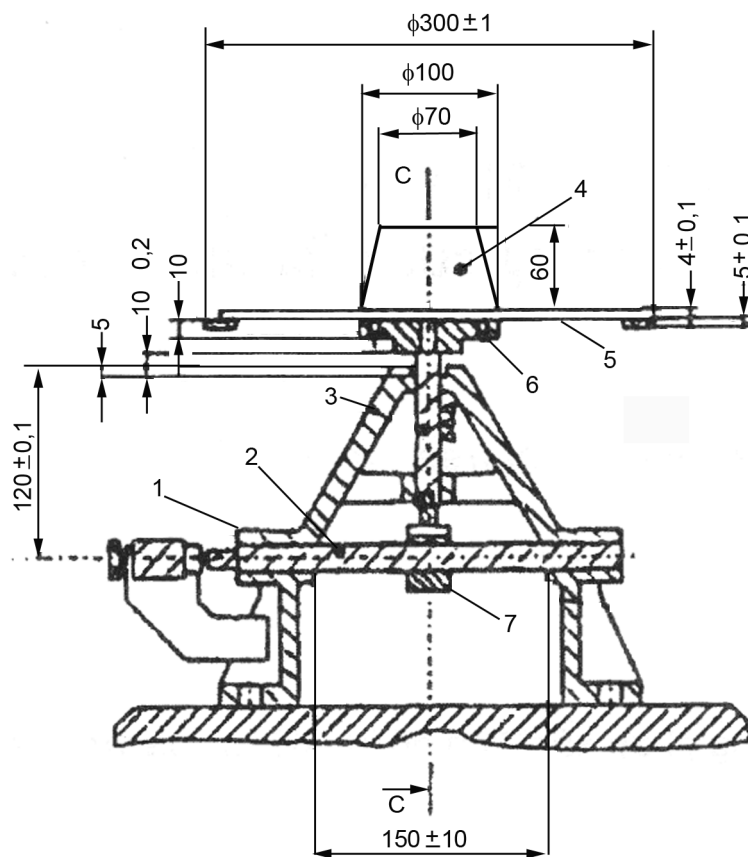
#### **4.2.3.1. Thiết bị và dụng cụ thử**

- Cân kỹ thuật có độ chính xác tới 1 g;
- Thước kẹp có độ chính xác tới 0,1 mm;
- Bay, chảo trộn mẫu;
- Bàn dằn với các chi tiết được mô tả trên hình 4.1: Khối lượng phần động của bàn dằn là  $3250\text{ g} \pm 100\text{ g}$ . Phần động có cơ cấu điều chỉnh để có khả năng nâng lên, hạ xuống theo phương thẳng đứng là  $10\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ ;
- Khâu hình côn, đường kính trong của đáy lớn là  $100\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ , của đáy nhỏ là  $70\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ , chiều cao khâu là  $60\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ , chiều dày thành côn không nhỏ hơn 2 mm.

#### 4.2.3.2. Tiến hành thử

Trước khi thử lau sạch mặt tấm kính, côn, chày bằng vải ẩm. Đặt khâu hình côn vào giữa bàn dẫn. Lấy khoảng 1 lít mẫu vữa tươi, cho vào khâu thành 2 lớp, mỗi lớp đầm 10 cái sao cho vữa đầy kín và đồng nhất trong khâu. Khi đầm dùng tay giữ chặt khâu trên mặt bàn dẫn. Dùng dao gạt phẳng vữa thừa trên mặt khâu, lau sạch nước và vữa trên mặt tấm kính xung quang khâu. Từ từ nhấc khâu lên theo phương thẳng đứng và cho máy dẫn 15 cái trong 15 vòng giây. Dùng thước kẹp đo đường kính đáy của khối vữa chảy theo 2 phương vuông góc, chính xác tới 1 mm. Kết quả thử là trung bình cộng của 2 kết quả đo.

Kích thước tính bằng mm



Hình 4.1 - Sơ đồ cấu tạo bàn dẫn

1. Bộ máy; 2. Trụ ngang; 3. Trụ nâng; 4. Khuôn hình côn; 5. Đĩa đệm;
6. Bàn máy kim loại cứng; 7. Cam nâng

#### 4.2.3.3. Tính kết quả

Độ lưu động của mẫu vữa là giá trị trung bình cộng của 2 lần thử, chính xác đến 1 mm. Nếu một trong 2 giá trị đo sai lệch lớn hơn 10 % so với giá trị trung bình thì tiến hành thử lại trên mẫu lưu.

#### **4.2.4. Xác định khối lượng thể tích vữa tươi**

##### **4.2.4.1. Thiết bị và dụng cụ thử**

- Cân kỹ thuật có độ chính xác tới 1 gam;
- Bình đong bằng kim loại không gỉ, có thể tích 1 lít, đường kính trong bằng 113 mm.

##### **4.2.4.2. Tiến hành thử**

Lấy khoảng 1,5 lít vữa tươi. Cân bình đong đã được làm khô, được khối lượng  $m_1$ . Đổ mẫu vữa tươi đến khoảng 1/2 chiều cao bình đong, nghiêng bình và đập 10 cái xuống nền. Tiếp tục đổ đầy vữa tới miệng bình và đập 5 cái nữa sao cho vữa lấp kín các khoảng trống trong bình đong. Cho thêm vữa vào và gạt vữa thừa ngang miệng bình. Dùng vải lau sạch vữa dính xung quanh bình sau đó cân bình có vữa, được khối lượng  $m_2$ .

##### **4.2.4.3. Tính kết quả**

Khối lượng thể tích của vữa tươi ( $\gamma_o$ ), tính bằng  $\text{kg/m}^3$ , theo công thức:

$$\gamma_o = \frac{m_2 - m_1}{V_o}$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng của bình, kg;

$m_2$  - khối lượng của bình có vữa, kg;

$V_o$  - thể tích của bình đong,  $\text{m}^3$ ,  $V_o = 0,001 \text{ m}^3$ .

Kết quả thử là giá trị trung bình cộng của 2 phép đo, lấy chính xác đến 10  $\text{kg/m}^3$ . Nếu giá trị của 2 lần thử chênh lệch lớn hơn 10 % so với giá trị trung bình thì tiến hành thử lại trên mẫu lưu.

#### **4.2.5. Xác định khả năng giữ độ lưu động của vữa tươi**

##### **4.2.5.1. Thiết bị và dụng cụ thử.**

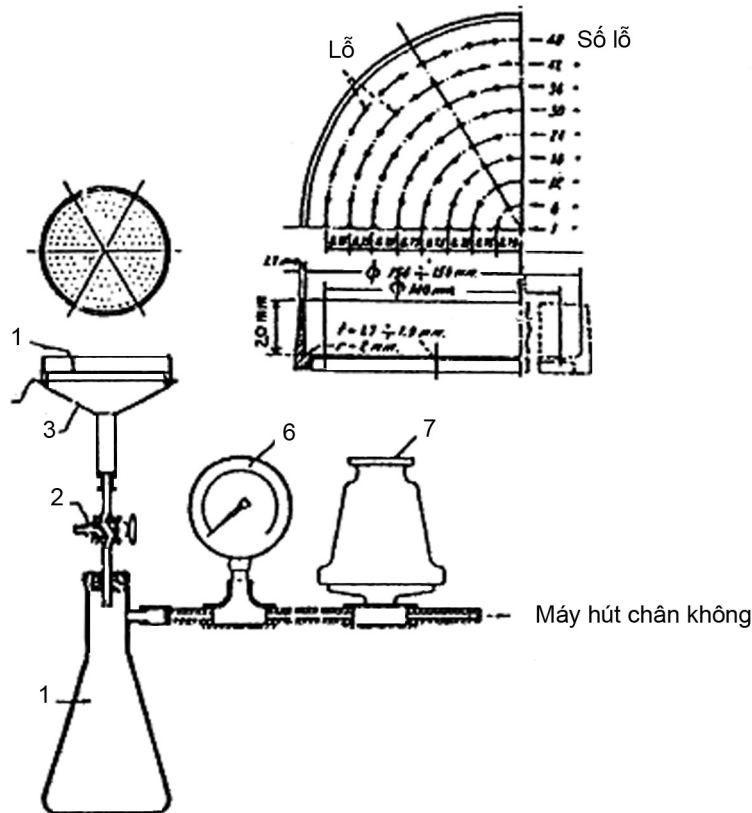
- Máy hút chân không, đồng hồ đo áp lực chân không, bình chứa 1 lít được mô tả trên hình 4.2. Các phụ kiện trên phải đủ khả năng chịu áp lực chân không tới 200 mmHg;

- Phễu có đường kính trong 154 mm – 156 mm, chiều cao 20 mm. Trong phễu có đĩa đục lỗ, đường kính đĩa bằng đường kính trong của phễu, đường kính lỗ 1,4 mm - 1,6 mm. Các lỗ được phân bố đều trên toàn bộ tiết diện của đĩa;

- Đồng hồ bấm giây;

- Giấy lọc loại chảy trung bình,  $20 \text{ g/m}^2$ , có đường kính bằng đường kính trong của phễu;
- Thiết bị thử độ lưu động theo phần 4.2.3 ở trên.

Kích thước tính bằng mm



**Hình 4.2 - Sơ đồ cấu tạo phễu hút chân không**

1. Bình tam giác 1 lít; 2. Van 3 chiều; 4. Giấy lọc; 5. Đĩa đục lỗ;  
6. Đồng hồ đo chân không; 7. Van điều chỉnh chân không.

#### 4.2.5.2. Tiến hành thử

Lấy khoảng 1 lít mẫu vữa tươi. Xác định độ lưu động ( $D_1$ ) ban đầu của mẫu vữa.

Khoá và hiệu chỉnh van 3 chiều để duy trì áp lực chân không trong bình ở mức 50 mmHg. Đặt giấy lọc đã nhúng ướt nước lên đĩa đục lỗ, mở van 3 chiều tạo chân không trong phễu để kiểm tra áp lực và sự rò rỉ.

Trộn đều mẫu vữa sau khi xác định độ lưu động, sau đó đổ vữa cho vào phễu đã được lót giấy lọc ướt, dùng dao gạt phẳng vữa thừa ngang miệng phễu. Điều chỉnh áp lực chân không tới 50 mmHg, sau đó mở van 3 chiều để tạo chân không trong 60 giây. Ngay sau đó mở van 3 chiều để cân bằng áp suất trong phễu bằng áp suất khí quyển.

Sau khi hút chân không, lấy vữa ra khỏi phễu, trộn đều lại và xác định độ lưu động ( $D_2$ ). Chú ý: mọi thao tác không được để gián đoạn, tổng thời gian thí nghiệm tính từ khi đổ nước để trộn, không được quá 20 phút.

#### **4.2.5.3. Tính kết quả**

Khả năng giữ độ lưu động (GLĐ), được tính bằng % theo công thức:

$$GLĐ = \frac{D_2}{D_1} \cdot 100$$

Trong đó:

$D_1$  - độ lưu động của vữa trước khi hút chân không, mm;

$D_2$  - độ lưu động của vữa sau khi hút chân không, mm;

Kết quả thử là giá trị trung bình cộng của 2 lần thử trên 2 mẫu khác nhau, tính chính xác đến 1 %. Nếu giá trị của hai lần thử chênh lệch lớn hơn 10 % so với giá trị trung bình thì phải tiến hành thử lại trên mẫu lưu. Nếu giá trị của hai lần thử lại vẫn chênh lệch lớn hơn 10 % so với giá trị trung bình thì phải tiến hành lấy lại mẫu thử gộp và thử lại.

#### **4.2.6. Xác định thời gian bắt đầu đông kết của vữa tươi**

##### **4.2.6.1. Thiết bị và dụng cụ thử**

Thiết bị xác định thời gian bắt đầu đông kết của vữa tươi được mô tả trên hình 4.3 bao gồm:

- Khâu đựng vữa (4) hình côn, bằng vật liệu không hút nước, đường kính trong 50 mm và 75 mm, chiều cao 50 mm – 100 mm. Chiều dày khâu tùy thuộc vào vật liệu chế tạo, nhưng phải đủ chắc để giữ được hình dáng theo kích thước trên;

- Kim đâm xuyên (3) làm bằng đồng hoặc thép không gỉ, đường kính 5mm, tổng chiều dài 65mm, phần dưới của kim (phần đâm vào vữa) có đường kính ( $6,175 \pm 0,025$ ) mm, dài ( $25 \pm 0,25$ ) mm;

- Vòng đệm (2) có đường kính ngoài 20mm, đường kính vừa đủ để lắp lỏng vào phần trên của kim. Vòng đệm có tác dụng cho biết kim đã đâm đủ sâu vào mẫu vữa;

- Cơ cấu đòn bẩy (1) tạo lực ấn kim đâm xuống mẫu thử;

- Cân kỹ thuật 10 kg, có vạch chia tới 100 g;

- Đồng hồ bấm giây;

- Phòng/thùng dưỡng hộ mẫu (nhiệt độ ( $27 \pm 2$ ) °C, độ ẩm ( $95 \pm 5$ ) %);

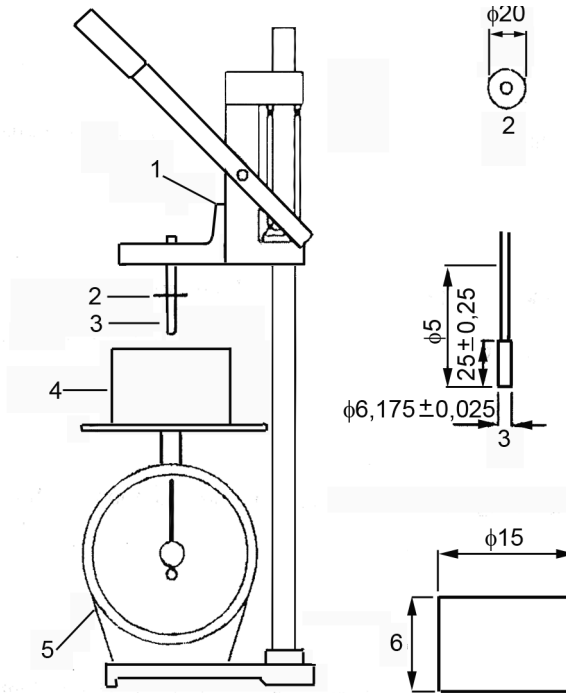
- Bay, chảo,...



#### 4.2.6.2. Tiến hành thử

Lấy khoảng 1 lít mẫu vữa. Đổ vữa đầy hơn miệng và dùng chày đầm khoảng 10 cái sao cho vữa được đầy kín trong khâu. Dùng dao gạt vữa ngang miệng khâu, dùng vải lau sạch vữa bám xung quanh khâu, cân khâu có chứa mẫu, được khối lượng  $m_1$ .

Kích thước tính bằng mm



**Hình 4.3** - Sơ đồ cấu tạo dụng cụ thử thời gian bắt đầu đông kết

1. Cơ cấu đòn bẩy; 2. Vòng đệm; 3. Kim đâm xuyên;  
4. Khâu đựng vữa; Đồng hồ đo khối lượng; 6. Chiều cao khâu (50mm - 100mm)

Đặt khâu có chứa mẫu vào vị trí dưới kim, sao cho mặt vữa trong khâu cách kim đâm xuyên khoảng 20 mm. Hạ kim từ từ cho tới khi chạm bề mặt vữa. Giữ ở vị trí này 1 đến 2 giây cho kim ổn định. Sau đó ấn kim đâm xuyên xuống mẫu cho đến khi vòng đệm của kim chạm vào bề mặt mẫu.

Khoảng thời gian giữa các lần đâm xuyên là 15 phút - 30 phút, tùy theo vữa không có hoặc có phụ gia kéo dài đông kết. Sau đó bảo quản mẫu ở nhiệt độ  $(27 \pm 20) ^\circ\text{C}$  và độ ẩm  $(95 \pm 5) \%$  trong túi nilon bọc kín.

Ghi lục đâm xuyên của các lần thử, xác định bằng cách đọc giá trị chỉ trên đồng hồ của cân, được khối lượng  $m_2$ .

Tiến hành thử mẫu cho tới khi cường độ đâm xuyên, xác định theo phần 4.2.6.3 dưới đây, đạt  $0,5 \text{ N/mm}^2$ .

#### **4.2.6.3. Tính kết quả**

- Cường độ đâm xuyên ( $R_{dx}$ ), tính bằng  $N/mm^2$ , theo công thức:

$$R_{dx} = \frac{(m_2 - m_1).10}{F}$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng của khâu có chứa mẫu, kg;

$m_2$  - khối lượng đọc được trên cân khi thử, kg;

F - diện tích tiết diện của kim đâm xuyên, tính bằng  $mm^2$ ,  $F = 29,93 mm^2$ .

Thời gian bắt đầu đông kết, tính bằng phút, là thời gian kể từ khi các thành phần vật liệu của vữa được trộn với nước cho đến khi vữa đạt cường độ đâm xuyên là  $0,5 N/mm^2$ .

Kết quả thử là giá trị trung bình cộng của 2 lần xác định. Nếu kết quả giữa hai lần thử sai lệch nhau quá 30 phút thì phải tiến hành xác định lại trên mẫu lưu.

#### **4.2.7. Xác định khối lượng thể tích mẫu vữa đóng rắn**

##### **4.2.7.1. Thiết bị và dụng cụ thử**

- Cân kỹ thuật có độ chính xác đến 1gam;
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh và ổn định nhiệt độ;
- Thước kẹp có độ chính xác tới 0,1mm;
- Cân thủy tĩnh.

##### **4.2.7.2. Tiến hành thử**

Sử dụng viên mẫu đóng rắn đã được đúc trong khuôn  $40mm \times 40mm \times 160mm$  hoặc trong các khuôn khác có hình dáng nhất định. Vữa đóng rắn được bảo dưỡng trong điều kiện quy định, không ít hơn 28 ngày. Nếu mẫu vữa không có hình dáng nhất định thì có thể chọn miếng vữa có thể tích không nhỏ hơn  $50 cm^3$ .

Sấy khô mẫu ở nhiệt độ  $(105 \pm 5) ^\circ C$  hoặc  $(60 \pm 5) ^\circ C$  (vữa có phụ gia hữu cơ) đến khối lượng không đổi. Để nguội mẫu tới nhiệt độ phòng và cân mẫu, được khối lượng  $m_1$ . Với mẫu có hình dáng xác định thì đo kích thước 3 cạnh, kết quả đo mỗi cạnh là giá trị trung bình cộng của 3 lần đo ở 3 vị trí khác nhau. Với mẫu không có hình dáng xác định thì nhúng mẫu vào parafin đang được nóng chảy. Nếu lớp bọc parafin còn bọt khí hoặc khuyết tật thì phủ lại chỗ đó cũng bằng parafin lỏng. Cân ngoài không khí mẫu đã bọc parafin, được khối lượng  $m_2$ , sau đó cân thủy tĩnh mẫu đã bọc parafin, được khối lượng  $m_3$ .

### 4.2.7.3. Tính kết quả

#### 4.2.7.3.1. Mẫu có hình dáng xác định:

Khối lượng thể tích mẫu thử ( $\rho_v$ ), được tính bằng  $\text{kg/m}^3$ , theo công thức:

$$\gamma_o = \frac{m_1}{l.b.h}$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng mẫu ở trạng thái khô, kg;

$l, b, h$  - kích thước chiều dài, chiều rộng, chiều cao mẫu thử, m.

#### 4.2.7.3.2. Mẫu có hình dáng không xác định:

Khối lượng thể tích mẫu thử ( $\rho_v$ ), được tính bằng  $\text{kg/m}^3$  theo công thức:

$$\rho_v = \frac{m_1}{(m_2 - m_3) - (m_2 - m_1) / 930}$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng mẫu khô cân ngoài không khí, kg;

$m_2$  - khối lượng mẫu khô có bọc parafin cân ngoài không khí, kg;

$m_3$  - khối lượng mẫu khô có bọc parafin cân thủy tĩnh, kg;

930 - giá trị khối lượng riêng của parafin,  $\text{kg/m}^3$ .

Kết quả thử là giá trị trung bình cộng kết quả của 2 mẫu thử, chính xác tới 10  $\text{kg/m}^3$ .

### 4.2.8. Xác định cường độ uốn và cường độ nén của vữa đã đóng rắn

#### 4.2.8.1. Thiết bị và dụng cụ thử

- *Khuôn bằng kim loại*, có hình lăng trụ. Khuôn gồm 3 ngăn, có thể tháo lắp rời từng thanh, kích thước trong mỗi ngăn của khuôn là: chiều dài ( $160 \pm 0,8$ ) mm, chiều rộng ( $40 \pm 0,2$ ) mm, chiều cao ( $40 \pm 0,1$ ) mm.

- *Chày đầm mẫu*, được làm từ vật liệu không hút nước có tiết diện ngang là hình vuông với cạnh bằng ( $12 \pm 1$ ) mm, khối lượng là ( $50 \pm 1$ ) g. Bề mặt chày phẳng và vuông góc với chiều dài.

- *Thùng bảo dưỡng mẫu* có thể duy trì nhiệt độ ( $27 \pm 2$ )  $^{\circ}\text{C}$  và độ ẩm ( $95 \pm 5$ ) %.

- *Mảnh vải cotton*, cần bốn mảnh, mỗi mảnh có kích thước ( $150 \times 175$ ) mm.

- *Giấy lọc định tính* loại 20  $\text{g/m}^2$ , kích thước ( $150 \times 175$ ) mm.

- *Tấm kính*, có diện tích đủ lớn để đặt kín khuôn.

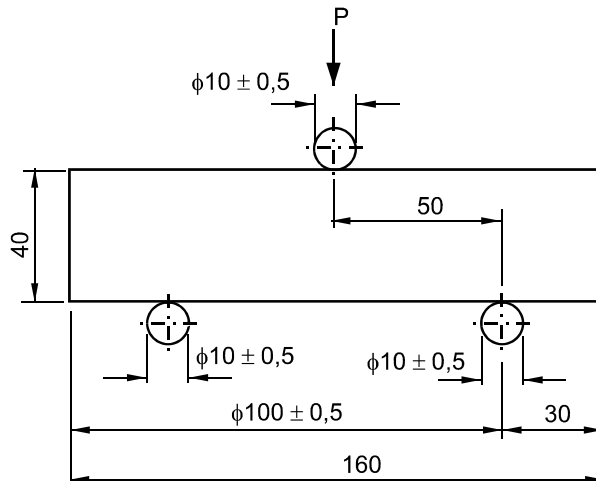
- *Máy thử uốn*, có khả năng chịu tải đến 5 KN, có sai số không lớn hơn 2 % và có khả năng gia tải với tốc độ ( $10 - 50$ ) N/s. Sơ đồ nguyên lý thử uốn thể hiện trên hình 4.4.

- Máy thử nén:

+ Máy nén có khả năng tạo lực nén đến 100 KN có sai số không lớn hơn 2 % và có khả năng gia tải với tốc độ 100 - 900 N/s;

+ Hai tấm nén của máy được làm từ thép cứng, tiết diện hình vuông, cạnh là  $(40 \pm 0,1)$  mm, chiều dày không nhỏ hơn 10 mm. Tấm nén phải đảm bảo phẳng, khe hở bề mặt giữa 2 tấm nén không lớn hơn 0,01 mm.

Kích thước tính bằng mm



Hình 4.4 - Sơ đồ nguyên lý thử cường độ uốn

#### 4.2.8.2. Tiến hành thử

##### 4.2.8.2.1. Chuẩn bị mẫu thử

Lấy khoảng 2 lít mẫu vữa tươi. Trộn đều lại bằng tay từ 10 đến 20 giây trước khi thử.

a) Với vữa sử dụng nhiều hơn 50 % chất kết dính thủy lực trong tổng khối lượng chất kết dính: đổ mẫu vào khuôn có đáy kim loại làm 2 lớp, dùng chày đầm mỗi lớp 25 cái. Dùng dao gạt vữa cho bằng miệng khuôn. Đậy kín khuôn bằng tấm kính và bảo dưỡng mẫu theo thời gian và chế độ quy định ở bảng 4.2.

b) Với vữa sử dụng không nhiều hơn 50 % chất kết dính thủy lực trong tổng khối lượng chất kết dính: đặt khuôn không đáy lên tấm vật liệu không hút nước, trên tấm đã được phủ 2 lớp vải cotton.

Đổ mẫu vào khuôn làm 2 lớp, dùng chày đầm mỗi lớp 25 cái. Dùng dao gạt vữa thừa ngang miệng khuôn. Đặt 2 lớp vải cotton lên mặt khuôn rồi đặt tiếp theo 6 lớp giấy lọc lên lớp vải cotton. Đậy tấm kính lên trên lớp giấy lọc. Sau đó lật úp khuôn xuống (đáy khuôn lộn lên trên) rồi bỏ tấm kính ra. Đặt 6 miếng giấy lọc lên trên lớp vải cotton và lại đậy tấm kính lên trên. Lật lại khuôn về vị trí ban đầu và dùng vật nặng tạo lực đè lên mặt mẫu với áp lực khoảng  $26 \text{ g/cm}^2$ , tương đương 5000 g.

Lực đè được duy trì trong 3 giờ. Sau đó tháo bỏ tải trọng, tấm kính, giấy lọc và miếng vải bên trên mặt khuôn. Đậy tấm kính và lật lại khuôn để tháo bỏ miếng vật liệu không hút nước, giấy lọc và vải ra. Đậy lại tấm kính lên trên bề mặt khuôn và bảo dưỡng mẫu thử như quy định. Tiến hành uốn và nén mẫu.

**Bảng 4.2 - Thời gian và chế độ bảo dưỡng mẫu**

Loại vữa	Nhiệt độ bảo dưỡng (27±2) °C		
	Độ ẩm tương đối, %		
	95±5		70±10
	Trong khuôn	Ngoài khuôn	Ngoài khuôn
- Vữa có nhiều hơn 50 % chất kết dính thủy lực	2 ngày	5 ngày	21 ngày
- Vữa có không nhiều hơn 50% chất kết dính thủy lực	5 ngày	2 ngày	21 ngày

CHÚ THÍCH: Nếu sau thời gian trên mẫu vẫn chưa tháo khuôn được thì tiếp tục giữ mẫu trong khuôn. Thời gian giữ mẫu trong khuôn không được lớn hơn 7 ngày.

#### 4.2.8.2.2. Thử uốn mẫu

Mẫu sau khi được bảo dưỡng như quy định, được lắp vào bộ giá uốn như sơ đồ hình 3. Mặt tiếp xúc với các gối uốn là 2 mặt bên tiếp xúc với thành khuôn khi tạo mẫu. Tiến hành uốn mẫu với tốc độ tăng tải từ (10 – 50) N/s cho đến khi mẫu bị phá huỷ. Ghi lại tải trọng phá huỷ lớn nhất.

#### 4.2.8.2.3. Thử nén mẫu

Mẫu thử nén là 6 nửa viên mẫu gãy sau khi đã thử uốn. Đặt tấm nén vào giữa thớt nén dưới của máy nén, sau đó đặt mẫu vào bộ tấm nén, sao cho hai mặt mẫu tiếp xúc với tấm nén là 2 mặt tiếp xúc với thành khuôn khi tạo mẫu. Nén mẫu với tốc độ tăng tải từ 100 - 300 N/s cho đến khi mẫu bị phá huỷ. Ghi lại tải trọng phá huỷ lớn nhất.

#### 4.2.8.3. Tính kết quả

4.2.8.3.1. Cường độ uốn của mỗi mẫu thử ( $R_u$ ), tính bằng N/mm<sup>2</sup>, theo công thức:

$$R_u = 1,5 \cdot \frac{P_u \cdot l}{b \cdot h^2}$$

Trong đó:

$P_u$  - lực uốn gãy, N;

l - khoảng cách giữa hai gói uốn, mm (100mm).

b, h - chiều rộng, chiều cao mẫu thử, mm (40mm và 40mm)

Kết quả thử là giá trị trung bình cộng của 3 mẫu thử, chính xác đến 0,1 N/mm<sup>2</sup>.

Nếu có một kết quả sai lệch lớn hơn 10 % so với giá trị trung bình thì loại bỏ kết quả đó. Khi đó kết quả thử là giá trị trung bình cộng của hai mẫu còn lại.

4.2.8.3.2. Cường độ nén của mỗi mẫu thử ( $R_n$ ), tính bằng N/mm<sup>2</sup>, theo công thức:

$$R_n = \frac{P_n}{F}$$

Trong đó:

$P_n$  - lực nén phá huỷ mẫu, N;

F - diện tích tiết diện nén của mẫu, mm<sup>2</sup>.

Kết quả thử là giá trị trung bình cộng của 6 mẫu thử, chính xác đến 0,1 N/mm<sup>2</sup>. Nếu kết quả của viên mẫu nào sai lệch lớn hơn 15 % so với giá trị trung bình của các viên mẫu thì loại bỏ kết quả của viên mẫu đó. Khi đó kết quả thử là giá trị trung bình cộng của các viên mẫu còn lại.

#### 4.2.9. Xác định cường độ bám dính của vữa đã đóng rắn trên nền

##### 4.2.9.1. Thiết bị và dụng cụ thử

- Vòng hình nón cắt bằng đồng hoặc thép không gỉ,
- Tấm đầu kéo bám dính hình tròn bằng thép không gỉ, có đường kính (50 ± 0,1) mm, chiều dày không nhỏ hơn 10 mm. Tâm của đầu kéo có móc để móc trực tiếp vào bộ phận kéo của máy thử cường độ bám dính.
- Keo gắn, trên cơ sở nhựa thông, nhựa epoxy hoặc nhựa methylmethacryl.
- Máy thử cường độ bám dính, có khả năng tạo lực kéo trực tiếp tới 5 KN, sai số không lớn hơn 2 %, tốc độ tăng lực kéo từ (5 - 10) N/s. Máy có bộ phận giữ tấm nền liên kết trước khi thử bám dính.
- Phòng/thùng dưỡng hộ mẫu, có khả năng ổn định nhiệt độ (27 ± 2) °C và độ ẩm (70 ± 10) %.

##### 4.2.9.2. Chuẩn bị thử

- Chuẩn bị tấm nền liên kết:

Nếu không có quy định nào đặc biệt thì tấm nền liên kết được làm từ bê tông hình chữ nhật, kích thước không nhỏ hơn 550 mm x 150 mm x 50 mm. Bê tông làm tấm

nền có tỷ lệ nước/ximăng 0,55 và cốt liệu thông thường với đường kính hạt có liệu lớn nhất không lớn hơn 1/3 chiều cao tấm nền. Bề mặt tấm nền được làm phẳng bằng bay gỗ và cọ chải thường xuyên. Tấm nền được bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn không ít hơn 28 ngày tuổi.

- *Chuẩn bị mẫu thử:*

Lấy khoảng 12 lít mẫu vữa tươi và trộn đều lại mẫu từ (10 - 20) giây, láng một lớp vữa dày ( $10 \pm 1$ ) mm lên trên tấm nền liên kết. Trước khi láng vữa, tấm nền được để khô tự nhiên. Sau khi mẫu bắt đầu đông kết, vừa xoay nhẹ vừa ấn vòng hình nón đã được lau lớp dầu mỏng xuống lớp vữa cho tới khi tiếp xúc hoàn toàn với nền liên kết. Xoay nhẹ và nhấc từ từ vòng hình tròn lên khỏi lớp vữa. Lúc này đã tạo được mẫu khoan hình trụ để thử lực bám dính trong diện tích của vòng hình côn. Khoảng cách giữa các mẫu thử trên tấm nền và khoảng cách từ mẫu tới mép tấm nền không được nhỏ hơn 50 mm. Các mẫu thử bị bong hoặc nứt trong quá trình chuẩn bị mẫu sẽ bị loại bỏ và làm tiếp các mẫu thử khác bên cạnh. Mẫu thử được bảo dưỡng 7 ngày trong túi nilon kín, 21 ngày ở độ ẩm ( $70 \pm 10$ ) % và nhiệt độ ( $27 \pm 2$ ) °C.

#### **4.2.9.3. Tiến hành thử**

Khi mẫu đã đến tuổi thử, dùng nhựa epoxy gắn đầu kéo vào mẫu thử. Nhựa phải được phủ hết trên toàn diện tích mẫu thử và đầu kéo. Chú ý tránh không để nhựa dính ra ngoài diện tích cần thử. Sau khi nhựa epoxy đóng rắn, lắp tấm nền liên kết vào máy thử. Tác dụng một lực kéo thẳng góc với mẫu thử với tốc độ tăng tải từ 0,05 đến 0,1 N/mm<sup>2</sup> trong 1 giây nếu cường độ bám dính dự kiến lớn hơn 1 N/mm<sup>2</sup>, hoặc từ 0,01 đến 0,05 N/mm<sup>2</sup> trong 1 giây nếu cường độ bám dính dự kiến nhỏ hơn 1 N/mm<sup>2</sup>, cho đến khi mẫu bị kéo đứt. Ghi lại lực kéo đứt lớn nhất.

#### **4.2.9.4. Tính kết quả**

Cường độ bám dính của từng mẫu thử ( $R_{bd}$ ) tính bằng N/mm<sup>2</sup>, theo công thức:

$$R_{bd} = \frac{P_{bd}}{F}$$

Trong đó:

$P_{bd}$  - lực bám dính khi kéo đứt, tính bằng N;

F - diện tích bám dính chịu kéo của mẫu thử, tính bằng mm<sup>2</sup>,  $F = 1950 \text{ mm}^2$ .

Kết quả thử là giá trị trung bình cộng kết quả của 5 mẫu thử, chính xác đến 0,1 N/mm<sup>2</sup>. Nếu có kết quả nào sai lệch quá 10 % so với giá trị trung bình thì loại bỏ kết quả đó. Kết quả cuối cùng là giá trị trung bình kết quả của các mẫu còn lại.

#### **4.2.10. Xác định độ hút nước mẫu vữa đã đóng rắn**

##### **4.2.10.1. Thiết bị và dụng cụ thử**

- Cân kỹ thuật có độ chính xác đến 1 gam;
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh và ổn định nhiệt độ;
- Thùng ngâm mẫu.

##### **4.2.10.2. Tiến hành thử**

Mẫu vữa đóng rắn đã được bảo dưỡng trong điều kiện quy định không dưới 28 ngày. Lấy các miếng vữa có thể tích từ 50 cm<sup>3</sup> tới 500 cm<sup>3</sup>, sấy khô mẫu ở nhiệt độ (70 ± 5) °C đến khối lượng không đổi (chênh lệch khối lượng giữa hai lần cân liên tiếp cách nhau 2 giờ không vượt quá 0,2 % khối lượng mẫu khô). Để nguội mẫu đến nhiệt độ phòng thí nghiệm và cân, được khối lượng m<sub>1</sub>. Ngâm mẫu vào nước sinh hoạt ở nhiệt độ thường trong (24 ± 2) giờ. Vớt mẫu ra, dùng vải ẩm lau nước đọng trên bề mặt rồi cân, được khối lượng m<sub>2</sub>.

##### **4.2.10.3. Tính kết quả**

Độ hút nước (H), tính bằng %, theo công thức:

$$H = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \cdot 100$$

Trong đó:

m<sub>2</sub> - khối lượng mẫu bão hoà nước, g;

m<sub>1</sub> - khối lượng mẫu khô, g;

Kết quả độ hút nước là giá trị trung bình cộng của 3 mẫu thử, tính chính xác tới 0,01%.

### **4.3. BIỂU MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM (xem trang 85)**

### **4.4. NỘI DUNG ÔN TẬP**

#### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

**4.4.1.** Vữa xây dựng thông thường được chế tạo từ các loại vật liệu gì?

**4.4.2.** Cốt liệu sử dụng chế tạo hỗn hợp vữa có kích thước hạt lớn nhất theo quy định là bao nhiêu mm?

**4.4.3.** Có thể phân loại vữa theo các tiêu chí nào? Nêu cụ thể các loại vữa theo từng tiêu chí phân loại.

**4.4.4.** Nêu các chỉ tiêu của hỗn hợp vữa (định nghĩa, đặc điểm, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).



4.4.5. Nêu các chỉ tiêu của vữa đã đóng rắn (định nghĩa, đặc điểm, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

## B. PHẦN THỰC HÀNH

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu, tính toán ra kết quả cuối cùng theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

Số  $\frac{\dots/200}{-BT}$  **KẾT QUẢ KIỂM TRA ĐỘ BỀN NÉN CỦA BÊ TÔNG**  
Testing results on concrete compressive strength

### 1. THÔNG TIN DO KHÁCH HÀNG CUNG CẤP - Information supplied by the client

Đơn vị đặt hàng - Client:	--
Chủ đầu tư - Employer:	--
Nhà thầu chính - Main contractor:	--
Tư vấn - Consultant:	--
Công trình - Project:	--
Ký hiệu mẫu - Sample mark:	--
Ngày lấy mẫu: -- Sampling date (d-m-y)	Mác thiết kế: -- Specific requirement

### 2. KẾT QUẢ THỬ - Testing results

Phương pháp thử - Testing method : TCVN 3118:1993

Ngày thử Testing date (d-m-y)	--		
Tuổi mẫu Age of Sample	Ngày Days	--	
Kích thước mẫu Sample size	mm	150x150x150	
Viên mẫu số Specimens number	1	2	3
Lực phá hoại Load at failure	N		
Độ bền nén Compressive strength	MPa (N/mm <sup>2</sup> )		
Độ bền nén trung bình Average compressive strength	MPa (N/mm <sup>2</sup> )		

Ghi chú: Mẫu thử do khách hàng mang đến.

Remark:

Hà nội, ngày .. tháng .. năm 20

NGƯỜI THÍ NGHIỆM

PHÒNG TN

ĐƠN VỊ CHỦ QUẢN

Tested by

CHỦ ĐẦU TƯ

TƯ VẤN GIÁM SÁT

NHÀ THẦU

ĐƠN VỊ CẤP BÊ TÔNG

Employer

Consultant

Contractor

Concrete supplier

## **Chương 5**

# **PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA XI MĂNG**

### **5.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ XI MĂNG**

#### **5.1.1. Định nghĩa**

Xi măng là một loại chất kết dính thủy lực, khi được hòa trộn với nước sẽ xảy ra các phản ứng hóa học tạo nên các thành phần có tính kết dính và đóng rắn theo thời gian (trong nước hoặc trong không khí), tạo nên vật liệu đá nhân tạo có cường độ.

#### **5.1.2. Công nghệ chế tạo**

Xi măng được chế tạo từ các nguyên liệu chủ yếu gồm đất sét, đá vôi và một số thành phần khoáng chất khác (nếu cần - để điều chỉnh tính chất của xi măng)... Sau khi phối trộn, nghiền mịn với một tỷ lệ nhất định sẽ được nung ở nhiệt độ và thời gian phù hợp tạo nên sản phẩm Clanhke xi măng poolăng. Clanhke xi măng poolăng sau đó được nghiền mịn cùng thạch cao hoặc cùng một số thành phần khác để tạo nên các sản phẩm xi măng có tính chất, công dụng khác nhau.

#### **5.1.3. Phân loại**

Xi măng chủ yếu được phân loại theo thành phần và tính năng của sản phẩm. Theo đó có thể phân loại các sản phẩm xi măng như sau:

- Xi măng Pooclăng: được chế tạo bằng cách nghiền mịn clanhke xi măng poolăng với thạch cao.

- Xi măng Pooclăng hỗn hợp: được chế tạo bằng cách nghiền mịn hỗn hợp clanhke xi măng với các phụ gia khoáng và một lượng thạch cao cần thiết hoặc bằng cách trộn đều các phụ gia khoáng đã nghiền mịn với xi măng poolăng.

- Xi măng Pooclăng xi: được chế tạo bằng cách nghiền mịn clanhke xi măng poolăng với thạch cao và xi hạt lò cao.

- Xi măng Pooclăng puzolan: được chế tạo bằng cách nghiền mịn clanhke xi măng poolăng với thạch cao và puzolan hoạt tính.

- Xi măng Pooc lăng bền sunphat được chế tạo bằng cách nghiền mịn clanhke xi măng pooc lăng bền sun phat (trong đó thành phần khoáng của clanhke đã được điều chỉnh khi chế tạo) với thạch cao.

- Xi măng xây trát: thành phần gồm clanhke xi măng pooc lăng và phụ gia và có thể thêm phụ gia hữu cơ, khi trộn với cốt liệu nhỏ chế tạo được hỗn hợp vữa có tính công tác phù hợp để xây và hoàn thiện.

- Xi măng Pooc lăng ít tỏa nhiệt: xi măng pooc lăng trong đó hạn chế các thành phần khoáng có tốc độ thủy hóa nhanh và tỏa nhiệt lớn.

- Xi măng đóng rắn nhanh: xi măng pooc lăng được điều chỉnh các thành khoáng có tốc độ thủy hóa đóng rắn nhanh hoặc trộn thêm các thành phần có khả năng thúc đẩy quá trình thủy hóa của xi măng pooc lăng thông thường.

- v.v...

Trong phạm vi chương trình đào tạo thí nghiệm viên, chỉ giới hạn tìm hiểu và thực hành thí nghiệm các chỉ tiêu cơ lý của một số loại xi măng thông dụng hiện nay trên thị trường xây dựng gồm: xi măng pooc lăng và xi măng pooc lăng hỗn hợp.

#### **5.1.4. Các tính chất cơ lý cơ bản của xi măng**

##### **5.1.4.1. Khối lượng thể riêng, khối lượng thể tích xốp**

Khối lượng riêng của xi măng Pooc lăng (không có phụ gia khoáng) và xi măng Pooc lăng hỗn hợp vào khoảng (3,05 - 3,15) g/cm<sup>3</sup>. Chỉ tiêu này của xi măng được thí nghiệm bằng phương pháp xác định thể tích chất lỏng (cụ thể là dầu hỏa) chiếm chỗ của một lượng xi măng trong bình tỷ trọng.

Khối lượng thể tích xốp của xi măng có giá trị dao động khá lớn tùy thuộc vào độ lèn chặt, đối với bột xi măng ở trạng thái xốp tự nhiên  $\rho_x = 1100 \text{ kg/m}^3$ , ở trạng thái lèn chặt trung bình  $\rho_x = 1300 \text{ kg/m}^3$ , và ở trạng thái lèn chặt cao  $\rho_x = 1600 \text{ kg/m}^3$ .

##### **5.1.4.2. Độ mịn**

Xi măng có độ mịn cao sẽ dễ tác dụng với nước, các phản ứng thủy hoá sẽ xảy ra triệt để, tốc độ rắn chắc nhanh, cường độ chịu lực cao.

Độ mịn của xi măng được đánh giá thông qua hai chỉ tiêu: lượng sót sàng tiêu chuẩn kích thước lỗ sàng 0,09mm và bề mặt riêng (tổng diện tích bề mặt trên một đơn vị khối lượng) của xi măng. Phương pháp xác định độ mịn theo bề mặt riêng (phương pháp Blaine) được khuyến cáo áp dụng hơn phương pháp xác định theo lượng sót trên sàng tiêu chuẩn.

#### **5.1.4.3. Độ dẻo tiêu chuẩn**

Độ dẻo tiêu chuẩn của xi măng xác định bằng % lượng nước dùng cần thiết (lượng nước tiêu chuẩn) so với khối lượng xi măng sử dụng để tạo nên hồ xi măng đạt độ dẻo quy định khi thí nghiệm trên thiết bị Vicat.

Mỗi loại xi măng có lượng nước tiêu chuẩn nhất định tùy thuộc vào thành phần khoáng, độ mịn, hàm lượng phụ gia, thời gian đã lưu kho và điều kiện bảo quản xi măng. Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng càng lớn thì lượng nước nhào trộn trong bê tông và vữa càng nhiều.

Xi măng để lâu bị vón cục thì lượng nước tiêu chuẩn sẽ giảm.

Lượng nước tiêu chuẩn của xi măng thường dao động trong khoảng  $(22 \div 32) \%$ .

#### **5.1.4.4. Thời gian đông kết của xi măng.**

Sau khi trộn xi măng với nước, hồ xi măng có tính dẻo cao nhưng sau đó tính dẻo mất dần. Thời gian tính từ lúc trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng mất dẻo và bắt đầu có khả năng chịu lực gọi là thời gian đông kết.

Thời gian đông kết của xi măng bao gồm 2 giai đoạn là thời gian bắt đông kết và thời gian kết thúc đông kết.

- *Thời gian bắt đầu đông kết:* Là khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi hồ xi măng mất tính dẻo, ứng với thời điểm kim Vicat nhỏ có đường kính  $(1,13 \pm 0,05)$  mm lần đầu tiên cắm cách tám kính đáy của khuôn thử  $(4 \pm 1)$  mm.

- *Thời gian kết thúc đông kết:* Là khoảng thời gian tính từ lúc bắt đầu trộn xi măng với nước cho đến khi trong hồ xi măng hình thành các tinh thể, hồ cứng lại và bắt đầu có khả năng chịu lực, ứng với thời điểm kim Vicat có đường kính  $(1,13 \pm 0,05)$  mm lần đầu tiên cắm sâu vào hồ 0,5 mm.

Thời gian đông kết của xi măng phụ thuộc vào thành phần khoáng, độ mịn, hàm lượng phụ gia, thời gian lưu trữ trong kho và điều kiện bảo quản xi măng.

Các loại xi măng có thời gian đông kết khác nhau. Khi thi công bê tông và vữa cần phải biết thời gian bắt đầu đông kết và thời gian kết thúc đông kết của xi măng để định ra kế hoạch thi công hợp lý.

#### **5.1.4.5. Tính ổn định thể tích**

Xi măng phải đảm bảo tính ổn định thể tích để không bị biến dạng và nứt nẻ. Nguyên nhân gây nên hiện tượng không ổn định thể tích là hàm lượng CaO; MgO tự do và khoáng aluminat canxi lớn, các chất này khi đóng rắn thường nở thể tích.

Mặt khác, nếu lượng nước sử dụng nhiều quá cũng gây hiện tượng co cho đá xi măng cũng như bê tông và vữa.

#### 5.1.4.6. Độ bền chịu uốn, chịu nén và mác của xi măng

Xi măng thường dùng để chế tạo bê tông, vữa và nhiều loại vật liệu đá nhân tạo khác. Khi làm việc trong kết cấu bê tông, vữa và vật liệu đá nhân tạo sử dụng xi măng, đá xi măng có thể chịu nén, chịu uốn. Cường độ chịu nén và chịu uốn của xi măng càng cao thì cường độ nén và uốn của bê tông cũng càng lớn.

Giới hạn cường độ uốn và nén của vữa xi măng được dùng làm cơ sở để xác định mác xi măng. Mác xi măng là chỉ tiêu cần thiết khi tính thành phần cấp phối bê tông và vữa.

Theo cường độ chịu nén, xi măng gồm các loại sau: 30, 40, 50 (Các trị số này là giá trị cường độ chịu nén của mẫu vữa xi măng được chế tạo, bảo dưỡng trong điều kiện tiêu chuẩn và thí nghiệm nén ở tuổi 28 ngày).

## 5.2. CÁC MỨC QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI CÁC TÍNH CHẤT CỦA XI MĂNG THEO TIÊU CHUẨN HIỆN HÀNH CỦA VIỆT NAM

Các tính chất cơ, lý, hóa cơ bản của xi măng pooc lăng được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 2682:2009. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 5.1.

**Bảng 5.1 - Các mức quy định đối xi măng pooc lăng theo TCVN 2682:2009**

Các chỉ tiêu	Mức		
	PC30	PC 40	PC 50
<i>I</i>	2	3	4
1- Cường độ nén, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn			
3 ngày ± 45 phút	16	21	25
28 ngày ± 8 giờ	30	40	50
2- Thời gian đông kết, phút			
- Bắt đầu, không nhỏ hơn	45		
- Kết thúc, không lớn hơn	375		
3- Độ nghiền mịn, xác định theo:			
- Phần còn lại trên sàng 90 μm; %, không lớn hơn	10		
- Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn	2800		

**Bảng 5.1 (Tiếp theo)**

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
4- Độ ổn định thể tích, xác định theo phương pháp Losatolie, mm, không lớn hơn		10	
5- H/lượng anhydric sunfuric (SO <sub>3</sub> ); %, không lớn hơn		3,5	
6- Hàm lượng Magiê oxit (MgO); %, không lớn hơn		5,0	
7- Hàm lượng mất khi nung; %, không lớn hơn		3,0	
5- Hàm lượng cặn không tan (CKT); %, không lớn hơn		1,5	
6- Hàm lượng kiềm quy đổi, %, không lớn hơn		0,6	

Các tính chất cơ, lý, hóa cơ bản của xi măng pooc lăng hỗn hợp được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 6260:2009. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 5.2.

**Bảng 5.2 - Các mức quy định đối xi măng pooc lăng hỗn hợp theo TCVN 6260:2009**

Các chỉ tiêu	Mức		
	PCB30	PCB 40	PCB50
1- Cường độ nén, N/mm <sup>2</sup> , không nhỏ hơn 72 giờ ± 45 phút 28 ngày ± 2 giờ	14 30	18 40	22 50
2- Thời gian đông kết - Bắt đầu, phút, không nhỏ hơn - Kết thúc, phút, không lớn hơn		45 420	
3- Độ nghiền mịn - Phần còn lại trên sàng 90 µm, %, không nhỏ hơn - Bề mặt riêng, xác định theo phương pháp Blaine, cm <sup>2</sup> /g, không nhỏ hơn		10 2800	
4- Độ ổn định thể tích - Xác định theo phương pháp Losatolie, mm, không lớn hơn		10	
5- Hàm lượng anhydric sunfuric (SO <sub>3</sub> ), %, không lớn hơn		3,5	
6- Độ nở Autoclav, %, không lớn hơn (Thí nghiệm khi có yêu cầu của khách hàng)		0,8	

### **5.3. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA XI MĂNG**

#### **5.3.1. Yêu cầu chung về phép thử cơ lý của xi măng (theo TCVN 4029:1985)**

Khối lượng mẫu xi măng lấy từ một lô ít nhất là 20 kg. Lấy 10 kg đem thử, còn 10 kg lưu giữ cẩn thận trong 2 tháng để thử lại khi cần thiết. Nếu lấy mẫu từ xi măng đã đóng bao thì lấy ít nhất trong 20 bao nằm rải rác nhiều nơi, mỗi bao lấy chừng 1 kg rồi đem trộn đều với nhau. Nếu lấy mẫu ở dạng rời thì phải lấy ở nhiều vị trí, ít nhất ở 20 chỗ khác nhau, theo toàn bộ chiều dày khối xi măng, mỗi chỗ lấy khoảng 1 kg rồi đem trộn đều.

Phương pháp lấy mẫu xi măng trong các bao xi măng: Mở miệng bao, dùng ống chuyên lấy mẫu xúc dọc bao lấy mẫu ra rồi gập miệng bao lại.

Mẫu xi măng đem thử phải được đựng trong các bao hay hộp kín, bảo quản nơi khô ráo, tránh tiếp xúc với nước và ẩm. Phải ghi rõ loại mẫu và tình trạng bao bì chứa các mẫu xi măng vào sổ theo dõi thí nghiệm.

Trên bao hoặc hộp đựng mẫu phải ghi rõ loại, nhãn hiệu, số hiệu lô, ngày sản xuất và ngày lấy mẫu.

Trước khi thử các mẫu xi măng phải sàng qua sàng có kích thước lỗ (1,0x1,0) mm. Phần còn lại trên sàng cân lại rồi mới đổ đi. Khối lượng phần còn lại trên sàng tính bằng phần trăm so với khối lượng mẫu toàn bộ và ghi vào sổ theo dõi thí nghiệm.

Nhiệt độ trong phòng thí nghiệm và phòng dưỡng hộ mẫu phải bảo đảm ( $27 \pm 2$ ) °C và phải ghi vào sổ thí nghiệm.

Trước khi thử, xi măng, cát, nước, khuôn mẫu cần được bảo đảm đúng nhiệt độ trong phòng thí nghiệm.

Nước để thử và bảo dưỡng mẫu thử phải là nước máy thông thường. Không dùng nước giếng.

Không cho phép dùng dụng cụ: khuôn, bay, chảo, thìa bằng các vật liệu có phản ứng với xi măng.

#### **5.3.2. Xác định khối lượng riêng của xi măng (theo TCVN 4030:2003)**

##### **5.3.2.1. Thiết bị, vật liệu thử**

- Bể ổn nhiệt;
- Cân phân tích có độ chính xác 0,01 g;
- Bình xác định khối lượng riêng (hình 5.1);

- Phễu nhỏ;
- Dầu hỏa.

### 5.3.2.2. Tiến hành thử

Đặt bình vào bể ổn nhiệt cho phần chia độ của bình chìm dưới nước rồi kẹp chặt không cho nổi lên. Nước trong chậu phải giữ ở nhiệt độ  $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

Đổ dầu hỏa vào bình đến vạch số không (0), sau đó lấy bông hoặc giấy lọc thấm hết những giọt dầu bám vào cổ bình trên phần chứa dầu.

Dùng cân phân tích cân 65 g xi măng chính xác đến 0,01 g đã được sấy khô ở  $(105-110) ^\circ\text{C}$  đến khối lượng không đổi rồi để nguội trong bình hút ẩm đến nhiệt độ phòng thí nghiệm.

Lấy thìa con xúc xi măng đổ từ từ ít một qua phễu vào bình cho đến khi mực chất lỏng trong bình lên tới một vạch của phần chia độ phía trên.

Lấy bình ra khỏi chậu nước xoay đứng qua lại 10 phút cho không khí trong xi măng thoát ra.

Đặt lại bình vào chậu nước để 10 phút cho nhiệt độ của bình bằng nhiệt độ của nước rồi ghi mực chất lỏng trung bình (V).

### 5.3.2.3. Tính kết quả

Khối lượng riêng của xi măng ( $\rho$ ), tính bằng  $\text{g}/\text{cm}^3$ , theo công thức:

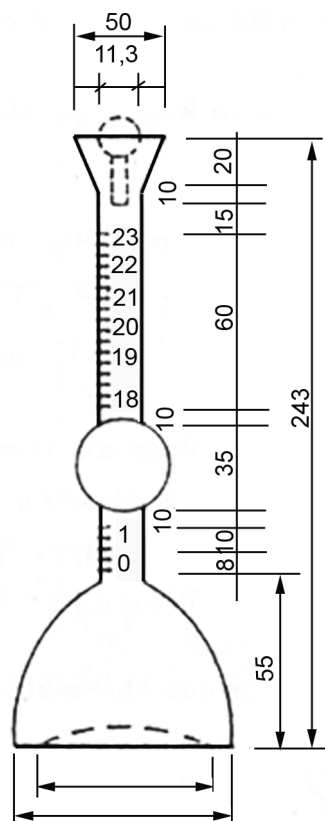
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Trong đó:

m - khối lượng xi măng dùng để thử (g);

V - thể tích chất lỏng tăng lên do thể tích xi măng chiếm chỗ,  $\text{cm}^3$ .

Khối lượng riêng của xi măng được tính bằng trị số trung bình cộng của kết quả hai lần thử.



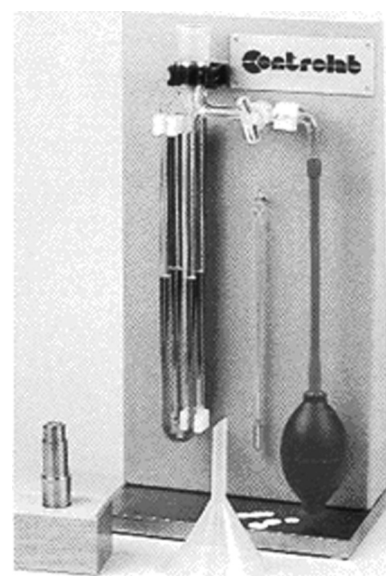
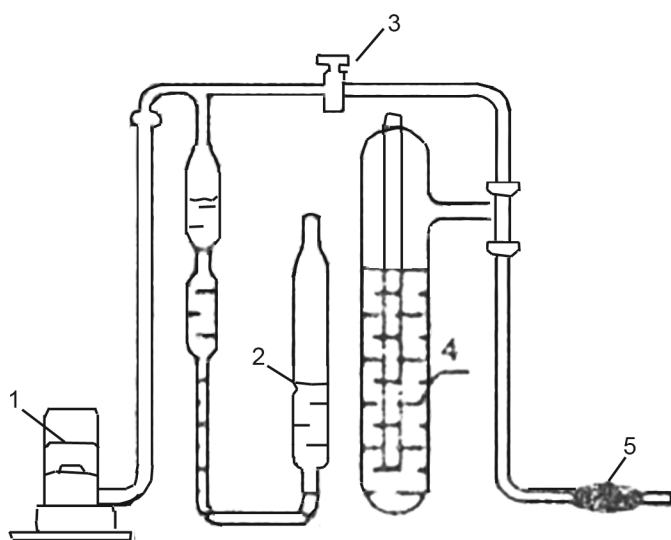
Hình 5.1 - Bình xác định khối lượng riêng



### 5.3.3. Xác định độ mịn của xi măng bằng phương pháp đo bề mặt riêng (theo TCVN 4030:2003)

#### 5.3.3.1. Thiết bị thử

- Dụng cụ xác định bề mặt riêng (hình 5.2);
- Cân phân tích có độ chính xác tới 0,01 g;
- Dụng cụ xác định khối lượng riêng (hình 5.1);
- Dụng cụ đo thời gian, đồng hồ bấm giây có số đọc đến 0,2 giây, khoảng đọc đến 300 giây.



**Hình 5.2** - Dụng cụ xác định bề mặt riêng

1. Ống đựng mẫu thí nghiệm; 2. Áp kế hơi; 3. Van điều chỉnh; 4. Bộ phận điều chỉnh; 5. Nguồn hạ áp khí.

#### 5.3.3.2. Tiến hành thử

- Kiểm tra độ kín của các ống và các bộ phận nối với nhau;
- Mẫu xi măng thử được sấy khô ở  $(105-110)^{\circ}\text{C}$  đến khối lượng không đổi;
- Khối lượng xi măng thử ( $Q$ ), tính bằng gam, theo công thức:

$$Q = \rho \cdot V(1 - e)$$

Trong đó:

- $\rho$  - khối lượng riêng của xi măng thử tính bằng  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;
- $V$  - thể tích lớp xi măng trong ống tính bằng  $\text{cm}^3$ ;
- $e$  - độ xốp của mẫu xi măng lèn;

- Tiến hành thử:

+ Đặt một đĩa có lỗ thông khí vào ống, trên mặt đĩa đặt một mẫu giấy lọc cắt theo hình đĩa. Đổ xi măng vào và gõ nhẹ nhàng thành ống, đặt một mẫu giấy lọc thứ hai lên mặt lớp xi măng. Dùng tay ấn pít tông ép mẫu thử xuống cho đến khi mặt dưới của vòng tựa áp sát ống chứa mẫu. Từ từ rút pít tông lên khoảng 5 mm, quay 1 góc 90°, ấn nhẹ và chắc 1 lần nữa cho đến khi pít tông sát với ống chứa mẫu. Từ từ rút ống pít tông ra;

+ Đưa mặt hình côn của ống chứa mẫu vào trong lỗ phía trên của áp kế, nếu cần có thể dùng một chút mỡ nhẹ để đảm bảo mối nối kín khí;

+ Đậy kín ống chứa mẫu, mở van và nhẹ nhàng nâng mực chất lỏng trong nhánh kín của áp kế nâng lên tới chiều cao nằm giữa hai vạch kẻ sẵn trên ống thì đóng van lại. Quan sát mức chất lỏng trong áp kế phải không đổi. Nếu thay đổi phải kiểm tra lại độ kín khí;

+ Mở nắp ống chứa mẫu, mực chất lỏng trong nhánh kín của áp kế hơi hạ dần xuống khi không khí thông qua lớp xi măng trong ống. Khi mực chất lỏng đạt tới vạch kẻ ở trên bầu phình trên thì bắt đầu bấm đồng hồ và khi mực chất lỏng xuống tới vạch nằm giữa hai đầu phình thì dừng đồng hồ lại. Nếu mực chất lỏng hạ xuống quá nhanh, không thể ghi chính xác được lúc mực chất lỏng nằm ở vạch thứ nhất (phía trên bầu phình trên) thì nên dùng bầu phình dưới của áp kế hơi để đo. Trong trường hợp đó cho đồng hồ bấm giây chạy khi mực chất lỏng đạt tới vạch nằm dưới bầu phình dưới.

Xác định hai lần thời gian không khí thông qua cùng một lượng xi măng và tính giá trị trung bình cộng của hai lần đó.

### 5.3.3.3. Tính kết quả

- Bề mặt riêng của xi măng (S), tính bằng cm<sup>2</sup>/g, theo công thức sau:

$$S = \frac{K}{\rho} \cdot \frac{\sqrt{e^3}}{(1-e)} \cdot \frac{\sqrt{t}}{\sqrt{0,1\eta}}$$

Trong đó:

K - hằng số của máy, giá trị của K được ghi trong lý lịch máy;

$\rho$  - khối lượng riêng của xi măng thử, tính bằng g/cm<sup>3</sup>;

e - độ xốp của mẫu xi măng lèn;

t - thời gian mực chất lỏng hạ từ vạch trên bầu phình trên đến vạch nằm giữa hai bầu phình tính bằng giây, s;

$\eta$  - độ nhớt của không khí tại nhiệt độ thử nghiệm lấy theo bảng 5.3.

Khi độ xốp xác định là  $e = 0,500$  và nhiệt độ là  $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$ , thì bề mặt riêng được xác định như sau:

$$S = \frac{520,89.K.\sqrt{t}}{\rho} \quad (\text{cm}^2/\text{g})$$

**Bảng 5.3. Khối lượng riêng của thủy ngân  $\rho_H$ , độ nhớt của không khí  $\eta$  và  $\sqrt{0,1\eta}$  theo nhiệt độ**

Nhiệt độ, $^\circ\text{C}$	Khối lượng riêng của thủy ngân, $\rho_H/\text{cm}^3$	Độ nhớt của không khí $\eta$ , Pa.s	$\sqrt{0,1\eta}$
18	13,550	0,00001798	0,001341
20	13,550	0,00001808	0,001345
22	13,540	0,00001818	0,001348
24	13,540	0,00001828	0,001352
26	13,530	0,00001838	0,001356
28	13,530	0,00001848	0,001359
30	13,520	0,00001858	0,001363
32	13,520	0,00001868	0,001367
34	13,510	0,00001878	0,001370

CHÚ THÍCH: Các giá trị trung gian sẽ nhận được bằng phép nội suy tuyến tính.

#### 5.3.4. Xác định độ mịn của bột xi măng bằng phương pháp sàng (theo TCVN 4030:2003)

##### 5.3.4.1. Thiết bị thử

- Bộ sàng máy hoặc sàng thủ công có kích thước lỗ  $90 \mu\text{m}$ ;
- Cân kỹ thuật có độ chính xác đến  $0,01 \text{ g}$ ;
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ;
- Chổi quét sàng.

##### 5.3.4.2. Tiến hành thử

Trộn đều mẫu thử (đã được sấy đến khối lượng không đổi) bằng cách lắc xi măng khoảng 2 phút trong bình nút kín để làm tan các cục xi măng vón tròn. Giữ yên trong 2 phút. Dùng đũa thủy tinh khô, sạch khuấy nhẹ để dàn đều bột xi măng.

Lắp khay khít vào dưới sàng. Cân khoảng  $10 \text{ g}$  xi măng, chính xác đến  $0,01 \text{ g}$  và cho xi măng vào sàng. Chú ý thao tác nhẹ nhàng tránh làm hao hụt xi măng. Đậy

nắp sàng. Tiến hành sàng với chuyển động xoay tròn, dạng hành tinh và lắc ngang, cho đến khi không còn xi măng lọt qua sàng.

Cân lượng xi măng sót lại trên sàng. Độ mịn  $R_1$ , là tỷ lệ phần trăm của lượng vật liệu còn lại trên sàng và lượng vật liệu lúc đầu cho vào sàng, chính xác đến 0,1 %. Chải nhẹ chỗ xi măng mịn còn bám trên mặt sàng xuống khay.

Lặp lại toàn bộ quy trình trên với một lượng 10g xi măng nữa để nhận được  $R_2$ . Kết quả thí nghiệm bằng trung bình của  $R_1$  và  $R_2$ , lấy chính xác đến 0,1 %.

Nếu kết quả chênh lệch hơn 1% so với giá trị tuyệt đối, tiến hành sàng lại lần thứ 3 và tính giá trị trung bình của 3 lần xác định.

### **5.3.5. Xác định độ dẻo tiêu chuẩn, thời gian đông kết và tính ổn định thể tích (theo TCVN 6017:1995; ISO 9597:1989(E))**

#### **5.3.5.1. Phòng thử nghiệm, thiết bị và vật liệu thử**

5.3.5.1.1 Phòng thử nghiệm (nơi chế tạo và thử mẫu) giữ ở nhiệt độ  $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$  và độ ẩm tương đối không thấp hơn 50 %.

##### *5.3.5.1.2. Thiết bị*

- Cân kỹ thuật có độ chính xác đến 1 g;
- Ống đong có vạch chia hoặc buret, khả năng đo thể tích chính xác đến 1 %;
- Máy trộn, phù hợp với các yêu cầu của ISO 679;

##### *5.3.5.1.3. Vật liệu thử*

- Nước cất hoặc nước đã khử ion được sử dụng để chế tạo, bảo quản hoặc luộc mẫu;
- Xi măng, nước và thiết bị dùng để chế tạo và thử mẫu được giữ ở nhiệt độ  $(27 \pm 2) ^\circ\text{C}$  và phải ghi lại nhiệt độ đó trong báo cáo thử nghiệm.

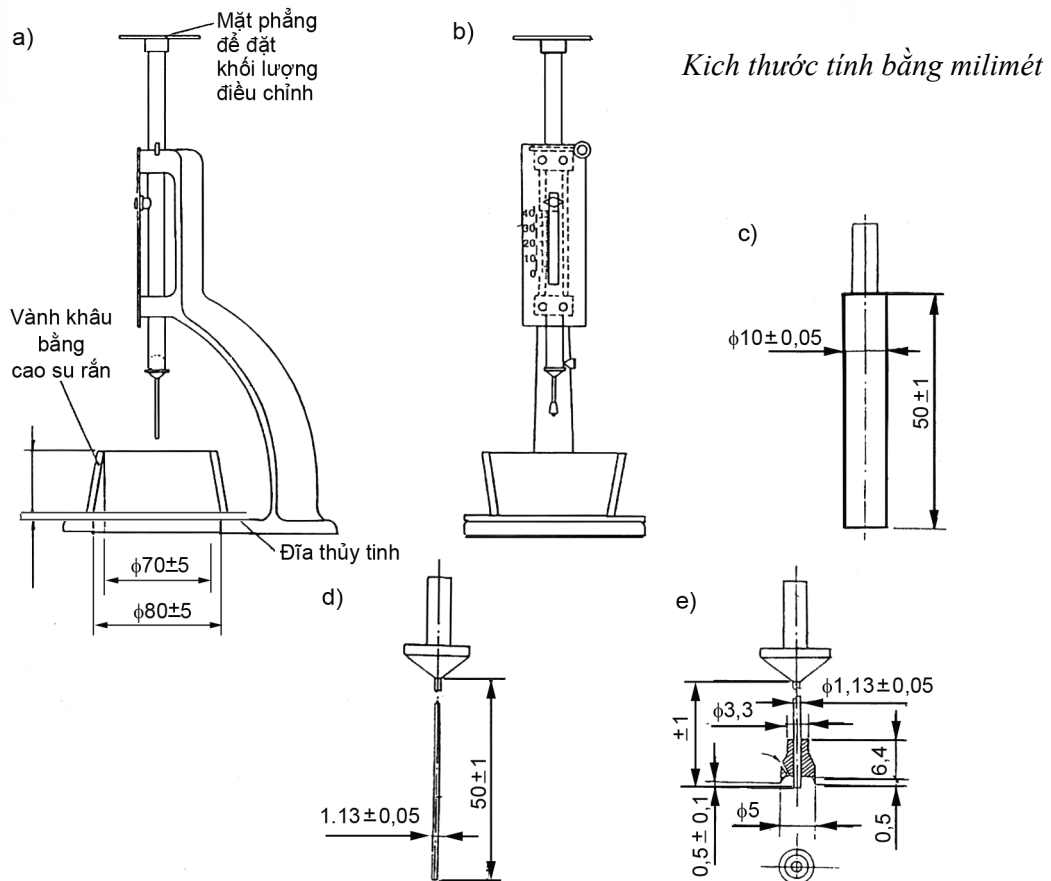
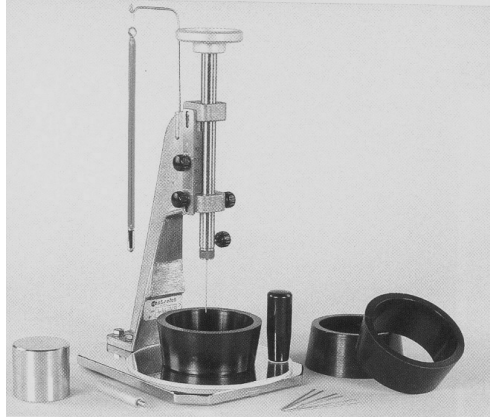
#### **5.3.5.2. Thử độ dẻo tiêu chuẩn**

##### *5.3.5.2.1. Thiết bị thử*

Dụng cụ Vica và các phụ kiện kèm theo được mô tả trên hình 5.3. Kim to được làm bằng kim loại không gỉ, có dạng một trụ thẳng, chiều dài hữu ích là  $(50 \pm 1)$  mm và đường kính là  $(10 \pm 0,05)$  mm được gắn vào phần chuyển động, khối lượng toàn phần của phần chuyển động là  $(300 \pm 1)$  g. Chuyển động của bộ phận này phải thật thẳng đứng, không chịu ma sát đáng kể và trục của chúng phải trùng với trục kim to;

Vành khâu Vica làm bằng cao su rắn hoặc kim loại không gỉ. Vành khâu có dạng hình nón cụt, sâu  $(40 \pm 2)$  mm, đường kính trong phía trên là  $(70 \pm 5)$  mm và ở đáy

là  $(80 \pm 5)$  mm. Vành khâu phải đủ cứng và phải có một tấm đế phẳng bằng thủy tinh có kích thước lớn hơn vành khâu và dày ít nhất 2,5 mm.



**Hình 5.3** - Dụng cụ Vica để xác định độ dẻo tiêu chuẩn và thời gian đông kết của xi măng  
 a) Mặt chiếu khi vành khâu ở vị trí đứng thẳng - khi xác định thời gian bắt đầu đông kết;  
 b) Vành khâu đặt lộn ngược nhìn thẳng - khi thử thời gian kết thúc đông kết;  
 c) Kim to - thử độ dẻo tiêu chuẩn; d) Kim nhỏ - thử thời gian bắt đầu đông kết;  
 e) Kim thử thời gian kết thúc đông kết.

#### 5.3.5.2.2. Tiến hành thử

##### 5.3.5.2.2.1. Trộn hồ xi măng

Cân 500 g xi măng, chính xác đến 1g. Cân một lượng nước 125 g, đổ vào trong cối trộn hoặc dùng ống đong có vạch chia hay buret để đong lượng nước đổ vào cối trộn.

Cẩn thận đổ xi măng vào nước để tránh thất thoát nước hoặc xi măng. Thời gian đổ không ít hơn 5 giây và không nhiều hơn 10 giây. Lấy thời điểm kết thúc đổ xi măng là thời điểm “không”, từ đó tính thời gian làm tiếp theo. Khởi động máy trộn và cho máy chạy với tốc độ thấp trong 90 giây.

Sau 90 giây, dừng máy trộn khoảng 15 giây để vét gọn lại hồ xung quanh cối vào vùng trộn của máy bằng dụng cụ vét thích hợp. Khởi động máy và cho chạy ở tốc độ thấp thêm 90 giây nữa. Tổng thời gian chạy máy trộn là 3 phút.

##### 5.3.5.2.2.2. Đổ vào vành khâu

Bôi trơn tấm đế thủy tinh bằng một lớp dầu mỏng. Đặt vành khâu lên tấm đế. Đổ ngay hồ sau khi trộn vào vành khâu, đổ đầy hơn miệng vành, không nên hay rung quá mạnh. Dùng dụng cụ có cạnh thẳng gạt hồ thừa theo kiểu chuyển động răng cưa một cách nhẹ nhàng, sao cho hồ đầy ngang khâu và bề mặt phải phẳng trơn.

##### 5.3.5.2.2.3. Thử độ lún

Trước khi thử, gắn kim to vào dụng cụ Vica, hạ kim to cho chạm tấm đế và chỉnh kim về số “0” trên thang chia vạch. Nhấc kim to lên vị trí chuẩn bị vận hành.

Ngay sau khi gạt phẳng mặt hồ, chuyển khâu và tấm đế sang dụng cụ Vica tại vị trí đúng tâm dưới kim to. Hạ kim to từ từ cho đến khi kim tiếp xúc với mặt hồ, giữ ở vị trí này 1 - 2 giây để tránh gia tốc của bộ phận chuyển động. Sau đó thả nhanh bộ phận chuyển động để kim to lún thẳng đứng vào trung tâm hồ. Thời điểm thả kim to kể từ thời điểm “không” là 4 phút. Đọc số trên thang vạch khi kim to ngừng lún, hoặc đọc tại thời điểm 30 giây sau khi thả kim to, tùy theo việc nào xảy ra sớm hơn.

Ghi lại số đọc, trị số đó biểu thị khoảng cách giữa đầu kim to với tấm đế. Mặt khác ghi lại lượng nước của hồ tính theo % khối lượng xi măng. Lau sạch kim to sau mỗi lần thử độ lún. Lặp lại phép thử với hồ có khối lượng nước khác nhau cho tới khi đạt được một khoảng cách giữa đầu kim to với tấm đế là  $(6 \pm 1)$  mm. Ghi lại lượng nước của hồ này, lấy chính xác đến 0,5 % và coi đó là lượng nước cho độ dẻo chuẩn.

### **5.3.5.3. Thử thời gian đông kết**

#### **5.3.5.3.1. Thiết bị thử**

Phòng hoặc buồng đủ kích thước duy trì nhiệt độ  $(27 \pm 1) ^\circ\text{C}$  và độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 90 %.

Dụng cụ Vica để xác định thời gian bắt đầu và kết thúc đông kết. Tháo kim to và lắp kim nhỏ vào bộ phận chuyển động. Kim nhỏ làm bằng thép, có hình trụ thẳng với chiều dài hữu ích  $(50 \pm 1)$  mm và đường kính  $(1,13 \pm 0,05)$  mm. Tổng khối lượng của bộ phận chuyển động là  $(300 \pm 1)$  g.

#### **5.3.5.3.2. Xác định thời gian bắt đầu đông kết**

Trước khi thử cần hiệu chỉnh dụng cụ Vica đã được gắn kim nhỏ, bằng cách hạ thấp kim nhỏ cho chạm tấm đế và chỉnh kim về số “0” trên thang vạch. Nâng kim lên vị trí sẵn sàng vận hành.

Đổ hồ có độ dẻo chuẩn vào đầy khâu Vica và gạt bằng mặt khâu.

Đặt khâu đã có hồ và tấm đế vào phòng dưỡng hồ ẩm, sau thời gian thích hợp, chuyển khâu sang dụng cụ Vica, ở vị trí dưới kim. Hạ kim từ từ cho đến khi chạm vào hồ. Giữ nguyên vị trí này trong 1 - 2 giây để tránh vận tốc ban đầu và gia tốc cưỡng bức của bộ phận chuyển động, sau đó thả nhanh để bộ phận chuyển động lún sâu vào trong hồ. Đọc thang số khi kim không còn xuyên nữa, hoặc đọc sau 30 giây thả kim, tùy theo trường hợp nào xảy ra trước.

Ghi lại các trị số trên thang số, trị số này biểu thị khoảng cách giữa đầu kim và tấm đế. Đồng thời ghi lại thời gian từ điểm "không". Lặp lại phép thử trên cùng một mẫu tại những vị trí cách nhau thích hợp, không nhỏ hơn 10 mm kể từ thành trong của khâu hoặc từ vị trí thử lần trước đến lần sau. Thí nghiệm được lặp lại sau những khoảng thời gian thích hợp, ví dụ cách nhau 10 phút (trong giai đoạn cuối, có thể kéo dài hơn). Giữa các lần thả kim, giữ mẫu trong phòng ẩm. Kim Vica cần phải lau sạch sau mỗi lần thả. Ghi lại thời gian đo từ thời điểm “không” cho đến khi khoảng cách giữa kim và đế đạt  $(4 \pm 1)$  mm và lấy đó làm thời gian bắt đầu đông kết, lấy chính xác đến 5 phút.

#### **5.3.5.3.3. Xác định thời gian kết thúc đông kết**

Lật úp khâu đã sử dụng ở Điều 5.3.5.3.2 lên trên tấm đế, sao cho việc thử kết thúc đông kết được tiến hành ngay trên mặt của mẫu mà lúc đầu đã tiếp xúc với tấm đế.

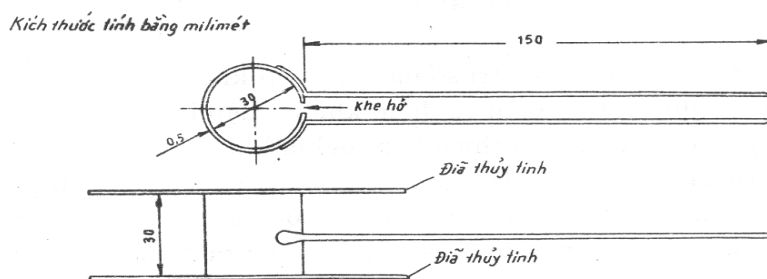
Lắp kim có gắn sẵn vòng nhỏ để dễ quan sát độ sâu khi kim cắm xuống. Áp dụng quá trình như mô tả trong Điều 5.3.5.3.2. Khoảng thời gian giữa các lần thả kim có thể dài hơn 30 phút.

Ghi lại thời gian đo (chính xác đến 15 phút) từ thời điểm “không” cho đến khi kim chỉ lún 0,5 mm vào mẫu và coi đó là thời gian kết thúc đông kết của xi măng. Đó là thời gian lần đầu tiên vòng gắn trên kim không còn ghi dấu trên mẫu.

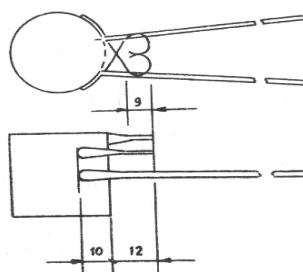
### 5.3.5.4. Xác định tính ổn định thể tích

#### 5.3.5.4.1. Thiết bị thử

Dụng cụ Le Chatelier (hình 5.4) là khuôn bằng đồng đàn hồi có càng đo. Khuôn phải có độ đàn hồi sao cho dưới tác động của một khối lượng nặng 300 g thì khoảng cách giữa hai đầu càng khuôn tăng lên  $(17,5 \pm 2,5)$  mm mà không biến dạng cố định. Mỗi khuôn phải có một cặp đế phẳng bằng kính và đĩa dày, các tấm đĩa dày đều phải lớn hơn khuôn, nặng ít nhất là 75 g.

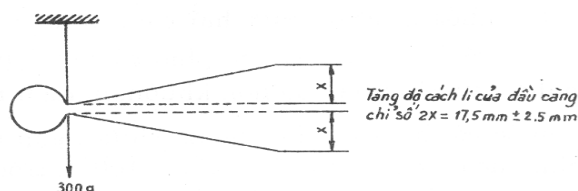


a) Dụng cụ Le Chatelier



b) Bố trí móc để đỡ khuôn

**Chú thích:** Dùng vòng tròn hàn vào nửa trên của vành khâu trên mỗi cạnh bên của khe hở để đỡ vành khâu được dễ dàng sau khi thử các mẫu hồ đã rắn



c) Bố trí thử độ đàn hồi

**Hình 5.4 - Dụng cụ Le Chatelier để xác định độ ổn định thể tích của xi măng**



Thùng nước có dụng cụ đun nóng, chứa ngập được các khuôn mẫu Le Chatelier và nâng được nhiệt độ của nước từ  $(27\pm 2)$  °C lên 100 °C trong vòng  $(30\pm 5)$  phút;

Buồng ẩm đủ kích thước, nhiệt độ  $(27\pm 1)$  °C và độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 98 %.

#### 5.3.5.4.2. Tiến hành thử

Tiến hành thử trên hai mẫu của cùng một mẻ hồ xi măng

Chế tạo hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn. Đặt một khuôn Le Chatelier đã bôi một lớp dầu mỏng lên tấm đế cũng đã quét lớp dầu và đổ đầy ngay mà không lắc hoặc rung, chỉ dùng tay và một dụng cụ cạnh thẳng để gạt bằng mặt vữa nếu cần. Trong lúc đổ đầy khuôn, tránh làm khuôn bị mở tình cờ, chẳng hạn do bị ấn nhẹ của ngón tay... Đậy khuôn lại bằng một đĩa đã quét dầu, sau đó đặt toàn bộ dụng cụ vào buồng ẩm. Giữ mẫu trong  $(24\pm 0,5)$  giờ ở  $t^{\circ} = (27\pm 1)$  °C và độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 98 %.

Đo khoảng cách A giữa các điểm chóp của càng khuôn, chính xác đến 0,5 mm vào thời điểm  $(24\pm 0,5)$  giờ. Giữ khuôn ngập trong nước, đun nước dần dần đến sôi trong thời gian  $(30\pm 5)$  phút và duy trì ở nhiệt độ sôi trong 3 giờ  $\pm$  5 phút.

Vào thời điểm kết thúc việc đun sôi, đo khoảng cách B giữa hai điểm chóp của càng khuôn chính xác đến 0,5 mm.

Để khuôn nguội đến  $(27\pm 2)$  °C, đo khoảng cách C giữa các đầu chóp của càng khuôn chính xác đến 0,5 mm.

Ở mỗi mẫu, ghi lại các giá trị A, C và tính giá trị trung bình của  $(C-A)$  chính xác đến 0,5 mm.

Mục đích của thử nghiệm độ ổn định thể tích là đánh giá khả năng nở thể tích muộn có thể xảy ra do hiện tượng hydrat hoá của Canxi oxyt hoặc Magie oxyt tự do.

#### 5.3.5.4.3. Thí nghiệm lại

Nếu xi măng mới không đáp ứng yêu cầu thử độ ổn định thì có thể thử lại. Để làm điều đó, rải xi măng thành một lớp 7cm và bảo quản trong môi trường nhiệt độ  $(27\pm 2)$  °C và độ ẩm tương đối không nhỏ hơn 50 % trong vòng 7 ngày. Sau đó thử lại xi măng theo đúng quy trình vừa làm.

### 5.3.6. Xác định cường độ uốn và nén của xi măng (theo TCVN 6016:1995; ISO 679-89CE)

#### 5.3.6.1. Nguyên tắc

Xác định cường độ uốn và nén trên mẫu lăng trụ kích thước:  $(40 \times 40 \times 160)$  mm;

Mẫu được đúc từ vữa dẻo tỷ lệ xi măng: cát = 1:3; Tỷ lệ N/XM = 0,5;

Vữa được trộn bằng máy và lèn chặt bằng máy dằn;

Mẫu được bảo dưỡng 24 giờ trong không khí ẩm và tháo khuôn rời ngâm ngập trong nước cho đến khi đem thử độ bền;

Mẫu đến ngày thử, vớt ra khỏi nơi bảo dưỡng, đem thử uốn. Sau khi thử uốn, mẫu bị bẻ gãy làm đôi, dùng hai nửa đó để thử nén.

### 5.3.6.2. Phòng thí nghiệm và thiết bị

#### 5.3.6.2.1. Phòng thí nghiệm, tủ bảo dưỡng mẫu:

- Phòng thí nghiệm luôn giữ  $t^{\circ} = (27 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ , độ ẩm  $\geq 50\%$ ;
- Phòng hoặc tủ bảo dưỡng mẫu luôn giữ  $t^{\circ} = (27 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ , độ ẩm  $\geq 90\%$ ;
- Nhiệt độ của nước ngâm mẫu duy trì liên tục  $t^{\circ} = (27 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ ;
- Nhiệt độ, độ ẩm không khí phòng thí nghiệm được ghi lại ít nhất 1 lần/1 ngày;
- Nhiệt độ, độ ẩm tương đối phòng hoặc tủ bảo dưỡng được ghi lại ít nhất 4 giờ/lần.

#### 5.3.6.2.2. Thiết bị

##### 5.3.6.2.2.1. Sàng thử nghiệm:

Sàng lưới phù hợp ISO 3310-1, kích thước mắt sàng nêu trong bảng 5.4.

**Bảng 5.4 - Mắt sàng thử nghiệm**

Loại	Kích thước danh nghĩa của lỗ sàng, mm
Kích thước lỗ vuông lấy từ TCVN 2230:2007 (ISO 565:1990), loại R20	2
	1,6
	1
	0,5
	0,16
	0,08

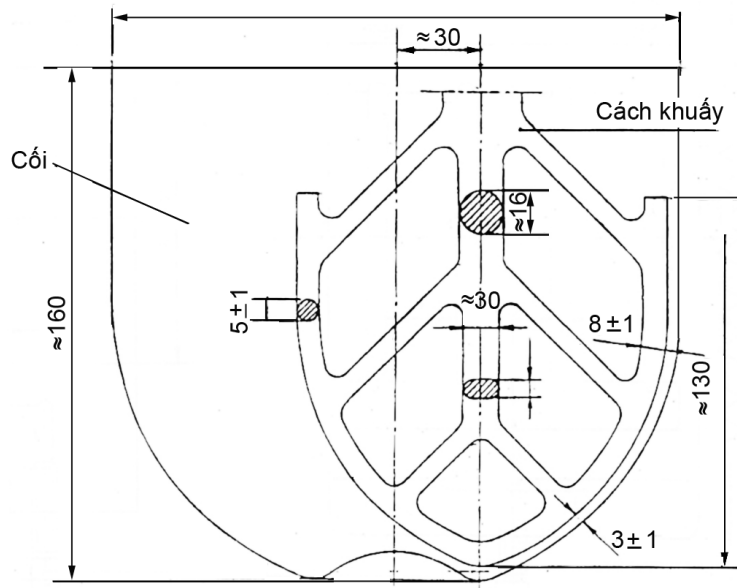
##### 5.3.6.2.2.2. Máy trộn

Máy trộn bao gồm:

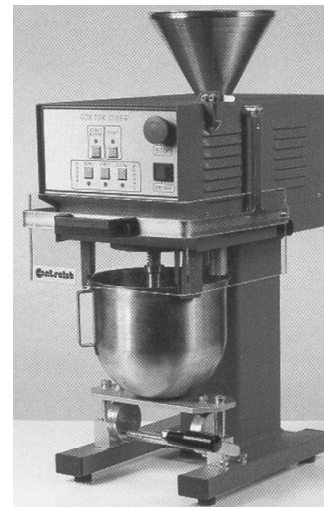
- Cối trộn và cánh trộn (hình 5.5), bằng thép không gỉ. Cối có dung tích 5 lít (kích thước và hình dạng cối và cánh trộn như trong hình vẽ);
- Nếu có nhiều cối và cánh trộn, khi dùng chú ý lắp theo bộ, không được lắp lẫn;
- Khoảng cách giữa cối và cánh trộn (trên hình 5.5) được kiểm tra hàng tháng.
- Máy trộn vận hành với các vận tốc quy định trong bảng 5.5.

**Bảng 5.5. Vận tốc của cánh trộn trong cối trộn**

Tốc độ	Chuyển động quay tròn, $\text{min}^{-1}$ (vòng/phút)	Chuyển động hành tinh $\text{min}^{-1}$ (vòng/phút)
Thấp	$140 \pm 5$	$62 \pm 5$
Cao	$285 \pm 10$	$125 \pm 10$



a. Cánh trộn



b. Máy trộn

**Hình 5.5 - Máy trộn**

- Khuôn:

Hình dạng và kích thước khuôn như trong hình 5.6.

Nếu khuôn có sai số vượt quá dung sai cho phép thì phải được thay thế, chỉ lắp ráp khi khuôn đã được làm sạch và mặt trong đã được quét dầu chống dính.

Để dễ dàng khi đổ mẫu nên dùng phễu và thanh gạt bằng kim loại với hình dạng như hình 5.7.

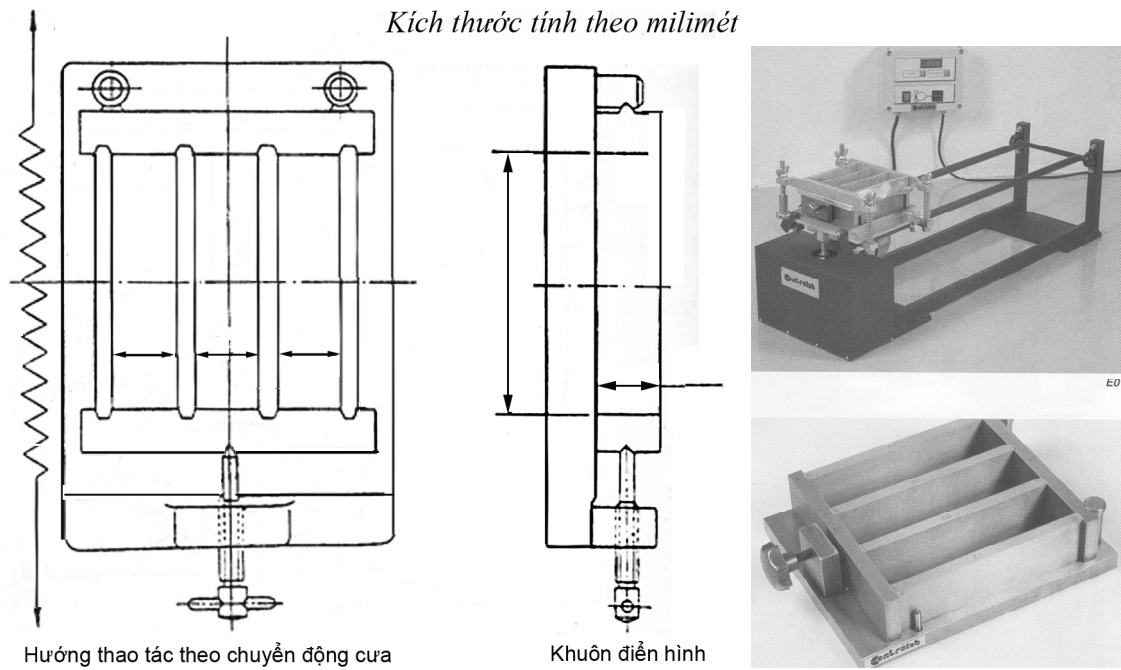
- Máy dẫn:

+ Bàn hình chữ nhật, kích thước bằng hoặc lớn hơn kích thước tám đế khuôn;  
+ Vấu nổi mặt tròn có chốt hãm, khi vấu tì lên chốt hãm thì mặt đỉnh của bàn phải nằm ngang;

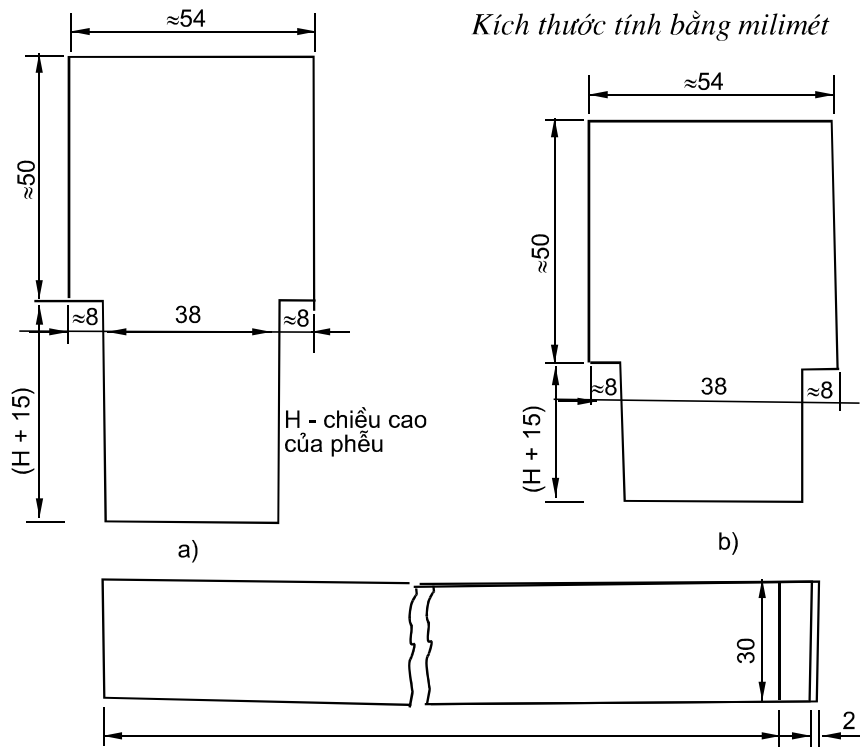
+ Cam bằng thép tôi, được quay bằng động cơ điện 250 W có tốc độ đều 1 vòng/giây.

Ngoài ra, còn có thiết bị cơ khí kiểm tra chu kỳ dẫn, đếm.

Tổng khối lượng của bàn, tay đòn, khuôn rỗng, phễu và nẹp là  $(20 \pm 0,5)$  kg.



**Hình 5.6** - Khuôn tiêu chuẩn thử cường độ nén, uốn của xi măng



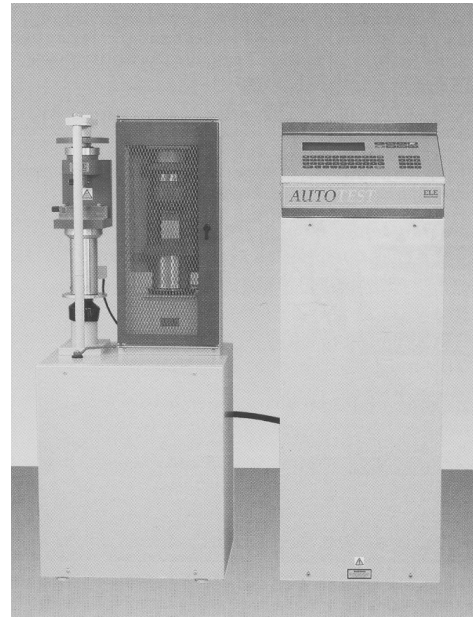
**Hình 5.7** - Các bay điển hình và thanh gạt kim loại  
a) Bay lớn; b) Bay nhỏ.

- Máy thử cường độ uốn (hình 5.8):  
Tải trọng hữu hiệu  $10 \text{ kN} \pm 1\%$ , tốc độ tăng tải  $50 \text{ N/s}$ .

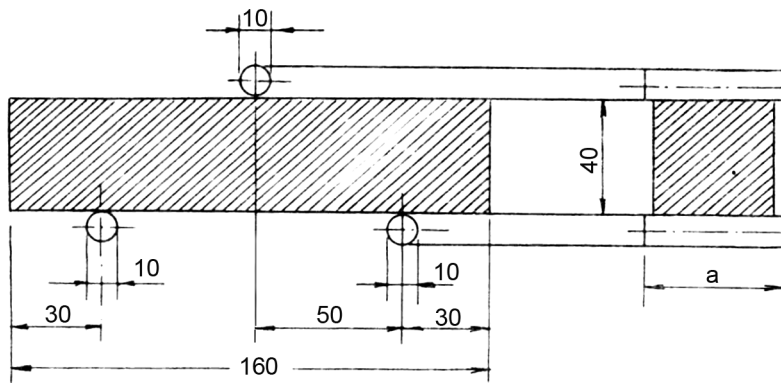
Gối tựa dạng con lăn bằng thép chịu lực đường kính  $(10 \pm 0,5) \text{ mm}$ , đặt cách nhau  $(100 \pm 0,5) \text{ mm}$ . Vị trí và kích thước các con lăn xem hình (kích thước bằng mm), hình dáng dụng cụ gá mẫu thử uốn xem hình 5.10.

- Máy thử cường độ nén (Hình 5.8).
- + Tốc độ tăng tải  $(2400 \pm 200) \text{ N/s}$ ;
- + Máy có bộ phận chỉ thị tải trọng nén khi đã dỡ tải;
- + Lực ép phải thẳng đứng.

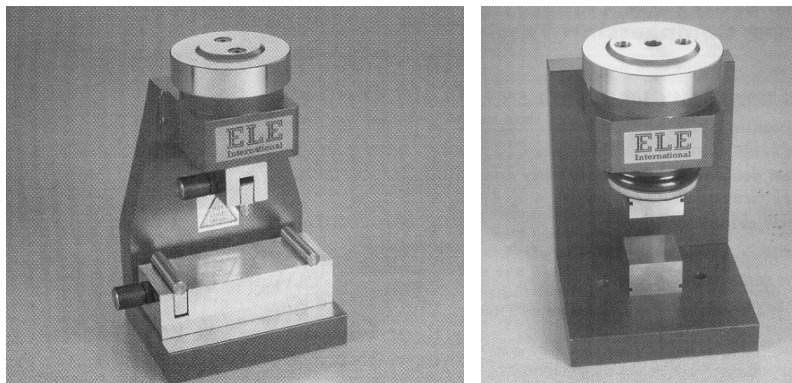
Gá định vị gồm: Má ép dưới, má ép trên, gối cầu trung gian.



**Hình 5.8** - Máy thử cường độ nén, uốn



**Hình 5.9** - Sơ đồ đặt mẫu để xác định cường độ uốn



**Hình 5.10** - Dụng cụ gá mẫu thử uốn và nén

Gá định vị phải được giữ gìn sạch sẽ, bảo dưỡng định kì và gói cầu quay được dễ dàng.

5.3.6.2.2.3. Cân, có khả năng cân với độ chính xác đến  $\pm 1$  g

5.3.6.2.2.4. Dụng cụ đo thời gian, có khả đo với độ chính xác đến  $\pm 1$  s

5.3.6.2.3. Thành phần vữa

5.3.6.2.3.1. Cát

Cát tiêu chuẩn ISO được sản xuất ở các quốc gia khác nhau và phải phù hợp với các quy định về cấp phối và hàm lượng ẩm như cát chuẩn ISO.

Cát chuẩn ISO là cát thiên nhiên giàu silic, gồm các hạt tròn cạnh và có hàm lượng silic dioxit không ít hơn 98 %. Cấp phối hạt nằm trong các giới hạn quy định ở bảng 5.6.

Cát tiêu chuẩn ISO phải có hàm lượng ẩm nhỏ hơn 0,2%, được đóng gói trong các túi với khối lượng  $(1350 \pm 5)$  g.

**Bảng 5.6. Cấp phối hạt của cát chuẩn ISO**

Kích thước mắt sàng lỗ vuông, mm	2,00	1,60	1,00	0,50	0,16	0,08
Lượng sót tích lũy, %	0	$7 \pm 5$	$33 \pm 5$	$67 \pm 5$	$87 \pm 5$	$99 \pm 1$

5.3.6.2.3.2. Xi măng

Xi măng để thí nghiệm, nếu phải để lâu hơn 24 giờ mới đem thử thì phải được bảo quản hoàn toàn đầy trong thùng kín được làm từ vật liệu không phản ứng với xi măng.

5.3.6.2.3.3. Nước

Nước cất hoặc nước khử ion được sử dụng cho các phép thử công nhận. Còn đối với các thử nghiệm khác, có thể sử dụng nước uống. Trong trường hợp có khiếu nại, tranh chấp sử dụng nước cất hoặc nước khử ion.

5.3.6.2.3.4. Chế tạo vữa

- Thành phần vữa (theo khối lượng): gồm 1 phần xi măng, 3 phần cát tiêu chuẩn, 0,5 phần nước (Tỷ lệ N/XM = 0,5).

Sử dụng cân có độ chính xác  $\pm 1$  g để cân một mẻ trộn cho 3 mẫu thử gồm:

- Xi măng :  $(450 \pm 2)$  g;
- Cát :  $(1350 \pm 5)$  g;
- Nước :  $(225 \pm 1)$  g.

#### 5.3.6.2.3.5. Trộn

Dùng máy trộn để trộn vữa, máy trộn khi đã ở vị trí thao tác tiến hành trộn theo tuần tự sau: đổ nước vào cối và thêm xi măng. Khởi động máy trộn và cho máy chạy ở vận tốc thấp (bảng 5.4), sau 30 giây thì thêm cát vào từ từ trong 30 giây. Bật chuyển máy trộn sang trộn ở vận tốc cao thêm 30 giây. Dừng máy trộn trong 90 giây. Trong vòng 30 giây đầu, dùng bay cao su gạt vữa bám ở thành, ở đáy và vun vữa vào giữa cối. Tiếp tục trộn ở vận tốc cao trong 60 giây nữa.

Thời gian trộn của mỗi giai đoạn được khống chế chính xác đến  $\pm 2$  giây.

#### 5.3.6.2.3.6. Chế tạo mẫu thử

- Hình dáng và kích thước mẫu thử: Mẫu lăng trụ 40 x 40 x 160 mm.

- Mỗi tuổi thí nghiệm cần chế tạo 3 mẫu của cùng một mẻ trộn.

- Đúc mẫu: Kẹp chặt khuôn và phễu vào bàn dẫn, dùng xẻng nhỏ thích hợp, xúc một hoặc vài lần để rải lớp vữa đầu cho mỗi ngăn (khoảng 300 g mỗi lần). Dùng bay lớn để rải đồng đều. Rải xong lớp vữa đầu thì dẫn 60 cái rồi rải lần sau, đảm bảo phải có lượng vữa thừa nhô lên thành khuôn. Dùng bay nhỏ dàn đều mặt vữa rồi dẫn thêm 60 cái nữa. Nhấc khuôn nhẹ nhàng ra khỏi bàn dẫn và tháo phễu ra. Gạt phần vữa thừa ra khỏi khuôn bằng thanh gạt. Thanh gạt được giữ thẳng đứng và chuyển dịch từ từ, mỗi chiều một lần cho vữa bằng mặt thành khuôn. Lặp lại quy trình gạt bằng cách nghiêng thêm thanh kim loại theo hướng gạt để làm nhẵn bề mặt.

- Ghi nhãn hoặc đánh dấu các khuôn để nhận biết mẫu và vị trí tương đối của chúng so với bàn dẫn.

#### 5.3.6.2.3.7 Bảo dưỡng mẫu thử

Sau khi gạt bỏ vữa thừa, đặt tấm kính (210x185) mm, dày 6 mm lên khuôn. Đặt ngay khuôn đã đánh dấu lên giá nằm ngang trong phòng hoặc tủ dưỡng hộ. Hơi ẩm phải tiếp xúc được với các mặt bên của khuôn. Các khuôn không được đặt chồng chất lên nhau.

#### 5.3.6.2.3.8. Tháo dỡ khuôn

- Việc tháo dỡ khuôn phải rất thận trọng bằng các dụng cụ chuyên dụng.

- Đối với các mẫu thử ở tuổi 24 giờ, việc tháo khuôn không được sớm hơn quá 20 phút trước khi thử nghiệm mẫu.

- Đối với các mẫu thử ở tuổi lớn hơn 24 giờ, việc tháo khuôn tiến hành từ (20 - 24) giờ sau khi đổ khuôn.

- Mẫu đã tháo để thử vào tuổi 24 hoặc 48 giờ phải được phủ khăn ẩm cho tới lúc thử.
- Đánh dấu các mẫu ngâm trong nước bằng bút chì hoặc mực chịu nước.

#### 5.3.6.2.3.9. Bảo dưỡng trong nước

Mẫu được đặt ngập trong nước ở nhiệt độ  $(27 \pm 1)$  °C trong các bể chứa thích hợp. Có thể đặt mẫu ở mọi tư thế thuận tiện nhưng nếu để mẫu nằm ngang thì đặt mặt gạt vữa lên trên.

Đặt mẫu lên trên lưới không bị ăn mòn và cách xa nhau sao cho nước có thể vào được cả 6 mặt mẫu. Trong suốt thời gian ngâm mẫu, mực nước ngập trên mẫu không được nhỏ hơn 5 mm.

Mỗi bể chỉ ngâm mẫu có xi măng cùng thành phần hóa học.

Dùng nước máy để ngâm mẫu và không được thay hết nước trong thời gian ngâm mẫu trong bể.

Lấy mẫu thử ở bất kỳ tuổi nào (ngoài tuổi 24 hoặc 48 giờ khi tháo khuôn muện) ra khỏi nước đều không được quá 15 phút trước khi tiến hành thử. Dùng vải ẩm phủ lên mẫu cho tới lúc thử.

Tuổi của mẫu để thử cường độ:

- 24 giờ  $\pm$  15 phút;
- 48 giờ  $\pm$  30 phút;
- 72 giờ  $\pm$  45 phút;
- 7 ngày  $\pm$  2 giờ;
- $\geq$  28 ngày  $\pm$  8 giờ.

#### 5.3.6.2.3.10. Tiến hành thử

Dùng phương pháp tải trọng tập trung để thử cường độ uốn. Nửa lăng trụ sau khi thử uốn được đem thử nén lên mặt tiếp xúc với thành khuôn, với diện tích  $(40 \times 40)$  mm.

##### a) Xác định cường độ uốn

- Đặt mẫu lăng trụ vào thiết bị thử với mặt bên tựa trên các con lăn gối tựa và trục dọc của mẫu vuông góc với các gối tựa;
- Đặt tải trọng theo chiều thẳng đứng bằng con lăn tải trọng vào mặt đối diện và tăng dần dần tải trọng với vận tốc  $(50 \pm 10)$  N/s cho đến khi mẫu gãy;
- Cần giữ ẩm cho các nửa lăng trụ cho đến khi thử cường độ nén.
- Cường độ uốn  $R_u$  tính bằng  $N/mm^2$ , chính xác đến 0,1  $N/mm^2$ , theo công thức:



$$R_u = \frac{1,5P_u l}{b^3}$$

Trong đó:

$P_u$  - tải trọng đặt lên giữa lăng trụ khi mẫu bị gãy, N;

$l$  - khoảng cách giữa các gối tựa, mm;

$b$  - cạnh của tiết diện vuông của lăng trụ, mm.

Kết quả thử cường độ uốn là giá trị trung bình số học của ba lần xác định cường độ uốn riêng biệt.

#### *b) Xác định cường độ nén*

Đặt mặt bên của các nửa mẫu lăng trụ vào chính giữa các tấm ép, sai lệch không quá  $\pm 0,5$  mm, mặt cuối của lăng trụ nhô ra ngoài tấm ép hoặc má ép khoảng 10 mm;

Tăng tải từ từ với vận tốc  $(2400 \pm 200)$  N/s cho đến khi mẫu bị phá hoại.

Cường độ nén ( $R_n$ ), tính bằng N/mm<sup>2</sup>, chính xác đến 0,1 N/mm<sup>2</sup>, theo công thức:

$$R_n = \frac{P_n}{F}$$

Trong đó:

$P$  - tải trọng tối đa lúc mẫu bị phá hoại, N;

$F$  - diện tích tấm ép hoặc má ép, mm<sup>2</sup> ( $40 \times 40 = 1600$  mm<sup>2</sup>).

Kết quả thử cường độ nén là giá trị trung bình số học của 6 lần xác định cường độ nén trên một bộ 3 mẫu lăng trụ (lấy từ 3 mẫu đã thử uốn), lấy chính xác đến 0,1 N/mm<sup>2</sup>.

Nếu một kết quả trong số 6 lần xác định vượt  $\pm 10\%$  so với giá trị trung bình thì loại bỏ kết quả đó và chỉ tính giá trị trung bình của 5 kết quả còn lại. Nếu 1 trong số 5 kết quả này vượt quá  $\pm 10\%$  giá trị trung bình của chúng thì loại bỏ toàn bộ kết quả.

## **5.4. GÁ ĐỊNH VỊ PHẢI ĐƯỢC GIỮ GÌN SẠCH SẼ, BẢO DƯỠNG ĐỊNH KỲ VÀ GỐI CẦU QUAY ĐƯỢC DỄ DÀNG**

## **5.5. NỘI DUNG ÔN TẬP**

### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

**5.5.1.** Xi măng thông thường được chế tạo từ các nguyên liệu chủ yếu nào?

**5.5.2.** Nêu các loại xi măng được phân loại trong chương trình đào tạo.

**5.5.3.** Trên thị trường xây dựng thông dụng hiện nay thường sử dụng loại xi măng nào?

**5.5.4.** Xi măng pooc lăng (PC) và xi măng pooc lăng hỗn hợp (PCB) khác nhau cơ bản ở điểm nào?

**5.5.5.** Nêu các chỉ tiêu của xi măng (định nghĩa, đặc điểm, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

## B. PHẦN THỰC HÀNH

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

- Yêu cầu tính toán số liệu:

Tính toán theo công thức của tiêu chuẩn.

Tính toán độ chênh lệch, đánh giá độ chênh lệch giữa các mẫu trong tổ mẫu thí nghiệm theo hướng dẫn trong tiêu chuẩn để tính ra kết quả trung bình.

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

Số ...../201...  
-/X

**KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM XI MĂNG**  
*Testing results on cement*

**1. THÔNG TIN DO KHÁCH HÀNG CUNG CẤP - Information supplied by client**

<b>Đơn vị đặt hàng:</b> <i>Client</i>	
<b>Công trình:</b> <i>Project</i>	
<b>Ngày lấy mẫu:</b> -- <i>Sampling date</i>	<b>Loại xi măng - Type of cement:</b> <b>Lô số - Lot No:</b> --

**2. KẾT QUẢ THỬ - Testing results**

Ngày nhận mẫu - Sample receiving date:

Ngày thí nghiệm - Testing date:

CHỈ TIÊU THÍ NGHIỆM <i>Testing items</i>	ĐƠN VỊ <i>Unit</i>	KẾT QUẢ <i>Results</i>	YCKT <i>Specification</i>	PHƯƠNG PHÁP THỬ <i>Testing method</i>
<b>Khối lượng riêng - Specific gravity</b>	g/cm <sup>3</sup>			TCVN 4030:2003
<b>Bê mặt riêng - Surface specific area</b>	cm <sup>2</sup> /g			TCVN 4030:2003
<b>Lượng sót trên sàng 0,09mm - Mass retained on 0,09mm sieve</b>	%			TCVN 4030:2003
<b>Độ dẻo tiêu chuẩn - Standard consistence</b>	%			TCVN 6017:1995
<b>Hàm lượng cặn không tan - Insoluble residue</b>	%			TCVN 141:2008
<b>Hàm lượng SO<sub>3</sub> - Sulfur trioxide content</b>	%			
<b>Thời gian đông kết - Setting time</b> Bắt đầu - Initial Kết thúc - Final	Phút (Min.)			TCVN 6017:1995
<b>Độ ổn định thể tích - Soundness test</b>	mm			TCVN 6017:1995
<b>Độ bền uốn - Flexural strength</b> 3 ngày - 3 days 7 ngày - 7 days 28 ngày - 28 days	N/mm <sup>2</sup>			TCVN 6016:2011
<b>Độ bền nén - Compressive strength</b> 3 ngày - 3 days 7 ngày - 7 days 28 ngày - 28 days	N/mm <sup>2</sup>			TCVN 6016:2011

**Ghi chú - Remark:** Mẫu thử do khách hàng mang đến- Sample was sent to laboratory by the client.

Hà Nội, ngày .. tháng .. năm 201..

**GIÁM SÁT THÍ NGHIỆM**  
*Witnessed by*

**NGƯỜI THÍ NGHIỆM**  
*Tested by*

CĐT  
*Employer* .....

TVGS  
*Consultant* .....

Nhà thầu  
*Contractor* .....

## Chương 6

# PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA CỐT LIỆU DÙNG CHO BÊ TÔNG VÀ VỮA

### 6.1. CỐT LIỆU NHỎ CHO BÊ TÔNG VÀ VỮA

#### 6.1.1. Giới thiệu chung về cốt liệu nhỏ dùng cho bê tông và vữa

##### 6.1.1.1. Định nghĩa

Theo tiêu chuẩn Việt Nam, cốt liệu nhỏ sử dụng cho bê tông và vữa là vật liệu hạt rời có cỡ hạt từ 0,14 mm đến 5 mm. Khi được nhào trộn với xi măng, nước, cốt liệu lớn (đá dăm, sỏi) và phụ gia (nếu có) sẽ tạo nên hỗn hợp đông rắn theo thời gian và tạo nên khối vật liệu (bê tông và vữa) có những tính chất nhất định.

##### 6.1.1.2. Nguồn gốc và công nghệ chế tạo

Cốt liệu nhỏ (cát) có thể tạo thành do sự phân hủy tự nhiên các quặng đá thiên nhiên (gọi là cát tự nhiên). Theo vị trí tạo thành cát tự nhiên có thể chia thành cát sông, cát suối, cát biển, cát núi.

Cốt liệu nhỏ cũng có thể chế tạo bằng cách đập, nghiền một số quặng đá tự nhiên (như quặng đá phún xuất, đá trầm tích đặc chắc hay đá biến chất) sau đó được sàng phân loại cỡ hạt (gọi là cát nhân tạo).

##### 6.1.1.3. Phân loại

Theo nguồn gốc có thể phân loại cốt liệu nhỏ gồm:

- Cát tự nhiên;
- Cát nhân tạo.

Theo cỡ hạt có thể phân thành:

- Cát thô (Mô đun độ lớn của cát từ 2,0 - 3,3);
- Cát mịn (Mô đun độ lớn của cát từ 0,70 - 2,0).

##### 6.1.1.4. Các tính chất cơ lý cơ bản của cát dùng cho bê tông và vữa

###### a) Các tính chất cơ lý thông thường

Khối lượng riêng, khối lượng thể tích, khối lượng thể tích xốp, độ ẩm, độ hút nước là các chỉ tiêu thông thường của cát xây dựng (các chỉ tiêu này đề nghị xem trong bài giảng giới thiệu chung về các tính chất cơ lý của vật liệu xây dựng).

*b) Thành phần hạt*

Cát có thành phần hạt hợp lý thì độ rỗng giữa các hạt nhỏ, lượng xi măng cần dùng sẽ ít, cường độ bê tông sẽ cao. Thành phần hạt của cát được xác định bằng cách sàng mẫu cát khô qua bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước mắt sàng lần lượt là 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 mm.

Sau khi sàng cát trên từng lưới sàng có kích thước mắt sàng từ lớn đến nhỏ, xác định lượng sót riêng biệt và lượng sót tích lũy trên mỗi sàng.

Lượng sót riêng biệt:

$$a_i = m_i \times 100/m (\%).$$

Trong đó:

$m_i$  - lượng cát còn sót lại trên sàng  $i$ , g;

$m$  - lượng cát đem sàng, g.

Tính lượng sót tích lũy:  $A_i$  (%) trên mỗi sàng, là tổng lượng sót riêng biệt kể từ sàng lớn nhất  $a_{2,5}$  đến sàng cần xác định  $a_i$ .

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i \%$$

Đối với cát dùng cho vữa hàm lượng hạt lớn hơn 5 mm cần được khống chế theo quy định.

*c) Độ lớn*

Độ lớn của cát có ảnh hưởng đến lượng dùng xi măng và được biểu thị bằng mô đun độ lớn.

Mô đun độ lớn ( $M_{dl}$ ) được xác định theo công thức:

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

Trong đó:

$A_{2,5}$ ;  $A_{1,25}$ ;  $A_{0,63}$ ;  $A_{0,315}$ ;  $A_{0,14}$  - Lượng sót tích lũy trên các sàng có kích thước mắt sàng tương ứng là 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 mm.

Theo mô đun độ lớn và thành phần hạt, cát dùng cho bê tông nặng được chia ra làm 2 nhóm chính: nhóm hạt thô và nhóm hạt mịn.

*d) Lượng tạp chất*

Cát càng ít tạp chất thì chất lượng của bê tông, vữa càng tốt

Tạp chất trong cát có thể gồm các loại sau:

- Tạp chất hữu cơ: Gồm các thành phần hữu cơ có trong cát. Tạp chất này được xác định bằng cách ngâm mẫu trong dung dịch kiềm để hòa tan thành phần hữu cơ.

Dung dịch nhận được so sánh với bảng màu chuẩn để đánh giá mức độ có mặt của thành phần này. Nếu dung dịch có màu ngang bằng hoặc sáng hơn màu chuẩn thì cát được coi là có hàm lượng tạp chất hữu cơ không ảnh hưởng đến các tính chất của bê tông và vữa.

- Bùn, bụi, sét: Các thành phần này được xác định bằng cách rửa sạch mẫu trong nước sau đó cân lượng mẫu còn lại và tính toán hàm lượng bùn, bụi, sét có trong cát.

- Sét cục và tạp chất dạng cục: Hàm lượng tạp chất này được xác định bằng cách dùng kim sắt tách các hạt sét cục và tạp chất dạng cục của cát đã được sấy khô. Cân và xác định hàm lượng các tạp chất này.

*e) Thành phần các chất hóa học trong cát có ảnh hưởng đến tính chất của bê tông và vữa*

- Hàm lượng ion Clo trong cát cần được khống chế để không làm ảnh hưởng đến tính chất ăn mòn cốt thép trong bê tông.

- Hàm lượng silic hoạt tính với khả năng gây nên phản ứng kiềm – silic cũng cần được kiểm soát.

### **6.1.2. Các mức quy định đối với các tính chất của cát theo tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam**

Các tính chất cơ, lý, hóa cơ bản của cát được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 7570:2006. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 6.1.

**Bảng 6.1 - Các mức quy định đối với cát theo TCVN 7570:2006**

Các chỉ tiêu	Mức quy định	
	2	3
<i>I</i>		
Thành phần hạt - Lượng sót sàng (%)	Cát thô	Cát mịn
2,5 mm	0-20	0
1,25 mm	15-45	0-15
0,63 mm	35-70	0-35
0,315 mm	65-90	5-65
0,14 mm	90-100	65-90
< 0,14 mm	≤ 10	≤ 35
Mô đun độ lớn:		
- Cát thô	2,0 - 3,3	
- Cát mịn	0,7 – 2,0	
Hàm lượng hạt lớn hơn 5 mm (đối với cát dùng cho vữa), %	≤ 5	

**Bảng 6.1 (Tiếp theo)**

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Sét cục và tạp chất dạng cục, % - Bê tông cấp cao hơn B35 - Bê tông cấp $\leq$ B35 - Vữa	Không được có 0,25 0,50	
Hàm lượng bùn, bụi, sét, % - Bê tông cấp cao hơn B35 - Bê tông cấp $\leq$ B35 - Vữa	$\leq$ 1,50 $\leq$ 3,00 $\leq$ 10,00	
Tạp chất hữu cơ, xác định theo phương pháp so màu	Ngang hoặc sáng hơn màu chuẩn	
Hàm lượng ion Clo, %: - Bê tông cốt thép và vữa thông thường - Bê tông cốt thép ứng suất trước	$\leq$ 0,05 $\leq$ 0,01	
Khả năng phản ứng kiềm – silic	Không có khả năng phản ứng	

## 6.2. CỐT LIỆU LỚN CHO BÊ TÔNG

### 6.2.1. Giới thiệu chung về cốt liệu lớn cho bê tông

#### 6.2.1.1. Định nghĩa

Theo tiêu chuẩn Việt Nam, cốt liệu lớn dùng cho bê tông là vật liệu hạt rời có cỡ hạt từ 5 mm đến 70 mm. Khi được nhào trộn với xi măng, nước, cốt liệu nhỏ và phụ gia (nếu có) sẽ tạo nên một hỗn hợp đông rắn theo thời gian và cốt liệu lớn tạo nên bộ khung chịu lực cho bê tông.

#### 6.2.1.2. Nguồn gốc và công nghệ chế tạo

Cốt liệu lớn có thể có chế tạo bằng cách đập, nghiền từ quặng đá phún xuất, đá trầm tích. Sau khi đập đá dăm được sàng phân loại các cỡ hạt để sử dụng vào các mục đích khác nhau trong xây dựng.

Sỏi là cốt liệu lớn nguồn gốc tự nhiên tạo thành do quá trình phong hóa tự nhiên các quặng đá đặc chắc. Qua quá trình bào mòn theo thời gian sẽ tạo thành các hạt tròn tròn nhẵn, có nhiều hình dạng khác nhau.

Ngoài ra còn có sỏi dăm là cốt liệu lớn được đập nghiền từ sỏi tự nhiên.

Do được gia công đập nghiền nên bề mặt, hình dạng của đá dăm, sỏi dăm khác so với sỏi. Các hạt đá dăm, sỏi dăm có bề mặt nhám, rập góc cạnh nên bám dính tốt hơn với vữa bê tông.

### **6.2.1.3. Phân loại**

Cốt liệu lớn gồm các loại sau:

- Đá dăm;
- Sỏi;
- Sỏi dăm;
- Các loại cốt liệu nhân tạo khác.

### **6.2.1.4. Các tính chất cơ lý cơ bản của cốt liệu lớn dùng cho bê tông và vữa**

#### *a) Các tính chất cơ lý thông thường*

Khối lượng riêng, khối lượng thể tích, khối lượng thể tích xốp, độ ẩm, độ hút nước là các chỉ tiêu thông thường của cốt liệu lớn (các chỉ tiêu này đề nghị xem trong bài giảng giới thiệu chung về các tính chất cơ lý của vật liệu xây dựng).

#### *b) Thành phần hạt*

Thành phần hạt của cốt liệu được xác định thông qua thí nghiệm sàng đá dăm, sỏi khô trên bộ sàng tiêu chuẩn có kích thước lỗ sàng lần lượt là 70; 40; 20; 10; 5 mm.

Sau khi sàng, xác định lượng sót riêng biệt ( $a_i$ ) và lượng sót tích lũy ( $A_i$ ) trên mỗi sàng, đồng thời cũng xác định kích thước hạt lớn nhất ( $D_{max}$ ) và kích thước hạt nhỏ nhất ( $D_{min}$ ) của cốt liệu.

-  $D_{max}$  là kích thước danh định tính bằng kích thước lỗ sàng nhỏ nhất mà không ít hơn 90% khối lượng hạt cốt liệu lọt qua đó

-  $D_{min}$  là kích thước danh định tính bằng kích thước lỗ sàng lớn nhất mà không nhiều hơn 10% khối lượng hạt cốt liệu lọt qua đó.

Đường kính cỡ hạt lớn nhất của đá (sỏi, sỏi dăm) được chọn để sử dụng phải đảm bảo đồng thời các yêu cầu sau đây:

- Không vượt quá 1/5 kích thước nhỏ nhất giữa các mặt trong của ván khuôn;
- Không vượt quá 3/4 kích thước thông thủy giữa 2 thanh thép liền kề nhau;
- Không vượt quá 1/3 chiều dày tấm, bản;
- Không vượt quá 1/3 đường kính trong của ống bơm bê tông (với bê tông sử dụng công nghệ bơm).

#### *c) Hạt thoi dẹt*

Hạt thoi dẹt là các hạt có kích thước chiều dày nhỏ hơn 1/3 kích thước cạnh dài của hạt cốt liệu. Trong cốt liệu cần hạn chế các hạt thoi dẹt vì các hạt thoi dẹt khi nhào trộn và tạo hình dễ gây ra hiện tượng phân tầng, tách lớp trong bê tông, làm giảm tính chất cơ học của bê tông.



Hạt thoi dẹt được xác định bằng cách sử dụng dụng cụ thước đo chuyên dụng phân loại các hạt có tính thoi dẹt. Sau đó xác định khối lượng các hạt này so với tổng khối lượng mẫu mang đi thí nghiệm.

*d) Cường độ của đá dăm, sỏi*

Cường độ là chỉ tiêu đánh giá độ cứng cơ học của cốt liệu lớn. Tùy thuộc các cấp bê tông khác nhau sẽ yêu cầu các mức cường độ tương ứng của cốt liệu lớn.

Cường độ của có thể xác định thông qua cường độ của đá gốc sử dụng sản xuất đá dăm.

Cường độ của đá dăm cũng có thể xác định thông qua thí nghiệm nén một lượng đá trong xi lanh bằng thép và được gọi là độ nén đập.

Tùy theo độ nén đập trong xi lanh, mác của đá dăm từ đá thiên nhiên được chia thành các mác khác nhau. Mác của đá dăm thiên nhiên xác định theo độ nén đập trong xi lanh phải cao hơn 1,5 mác (cấp) bê tông khi dùng đá gốc trầm tích, 2 lần khi dùng dùng đá gốc phun xuất, biến chất.

Đối với sỏi và sỏi dăm, tùy thuộc vào cấp bê tông sẽ có các yêu cầu về độ nén đập tương ứng.

*e) Độ hao mòn khi va đập*

Độ hao mòn khi va đập của cốt liệu lớn thí nghiệm trên máy mài mòn va đập Los Angeles là chỉ tiêu đánh giá khả năng chống va đập mài mòn của cốt liệu lớn. Chỉ tiêu này áp dụng cho cốt liệu sử dụng trong bê tông làm đường giao thông hoặc bê tông chịu mài mòn.

*f) Lượng tạp chất*

Cốt liệu càng ít tạp chất thì chất lượng của bê tông càng tốt.

Tạp chất trong cốt liệu lớn có thể gồm các loại sau:

- Tạp chất hữu cơ: Gồm các thành phần hữu cơ có trong sỏi, sỏi dăm. Tạp chất này được xác định bằng cách ngâm mẫu trong dung dịch kiềm để hòa tan thành phần hữu cơ. Dung dịch nhận được đem so sánh với màu của dung dịch chuẩn để đánh giá mức độ có mặt của thành phần này. Nếu dung dịch có màu ngang bằng hoặc sáng hơn màu của dung dịch chuẩn thì sỏi được coi là có hàm lượng tạp chất hữu cơ không ảnh hưởng đến các tính chất của bê tông.

- Bùn, bụi, sét: Các thành phần này được xác định bằng cách rửa sạch mẫu trong nước sau đó cân lượng mẫu còn lại và tính toán hàm lượng bùn, bụi, sét có trong cát.

g) Thành phần các chất hóa học trong cốt liệu lớn có ảnh hưởng đến tính chất của bê tông

- Hàm lượng ion Clo trong cốt liệu lớn cần được khống chế để không làm ảnh hưởng đến tính chất ăn mòn cốt thép trong bê tông.

- Hàm lượng silic hoạt tính với khả năng gây nên phản ứng kiềm - silic cũng cần được kiểm soát.

### 6.2.2. Các mức quy định đối với các tính chất của cốt liệu lớn theo tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam

Các tính chất cơ, lý, hóa cơ bản của cát được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 7570:2006. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 6.2, 6.3, 6.4, 6.5.

**Bảng 6.2 - Yêu cầu về thành hạt của cốt liệu lớn theo TCVN 7570:2006**

Kích thước lỗ sàng mm	Lượng sót tích lũy trên sàng, %, theo khối lượng, ứng với kích thước hạt cốt liệu nhỏ nhất và lớn nhất, mm						
	5-10	5-20	5-40	5-70	10-40	10-70	20-70
100	--	--	--	0	--	0	0
70	--	--	0	0-10	0	0-10	0-10
40	--	0	0-10	40-70	0-10	40-70	40-70
20	0	0-10	40-70	--	40-70	--	90-100
10	0-10	40-70	--	--	90-100	90-100	--
5	90-100	90-100	90-100	90-100	--	--	--

**Bảng 6.3 - Mác đá dăm theo độ nén đập của đá dăm theo TCVN 7570:2006**

Mác đá dăm	Độ nén đập trong xi lanh ở trạng thái bão hòa nước, %		
	Đá trầm tích	Đá phun xuất xâm nhập và đá biến chất	Đá phun xuất phun trào
140	--	Đến 12	Đến 9
120	Đến 11	Lớn hơn 12 đến 16	Lớn hơn 09 đến 11
100	Lớn hơn 11 đến 13	Lớn hơn 16 đến 20	Lớn hơn 11 đến 13
80	Lớn hơn 13 đến 15	Lớn hơn 20 đến 25	Lớn hơn 13 đến 15
60	Lớn hơn 15 đến 20	Lớn hơn 25 đến 34	Lớn hơn 15 đến 20
40	Lớn hơn 20 đến 28	--	--
30	Lớn hơn 28 đến 38	--	--
20	Lớn hơn 38 đến 54	--	--

**Bảng 6.4 - Yêu cầu đối với độ nén dập  
của sỏi và sỏi dăm theo TCVN 7570:2006**

Mác-M (cấp-B) của bê tông	Độ nén dập ở trạng thái bão hoà nước, không lớn hơn, %	
	Sỏi	Sỏi dăm
Lớn hơn M350 (B25)	8	10
Từ M200-M350 (B15-B25)	12	14
Thấp M200 (B15)	16	18

**Bảng 6.5 - Các mức quy định đối với các chỉ tiêu khác  
của cốt liệu lớn theo TCVN 7570:2006**

Các chỉ tiêu	Mức quy định
Hàm lượng hạt thoi dẹt, %: - Bê tông mác cao hơn M400 (B30) - Bê tông mác nhỏ hơn hoặc bằng M400 (B30).	≤ 15 ≤ 35
Độ hao mòn va đập trong máy mài mòn Los Angeles	≤ 50
Hàm lượng bùn, bụi, sét, %, đối với bê tông - Cao hơn M400 (B30) - Từ M200 đến M400 (B15 đến B30) - Thấp hơn M200 (B15)	≤ 1,00 ≤ 2,00 ≤ 3,00
Tạp chất hữu cơ của sỏi, xác định theo phương pháp so màu	Ngang và sáng hơn màu chuẩn
Hàm lượng ion Clo, %	≤ 0,01
Khả năng phản ứng kiềm - silic	Không có khả năng phản ứng

### **6.3. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA CỐT LIỆU**

#### **6.3.1. Phương pháp lấy mẫu (theo TCVN 7572-1:2006)**

##### **6.3.1.1. Quy định chung**

- Mẫu thử cần phải lấy đủ để đảm bảo kết quả thí nghiệm đại diện cho chất lượng của cốt liệu được thử.

- Khối lượng mẫu thử được cân chính xác tới 1 %.

- Cốt liệu sấy khô đến khối lượng không đổi: Cốt liệu được sấy ở nhiệt độ từ (105 -110) °C cho tới khi chênh lệch khối lượng giữa hai lần cân không vượt quá 0,1 % khối lượng mẫu thử trước khi sấy. Thời gian giữa hai lần cân kế tiếp không ít hơn 30 phút.

- Trước khi tiến hành thí nghiệm phải đảm bảo để các thiết bị thử, mẫu thử và các vật tư, vật liệu dùng trong quá trình thử đạt nhiệt độ phòng thí nghiệm.

### **6.3.1.2. Lấy mẫu cốt liệu nhỏ**

- *Cách lấy mẫu ban đầu:*

Trên các băng chuyền, mẫu ban đầu được lấy định kỳ từ 0,5 giờ đến 1 giờ và lấy trên suốt chiều ngang băng chuyền cát. Nếu cốt liệu nhỏ đồng nhất thì thời gian giữa hai lần lấy có thể kéo dài hơn.

Mẫu ban đầu của cốt liệu nhỏ chứa trong kho được lấy từ nhiều điểm khác nhau theo chiều cao đồng cốt liệu nhỏ từ đỉnh xuống tới chân, sao cho mẫu lấy ra đại diện cho cả lô cốt liệu nhỏ.

Nếu cốt liệu nhỏ ở trong các bể chứa thì phải lấy cả trên mặt và dưới đáy bể.

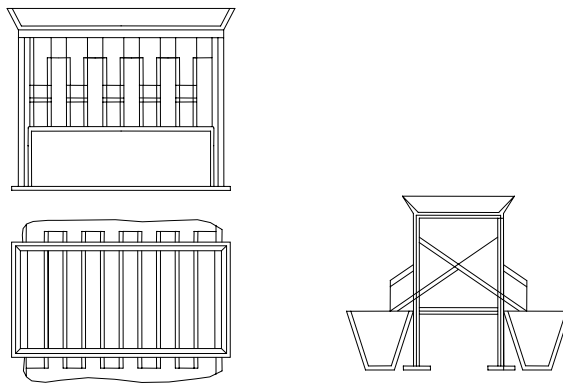
Mỗi lô cốt liệu nhỏ lấy từ 10 mẫu đến 15 mẫu ban đầu.

- *Cách rút gọn để lấy mẫu trung bình:*

Các mẫu ban đầu sau khi lấy được gộp lại, trộn kỹ và rút gọn theo phương pháp chia tư hoặc phương pháp chia đôi mẫu bằng thùng chứa có máng nhỏ để có được mẫu trung bình. Khối lượng mẫu trung bình khoảng (20 - 40) kg.

+ Cách rút gọn mẫu theo phương pháp chia tư: Đổ cốt liệu nhỏ lên mặt phẳng khô sạch, không thấm nước. San phẳng mặt mẫu và kẻ hai đường thẳng vuông góc để chia mẫu thành bốn phần đều nhau. Lấy hai phần bất kỳ đối đỉnh nhau, gộp lại làm một. Sau đó lại trộn kỹ và rút gọn như trên cho tới khi đạt được khối lượng cần thiết;

+ Cách rút gọn mẫu bằng thùng chứa có hai máng nhỏ (xem hình 6.1). Đổ mẫu cốt liệu nhỏ vào thùng chứa, san phẳng rồi mở máng cho cốt liệu nhỏ chảy theo hai phía ra ngoài. Dùng một nửa (khối lượng cốt liệu nhỏ của một máng) để tiếp tục rút gọn như thế cho tới khi đạt được khối lượng cần thiết.



**Hình 6.1 - Máng chia mẫu**

Chiều rộng khe chảy của máng chia mẫu phải lớn hơn 1,5 lần kích thước hạt cốt liệu nhỏ lớn nhất.

Từ mẫu trung bình đã rút gọn lấy ra mẫu thí nghiệm cho từng chỉ tiêu được nêu trong bảng 6.6.

Có thể xác định nhiều chỉ tiêu từ một mẫu thử nếu trong quá trình thử tính chất của cốt liệu nhỏ không bị thay đổi.

**Bảng 6.6 - Khối lượng mẫu thử để xác định tính chất của cốt liệu nhỏ**

Tên phép thử	Khối lượng một mẫu thí nghiệm kg
Xác định thành phần thạch học	Đảm bảo khối lượng mẫu đối với từng cỡ hạt theo TCVN 7572-3:2006
Xác định khối lượng riêng, khối lượng thể tích và độ hút nước	1
Xác định khối lượng thể tích xộp và độ hồng	Từ 5 đến 10 (tùy theo hàm lượng sỏi chứa trong cát)
Xác định độ ẩm	1
Xác định thành phần hạt	2
Xác định hàm lượng bùn, bụi, sét	0,5
Xác định hàm lượng tạp chất hữu cơ	0,25

### **6.3.1.3. Lấy mẫu cốt liệu lớn**

- *Lấy mẫu ban đầu:*

Mẫu ban đầu của cốt liệu được lấy trên bằng chuyên, trong kho hoặc bể chứa theo nguyên tắc đã nêu trong phần 6.3.1.2.

**CHÚ THÍCH:**

1) *Khi chiều rộng băng tải lớn hơn hay bằng 1000 mm thì chọn mẫu cục bộ bằng cách chặn ngang một phần băng tải cho vật liệu rơi ra.*

2) *Nếu vật liệu đồng nhất thì việc lấy mẫu có thể thưa hơn.*

*Nếu kho là các hộc chứa thì mẫu ban đầu được lấy ở lớp trên mặt và lớp dưới đáy hộc. Lớp dưới đáy được lấy bằng cách mở cửa hộc chứa cho vật liệu chảy ra.*

*Tùy theo độ lớn của hạt cốt liệu lớn, khối lượng mẫu ban đầu được quy định trong bảng 6.7.*

**Bảng 6.7 - Khối lượng mẫu ban đầu của cốt liệu lớn**

Kích thước lớn nhất của hạt mm	Khối lượng mẫu ban đầu kg
5	2,5
10	2,5
20	5,0
40	10,0
70	15,0

- Rút gọn mẫu để lấy mẫu trung bình.

**Bảng 6.8 - Khối lượng mẫu thử để xác định tính chất của cốt liệu lớn**

Tên phép thử	Khối lượng mẫu nhỏ nhất của cốt liệu lớn cần thiết để thử tùy theo cỡ hạt, kg				
	Từ 5 mm đến 10 mm	Từ 10 mm đến 20 mm	Từ 20 mm đến 40 mm	Từ 40 mm đến 70 mm	Trên 70 mm
1. Xác định khối lượng riêng, khối lượng thể tích và độ hút nước	0,5	1,0	2,5	2,5	2,5
2. Xác định khối lượng thể tích xốp và độ hồng	6,5	15,5	30,0	60,0	60,0
3. Xác định thành phần cỡ hạt	5,0	5,0	15,0	30,0	50
3. Xác định hàm lượng bùn, bụi, sét	0,25	1,0	5,0	15,0	15,0
5. Xác định hàm lượng hạt thoi dẹt	10,0	10,0	10,0	20,0	30,0
6. Xác định độ ẩm	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0
7. Xác định thành phần thạch học	0,25	1,0	10,0	15,0	35,0
8. Xác định độ nén đập trong xi lanh					
Đường kính 75mm	0,8	0,8	+	+	+
Đường kính 150mm	6,0	6,0	6,0	+	+
9. Độ hao mòn khi va đập trong máy mài mòn và đập Los Angeles	10,0	10,0	20,0	+	+
<p>CHÚ THÍCH 1: Đá dăm thuộc cỡ hạt có dấu cộng (+) trước khi đem thử phải đập vỡ để đạt cỡ hạt nhỏ hơn liên kê trong bảng trên, sau đó lấy khối lượng mẫu bằng khối lượng mẫu của cỡ hạt mới nhận được.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Để tiến hành một số phép thử đá dăm hoặc sỏi, khối lượng mẫu cần thiết lấy bằng tổng khối lượng các mẫu cho từng phép thử.</p>					

Từ các mẫu ban đầu, rút gọn mẫu theo nguyên tắc đã nêu trong mục 6.3.1.2.

Khối lượng mẫu trung bình của cốt liệu lớn sau khi rút gọn dùng để thử mỗi loại chỉ tiêu phải không nhỏ hơn bốn lần khối lượng được nêu trong bảng 6.8.

### **6.3.2. Xác định thành phần hạt (theo TCVN 7572-2:2006)**

#### **6.3.2.1. Thiết bị thử**

- Cân kỹ thuật có độ chính xác 1 %;
- Sàng tiêu chuẩn đường kính lỗ sàng từ 2,5 mm trở lên và sàng lưới kích thước từ 1,25 mm trở xuống được nêu trong bảng 6.9;

**Bảng 6.9 - Kích thước lỗ sàng tiêu chuẩn  
dùng để xác định thành phần hạt của cốt liệu**

Kích thước lỗ sàng, mm											
Cốt liệu nhỏ						Cốt liệu lớn					
0,14	0,315	0,63	1,25	2,5	5	5	10	20	40	70	100

- Máy lắc sàng;
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh đạt nhiệt độ ổn định từ 105 °C đến 110 °C.

#### **6.3.2.2. Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử**

Lấy mẫu thử cốt liệu theo TCVN 7572-1:2006. Mẫu được sấy khô ở nhiệt độ từ 105<sup>0</sup>C đến 110<sup>0</sup>C đến khối lượng không đổi và để nguội đến nhiệt độ phòng thí nghiệm trước khi đem thử.

#### **6.3.2.3. Tiến hành thử**

##### *a) Cốt liệu nhỏ*

- + Cân lấy 2000 g ( $m_0$ ) cốt liệu từ mẫu thử đó được chuẩn bị và sàng qua sàng có kích thước mắt sàng là 5 mm;
- + Xếp chồng bộ sàng lên nhau theo thứ tự từ trên xuống dưới như sau: sàng có kích thước mắt sàng 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 mm và đáy sàng;
- + Cân lấy 1000 g ( $m$ ) cốt liệu đã sàng qua sàng có kích thước mắt sàng 10 mm và 5 mm sau đó đổ cốt liệu đã cân vào sàng trên cùng (sàng có kích thước lỗ 2,5 mm) và tiến hành sàng. Có thể dùng máy lắc hoặc lắc bằng tay. Khi dùng máy sàng thì thời gian sàng được quy định cho từng loại máy. Khi sàng bằng tay thì thời điểm dừng sàng là khi sàng trong vòng 1 phút lượng lọt qua mỗi sàng không lớn hơn 0,1 % khối lượng mẫu thử;
- + Cân lượng sót trên từng sàng chính xác đến 1 g.

*b) Cốt liệu lớn*

+ Khối lượng mẫu cần thử phụ thuộc vào kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu được nêu trong bảng 6.10;

+ Xếp chồng bộ sàng tiêu chuẩn lên nhau theo thứ tự từ trên xuống dưới như sau: sàng có kích thước lỗ 100; 70; 40; 20; 10; 5 mm và đáy;

+ Đổ dần cốt liệu đã cân (nêu trong bảng 6.10) vào sàng trên cùng và tiến hành sàng. Chú ý chiều dày lớp vật liệu đổ vào mỗi sàng không được quá kích thước của hạt lớn nhất trong sàng. Có thể dùng máy lắc hoặc lắc bằng tay. Khi dùng máy sàng thì thời gian sàng được quy định cho từng loại máy. Khi sàng bằng tay thì thời điểm dừng sàng là khi sàng trong vòng 1 phút lượng lọt qua mỗi sàng không lớn hơn 0,1 % khối lượng mẫu thử.

**Bảng 6.10 - Khối lượng mẫu thử tùy thuộc vào kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu**

Kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu mm	Khối lượng mẫu, không nhỏ hơn kg
Nhỏ hơn hay bằng 10	5
Nhỏ hơn hay bằng 20	5
Nhỏ hơn hay bằng 40	10
Nhỏ hơn hay bằng 70	30
Lớn hơn 70	50

+ Cân lượng sót trên từng sàng chính xác đến 1 g.

**6.3.2.4. Tính kết quả**

*a) Cốt liệu nhỏ*

+ Lượng sót trên sàng có kích thước mắt sàng 5 mm ( $S_5$ ) tính bằng phần trăm, chính xác đến 0,1%, theo công thức:

$$S_5 = \frac{m_5}{m_0} \times 100$$

Trong đó:

$m_5$  - khối lượng sỏi còn lại trên sàng có kích thước mắt sàng 5 mm, (g);

$m_0$  - khối lượng mẫu thử, (g).

+ Lượng sót riêng ( $a_i$ ) trên từng sàng kích thước mắt  $i$ , tính bằng phần trăm chính xác đến 0,1 %, theo công thức:



$$a_i = \frac{m_i}{m} \times 100$$

Trong đó:

$m_i$  - khối lượng cốt liệu còn lại trên sàng kích thước mắt  $i$ , (g);

$m$  - tổng khối lượng mẫu thử, (g).

+ Lượng sót tích lũy trên sàng kích thước mắt  $i$  là tổng lượng sót trên sàng có kích thước mắt sàng lớn hơn nó và phần sót trên bản thân nó. Lượng sót tích lũy ( $A_i$ ), tính bằng phần trăm chính xác tới 0,1 %, theo công thức:

$$A_i = a_i + \dots + a_{2,5}$$

Trong đó:

$a_i$  - lượng sót riêng trên sàng có kích thước mắt  $i$ , (%);

$a_{2,5}$  - lượng sót riêng trên sàng có kích thước mắt 2,5mm, (%).

+ Môđun độ lớn của cốt liệu nhỏ ( $M_{dl}$ ), không thứ nguyên chính xác tới 0,1, theo công thức:

$$M_{dl} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100}$$

Trong đó:

$A_{2,5}$ ,  $A_{1,25}$ ,  $A_{0,63}$ ,  $A_{0,315}$ ,  $A_{0,14}$  là lượng sót tích lũy trên các sàng kích thước mắt sàng tương ứng 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 mm.

#### *b) Cốt liệu lớn*

+ Lượng sót riêng ( $a_i$ ) trên từng sàng kích thước mắt  $i$ , tính bằng phần trăm chính xác đến 0,1%.

+ Lượng sót tích lũy trên sàng kích thước mắt  $i$  là tổng lượng sót trên sàng có kích thước mắt sàng lớn hơn và phần sót trên bản thân nó. Lượng sót tích lũy của mẫu cốt liệu lớn ( $A_i$ ), tính bằng phần trăm chính xác tới 0,1 %, theo công thức:

$$A_i = a_i + \dots + a_{70}$$

Trong đó:

$a_i$  - lượng sót riêng trên sàng có kích thước mắt  $i$ , (%).

$a_{70}$  - lượng sót riêng trên sàng có kích thước mắt 70 mm, (%).

### **6.3.3. Phương pháp xác định khối lượng riêng, khối lượng thể tích và độ hút nước (theo TCVN 7572-4:2006)**

#### **6.3.3.1. Thiết bị thử**

- Cân kỹ thuật, độ chính xác 0,1%;

- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ đảm bảo nhiệt độ sấy ổn định từ 105°C đến 110 °C;
- Bình dung tích bằng thủy tinh có miệng rộng, nhẵn, phẳng dung tích từ 1,05 lít đến 1,5 lít;
- Tấm thủy tinh nhẵn đảm bảo độ kín khí khi đặt lên bình thử;
- Khăn thấm nước mềm và khô có kích thước 450 mm x 750 mm;
- khay chứa bằng vật liệu không rỉ và không hút nước;
- Côn thử độ sụt của cốt liệu bằng thép không rỉ chiều dày ít nhất 0,9 mm, đường kính trên đỉnh 40 mm, đường kính đáy 90 mm, chiều cao 75 mm;
- Phễu chứa dùng để rót cốt liệu vào côn;
- Que chọc kim loại khối lượng 340 g ± 5 g, có đầu đâm hình tròn đường kính 25 mm ± 5 mm;
- Bình hút ẩm;
- Sàng có kích thước lỗ sàng 5 mm và 0,14 mm;
- Thùng ngâm mẫu.

#### **6.3.3.2. Chuẩn bị mẫu thử**

- Mẫu thử được lấy và rút gọn theo TCVN 7452-1:2006 để đạt khối lượng cần thiết cho phép thử;
- Lấy khoảng 1 kg cốt liệu lớn đã sàng loại cỡ hạt nhỏ hơn 5 mm;
- Lấy khoảng 0,5 kg cốt liệu nhỏ đã sàng loại cỡ hạt lớn hơn 5 mm và gạn rửa loại cỡ hạt nhỏ hơn 0,14 mm;
- Mỗi loại cốt liệu được lấy 2 mẫu để thử song song.

#### **6.3.3.3. Tiến hành thử**

Các mẫu cốt liệu sau khi lấy và chuẩn bị được ngâm trong các thùng ngâm mẫu trong 24 giờ ± 4 giờ ở nhiệt độ 27 °C ± 2 °C. Trong thời gian đầu ngâm mẫu, cứ khoảng từ 1 giờ đến 2 giờ khuấy nhẹ cốt liệu một lần để loại bọt khí bám trên bề mặt hạt cốt liệu.

Làm khô bề mặt mẫu (đưa cốt liệu về trạng thái bão hoà nước, khô bề mặt).

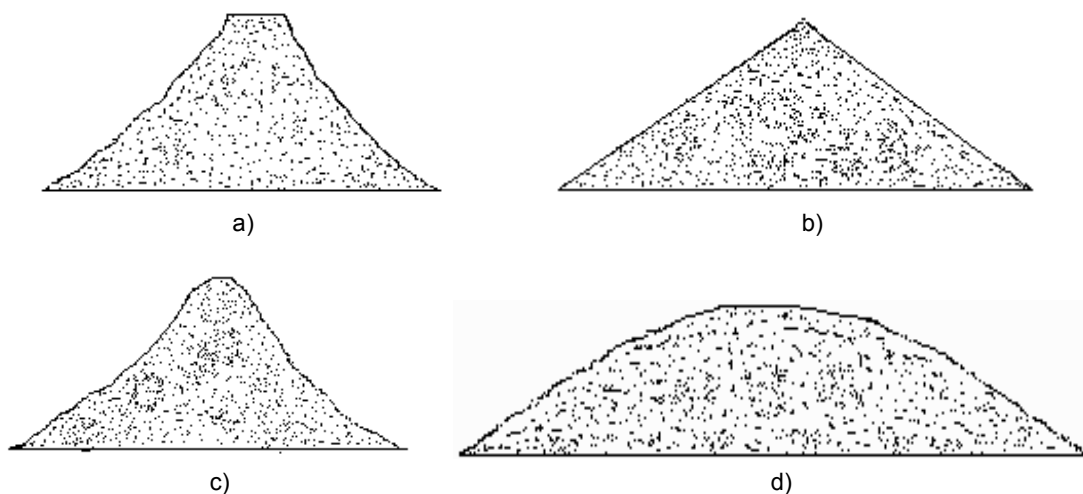
- Đối với cốt liệu lớn:

Vớt mẫu khỏi thùng ngâm, dùng khăn bông lau khô nước đọng trên bề mặt hạt cốt liệu.

- Đối với cốt liệu nhỏ:

Nhẹ nhàng gạn nước ra khỏi thùng ngâm mẫu hoặc đổ mẫu vào sàng 0,14 mm. Rải cốt liệu nhỏ lên khay thành một lớp mỏng. Để cốt liệu khô tự nhiên ngoài

không khí. Chú ý không để dưới ánh nắng mặt trời. Có thể đặt khay mẫu dưới quạt nhẹ hoặc dùng máy sấy cầm tay sấy nhẹ kết hợp đảo đều mẫu. Trong thời gian chờ cốt liệu khô, thỉnh thoảng kiểm tra tình trạng ẩm của cốt liệu bằng côn thử và que chọc theo quy trình sau: Đặt côn thử trên nền phẳng, nhấn không thấm nước. Đổ đầy cốt liệu qua phễu vào côn thử, dùng que chọc đầm nhẹ 25 lần, để que rơi tự do từ độ cao 5mm so với bề mặt mẫu. Không đổ đầy thêm cốt liệu vào côn. Nhấc nhẹ côn lên và so sánh hình dáng của khối cốt liệu với các dạng cốt liệu chuẩn (xem hình 6.2). Nếu khối cốt liệu có hình dạng tương tự hình 6.2c, cốt liệu đã đạt đến trạng thái bão hoà nước khô bề mặt. Nếu có dạng hình 6.2a và 6.2b, cần tiếp tục làm khô cốt liệu và thử lại đến khi đạt trạng thái như hình 6.2c. Nếu có dạng hình 6.2d, cốt liệu đã bị quá khô, cần ngâm lại cốt liệu vào nước và tiến hành thử lại đến khi đạt yêu cầu.



**Hình 6.2 - Các loại hình dáng của khối cốt liệu**

+ Ngay sau khi làm khô bề mặt mẫu, tiến hành cân mẫu và ghi giá trị khối lượng ( $m_1$ ). Từ từ đổ mẫu vào bình thử. Đổ thêm nước, xoay và lắc đều bình để bọt khí không còn đọng lại. Đổ tiếp nước đầy bình. Đặt nhẹ tấm kính lên miệng bình đảm bảo không còn bọt khí đọng lại ở bề mặt tiếp giáp giữa nước trong bình và tấm kính;

+ Dùng khăn lau khô bề mặt ngoài của bình thử và cân bình + mẫu + nước + tấm kính, ghi lại khối lượng ( $m_2$ );

+ Đổ nước và mẫu trong bình qua sàng 0,14 mm đối với cốt liệu nhỏ và qua sàng 5 mm đối với cốt liệu lớn. Tráng sạch bình đến khi không còn mẫu đọng lại. Đổ đầy nước vào bình, lặp lại thao tác đặt tấm kính lên trên miệng, lau khô mặt ngoài bình thử. Cân và ghi lại khối lượng bình + nước + tấm kính ( $m_3$ );

+ Đem mẫu thử đong trên sàng sấy khô đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C;

+ Để nguội mẫu đến nhiệt độ phòng trong bình hút ẩm sau đó cân và ghi khối lượng mẫu ( $m_4$ ).

#### **6.3.3.4. Tính kết quả**

a) *Khối lượng riêng của cốt liệu ( $\rho_a$ )*, tính bằng gam trên centimét khối chính xác đến 0,01 g/cm<sup>3</sup>, theo công thức sau:

$$\rho_a = \rho_n \times \frac{m_4}{m_4 - (m_2 - m_3)}$$

Trong đó:

$\rho_n$  - khối lượng riêng của nước, (g/cm<sup>3</sup>);

$m_2$  - khối lượng của bình + nước + tấm kính + mẫu, (g);

$m_3$  - khối lượng của bình + nước + tấm kính, (g);

$m_4$  - khối lượng mẫu ở trạng thái khô hoàn toàn, (g).

b) *Khối lượng thể tích của cốt liệu ở trạng thái khô ( $\rho_{vk}$ )*, tính bằng gam trên centimét khối lấy chính xác đến 0,01 g/cm<sup>3</sup>, theo công thức sau:

$$\rho_{vk} = \rho_n \times \frac{m_4}{m_1 - (m_2 - m_3)}$$

Trong đó:

$\rho_n$  - khối lượng riêng của nước, (g/cm<sup>3</sup>);

$m_1$  - khối lượng mẫu bão hoà nước khô bề mặt, (g);

$m_2$  - khối lượng của bình + nước + tấm kính + mẫu, (g);

$m_3$  - khối lượng của bình + nước + tấm kính, (g);

$m_4$  - khối lượng mẫu ở trạng thái khô hoàn toàn, (g).

c) *Khối lượng thể tích của cốt liệu ở trạng thái bão hoà nước ( $\rho_{vbh}$ )*, tính bằng gam trên centimét khối lấy chính xác đến 0,01 g/cm<sup>3</sup>, theo công thức sau:

$$\rho_{vbh} = \rho_n \times \frac{m_1}{m_1 - (m_2 - m_3)}$$

Trong đó:

$\rho_n$  - khối lượng riêng của nước, (g/cm<sup>3</sup>);

$m_1$  - khối lượng mẫu bão hoà nước khô bề mặt, (g);

$m_2$  - khối lượng của bình + nước + tấm kính + mẫu, (g);

$m_3$  - khối lượng của bình + nước + tấm kính, (g).

Kết quả thử khối lượng riêng, khối lượng thể tích của cốt liệu tính bằng trung bình cộng của hai lần thử song song. Nếu kết quả giữa hai lần thử chênh nhau quá 0,02 g/cm<sup>3</sup> cần tiến hành thử lần thứ ba và kết quả là giá trị trung bình cộng của hai giá trị gần nhau hơn.

d) *Độ hút nước của cốt liệu (W)*, tính bằng phần trăm lấy chính xác đến 0,1%, theo công thức sau:

$$W = \frac{(m_1 - m_4)}{m_4} \times 100$$

Trong đó:

$m_1$  - là khối lượng mẫu bão hoà nước khô bề mặt, (g);

$m_4$  - là khối lượng mẫu ở trạng thái khô hoàn toàn, (g).

Kết quả thử độ hút nước của cốt liệu tính bằng trung bình cộng của hai lần thử song song.

Nếu chênh lệch giữa hai lần thử vượt quá 0,2% cần thử lần thứ 3 và khi đó kết quả được lấy là trung bình cộng của hai giá trị gần nhau nhất.

#### **6.3.4. Phương pháp xác định khối lượng thể tích xốp và độ hồng (theo TCVN 7572-6:2006)**

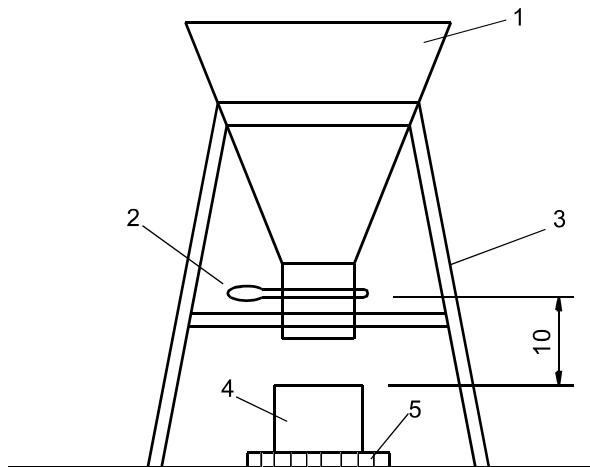
##### **6.3.4.1. Thiết bị thử**

Thùng đong kim loại hình trụ có dung tích 1; 2; 5; 10; 20 (lít) với kích thước quy định trong bảng 6.11.

**Bảng 6.11. Kích thước thùng đong thí nghiệm**

Thể tích thực của thùng đong	Kích thước bên trong thùng đong mm	
	Đường kính	Chiều cao
1	108	108
2	137	136
5	185	186
10	234	233
20	294	294

- Cân kỹ thuật độ chính xác 1%;
- Phễu chứa vật liệu (xem hình 6.3);
- Bộ sàng tiêu chuẩn của cốt liệu;



**Hình 6.3 - Phễu chứa vật liệu**

1. Phễu chứa vật liệu hình tròn;
2. Cửa quay;
3. Giá đỡ 3 chân bằng sắt  $\phi 10$ ;
4. Thùng đong;
5. Vật kê.

- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ đảm bảo nhiệt độ sấy ổn định từ  $105^{\circ}\text{C}$  đến  $110^{\circ}\text{C}$ ;

- Thước lá kim loại;

- Thanh gỗ thẳng, nhẵn, đủ cứng để gạt cốt liệu lớn.

#### **6.3.4.2. Tiến hành thử**

a. Mẫu thử được sấy khô ở nhiệt độ từ  $105^{\circ}\text{C}$  đến  $110^{\circ}\text{C}$  đến khối lượng không đổi, sau đó để nguội đến nhiệt độ phòng rồi đem thử.

b. Đối với cốt liệu nhỏ: lấy từ 5 kg đến 10 kg (tùy theo lượng sỏi chứa trong mẫu) đã sấy đến khối lượng không đổi và để nguội ở nhiệt độ phòng rồi sàng qua sàng có kích thước mắt sàng 5 mm. Lượng cát lọt qua sàng 5 mm trên được đổ từ độ cao 10 cm so với miệng thùng vào ống đong 1 lít khô, sạch và đã cân sẵn cho đến khi tạo thành hình chóp trên miệng ống đong, dùng thước lá kim loại gạt ngang miệng ống rồi đem cân.

c. Đối với cốt liệu lớn: Chọn loại thùng đong thí nghiệm tùy thuộc vào cỡ hạt lớn nhất của cốt liệu theo quy định ở bảng 6.12.

**Bảng 6.12. Kích thước của thùng đong phụ thuộc vào kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu**

Kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu mm	Thể tích thùng đong lít
Không lớn hơn 10	2
Không lớn hơn 20	5
Không lớn hơn 40	10
Lớn hơn 40	20

Mẫu thử được đổ vào phễu chứa, đặt thùng đong dưới cửa quay, miệng thùng cách cửa quay 10 cm theo chiều cao. Xoay cửa quay cho vật liệu rơi tự do xuống thùng đong cho tới khi đầy có ngọn. Dùng thanh gỗ gạt bằng mặt thùng rồi đem cân.

#### **6.3.4.3. Tính kết quả**

a) *Khối lượng thể tích xộp của cốt liệu ( $\rho_x$ ):* được tính bằng kilôgam trên mét khối chính xác tới 10 kg/m<sup>3</sup>, theo công thức:

$$\rho_x = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

Trong đó:

$m_1$  - là khối lượng thùng đong, (kg);

$m_2$  - là khối lượng thùng đong có chứa cốt liệu, (kg);

$V$  - là thể tích thùng đong, (m<sup>3</sup>).

Khối lượng thể tích xộp được xác định hai lần. Cốt liệu đã thử lần trước không dùng để làm lại lần sau. Kết quả chính thức lấy bằng giá trị trung bình số học của kết quả hai lần thử.

*GHI CHÚ: Tùy theo yêu cầu kiểm tra có thể xác định khối lượng thể tích xộp ở trạng thái khô tự nhiên trong phòng.*

b) *Độ hồng giữa các hạt của cốt liệu ( $V_w$ ),* tính bằng phần trăm thể tích chính xác tới 0,1 %, theo công thức:

$$V_w = \left( 1 - \frac{\rho_x}{\rho_{vk} \times 1000} \right) \times 100$$

Trong đó:

$\rho_{vk}$  - là khối lượng thể tích của cốt liệu ở trạng thái khô, (g/cm<sup>3</sup>);

$\rho_x$  - là khối lượng thể tích xộp của cốt liệu, (kg/m<sup>3</sup>).

*GHI CHÚ: Tùy theo yêu cầu kiểm tra có thể xác định độ hồng giữa các hạt cốt liệu ở trạng thái lèn chặt.*

#### **6.3.5. Phương pháp xác định độ ẩm (theo TCVN 7572-7:2006)**

##### **6.3.5.1. Thiết bị thử**

- Cân kỹ thuật có độ chính xác tới 1 %;
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ đảm bảo nhiệt độ sấy ổn định từ 105°C đến 110°C;
- Dụng cụ đảo mẫu (thìa hoặc dao).

### 6.3.5.2. Chuẩn bị mẫu

Cốt liệu được lấy với khối lượng như trong bảng 6.13.

**Bảng 6.13. Khối lượng mẫu thử tùy thuộc vào kích thước hạt lớn nhất của cốt liệu**

Kích thước hạt lớn nhất mm	Khối lượng mẫu, không nhỏ hơn kg
Không lớn hơn 5	0,5
Không lớn hơn 10	1,0
Không lớn hơn 20	1,0
Không lớn hơn 40	2,5
Không lớn hơn 70	5,0
Lớn hơn 70	10,0

### 6.3.5.3. Tiến hành thử

Cân mẫu theo khối lượng quy định, chính xác đến 0,1 g, sau đó đổ ngay vào khay và sấy trong tủ sấy ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C cho đến khối lượng không đổi. Chú ý tránh để thất thoát các hạt cốt liệu trong suốt thời gian sấy. Sau khi sấy xong, để nguội cốt liệu đến nhiệt độ phòng, rồi cân chính xác đến 0,1 g.

### 6.3.5.4. Tính kết quả thử

Độ ẩm (W) của cốt liệu, tính bằng phần trăm khối lượng chính xác tới 0,1 %, theo công thức:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng mẫu thử trước khi sấy khô, (g);

$m_2$  - khối lượng mẫu thử sau khi sấy khô, (g).

Độ ẩm của cốt liệu là trung bình cộng kết quả của hai lần thử.

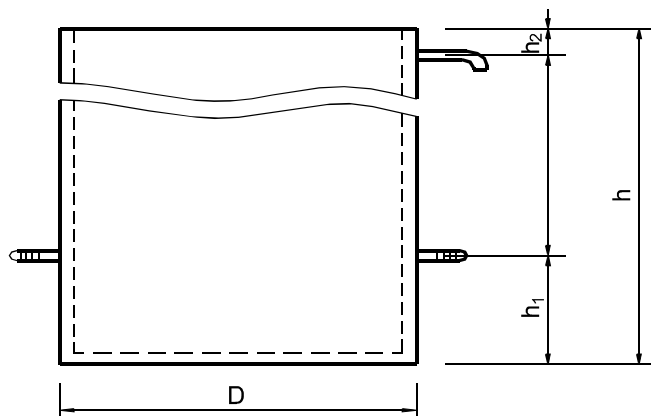
## 6.3.6. Phương pháp xác định hàm lượng bùn, bụi, sét trong cốt liệu và hàm lượng sét cục trong cốt liệu nhỏ (theo TCVN 7572-8:2006)

### 6.3.6.1. Thiết bị thử

- Cân kỹ thuật có độ chính xác tới 0,1% và cân kỹ thuật có độ chính xác 1 %;
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ đảm bảo nhiệt độ sấy ổn định từ 105 °C đến 110 °C;



- Thùng rửa cốt liệu có kích thước được nêu trong bảng 6.1 (xem hình 6.4);
- Đồng hồ bấm giây;
- Tấm kính hoặc tấm kim loại phẳng sạch;
- Que hoặc kim sắt nhỏ.



**Hình 6.4 - Thùng rửa cốt liệu**

**Bảng 6.14. Kích thước thùng rửa cốt liệu**

Loại thùng	Kích thước (mm)			
	D	h	h1	h2
Thử cốt liệu nhỏ	120	320	100	20
Thử cốt liệu lớn	250	350	130	130

### 6.3.6.2. Xác định hàm lượng bùn, bụi, sét

#### a) Chuẩn bị mẫu

Mẫu cốt liệu nhỏ hoặc cốt liệu lớn được sấy khô đến khối lượng không đổi, để nguội ở nhiệt độ phòng rồi đem thử.

#### b) Đối với cốt liệu nhỏ

Cân 1000 g cốt liệu nhỏ sau khi đã sấy khô cho vào thùng rồi đổ nước sạch vào cho tới khi chiều cao lớp nước nằm trên cốt liệu nhỏ đạt khoảng 200 mm. Ngâm cốt liệu nhỏ trong nước khoảng 2 giờ, thỉnh thoảng lại khuấy đều một lần, cuối cùng khuấy mạnh một lần nữa rồi để yên trong 2 phút sau đó đổ nước đục ra và chỉ để lại trên cốt liệu nhỏ lớp nước khoảng 30 mm. Tiếp tục đổ nước sạch vào đến mức quy định như trên và rửa cốt liệu nhỏ như vậy cho đến khi nước đổ ra không còn vẩn đục nữa.

Nếu dùng thùng trụ (hình 6.4) để rửa mẫu thì phải cho nước vào thùng cho đến khi nước trào qua vòi trên, còn nước đục thì tháo ra bằng hai vòi dưới.

Sau khi rửa xong, mẫu cốt liệu nhỏ được sấy khô ở nhiệt độ từ 105°C đến 110°C đến khối lượng không đổi.

*c) Đối với cốt liệu lớn*

Cốt liệu lớn sau khi đã sấy khô được lấy mẫu với khối lượng được nêu trong bảng 6.15.

**Bảng 6.15. Khối lượng mẫu thử hàm lượng bùn, bụi, sét của cốt liệu lớn**

Kích thước lớn nhất của hạt cốt liệu mm	Khối lượng mẫu không nhỏ hơn kg
Nhỏ hơn hoặc bằng 40	5
Lớn hơn 40	10

Đổ mẫu thử vào thùng rửa, nút kín hai lỗ xả và cho nước ngập trên mẫu. Để yên mẫu trong thùng 15 phút đến 20 phút cho bụi bản và đất cát rửa ra.

Đổ ngập nước trên mẫu khoảng 200 mm. Dùng que gỗ khuấy đều cho bụi, bùn bản rã ra. Để yên trong 2 phút rồi xả nước qua hai ống xả. Khi xả phải để lại lượng nước trong thùng ngập trên cốt liệu ít nhất 30 mm. Sau đó nút kín hai ống xả và cho nước vào để rửa lại. Công việc tiến hành đến khi nào rửa thấy nước trong thì thôi.

Rửa xong, toàn bộ mẫu trong thùng được sấy khô ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C đến khối lượng không đổi (chú ý không làm mất các hạt cát nhỏ có lẫn trong mẫu) rồi cân lại.

*d) Tính kết quả*

Hàm lượng chung bụi, bùn, sét chứa trong cốt liệu ( $S_c$ ), tính bằng phần trăm, chính xác đến 0,1 % theo công thức:

$$S_c = \frac{m - m_1}{m} \times 100$$

Trong đó:

$m$  - khối lượng mẫu khô trước khi rửa, (g);

$m_1$  - khối lượng mẫu khô sau khi rửa, (g).

Hàm lượng bùn, bụi, sét trong cốt liệu là giá trị trung bình cộng của kết quả hai lần thử.

### 6.3.6.3. Xác định hàm lượng sét cục trong cốt liệu nhỏ

#### a) Chuẩn bị mẫu thử

Lấy khoảng 500 g cốt liệu nhỏ từ mẫu thử đã được rút gọn và sàng loại các hạt lớn hơn 5 mm. Lấy khoảng 100 g cốt liệu nhỏ đã sàng loại các hạt lớn hơn 5 mm và sàng qua sàng 2,5 mm và 1,25 mm. Cỡ hạt từ 2,5 mm đến 5 mm cân lấy 5 g và cỡ hạt từ 1,25 mm đến 2,5 mm cân lấy 1 g.

#### b) Tiến hành thử

Rãi các hạt cốt liệu có cỡ hạt từ 2,5 mm đến 5 mm và từ 1,25 mm đến 2,5 mm lên tấm kính (hoặc tấm kim loại phẳng) thành một lớp mỏng và làm ẩm toàn bộ cốt liệu.

Dùng kim sắt tách các hạt sét ra khỏi các hạt cốt liệu nhỏ (thông qua tính dẻo của sét). Phần sét cục và các hạt cốt liệu nhỏ sau khi tách riêng rẽ được sấy khô đến khối lượng không đổi và cân chính xác đến 0,1 g.

#### c) Tính toán kết quả

Hàm lượng sét cục trong cốt liệu nhỏ ( $S_c$ ), tính bằng phần trăm theo khối lượng, theo công thức:

$$S_c = \frac{(S_{2,5} \times a_{2,5} + S_{1,25} \times a_{1,25})}{100}$$

Trong đó:

$a_{2,5}$  và  $a_{1,25}$  là lượng sét trên sàng tương ứng 2,5 mm và 1,25 mm, tính bằng phần trăm, xác định được khi thí nghiệm thành phần hạt của cốt liệu;

$S_{2,5}$ ,  $S_{1,25}$  là hàm lượng sét cục của cỡ hạt từ 2,5 mm đến 5 mm và từ 1,25 mm đến 2,5 mm, tính bằng phần trăm theo khối lượng, xác định theo công thức:

$$S_{2,5} = \frac{m_1}{m_2 + m_1} \times 100$$

$$S_{1,25} = \frac{m_3}{m_4 + m_1} \times 100$$

Trong đó:

$m_1$  và  $m_3$  - khối lượng sét cục trong các cỡ hạt từ 2,5 mm đến 5 mm và từ 1,25 mm đến 2,5 mm, (g);

$m_2$  và  $m_4$  - khối lượng cốt liệu nhỏ trong các cỡ hạt từ 2,5 mm đến 5 mm và từ 1,25 mm đến 2,5 mm, (g).

### **6.3.7. Xác định hàm lượng tạp chất hữu cơ (theo TCVN 7572-9:2006)**

#### **6.3.7.1. Thiết bị và thuốc thử**

- Ống hình trụ bằng thủy tinh có dung tích 250 ml và 100 ml;
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0,1 %;
- Bếp cách thủy;
- Sàng có kích thước lỗ 20 mm;
- Thang màu để so sánh;
- Thuốc thử: NaOH dung dịch 3 %, tananh dung dịch 2 %, rượu êtylic dung dịch 1 %.

#### **6.3.7.2. Chuẩn bị mẫu thử**

- Đối với cốt liệu nhỏ lấy mẫu với khối lượng 250 g.
  - Đối với cốt liệu lớn chỉ tiến hành thử cho sỏi có cỡ hạt lớn nhất là 20 mm.
- Lấy khoảng 1 kg sỏi ẩm tự nhiên, sàng qua sàng 20 mm và chỉ lấy mẫu ở dưới sàng.

#### **6.3.7.3. Tiến hành thử**

a) Đổ cốt liệu nhỏ hoặc sỏi đã được chuẩn bị vào ống thủy tinh hình trụ đến vạch 130 ml và đổ tiếp dung dịch NaOH 3% đến khi thể tích của dung dịch và cốt liệu dâng lên đến mức 200 ml. Khuấy mạnh dung dịch đối với cốt liệu nhỏ hoặc lắc đảo đều sỏi trong ống và để yên trong 24 giờ (chú ý với dung dịch trên cốt liệu nhỏ cứ 4 giờ kể từ lúc bắt đầu thử lại khuấy 1 lần). Sau đó so sánh màu của dung dịch trên cốt liệu nhỏ hoặc sỏi với màu chuẩn theo phương pháp sau:

- Để xác định hàm lượng tạp chất hữu cơ trong cốt liệu nhỏ, màu của dung dịch trên cốt liệu nhỏ được so sánh với thang màu chuẩn cho sẵn.

- Để xác định hàm lượng tạp chất hữu cơ trong sỏi, màu của dung dịch trên sỏi được so sánh với màu chuẩn. Màu chuẩn được chế tạo bằng cách pha dung dịch tananh 2% với dung môi là dung dịch rượu êtylic 1%; lấy 2,5 ml dung dịch mới nhận được đổ vào ống đong thủy tinh; tiếp vào ống đong đó 97,5 ml dung dịch NaOH 3%, dung dịch nhận được sau cùng này là dung dịch màu chuẩn. Lắc đều và để yên trong 24 giờ rồi đem dùng ngay. Chú ý thử tạp chất hữu cơ trong sỏi lần nào phải tạo dung dịch màu chuẩn lần đó.

b) Khi chất lỏng trên cát hoặc trên sỏi không có màu rõ rệt để so sánh thì đem chung bình hỗn hợp trên bếp cách thủy trong 2 giờ đến 3 giờ ở nhiệt độ từ 60 °C đến 70 °C rồi lại so sánh như trên.

#### 6.3.7.4. Đánh giá kết quả

##### a) Đối với cốt liệu nhỏ

Hàm lượng tạp chất hữu cơ trong cốt liệu nhỏ được đánh giá bằng một trong những kết luận sau:

- Sáng hơn màu chuẩn;
- Ngang màu chuẩn;
- Sẫm hơn màu chuẩn.

##### b) Đối với cốt liệu lớn (sỏi)

Hàm lượng tạp chất hữu cơ trong sỏi được đánh giá bằng một trong những kết luận sau:

- Sáng hơn màu dung dịch chuẩn;
- Ngang màu dung dịch chuẩn;
- Sẫm hơn màu dung dịch chuẩn.

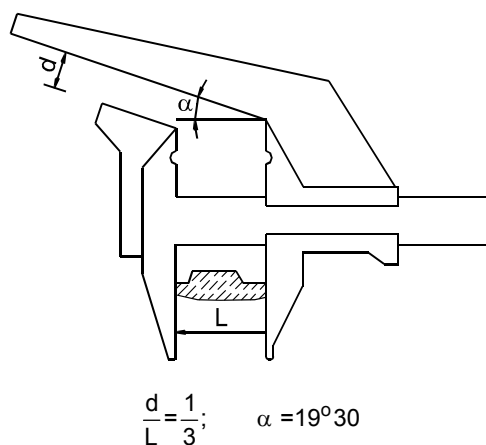
#### 6.3.8. Phương pháp xác định hàm lượng hạt thổi dẹt trong cốt liệu lớn (TCVN 7572-13:2006)

##### 6.3.8.1. Thiết bị thử

- Cân kỹ thuật có độ chính xác tới 1 %;
- Thước kẹp cải tiến (xem hình 6.5);
- Bộ sàng tiêu chuẩn theo TCVN 7572-2:2006;
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ đảm bảo nhiệt độ sấy ổn định từ 105 °C đến 110 °C.

##### 5.3.8.2. Chuẩn bị mẫu thử

- Sấy khô cốt liệu tới khối lượng không đổi;
- Dùng bộ sàng tiêu chuẩn để sàng cốt liệu lớn đã sấy khô thành từng cỡ hạt;
- Tùy theo cỡ hạt, khối lượng mẫu được lấy như quy định trong bảng 6.16.



**Hình 6.5** - Thước kẹp cải tiến

**Bảng 6.16 - Khối lượng mẫu thử tùy thuộc vào cỡ hạt của cốt liệu**

Kích thước hạt mm	Khối lượng mẫu, không nhỏ hơn kg
Từ 5 đến 10	0,25
Lớn hơn 10 đến 20	1,00
Lớn hơn 20 đến 40	5,00
Lớn hơn 40 đến 70	15,00
Lớn hơn 70	35,00

### **6.3.8.3. Tiến hành thử**

Hàm lượng hạt thoi dẹt của cốt liệu lớn được xác định riêng cho từng cỡ hạt. Nếu cỡ hạt nào trong vật liệu chỉ chiếm dưới 5 % khối lượng, thì hàm lượng hạt thoi dẹt của cỡ hạt đó không cần phải xác định.

Đầu tiên nhìn bằng mắt, chọn ra những hạt thấy rõ ràng chiều dài hoặc chiều ngang của nó nhỏ hơn hoặc bằng 1/3 chiều dài. Khi có nghi ngờ thì dùng thước kẹp để xác định chính xác bằng cách đặt chiều dài viên đá vào thước kẹp để xác định khoảng cách L; sau đó cố định thước ở khoảng cách đó và cho chiều dài hoặc chiều ngang của viên đá lọt qua khe d. Hạt nào lọt qua khe d thì hạt đó là hạt thoi dẹt. Phân loại xong đem cân các hạt thoi dẹt, rồi cân các hạt còn lại.

### **6.3.8.4. Tính kết quả**

Hàm lượng hạt thoi dẹt của mỗi cỡ hạt trong cốt liệu lớn ( $T_d$ ), tính bằng phần trăm theo khối lượng chính xác tới 1 %, theo công thức:

$$T_d = \frac{m_1}{m_2 + m_2} \times 100$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng các hạt thoi dẹt, (g);

$m_2$  - khối lượng các hạt còn lại, (g).

Hàm lượng hạt thoi dẹt của mẫu lấy bằng trung bình cộng theo quyền (bình quyền) của các kết quả đã xác định cho từng cỡ hạt.

## **6.3.9. Phương pháp xác định cường độ và hệ số hóa mềm của đá gốc (theo TCVN 7572-10:2006)**

### **6.3.9.1. Thiết bị thử**

- Máy nén thủy lực;

- Máy khoan và máy cưa đá;
- Máy mài nước;
- Thước kẹp;
- Thùng hoặc chậu để ngâm mẫu.

### **6.3.9.2. Chuẩn bị mẫu**

Từ các viên đá gốc, dùng máy khoan hoặc máy cắt để lấy ra 10 mẫu hình trụ, có đường kính và chiều cao từ 40 mm đến 50 mm, hoặc hình khối lập phương có cạnh từ 40 mm đến 50 mm. Trong số này 5 mẫu dùng để thử cường độ nén ở trạng thái bão hòa nước, 5 mẫu thử cường độ nén ở trạng thái khô để xác định hệ số hóa mềm. Hai mặt mẫu đặt lực ép phải mài nhẵn bằng máy mài và phải song song nhau.

Nếu đá có nhiều lớp thì phải tạo mẫu sao cho hướng đặt lực ép thẳng góc với thớ đá.

Cũng có thể dùng các mẫu đá khoan bằng các mũi khoan khi thăm dò địa chất có đường kính từ 40 mm đến 110 mm, khi đó chiều cao và đường kính mẫu phải bằng nhau. Các mẫu này không được có chỗ nứt mẻ và hai mặt đáy phải được gia công nhẵn.

### **6.3.9.3. Tiến hành thử**

#### *a) Xác định cường độ nén của đá gốc*

Dùng thước kẹp để đo kích thước mẫu chính xác tới 0,1 mm. Cách đo như sau: Để xác định diện tích mặt đáy (trên hoặc dưới), lấy giá trị trung bình chiều dài của mỗi cặp song song; sau đó lấy tích của hai giá trị trung bình đó. Sau khi đo kích thước, ngâm mẫu vào thùng nước với mức nước ngập trên mẫu khoảng 20 mm liên tục trong khoảng 48 giờ để mẫu thử đạt trạng thái bão hòa. Sau khi ngâm, vớt mẫu ra lau ráo mặt ngoài rồi ép trên máy thủy lực. Tốc độ gia tải từ 0,3 N/mm<sup>2</sup> đến 0,5 N/mm<sup>2</sup> trong một giây, cho tới khi mẫu bị phá hủy.

Cường độ nén ( $R_N$ ) của đá gốc, tính bằng Niuton trên milimét vuông chính xác tới 0,1 N/mm<sup>2</sup>, theo công thức:

$$R_N = \frac{P}{F}$$

Trong đó:

P - tải trọng phá hoại của mẫu ép trên máy ép, N;

F - diện tích mặt cắt ngang của mẫu, mm<sup>2</sup>.

Cường độ nén lấy bằng giá trị trung bình số học của kết quả 5 mẫu thử, trong đó ghi rõ cường độ cao nhất và thấp nhất trong các mẫu.

b) *Xác định hệ số hóa mềm của đá gốc*

Mẫu sau khi xác định cường độ nén của đá gốc ở trạng thái bão hòa nước. Lấy 5 mẫu còn lại sấy khô ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C đến khối lượng không đổi sau đó đặt lên máy nén để xác định cường độ nén ở trạng thái khô.

Tính hệ số hóa mềm ( $K_M$ ), không thứ nguyên chính xác tới 0,01, theo công thức:

$$K_M = \frac{R_N}{R'_N}$$

Trong đó:

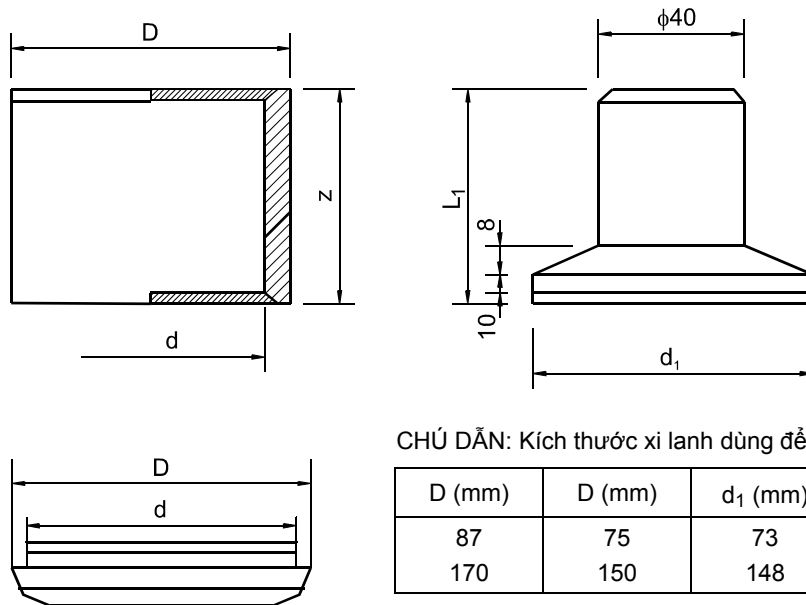
$R_N$  - cường độ nén của đá ở trạng thái bão hòa nước, N/mm<sup>2</sup>;

$R'_N$  - cường độ nén của đá ở trạng thái khô, N/mm<sup>2</sup>.

**6.3.10. Phương pháp xác định độ nén dập và hệ số hóa mềm của cốt liệu lớn (theo TCVN 7572-11:2006)**

**6.3.10.1 Thiết bị thử**

- Máy nén thủy lực có lực ép đạt 500 KN;
- Xi lanh bằng thép có đáy rời (xem hình 6.6);
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 1%;
- Bộ sàng tiêu chuẩn theo TCVN.....;
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ với nhiệt độ lớn nhất đạt từ 150°C trở lên;
- Thùng ngâm mẫu.



CHÚ DẪN: Kích thước xi lanh dùng để thử độ nén dập cốt liệu lớn

D (mm)	D (mm)	d <sub>1</sub> (mm)	L (mm)	L <sub>1</sub> (mm)
87	75	73	75	70
170	150	148	150	120

**Hình 6.6 - Xi lanh bằng thép**



### **6.3.10.2. Chuẩn bị mẫu**

Cốt liệu lớn các cỡ từ 5 mm đến 10 mm; từ 10 mm đến 20mm; từ 20 mm đến 40 mm đem sàng qua sàng tương ứng với cỡ hạt lớn nhất và nhỏ nhất của từng loại đá dăm (sỏi). Sau đó mỗi loại đều lấy mẫu nằm trên sàng nhỏ. Nếu dùng xi lanh đường kính trong 75 mm thì lấy mẫu không ít hơn 0,5 kg. Nếu dùng xi lanh đường kính trong 150 mm thì lấy mẫu không ít hơn 4 kg.

Nếu cốt liệu lớn là loại hỗn hợp của nhiều cỡ hạt thì phải sàng ra thành từng loại cỡ hạt để thử riêng.

Nếu cỡ hạt lớn hơn 40 mm thì đập thành hạt từ 10 mm đến 20 mm, hoặc từ 20 mm đến 40 mm để thử. Khi hai cỡ hạt từ 20 mm đến 40 mm và từ 40 mm đến 70 mm có thành phần thạch học như nhau thì kết quả thử cỡ hạt trước có thể dùng làm kết quả cho cỡ hạt sau.

Xác định độ nén đập trong xi lanh, được tiến hành cả cho mẫu ở trong trạng thái khô hoặc trạng thái bão hòa nước.

Mẫu thử ở trạng thái khô thì sấy khô ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C đến khối lượng không đổi, còn mẫu thử ở trạng thái bão hòa nước thì ngâm trong nước hai giờ. Sau khi ngâm, lấy mẫu ra lau các mặt ngoài rồi thử ngay.

### **6.3.10.3. Tiến hành thử**

Khi xác định mức cốt liệu lớn đá dăm (sỏi) theo độ nén đập, thì phải dùng xi lanh có đường kính 150 mm. Với đá dăm (sỏi) có cỡ hạt từ 5 mm đến 10 mm và từ 10 mm đến 20 mm thì có thể dùng xi lanh đường kính 75 mm.

Khi dùng xi lanh đường kính 75 mm thì cân 400 g mẫu đã chuẩn bị ở trên. Còn khi dùng xi lanh đường kính 150 mm thì lấy 3 kg.

Mẫu đá dăm (sỏi) đổ vào xi lanh ở độ cao 50 mm. Sau đó dàn phẳng, đặt pittông sắt vào và đưa xi lanh lên máy ép.

Tăng lực nén của máy ép với tốc độ từ 1 kN đến 2 kN trong một giây. Nếu dùng xi lanh đường kính 75 mm thì dùng tải trọng ở 50 kN. Còn xi lanh đường kính 150 mm thì dùng tải trọng ở 200 kN.

Mẫu nén xong đem sàng bỏ hạt lọt qua sàng tương ứng với cỡ hạt được nêu trong bảng 6.17.

Đối với mẫu thử ở trạng thái bão hòa nước, sau khi sàng phải rửa phần mẫu còn lại trên sàng để loại hết các bột dính đi; sau đó lại lau các mẫu bằng khăn khô rồi mới cân. Mẫu thử ở trạng thái khô, sau khi sàng, đem cân ngay số hạt còn lại trên sàng.

**Bảng 6.17 - Kích thước mắt sàng trong thí nghiệm xác định độ nén đập**

Kích thước hạt mm	Kích thước mắt sàng mm
Từ 5 đến 10	1,25
Lớn hơn 10 đến 20	2,50
Lớn hơn 20 đến 40	5,00

#### **3.10.4. Tính kết quả**

a) *Độ nén đập của cốt liệu lớn* ( $N_d$ ), tính bằng phần trăm khối lượng chính xác tới 1 %, theo công thức:

$$N_d = \frac{m_1 - m_2}{m_1}$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng mẫu bỏ vào xi lanh, (g);

$m_2$  - khối lượng mẫu còn lại trên sàng sau khi sàng, (g).

Giá trị  $N_d$  của cốt liệu lớn một cỡ hạt lấy bằng trung bình số học của hai kết quả thử song song. Nếu cốt liệu lớn là hỗn hợp của nhiều cỡ hạt thì giá trị  $N_d$  chung cho cả mẫu, lấy bằng trung bình cộng theo quyền (bình quyền) của các kết quả thu được khi thử từng cỡ hạt.

b) *Hệ số hóa mềm của cốt liệu lớn* ( $K_M$ ), không thử nguyên chính xác tới 0,01, được tính theo công thức:

$$K_M = \frac{N'_d}{N_d}$$

Trong đó:

$N'_d$  - độ nén đập của cốt liệu lớn ở trạng thái khô hoàn toàn, (%);

$N_d$  - độ nén đập của cốt liệu lớn ở trạng thái bão hòa nước, (%).

**GHI CHÚ:** *Khi chuẩn bị mẫu phải đảm bảo tính đồng nhất về chất lượng vật liệu giữa mẫu khô và mẫu bão hòa nước.*

### **6.3.11. Phương pháp xác định độ hao mòn khi va đập của cốt liệu lớn trong máy mài mòn va đập Los Angeles (TCVN 7572-12:2006)**

#### **6.3.11.1. Thiết bị thử**

- Máy thử độ hao mòn va đập Los Angeles có các viên bi thép khối lượng từ 390 g đến 445 g trên 1 viên;

- Cân kỹ thuật độ chính xác 1%;
- Bộ sàng kích thước 37,5; 25; 19; 12,5; 9,5; 6,3; 4,75; 2,36; 1,7 mm.
- Tủ sấy có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ đảm bảo nhiệt độ sấy ổn định từ 105°C -110°C.

### 6.3.11.2. Chuẩn bị mẫu thử

Tùy theo cấp phối hạt được lựa chọn, khối lượng mẫu thử được nêu trong bảng 6.18.

Mẫu thử phải được rửa sạch và sấy khô ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C đến khối lượng không đổi, sau đó sàng thành các cỡ hạt có cấp phối được nêu trong bảng 6.18.

### 6.3.11.3. Tiến hành thử

Cho mẫu thử và các viên bi thép vào máy thử. Số viên bi thép phụ thuộc vào cấp phối hạt của mẫu cốt liệu được nêu trong bảng 6.19.

Cho máy quay với tốc độ từ 30 vòng đến 33 vòng trên 1 phút trong 500 vòng quay. Sau đó lấy vật liệu ra khỏi máy sàng sơ bộ qua một sàng có mắt sàng lớn hơn 1,7mm để sàng bớt hạt to.

**Bảng 6.18 - Khối lượng mẫu cốt liệu lớn dùng để thử độ hao mòn va đập**

Kích thước sàng mm	Khối lượng các cỡ hạt g			
	Cấp phối			
	A	B	C	D
Từ 37,5 đến 25	1250 ± 25	-	-	-
Từ 25 đến 19	1250 ± 25	-	-	-
Từ 19 đến 12,5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
Từ 12,5 đến 9,5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
Từ 9,5 đến 6,3	-	-	2500 ± 10	-
Từ 6,3 đến 4,75	-	-	2500 ± 10	-
Từ 4,75 đến 2,36	-	-	-	5000 ± 10
Tổng	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Lấy phần lọt sàng để sàng tiếp trên sàng 1,7 mm. Toàn bộ phần cốt liệu trên sàng 1,7 mm được rửa sạch sấy khô ở nhiệt độ từ 105 °C đến 110 °C đến khối lượng không đổi và đem cân với độ chính xác tới 1 g.

Phần lọt sàng 1,7 mm được coi là tổn thất khối lượng của mẫu sau khi thí nghiệm.

**Bảng 6.19 - Số lượng bi thép sử dụng trong máy thử độ hao mòn và đập của cốt liệu lớn**

Cấp phối	Số viên bi	Khối lượng tải của bi g
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Để đánh giá được sự đồng nhất của mẫu cốt liệu có thể xác định tổn thất khối lượng của mẫu thử sau 100 vòng quay. Sau đó đổ mẫu kể cả phần lọt sàng 1,7 mm vào máy, tránh rơi vãi và cho máy quay tiếp 400 vòng nữa để xác định tổn thất khối lượng sau 500 vòng quay như thứ tự nêu trên.

Cốt liệu được coi là có độ cứng đồng nhất nếu tỷ lệ giữa độ hao hụt khối lượng sau 100 vòng quay và độ hao hụt khối lượng sau 500 vòng quay không vượt quá giá trị 0,2 %.

#### **6.3.11.4. Tính kết quả thử**

Độ hao mòn khi va đập là hao hụt khối lượng mẫu theo phần trăm của khối lượng mẫu ban đầu trước khi thử và được tính theo công thức:

$$H_m = \frac{m - m_1}{m} \times 100$$

Trong đó: m - khối lượng mẫu ban đầu, (g);

$m_1$  - khối lượng mẫu sau khi thử, (g).

### **6.4. BIỂU MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM (xem trang 145, 146)**

### **6.5. NỘI DUNG ÔN TẬP**

#### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

**6.5.1.** Cốt liệu cho bê tông và vữa có các nguồn gốc nào. Nêu kích thước cỡ hạt của cốt liệu nhỏ và cốt liệu lớn theo quy định trong tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành.

**6.5.2.** Cốt liệu được phân loại theo các tiêu chí nào. Nêu các loại cụ thể theo từng tiêu chí.

**6.5.3.** Nêu các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của cốt liệu (định nghĩa, đặc điểm, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

Số ...../20  
- /Đ

**KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM MẪU CỐT LIỆU LỚN**  
**Testing results on coarse aggregate**

**1. THÔNG TIN DO KHÁCH HÀNG CUNG CẤP - Information supplied by client**

<b>Đơn vị đặt hàng</b> <i>Client</i>	
<b>Công trình:</b> <i>Project</i>	
<b>Ký hiệu mẫu:</b> <i>Sample mark</i>	<b>Ngày lấy mẫu:</b> <i>Sampling date</i>

**2. KẾT QUẢ THỬ - Testing results**

Ngày nhận mẫu - *Sample receiving date:*

Ngày thí nghiệm - *Testing date:*

<b>Chỉ tiêu thí nghiệm</b> <i>Testing Items</i>	<b>Đơn vị</b> <i>Unit</i>	<b>Kết quả</b> <i>Results</i>	<b>YCKT - Specification</b> <i>TCVN 7570:2006</i>	<b>Ph. pháp thử</b> <i>Testing method</i>
<b>Khối lượng riêng</b> - <i>Apparent specific gravity</i>	g/cm <sup>3</sup>			TCVN 7572-4:2006
<b>Khối lượng thể tích bao hòa nước</b> - <i>Bulk specific gravity (SSD)</i>	g/cm <sup>3</sup>			TCVN 7572-4:2006
<b>Khối lượng thể tích khô</b> - <i>Bulk specific gravity (Dried)</i>	g/cm <sup>3</sup>			TCVN 7572-4:2006
<b>Độ hút nước</b> - <i>Water absorption</i>	%			TCVN 7572-4:2006
<b>Khối lượng thể tích xốp</b> - <i>Bulk density</i>	kg/m <sup>3</sup>			TCVN 7572-6:2006
<b>Độ rỗng</b> - <i>Voids</i>	%			TCVN 7572-6:2006
<b>Độ nén đập</b> - <i>Aggregate crushing value</i>	%			TCVN 7572-11:2006
<b>Cỡ hạt nhỏ nhất-Dmin</b> - <i>The smallest particle size Dmin</i>	mm			TCVN 7572-2:2006
<b>Cỡ hạt lớn nhất-Dmax</b> - <i>The largest particle size Dmax</i>	mm			TCVN 7572-2:2006
<b>Lượng bùn, bụi, sét</b> - <i>Content of dust, mud and clay</i>	%			TCVN 7572-8:2006
<b>Lượng hạt thoi dẹt</b> - <i>Elongation and flakiness index</i>	%			TCVN 7572-13:2006
<b>Độ ẩm</b> - <i>Moisture</i>	%			TCVN 7572-7:2006
<b>Độ hao mòn</b> - <i>Abrasion and impact in the Los Angeles machine</i>	%			TCVN 7572-12:2006

**THÀNH PHẦN HẠT - Particle size distribution (TCVN 7572-2:2006)**

<b>Lỗ sàng, mm</b> <i>Nominal aperture size of test sieves</i>	<b>Lượng sót trên từng sàng</b> - <i>The mass retained on each sieve</i>		<b>Lượng sót tích lũy</b> <i>Total percentages retained, %</i>	<b>YCKT</b> <i>Specification</i> <i>TCVN 7570:2006</i>
	<b>Khối lượng</b> - <i>The mass, g</i>	<b>Phần trăm</b> - <i>Percentage, %</i>		
100				
70				
40				
20				
10				
5				
<5				

**Ghi chú - Remark:** Mẫu thử do khách hàng mang đến- *Sample was sent to laboratory by the client.*

Hà nội, ngày .. tháng .. năm 20

**GIÁM SÁT THÍ NGHIỆM**  
*Witnessed by*

**NGƯỜI THÍ NGHIỆM**  
*Tested by*

CĐT : .....  
*Employer*

TVGS : .....  
*Consultant*

Nhà thầu : .....  
*Contractor*

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

Số ...../201  
-/C

### KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM MẪU CỐT LIỆU NHỎ

Testing results on fine aggregate

#### 1. THÔNG TIN DO KHÁCH HÀNG CUNG CẤP - Information supplied by client

<b>Đơn vị đặt hàng:</b> <i>Client</i>	
<b>Công trình:</b> <i>Project</i>	
<b>Ký hiệu mẫu:</b> <i>Sample mark</i>	<b>Ngày lấy mẫu:</b> -- <i>Sampling date</i>

#### 2. KẾT QUẢ THỬ - Testing results

Ngày nhận mẫu - Sample receiving date:

Ngày thí nghiệm - Testing date:

Chỉ tiêu thí nghiệm <i>Testing Items</i>	Đơn vị <i>Unit</i>	Kết quả <i>Results</i>	YCKT <i>Specification</i> TCVN 7570:2006	Ph. pháp thử <i>Testing method</i>
Khối lượng riêng - Apparent particle density	g/cm <sup>3</sup>			TCVN 7572-4:2006
Khối lượng thể tích bão hòa nước - Bulk specific gravity (SSD)	g/cm <sup>3</sup>			TCVN 7572-4:2006
Khối lượng thể tích - Bulk specific gravity (Dried)	g/cm <sup>3</sup>			TCVN 7572-4:2006
Độ hút nước - Water Absorption	%			TCVN 7572-4:2006
Khối lượng thể tích xốp - Bulk density	kg/m <sup>3</sup>			TCVN 7572-6:2006
Độ rỗng - Voids	%			TCVN 7572-6:2006
Mô đun độ lớn - Fineness modulus	--			TCVN 7572-2:2006
Lượng hạt lớn hơn 5mm - The mass of particle coarser than 5mm	%			TCVN 7572-2:2006
Lượng bùn, bụi, sét - Clay, silt and dust content	%			TCVN 7572-8:2006
Hàm lượng mica - Mica content	%			TCVN 7572-20:2006
Độ ẩm - Moisture	%			TCVN 7572-7:2006
Tap chất hữu cơ (so màu): <i>Organic impurities (Compared with standard colour)</i>				TCVN 7572-9:2006

#### THÀNH PHẦN HẠT - Particle size distribution (TCVN 7572-2:2006)

Lỗ sàng, mm <i>Nominal aperture size of test sieve</i>	Lượng sót trên từng sàng - The mass retained on each sieve		Lượng sót tích lũy <i>Total percentages retained, %</i>	YCKT <i>Specification</i> TCVN 7570:2006
	Khối lượng - The mass, g	Phần trăm - Percentage, %		
5				
2,5				
1,25				
0,63				
0,315				
0,14				
<0,14				

Ghi chú - Remark: Mẫu thử do khách hàng mang đến- Sample was sent to laboratory by the client.

Hà nội, ngày .. tháng .. năm 20

GIÁM SÁT THÍ NGHIỆM  
*Witnessed by*

CĐT  
*Employer*

TVGS  
*Consultant*

Nhà thầu  
*Contractor*

BM ISO 06 (LAS-XD 03)-KQTN 04

NGƯỜI THÍ NGHIỆM  
*Tested by*

### B. PHẦN THỰC HÀNH

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu, tính toán ra kết quả cuối cùng theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

## **Chương 7**

# **PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GẠCH XÂY ĐẤT SÉT NUNG**

### **7.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ GẠCH XÂY ĐẤT SÉT NUNG**

#### **7.1.1. Định nghĩa**

Gạch xây đất sét nung là vật liệu gốm, chế tạo dạng các viên xây, được sử dụng để xây các kết cấu chịu lực, bao che, ngăn cách hoặc trang trí.

#### **7.1.2. Nguồn gốc và công nghệ chế tạo**

Gạch xây đất sét nung được chế tạo từ hỗn hợp đất sét (có thể có thêm phụ gia), được nhào trộn kỹ, tạo hình bằng phương pháp đùn dẻo, sau đó qua quá trình sấy nung thích hợp sẽ tạo thành sản phẩm.

#### **7.1.3. Phân loại**

Gạch xây đất sét nung có thể phân làm 2 loại chính:

- Gạch xây đặc: khối lượng thể tích của gạch  $> 1600 \text{ kg/m}^3$ ;
- Gạch xây rỗng: khối lượng thể tích của gạch  $\leq 1600 \text{ kg/m}^3$ .

#### **7.1.4. Các tính chất cơ lý cơ bản của gạch xây đất sét nung**

##### **7.1.4.1. Hình dáng, kích thước và khuyết tật**

Gạch đất sét nung có dạng hình hộp với các mặt bằng phẳng, trên mặt viên gạch có thể có rãnh hoặc gợn khía. Cạnh của viên gạch vuông hoặc lượn tròn với bán kính không quá 5 mm, theo mặt cắt vuông góc với phương đùn ép.

Viên gạch có 3 kích cơ bản là chiều dài, chiều rộng và chiều dày.

Gạch rỗng có lỗ rỗng bên trong dạng lỗ tròn, vuông, chữ nhật, chạy theo chiều dọc, chiều ngang hoặc theo chiều dày viên gạch.

Số lượng, đặc điểm và kích thước lỗ rỗng tùy thuộc vào thiết kế của mỗi nhà sản xuất.

Gạch xây đất sét nung phải đảm bảo yêu cầu về dung sai kích thước so với kích thước làm việc đã được thiết kế. Ngoài ra còn phải đảm bảo yêu cầu về các khuyết tật ngoại quan như: số lượng các vết nứt, vết sứt có kích thước cho phép.

Kích thước và khuyết tật ngoại quan của gạch xây được thí nghiệm bằng cách quan sát, đo đạc trực tiếp bằng dụng cụ đo thích hợp trên mẫu thử.

#### **7.1.4.2. Các tính chất cơ lý thông thường**

Khối lượng thể tích, độ hút nước của gạch rỗng là các chỉ tiêu thông thường của vật liệu xây dựng (các chỉ tiêu này đề nghị xem trong bài giảng giới thiệu chung về các tính chất cơ lý của vật liệu xây dựng).

#### **7.1.4.3. Cường độ nén, cường độ uốn**

Cường độ nén, cường độ uốn là hai chỉ tiêu quan trọng dùng để phân loại gạch theo mác.

Theo đó gạch xây được phân theo các mác sau:

- Đối với gạch rỗng gồm các mác M35, M50, M75, M100, M125;
- Đối với gạch đặc gồm các mác M50, M75, M100, M125, M150, M200.

Các giá trị 35, 50, ..., 200 thể hiện cường độ nén tối thiểu theo thứ tự là 3,5; 5,0; ..., 20 MPa.

Cường độ nén và cường độ uốn được xác định bằng cách gia công tạo phẳng mặt mẫu và tạo các mặt tựa tiếp xúc với gối uốn. Đưa mẫu lên máy nén, uốn; gia tải xác định lực phá hoại. Tính toán xác định cường độ uốn và nén.

#### **7.1.4.4. Độ rỗng**

Chỉ tiêu độ rỗng của gạch xây rỗng là thể tích lỗ rỗng tạo thành trong quá trình tạo hình. Độ rỗng được xác định bằng cách xác định phần thể tích cát cần để lấp đầy lỗ rỗng của viên gạch và tính toán tỷ lệ giữa thể tích này so với thể tích bao ngoài của viên gạch.

#### **7.1.4.5. Độ tróc vôi**

Chỉ tiêu độ tróc vôi cần được xác định để đánh giá độ bền của gạch trong môi trường ẩm ướt. Nếu trong thành phần của nguyên liệu tạo hình chứa các hạt vôi đã qua nung, khi làm việc trong môi trường ẩm ướt, các hạt vôi thủy hóa và gây nên hiện tượng bong tróc, nứt vỡ sản phẩm.

Nguyên tắc thí nghiệm là đưa mẫu vào trong môi trường bão hòa hơi nước. Sau thời gian nhất định xác định số lượng và kích thước vết tróc vôi. Đánh giá kết quả so với quy định trong tiêu chuẩn.



## 7.2. CÁC MỨC QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI CÁC TÍNH CHẤT CỦA GẠCH XÂY ĐẤT SÉT NUNG THEO TIÊU CHUẨN HIỆN HÀNH CỦA VIỆT NAM

### 7.2.1. Yêu cầu kỹ thuật của gạch xây rỗng

Các tính chất cơ, lý cơ bản của gạch xây rỗng đất sét nung được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 1450:2009. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 7.1, 7.2.

**Bảng 7.1. Quy định về sai lệch kích thước và khuyết tật cho phép**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị quy định
1	Sai lệch kích thước		
	- Chiều dài	mm	± 6
	- Chiều rộng	mm	± 4
	- Chiều dày	mm	± 3
2	Chiều dày thành ngoài lỗ rỗng	mm	≥ 10
3	Chiều dày vách ngăn giữa các lỗ rỗng	mm	≥ 8
4	Độ cong vênh trên bề mặt viên gạch	mm	≤ 5
5	Số vết nứt theo chiều dày và chiều rộng, có độ dài không quá 60mm	vết	≤ 1
6	Số vết sứt cạnh, sứt góc sâu từ 5 mm đến 10 mm, kéo dài theo cạnh từ 10 mm đến 15 mm	vết	≤ 2

**Bảng 7.2. Yêu cầu về các tính chất cơ lý**

Mác gạch	Cường độ nén N/mm <sup>2</sup>		Cường độ uốn N/mm <sup>2</sup>		Độ hút nước %	Độ trơn vôi vết
	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử		
M125	12,5	10,0	1,8	0,9	≤ 16	≤ 3 vết có kích thước trung bình từ 5 mm đến 10 mm
M100	10,0	7,5	1,6	0,8		
M75	7,5	5,0	1,4	0,7		
M50	5,0	3,5	1,4	0,7		
M35	3,5	2,5	--	--		

### 7.2.2. Yêu cầu kỹ thuật của gạch xây đặc

Các tính chất cơ, lý cơ bản của gạch xây đặc đất sét nung được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 1451:1998. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 7.3, 7.4.

**Bảng 7.3. Quy định về sai lệch kích thước và khuyết tật cho phép**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị quy định
1	Sai lệch kích thước		
	- Chiều dài	mm	± 6
	- Chiều rộng	mm	± 4
	- Chiều dày: + Loại chiều dày 60 mm + Loại chiều dày 45 mm	mm mm	± 3 ± 2
3	Độ cong trên mặt đáy, trên mặt cạnh	mm	≤ 4
4	Số vết nứt xuyên suốt chiều dày, kéo sang chiều rộng không quá 20 mm	vết	≤ 1
5	Số vết sứt cạnh, sứt góc sâu từ 5 mm đến 10 mm, chiều dài theo cạnh từ 10 mm đến 15 mm	vết	≤ 2

**Bảng 7.4. Yêu cầu về các tính chất cơ lý**

Mác gạch	Cường độ nén, N/mm <sup>2</sup>		Cường độ uốn, N/mm <sup>2</sup>		Độ hút nước %	Độ trơn vôi vết
	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử		
M200	20,0	15,0	3,4	1,7	≤ 16	≤ 3 vết có kích thước trung bình từ 5 mm đến 10 mm
M150	15,0	12,5	2,8	1,4		
M125	12,5	10,0	2,5	1,2		
M100	10,0	7,5	2,2	1,1		
M75	7,5	5,0	1,8	0,9		
M50	5,0	3,5	1,6	0,8		

### 7.3. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GẠCH XÂY ĐẤT SÉT NUNG (THEO TCVN 6355:2009)

#### 7.3.1. Xác định cường độ nén của gạch xây (theo TCVN 6355-2:2009)

##### 7.3.1.1. Thiết bị thử

- Máy ép thủy lực có bảng lực từ 300 kN đến 600 kN, sai số của máy không lớn hơn ± 2 %;
- Máy cưa để tạo mẫu thử;
- Thước đo bằng kim loại chính xác đến 1 mm;

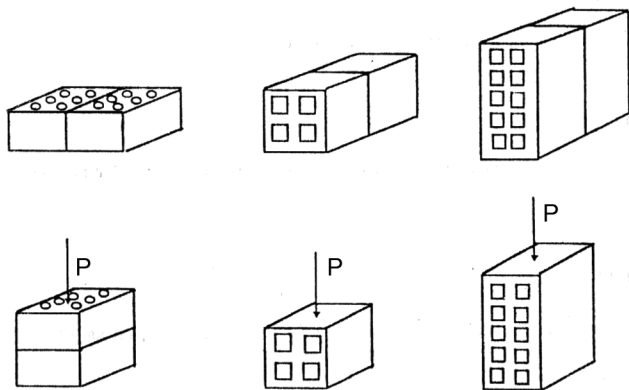
- Các miếng kính để là phẳng vừa trát mẫu;
- Bay, chảo để trộn vữa xi măng.

### 7.3.1.2. Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử

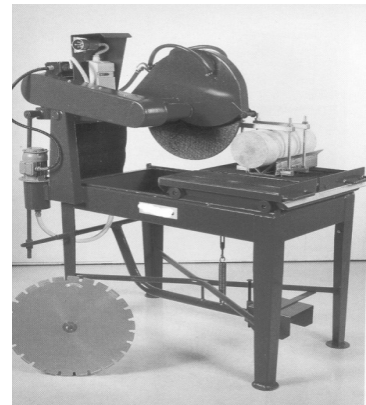
Mẫu để xác định cường độ nén phải bảo đảm về chỉ tiêu ngoại quan, lấy mẫu với khối lượng theo quy định hiện hành về lấy mẫu cho từng loại gạch xây;

Số lượng mẫu là 5 viên gạch nguyên được chuẩn bị như sau:

+ Với các loại gạch có chiều dày < 3/4 chiều rộng (gạch silicat, gạch đặc, gạch rỗng loại nhỏ,...): Mẫu thử nén là hai nửa của viên gạch nguyên được cắt ngang và chồng lên nhau, hai đầu cắt nằm về hai phía khác nhau (hình 7.1);



**Hình 7.1** - Mẫu thử cường độ nén



**Hình 7.2** - Máy cắt gạch

+ Với các loại gạch khác, bao gồm gạch rỗng 4 lỗ và các loại gạch rỗng có kích thước phi tiêu chuẩn, mẫu thử là 5 nửa của 5 viên gạch nguyên. Mỗi viên gạch nguyên được cắt ngang sao cho chiều dài mẫu thử bằng chiều dài 1/2 viên gạch nguyên  $\pm 1$  cm. Chiều rộng và chiều dày mẫu thử là chiều rộng và chiều dày viên gạch nguyên. Tiết diện ép là hình vuông, sai lệch kích thước hai cạnh là 1 cm;

Ngâm các nửa viên gạch vào nước từ 2 phút đến 5 phút. Trộn hồ hoặc vữa xi măng - cát sao cho có cường độ ở tuổi 3 ngày  $\geq 16$  N/mm<sup>2</sup>. Xi măng sử dụng để trộn vữa theo TCVN 2682:2009 hoặc TCVN 6260:2009;

Dùng hồ hoặc vữa đã chuẩn bị để trát phẳng hai mặt tiếp xúc của mẫu thử và lớp liên kết giữa hai nửa mẫu trên. Sau đó dùng miếng kính là phẳng cả hai mặt sao cho không còn vết lõm và bọt khí. Chiều dày lớp trát phẳng 2 mặt  $\leq 3$  mm, chiều dày lớp vữa liên kết 2 nửa mẫu  $\leq 5$  mm. Hai mặt trát phải phẳng và song song với nhau, không có vết lõm và bọt khí.

Sau khi trát, mẫu được đặt trong phòng thí nghiệm  $\geq 72$  h rồi đem thử. Khi thử, mẫu ở trạng thái ẩm tự nhiên.

Khi cần thử nhanh, có thể pha phụ gia rắn nhanh vào hồ xi măng hoặc dùng xi măng nhôm, thạch cao để trát mẫu thử. Khi đó, mẫu thử đặt trong phòng thí nghiệm  $\geq 24$  h rồi đem thử nén.

Trong trường hợp cần thử nén ở trạng thái bão hoà nước thì cũng chuẩn bị mẫu thử như trên và cho phép dùng 5 nửa còn lại với loại gạch không chồng đôi để thử.

#### **7.3.1.3. Tiến hành thử**

Trước khi thử nén, phải tiến hành đo mẫu đã chuẩn bị bằng thước kim loại với sai số các cạnh không lớn hơn 1 mm. Giá trị mỗi kích thước của mẫu được tính bằng trung bình cộng giá trị của 3 lần đo: Hai lần đo các cạnh bên song song trên cùng một mặt và một lần đo đường thẳng nằm giữa;

Đặt mẫu thử lên trên mặt ép, sao cho tâm mẫu thử trùng tâm mặt ép dưới của máy nén. Sau đó, tăng tải trọng ép đều, liên tục và bằng  $0,2 \text{ N/mm}^2$  đến  $0,3 \text{ N/mm}^2$  trong 1 giây cho đến khi mẫu bị phá huỷ hoàn toàn.

#### **7.3.1.4. Tính kết quả**

Cường độ nén ( $R_n$ ), tính bằng  $\text{N/mm}^2$  hay MPa, theo công thức:

$$R_n = \frac{P}{F}$$

Trong đó:

P - lực nén phá huỷ ghi được khi thử mẫu, N;

F - giá trị trung bình cộng diện tích của hai mặt ép,  $\text{mm}^2$ .

Kết quả là trung bình cộng cường độ nén của 5 mẫu thử tính chính xác đến  $0,1 \text{ N/mm}^2$ .

Nếu 1 trong 5 kết quả cường độ nén sai lệch quá 35 % giá trị trung bình cộng kết quả cường độ nén của 5 mẫu thử thì mẫu đó bị loại bỏ. Khi đó kết quả là trung bình cộng cường độ nén của 4 mẫu còn lại. Nếu có tới 2 trong 5 kết quả sai lệch quá mức trên thì lấy mẫu khác và tiến hành thử lại. Kết quả lần thử thứ hai được coi là kết quả cuối cùng.

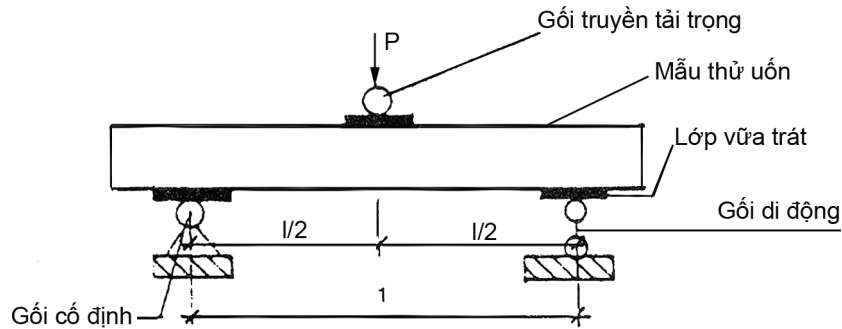
Với mẫu thử có chiều cao không nhỏ hơn 2 lần chiều rộng thì kết quả thử được nhân với hệ số  $k = 1,2$ .

### **7.3.2. Phương pháp xác định cường độ uốn của gạch xây (theo TCVN 6355-3:2009)**

#### **7.3.2.1. Thiết bị thử**

Máy thử uốn hoặc máy nén có phụ kiện để thử uốn. Đường kính các gối lăn không nhỏ hơn 20 mm, chiều dài các gối lăn không nhỏ hơn chiều rộng mẫu thử.

Thước đo bằng kim loại, chính xác đến 1 mm;  
 Các miếng kính để là phẳng vữa mặt mẫu;  
 Bay, chảo để trộn vữa xi măng.



**Hình 7.3 - Sơ đồ thử cường độ uốn**

### 7.3.2.2. Chuẩn bị mẫu thử

- Mẫu thử để xác định cường độ uốn phải đảm bảo về chỉ tiêu ngoại quan và được lấy theo các quy định hiện hành lấy mẫu cho từng loại gạch xây;

Số lượng mẫu thử là 5 viên gạch nguyên. Chiều thử uốn là chiều có kích thước bé nhất của mẫu thử;

- Ngâm mẫu vào nước từ 2 phút đến 5 phút. Trộn hồ xi măng hoặc vữa xi măng - cát sao cho có cường độ nén ở tuổi 3 ngày  $\geq 16 \text{ N/mm}^2$ . Dùng hồ và vữa trên để trát phẳng 3 vị trí của gối lặn. Sau đó dùng miếng kính để là phẳng các chỗ trát sao cho không còn vết lõm và bọt khí. Chiều dày lớp trát không lớn hơn 3 mm, chiều rộng lớp trát từ 20 mm đến 30 mm;

- Sau khi trát, mẫu được đặt trong phòng thí nghiệm không ít hơn 72 h rồi đem thử. Khi uốn, mẫu có độ ẩm tự nhiên;

- Khi cần thử nhanh, có thể pha thêm phụ gia đóng rắn nhanh vào hồ xi măng hoặc dùng xi măng nhôm, thạch cao. Khi đó, mẫu được đặt trong phòng thí nghiệm  $\geq 24 \text{ h}$  rồi đem thử uốn;

- Đối với gạch silicat cho phép không phải trát 3 vị trí trên;

- Đối với gạch có lỗ không xuyên suốt theo chiều cao, khi thử uốn phải đặt phân gạch có lỗ rỗng ở phía dưới;

Cần đánh dấu các vị trí gối lặn ở mặt cạnh mẫu thử.

### 7.3.2.3. Tiến hành thử

Đo kích thước mẫu thử chính xác đến 1 mm. Chiều cao mẫu thử là giá trị trung bình cộng 2 lần đo chiều cao của 2 mặt cạnh ở khoảng giữa mẫu thử (không tính lớp

trát), chiều rộng của mẫu là giá trị trung bình cộng 2 lần đo chiều rộng mặt trên và mặt dưới;

Đặt mẫu thử trên 2 gối lắn, sao cho các gối lắn tiếp xúc hết vào phần vữa trát, khoảng cách  $L = (180 - 200)$  mm. Gối lắn truyền lực phải ở giữa 2 gối lắn đó. Tốc độ tăng tải phải đều, liên tục và bằng 150 N đến 200 N trong một giây cho đến khi mẫu bị phá huỷ.

#### **7.3.2.4. Tính kết quả**

Cường độ uốn từng mẫu thử ( $R_u$ ), tính bằng  $N/mm^2$  hoặc MPa, theo công thức:

$$R_u = \frac{3Pl}{2bh^2}$$

Trong đó:

- P - tải trọng phá huỷ mẫu, N;
- l - khoảng cách giữa 2 gối dưới, mm;
- b - chiều rộng mẫu thử, mm;
- h - chiều cao mẫu thử, mm.

Kết quả là trung bình cộng cường độ uốn của 5 mẫu thử tính chính xác đến  $0,1 N/mm^2$ .

Nếu một trong 5 kết quả cường độ uốn sai lệch quá 50 % giá trị trung bình cộng kết quả cường độ uốn của 5 mẫu thử thì mẫu đó bị loại bỏ. Khi đó kết quả là trung bình cộng cường độ uốn của 4 mẫu còn lại. Nếu có tới 2 trong 5 kết quả sai lệch quá mức trên thì lấy mẫu khác và tiến hành thử lại. Kết quả lần thử thứ hai được coi là kết quả cuối cùng.

### **7.3.3. Phương pháp xác định độ hút nước của gạch xây (theo TCVN 6355-4:2009)**

#### **7.3.3.1. Thiết bị thử**

Tủ sấy không chế được nhiệt độ tới  $200\text{ }^\circ\text{C}$ ;

Cân kỹ thuật chính xác tới 1 g;

Thùng hay bể để ngâm mẫu.

#### **7.3.3.2. Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử**

Mẫu để xác định độ hút nước phải đảm bảo yêu cầu ngoại quan và được lấy theo các quy định hiện hành về lấy mẫu cho từng loại gạch xây;

Số lượng mẫu thử là 5 viên gạch nguyên, hay 5 nửa mẫu còn lại khi thử độ bền uốn;

Trước khi thử, các viên gạch được dùng bàn chải quét sạch và sấy khô đến khối lượng không đổi ở  $t^0 = (105 - 110)\text{ }^\circ\text{C}$  (thông thường thời gian sấy không ít hơn 24 h).

Khối lượng không đổi là hiệu số giữa 2 lần cân liên tiếp không lớn hơn 0,2 %, thời gian giữa hai lần cân liên tiếp không nhỏ hơn 3 h.

#### **7.3.3.3. Tiến hành thử**

Đặt mẫu thử đã khô và nguội theo chiều thẳng đứng vào thùng hoặc bể nước có  $t^0 = (27 \pm 2) ^\circ\text{C}$ . Khoảng cách giữa các viên gạch và cách thành bể 10 mm. Nước phải ngập mẫu thử ít nhất 20 mm. Thời gian ngâm mẫu là 24 h;

Vớt mẫu ra, dùng khăn ẩm lau bề mặt mẫu và cân mẫu đã bão hoà nước. Thời gian từ khi vớt mẫu cho tới khi cân không quá 3 phút.

#### **7.3.3.4. Tính kết quả**

Độ hút nước của từng mẫu thử ( $W_m$ ), tính bằng %, theo công thức:

$$W_m = \frac{m_1 - m_0}{m_0}$$

Trong đó:

$m_0$  - khối lượng mẫu thử đã sấy khô đến khối lượng không đổi, g;

$m_1$  - khối lượng mẫu thử sau khi đã ngâm nước, g.

Kết quả thử là trung bình cộng kết quả của 5 mẫu thử, chính xác đến 0,1 %.

### **7.3.4. Phương pháp xác định khối lượng thể tích của gạch xây (theo TCVN 6355-5:2009)**

#### **7.3.4.1. Thiết bị thử**

Tủ sấy tới  $200 ^\circ\text{C}$  không chế được nhiệt độ;

Cân kỹ thuật chính xác tới 1 g;

Thước kim loại có độ chính xác tới 1mm.

#### **7.3.4.2. Chuẩn bị mẫu thử**

Mẫu thử để xác định khối lượng thể tích là 5 viên gạch nguyên và được lấy theo các quy định hiện hành về lấy mẫu cho từng loại gạch và phải đạt chỉ tiêu ngoại quan;

Trước khi tiến hành thử phải dùng bàn chải quét sạch mẫu thử và sấy khô đến khối lượng không đổi ở  $t^0 = (105 - 110) ^\circ\text{C}$  (thường thời gian sấy là 24 h). Khối lượng không đổi của mẫu thử là khối lượng mà hiệu số giữa 2 lần cân kế tiếp nhau không lớn hơn 0,2 %. Thời gian giữa 2 lần cân không nhỏ hơn 3 h. Mẫu thử sau đó đặt ở nơi khô ráo và để nguội đến nhiệt độ trong phòng.

#### **7.3.4.3. Tiến hành thử**

Đo kích thước chiều dài, chiều rộng và chiều cao. Trị số đo mỗi chiều là giá trị trung bình cộng của 4 cạnh thuộc về chiều đó.

Cân mẫu, lấy chính xác đến 1 g;

#### **7.3.4.4. Tính kết quả**

Khối lượng thể tích ( $\gamma_0$ ), tính bằng  $\text{g/cm}^3$ , tính theo công thức:

$$\gamma_0 = \frac{m}{l.b.h}$$

Trong đó:

m - khối lượng mẫu sau khi sấy khô đến khối lượng không đổi, g;

l, b, h - chiều dài, rộng, cao trung bình của mẫu thử, cm.

Kết quả thử là trung bình cộng kết quả của 5 mẫu thử, tính chính xác đến  $0,01 \text{ g/cm}^3$ .

### **7.3.5. Phương pháp xác định độ rỗng của gạch xây (theo TCVN 6355-6:2009)**

#### **7.3.5.1. Thiết bị thử**

- Thùng có khả năng chứa toàn bộ mẫu;
- Cân kỹ thuật có độ chính xác tới 1 gam;
- Quang để mẫu thử.

#### **7.3.5.2. Chuẩn bị mẫu thử**

Chuẩn bị tối thiểu 5 viên gạch nguyên đạt yêu cầu ngoại quan để làm mẫu thử.

CHÚ THÍCH: Có thể sử dụng mẫu thử sau khi xác định kích thước.

#### **7.3.5.3. Tiến hành thử**

- Đo kích thước chiều dài (l), chiều rộng (w), dày (h) của mẫu thử. Trị số đo mỗi chiều là giá trị trung bình cộng của 4 cạnh cùng chiều đó.

- Nhúng mẫu thử vào nước trong 1 h sau đó cân xác định khối lượng mẫu. Khối lượng của mẫu thử cân trong nước  $m_n$  được xác định bởi hai lần cân liên tiếp trong vòng 30 min khác nhau nhỏ hơn 0,2 %, và ghi kết quả của lần cân thứ 2. Sau đó lấy mẫu ra khỏi nước, dùng khăn ẩm thấm nước bề mặt của mẫu và ngay lập tức cân mẫu đó ngoài không khí để xác định khối lượng mẫu ngoài không khí  $m_{kk}$ .

#### **7.3.5.4. Tính kết quả**

- Thể tích thực của mẫu thử ( $v_t$ ) tính bằng milimet khối ( $\text{mm}^3$ ), theo công thức:



$$v_t = \frac{m_{kk} - m_n}{\rho_n}$$

Trong đó:

$m_n$  - là khối lượng của mẫu thử đã ngâm trong nước cân trong nước, tính bằng gam (g);

$m_{kk}$  - là khối lượng của mẫu thử đã ngâm trong nước cân trong không khí, tính bằng gam (g);

$\rho_n$  - là khối lượng riêng của nước, tính bằng gam/milimet khối ( $g/mm^3$ ), chính xác đến 0,001 ( $g/mm^3$ ).

- Tổng thể tích của mẫu thử ( $v_m$ ) tính bằng  $mm^3$ , theo công thức:

$$v_m = l.w.h$$

Trong đó:

$l$  - là chiều dài của mẫu thử, tính bằng mm;

$w$  - là chiều rộng của mẫu thử, tính bằng mm;

$h$  - là chiều cao của mẫu thử, tính bằng mm.

- Thể tích rỗng của mẫu thử ( $v_r$ ) tính bằng  $mm^3$ , theo công thức:

$$v_r = v_m - v_t$$

Trong đó:

$v_m$  - là tổng thể tích của mẫu thử, tính bằng  $mm^3$ ;

$v_r$  - là thể tích rỗng của mẫu thử, tính bằng  $mm^3$ ;

$v_t$  - là thể tích thực của mẫu thử, tính bằng  $mm^3$ .

- Độ rỗng của mẫu thử ( $x$ ) tính bằng %, theo công thức sau:

$$x = \frac{v_r}{v_m} \cdot 100$$

Kết quả độ rỗng là giá trị trung bình cộng của 5 mẫu thử, chính xác đến 0,01 %.

### **7.3.6. Phương pháp xác định vết tróc do vôi của các loại gạch xây (theo TCVN 6355-7:2009)**

#### **7.3.6.1. Thiết bị thử**

Thước lá có độ chính xác tới 1 mm;

Thùng hoặc bể giữ ẩm có nắp đậy có thể duy trì độ ẩm 95 % - 100%, trong thùng có lưới thép để đặt mẫu.

#### **7.3.6.2. Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu thử**

Mẫu để xác định vết tróc phải bảo đảm các chỉ tiêu ngoại quan và được lấy theo các quy định hiện hành về lấy mẫu cho từng loại gạch xây;

Số lượng thử là 5 viên gạch nguyên. Có thể sử dụng lại mẫu thử sau khi đã thử độ thoát muối;

Đổ nước vào thùng hoặc bể, mực nước phải ở dưới lưới thép. Đặt mẫu thử lên trên lưới thép. Đậy nắp thùng hoặc bể lại rồi để yên trong 48 h.

#### **7.3.6.3. Tiến hành thử**

Sau 48 h, lấy mẫu ra đếm, đo đường kính các vết tróc nở do vôi ở cả 6 mặt của mẫu.

#### **7.3.6.4. Tính kết quả**

Ghi lại số lượng và kích thước các vết tróc cho từng mẫu thử.

### **7.4. BIỂU MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM (xem trang 159)**

### **7.5. NỘI DUNG ÔN TẬP**

#### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

**7.5.1.** Gạch xây đất sét nung được chế tạo từ nguyên liệu chủ yếu nào? Hiện nay có các loại gạch nào theo phân loại trong tiêu chuẩn Việt Nam?

**7.5.2.** Nêu các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của gạch xây đất sét nung (định nghĩa, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

#### **B. PHẦN THỰC HÀNH**

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

- Yêu cầu tính toán số liệu:

Tính toán theo công thức của tiêu chuẩn.

Tính toán độ chênh lệch, đánh giá độ chênh lệch giữa các mẫu trong tổ mẫu thí nghiệm theo hướng dẫn trong tiêu chuẩn để tính ra kết quả trung bình.

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

Số ...../20  
- G

**KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM GẠCH XÂY**  
*Testing results on brick*

**1. THÔNG TIN DO KHÁCH HÀNG CUNG CẤP - Information supplied by client**

Đơn vị đặt hàng - Client :
Công trình - Project:
Loại gạch - Type of brick:
Kí hiệu mẫu - Sample Mark:

**2. KẾT QUẢ THỬ - Testing results**

Phương pháp thử - Testing method: TCVN 6355:1998 Ngày thí nghiệm - Testing date:

**2.1. CƯỜNG ĐỘ NÉN - Compressive strength**

Số TT No	Kích thước viên mẫu Specimen size (mm)		Diện tích mặt cắt Section area (mm <sup>2</sup> )	Tải trọng phá huỷ Load at failure (N)	Cường độ nén (N/mm <sup>2</sup> ) Compressive strength	
	Chiều dài Length	Chiều rộng Width			Từng viên Each specimen	Trung bình Average
1						
2						
3						
4						
5						

**2.2. CƯỜNG ĐỘ UỐN - Flexural strength**

Số TT No	Kích thước mẫu Specimen size (mm)		Khoảng cách gối Span (mm)	Tải trọng phá huỷ Load at failure (N)	Cường độ uốn (N/mm <sup>2</sup> ) Flexural strength	
	Chiều rộng Width	Chiều cao Height			Từng viên Each specimen	Trung bình Average
1						
2						
3						
4						
5						

**2.3. ĐỘ HÚT NƯỚC - Water absorption**

Số TT No	Khối lượng mẫu (g) Specimen weight		Khối lượng nước bị hút Water absorbed M1-M0 (g)	Độ hút nước (%) Water absorption	
	Đã sấy khô Dried, M0	Bão hoà nước Saturated, M1		Từng mẫu Each specimen	Trung bình Average
1					
2					
3					
4					
5					

**Ghi chú:** Mẫu thử do khách hàng mang đến.

Remark:

Hà Nội, ngày .. tháng .. năm 20

NGƯỜI THÍ NGHIỆM

Tested by

## **Chương 8**

# **PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU ỐP LÁT**

### **8.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ VẬT LIỆU ỐP LÁT**

#### **8.1.1. Định nghĩa**

Vật liệu ốp lát là các sản phẩm dạng tấm (kích thước một chiều - chiều dày, nhỏ hơn nhiều so với hai kích thước còn lại - chiều dài và chiều rộng), sử dụng để ốp lát công trình (lát nền, sàn, ốp tường, trang trí).

#### **8.1.2. Nguồn gốc và công nghệ chế tạo**

Vật liệu ốp lát có 2 nguồn gốc:

- Vật liệu có nguồn gốc tự nhiên: đá ốp lát tự nhiên. Sản phẩm được sản xuất bằng cách cưa, cắt, mài phẳng, đánh bóng bề mặt các khối đá thiên nhiên.

- Vật liệu có nguồn gốc nhân tạo:

+ Gạch gốm: Sản xuất bằng phương pháp nung phối liệu theo chế độ phù hợp. Sản phẩm có thể có phủ men (trơn hoặc có hoa văn với màu sắc khác nhau) hoặc không phủ men;

+ Gạch lát granito: Sản xuất bằng cách nhào trộn, tạo hình bằng phương pháp ép bán khô hỗn hợp chất kết dính, cát vàng, hạt đá hoa. Sau khi vật liệu đã đóng rắn, dùng máy mài mài phẳng, bóng bề mặt. Sản phẩm có thể đồng màu hoặc tạo hình các hoa văn khác nhau. Sản phẩm có thể có hoặc không có cốt thép;

+ Gạch terrazzo: Sản xuất bằng cách tạo hình (hiện nay thường sử dụng phương pháp ép bán khô) hỗn hợp chất kết dính, nước, cốt liệu, chất tạo màu, có thể có phụ gia. Gạch terrazzo có thể sản xuất 1 lớp hoặc 2 lớp. Bề mặt gạch nhám hoặc mài bóng. Gạch terrazzo thường được sử dụng để lát sân, hè, đường;

+ Gạch xi măng lát nền: Sản xuất bằng cách ép bán khô hỗn hợp xi măng, cát, đá dăm hoặc xỉ. Bề mặt gạch được trang trí một lớp vữa xi măng trắng, bột màu và phụ gia hoàn thiện khác.

### **8.1.3. Phân loại**

#### **8.1.3.1. Đá ốp lát**

Đá ốp lát chủ yếu được phân loại theo nguồn gốc đá, theo đó có các nhóm chính sau:

- Nhóm đá granit (granite);
- Nhóm đá hoa (marble);
- Nhóm đá vôi (calcite): Nhóm đá vôi có 3 loại căn cứ trên chất lượng đá gồm: loại I, II và III.

Theo hình dáng, kích thước đá ốp lát có 2 nhóm:

- Nhóm I là đá tấm có kích thước lớn (Dài: 400-1200 x Rộng: 400-800 x Dày: 20 - 100) mm;
- Nhóm II là đá tấm có kích thước nhỏ hơn (Dài: 100-600 x Rộng: 100-<400 x Dày: 10,20,50) mm.

#### **8.1.3.2. Gạch gốm ốp lát**

Gạch gốm ốp lát (chủ yếu hiện nay được sản xuất theo phương pháp ép bán khô) được phân loại chính theo độ hút nước (E). Theo đó gạch gốm ốp lát ép bán khô được phân làm các nhóm sau:

- Nhóm BIa: có  $E \leq 0,5 \%$ ;
- Nhóm BIb: có  $0,5 \% < E \leq 3 \%$ ;
- Nhóm BIIa: có  $3 \% < E \leq 6 \%$ ;
- Nhóm BIIb: có  $6 \% < E \leq 10 \%$ ;
- Nhóm BIII: có  $E > 10 \%$ .

#### **8.1.3.3. Gạch lát granito**

Gạch lát granito không phân loại theo một tiêu chí riêng nào.

#### **8.1.3.4. Gạch terrazzo**

Gạch terrazzo được phân làm hai loại chính:

- Loại terrazzo 1 lớp: là gạch được tạo thành bởi 1 hỗn hợp vật liệu đồng nhất;
- Loại terrazzo 2 lớp: là gạch được tạo thành bởi 2 lớp hỗn hợp vật liệu, trong đó lớp mặt có tác dụng trang trí và chịu tác động cơ học trực tiếp khi sử dụng.

#### **8.1.3.5. Gạch xi măng lát nền**

Gạch xi măng lát nền được phân loại theo yêu cầu về sai lệch kích thước và khuyết tật, theo đó được phân làm 2 loại: Loại 1 và Loại 2.

#### **8.1.4. Các tính chất cơ lý cơ bản của vật liệu ốp lát**

Vật liệu ốp lát có các tính chất cơ bản chung sau đây (áp dụng cho hầu hết các loại vật liệu).

##### **8.1.4.1. Hình dáng, kích thước và khuyết tật**

Theo kích thước 3 chiều (dài x rộng x dày) mỗi loại vật liệu sẽ có quy định riêng về kích thước thông dụng, dung sai cho phép đối với từng loại kích thước. Kích thước của vật liệu ốp lát được đo đạc bằng dụng cụ đo chiều dài thích hợp quy định riêng trong từng tiêu chuẩn.

Các khuyết tật của vật liệu ốp lát có thể gồm các loại sau: độ cong vênh, số vết nứt, vỡ, sứt cạnh, góc, độ bóng của sản phẩm, khuyết tật hoa văn trang trí v.v...

##### **8.1.4.2. Các tính chất cơ lý thông thường**

Khối lượng thể tích, độ hút nước của gạch rỗng là các chỉ tiêu thông thường của vật liệu xây dựng (các chỉ tiêu này đề nghị xem trong bài giảng giới thiệu chung về các tính chất cơ lý của vật liệu xây dựng).

##### **8.1.4.3. Cường độ uốn**

Cường độ uốn là một trong những chỉ tiêu chính đánh giá chất lượng của vật liệu ốp lát.

Cường độ uốn được xác định bằng cách gia công cắt tạo thành mẫu có kích thước quy định. Đưa mẫu lên máy uốn; gia tải xác định lực uốn gãy mẫu. Tính toán xác định cường độ uốn.

##### **8.1.4.4. Độ cứng bề mặt**

Độ cứng bề mặt là chỉ tiêu đánh giá độ bền của vật liệu ốp lát chống lại tác động cơ học lên bề mặt sản phẩm. Độ cứng của vật liệu ốp lát được xác định bằng phương pháp sử dụng vật liệu cứng vạch lên bề mặt mẫu thử. Tùy thuộc quy định của tiêu chuẩn thử mà sử dụng một trong hai phương pháp sau:

- Dùng chìa đồng vạch lên bề mặt mẫu thử. Mẫu coi như đạt yêu cầu nếu sau khi vạch không để lại vết hằn trên bề mặt.

- Dùng bộ khoáng chuẩn với các khoáng có độ cứng khác nhau vạch lên bề mặt mẫu thử. Độ cứng của mẫu thử là độ cứng của khoáng chuẩn có độ cứng nhỏ hơn ngay sau độ cứng của khoáng chuẩn đầu tiên (theo thứ tự trong thang chuẩn) để lại vết hằn, xước khi vạch lên mẫu thử.

#### **8.1.4.5. Độ mài mòn**

Vật liệu lát chịu rất nhiều tác động mài mòn trong quá trình sử dụng. Để đánh giá tính chất này của sản phẩm, sử dụng phương pháp mài mòn mẫu thử trên máy để xác định sự hao mòn khối lượng, thể tích vật liệu sau khi thử hoặc đánh giá thông qua thời điểm bắt đầu xuất hiện khuyết tật sau khi mài mẫu.

#### **8.1.4.6. Độ chịu lực va đập xung kích**

Độ chịu lực va đập xung kích của vật liệu ốp lát được xác định bằng số lần thả bi có khối lượng quy định ở độ cao tăng dần cho đến khi mẫu thử bị vỡ om.

#### **8.1.4.7. Các chỉ tiêu khác**

Riêng đối với gạch gốm ốp lát, ngoài các chỉ tiêu thông dụng nói trên, với đặc thù riêng về công nghệ chế tạo và đặc tính của sản phẩm gốm, còn có thêm các chỉ tiêu dưới đây.

- + Hệ số giãn nở nhiệt dài;
- + Độ bền sốc nhiệt;
- + Độ bền rạn men;
- + Độ bền băng giá;
- + Hệ số ma sát sau quá trình thử;
- + Hệ số giãn nở ẩm;
- + Độ bền chống bám bẩn;
- + Độ bền chống va đập bằng cách đo hệ số phản hồi;
- + Sự khác biệt nhỏ về màu;
- + Độ bền hóa;
- + Độ thôi Chì và Cadimi.

Các chỉ tiêu này là các thí nghiệm chuyên sâu. Trong phạm vi giáo trình này, không đưa vào chương trình đào tạo chung.

## **8.2. CÁC MỨC QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI CÁC TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU ỐP LÁT**

### **8.2.1. Yêu cầu kỹ thuật của đá ốp lát tự nhiên**

Các yêu cầu đối với đá ốp lát tự nhiên được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 4732:2007. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 8.1, 8.2.

**Bảng 8.1 - Yêu cầu về sai lệch kích thước, chất lượng bề mặt và khuyết tật**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định	
			Nhóm I	Nhóm II
1	Sai lệch kích thước			
	- Chiều dài, chiều rộng	mm	± 1,5	± 1,0
	- Chiều dày			
	+ Đá có chiều dày > 10 mm	mm	± 1,0	± 1,0
	+ Đá có chiều dày ≤ 10 mm	mm	-	± 0,5
2	Sai lệch độ vuông góc, so với kích thước đo	%	≤ (± 0,2)	
3	Độ phẳng mặt, theo 1m chiều dài	mm	≤ (± 1)	
4	Sứt mép dạng dăm cạnh, chiều sâu vết nứt không quá 10mm:			
	- Số lượng vết sứt	Vết/tám đá	≤ 3	≤ 2
	- Chiều dài vết sứt	mm	≤ 4	≤ 3
5	Sứt góc trên bề mặt chính:			
	- Số lượng vết sứt	Vết	≤ 1	Không cho phép
	- Chiều dài vết sứt	mm	≤ 3	≤ 4
6	Độ bóng đối với sản phẩm đã mài bóng	--	Nhấn bóng, đồng đều, phản ánh rõ hình ảnh vật thể	

**Bảng 8.2 - Yêu cầu về tính chất cơ lý**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định				
			Nhóm đá granit (granite)	Nhóm đá hoa (Marble)	Nhóm đá vôi		
					Loại I	Loại II	Loại III
1	Độ hút nước	%	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 3	≤ 7,5	≤ 12
2	Khối lượng thể tích	g/cm <sup>3</sup>	≥ 2,56	≥ 2,59	≥ 2,56	≥ 2,16	≥ 1,76
3	Độ bền uốn	MPa	≥ 10	≥ 7	≥ 6,9	≥ 3,4	≥ 2,9
4	Độ cứng lớp mặt theo thang Mohs	--	≥ 6	≥ 4	≥ 3		
5	Độ chịu mài mòn sâu	mm <sup>3</sup>	≤ 205	≤ 444	≤ 500		



### 8.2.2. Yêu cầu kỹ thuật của gạch gốm ốp lát

Các yêu cầu đối với gạch gốm ốp lát ép bán khô được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 7745:2007.

Các mức yêu cầu về kích thước, khuyết tật được quy định riêng cho từng nhóm sản phẩm BIa, BIb, BIIa, BIIb, BIII. Trong mỗi nhóm lại có quy định riêng cho từng loại sản phẩm có diện tích bề mặt khác nhau.

Các quy định cụ thể về tính chất cơ lý của gạch gốm ốp lát được nêu trong bảng 8.3.

**Bảng 8.3 - Các yêu cầu về tính chất cơ lý của gạch gốm ốp lát ép bán khô**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định cho các nhóm theo độ hút nước E (%)				
			$E \leq 0,5$	$0,5 < E \leq 3$	$3 < E \leq 6$	$6 < E \leq 10$	$E > 10$
1	Độ hút nước						
	- trung bình	%	$E \leq 0,5$	$0,5 < E \leq 3$	$3 < E \leq 6$	$6 < E \leq 10$	$E > 10$
	- của từng mẫu	%	$\leq 0,6$	$\leq 3,3$	$\leq 6,5$	$\leq 11$	--
2	Độ bền uốn						
	- trung bình	MPa	$\geq 35$	$\geq 33$	$\geq 22$	$\geq 18$	--
	+ chiều dày gạch $\leq 7,5$ mm	MPa	--	--	--	--	$\geq 15$
	+ chiều dày gạch $> 7,5$ mm	MPa	--	--	--	--	$\geq 12$
	- của từng mẫu	MPa	$\geq 32$	$\geq 27$	$\geq 20$	$\geq 16$	$\geq 10$
3	Độ cứng bề mặt, thang Mohs						
	- Gạch phủ men	--	$\geq 5$	$\geq 5$	$\geq 5$	$\geq 4$	$\geq 3$
	- Gạch không phủ men	--	$\geq 6$	$\geq 6$	--	--	--
4	Độ chịu mài mòn						
	- Mài mòn sâu (gạch không phủ men)	$\text{mm}^3$	$\leq 174$	$\leq 174$	$\leq 345$	$\leq 540$	--
	- Mài mòn bề mặt (gạch phủ men)	Giai đoạn	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III, IV	I, II, III, IV

### 8.2.3. Yêu cầu kỹ thuật của gạch lát granito

Các yêu cầu của gạch lát granito được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 6074:1995. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 8.4, 8.5.

**Bảng 8.4 - Yêu cầu về sai lệch kích thước, chất lượng bề mặt và khuyết tật**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định
1	Sai lệch kích thước		
	- Chiều dài, chiều rộng	mm	- 1
	- Chiều dày	mm	$\pm 1,5$
2	Chiều dày lớp mặt	mm	$\geq 8$
3	Chênh lệch chiều dày trên cùng 1 viên gạch	mm	$\leq 1$
4	Chất lượng bề mặt gạch	--	Nhẵn, phẳng, màu sắc hài hòa, độ bóng phản ánh được hình dạng vật thể đặt lên trên
5	Độ đồng đều hạt đá trên mặt, xác định bằng diện tích không nổi đá	cm <sup>2</sup>	$\leq 1$
6	Sai lệch độ vuông góc	mm	$\leq 1$
7	Cong vênh bề mặt	Mm	$\leq 0,5$
8	Vết sứt, vỡ cạnh trên toàn bộ chu vi bề mặt có độ sâu không quá 1mm, chiều dài không quá 10 mm	Vết	$\leq 1$
9	Số vết sứt góc lớp mặt	Vết	0

**Bảng 8.5 - Yêu cầu về tính chất cơ lý**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định
1	Độ mài mòn lớp mặt	g/cm <sup>2</sup>	$\leq 0,45$
2	Độ chịu lực xung kích	Số lần	$\geq 20$
3	Độ cứng lớp mặt	--	Đạt

### 8.2.4. Yêu cầu kỹ thuật của gạch terrazzo

Các yêu cầu của gạch terrazzo được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 7744:2007. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 8.6, 8.7.

**Bảng 8.6 - Yêu cầu về sai lệch kích thước, chất lượng bề mặt và khuyết tật**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định	
			Gạch terrazzo 2 lớp	Gạch terrazzo 1 lớp
1	Sai lệch kích thước			
	- Chiều dài, chiều rộng	%	$\leq 0,5$	$\leq 0,3$
	- Chiều dày			
	+ Gạch có chiều dày < 40 mm	mm	$\pm 2$	$\pm 1$
	+ Gạch có chiều dày $\geq 40$ mm	mm	$\pm 3$	--
2	Chiều dày lớp mặt	mm	$\geq 8$	--
3	Độ thẳng cạnh	%	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$
4	Độ phẳng mặt	%	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$
5	Vết lõm có kích thước $\leq 1$ mm	Vết	$\leq 1$	$\leq 1$
6	Vết nứt, vết rạn lớp mặt có chiều dài $\leq 20$ mm	Vết	$\leq 1$	$\leq 1$
7	Vết sứt, vỡ cạnh lớp mặt có độ sâu không quá 1mm, chiều dài không quá 10 mm	Vết	$\leq 1$	$\leq 1$

**Bảng 8.7 - Yêu cầu về tính chất cơ lý**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định	
			Gạch terrazzo 2 lớp	Gạch terrazzo 1 lớp
1	Độ hút nước	%	$\leq 8$	$\leq 3$
2	Độ chịu mài mòn			
	- Mài mòn sâu	mm <sup>3</sup>	--	$\leq 184$
	- Mài mòn bề mặt	g/cm <sup>2</sup>	$\leq 0,5$	--
3	Độ bền uốn			
	- Trung bình	MPa	$\geq 5,0$	$\geq 13,0$
	- Từng mẫu	MPa	$\geq 3,5$	$\geq 12,0$
4	Độ cứng lớp mặt	--		

### 8.2.5. Yêu cầu kỹ thuật của gạch xi măng lát nền

Các yêu cầu của gạch xi măng lát nền được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 6065:1995. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 8.8, 8.9.

**Bảng 8.8 - Yêu cầu về sai lệch kích thước, chất lượng bề mặt và khuyết tật**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định	
			Loại 1	Loại 2
1	Sai lệch kích thước - Chiều dài cạnh	mm	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$
2	Sai lệch độ vuông góc	mm	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$
3	Cong vênh bề mặt	mm	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$
4	Cong vênh mặt cạnh	mm	$\leq 0,1$	$\leq 0,2$
5	Nhòe màu, sai lệch nét và sai lệch khớp nối hoa văn	Vết	$\leq 1$	$\leq 2$
6	Sứt, cùn cạnh lớp mặt có độ sâu không quá 1mm, chiều dài không quá 10 mm	Vết	$\leq 1$	$\leq 2$
7	Sứt góc lớp mặt, vết sứt $\leq 3$ mm	Vết	$\leq 0$	$\leq 1$
8	Sứt góc lớp đế, vết sứt $\leq 10$ mm	Vết	$\leq 1$	$\leq 2$

**Bảng 8.9 - Yêu cầu về tính chất cơ lý**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định
1	Độ mài mòn lớp mặt	$g/cm^2$	$\leq 0,45$
2	Độ hút nước	%	$\leq 10$
3	Độ chịu lực xung kích	Số lần	$\geq 25$
4	Tải trọng uốn gãy toàn viên	daN/viên	$\geq 100$
5	Độ cứng lớp mặt	--	Đạt

### **8.3. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU ỐP LÁT**

#### **8.3.1. Quy trình thí nghiệm đá ốp lát tự nhiên**

**8.3.1.1. Kiểm tra kích thước, vết nứt và vết rạn bằng thước đo kim loại có độ chính xác đến 1 mm**

**8.3.1.2. Độ bóng:** được xem xét đánh giá bằng mắt thường và so sánh với mẫu chuẩn nếu cần.

**8.3.1.3. Độ vuông góc:** được đo bằng thước đo góc kim loại có chiều dài cạnh không nhỏ hơn 500 mm và được đo bằng cách đặt một cạnh của thước áp sát với một mặt tấm đá và đo khe hở tạo nên giữa cạnh kia của thước với mặt kế bên. Cũng có thể xác định độ lớn của khe hở bằng cách đưa thước lá kim loại có cỡ định sẵn vào sát khe hở.

**8.3.1.4. Độ phẳng mặt:** được xác định bằng cách đặt thước nivô theo hai trục đường chéo trên bề mặt để lấy mặt phẳng, dùng tấm dưỡng kính loại để đo khe hở tạo thành giữa cạnh thước và mặt đo. Kết quả là trị số lớn nhất (chỗ lồi hay lõm lớn nhất) xác định được trong quá trình đo.

**8.3.1.5. Xác định độ hút nước và khối lượng thể tích (theo TCVN 6315-3:2005)**

Xem mục 8.3.2.2.

**8.3.1.6. Xác định độ bền uốn**

Chuẩn bị 5 mẫu hình chữ nhật có kích thước 100 mm x 200 mm. Tiến hành thử theo TCVN 6415-4:2005.

Xem mục 8.3.2.3.

**8.3.1.7. Xác định độ cứng vạch (theo TCVN 6415-18:2005)**

Xem mục 8.3.2.4.

**8.3.1.8. Xác định độ chịu mài mòn sâu (theo TCVN 6415-6:2005)**

Xem mục 8.3.2.5.

#### **8.3.2. Quy trình thí nghiệm gạch gốm ép bán khô**

**8.3.2.1. Phương pháp xác định kích thước và chất lượng bề mặt**

*a) Xác định chiều dài và chiều rộng*

(1) Dụng cụ:

Thước calip, hoặc dụng cụ thích hợp khác để đo chiều dài.

(2) Thực hiện:

Đo kích thước cạnh bên của từng viên gạch ở vị trí cách góc 5 mm, chính xác đến 0,1 mm (hình 8.1).

(3) Tính kết quả:

Với gạch hình vuông, kích thước trung bình cạnh là trung bình cộng của 4 giá trị đo. Kích thước trung bình cạnh của tổ mẫu thí nghiệm là trung bình cộng của 40 giá trị đo.

Với gạch hình chữ nhật, kích thước trung bình cạnh là trung bình cộng của 2 giá trị đo cạnh tương ứng của từng cặp cạnh viên mẫu. Kích thước trung bình cạnh dài, rộng của tổ mẫu thí nghiệm là trung bình cộng của 20 giá trị đo tương ứng.

Xác định sai lệch kích thước trung bình cạnh, tính theo phần trăm của mỗi viên gạch (hai hay bốn cạnh) so với kích thước làm việc;

Xác định sai lệch kích thước trung bình cạnh, tính theo phần trăm của mỗi viên gạch (hai hay bốn cạnh) so với kích thước trung bình cạnh của tổ mẫu 10 viên.

*b) Xác định chiều dày*

(1) Dụng cụ:

Panme kiểu vặn vít, đường kính 5 mm đến 10 mm hoặc dụng cụ đo thích hợp.

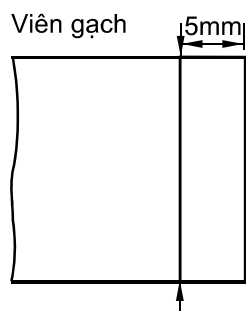
(2) Thực hiện:

Với các loại gạch, trừ gạch có bề mặt không phẳng, kẻ hai đường chéo nối các góc và đo chiều dày tại điểm dày nhất của bốn đoạn kẻ (hình 8.2). Chiều dày trung bình của mỗi viên gạch là giá trị trung bình của bốn vị trí đo, sai số lấy chính xác đến 0,1 mm.

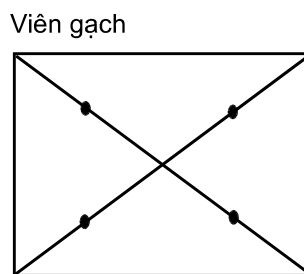
Với gạch có bề mặt không phẳng, kẻ bốn đường thẳng tại góc vuông qua bề mặt gạch ở các khoảng cách bằng 0,125, 0,375, 0,625 và 0,875 lần chiều dài đo được từ điểm cuối. Đo chiều dày tại điểm dày nhất trên mỗi đường kẻ.

(3) Tính kết quả:

Đối với tất cả các loại gạch, kích thước trung bình của từng viên gạch là giá trị trung bình của 4 số đo. Chiều dày trung bình của mẫu là giá trị trung bình của 40 giá trị đo.



**Hình 8.1.** Vị trí đo chiều dài cạnh bên



**Hình 8.2.** Vị trí đo chiều dày

*c) Xác định độ thẳng cạnh*

(1) Thiết bị:

Như hình 8.3 hoặc bất kỳ thiết bị tương tự khác.

Đồng hồ đĩa số ( $D_F$ ) được sử dụng để đo độ thẳng cạnh.

Tám hiệu chuẩn đạt độ chính xác về kích thước, thẳng cạnh phẳng.

(2) Thực hiện:

Mẫu thử là 10 viên gạch nguyên.

Đặt viên gạch mẫu vào thiết bị kiểm tra, định vị các vấu tì sao cho cách góc khoảng 5 mm (2 góc của cạnh định đo). Lấy viên gạch ra và đưa tám kiểm tra có kích thước chuẩn tương ứng vào thiết bị điều chỉnh đồng hồ (A) có chỉ thị chuẩn (O). Sau đó lấy tám kiểm tra và đưa viên gạch kiểm tra vào, úp mặt men xuống tựa lên các vấu đỡ của thiết bị. Đọc giá trị thể hiện ở đồng hồ (A), chính xác đến 0,1mm. Thực hiện lần lượt với các cạnh khác của mẫu. Chú ý vị trí cần đo (đồng hồ A) luôn luôn ở giữa cạnh cần đo.

Chọn thiết bị có kích thước phù hợp để khi đặt viên gạch vào thiết bị, các vấu đỡ ( $S_A, S_B, S_C$ ) và các vấu định vị ( $l_A, l_B, l_C$ ) cách đều mỗi góc là 5 mm trên cạnh đo.

Đặt tám hiệu chuẩn lên đúng vị trí đo và điều chỉnh đồng hồ đo về giá trị xác định.

Lấy tám hiệu chuẩn ra, đặt úp viên gạch lên thiết bị đo tiếp xác các vấu định vị, lần lượt xoay các cạnh để có được bốn giá trị đo. Lập lại quy trình trên từng viên gạch thí nghiệm. Trong trường hợp viên gạch hình chữ nhật, điều chỉnh thiết bị ở vị trí kích thước phù hợp để đo chiều dài và chiều rộng. Giá trị đo lấy chính xác đến 0,1 mm.

(3) Tính kết quả:

Phép xác định này chỉ áp dụng đối với sản phẩm có cạnh thẳng (hình 8.4) và được tính bằng phần trăm, theo công thức:

$$\frac{C}{L} \times 100$$

Trong đó:

C - chênh lệch độ thẳng cạnh tại điểm giữa của cạnh đo;

L - chiều dài của cạnh đo.

*d) Xác định độ vuông góc (hình 8.5)*

(1) Thiết bị:

Như hình 1 hoặc bất kỳ thiết bị tương tự khác.

Đồng hồ đĩa số ( $D_A$ ) được dùng để đo độ vuông góc.

Tấm hiệu chuẩn đạt độ chính xác về kích thước, thẳng cạnh, phẳng.

(2) Thực hiện:

Mẫu thử là 10 viên gạch nguyên.

Chọn thiết bị có kích thước phù hợp để khi đặt viên gạch vào thiết bị, các vấu đỡ ( $S_A, S_B, S_C$ ) và các vấu định vị ( $l_A, l_B, l_C$ ) cách đều mỗi góc có cạnh đo là 5 mm. Chốt đẩy của đồng hồ đo ( $D_A$ ) cũng sẽ cách đều góc có cạnh đo là 5 mm.

Đặt tấm hiệu chuẩn lên đúng vị trí đo và điều chỉnh đồng hồ đo về giá trị xác định.

Lấy tấm hiệu chuẩn ra, đặt úp viên gạch lên thiết bị đo và tiếp xúc các vấu định vị, ghi giá trị đọc được trên đồng hồ đặt cạnh góc 5 mm. Nếu viên gạch là hình vuông, lần lượt xoay các cạnh để có được bốn giá trị đo. Lặp lại quy trình trên với mỗi cạnh của viên gạch vuông, và lặp lại với từng viên gạch thí nghiệm. Trong trường hợp viên gạch là hình chữ nhật, điều chỉnh thiết bị ở vị trí có kích thước phù hợp để đo chiều dài và chiều rộng. Giá trị đo lấy chính xác đến 0,1mm.

(3) Tính kết quả:

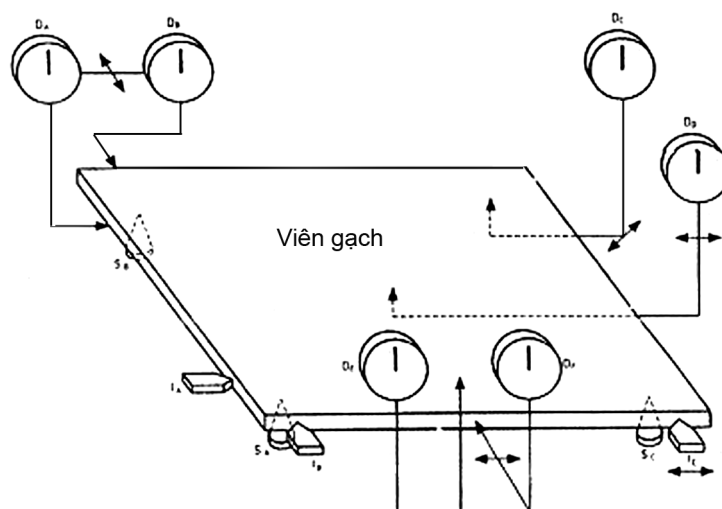
Độ lệch góc vuông, tính bằng %, theo công thức:

$$\frac{\delta}{L} \times 100$$

Trong đó:

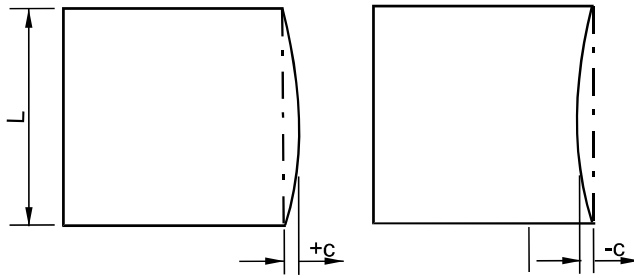
L - chiều dài cạnh kề góc đo của viên gạch;

$\delta$  - chênh lệch góc tính theo cạnh kề góc đo của viên gạch so với cạnh của tấm hiệu chuẩn (đo tại vị trí cách góc 5 mm)

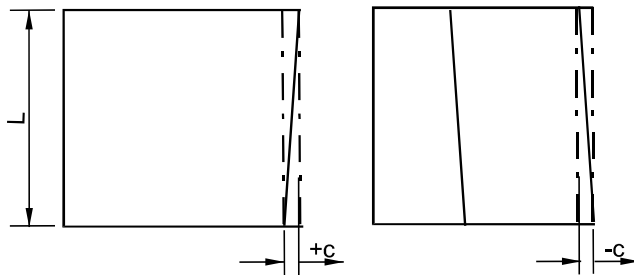


**Hình 8.3** - Thiết bị đo độ thẳng cạnh, độ vuông góc và độ phẳng mặt





**Hình 8.4 - Độ thẳng cạnh (C/L)**



**Hình 8.5 - Độ vuông góc ( $\delta/L$ )**

*e) Xác định độ phẳng mặt*

(1) Nguyên tắc:

Độ phẳng mặt được xác định theo 3 vị trí trên bề mặt viên gạch. Đối với bề mặt gạch trang trí có bề mặt không phẳng thì chỉ tiêu này được xác định ở mặt sau của viên gạch.

- Độ cong trung tâm: vị trí trung tâm trên mặt gạch không cùng nằm trên mặt phẳng của 3 trong 4 góc viên gạch (hình 8.6);

- Độ cong mép gạch: vị trí giữa các mép của cạnh viên gạch không cùng nằm trên mặt phẳng của 3 trong 4 góc viên gạch (hình 8.7);

- Độ vênh góc: vị trí của một góc không cùng nằm trên một mặt phẳng của 3 góc kia (hình 8.8).

(2) Thiết bị:

Như hình 3 hoặc bất kỳ thiết bị tương tự nào khác.

Tấm phẳng hiệu chuẩn bằng kim loại hay thủy tinh, dày ít nhất là 10 mm.

Thước thẳng kim loại.

(3) Thực hiện

Mẫu thử gồm 10 viên.

- Đối với gạch lớn hơn 40 mm × 40 mm.

Cho thiết bị có kích cỡ thích hợp, đặt tấm phẳng hiệu chuẩn chính xác vào vị trí lên đỉnh ba vấu đỡ ( $S_A, S_B, S_C$ ). Tâm của mỗi vấu đỡ và hai đầu đo của đồng hồ ( $D_E, D_C$ ) cách đều các cạnh viên gạch là 10 mm.

Điều chỉnh ba đồng hồ đo ( $D_D, D_C$ ) về giá trị xác định.

Nhấc tấm hiệu chuẩn ra, đặt úp viên gạch vào thiết bị và ghi giá trị trên ba đồng hồ đo. Nếu là gạch hình vuông, lần lượt xoay các cạnh để có được bốn giá trị đo. Lặp lại quy trình với từng viên gạch thử. Trong trường hợp gạch là hình chữ nhật, điều chỉnh thiết bị cho phù hợp với kích thước gạch. Ghi độ sai lệch lớn nhất về độ cong tâm ( $D_D$ ), độ cong cạnh ( $D_E$ ) và độ vênh góc ( $D_C$ ) của từng viên gạch. Sai số của phép đo là 0,1 mm.

- Đối với gạch có kích thước bằng hay nhỏ hơn 40 mm x 40 mm.

Để đo độ cong cạnh, đặt thước thẳng cạnh qua cạnh và đo khe hở bằng đầu dò. Để đo độ cong tâm, tiến hành như trên nhưng rà theo đường chéo.

Độ vênh góc không cần xác định.

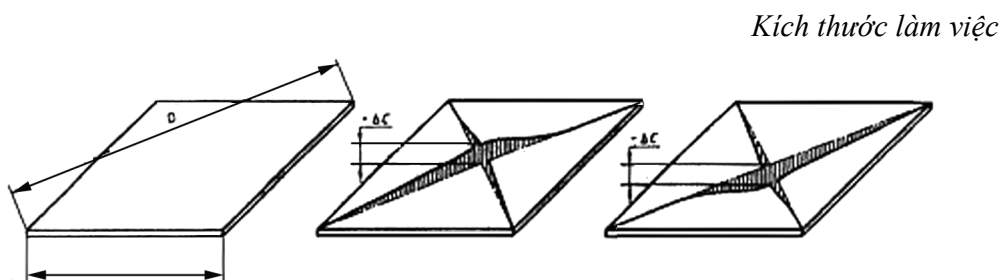
#### (4) Tính kết quả

Độ cong tâm tính bằng phần trăm so với chiều dài đường chéo.

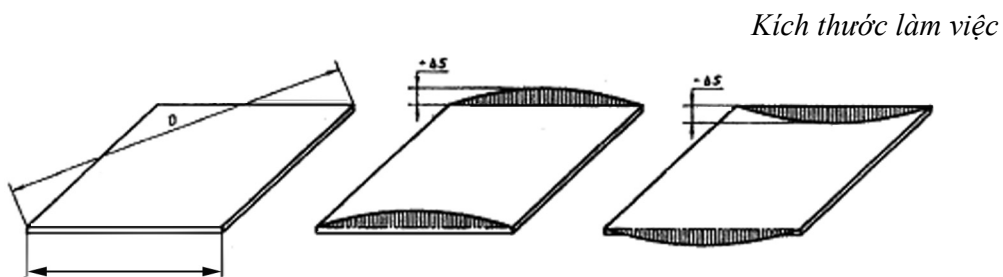
Độ cong mép tính theo phần trăm đối với:

- chiều dài và chiều rộng gạch hình chữ nhật.
- cạnh của gạch hình vuông.

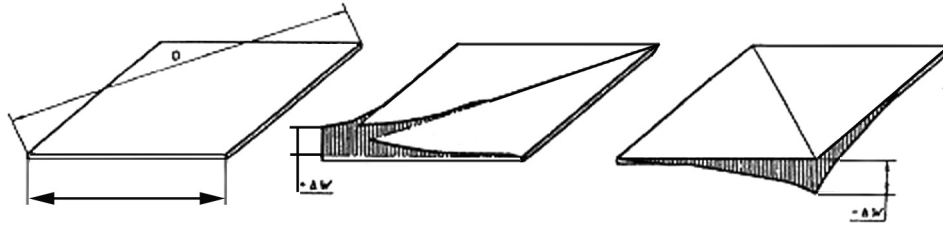
Độ vênh góc tính theo phần trăm so với chiều dài đường chéo. Tính bằng milimét khi đo bằng thước lá.



**Hình 8.6** - Độ cong trung tâm ( $\Delta C/D$ ).



**Hình 8.7** - Mô tả độ cong mép ( $\Delta S/L$ ).



Hình 8.8 - Mô tả độ vênh góc ( $\Delta W/D$ ).

f) Xác định chất lượng bề mặt

(1) Khuyết tật

Khuyết tật bề mặt men của sản phẩm gạch gốm ốp lát thường có các dạng sau đây:

- |             |              |               |                       |
|-------------|--------------|---------------|-----------------------|
| + Nứt       | + Gò ghè     | + Đóm, vết    | + Sứt                 |
| + Viền gạch | + Rạn men    | + Lỗ châm kim | + Khuyết tật dưới men |
| + Phòng rộp | + Đóm bỏ men | + Mờ men      | + Lỗ trang trí        |
| + Gợn cạnh  |              |               |                       |

(2) Thiết bị

Đèn huỳnh quang;

Thước mét;

Đồng hồ đo cường độ ánh sáng.

(3) Thực hiện

Kiểm tra ít nhất 1 m<sup>2</sup> gạch, tối thiểu 30 viên gạch.

Xếp mặt chính các viên gạch quay về phía người quan sát sao cho có thể nhìn thẳng lên mặt các viên gạch ở khoảng cách 1 m. Ánh sáng chiếu lên bề mặt các viên gạch phải đều có cường độ 300 lx và kiểm tra cường độ ánh sáng ở tâm, ở các góc của diện tích mặt gạch quan sát.

Việc chuẩn bị xếp gạch để kiểm tra và quan sát được thực hiện do nhiều người.

Các tác động chủ ý trên bề mặt gạch không được coi là khuyết tật.

(4) Tính kết quả:

Chất lượng bề mặt được tính bằng phần trăm viên gạch không có khuyết tật.

### 8.3.2.2. Phương pháp xác định độ hút nước, khối lượng thể tích (Phương pháp đun sôi)

a) Thiết bị

Tủ sấy làm việc ở 110 °C ± 5 °C;

Thiết bị gia nhiệt, được làm bằng vật liệu thích hợp, có thể đặt mẫu vào để đun sôi;  
 Nguồn nhiệt;  
 Cân có độ chính xác 0,01 % khối lượng mẫu thử;  
 Nước cất hoặc nước đã khử ion;  
 Bình hút ẩm;  
 Khăn ẩm.

*b) Mẫu thử*

Thông thường cần 10 viên gạch nguyên cho mỗi loại gạch. Đối với gạch có diện tích bề mặt lớn hơn 400 cm<sup>2</sup> thì chỉ cần 5 viên gạch nguyên. Nếu khối lượng mỗi viên nhỏ hơn 50 g thì số viên cần lấy sao cho mỗi phép thử có khoảng từ 50 g đến 100 g. Đối với gạch đa giác thì cắt mẫu thành hình vuông hoặc chữ nhật có kích thước trùng với cạnh của viên gạch nguyên.

*c) Cách tiến hành*

Sấy khô mẫu đến khối lượng không đổi. Để nguội mẫu đó trong bình hút ẩm đến nhiệt độ thường. Cân mẫu ( $m_1$ ) và ghi kết quả theo độ chính xác tương ứng được ghi trong bảng 8.10.

Sau đó đặt các viên gạch thẳng đứng, không tiếp xúc nhau, trong nồi đun, sao cho mức nước phía trên mẫu và dưới mẫu là 5 cm. Giữ mức nước trên trong suốt quá trình thử. Đun nóng nước cho đến khi sôi và giữ sôi 2 h. Sau đó ngắt nguồn nhiệt để nguội đến nhiệt độ phòng, cho đến khi nước ngấm hoàn toàn vào gạch, trong khoảng 4 h ± 15 phút. Có thể dùng nước thông thường hoặc nước trong tủ lạnh để làm nguội mẫu. Vớt gạch ra và lau sạch nước bề mặt bằng khăn ẩm đã chuẩn bị sẵn.

Ngay sau đó cân mẫu ( $m_2$ ) và ghi kết quả theo độ chính xác ở bảng 8.10.

**Bảng 8.10 - Khối lượng gạch mẫu và độ chính xác cần thiết của phép đo**

Tính bằng gam

Khối lượng gạch mẫu	Độ chính xác cần thiết của phép đo
50-100	0,02
100-500	0,05
500-1000	0,25
1000-3000	0,50
trên 3000	1,00

*d) Tính kết quả*

- Độ hút nước ( $W_m$ ) của từng mẫu thử, tính bằng %, theo công thức sau:

$$W_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng mẫu gạch khô, g;

$m_2$  - khối lượng mẫu gạch bão hoà nước, g.

- Khối lượng thể tích ( $\gamma$ ) của từng mẫu thử, tính bằng  $g/cm^3$ , và được tính theo công thức:

$$\gamma = \frac{m_1}{V}$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng mẫu gạch khô, g;

$V$  - thể tích mẫu, kể cả lỗ rỗng hở, cm.

### 8.3.2.3. Xác định độ bền uốn

#### a) Nguyên tắc

Xác định tải trọng phá hủy, lực uốn gãy và độ bền uốn của viên gạch bằng truyền tải trọng với một tốc độ xác định lên đường tâm của viên gạch, điểm truyền lực nằm trên bề mặt viên gạch.

#### b) Thiết bị

- Tủ sấy làm việc ở nhiệt độ  $110 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

- Đồng hồ đo áp lực tự ghi, có độ chính xác 2,0 %.

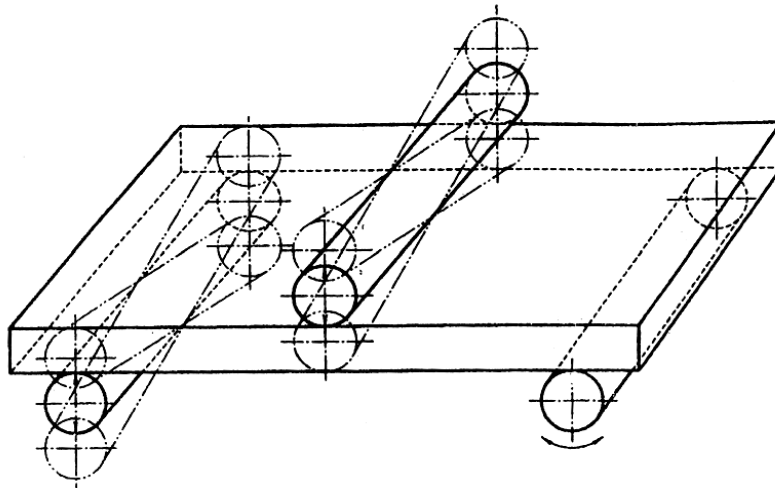
- Thước cặp có độ chính xác 0,1 mm;

- Thiết bị chuyên dụng xác định độ bền uốn cho gạch gồm ốp lát (hình 8.9). Thiết bị này có 2 thanh đỡ hình trụ có đường kính như nhau, bằng kim loại, phần tiếp xúc với mẫu được bọc cao su cứng, trong đó có một thanh có thể dao động lên xuống chút ít ở mỗi đầu. Một thanh hình trụ ở giữa có kích thước giống như hai thanh đỡ và cũng được bọc cao su. Kích thước thanh và độ dày của cao su bọc được quy định ở bảng 8.11.

**Bảng 8.11 - Kích thước thiết bị xác định độ bền uốn**

*Tính bằng milimét*

Kích thước cạnh bên dài nhất của viên gạch	Đường kính thanh (d)	Chiều dày cao su (t)	Phần gạch gối lên thanh tính từ mép (l)
$\geq 95$	20	$5 \pm 1$	10
từ 48 đến nhỏ hơn 95	10	$2,5 \pm 0,5$	5
Từ 18 đến nhỏ hơn 48	5	$1 \pm 0,2$	2



**Hình 8.9** - Mô tả sơ đồ xác định độ bền uốn

*c) Số lượng mẫu thử*

Ít nhất là 7 viên gạch nguyên. Tuy nhiên với viên gạch có kích thước quá lớn (lớn hơn 300 mm) và những sản phẩm có hình dạng không vuông góc, phải cắt để chúng đặt được vào thiết bị thử. Mẫu sau khi cắt phải có tâm trùng với tâm của viên gạch nguyên. Kết quả thử của mẫu được cắt và mẫu không cắt có khác nhau thì ưu tiên sử dụng kết quả của mẫu không cắt.

*d) Cách tiến hành*

Đối với mẫu thử bị cắt phải sấy ở nhiệt độ  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  đến khối lượng không đổi, sau đó để nguội đến nhiệt độ phòng trong bình hút ẩm trước khi thử độ bền uốn.

Đặt mẫu thử lên các thanh đỡ, mặt men hoặc mặt chính quay lên trên, sao cho mẫu nằm gối lên 2 đầu thanh đỡ thừa ra một đoạn  $l$  (xem bảng 8.11, hình 8.10).

Đối với gạch hai mặt như nhau, thì mặt nào quay lên cũng được. Đối với gạch đùn, đặt mẫu sao cho các đường gân của viên gạch vuông góc với các trụ đỡ. Các trường hợp gạch chữ nhật khác, đặt mẫu thử sao cho cạnh dài đứng vào các trụ đỡ.

Đối với gạch có bề mặt vân nổi, đặt một lớp cao su dày tương tự trên bảng 8.10, lên thanh trụ giữa sát vào bề mặt vân nổi.

Vị trí thanh truyền lực phải ở chính giữa hai thanh đỡ. Truyền tải trọng từ từ với tốc độ sao cho đạt được một lực  $(1 \pm 0,2)\text{ N/mm}^2$  trong một giây. Ghi lại tải trọng phá hủy  $F$ .

*e) Tính kết quả*

Chỉ sử dụng những kết quả thử với các mẫu có vết gãy tại giữa dọc theo thanh truyền lực và nằm trong phạm vi đường kính của thanh truyền lực đó.

Cần có 5 kết quả chấp nhận được để tính giá trị trung bình. Nếu có ít hơn 5 kết quả chấp nhận được thì phải lấy mẫu lại với số lượng thử gấp đôi. Lúc đó cần phải có ít nhất 10 kết quả chấp nhận được để tính giá trị trung bình.

Lực uốn gãy P, được tính bằng N, theo công thức sau:

$$P = \frac{F.L}{b}$$

Độ bền uốn ( $R_u$ ), tính bằng  $N/mm^2$ , theo công thức:

$$R_u = \frac{3FL}{2.b.h^2} = \frac{3.P}{2.h^2}$$

Trong đó:

F - tải trọng phá hủy, N;

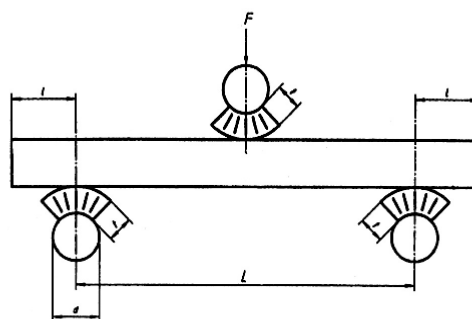
L - khoảng cách giữa 2 thanh đỡ, mm;

b - chiều rộng mẫu thử, mm;

h - chiều dày nhỏ nhất của viên gạch, được đo theo mép gãy, mm.

Ghi kết quả tính toán riêng biệt.

Kết quả là giá trị trung bình cộng của lực uốn gãy và độ bền uốn tính toán được của các mẫu thử.



**Hình 8.10** - Mô tả vị trí của mẫu, thanh đỡ và thanh truyền lực.

#### 8.3.2.4. Phương pháp xác định độ cứng vạch bề mặt

##### a) Nguyên tắc

Việc xác định độ cứng vạch bề mặt theo thang Mohs được tiến hành bằng cách dùng tay vạch những khoảng chuẩn có độ cứng xác định lên bề mặt phủ men hoặc mặt chính của viên gạch.

**Bảng 8.12** - Độ cứng thang Mohs của khoáng chuẩn

Tên khoáng chuẩn	Độ cứng thang Mohs	Tên khoáng chuẩn	Độ cứng thang Mohs
Tan	1	Trường thạch	6
Thạch cao	2	Thạch anh	7
Canxít	3	Topa	8
Florua canxi	4	Corun	9
Apatít	5	Kim cương	10

##### b) Mẫu thử:

Mẫu thử cần ít nhất 3 viên gạch nguyên.

*c) Thực hiện*

Đặt viên gạch cần thử lên giá đỡ chắc chắn, mặt men hoặc mặt chính quay lên.

Dùng tay vạch cạnh sắc của khoáng chuẩn lên bề mặt gạch với một lực đều đều, sao cho cuối phép thử bề mặt gạch vẫn không thay đổi.

Lặp lại quá trình này 4 lần bằng cạnh sắc của những khoáng chuẩn khác nhau trên từng viên mẫu, cho đến khi có kết quả.

Kiểm tra vết vạch trên bề mặt viên gạch bằng mắt thường, có thể dùng kính nếu thường đeo.

Đối với từng viên gạch, ghi lại độ cứng cao nhất theo thang Mohs của khoáng chuẩn mà đã vạch được không nhiều hơn 1 vết lên bề mặt viên gạch đó.

Trường hợp bề mặt men của viên gạch có độ cứng thay đổi thì lấy giá trị độ cứng thang Mohs thấp nhất.

**8.3.2.5. Phương pháp xác định độ bền mài mòn sâu**

*a) Nguyên tắc*

Độ chịu mài mòn của gạch gồm không phủ men được xác định bằng cách đo chiều dài rãnh tạo ra trên bề mặt của sản phẩm do quá trình mài của một đĩa quay dưới các điều kiện xác định có sử dụng vật liệu mài.

*b) Thiết bị*

- Thiết bị mài:

Thiết bị mài gồm chủ yếu một đĩa quay, một phễu chứa vật liệu mài có lỗ xả, một giá đỡ và một đối trọng.

Đĩa quay được chế tạo từ thép E235A (Fe 360A) (ISO 630-1) có đường kính (200 ± 0,2) mm, chiều dày vành ngoài (10 ± 0,1) mm và tốc độ quay là 75 vòng/phút.

Áp lực của đĩa quay lên mẫu thử được xác định bằng cách hiệu chuẩn thiết bị theo miếng chuẩn silic dioxide đã nung chảy. Áp lực này điều chỉnh sao cho sau 150 vòng quay sử dụng vật liệu mài F80 (ISO 8486-1), độ dài của rãnh tạo ra là (25 ± 0,5) mm. Silic dioxide nung chảy được dùng làm chuẩn đầu. Có thể dùng thủy tinh nổi hoặc các sản phẩm khác làm chuẩn thử.

Khi đường kính đĩa quay bị mòn đi 0,5 % so với đường kính ban đầu, phải thay đĩa quay mới.

- Dụng cụ đo: chính xác đến 0,1 mm.

- Vật liệu mài: nhôm oxit trắng cỡ hạt F 80 nung chảy, theo ISO 8486-1.



c) Mẫu thử

- Loại mẫu thử:

Tiến hành phép thử trên viên mẫu nguyên hoặc các miếng mẫu nhỏ kích thước phù hợp. Trước khi thử, các miếng mẫu nhỏ phải được gắn khít với nhau trên một nền phẳng lớn hơn.

- Chuẩn bị mẫu thử:

Sử dụng các mẫu thử sạch, khô.

- Số lượng mẫu thử:

Tiến hành thử ít nhất là 5 mẫu.

d) Cách tiến hành

Đặt mẫu thử lên thiết bị thử sao cho mặt mẫu thử tiếp tuyến với đĩa quay. Phải đảm bảo cấp đều vật liệu mài vào vùng mài với lưu lượng  $(100 \pm 10)$  g/100 vòng quay.

Cho đĩa quay 150 vòng. Lấy mẫu ra khỏi thiết bị và đo chiều dài rãnh L, chính xác đến 0,5 mm. Trên mỗi mặt chính của mẫu, tiến hành thử ít nhất tại hai vị trí vuông góc với nhau.

Đối với sản phẩm có bề mặt lồi lõm, phần lồi lên phải được mài phẳng trước khi thử, các kết quả thử này sẽ không giống các kết quả thử các mẫu tương tự có bề mặt phẳng.

Không dùng lại vật liệu mài.

e) Tính kết quả

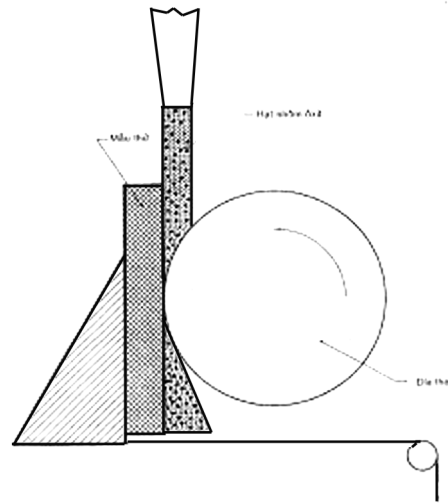
Độ chịu mài sâu, biểu thị bằng thể tích (V) của vật liệu mất đi, bằng milimet khối, trên cơ sở chiều dài rãnh L, theo công thức sau:

$$V = \left[ \frac{\pi \cdot \alpha}{180} - \sin \alpha \right] \frac{h \cdot d^2}{8}$$

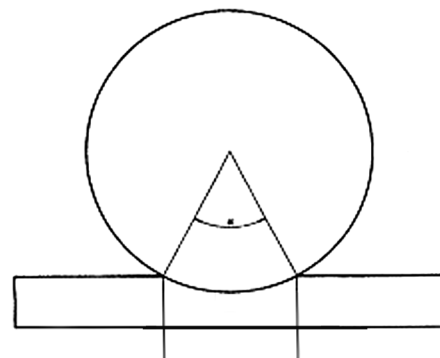
Với:  $\sin(0,5\alpha) = \frac{L}{d}$

Trong đó:

$\alpha$  - góc ở tâm đĩa quay xác định theo chiều dài rãnh (hình 8.12), tính bằng độ;



Hình 8.11 - Sơ đồ thiết bị thử độ mài mòn sâu



Hình 8.12 - Xác định rãnh mòn

h - chiều dày của đĩa quay, tính bằng mm;

d - đường kính của đĩa quay, tính bằng mm.

Bảng 8.13 nêu một số giá trị tương đương của L và V.

**Bảng 8.13 - Các giá trị tương ứng**

<b>L</b>	<b>V</b>	<b>L</b>	<b>V</b>	<b>L</b>	<b>V</b>	<b>L</b>	<b>V</b>	<b>L</b>	<b>V</b>
mm	mm <sup>3</sup>	mm	mm <sup>3</sup>	mm	mm <sup>3</sup>	mm	mm <sup>3</sup>	Mm	mm <sup>3</sup>
20	67	30	227	40	540	50	1062	60	1851
20,5	72	30,5	238	40,5	561	50,5	1094	60,5	1899
21	77	31	250	41	582	51	1128	61	1947
21,5	83	31,5	262	41,5	603	51,5	1162	61,5	1996
22	89	32	275	42	626	52	1196	62	2046
22,5	95	32,5	288	42,5	649	52,5	1232	62,5	2097
23	102	33	302	43	672	53	1268	63	2149
23,5	109	33,5	316	43,5	696	53,5	1305	63,5	2202
24	116	34	330	44	720	54	1342	64	2256
24,5	123	34,5	345	44,5	746	54,5	1380	64,5	2310
25	131	35	361	45	771	55	1419	65	2365
25,5	139	35,5	376	45,5	798	55,5	1459	65,5	2422
26	147	36	393	46	824	56	1499	66	2479
26,5	156	36,5	409	46,5	852	56,5	1541	66,5	2537
27	165	37	427	47	880	57	1583	67	2596
27,5	174	37,5	444	47,5	909	57,5	1625	67,5	2656
28	184	38	462	48	938	58	1689	68	2717
28,5	194	38,5	481	48,5	968	58,5	1713	68,5	2779
29	205	39	500	49	999	59	1758	69	2842
29,5	215	39,5	520	49,5	1030	59,5	1804	69,5	2906

### **8.3.3. Quy trình thí nghiệm gạch lát granito (theo TCVN 6074:1995)**

#### **8.3.3.1. Lấy mẫu**

Mẫu thử được lấy theo lô. Lô là số lượng gạch có cùng kích thước, được sản xuất với cùng một loại hỗn hợp phối liệu, trong cùng một khoảng thời gian. Cỡ lô trung bình là 1000 m<sup>2</sup>, nhỏ hơn 1000 m<sup>2</sup> cũng được coi là một lô đủ.

Từ nhiều vị trí khác nhau trong lô sản phẩm lấy ra 0,2 phần trăm số viên để làm mẫu thử, nhưng số lượng viên mẫu không ít hơn 10 viên.

### **8.3.3.2. Xác định kích thước**

Kích thước cạnh viên gạch được xác định bằng thước kim loại, chính xác đến 1 mm. Chiều dày viên gạch được xác định bằng thước cặp, chính xác đến 0,1 mm.

Tiến hành đo ở ba chỗ, trên 2 cạnh và giữa mặt tương ứng. Kết quả cuối cùng là trung bình cộng kết quả của ba phần đo này.

Chiều dày lớp mặt được xác định bằng thước kim loại, chính xác đến 1mm. Kết quả là giá trị nhỏ nhất của chiều dày lớp mặt ở tiết diện khi cắt đôi viên gạch.

### **8.3.3.3. Xác định độ đồng đều về màu sắc**

Độ đồng đều về màu sắc và sự phân bố hạt đá nổi trên bề mặt mài nhẵn được xác định bằng cách so sánh với mẫu chuẩn và quan sát bằng mắt thường khi đứng cách sản phẩm 1,5 mét.

### **8.3.3.4. Xác định mức khuyết tật ngoại quan**

- Sai lệch độ vuông góc được xác định bằng thước kim loại có góc  $90^0$  và có cạnh dài 500 mm. Đặt một cạnh thước áp sát một mặt viên gạch, dùng các tấm dưỡng kim loại có chiều dày chuẩn để đo khe hở tạo thành giữa cạnh kia của thước với mặt kề bên ở vị trí xa nhất. Kết quả đo là trị số trung bình cộng khi đo 2 góc đối nhau của viên gạch.

- Độ cong vênh bề mặt được xác định bằng thước lá hoặc thước góc  $90^0$ . Đặt áp cạnh thước lá hoặc thước góc vào mặt đo theo chu vi và hai đường chéo viên gạch. Dùng các tấm dưỡng kim loại có chiều dày chuẩn để đo khe hở tạo thành giữa cạnh thước và mặt đo. Lấy kết quả là trị số lớn nhất xác định được trong quá trình đo.

- Vết nứt vỡ được xác định bằng thước đo kim loại, chính xác đến 1 mm và bằng cách đếm số vết nứt vỡ trên mặt viên gạch.

### **8.3.3.5. Xác định các chỉ tiêu cơ lý**

Các chỉ tiêu cơ lý được xác định khi mẫu đã đủ tuổi 28 ngày kể từ ngày sản xuất.

a) *Độ mài mòn lớp mặt và độ chịu lực xung kích (theo TCVN 6065:1995)*

Xem mục 8.3.5.5.

b) *Độ cứng lớp mặt* được xác định bằng cách dùng chìa vạch bằng đồng có lưỡi vạch rộng 5 mm, dày 0,5 mm cạnh không sắc. Dùng chìa vạch lên bề mặt sản phẩm ở các vị trí khác nhau. Mẫu được coi là đạt yêu cầu nếu sau khi vạch không để lại vết hằn trên bề mặt sản phẩm.

### 8.3.4. Quy trình thí nghiệm gạch terrazzo (theo TCVN 7744:2007)

#### 8.3.4.1. Kiểm tra khuyết tật ngoại quan và xác định kích thước

##### a) Kiểm tra khuyết tật ngoại quan

- Độ đồng đều về màu sắc của viên gạch được xác định bằng cách so sánh với mẫu chuẩn khi quan sát từ khoảng cách 1 m dưới ánh sáng 300 Lux và điều kiện mẫu khô.

Số vết nứt vỡ, vết rạn nứt, vết lõm được đếm và quan sát bằng mắt thường. Đo kích thước các vết khuyết tật như nứt vỡ, vết rạn nứt, vết lõm... bằng thước kẹp kim loại, chính xác đến 0,1 mm.

##### b) Xác định kích thước

###### (1) Dụng cụ đo

- Thước calip chuyên dụng hoặc thước kẹp có độ chính xác 0,1 mm;
- Thước nivô có độ chính xác 0,1 mm;
- Tấm dưỡng kim loại có chiều dày chuẩn, độ chính xác 0,1 mm.

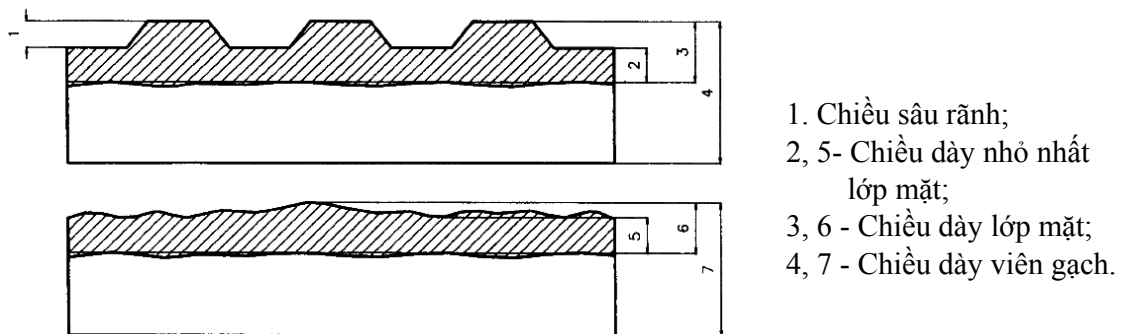
###### (2) Tiến hành

Mẫu thử là 10 viên gạch nguyên.

- Đo chiều dài và chiều rộng: Dùng thước đo khoảng cách tại 3 điểm khác nhau của hai cạnh đối diện, chính xác tới 0,1 mm. Kích thước trung bình của cạnh là trung bình cộng của 3 lần đo.

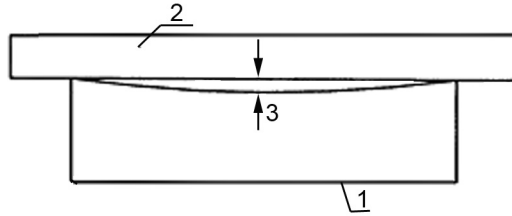
- Đo chiều dày: Dùng thước kẹp đo ở điểm giữa của viên gạch, chính xác đến 0,1 mm. Kết quả đo là giá trị trung bình của bốn lần đo.

- Đo chiều dày lớp mặt: Dùng thước nivô có độ chính xác đến 0,1 mm để đo chiều dày lớp mặt. Kết quả là giá trị đo nhỏ nhất của chiều dày lớp mặt ở tiết diện khi cắt đôi viên gạch. Chiều dày lớp bề mặt không được đo ở góc vát (hình 8.13).



Hình 8.13 - Đo chiều dày lớp mặt

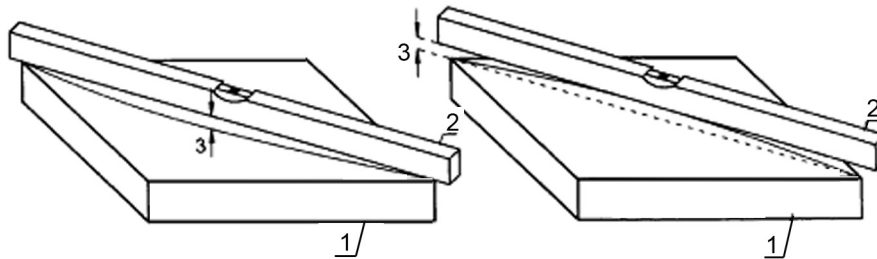
- Đo độ thẳng cạnh: Ép sát cạnh của thước lên cạnh cần kiểm tra, dùng tấm dưỡng kim loại xác định khe hở lớn nhất tạo thành giữa thước và cạnh cần kiểm tra, chính xác đến 0,1 mm (hình 8.14).



**Hình 8.14 - Đo độ thẳng cạnh**

1. Viên gạch; 2. Thước đo; 3. Khe hở

- Đo độ phẳng mặt: Đặt thước nivô theo hai trục đường chéo trên bề mặt để lấy mặt phẳng (xem hình 8.15), dùng tấm dưỡng kim loại để đo khe hở tạo thành giữa cạnh thước và mặt đo. Kết quả là trị số lớn nhất (chỗ lồi hay lõm lớn nhất) xác định được trong quá trình đo.



**Hình 8.15 - Đo độ phẳng mặt**

1. Viên gạch; 2. Thước đo; 3. Khe hở.

#### **8.3.4.2. Xác định độ hút nước (theo tiêu chuẩn 6355-4:2009)**

Quy trình thử độ hút nước của gạch terrazzo tương tự quy trình thử độ hút nước của gạch xây theo TCVN 6355-4:2009.

#### **8.3.4.3. Xác định độ chịu mài mòn**

- Độ chịu mài mòn sâu xác định theo TCVN 6415:2005-6 (Xem mục 8.3.2.5);
- Độ chịu mài mòn bề mặt xác định theo TCVN 6065:1995 (Xem mục 8.3.5.3).

#### **8.3.5. Quy trình thí nghiệm gạch xi măng lát nền**

##### **8.3.5.1. Lấy mẫu**

Mẫu được lấy theo lô. Lô là số lượng gạch có cùng kiểu, loại và được sản xuất trong cùng một thời gian. Tùy theo sản lượng, cỡ lô có thể quy định theo bảng 8.14.

**Bảng 8.14 - Cỡ lô và sản lượng gạch**

Sản lượng (viên/năm)	Cỡ lô (viên)
Đến 500.000	25.000
Đến 200.000	40.000
Trên 2.000.000	60.000

Số lượng mẫu lấy bằng 0,1 % số viên trong lô, nhưng không ít hơn 25 viên gạch.

Mẫu được lấy ở nhiều vị trí khác nhau trong lô, sao cho mẫu đại diện cho toàn lô gạch đó.

### **8.3.5.2. Kiểm tra kích thước và mức khuyết tật ngoại quan**

#### *a) Kiểm tra kích thước*

Từ số lượng mẫu theo bảng 10 lấy ra 10 viên để kiểm tra kích thước. Dùng thước kim loại và thước cặp, đo chính xác đến 0,1 mm, tại các vị trí sau:

- Chiều dài cạnh: đo khoảng cách tại điểm giữa của 2 cạnh đối diện.
- Chiều dày viên gạch: đo ở điểm giữa của cạnh viên gạch.
- Chiều dày lớp mặt: là giá trị đo nhỏ nhất của chiều dày lớp mặt trên tiết diện khi bẻ đôi viên gạch.

#### *b) Xác định mức khuyết tật ngoại quan*

Sai lệch độ vuông góc được tính bằng hiệu hai đường chéo của bề mặt viên gạch; dùng thước cặp kim loại đo chính xác đến 0,1 mm.

Độ cong vênh mặt trên và các cạnh viên gạch là khe hở lớn nhất tạo thành khi ép cạnh của thước kim loại lên bề mặt cần kiểm tra. Khe hở lớn nhất đó được đo bằng tấm kim loại có chiều dày chuẩn, chính xác đến 0,1 mm.

Kích thước vết sứt, nhuộm màu, sai lệch nét khớp nối hoa văn được đo bằng thước cặp kim loại, chính xác đến 0,1 mm.

Độ đồng nhất màu sắc được xác định bằng cách so sánh với mẫu chuẩn khi khoảng cách giữa người quan sát và mẫu là 1,5 m.

### **8.3.5.3. Xác định độ mài mòn của gạch lát nền**

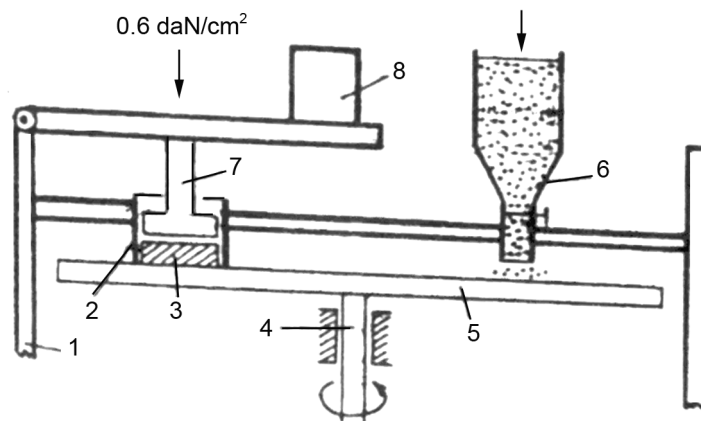
#### *a) Thiết bị và vật liệu thử*

- Thước cặp kim loại, chính xác đến 0,1 mm;
- Cân kỹ thuật, chính xác đến 0,1 g;
- Tủ sấy;

- Vật liệu mài (cát tiêu chuẩn theo TCVN 139:1991);
- Máy mài có cấu tạo và nguyên lý hoạt động theo sơ đồ trên hình 8.16.

*b) Chuẩn bị mẫu*

Mẫu mài được cưa ra từ 5 viên gạch, mỗi viên gạch chỉ cưa lấy một viên mẫu với kích thước là 50 mm x 50 mm hay 70 mm x 70 mm tùy theo khuôn giữ mẫu của máy. Mẫu mài được sấy khô ở (50 - 60) °C đến khối lượng không đổi, để nguội trong bình hút ẩm rồi đem ra thử.



**Hình 8.16** - Sơ đồ máy mài

1. Giá máy, 2. Khuôn giữ mẫu, 3. Mẫu mài, 4. Bộ phận truyền động, 5. Đĩa mài, 6. Phễu cát và van điều chỉnh, 7. Hệ thống đòn bẩy tỉ mẫu, 8. Đối trọng điều chỉnh lực ly tâm.

*c) Tiến hành thử*

Trước khi tiến hành mài, cân từng viên mẫu, chính xác đến 0,1 g và đo chiều dài các cạnh mẫu chính xác đến 0,1 mm rồi tính diện tích bề mặt của mẫu. Lắp viên mẫu vào khuôn và chất tải lên mẫu với lực nén 0,6 daN/cm<sup>2</sup>. Đổ 20 g cát mài vào phễu chứa cát, điều chỉnh van phễu cát, cho máy chạy với chiều dài mài là 30m sao cho khi máy dừng, cát trong phễu cũng rơi hết xuống đĩa mài. Quét lớp cát trên đĩa bỏ đi, đổ 20 g cát mài khác vào và lại cho máy chạy để mẫu bị mài 30 m nữa. Cứ như vậy, làm đủ 5 lần, tức là máy chạy để mẫu bị mài 150 m thì dừng máy, lấy mẫu ra và cân chính xác đến 0,1 g.

Sau đó đặt mẫu và khuôn nhưng xoay đi 90<sup>0</sup> quanh trục thẳng đứng rồi lại tiến hành mài như quy trình trên. Lấy mẫu ra, cân, lại đặt vào và xoay đi 90<sup>0</sup>, rồi lại mài tiếp. Cứ như vậy 4 lần (tương ứng với 600 m dài) thì kết thúc một viên mẫu thử.

*d) Tính kết quả*

Độ mài mòn mặt ( $M_m$ ), tính bằng g/cm<sup>2</sup>, theo công thức:

$$M_m = \frac{m_0 - m_1}{F}$$

Trong đó:

$m_0$  - khối lượng mẫu trước khi mài, g;

$m_1$  - khối lượng mẫu sau khi mài, g;

F - diện tích mặt mài của mẫu,  $\text{cm}^2$ .

Độ mài mòn của mẫu là trung bình cộng của kết quả 5 viên mẫu thử, chính xác đến 0,01  $\text{g/cm}^2$ .

#### **8.3.5.4. Xác định độ hút nước của gạch lát nền**

##### *a) Thiết bị thử*

- Tủ sấy;
- Cân kỹ thuật chính xác tới 1 g;
- Thùng hay bể để ngâm gạch.

##### *b) Chuẩn bị mẫu thử*

- Số lượng mẫu thử là 5 viên gạch nguyên, lấy theo quy định hiện hành về cách lấy mẫu gạch;

- Trước khi thử, các viên gạch được dùng bàn chải quét sạch và sấy khô đến khối lượng không đổi ở  $t^0 = (105 - 110) ^\circ\text{C}$ . Thời gian giữa 2 lần cân kế tiếp nhau không nhỏ hơn 3 h và chênh lệch khối lượng giữa 2 lần cân  $\leq 0,2 \%$  khối lượng viên mẫu. Mẫu thử được cân sau khi để nguội đến nhiệt độ trong phòng.

##### *c) Tiến hành thử*

- Độ hút nước của mẫu thử được xác định bằng 2 cách: Cho nước ngâm vào mẫu thử ở nhiệt độ bình thường hoặc đun sôi.

- Khi dùng phương pháp thử mẫu ở nhiệt độ bình thường, đặt mẫu đã sấy khô đến khối lượng không đổi vào thùng ngâm theo chiều thẳng đứng. Mức nước trong thùng cao hơn mẫu thử không ít hơn 20 mm. Mẫu được ngâm trong 48 h. Sau đó, lấy mẫu ra, dùng khăn ẩm lau qua mặt ngoài rồi cân từng mẫu một. Lượng nước chảy từ mẫu thử ra cũng cân và được tính vào lượng nước ngâm vào mẫu thử.

- Khi dùng phương pháp đun sôi, đặt mẫu đã sấy khô đến khối lượng không đổi vào thùng có lưới chắn. Mức nước trong thùng phải cao hơn mẫu thử không ít hơn 20 mm. Đun sôi trong 1 h, sau đó để nguội mẫu thử đến nhiệt độ trong phòng bằng cách cho nước lạnh chảy từ từ vào thùng trong vòng 1 h. Lấy mẫu ra khỏi thùng,



dùng khăn ẩm lau qua mặt ngoài rồi cân từng mẫu một. Lượng nước chảy từ mẫu thử ra cũng cân và được tính vào lượng nước ngấm vào mẫu thử.

*d) Tính kết quả*

Độ hút nước của mẫu thử ( $W_m$ ), tính bằng %, theo công thức:

$$W_m = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100$$

Trong đó:

$m_0$  - khối lượng mẫu thử đã sấy khô đến khối lượng không đổi, g;

$m_1$  - khối lượng mẫu thử đã ngấm nước, g.

Kết quả là trung bình cộng giá trị độ hút nước của 5 mẫu thử tính chính xác tới 1 %.

**8.3.5.5. Xác định độ chịu lực va đập xung kích**

*a) Dụng cụ thử*

- Viên bi sắt hình cầu có đường kính 30 mm, khối lượng (111 - 112) g;

- Thước ống dài 1000 mm, chính xác đến 1 mm.

*b) Tiến hành thử và tính kết quả*

Mẫu không om vỡ được để ẩm tự nhiên. Kẻ 2 đường chéo bằng bút chì để xác định trọng tâm mẫu. Đặt viên gạch lên lớp cát phẳng dày 80 mm. Thả viên bi sắt cho rơi tự do ở độ cao 125 mm xuống đúng trọng tâm của viên gạch. Nếu viên gạch chưa vỡ thì thả lại viên bi nhưng ở độ cao cao hơn lần trước 25 mm. Cứ như vậy tăng dần độ cao thả bi, mỗi lần thêm 25 mm cho tới khi viên gạch bị vỡ (om).

Độ chịu va đập xung kích được tính bằng số lần thả viên bi theo độ cao tăng dần cho đến khi viên gạch bị om vỡ. Độ chịu lực va đập xung kích của mẫu là trung bình cộng kết quả thử trên 5 viên gạch, tính bằng số lần thả bi.

**8.3.5.6. Xác định tải trọng uốn gãy toàn viên**

*a) Thiết bị thử*

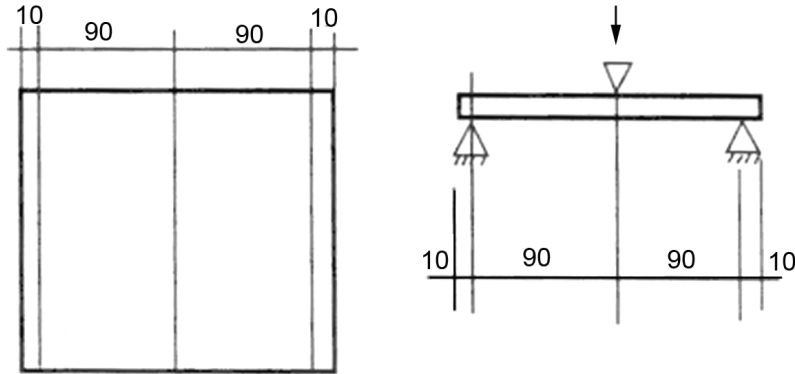
- Thước kim loại;

- Máy uốn 5 tấn (50 kN).

*b) Tiến hành thử và tính kết quả*

Mẫu thử không om vỡ, để ẩm tự nhiên. Kẻ 2 đường tim uốn song song với nhau và cách nhau 180 mm. Hai đường tim này cách đều hai mép 10 mm. Đặt

viên gạch lên 2 gối uốn của máy uốn, tỳ đúng vào khoảng giữa hai gối uốn theo sơ đồ (hình 8.17).



**Hình 8.17** - Sơ đồ thử uốn mẫu gạch lát nền

Tăng tải trọng với vận tốc 15 daN/s – 20 daN/s cho tới khi viên gạch bị gãy. Lực uốn gãy toàn viên gạch là trung bình cộng kết quả uốn gãy 5 viên gạch được tính bằng daN/viên.

#### **8.4. BIỂU MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM (xem trang 191)**

#### **8.5. NỘI DUNG ÔN TẬP**

##### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

**8.5.1.** Định nghĩa về vật liệu ốp lát. Phân nhóm các loại vật liệu ốp lát đang sử dụng hiện nay trong xây dựng.

**8.5.2.** Nêu các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của vật liệu ốp lát (định nghĩa, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

##### **B. PHẦN THỰC HÀNH**

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

*Chú ý:* Các chỉ tiêu chung cho các loại vật liệu ốp lát khác nhau (cường độ uốn, độ hút nước, độ mài mòn) đều có cùng nguyên lý thử nhưng cần có sự so sánh về các quy định riêng cho mỗi loại.

- Yêu cầu tính toán số liệu:

Tính toán theo công thức của tiêu chuẩn.

Tính toán độ chênh lệch, đánh giá độ chênh lệch giữa các mẫu trong tổ mẫu thí nghiệm theo hướng dẫn trong tiêu chuẩn để tính ra kết quả trung bình (nếu tiêu chuẩn thử quy định).

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

Số: \_\_\_\_\_

**KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM GẠCH GÓM ỐP LÁT**  
*Testing Results on Ceramic Tiles*

**1. THÔNG TIN DO KHÁCH HÀNG CUNG CẤP - Information supplied by the client**

Đơn vị đặt hàng	- Client
Chủ đầu tư	- Employer
Tư vấn giám sát	- Consultant
Nhà thầu chính	- Main contractor
Công trình	- Project
Ký hiệu mẫu	- Sample mark
Ngày lấy mẫu	- Sampling date

**2. KẾT QUẢ THỬ - Testing results**

Ngày nhận mẫu - Sample receiving date : 20/02/2014

Ngày thí nghiệm - Testing date : 20/02-25/02/2014

**2.1 Độ bền uốn - Flexural strength**

Phương pháp thử - Testing method: TCVN 6415-4:2005

Số TT No.	Kích thước mẫu Specimen size (mm)		K/c giữa hai thanh đỡ Span L (mm)	Tải trọng phá hoại Load at failure F (N)	Độ bền uốn Flexural strength $R_u = 3P.L/(2b.h^2)$ (N/mm <sup>2</sup> )	
	Chiều rộng Width - b	Chiều dày Thickness - h			Từng viên Each specimen	Trung bình Average
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

**2.2 Độ cứng bề mặt theo thang Mohs - Scratch surface hardness according to Mohs's scale**

Phương pháp thử - Testing method: TCVN 6415-18:2005

Số TT No.	Viên mẫu số No. specimen	Khoáng chuẩn dùng thí nghiệm Standard mineral used for testing		Kết quả Result	Độ cứng mẫu thử Hardness of specimen
		Tên khoáng Mineral name	Độ cứng Hardness		
1	Viên số 1				
2	Viên số 2				
3	Viên số 3				

**2.4 Độ hút nước - Water absorption**

Phương pháp thử - Testing method: TCVN 6415-3:2005

Số TT No.	Khối lượng mẫu Specimen weight (g)		Khối lượng nước bị hút Content of absorbed water $M_1 - M_0$ (g)	Độ hút nước Water absorption $(M_1 - M_0).100/M_0$ (%)	
	Đã sấy khô Dried, $M_0$	Bão hoà nước Saturated, $M_1$		Từng viên Each spec.	Trung bình Average
1					
2					
3					
4					
5					

Ghi chú - Remark : - Mẫu thử do khách hàng mang đến/ Sample was sent to laboratory by the client .

Hà Nội, ngày .... tháng .... năm .....

GIÁM SÁT THÍ NGHIỆM  
Witnessed by

NGƯỜI THÍ NGHIỆM  
Tested by

CĐT : .....  
Employer  
TVGS : .....  
Consultant

## Chương 9

# PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU LỢP

### 9.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ VẬT LIỆU LỢP

#### 9.1.1. Định nghĩa

Vật liệu lọc là sản phẩm dạng tấm phẳng hoặc lượn sóng có tính chất ngăn nước xuyên qua, ngăn ngấm nước, sử dụng để lọc, bao che, ngăn cách cho công trình.

Trong chương trình đào tạo, không tìm hiểu về vật liệu lọc kim loại và nhựa (plastic).

#### 9.1.2. Nguồn gốc và công nghệ chế tạo

Theo đặc tính sử dụng, vật liệu lọc trong giáo trình này đề cập gồm hai nhóm chính:

- Nhóm vật liệu lọc dạng tấm phẳng: Ngói các loại. Trong chương trình giới hạn tìm hiểu về các loại ngói phẳng thông dụng dưới đây:

+ Ngói đất sét nung: Sản xuất bằng cách chế tạo phối liệu chủ yếu là đất sét nhào trộn, ủ kỹ, sau đó tạo hình bằng phương pháp ép, qua quá trình sấy nung, phối liệu kết khối thành vật liệu gốm. Ngói đất sét có thể được phủ men hoặc không phủ men.

+ Ngói xi măng cát: Được sản xuất từ hỗn hợp vữa xi măng cát nhào trộn kỹ, đổ khuôn và rung ép tạo hình, sau đó được dưỡng hộ để hỗn hợp đóng rắn dần theo thời gian. Ngói xi măng cát có thể không tạo màu, nhưng cũng có thể được sơn phủ bằng sơn chống thấm, sơn tạo màu hoặc một số loại sơn tạo nên các tính làm việc theo yêu cầu.

- Nhóm vật liệu lọc dạng tấm có lượn sóng: Hiện nay tấm lọc dạng sóng (ngoài vật liệu kim loại, nhựa) có thể được sản xuất từ rất nhiều dạng hỗn hợp vật liệu khác nhau như: tấm lọc amiăng xi măng, tấm lọc manhêgi cốt sợi thủy tinh, tấm lọc bitum dạng sóng ... Các hỗn hợp này được định lượng, nhào trộn và tạo hình trên khuôn ép có hình dạng định sẵn. Tùy theo tính chất vật liệu thành phần, sản phẩm được bảo dưỡng tiếp theo hoặc không cần bảo dưỡng. Trong chương trình đào tạo này chỉ giới hạn tìm hiểu về 1 sản phẩm đặc trưng là tấm sóng amiăng xi măng.

### **9.1.3. Phân loại**

#### **9.1.3.1. Ngói đất sét nung**

Theo hình dáng kích thước, ngói đất sét nung có hai loại chính:

- Ngói lợp;
- Ngói úp nóc.

#### **9.1.3.2. Ngói tráng men**

Ngói tráng men chủ yếu được phân loại theo hình dạng gồm:

- Ngói phẳng (28 viên và 20 viên/1m<sup>2</sup>);
- Ngói mũi hài;
- Ngói vẩy cá;
- Ngói mắt rồng;
- Ngói con sò;
- Ngói úp nóc;
- Ngói chữ S có diềm.

#### **9.1.3.3. Ngói xi măng cát**

Theo hình dáng kích thước, ngói xi măng cát có hai loại chính:

- Ngói lợp;
- Ngói úp nóc.

#### **9.1.3.4. Tấm sóng amiăng xi măng**

Tấm sóng amiăng xi măng chủ yếu phân làm hai loại:

- Loại sóng trung bình;
- Loại sóng lớn.

### **9.1.4. Các tính chất cơ lý cơ bản của vật liệu lợp**

#### **9.1.4.1. Các tính chất cơ bản của ngói**

##### *a) Hình dáng, kích thước và khuyết tật*

Ngói được sản xuất phải đảm bảo các kích thước đủ và kích thước hữu ích.

Kích thước đủ là kích thước bao ngoài của sản phẩm.

Kích thước hữu ích là kích thước phần làm việc không tính diện tích chõm lên nhau giữa các viên ngói khi lợp.

Các kích thước này có yêu cầu riêng về sai số cho phép. Kích thước của vật liệu ốp lát được đo đạc bằng dụng cụ đo chiều dài thích hợp quy định riêng trong từng tiêu chuẩn.

Các khuyết tật của ngói gồm: độ cong vênh bề mặt, vết sứt, vết nứt, vết nở vôi. Với ngói tráng men có thêm các yêu cầu về khuyết tật men: vết nứt, rạn men, bọt men, trầy xước men, thiếu men.

#### *b) Khả năng chịu uốn*

Khả năng chịu uốn của ngói là chỉ tiêu đánh giá khả năng chịu lực của ngói khi làm việc.

Khả năng chịu uốn của ngói được xác định bằng cách uốn gãy mẫu trên máy uốn. Khả năng chịu uốn có thể tính bằng lực uốn gãy toàn viên (đơn vị đo là daN) hoặc lực uốn gãy theo chiều rộng viên ngói (đơn vị đo là N/cm).

#### *c) Độ hút nước*

Chỉ tiêu này đánh giá khả năng hút nước của ngói, qua đó đánh giá khả năng chống ngấm nước trong quá trình sử dụng.

Nguyên tắc xác định: sấy khô mẫu sau đó ngâm đến bão hòa nước, xác định khối lượng ở 2 trạng thái. Tính toán xác định độ hút nước.

#### *d) Thời gian xuyên nước*

Trong quá trình sử dụng, ngói phải có khả năng chống nước xuyên qua. Thời gian xuyên nước là thời gian giọt nước xuất hiện mặt dưới của mẫu.

Khi thí nghiệm, ngói được đặt hệ thống chứa nước trên bề mặt. Theo thời gian, theo dõi sự xuyên nước xuống bề mặt bên dưới của ngói.

#### *e) Khối lượng 1 m<sup>2</sup> ngói ở trạng thái bão hòa nước*

Khối lượng 1m<sup>2</sup> ngói ở trạng thái bão hòa nước cần được xác định để tính toán tải trọng đỡ mái.

Khối lượng 1m<sup>2</sup> ngói ở trạng thái bão hòa nước được xác định bằng cách cân mẫu và đo đạc diện tích hữu ích của viên ngói, sau đó tính toán xác định kết quả thí nghiệm.

#### *f) Các chỉ tiêu khác*

Các chỉ tiêu khác như: độ bền rạn men, độ bền hóa của men (độ chịu axit), độ bền băng giá là các chỉ tiêu chuyên sâu, không giới thiệu trong chương trình đào tạo thí nghiệm tính chất cơ lý này.

#### **9.1.4.2. Các tính chất cơ bản của tấm lợp amiăng xi măng**

##### *a) Hình dáng, kích thước và khuyết tật*

Các kích thước cơ bản của tấm lợp amiăng xi măng gồm: Chiều dài, chiều rộng, chiều dày, chiều cao sóng, bước sóng, chiều cao sóng đầu cạnh, chiều cao sóng cuối cạnh. Các kích thước này được đo đạc bằng dụng cụ đo phù hợp. Các kích thước này cũng phải thỏa mãn yêu cầu về sai lệch kích thước.

Khuyết tật cần khống chế của tấm sóng gồm: độ nhẵn bề mặt, vết nứt, sứt, vết sẹo lồi lõm, độ thẳng góc.

##### *b) Tải trọng uốn gãy*

Tải trọng uốn gãy là chỉ tiêu đánh giá khả năng chịu lực của tấm sóng khi làm việc.

Tải trọng uốn gãy của tấm sóng được xác định bằng cách uốn gãy mẫu trên máy uốn. Xác định lực uốn gãy và chia cho chiều rộng của tấm để tính tải trọng uốn gãy (tính bằng N/cm).

##### *c) Thời gian xuyên nước: tương tự mục 9.1.4.1.d)*

##### *d) Khối lượng thể tích*

Chỉ tiêu khối lượng thể tích được khống chế để tính toán hệ đỡ phù hợp.

Chỉ tiêu này được xác định theo nguyên tắc thông thường cho các loại VLXD (xem bài giới thiệu về tính chất cơ lý cơ bản của VLXD).

## **9.2. CÁC MỨC QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI CÁC TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU LỢP**

### **9.2.1. Yêu cầu kỹ thuật của ngói**

Các yêu cầu đối với ngói đất sét nung được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 1452:2004.

Các yêu cầu đối với ngói xi măng cát được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 1453:1986.

Các yêu cầu đối với ngói tráng men được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 7195:2002.

Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 9.1, 9.2.

**Bảng 9.1 - Yêu cầu về sai lệch kích thước và khuyết tật**

STT	Tên chỉ tiêu	Giá trị quy định		
		Ngói đất sét nung	Ngói xi măng cát	Ngói tráng men
1	Sai lệch kích thước			
	- Chiều dài	$\leq (\pm 2 \%)$	$\leq (\pm 5 \text{ và } \pm 3 \text{ mm})(1)$	$\leq (\pm 2 \%)$
	- Chiều rộng	$\leq (\pm 2 \%)$	$\leq (\pm 3 \text{ mm})$	$\leq (\pm 2 \%)$
	- Chiều dày	--	$\leq (\pm 2 \text{ mm})$	$\leq (\pm 10 \%)$
2	Độ cong vênh bề mặt và cạnh viên ngói	$\leq (\pm 2 \%)$	Bề mặt phải nhẵn, mép thẳng	
3	Độ vuông bề mặt	$\leq (\pm 2 \%)$	Mức 1: $\leq 2\text{mm}$	Mức 2: $\leq 3\text{mm}$
4	Các vết vỡ, dập gờ và máu - có kích thước $> 1/3$ chiều cao gờ, máu - có kích thước $< 1/3$ chiều cao gờ, máu	Không cho phép 1 vết	Mức 1:	Mức 2:
			$\leq 8$ vết (2)	$\leq 12$ vết (2)
5	Các vết nứt có chiều dài $< 20\text{mm}$ :	Không cho phép $\leq 1$ vết	Không được nứt	
	- Chiều sâu $> 3 \text{ mm}$ - Chiều sâu $< 3 \text{ mm}$		--	
6	Vết nở vôi trên bề mặt	Không có	--	--
7	Nứt, rạn nhỏ mặt men	--	--	Không có
8	Vết cộm mặt men, đ.kính 2 mm	--	--	$\leq 2$ vết
9	Vết trầy xước trên mặt men	--	--	Không có
10	Thiếu men	--	--	Không có
11	Bọt men đường kính 1mm	--	--	$\leq 2$ vết

**GHI CHÚ:**

(1) Giá trị  $\pm 5 \text{ mm}$  áp dụng cho kích thước đủ; Giá trị  $\pm 3 \text{ mm}$  áp dụng cho kích thước hữu ích của ngói.

(2) Vết nứt, vỡ có chiều cao  $< 1/4$  chiều cao gờ, máu.



**Bảng 9.2 - Yêu cầu về tính chất cơ lý**

STT	Tên chỉ tiêu	Giá trị quy định				
		Ngói đất sét nung	Ngói xi măng cát		Ngói tráng men	
			Ngói lợp	Ngói úp	Ngói lợp	Ngói úp
1	Độ hút nước, %	≤ 14	--		≤ 12	≤ 12
2	Khối lượng thể tích, g/cm <sup>3</sup>	--	--			
3	Khối lượng 1m <sup>2</sup> ngói bão hòa nước, kg	≤ 55	≤ 50	≤ 8	≤ 55	--
4	Tải trọng uốn gãy	≥ 35N/cm	≥ 450daN/ viên		≥ 35N/cm	--
5	Thời gian xuyên nước, giờ	≥ 2	≥ 2		--	--

**9.2.2. Yêu cầu kỹ thuật của tấm sóng amiăng xi măng**

Các yêu cầu đối với tấm sóng amiăng được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 1452:2000.

**Bảng 9.3 - Yêu cầu về sai lệch kích thước và khuyết tật**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định
1	Sai lệch kích thước (mm)		
	- Chiều dài (L)	mm	± 10
	- Chiều rộng (b)	mm	+ 10 và - 5
	- Chiều dày (s)	mm	+ 0,5 và - 0,3
	- Chiều cao sóng (h)	mm	± 2
	- Bước sóng (a)	mm	± 2
	- Chiều cao sóng đầu cạnh (hd)	mm	--
	- Chiều cao sóng cuối cạnh (hc)	mm	--
2	Vết sẹo lồi lõm không ảnh hưởng đến chất lượng tấm sóng	vết	≤ 2
3	Sai lệch độ thẳng góc	mm	≤ 10
4	Bề mặt		Nhẵn phẳng, màu sắc đồng đều (tấm sóng có sơn phủ)
5	Các vết nứt, sứt	--	Không có

**Bảng 9.4 - Yêu cầu về tính chất cơ lý**

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị đo	Giá trị quy định
1	Thời gian xuyên nước (khô hoặc có vết ẩm nhưng không hình thành giọt nước phía dưới mặt tấm sóng)	giờ	$\geq 24$
4	Tải trọng uốn gãy	N/m	$\geq 3500$
3	Khối lượng thể tích	g/cm <sup>3</sup>	$\geq 1,5$

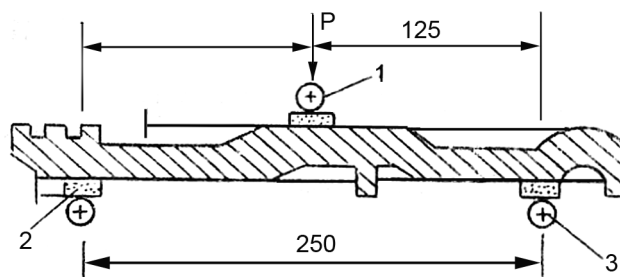
### 9.3. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU LỢP

#### 9.3.1. Các phương pháp thử ngói (theo TCVN 4313:1995)

##### 9.3.1.1. Xác định tải trọng uốn gãy của ngói

###### a) Thiết bị thử

Thiết bị thử uốn gãy (có sơ đồ như hình 9.1) có đồng hồ đo lực chính xác đến 1 N và có bộ phận uốn mẫu.



**Hình 9.1 - Sơ đồ thiết bị uốn gãy**

1. Gối truyền tải trọng P; 2. Vữa xi măng; 3. Gối đỡ.

Bộ phận này gồm hai gối đỡ (3) ở dưới và một bộ phận truyền tải trọng (1) ở trên. Các gối được làm bằng thép hình trụ có  $\Phi$  (20 - 30) mm. Khoảng cách giữa 2 gối đỡ bằng 250mm (bằng khoảng cách giữa 2 li tô mái mà viên ngói sẽ tì lên).

###### b) Chuẩn bị mẫu thử

Dùng xi măng (TCVN 2682:2009 hoặc TCVN 6260:2009) chế tạo hồ xi măng để làm phẳng hai đầu và giữa viên ngói (phần gối đỡ và truyền tải trọng) bằng dải hồ xi măng có chiều rộng 20 mm, chiều dày không quá 3 mm. Sau 12 h để ngoài không khí cho xi măng đông kết, ngâm mẫu thử vào nước sạch ở nhiệt độ phòng thí nghiệm. Mẫu được đặt nghiêng trong thùng nước, mực nước phải cao hơn mẫu thử không ít hơn 20 mm. Thời gian ngâm (24 - 26) h. Sau đó vớt ra và đem thử ngay.

*c) Tiến hành thử*

Đặt mẫu thử ngay ngắn trên hai gối đỡ của thiết bị uốn theo sơ đồ hình 9.1. Tốc độ tăng tải trọng phải đều và bằng 50 N/s cho tới khi mẫu thử bị gãy.

*d) Tính toán kết quả*

Tải trọng uốn gãy ( $R_u$ ), tính bằng N/cm, theo công thức:

$$R_u = \frac{P}{b}$$

Trong đó:

P - lực uốn gãy, N;

b - chiều rộng của mẫu thử, cm.

Kết quả là giá trị tải trọng uốn gãy trung bình cộng của 5 viên mẫu chính xác tới 1 N/cm.

**9.3.1.2. Xác định độ hút nước của ngói**

*a) Thiết bị thử*

- Tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ;
- Cân kỹ thuật có độ chính xác đến 0,1g;
- Thùng ngâm mẫu.

*b) Tiến hành thử*

Sấy mẫu đến khối lượng không đổi ở  $t^0 = (105-110) ^\circ\text{C}$ . Để nguội đến nhiệt độ phòng, cân mẫu khô ( $m_0$ ). Ngâm mẫu đã cân đến bão hoà nước. Vớt mẫu ra, lau nước đọng trên mặt mẫu bằng vải ẩm rồi cân mẫu bão hoà nước ( $m_1$ ). Thời gian từ khi vớt mẫu ra cho tới khi cân không được quá 3 phút.

*c) Tính kết quả*

Độ hút nước ( $W_m$ ), tính bằng %, theo công thức:

$$W_m = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100$$

Trong đó:

$m_0$  - khối lượng mẫu khô, g;

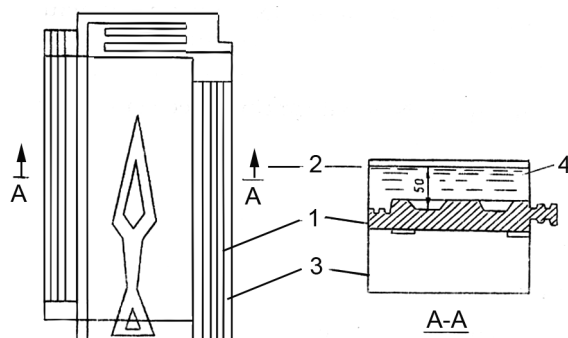
$m_1$  - khối lượng mẫu bão hoà nước, g.

Kết quả là giá trị độ hút nước trung bình cộng của 5 viên mẫu thử chính xác tới 0,1 %.

### 9.3.1.3. Xác định thời gian xuyên nước của ngói

#### a) Dụng cụ thử

Khung bằng kim loại (có sơ đồ như hình 9.2) để chắn nước có diện tích bề mặt tương đương với diện tích hữu ích của viên ngói.



Hình 9.2 - Sơ đồ lắp ghép khung lên viên ngói

#### b) Tiến hành thử

Gắn khung (2) lên bề mặt trên viên ngói. Dùng nhựa đường hoặc keo dính gắn kín sao cho nước không rò rỉ ra ngoài. Đặt ngay mẫu thử đã được gắn khung lên thành đỡ (3) bằng vật liệu kém hút nước có chiều cao bằng 100 mm. Mẫu thử phải được đặt ở nơi không có gió và khô ráo.

Đổ nước vào khung và giữ sao cho mực nước tính từ điểm sâu nhất của mặt viên ngói đến mặt nước là 50 mm.

#### c) Tính kết quả

Sau 2 h quan sát, nếu nước thấm xuống mà không tạo thành giọt nước ở mặt dưới của cả 5 viên ngói thì lô ngói đạt yêu cầu về thời gian xuyên nước.

### 9.3.1.4. Xác định khối lượng 1m<sup>2</sup> ngói bảo hoà nước

- Tiến hành đo chiều dài (L) và chiều rộng (b) hữu ích của mẫu.
- Xác định khối lượng mẫu bảo hoà nước (đã chỉ dẫn ở trên).
- Khối lượng 1 m<sup>2</sup> ngói bảo hoà nước (M), tính bằng kg/m<sup>2</sup>, theo công thức:

$$M = \frac{m_1}{L.B}$$

Trong đó:

$m_1$  - khối lượng mẫu bảo hoà nước, kg;

L và B - chiều dài và chiều rộng hữu ích của viên ngói, m.

Kết quả là giá trị trung bình cộng của 5 viên, tính chính xác tới 0,1 kg/m<sup>2</sup>.

### 9.3.2. Các phương pháp thử tấm sóng amiăng xi măng (theoTCVN 4435:2000)

#### 9.3.2.1. Phương pháp lấy mẫu

- Mẫu thử được lấy theo từng lô sản phẩm, ở các vị trí khác nhau sao cho đại diện cho lô sản phẩm đó. Lô là số lượng tấm sóng có cùng hình dáng, kích thước, màu sắc, được sản xuất trên cùng dàn máy, cùng ca sản xuất. Tùy theo công suất và cỡ lô, số lượng mẫu thử được quy định trong bảng 9.5.

Mẫu lấy ra được kiểm tra toàn bộ về ngoại quan và kích thước, sau đó lấy 3 tấm để kiểm tra các chỉ tiêu cơ lý.

**Bảng 9.5 - Số lượng mẫu thử theo cỡ lô**

Cỡ lô (tấm)	Số mẫu (tấm)
Đến 300	3
301-600	5
601-1.200	7
1.201-2.000	10
2.001-3.600	2
> 3.600	15

#### 3.2.2. Kiểm tra ngoại quan và kích thước.

##### a) Dụng cụ đo

- Mặt phẳng chuẩn có kích thước bằng hoặc lớn hơn tấm sóng;
- Thước dẹt, êke có độ chính xác 1 mm;
- Thước kẹp, độ chính xác 0,1 mm;
- Khung đo độ thẳng góc hình chữ nhật, chiều dài 1.200 mm, chiều rộng bằng chiều rộng tấm sóng và có cạnh có hình lượn sóng tương ứng các sóng của tấm;

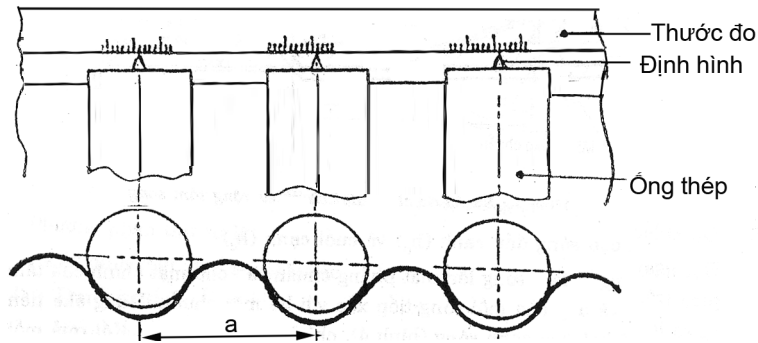
Ống thép có chiều dài 200 mm, đường kính bằng 2 lần bán kính phần lõm sóng ở mặt chính tấm sóng (sơ đồ đo hình 9.3), một đầu ống có gắn hình nón mà đỉnh của nó nằm đúng trên trục ống.

##### b) Kiểm tra, đánh giá bằng mắt thường

Các khuyết tật ngoại quan như vết nứt, sẹo, lồi lõm,... trên bề mặt sản phẩm và ghi vào biên bản.

c) *Đo bước sóng (a)*

Đặt các ống thép lên phần lồi của sóng tại một đầu tấm sóng, sao cho đỉnh hình nón của tấm thép nhô đầu ra ngoài tấm sóng (sơ đồ đo ở hình 9.3). Dùng thước kẹp đo khoảng cách giữa 2 đỉnh nón liên tiếp, chính xác đến 1 mm.

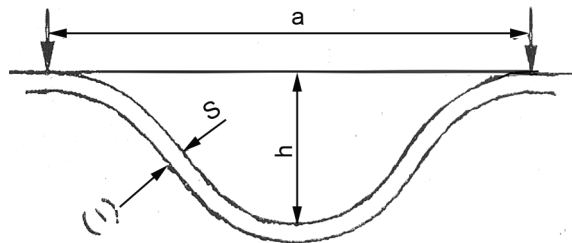


Hình 9.3 - Sơ đồ đo bước sóng

d) *Đo chiều cao sóng (h)*

Đặt cạnh của thước dẹt lên các sóng và vuông góc với chiều dài tấm (sơ đồ đo ở hình 9.4). Dùng êke đo khoảng cách từ điểm sâu nhất của sóng tới mặt dưới của thước dẹt, chính xác tới 1mm. Khoảng cách lớn nhất đo được chính là chiều cao sóng.

Mỗi mẫu thử đo chiều cao sóng (h) ở 3 sóng hoàn chỉnh khác nhau. Kết quả là trung bình cộng của 3 lần đo.



Hình 9.4 - Sơ đồ chiều cao và chiều dày sóng

e) *Đo chiều dày sóng (s)*

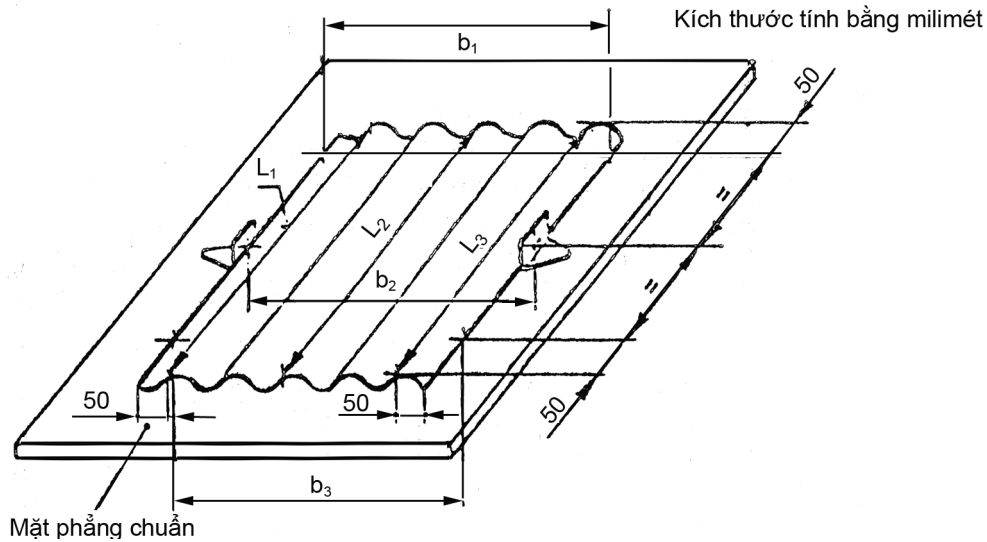
Phép đo được tiến hành tại một đầu tấm sóng. Dùng thước kẹp đo 2 điểm chuyển tiếp (1) của mỗi tấm sóng (sơ đồ đo ở hình 9.4). Tiến hành đo trên 3 sóng hoàn chỉnh. Kết quả là trung bình cộng của 6 lần đo, chính xác đến 0,1 mm.

f) *Đo chiều dài (L) và chiều rộng (b) của tấm sóng*

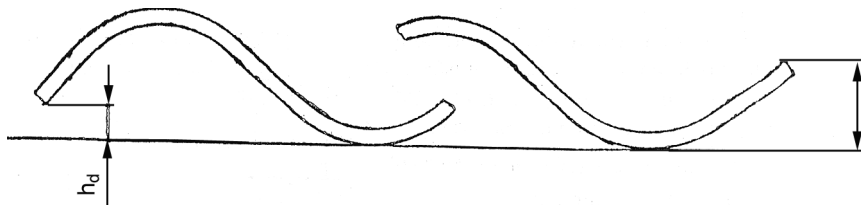
Đặt ngay ngắn tấm sóng lên mặt phẳng chuẩn. Mỗi phép đo chiều dài và chiều rộng tiến hành ở 3 vị trí: giữa tấm, cách mép tấm khoảng 50 mm (sơ đồ đo ở hình 9.5), chính xác đến 1 mm. Kết quả là trung bình cộng của 3 lần đo.

*g) Đo chiều cao sóng đầu cạnh ( $h_d$ ) và cuối cạnh ( $h_c$ )*

Đặt ngay ngắn tấm sóng lên mặt phẳng chuẩn sao cho mặt chính của tấm sóng lên phía trên và đáy của mỗi sóng tiếp xúc với bề mặt chuẩn. Dùng êke tiến hành đo  $h_d$  và  $h_c$  ở 2 đầu cạnh sóng (sơ đồ đo ở hình 9.6) chính xác đến 1mm. Kết quả mỗi phép đo là giá trị trung bình cộng của ít nhất 3 giá trị đo bất kỳ trên mỗi cạnh sóng.



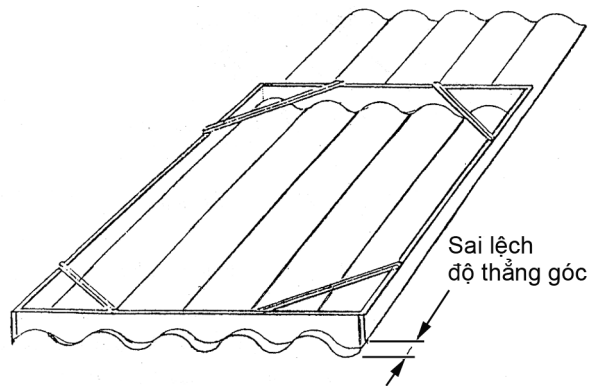
**Hình 9.5** - Sơ đồ đo chiều dài và chiều rộng tấm sóng.



**Hình 9.6** - Sơ đồ đo chiều cao cạnh sóng

*h) Đo độ thẳng góc*

Áp khung hình chữ nhật lên trên tấm sóng sao cho 2 cạnh của khung song song với cạnh dài tấm sóng, đỉnh góc vuông của khung trùng với một góc của tấm sóng (sơ đồ đo ở hình 9.7). Sau đó dùng êke đo khoảng cách từ đầu góc còn lại đến cạnh khung, chính xác đến 1 mm. Tiến hành đo 2 lần ở 2 đầu tấm sóng.



**Hình 9.7** - Sơ đồ đo độ thẳng góc.

### 9.3.2.3. Xác định thời gian xuyên nước của tấm sóng

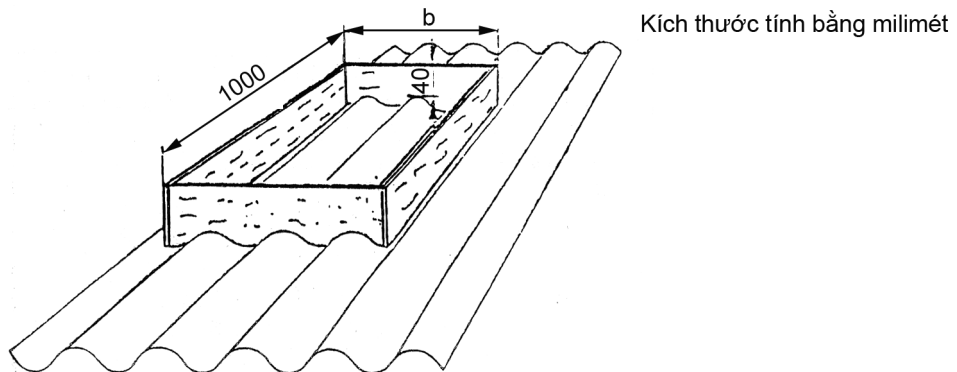
#### a) Dụng cụ thử

Khung bằng gỗ không thấm nước hoặc bằng tôn kích thước mô tả trên hình 9.8, chiều rộng khung (b) có kích thước 531 mm (chiều rộng của 3 sóng hoàn chỉnh - loại sóng lớn) hoặc 750 mm (chiều rộng của 5 sóng hoàn chỉnh - loại sóng trung bình).

#### b) Tiến hành thử

Phép thử được tiến hành với tấm sóng nguyên đã được bảo dưỡng 28 ngày đêm, áp sát khung tương ứng với mỗi loại sóng lên mặt chính tấm sóng và dùng keo gắn (paraphin, đất sét...) gắn kín khung với tấm thử.

Đổ nước vào khung ngập 20 mm so với đỉnh sóng và ổn định mức nước trên trong suốt quá trình thử. Sau 24 giờ kiểm tra mặt dưới của tấm sóng để xác định mức độ phù hợp Điều 2.2. của TCVN 4434:2000.

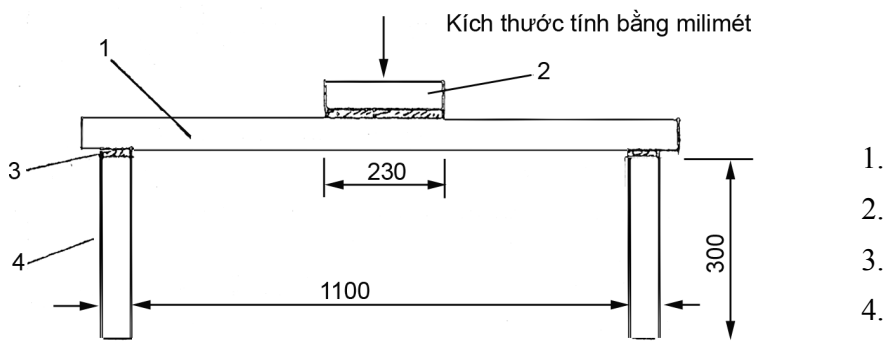


Hình 9.8 - Sơ đồ thử độ xuyên nước

### 9.3.2.4. Xác định tải trọng uốn gãy mẫu

#### a) Thiết bị thử

Thiết bị có nguyên lý như mô tả trên hình 9.9.



Hình 9.9 - Sơ đồ thử tải trọng uốn gãy mẫu



*b) Chuẩn bị mẫu thử*

Mẫu thử uốn là 3 tấm sóng nguyên đã được bảo dưỡng không ít hơn 28 ngày (kể từ ngày sản xuất). Trước khi thử, mẫu thử được ngâm ngập trong nước ở nhiệt độ môi trường xung quanh trong  $(24 \pm 2)$  h, sau khi ngâm dùng vải ẩm lau khô mặt mẫu và tiến hành thử ngay.

*c) Tiến hành thử*

Mẫu thử được đặt trên 2 gối đỡ cố định. Các gối đỡ phải cứng, phẳng, chiều rộng mỗi gối đỡ là 50mm, chiều cao  $\geq 300$  mm, chiều dài không nhỏ hơn chiều rộng tấm sóng. Hai gối đỡ được đặt song song trên một mặt phẳng cứng. Khoảng cách giữa 2 gối đỡ là 1100 mm. Đặt mẫu thử lên 2 gối đỡ sao cho các sóng vuông góc với chiều dài gối đỡ. Tấm sóng được chắt tải lên trên thanh ti uốn ở khoảng giữa và song song với các gối đỡ. Thanh ti uốn phải cứng, phẳng, rộng 230 mm và chiều dài bằng chiều rộng tấm sóng. Giữa các gối đỡ với mẫu cũng như giữa mẫu với thanh ti uốn có lót các mảnh dạ mềm hoặc cao su dày 10 mm, chiều rộng bằng chiều rộng gối đỡ hoặc thanh ti uốn.

Sau khi mẫu đã được đặt đúng vị trí như trên, tiến hành chắt tải với tải trọng tăng dần đều sao cho sau (25 - 40) s mẫu bị gãy hoặc tăng tải trọng với tốc độ  $(100 \pm 20)$  N/s cho đến khi mẫu gãy.

*d) Tính toán kết quả*

Tải trọng uốn gãy ( $R_u$ ), tính bằng N/m, theo công thức:

$$R_u = \frac{P}{b}$$

Trong đó:

P - Lực uốn gãy mẫu, N;

b - Chiều rộng mẫu, m

Kết quả phép thử là trung bình cộng kết quả của 3 mẫu thử.

Khi một mẫu thử có giá trị sai lệch quá 15 % giá trị trung bình, kết quả là trung bình cộng của kết quả của 2 mẫu còn lại. Nếu có 2 mẫu thử có kết quả như trên, phải tiến hành thử lại.

**9.3.2.5. Xác định khối lượng thể tích**

*a) Thiết bị và dụng cụ*

- Tủ sấy không chế được nhiệt độ;
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0,01 g;
- Cân thủy tĩnh có độ chính xác 0,01 g.

*b) Chuẩn bị mẫu thử*

Mẫu thử được cắt từ tấm sóng và có kích thước 40 mm x 60 mm.

*c) Tiến hành thử*

Sấy khô mẫu trong tủ sấy ở nhiệt độ  $t^{\circ} = (100 - 105)^{\circ}\text{C}$  đến khối lượng không đổi rồi đem cân ( $m_0$ );

Ngâm mẫu đã sấy khô vào nước (khoảng 24 h) đến bão hoà, khi ngâm, nước phải ngập mẫu không ít hơn 20 mm;

Vớt mẫu ra, dùng vải ẩm lau mẫu rồi đem cân trong không khí ( $m_1$ );

Cân mẫu đã bão hoà bằng cân thuỷ tĩnh, thao tác theo trình tự: bỏ mẫu vào cốc lưới đồng rồi nhúng cốc chứa mẫu vào bình nước để cân ( $m_2$ ). Trước khi cân, phải điều chỉnh thăng bằng cân thuỷ tĩnh khi có cốc lưới đồng trong nước.

*d) Tính kết quả*

Khối lượng thể tích tấm sóng ( $\gamma_0$ ), tính bằng  $\text{g/cm}^3$ , theo công thức:

$$\gamma_0 = \frac{m_0}{m_1 - m_2} \cdot \gamma_n$$

Trong đó:

$m_0$  - Khối lượng mẫu sau khi sấy khô đến khối lượng không đổi, g;

$m_1$  - Khối lượng mẫu bão hoà nước, cân trong không khí, g;

$m_2$  - Khối lượng mẫu bão hoà nước, cân bằng cân thuỷ tĩnh, g;

$\gamma_n$  - Khối lượng riêng của nước, lấy bằng  $1\text{g/cm}^3$ .

Kết quả là trung bình cộng của 3 mẫu thử.

#### **9.4. BIỂU MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM (xem trang 208)**

#### **9.5. NỘI DUNG ÔN TẬP**

##### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

**9.5.1.** Định nghĩa về vật liệu lợp. Phân nhóm các loại vật liệu lợp đang sử dụng hiện nay trong xây dựng.

**9.5.2.** Nêu các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của vật liệu lợp (định nghĩa, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

##### **B. PHẦN THỰC HÀNH**

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

*Chú ý:* Các chỉ tiêu chung cho các loại vật liệu lợp khác nhau (cường độ uốn, độ xuyên nước, khối lượng 1 m<sup>2</sup> lợp) đều có cùng nguyên lý thử nhưng cần có sự so sánh về các quy định riêng cho mỗi loại.

- Yêu cầu tính toán số liệu:

Tính toán theo công thức của tiêu chuẩn.

Tính toán độ chênh lệch, đánh giá độ chênh lệch giữa các mẫu trong tổ mẫu thí nghiệm theo hướng dẫn trong tiêu chuẩn để tính ra kết quả trung bình (nếu tiêu chuẩn thử quy định).

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

Số: \_\_\_\_\_

## KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM TẤM SÓNG

### Testing Results on Corrugated Sheet

#### 1. Thông tin do khách hàng cung cấp - Information supplied by client

Đơn vị đặt hàng - Client
Công trình - Project
Ký hiệu mẫu - Sample mark
Ngày lấy mẫu - Sampling date

#### 2. Kết quả thử - Testing results

Phương pháp thử - Testing method : TCVN 4435:2000

Ngày nhận mẫu - Sample receiving date : 27/02/2013

Ngày thí nghiệm - Testing date : 27/02-13/03/2013

##### 2.1 Tải trọng uốn gãy - Bending load at failure

STT No	Mẫu thử số Spec. number	Lực uốn gãy Bending load at failure P (N)	Chiều rộng mẫu Width b (m)	Tải trọng uốn gãy Bending load at failure $R_u = P/b$ (N/m)	
				Từng viên Each spec.	Trung bình Average
1					
2					
3					

##### 2.2 Thời gian xuyên nước - Water penetration time

STT No	Kích thước khung chứa nước Size of frame holding water (mm)		Thời gian xuyên nước Water penetration time
	Chiều dài - Length	Chiều rộng - Width	
1			

Ghi chú : Mẫu thử do khách hàng mang đến.

Hà Nội, ngày ... tháng ... năm .....

GIÁM SÁT THÍ NGHIỆM  
Witnessed by

CĐT : .....  
Employer : .....  
TVGS : .....  
Consultant : .....  
Nhà thầu : .....  
Contractor

NGƯỜI THÍ NGHIỆM  
Tested by

## **Chương 10**

# **PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GẠCH BLOCK BÊ TÔNG**

### **10.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ GẠCH BLOCK BÊ TÔNG**

#### **10.1.1. Định nghĩa**

Gạch block bê tông là viên xây bằng bê tông sản xuất từ hỗn hợp bê tông hạt nhỏ. Gạch Block bê tông được sử dụng để xây các kết cấu chịu lực, bao che, ngăn cách hoặc trang trí.

#### **10.1.2. Nguồn gốc và công nghệ chế tạo**

Nguyên liệu sản xuất gạch Block bê tông gồm chất kết dính, cốt liệu hạt nhỏ (chủ yếu hiện nay dùng đá nghiền hạt nhỏ), chất độn, phụ gia (nếu có).

Các nguyên liệu này được nhào trộn trong máy trộn tạo thành hỗn hợp bê tông khô (không có độ sụt).

Hỗn hợp bê tông khô được định lượng vào các khuôn, đưa lên máy ép tạo thủy lực để tạo hình. Cường độ và các tính chất của viên xây block bê tông phát triển dần theo thời gian lưu mẫu cho đến khi đưa sản phẩm đi sử dụng.

#### **10.1.3. Phân loại**

Theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành, gạch Block bê tông được phân loại theo các tiêu chí sau:

- Theo kích thước gồm các loại:
  - + Gạch tiêu chuẩn (TC): có kích thước cơ bản quy định trong tiêu chuẩn;
  - + Gạch dị hình (DH): có kích thước khác kích thước cơ bản, dùng để hoàn chỉnh một khối xây (gạch xây góc, gạch nửa v.v...).
- Theo mục đích sử dụng:
  - + Gạch thường (T): bề mặt có màu sắc tự nhiên của bê tông;
  - + Gạch trang trí (TT): có thêm lớp nhẵn bóng hoặc nhám sùi với màu sắc trang trí khác nhau.

- Theo cường độ nén: Gạch block bê tông phân ra các loại sau: M3,5; M5,0; M7,5; M10; M15; M20.

#### **10.1.4. Các tính chất cơ bản của gạch block bê tông**

##### **10.1.4.1. Hình dáng, kích thước và khuyết tật**

Gạch block bê tông có thể một số hình dạng kích thước khác nhau.

Viên gạch có 3 kích cơ bản là chiều dài, chiều rộng và chiều cao.

Gạch rỗng có lỗ rỗng bên trong dạng lỗ tròn, vuông, chữ nhật, chạy theo chiều dọc, chiều ngang hoặc theo chiều cao viên gạch. Chủ yếu hiện nay là gạch block lỗ rỗng lớn hình vuông hoặc chữ nhật theo chiều cao viên gạch.

Gạch block bê tông phải đảm bảo yêu cầu về dung sai kích thước so với kích thước làm việc đã được thiết kế. Ngoài ra còn phải đảm bảo yêu cầu về các khuyết tật ngoại quan như: độ cong vênh, số lượng các vết nứt, vết sứt có kích thước cho phép.

Kích thước và khuyết tật ngoại quan của gạch block bê tông được thí nghiệm bằng cách quan sát, đo đạc trực tiếp bằng dụng cụ đo thích hợp trên mẫu thử.

##### **10.1.4.2. Các tính chất cơ lý thông thường**

Khối lượng thể tích, độ hút nước của gạch rỗng là các chỉ tiêu thông thường của vật liệu xây dựng (các chỉ tiêu này đề nghị xem trong bài giảng giới thiệu chung về các tính chất cơ lý của vật liệu xây dựng).

##### **10.1.4.3. Cường độ nén**

Cường độ nén chỉ tiêu quan trọng dùng để phân loại gạch.

Cường độ nén xác định bằng cách gia công tạo phẳng bề mặt mẫu. Đưa mẫu lên máy nén gia tải xác định lực phá hoại. Tính toán xác định cường độ nén.

##### **10.1.4.4. Độ thấm nước**

Độ thấm nước là chỉ đánh giá giá năng chống thấm nước đối với gạch block dùng để xây tường ngoài không trát.

Độ thấm nước được xác định bằng cách bố trí hệ khung giữ cho nước tiếp xúc với bề mặt viên gạch. Đo lưu lượng nước thấm qua bề mặt gạch.

## **10.2. CÁC MỨC QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI CÁC TÍNH CHẤT CỦA GẠCH BLOCK BÊ TÔNG**

Các yêu cầu đối với gạch block bê tông được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 6477:2011. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 10.1, 10.2, 10.3.

**Bảng 10.1 - Sai lệch kích thước cho phép**

Đơn vị tính bằng milimét

Loại kích thước	Đơn vị đo	Sai lệch kích thước, không lớn hơn
Chiều rộng (mức $\geq 100$ mm)	mm	$\pm 2$
Chiều dài (mức $\leq 400$ mm)	mm	$\pm 2$
Chiều cao (mức $\leq 200$ mm)	mm	$\pm 3$

**Bảng 10.2 - Khuyết tật ngoại quan cho phép**

Loại khuyết tật	Mức cho phép	
	Gạch thường	Gạch trang trí
Độ cong vênh trên bề mặt viên gạch, mm	$\leq 3$	$\leq 1$
Số vết nứt vỡ các góc cạnh sâu từ 5 mm đến 10 mm, dài từ 10 mm đến 15 mm	$\leq 4$	$\leq 2$
Số vết nứt có chiều dài không quá 20 mm	$\leq 1$	$\leq 0$

**Bảng 10.3 - Yêu cầu về tính chất cơ lý**

Mác gạch	Cường độ nén, MPa, không nhỏ hơn	Độ hút nước, %, không lớn hơn	Độ thấm nước của gạch xây tường không trát, ml/m <sup>2</sup> .h, không lớn hơn
M3,5	3,5	14	350
M5,0	5,0		
M7,5	7,5		
M10,0	10,0	12	
M15,0	15,0		
M20,0	20,0		

### 10.3. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GẠCH BLOCK BÊ TÔNG (THEO TCVN 6477:2011)

#### 10.3.1. Lấy mẫu

Mẫu thử được lấy theo từng lô. Lô là số lượng gạch cùng loại, cùng kích thước và màu sắc được sản xuất với cùng hỗn hợp phối liệu và trong một khoảng thời gian liên tục. Cỡ lô thông thường không lớn hơn 30000 viên với gạch có kích thước tương đương với thể tích lớn hơn 10 L/viên và 60000 viên với các trường hợp khác còn lại.

Lấy 10 viên bất kỳ ở các vị trí khác nhau trong lô sao cho các mẫu đại diện cho toàn lô đó. Những viên bị hư hại do quá trình vận chuyển không được lấy dùng làm mẫu thử.

### **10.3.2. Kiểm tra kích thước, màu sắc và khuyết tật ngoại quan**

Kiểm tra kích thước ngoại quan trên toàn bộ mẫu lấy ra theo 10.3.1.

**10.3.2.1.** Dùng thước lá đo các chiều viên gạch, chính xác tới 1 mm. Kết quả là giá trị trung bình cộng của 4 lần đo ở 4 cạnh thuộc về chiều đó.

**10.3.2.2.** Độ đồng đều màu sắc mặt viên gạch được xác định bằng cách để mẫu có màu chuẩn ở giữa các viên mẫu khác. Quan sát bằng mắt thường ở khoảng cách 1,5 m.

**10.3.2.3.** Độ cong vênh là khe hở lớn nhất tạo thành khi ép sát cạnh của thước lá lên bề mặt mặt viên gạch cần kiểm tra.

**10.3.2.4.** Số vết nứt được đếm và quan sát bằng mắt thường. Dùng thước lá đo chiều dài vết nứt, chính xác đến 1 mm.

### **10.3.3. Xác định các tính chất cơ lý**

Các chỉ tiêu cơ lý được xác định khi mẫu đã đủ tuổi 28 ngày kể từ ngày sản xuất.

#### **10.3.3.1. Xác định cường độ nén**

##### *a) Dụng cụ và thiết bị*

- Thước lá có vạch chia đến 1 mm;
- Tấm kính để làm phẳng bề mặt vữa trát mẫu;
- Bay, chảo trộn hồ xi măng;
- Máy nén có thang lực thích hợp để khi nén, tải trọng phá hủy nằm trong khoảng từ 20 % đến 80 % tải trọng lớn nhất của máy.

##### *b) Chuẩn bị mẫu*

Mẫu thử nén là 3 viên gạch nguyên.

Dùng xi măng theo TCVN 6260:2011 hoặc TCVN 2682:2009 và nước để trộn hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn.

Trát hồ xi măng lên hai mặt chịu nén. Dùng tấm kính để là phẳng hồ xi măng sao cho không còn vết lõm và bọt khí. Chiều dày lớp hồ xi măng không lớn hơn 3 mm. Hai mặt trát phải phẳng và song song nhau.

Sau khi trát, mẫu được đặt trong phòng thí nghiệm không ít hơn 72 h rồi đem thử. Khi nén, mẫu được thử ở trạng thái ẩm tự nhiên.



Khi cần thử nhanh, có thể dùng xi măng nhôm hoặc thạch cao để trát mặt mẫu. Sau đó đặt mẫu trong phòng thí nghiệm không ít hơn 16 h trước khi thử.

**GHI CHÚ:** Có thể sử dụng mẫu sau khi xác định độ rỗng hoặc độ hút nước làm mẫu thử nén.

*c) Cách tiến hành*

Đo các kích thước của mẫu thử chuẩn bị ở trên chính xác tới 1 mm. Đặt mẫu thử lên thớt dưới của máy nén, tâm mẫu thử trùng với tâm của thớt nén. Thực hiện gia tải cho đến khi mẫu bị phá hủy để xác định giá trị lực nén lớn nhất. Tốc độ tăng tải phải đều và bằng  $(0,6 \pm 0,2) \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}$ .

*d) Tính kết quả*

Cường độ nén (R) được tính bằng MPa theo công thức:

$$R = \frac{P_{\max}}{S} \cdot K$$

Trong đó:

$P_{\max}$  - lực nén lớn nhất khi phá hủy mẫu, tính bằng N;

S - giá trị trung bình cộng toàn bộ diện tích 2 mặt nén (kể cả phần diện tích của lỗ rỗng), tính bằng  $\text{mm}^2$ ;

K - hệ số hình dạng được cho ở bảng 10.4.

**Bảng 10.4 - Hệ số hình dạng K theo kích thước mẫu**

*Đơn vị tính bằng milimét*

Chiều cao	Chiều rộng				
	50	100	150	200	$\geq 250$
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
$\geq 250$	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

**CHÚ THÍCH:** Chiều cao mẫu thử được tính sau khi đã làm phẳng mặt. Đối với mẫu có kích thước khác trong bảng sẽ được tính nội suy.

Kết quả được tính như sau: tính giá trị trung bình các kết quả thử. Loại bỏ giá trị có sai lệch lớn hơn 15 % so với giá trị trung bình. Kết quả cuối cùng là giá trị trung

biên độ của các giá trị hợp lệ còn lại, chính xác đến 0,1 MPa. Trường hợp giá trị lớn nhất và nhỏ nhất lệch quá 15 % so với cường độ nén của viên mẫu trung bình thì loại bỏ cả hai kết quả đó. Kết quả cường độ nén của tổ mẫu chính là cường độ nén của một viên mẫu còn lại.

#### **10.3.3.2. Xác định độ hút nước (theo TCVN 6355 - 4:2009)**

Quy trình thử độ hút nước của gạch block bê tông tương tự quy trình thử độ hút nước của gạch xây theo TCVN 6355:2009.

#### **10.3.3.3. Xác định độ rỗng**

##### **a) Dụng cụ và vật liệu thử**

- Cân kỹ thuật, chính xác tới 1 g;
- Thước đo có độ chia đến 1 mm;
- Cát khô.

##### **b) Cách tiến hành**

Mẫu thử là 3 viên mẫu nguyên.

Đo kích thước chiều dài, rộng, cao của mẫu thử. Trị số đo mỗi chiều là giá trị trung bình cộng của 4 cạnh cùng chiều đo.

Đổ cát vào các phần rỗng của mẫu thử. Đối với các phần rỗng ở đầu mẫu thử cần áp sát các miếng kính vào để tạo thành lỗ rỗng. Cát phải rơi tự nhiên theo phương thẳng đứng. Miếng phễu đổ cát cách miệng lỗ rỗng 10 cm. Cân lượng cát ở toàn bộ các phần rỗng của mẫu thử.

##### **c) Tính kết quả**

Độ rỗng mẫu thử ( $\gamma_r$ ), tính bằng %, theo công thức:

$$\gamma_r = \frac{V_r}{l \times b \times h} \times 100$$

Trong đó:

$l, b, h$  - chiều dài, rộng, cao của mẫu thử, tính bằng cm;

$V_r$  - thể tích phần lỗ rỗng, tính bằng  $\text{cm}^3$ , theo công thức:

$$V_r = \frac{m_c}{\rho_c}$$

Trong đó:

$m_c$  - khối lượng cát trong các lỗ rỗng, tính bằng gam;

$\rho_c$  - khối lượng thể tích xấp của cát, xác định theo TCVN 7572-6:2006, tính bằng g/cm<sup>2</sup>.

Kết quả độ rỗng là giá trị trung bình cộng của 3 mẫu thử, chính xác tới 0,1 %.

#### **10.4. BIỂU MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM (xem trang 216)**

#### **10.5. NỘI DUNG ÔN TẬP**

##### **A. PHÂN LÝ THUYẾT**

**10.5.1.** Định nghĩa về gạch block bê tông. Gạch Block bê tông được sản xuất như thế nào?

**10.5.2.** Phân loại các loại gạch block bê tông trên thị trường xây dựng hiện nay.

**10.5.3.** Nêu các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của gạch block bê tông (định nghĩa, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

##### **B. PHÂN THỰC HÀNH**

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

- Yêu cầu tính toán số liệu:

Tính toán theo công thức của tiêu chuẩn (lưu ý các hệ số trong công thức tính toán khi xét đến yếu tố kích thước, hình dạng mẫu).

Tính toán độ chênh lệch, đánh giá độ chênh lệch giữa các mẫu trong tổ mẫu thí nghiệm theo hướng dẫn trong tiêu chuẩn để tính ra kết quả trung bình (nếu tiêu chuẩn thử quy định).

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

Số: .....

**KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM GẠCH BLOCK BÊ TÔNG**  
*Testing Results on Concrete Block Bricks*

**1. THÔNG TIN DO KHÁCH HÀNG CUNG CẤP - Information supplied by the client**

Đơn vị đặt hàng - Client	
Chủ đầu tư - Employer	
Công trình - Project	
Ký hiệu mẫu - Sample mark	
Ngày lấy mẫu - Sampling date	Mức yêu cầu - Specific requirement:

**2. KẾT QUẢ THỬ - Testing results**

Phương pháp thử - Testing method: TCVN 6477:2011

Ngày nhận mẫu - Sample receiving date: 14/01/2014

Ngày thí nghiệm - Testing date: 14/01-21/01/2014

**2.1. Cường độ nén - Compressive strength**

Số TT No	Kích thước mẫu Specimen size (mm)			Diện tích mặt chịu nén Specimen area, (mm <sup>2</sup> )	Tải trọng phá hoại Load at failure (N)	Hệ số kích thước Dimension factor	Cường độ nén toàn viên Compressive strength (N/mm <sup>2</sup> )	
	Dài Length	Rộng Width	Cao Height				Từng viên Each spec.	Trung bình Average
1								
2								
3								

**2.2. Độ hút nước - Water absorption**

Số TT No	Khối lượng mẫu Specimen weight (g)		K. lượng nước bị hút Content of absorbed water (g)	Độ hút nước Water absorption (%)	
	Đã sấy khô Dried	Bão hoà nước Saturated		Từng viên Each spec.	Trung bình Average
1					
2					
3					
4					
5					

Ghi chú : - Mẫu thử do khách hàng mang đến;

Remark

Hà Nội, ngày ... tháng ... năm .....

GIÁM SÁT THÍ NGHIỆM  
Witnessed by

NGƯỜI THÍ NGHIỆM  
Tested by

CĐT : .....

Employer

TVGS : .....

Consultant

Nhà thầu : .....

Contractor

ĐV cấp VL: .....

Material supplier

## **Chương 11**

# **PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GẠCH BÊ TÔNG TỰ CHÈN**

### **11.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ GẠCH BÊ TÔNG TỰ CHÈN**

#### **11.1.1. Định nghĩa**

Gạch bê tông tự chèn là vật liệu sử dụng lát vỉa hè, đường phố, sân bãi, quảng trường. Khi thi công, các viên gạch với hình dáng đặc thù sẽ tự chèn chặt với nhau trên nền tạo thành bề mặt kết cấu mà không cần sử dụng vữa kết dính.

#### **11.1.2. Nguồn gốc và công nghệ chế tạo**

Nguyên liệu sản xuất gạch bê tông tự chèn gồm chất kết dính, cốt liệu hạt nhỏ (chủ yếu hiện nay dùng đá nghiền hạt nhỏ), chất độn, phụ gia (nếu có).

Các nguyên liệu này được nhào trộn trong máy trộn tạo thành hỗn hợp bê tông khô (không có độ sụt).

Hỗn hợp bê tông khô được định lượng vào các khuôn, đưa lên máy rung, ép để tạo hình.

Tùy theo yêu cầu sử dụng gạch bê tông tự chèn có thể có lớp màu hoặc không có lớp màu.

#### **11.1.3. Phân loại**

Gạch bê tông tự chèn có hình dáng rất đa dạng. Có một số hình dạng thông dụng sau: Gạch lục lăng, gạch sân khấu, gạch ziz zác, gạch số 8, gạch chữ I, gạch nơ hồng.

Gạch bê tông tự chèn được phân loại chủ yếu theo chỉ tiêu cường độ nén. Theo đó gạch được phân làm các mác sau: M200, M300, M400, M500, M600.

#### **11.1.4. Các tính chất cơ bản của gạch bê tông tự chèn**

##### **11.1.4.1. Hình dáng, kích thước và khuyết tật**

Gạch block bê tông có thể một số hình dạng kích thước khác nhau.

Viên gạch có 3 kích cơ bản là chiều dài, chiều rộng và dày.

Với gạch có lớp màu thì chiều dày lớp màu cũng được kiểm soát.

Gạch bê tông phải đảm bảo yêu cầu về dung sai kích thước so với kích thước làm việc đã được thiết kế. Ngoài ra còn phải đảm bảo yêu cầu về các khuyết tật ngoại quan như: độ cong vênh, vết lõm bề mặt, số lượng các vết nứt, vết sứt có kích thước cho phép.

Kích thước và khuyết tật ngoại quan của gạch xây được thí nghiệm bằng cách quan sát, đo đạc trực tiếp bằng dụng cụ đo thích hợp trên mẫu thử.

#### **11.1.4.2. Độ hút nước**

Độ hút nước của gạch rỗng là chỉ tiêu thông thường của vật liệu xây dựng (chỉ tiêu này đề nghị xem trong bài giảng giới thiệu chung về các tính chất cơ lý của vật liệu xây dựng).

#### **11.1.4.3. Cường độ nén**

Cường độ nén chỉ tiêu dùng để phân mức gạch bê tông tự chèn.

Cường độ nén xác định bằng cách gia công tạo phẳng bề mặt mẫu. Đưa mẫu lên máy nén, sử dụng bộ gá ép quy định áp lên bề mặt mẫu, gia tải xác định lực phá hoại. Tính toán xác định cường độ nén.

#### **11.1.4.4. Độ mài mòn**

Độ mài mòn của gạch bê tông tự chèn là chỉ tiêu quan trọng, đánh giá khả năng chống lại tác động mài mòn của vật liệu lát.

Độ mài mòn được xác định trên máy mài mòn chuyên dụng. Mẫu thử được đưa lên mài, xác định khối lượng mẫu trước và sau khi mài. Tính toán khối lượng mẫu bị mài mòn trên một đơn vị diện tích bề mặt mẫu.

## **11.2. CÁC MỨC QUY ĐỊNH ĐỐI VỚI CÁC TÍNH CHẤT CỦA GẠCH BÊ TÔNG TỰ CHÈN**

Các yêu cầu về kích thước, khuyết tật, tính chất cơ, lý cơ bản của gạch bê tông được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 6476:1999. Các mức quy định cụ thể được nêu trong bảng 11.1, 11.2, 11.3.

**Bảng 11.1 - Sai lệch kích thước cho phép**

*Kích thước tính bằng mm*

Kích thước	Mức	Sai lệch cho phép
Chiều dài, $l$ , không lớn hơn	280	$\pm 2$
Chiều rộng, $b$	-	$\pm 2$
Chiều dày, $h$	60-140	$\pm 3$

**Bảng 11.2 - Khuyết tật ngoại quan cho phép**

Tên khuyết tật	Mức cho phép
1. Độ cong vênh, vết lõm ở mặt viên gạch, mm không lớn hơn	1
2. Số vết nứt vỡ các góc cạnh sâu từ 2 mm đến 4 mm dài từ 5 mm đến 10mm, không lớn hơn.	2
3. Số vết nứt có chiều dài không có 20 mm, không lớn hơn	1

**Bảng 11.3 - Yêu cầu về tính chất cơ lý**

Mác gạch	Cường độ nén, N/mm <sup>2</sup> (kG/cm <sup>2</sup> ), không nhỏ hơn	Độ hút nước, %, không lớn hơn	Độ mài mòn, g/cm <sup>2</sup> , không lớn hơn
M200	20(200)	10	0,5
M300	30(300)	8	
M400	40(400)	8	
M500	50(500)	6	
M600	60(600)	6	

### 11.3. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA GẠCH BÊ TÔNG TỰ CHÈN (THEO TCVN 6476:1999)

Các chỉ tiêu cơ lý được xác định khi mẫu đã đủ 28 ngày kể từ ngày sản xuất.

#### 11.3.1. Xác định cường độ nén

##### 11.3.1.1. Dụng cụ và thiết bị thử

- Thước lá bằng kim loại có vạch chia đến 1 mm.
- Các miếng kính để là phẳng mặt vữa trát mẫu.
- Bay chảo để hồ trộn xi măng.
- Máy nén có thang lực thích hợp để khi nén tải trọng phá hoại nằm trong khoảng 20% đến 80% tải trọng lớn nhất của thang lực nén đã chọn, không được nén mẫu ngoài thang lực trên.
- Bộ má ép bằng thép có các kích thước.
  - + Chiều dài: 120 mm ± 0,2 mm;
  - + Chiều rộng: 60 mm ± 0,2 mm;
  - + Chiều dày: Không nhỏ hơn 15 mm.

### **11.3.1.2. Chuẩn bị mẫu thử**

Mẫu thử là 5 viên gạch nguyên.

Dùng xi măng nón hợp theo TCVN 6260:2009 và nước để trộn hồ xi măng có độ dẻo tiêu chuẩn.

Mặt chịu nén là mặt trên và mặt dưới viên gạch. Trát má xi măng lên hai má chịu nén. Dùng các miếng kính để là phẳng hồ xi măng sao cho không còn vết lõm và bọt khí. Chiều dày lớp hồ xi măng không lớn hơn 2 mm. Hai mặt trát phải phẳng và song song nhau.

Sau khi trát mẫu được đặt trong phòng thí nghiệm không ít hơn 72 h rồi đem thử. Khi nén, mẫu ở trạng thái ẩm tự nhiên. Khi cần thử nhanh có thể dùng xi măng nhôm hoặc thạch cao khan để trát mặt mẫu. Sau đó mẫu thử được đặt trong phòng thí nghiệm không ít hơn 16 h rồi đem thử.

### **11.3.1.3. Tiến hành thử**

Áp hai má ép vào mặt trên và mặt dưới mẫu thử và đặt lên thớt dưới của máy nén sao cho tâm hai má ép trùng với tâm thớt nén. Tốc độ tăng tải phải đều và bằng  $0,6 \text{ N/mm}^2 \pm 0,2 \text{ N/mm}^2$  trong 1 giây.

### **11.3.1.4. Đánh giá kết quả**

Cường độ nén R của mẫu thử được tính bằng  $\text{N/mm}^2$  theo công thức:

$$R = \alpha \times \frac{P}{S}$$

Trong đó:

P - lực nén phá huỷ mẫu, tính bằng Niuton;

S - diện tích má ép, tính bằng  $\text{mm}^2$ ;

$\alpha$  - hệ số phụ thuộc chiều cao mẫu thử.

Tùy theo chiều cao mẫu thử, giá trị  $\alpha$  được lấy như sau:

$\alpha = 1,00$  Khi chiều cao mẫu thử nhỏ hơn 70 mm;

$\alpha = 1,20$  Khi chiều cao mẫu bằng hơn 70 mm đến 90 mm;

$\alpha = 1,18$  Khi chiều cao mẫu thử lớn hơn 90mm.

Tính trung bình cộng các kết quả thử, loại bỏ các giá trị có sai lệch lớn hơn 15 % so với giá trị trung bình. Kết quả cuối cùng là giá trị trung bình cộng của các giá trị hợp lệ còn lại chính xác tới  $0,1 \text{ N/mm}^2$ .

### **11.3.2. Xác định độ hút nước (theo TCVN 6355-4:2009)**

Quy trình thử độ hút nước của gạch bê tông tự chèn tương tự quy trình thử độ hút nước của gạch xây theo TCVN 6355-4:2009.



### **11.3.3. Xác định độ mài mòn (theo TCVN 6065:1995)**

Quy trình thử độ mài mòn của gạch bê tông tự chèn tương tự quy trình thử độ mài mòn của gạch xi măng lát nền theo TCVN 6065:1995.

### **11.3.4. Xác định kích thước và khuyết tật ngoại quan**

Kiểm tra kích thước và khuyết tật ngoạij trên 15 viên gạch được lấy đại diện từ lô gạch.

Dùng thước lá đo các chiều của viên gạch, chính xác đến 1 mm. Kích thước mỗi chiều là giá trung bình cộng của 4 lần đo ở 4 cạnh thuộc về mỗi chiều của viên gạch.

Độ cong vênh và vết lõm bề mặt là khe hở lớn nhất tạo thành khi ép sát cạnh của thước lên bề mặt cần kiểm tra.

Các vết nứt và vết nứt được đếm và quan sát bằng mắt thường. Dùng thước lá đo chiều dài vết nứt và vết nứt, chính xác đến 1 mm.

Độ đồng đều màu sắc mặt viên gạch được xác định bằng cách để mẫu có màu chuẩn ở giữa các viên gạch. Quan sát bằng mắt thường ở khoảng cách 1,5 m.

## **11.4. BIỂU MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM (xem trang 222)**

## **11.5. NỘI DUNG ÔN TẬP**

### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

**11.5.1.** Định nghĩa về gạch bê tông tự chèn. Gạch bê tông tự chèn dùng để làm gì. Gạch bê tông được sản xuất như thế nào?

**11.5.2.** Phân loại các loại gạch bê tông tự chèn trên thị trường xây dựng hiện nay.

**11.5.3.** Nêu các chỉ tiêu cơ lý cơ bản của gạch bê tông tự chèn (định nghĩa, đơn vị đo, nguyên tắc xác định).

### **B. PHẦN THỰC HÀNH**

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

- Yêu cầu tính toán số liệu:

Tính toán theo công thức của tiêu chuẩn (lưu ý các hệ số trong công thức tính toán khi xét đến yếu tố kích thước, hình dạng mẫu).

Tính toán độ chênh lệch, đánh giá độ chênh lệch giữa các mẫu trong tổ mẫu thí nghiệm theo hướng dẫn trong tiêu chuẩn để tính ra kết quả trung bình (nếu tiêu chuẩn thử quy định).

Đơn vị chủ quản .....

Tên đơn vị: .....

Địa chỉ: ..... SĐT: .....

Số: .....

**KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM GẠCH BÊ TÔNG TỰ CHÈN**  
*Testing Results on Interlocking Concrete Brick*

**1. THÔNG TIN DO KHÁCH HÀNG CUNG CẤP - Information supplied by the client**

Đơn vị đặt hàng - Client
Nhà thầu chính - Main contractor
Công trình - Project
Ký hiệu mẫu - Sample mark
Mức yêu cầu - Specific requirement

**2. KẾT QUẢ THỬ - Testing results**

Phương pháp thử - Testing method : TCVN 6476:1999  
 Ngày lấy mẫu - Sampling date : 26/03/2014  
 Ngày nhận mẫu - Sample receiving date : 11/04/2014  
 Ngày thí nghiệm - Testing date : 11/04-17/04/2014

**2.1 Cường độ nén - Compressive strength**

Số TT No	Kích thước má ép Bearing plate size (mm)		Diện tích má ép Bearing plate section area F(mm <sup>2</sup> )	Chiều cao mẫu Specimen height (mm)	Tải trọng phá hoại Load at failure P(N)	Hệ số chiều cao Factor of specimen height - a	Cường độ nén Compressive strength R=a.P/F (N/mm <sup>2</sup> )	
	Chiều dài Length	Chiều rộng Width					Từng viên Each spec.	T. bình Average
1								
2								
3								
4								
5								

**2.2 Độ hút nước - Water absorption**

Số TT No	Khối lượng mẫu Specimen weight (g)		K. lượng nước bị hút Content of absorbed water M <sub>1</sub> - M <sub>0</sub> (g)	Độ hút nước Water absorption (M <sub>1</sub> -M <sub>0</sub> )/M <sub>0</sub> (%)	
	Đã sấy khô Dried, M <sub>0</sub>	Bão hoà nước Saturated, M <sub>1</sub>		Từng viên Each spec.	Trung bình Average
1					
2					
3					
4					
5					

**2.3 Độ mài mòn - Abrasion**

Số TT No	Kích thước mẫu Specimen size (cm)		Tiết diện mẫu Specimen section area F(cm <sup>2</sup> )	Khối lượng mẫu Specimen weight (g)		Độ mài mòn - Abrasion Mm=(M <sub>0</sub> -M <sub>1</sub> )/F, (g/cm <sup>2</sup> )	
	a	b		Trước khi mài - Before abrasion	Sau khi mài - M <sub>1</sub> After abrasion	Từng viên Each spec.	TB Average
1							
2							
3							
4							
5							

**Ghi chú - Remark :** - Mẫu thử do khách hàng mang đến phòng thí nghiệm

GIÁM SÁT THÍ NGHIỆM  
 Witnessed by

NGƯỜI THÍ NGHIỆM  
 Tested by

TVGS : .....  
 Consultant  
 Nhà thầu: .....  
 Contractor  
 ĐV cấp: .....

## Chương 12

# PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM CÁC TÍNH CHẤT CỦA PHỤ GIA HÓA HỌC DÙNG CHO BÊ TÔNG

### 12.1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ PHỤ GIA HÓA HỌC DÙNG CHO BÊ TÔNG

#### 12.1.1. Định nghĩa

Phụ gia hóa học là các chất được đưa vào mẻ trộn trước và trong quá trình trộn, với một liều lượng nhất định (không lớn hơn 5 %), nhằm mục đích thay đổi một số tính của hỗn hợp bê tông và bê tông.

#### 12.1.2. Nguồn gốc và công nghệ chế tạo

Phụ gia có thể là các chất hoặc hợp chất các chất vô cơ hoặc hữu cơ, có nguồn gốc tự nhiên hoặc được tạo thành từ quá trình tổng hợp các chất khác nhau.

#### 12.1.3. Phân loại

Theo tiêu chuẩn hiện nay của Việt Nam cũng như trên thế giới, phụ gia hóa học cho bê tông có thể phân thành các loại chính sau:

- Loại A: phụ gia hoá dẻo giảm nước (Phụ gia làm tăng độ sụt của hỗn hợp bê tông khi giữ nguyên tỷ lệ Nước/Xi măng, hoặc làm giảm lượng trộn mà vẫn giữ nguyên độ sụt của hỗn hợp bê tông, bê tông có cường độ cơ học cao hơn).

- Loại B: phụ gia chậm đông kết (Phụ gia làm giảm tốc độ phản ứng giữa xi măng và nước, do đó kéo dài thời gian đông kết của bê tông).

- Loại C: phụ gia đông rắn nhanh (Phụ gia làm tăng tốc độ phản ứng ban đầu giữa xi măng và nước, do đó rút ngắn thời gian đông kết của bê tông và làm tăng cường độ của bê tông ở tuổi ngắn ngày).

- Loại D: phụ gia hoá dẻo - chậm đông kết (Phụ gia kết hợp được chức năng của phụ gia hóa dẻo (loại A) và phụ gia chậm đông kết (loại B)).

- Loại E: phụ gia hoá dẻo - đông rắn nhanh (Phụ gia kết hợp được chức năng của phụ gia hóa dẻo (loại A) và phụ gia đông rắn nhanh (loại C)).

- Loại F: phụ gia siêu dẻo (giảm nước mức cao) - phụ gia cho phép giảm một lượng lớn nước trộn (không nhỏ hơn 12%) mà vẫn giữ nguyên được độ sụt của hỗn hợp bê tông, thu được bê tông có cường độ cao hơn.

- Loại G: phụ gia siêu dẻo - chậm đông kết (Phụ gia kết hợp được chức của phụ gia siêu dẻo (loại F) và phụ gia chậm đông kết (loại B)).

#### **12.1.4. Các tính chất cơ bản của phụ gia hóa học dùng cho bê tông**

##### ***12.1.4.1. Các tính chất hóa lý***

Các tính chất hóa lý chính để đánh giá độ đồng nhất của phụ gia hóa học bao gồm:

- Hàm lượng chất khô;
- Khối lượng riêng;
- Độ pH;
- Hàm lượng tro;
- Phổ hồng ngoại.

Đối với kết cấu bê tông có yêu cầu về chống ăn mòn cốt thép trong bê tông, chỉ tiêu hàm lượng ion Clo cũng cần được xác định để đánh giá khả năng ảnh hưởng của phụ gia.

##### ***12.1.4.2. Các tính chất của phụ gia ảnh hưởng đến bê tông và hỗn hợp bê tông***

Hỗn hợp bê tông và bê tông đã đóng rắn khi sử dụng một trong các loại phụ gia trên phải thỏa mãn các yêu cầu về lượng nước nhào trộn, thời gian đông kết, cường độ uốn, cường độ nén và độ co cứng.

Để đánh giá hiệu quả của phụ gia hóa học trong hỗn hợp bê tông và bê tông, cần tiến hành thử nghiệm các tính chất đã nêu trên hỗn hợp bê tông và bê tông.

## **12.2. CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI PHỤ GIA HÓA HỌC DÙNG CHO BÊ TÔNG**

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 8826:2011 đưa ra các yêu cầu về độ đồng nhất và ảnh hưởng của phụ gia đến các tính chất của bê tông.

*- Yêu cầu về độ đồng nhất:*

Phụ gia hóa học có cùng một nguồn gốc phải có thành phần hóa học như của nhà sản xuất đã công bố và phải thỏa mãn các yêu cầu về độ đồng nhất nêu trong bảng 12.1.

*- Yêu cầu về ảnh hưởng của phụ gia đến tính chất cơ lý của bê tông và hỗn hợp bê tông*

Bảng 12.2 và 12.3 đưa ra yêu cầu về tính năng của phụ gia ảnh hưởng đến tính chất cơ lý của bê tông và hỗn hợp bê tông.

**Bảng 12.1 - Yêu cầu về độ đồng nhất của phụ gia hóa học**

STT	Tên chỉ tiêu	Giá trị chấp nhận được	
		Phụ gia lỏng	Phụ gia không lỏng
1	Hàm lượng chất khô ( $C_k$ ), %, $C_k$ - giá trị do nhà sản xuất công bố	$C_k \pm 5$	$C_k \pm 4$
2	Tỷ trọng ( $\rho$ ), g/cm <sup>3</sup> , $\rho$ - giá trị do nhà sản xuất công bố - $\rho > 1$ - $\rho \leq 1$	$\rho \pm 0,03$ $\rho \pm 0,02$	-- --
3	Hàm lượng ion Clo*, %, không lớn hơn	$\leq 0,1$ theo khối lượng hoặc giá trị công bố của nhà sản xuất	
4	Độ pH (P)**, P - giá trị do nhà sản xuất công bố	$P \pm 1$	
5	Hàm lượng tro ( $T_R$ ), %, $T_R$ - giá trị do nhà sản xuất công bố	$T_R \pm 1$	
6	Phổ hồng ngoại	Tương tự với mẫu chuẩn ban đầu của nhà sản xuất	
<p><b>CHÚ THÍCH:</b></p> <p>* Khi sử dụng phụ gia hóa học trong bê tông cốt thép ứng suất trước, hàm lượng ion clo trong phụ gia phải tuân thủ theo quy định riêng của bê tông cốt thép ứng suất trước.</p> <p>** Độ pH của phụ gia có thể bị thay đổi theo thời gian, khi có sự khác biệt lớn về độ pH (vượt quá giá trị nêu trên), phụ gia vẫn có thể sử dụng được nhưng phải tiến hành các thí nghiệm kiểm tra toàn bộ tính năng của phụ gia đảm bảo các yêu cầu tương ứng trong bảng 12.2 và 12.3.</p>			

Bê tông sử dụng phụ gia hóa học phải có cường độ uốn và cường độ nén ở tuổi 6 tháng và 1 năm không thấp hơn cường độ uốn và cường độ nén của chính nó ở tuổi 28 và 90 ngày.

Hàm lượng bọt khí của hỗn hợp bê tông sử dụng phụ gia hóa học không được vượt quá 2 %.

**Bảng 12.2 - Yêu cầu về tính năng cơ lý  
khi sử dụng phụ gia hóa học cho bê tông**

Tên chỉ tiêu	PG loại A Giảm nước	PG loại B Chậm đông kết	PG loại C Đóng rắn nhẹ	PG loại D Hóa dẻo, chậm đông kết
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1. Lượng nước trộn tối đa so với mẫu đối chứng, %	95	--	--	95
2. Thời gian đông kết chênh lệch so với đối chứng (h:min)				
- Bắt đầu: Tối thiểu	--			
Tối đa	Không sớm hơn 1:00 nhưng không muộn hơn 1:30	Muộn hơn 1:00 Không muộn hơn 3:30	Sớm hơn 1:00 Không sớm hơn 3:30	Muộn hơn 1:00 Không muộn hơn 3:30
- Kết thúc: Tối thiểu	--	--	Sớm hơn 1:00	--
Tối đa	Không sớm hơn 1:00 nhưng không muộn hơn 1:30	Không muộn hơn 3:30	--	Không muộn hơn 3:30
3. Cường độ nén tối thiểu so với đối chứng, %				
- 1 ngày	--	--	--	--
- 3 ngày	110	90	125	110
- 7 ngày	110	90	100	110
- 28 ngày	110	90	100	110
- 6 tháng	100	90	90	100
- 1 năm	100	90	90	100
4. Cường độ uốn tối thiểu so với đối chứng, %				
- 3 ngày	100	90	110	100
- 7 ngày	100	90	100	100
- 28 ngày	100	90	90	100

**Bảng 12.2 (Tiếp theo)**

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
5. Độ co ngót cứng, %, không lớn hơn - Khi độ thay đổi chiều dài của mẫu BT đối chứng là A%, với $A \geq 0,03\%$ - Khi độ thay đổi chiều dài của mẫu BT đối chứng là B%, với $B < 0,03\%$	1,35A  B + 0,01 %	1,35A  B + 0,01 %	1,35A  B + 0,01 %	1,35A  B + 0,01 %

**Bảng 12.3 - Yêu cầu về tính năng cơ lý khi sử dụng phụ gia hóa học cho bê tông**

Tên chỉ tiêu	PG loại E Hóa dẻo, đông rắn nhẹ	PG loại F Siêu dẻo	PG loại G Siêu dẻo, chậm đông kết
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1. Lượng nước trộn tối đa so với mẫu đối chứng, %	95	88	88
2. Thời gian đông kết chênh lệch so với đối chứng (h:min)			
- Bắt đầu: Tối thiểu	Sớm hơn 1:00	--	Muộn hơn 1:00
Tối đa	Không sớm hơn 3:30	Không sớm hơn 1:00 nhưng không muộn hơn 1:30	Không muộn hơn 3:30
- Kết thúc: Tối thiểu	Sớm hơn 1:00	--	--
Tối đa	--	Không sớm hơn 1:00 nhưng không muộn hơn 1:30	Không muộn hơn 3:30
3. Cường độ nén tối thiểu so với đối chứng, %			
- 1 ngày	--	140	125
- 3 ngày	125	125	125
- 7 ngày	110	115	115
- 28 ngày	110	110	110
- 6 tháng	100	110	100
- 1 năm	100	100	100

**Bảng 12.3 (Tiếp theo)**

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
4. Cường độ uốn tối thiểu so với đối chứng, % - 3 ngày - 7 ngày - 28 ngày	110 100 100	110 100 100	110 100 100
5. Độ co ngót cứng, %, không lớn hơn - Khi độ thay đổi chiều dài của mẫu BT đối chứng là A %, với $A \geq 0,03$ % - Khi độ thay đổi chiều dài của mẫu BT đối chứng là B %, với $B < 0,03$ %	1,35A  B + 0,01 %	1,35A  B + 0,01 %	1,35A  B + 0,01 %

### **12.3. HƯỚNG DẪN QUY TRÌNH THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC TÍNH CHẤT CỦA PHỤ GIA HÓA HỌC THEO TCVN 8826:2011**

#### **12.3.1. Thí nghiệm đánh giá độ đồng nhất**

##### **12.3.1.1. Xác định hàm lượng chất khô**

###### *a) Xác định hàm lượng chất khô của các phụ gia dạng lỏng*

###### (1) Thiết bị

- Lọ thủy tinh miệng rộng có nắp;
- Bình hút ẩm;
- Pipet 5 mL;
- Tủ sấy có không chế nhiệt độ;
- Cân phân tích, độ chính xác đến  $\pm 0,001$  g.

###### (2) Cách tiến hành

- Cân khoảng (25 - 30) g cát trắng tiêu chuẩn cho vào lọ thủy tinh.
- Tháo nắp, cho lọ + cát vào tủ sấy, sấy trong  $(24 \pm 1)$  h ở nhiệt độ  $(105 \pm 3)$  °C.
- Sau khi sấy xong, đậy nắp lọ cho vào bình hút ẩm và để nguội đến nhiệt độ phòng. Sau đó cân khối lượng lọ + cát chính xác đến 0,001 g.
- Tháo nắp lọ, nhỏ từ từ 4 mL phụ gia lỏng lên toàn bộ phần cát (phụ gia đã được khuấy đều trước khi hút).



- Đậy nắp, cân chính xác lọ + cát + phụ gia chính xác đến 0,001 g
- Mở nắp, đưa lọ vào tủ sấy, sấy trong  $(24 \pm 1)$  h ở nhiệt độ  $(105 \pm 3)$  °C.
- Đậy nắp lọ cho vào bình hút ẩm và để nguội đến nhiệt độ phòng. Sau đó cân khối lượng lọ + cát + phụ gia đã sấy khô chính xác đến 0,001 g.

(3) Tính toán kết quả

Hàm lượng chất khô của phụ gia dạng lỏng xác định theo công thức sau:

$$C_K = \frac{(G_3 - G_1)}{(G_2 - G_1)} \times 100$$

Trong đó:

- $C_K$  - hàm lượng chất khô của phụ gia, %
- $G_1$  - khối lượng lọ có cả nắp đậy chứa cát đã sấy khô, g;
- $G_2$  - khối lượng lọ có cả nắp đậy chứa cát đã sấy khô và phụ gia chưa sấy khô, g;
- $G_3$  - khối lượng lọ có cả nắp đậy chứa cát đã sấy khô và phụ gia đã sấy khô, g.

*b) Xác định hàm lượng chất khô của các phụ gia không lỏng*

(1) Thiết bị

Tương tự phần (a).

(2) Cách tiến hành

- Cân khoảng 3 g phụ gia không lỏng cho vào lọ thủy tinh miệng rộng có nắp đã biết trước khối lượng và cân lọ chính xác đến 0,001 g.
- Tháo nắp, cho lọ có chứa phụ gia vào tủ sấy, sấy trong  $(24 \pm 1)$  h ở nhiệt độ  $(105 \pm 3)$  °C.
- Sau khi sấy xong, đậy nắp lọ cho vào bình hút ẩm và để nguội đến nhiệt độ phòng. Sau đó cân khối lượng lọ + phụ gia chính xác đến 0,001 g.

(3) Tính toán kết quả

Hàm lượng chất khô của phụ gia không lỏng xác định theo công thức sau:

$$C_K = \frac{(G_3 - G_1)}{(G_2 - G_1)} \times 100$$

Trong đó:

- $C_K$  - hàm lượng chất khô của phụ gia, %
- $G_1$  - khối lượng biết trước của lọ có nắp đậy, g;
- $G_2$  - khối lượng lọ có nắp đậy chứa phụ gia chưa sấy khô, g;
- $G_3$  - khối lượng lọ có nắp đậy chứa phụ gia đã sấy khô, g.

### **12.3.1.2. Xác định hàm lượng tro**

#### **a) Thiết bị**

- Bình hút ẩm;
- Bếp cách thủy;
- Lò nung Mupho;
- Cân phân tích, độ chính xác đến  $\pm 0,001$  g.

#### **b) Cách tiến hành**

- Nung chén nung có nắp ở nhiệt độ  $(600 \pm 25)$  °C trong vòng 15 đến 30 phút.
- Đưa chén vào bình hút ẩm để nguội trong 30 phút và cân chén + nắp chính xác đến  $\pm 0,001$  g.
- Cho khoảng 1 g phụ gia vào chén, đậy nắp và cân. Nếu là phụ gia dạng rắn thì cho thêm một vài ml nước vào phụ gia để làm ẩm.
- Cho chén lên bếp cách thủy để làm bay hơi nước.
- Chuyển chén có phụ gia đã được cô khô vào lò nung Mupho ở nhiệt độ phòng. Từ từ đốt nóng lò sao cho nhiệt độ đạt được 300 °C trong vòng 1 giờ và đạt 600 °C trong vòng từ 2 đến 3 giờ. Duy trì nhiệt độ ở  $(600 \pm 25)$  °C trong  $(24 \pm 1)$  giờ.
- Lấy chén ra khỏi lò, đậy nắp, để nguội trong bình hút ẩm. Sau khi để nguội 30 phút, cân chén nung có nắp đậy cùng lượng tro còn lại trong chén với độ chính xác đến  $\pm 0,001$  g.

#### **c) Biểu thị kết quả**

- Hàm lượng tro được tính chính xác đến  $\pm 1\%$  theo công thức sau:

$$T_R = \frac{(G_3 - G_1)}{(G_2 - G_1)} \times 100$$

Trong đó:

- $T_R$  - hàm lượng tro của phụ giá, %
- $G_1$  - khối lượng chén nung và nắp, g
- $G_2$  - khối lượng chén nung có nắp và mẫu trước khi nung, g
- $G_3$  - khối lượng chén nung có nắp và mẫu sau khi nung, g.

### **12.3.1.3. Xác định khối lượng riêng của phụ gia lỏng**

#### **a) Thiết bị**

- Ống hình trụ 500 mL có chia vạch.

- Tỉ trọng kế.
- Thùng giữ nước.

*b) Cách tiến hành*

- Cho phụ gia lỏng vào ống đong, cẩn thận tránh tạo bọt trong phụ gia.
- Thả từ từ tỉ trọng kế vào chất lỏng trong ống đến khi tỉ trọng kế ở trạng thái tự do lơ lửng và không chạm vào thành ống.
- Đặt ống đo có chứa mẫu và tỉ trọng kế vào thùng giữ nhiệt ở  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$  đến khi phụ gia trong ống đạt nhiệt độ ổn định ở  $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Đọc giá trị tỉ trọng kế tại đáy mặt cong với độ chính xác đến  $\pm 0,002$ .

**12.3.1.4. Xác định hàm lượng ion Clo**

*a) Thuốc thử*

Các thuốc thử phải đạt độ tinh khiết hóa học:

- Amoni nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ): dung dịch bão hòa nước;
- Axit nitric ( $\text{HNO}_3$ ) đậm đặc 70% (15N);
- Dung dịch chuẩn Natri clorua ( $\text{NaCl}$ ) 0,1 N, được chuẩn bị bằng cách hòa tan 5,845 g  $\text{NaCl}$  (đã sấy khô ở  $150^\circ\text{C}$  trong 2 giờ) trong nước và pha loãng đến 1 L trong bình định mức;
- Dung dịch bạc nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) 0,1 N được chuẩn bị bằng cách hòa tan 17,0 g  $\text{AgNO}_3$  trong nước và pha loãng đến 1 L.

*b) Thiết bị, dụng cụ*

- Máy đo biến thế hoặc máy đo pH;
- Điện cực bạc;
- Bình chứa muối bắc cầu: bình thủy tinh được đổ đầy dung dịch amon nitrat  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  bão hòa và bao gồm một cầu nối chất lỏng thích hợp, tốt nhất là kiểu ống bọc ngoài bằng thủy tinh nhám;
- Điện cực đối chứng calomen: lắp vừa khít bên trong bình chứa muối bắc cầu trên;
- Cân có độ chính xác 0,01 g;
- Giấy chỉ thị.

*c) Cách tiến hành*

Cân chính xác đến  $\pm 0,01$  g một mẫu đại diện khoảng từ 10 g đến 12 g phụ gia vào cốc mờ 250 mL và thêm 50 mL nước rồi tiếp 2 mL axit nitric đậm đặc. Nếu mẫu không hòa tan hoàn toàn, lọc qua lọc nhanh và rửa phần cặn bằng nước.

Với phụ gia không chứa hoặc chứa ion clo ít hơn khoảng 6 g/L thì lấy toàn bộ dung dịch thu được để xác định hàm lượng ion clo.

Với phụ gia chứa ion clo với lượng lớn hơn thì pha dung dịch nhận được đến một thể tích biết trước trong bình định mức và để phân tích xác định ion clo lấy bằng pipet một thể tích tương ứng chứa đến khoảng 70 mg ion clo.

Dùng giấy chỉ thị để kiểm tra độ axit của dung dịch thí nghiệm, thêm axit nitric cho tới khi dung dịch chuyển sang axit và pha loãng đến khoảng 150 mL. Thêm 10 mL dung dịch natri clorua bằng pipet và nhúng điện cực bạc vào và nổi chất lỏng trong bình chứa cầu nổi muối với dung dịch. Nối các điện cực với máy đo điện thế hoặc máy đo pH và từ từ chuẩn độ bằng dung dịch bạc nitrat, duy trì dung dịch phụ gia được khuấy đều liên tục bằng máy khuấy từ hoặc máy khuấy cơ học thích hợp trong suốt quá trình chuẩn độ. Ghi chép điện thế và số đọc buret tương ứng ở các khoảng thời gian đều nhau và khi đạt đến điểm cuối thì điện thế tăng nhanh hơn. Thêm bạc nitrat với lượng từ 0,1 mL đến 0,4 mL. Tiếp tục chuẩn thêm từ 1 mL đến 2 mL xa về điểm cuối. Thêm 10 mL dung dịch natri clorua bằng pipet nữa vào dung dịch phụ gia và tiếp tục chuẩn độ bằng dung dịch bạc nitrat với cùng thao tác như trên.

#### d) Biểu thị kết quả

- Xác định điểm cuối của quá trình chuẩn độ

Nếu E là điện thế (tính bằng mV) và V là thể tích (tính bằng mL) dung dịch  $\text{AgNO}_3$  được thêm tương ứng, xác định điểm cuối của mỗi lần chuẩn bằng cách tính toán sự thay đổi về thế cho các giá trị chuẩn đạt được ( $\Delta E/\Delta V$  tính bằng mV/mL) và sau đó vẽ đồ thị tương quan  $\Delta E/\Delta V$  trên đường cong cho giá trị điểm cuối của quá trình chuẩn độ.

- Tính toán hàm lượng ion clo

Hàm lượng ion clo theo khối lượng của mẫu được lấy làm thí nghiệm, lấy chính xác đến  $\pm 0,2\%$ , được xác định theo công thức sau:

$$[\text{Cl}^-] = \frac{3,546 \times (2V_1 - V_2)}{W \times (V_2 - V_1)} \times 100$$

Trong đó:

$[\text{Cl}^-]$  - hàm lượng ion clo, %;

3,546 - số gam clo tương ứng với một mili đương lượng gam clo;

$V_1$  - thể tích dung dịch  $\text{AgNO}_3$  dùng để chuẩn độ mẫu và 10 mL dung dịch  $\text{NaCl}$  0,1 N, mL;

$V_2$  - thể tích dung dịch  $\text{AgNO}_3$  dùng để chuẩn độ mẫu và 20 mL dung dịch  $\text{NaCl}$  0,1 N, mL;

W - khối lượng mẫu được lấy ban đầu, g.

#### **12.3.1.5. Xác định độ pH**

Độ pH của phụ gia được xác định theo quy trình nêu trong TCVN 9339:2012.

#### **12.3.2. Thí nghiệm đánh giá tính năng của phụ gia ảnh hưởng đến các tính chất cơ lý của hỗn hợp bê tông và bê tông**

##### **12.3.2.1. Vật liệu**

- Xi măng:

Xi măng Poocăng đáp ứng tiêu chuẩn TCVN 2682:2011.

- Cát:

Dùng cát có mô đun độ lớn từ 2,3 đến 2,7 và phải thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật của TCVN 7570:2006.

- Đá dăm:

Đá dăm hoặc sỏi phải thỏa mãn các yêu cầu kỹ thuật của cốt liệu lớn quy định trong TCVN 7570:2006.

- Nước trộn:

Nước trộn phải đáp ứng yêu cầu của TCVN 4506:2012.

##### **12.3.2.2. Thành phần bê tông thí nghiệm**

Trừ những trường hợp có yêu cầu đặc biệt, trong các thử nghiệm phụ gia hóa học, dùng bê tông có thành phần như sau:

- Thành phần hỗn hợp bê tông đối chứng:

+ Xi măng:  $(310 \pm 3)$  kg;

+ Cát :  $(765 \pm 5)$  kg;

+ Đá dăm : từ 5 mm đến 10 mm:  $(400 \pm 5)$  kg;

: từ 10 mm đến 20 mm:  $(740 \pm 5)$  kg;

+ Nước: - Nếu mẫu đối chứng dùng để đánh giá mức độ giảm nước của phụ gia thì điều chỉnh lượng nước để hỗn hợp bê tông đối chứng đạt độ sụt  $(90 \pm 10)$  mm.

- Nếu mẫu đối chứng dùng để đánh giá mức tăng độ sụt của bê tông khi dùng phụ gia (thành phần bê tông không thay đổi), điều chỉnh lượng nước để hỗn hợp bê tông đối chứng đạt độ sụt  $(30 \pm 10)$  mm.

- Thành phần hỗn hợp bê tông chứa phụ gia thử nghiệm.

Trên cơ sở thành phần bê tông đối chứng, thêm phụ gia, giữ nguyên thành phần xi măng, cốt liệu.

Trường hợp đánh giá khả năng giảm nước, lượng dùng nước được giảm và điều chỉnh sao cho hỗn hợp bê tông chứa phụ gia thử nghiệm đạt độ sụt giống như độ sụt của hỗn hợp bê tông đối chứng.

Trường hợp đánh giá khả năng thay đổi độ sụt, giữ nguyên lượng nước trộn giống như của cấp phối bê tông đối chứng (bao gồm cả lượng nước có trong phụ gia).

### **12.3.2.3. Chế tạo mẫu thử**

- Chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử:

Tiến hành theo TCVN 3105:1993.

- Số lượng mẫu thử:

Các mẫu cần được lấy và chế tạo phải đại diện cho mỗi thí nghiệm, điều kiện thí nghiệm và tuổi thí nghiệm. Mỗi điều kiện thí nghiệm là một phép thử gồm một hỗn hợp bê tông đối chứng và một hỗn hợp bê tông chứa phụ gia thử nghiệm. Các mẫu cần được lấy ít nhất từ 3 mẻ trộn riêng lẻ. Số lượng tối thiểu các mẫu thí nghiệm cho một loại phụ gia được quy định tại bảng 12.4.

Trong một ngày phải tạo được ít nhất 2 loại mẫu cho một thí nghiệm ứng với 2 điều kiện thí nghiệm và các tuổi thí nghiệm. Phải hoàn thành việc chế tạo tất cả các mẫu trong vòng 3 ngày liên tục. Tất cả các phép thử so sánh đều phải tiến hành song song trên các mẫu bê tông đối chứng và mẫu bê tông chứa phụ gia thử nghiệm được chế tạo trong cùng một điều kiện và có cùng ngày tuổi.

**Bảng 12.4 - Số lượng tối thiểu các mẫu theo điều kiện thí nghiệm và tuổi thí nghiệm cho một loại phụ gia**

Tên chỉ tiêu	Điều kiện thí nghiệm	Số lượng tuổi thí nghiệm	Số lượng tối thiểu các mẫu
1. Lượng dùng nước	2	1	2
2. Thời gian đông kết	2	1	2
3. Hàm lượng bọt khí	2	1	2
4. Cường độ nén	2	5	30
5. Cường độ uốn	2	3	18
6. Độ co ngót cứng	2	1	6

### **12.3.2.4. Thử các tính chất của hỗn hợp bê tông**

- Xác định độ sụt:

Theo TCVN 3105:1993.

- Xác định thời gian đông kết:

Theo TCVN 9338:2012.

- Xác định hàm lượng bọt khí:

Theo TCVN 3111:1993.

- Xác định lượng nước trộn yêu cầu:

Lượng nước trộn yêu cầu là lượng nước đưa vào trong mẻ trộn (bao gồm cả lượng nước có trong phụ gia) để hỗn hợp bê tông đạt được độ sụt theo yêu cầu, tính bằng  $L/m^3$  bê tông, chính xác đến  $1 L/m^3$ .

#### **12.3.2.5. Thử các tính chất của bê tông đóng rắn**

- Xác định cường độ nén:

Theo TCVN 3118:1993.

- Xác định cường độ uốn:

Theo TCVN 3119:1993.

- Xác định độ co ngót cứng:

Theo TCVN 3117:1993.

Thời gian bảo dưỡng ẩm (tính cả thời gian mẫu thử nằm trong khuôn) là 14 ngày, sau đó bảo quản mẫu tiếp 14 ngày trong điều kiện khô, nhiệt độ không khí ( $27 \pm 2$ ) °C; độ ẩm không khí ( $50 \pm 4$ ) %. Ở thời điểm này xác định độ thay đổi chiều dài khô của bê tông đối chứng (sau khi bảo quản khô 14 ngày trong không khí), nếu giá trị này bằng 0,030 % hoặc lớn hơn, thì độ thay đổi chiều dài khô cực đại của bê tông chứa phụ gia so với bê tông đối chứng không được vượt quá giá trị quy định trong bảng 12.4. Nếu bê tông đối chứng có độ thay đổi chiều dài khô nhỏ hơn 0,030 %, thì độ thay đổi chiều dài khô của bê tông chứa phụ gia không được lớn hơn 0,010 % so với bê tông đối chứng.

## **12.4. NỘI DUNG ÔN TẬP**

### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

**12.5.1.** Phụ gia hóa học là gì?

**12.5.2.** Phụ gia hóa học được đưa vào sử dụng trong bê tông có thể cải thiện được các tính chất gì của bê tông?

**12.5.3.** Các tính chất để đánh giá độ đồng nhất của phụ gia là gì?

**12.5.4.** Có thể tiến hành các thí nghiệm nào để đánh giá ảnh hưởng của phụ gia đến tính chất của bê tông.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

- Thực hành thao tác các chỉ tiêu hóa lý cơ bản của phụ gia hóa học: tỷ trọng, hàm lượng chất khô, độ pH, hàm lượng ion clo, hàm lượng tro theo tài liệu và giáo viên hướng dẫn.

- Phần thí nghiệm đánh giá ảnh hưởng của phụ gia đến các tính chất của bê tông được tiến hành thông qua thí nghiệm các tính chất của bê tông và hỗn hợp bê tông (theo các bài hướng dẫn thí nghiệm liên quan).



## **Chương 13**

# **THÍ NGHIỆM THÉP VÀ KIM LOẠI HÀN**

### **PHẦN MỞ ĐẦU**

Tài liệu giảng dạy Thí nghiệm viên về “Đào tạo thí nghiệm viên ngành xây dựng” chuyên ngành: Vật liệu kim loại và mối hàn được biên soạn nhằm phục vụ cho công tác đào tạo thí nghiệm viên chuyên ngành nêu trên cho các phòng và trung tâm thí nghiệm của ngành xây dựng. Toàn bộ tài liệu giảng dạy Thí nghiệm viên gồm 11 bài giảng về đại cương vật liệu kim loại, mối hàn kim loại và các phương pháp thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của các loại vật liệu và mối hàn. Các bài giảng được biên soạn gồm:

- Bài 1. Các tính chất cơ lý của vật liệu kim loại;
- Bài 2. Phương pháp thử kéo kim loại;
- Bài 3. Phương pháp thử uốn kim loại nguyên và kim loại có mối hàn;
- Bài 4. Phương pháp thử nén ống thép nguyên và ống thép có mối hàn;
- Bài 5. Phương pháp thử kéo mối hàn;
- Bài 6. Phương pháp thử kéo ống thép nguyên và ống thép hàn;
- Bài 7. Phương pháp thử độ cứng kim loại;
- Bài 8. Phương pháp xác định độ dai va đập;
- Bài 9. Phương pháp xác định giới hạn chảy quy ước;
- Bài 10. Phương pháp xác định Môđun đàn hồi;
- Bài 11. Phương pháp thử uốn và thử uốn lại thép cốt bê tông.

Phần cuối của tài liệu giảng dạy là phụ lục về các biểu mẫu kết quả thí nghiệm cho các phương pháp thử nhằm giúp cho thí nghiệm viên làm quen với cách trình bày một phiếu kết quả.

Nội dung của các bài giảng trong tài liệu giảng dạy này được biên soạn dựa trên cơ sở các tiêu chuẩn Việt nam (TCVN) về các phương pháp lấy mẫu, phương pháp thử và tiêu chuẩn sản phẩm.

Các bài giảng trong tài liệu giảng dạy là cơ sở cho việc thi nâng cấp bậc thí nghiệm viên theo tiêu chuẩn cấp bậc thí nghiệm viên ngành xây dựng.

Các thí nghiệm viên khi thi nâng bậc phải được đào tạo lý thuyết, thực hành và thí lý thuyết, thi thực hành theo tài liệu giảng dạy đào tạo thích ứng nêu trên.

### 13.1. CÁC TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU KIM LOẠI

#### 13.1.1. Các đặc trưng cơ học của kim loại

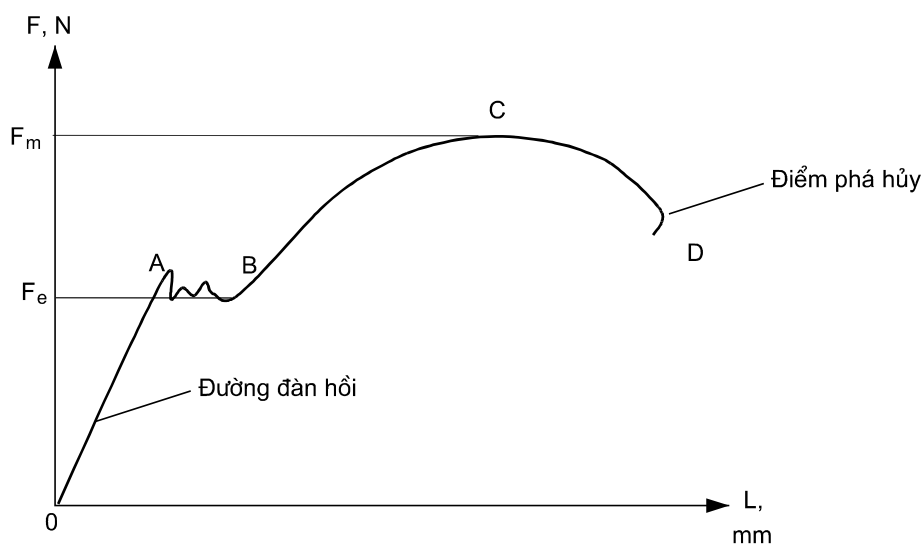
Kim loại được phân thành hai nhóm: kim loại đen và kim loại màu. Thành phần chủ yếu trong kim loại đen là sắt (Fe) và các bon (C). Tùy theo hàm lượng các bon chứa trong kim loại mà người ta chia nhóm kim loại đen ra thành gang và thép. Thép là loại vật liệu kim loại được sử dụng rộng rãi trong các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp.

Các đặc trưng cơ bản của vật liệu kim loại gồm có đặc trưng cơ học và đặc trưng hoá học. Đặc trưng hoá học là các chỉ số hàm lượng các nguyên tố hoá học trong vật liệu kim loại. Tài liệu giảng dạy này chỉ đề cập đến các đặc trưng cơ học của vật liệu kim loại.

Các đặc trưng cơ học của vật liệu kim loại thể hiện khả năng làm việc của chúng khi tham gia vào trong các kết cấu (như kết cấu thép, kết cấu bê tông cốt thép). Các đặc trưng cơ học của vật liệu kim loại gồm:

##### a) Mô đun đàn hồi ( $E$ )

Mô đun đàn hồi thể hiện mức độ đàn hồi của kim loại ở giai đoạn chịu tải ban đầu. Ở giai đoạn này, độ dãn dài và lực chịu kéo của vật liệu có quan hệ tuyến tính (đường thẳng OA trong biểu đồ ở hình 13.1).



Hình 13.1. Biểu đồ thí nghiệm kéo kim loại

### *b) Ứng suất chảy ( $R_e$ )*

Ứng suất chảy thể hiện mức độ ứng suất trong mẫu tương ứng với thời điểm của biến dạng dẻo trong đó không có sự tăng hay giảm tải trọng.

Ứng suất chảy là đặc trưng cơ bản nhất của vật liệu kim loại. Cường độ tính toán của vật liệu ( $R_a$ ) mà các nhà thiết kế sử dụng trong tính toán kết cấu thép đều phải căn cứ vào đặc trưng này khi lựa chọn mác thép. Trong thiết kế các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp, cường độ tính toán của vật liệu thép ( $R_a$ ) tùy theo mức độ làm việc của kết cấu được chọn trong phạm vi từ 0,75 đến 0,90 giá trị cường độ chảy của vật liệu.

Trong đặc trưng ứng suất chảy còn có khái niệm giới hạn chảy rõ nét và giới hạn chảy không rõ nét (gọi là chảy quy ước). Khái niệm giới hạn chảy rõ nét như đã nêu ở trên và có ký hiệu là  $R_e$ . Giới hạn chảy không rõ nét được ký hiệu là  $R_{p0,1}$ ,  $R_{p0,2}$  hoặc  $R_{p0,5}$  - là giá trị ứng suất tương ứng với điểm tải trọng mà tại đó biến dạng dư của vật liệu (mẫu thử) đạt tới giá trị 0,1% (được ký hiệu là  $R_{p0,1}$ ), 0,2% (được ký hiệu là  $R_{p0,2}$ ), hoặc 0,5% (được ký hiệu là  $R_{p0,5}$ ).

Trong vật liệu thép, chỉ có những loại thép kéo nguội hoặc thép cường độ cao mới có đặc trưng này (người ta thường gọi là thép không có điểm chảy). Trong công trình xây dựng, loại vật liệu này thường sử dụng trong các kết cấu dự ứng lực (cáp thép dự ứng lực), liên kết bulông.

### *c) Ứng suất bền ( $R_m$ )*

Ứng suất bền thể hiện khả năng chịu lực lớn nhất của chi tiết trong tổng thể kết cấu thép.

### *d) Đặc trưng dẻo của vật liệu kim loại*

Thể hiện mức độ giãn dài, mức độ thắt của mẫu khi thử kéo.

- Độ giãn dài tương đối của vật liệu (mẫu thử) được xác định bằng tỷ số giữa độ giãn dài tuyệt đối so với chiều dài ban đầu khi kéo đứt mẫu.

- Độ thắt tương đối của vật liệu (mẫu thử) được xác định bằng tỷ số giữa mức giảm tuyệt đối của diện tích tiết diện mẫu so với tiết diện ban đầu khi kéo đứt mẫu.

### *e) Đặc trưng chịu uốn của vật liệu kim loại*

Đặc trưng chịu uốn của vật liệu kim loại thể hiện khả năng chịu tải trọng uốn và tính dẻo dai của vật liệu khi uốn mà không bị rạn nứt hoặc bị gãy.

### *f) Các đặc trưng khác*

Các đặc trưng cơ tính nêu trên là những tính chất cơ bản của vật liệu thép thông dụng trong các công trình xây dựng. Ngoài ra vật liệu kim loại nói chung còn có các

đặc trưng cơ học khác như độ cứng kim loại, một số đặc trưng thể hiện tính chịu xoắn, chịu tải trọng mỏi và chịu tải trọng va đập...

### 13.1.2. Biểu đồ thí nghiệm kéo kim loại

Phần lớn các đặc trưng cơ tính của vật liệu kim loại được thể hiện trên biểu đồ thí nghiệm kéo (xem hình vẽ 13.1). Các đặc trưng đó là:

- Môđun đàn hồi (E): được xác định trên đoạn thẳng OA (đường đàn hồi);
- Điểm lực chảy: thể hiện bằng đường răng cưa AB, khi đó vật liệu có biến dạng dẻo dư và lực tác dụng lên mẫu hầu như không đổi (lực chảy  $F_e$ );
- Đường chảy dẻo: là đường cong BC, khi đó vật liệu bị biến dạng dẻo dư và lực tăng dần đến giá trị lớn nhất (điểm C - lực ứng với thời điểm C gọi là lực bền  $F_m$ );
- Lực bền  $F_m$ : là lực chịu kéo lớn nhất của vật liệu;
- Đường suy giảm tiết diện: là đường cong CD, tính từ thời điểm chịu lực lớn nhất mẫu bị suy giảm tiết diện thất dần đến khi phá huỷ tại mặt cắt có tiết diện thất nhỏ nhất (điểm C - mẫu bị đứt).

### 13.1.3. Đánh giá chất lượng vật liệu theo các chỉ tiêu cơ lý

Vật liệu được đánh giá chất lượng bằng cách so sánh giữa quy cách, các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm với các phép đo (xác định kích cỡ sản phẩm), phép thử cơ tính và phân tích hoá tính để xác định các chỉ tiêu thực tế, khẳng định mức chất lượng của sản phẩm.

Thông qua các phép thử cơ tính có thể xác định được các chỉ tiêu sau:

#### a) Môđun đàn hồi (E)

Đơn vị đo và giá trị môđun đàn hồi cho mẫu thử được tính theo công thức sau:

$$E = (\Delta F.L)/(S_0.\Delta l) = R/\varepsilon, \text{ N/mm}^2 \quad (13.1)$$

Trong đó:

$\Delta F$  - Tải trọng kéo mẫu ở giai đoạn đàn hồi.  $\Delta F = F_2 - F_1$ , N;  $F_2$  - Giá trị tải trọng ứng với giá trị chuyển vị  $L_2$  và  $F_1$  - Giá trị tải trọng ứng với giá trị chuyển vị  $L_1$ ;

L - Khoảng cách mà trên đó thực hiện phép đo  $\Delta l$ , mm;

$S_0$  - Tiết diện ban đầu của mẫu thử,  $\text{mm}^2$ ;

$\Delta l$  - Độ đàn hồi của mẫu thử, mm;

R - Ứng suất chịu kéo của mẫu thử tại giá trị tải trọng F,  $R = F/S_0$ ,  $\text{N/mm}^2$ ;

$\varepsilon$  - Độ đàn hồi tương đối của mẫu thử,  $\varepsilon = L/\Delta l$ , %.

*b) Ứng suất chảy ( $R_e$ )*

Đơn vị đo và giá trị ứng suất chảy cho mẫu thử được tính theo công thức sau:

- Đối với vật liệu có giới hạn chảy rõ rệt:

$$R_e = F_e/S_0, \text{ N/mm}^2 \quad (13.2)$$

- Đối với vật liệu có giới hạn chảy không rõ rệt, việc thí nghiệm nhằm xác định giới hạn chảy quy ước 0,2% hoặc 0,1%:

$$R_{p02} = F_{02}/S_0, \text{ N/mm}^2 \quad (13.3)$$

$$R_{p01} = F_{01}/S_0, \text{ N/mm}^2 \quad (13.4)$$

Trong đó:

$F_e$  - Tải trọng kéo mẫu ở điểm chảy (đối với chảy rõ rệt), N;

$F_{01}$  - Tải trọng kéo mẫu ở thời điểm có biến dạng dư đạt tới 0,1%, N;

$F_{02}$  - Tải trọng kéo mẫu ở thời điểm có biến dạng dư đạt tới 0,2%, N;

$S_0$  - Tiết diện ban đầu của mẫu thử,  $\text{mm}^2$ .

*c) Ứng suất bền ( $R_m$ )*

Ứng suất bền là giá trị ứng suất được xác định bằng tỷ số giữa lực kéo lớn nhất và diện tích tiết diện ban đầu của mẫu thử:

$$R_m = F_m/S_0, \text{ N/mm}^2 \quad (13.5)$$

Trong đó:

$F_m$  - Tải trọng kéo mẫu có giá trị lớn nhất, N;

$S_0$  - Tiết diện ban đầu của mẫu thử,  $\text{mm}^2$ .

*d) Độ dẻo*

được xác định bằng các chỉ tiêu sau

- Độ giãn dài tương đối của mẫu thử (A):

$$A = \Delta L / L_0, \% \quad (13.6)$$

- Độ thắt tương đối của mẫu thử (Z):

$$Z = \Delta S / S_0, \% \quad (13.7)$$

Trong đó:

$L_0$  - Chiều dài tính toán ban đầu của mẫu thử, mm;

$\Delta L$  - Độ giãn dài tuyệt đối sau khi mẫu đứt.  $\Delta L = L_u - L_0$ , mm;

$S_0$  - Tiết diện ban đầu của mẫu thử,  $\text{mm}^2$ .

$\Delta S_0$  - Giá trị suy giảm tiết diện tuyệt đối của mẫu thử.  $\Delta S_0 = S_0 - S_u$ ,  $\text{mm}^2$ .

### e) Chỉ tiêu uốn

Chỉ tiêu uốn thể hiện khả năng chịu tải trọng uốn và tính dẻo dai của vật liệu khi uốn mà không bị rạn nứt hoặc bị gãy. Chỉ tiêu này được xác định thông qua các thông số như đường kính búa uốn, góc uốn.

Như vậy, từ các chỉ tiêu xác định được từ mẫu thử (mục a - e) đối chiếu với chỉ tiêu tiêu chuẩn được quy định đối với từng loại sản phẩm, cho phép ta đánh giá chất lượng vật liệu đạt hay không đạt yêu cầu.

## 13.2. PHƯƠNG PHÁP THỬ KÉO KIM LOẠI

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 13.2.1. Mục đích

Thí nghiệm kéo kim loại nhằm xác định giới hạn chảy vật lý  $R_e$ , giới hạn bền  $R_m$ , độ giãn dài tương đối sau khi đứt  $A_5$ ,  $A_{10}$  và độ thắt tương đối sau khi đứt  $Z$  của mẫu thử.

Việc xác định  $R_e$  nhằm đánh giá sự phù hợp về cường độ của vật liệu trước khi đem sử dụng vào công trình, xác định  $R_m$  nhằm đánh giá sức chịu đựng tối đa của vật liệu, xác định  $A_5$ ,  $A_{10}$ ,  $Z$  nhằm đánh giá tính dẻo của vật liệu.

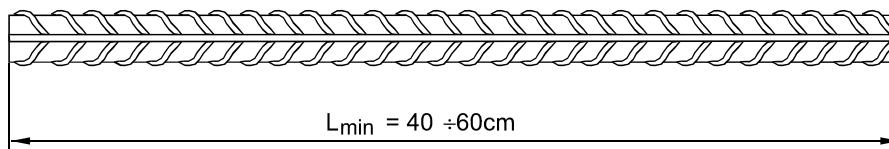
Mặt khác, khi kết hợp với việc phân tích thành phần hoá học, việc xác định các chỉ tiêu trên, nói chung, còn có thể đánh giá lại mác của vật liệu kim loại.

Đối với mỗi hàn, qua thí nghiệm kéo ta đánh giá được trực tiếp độ bền của mỗi hàn so với độ bền của vật liệu kim loại nguyên.

#### 13.2.2. Mẫu thử

Mẫu thử gồm nhiều loại, phụ thuộc vào loại vật liệu và chiều dày.

##### a) Mẫu thử thép cốt bê tông



**Hình 13.2.** Hình dạng mẫu thử thép cốt bê tông

Mẫu thử có thể là thép nguyên hoặc (nếu tiêu chuẩn sản phẩm cho phép) cũng có thể được gia công giảm bớt tiết diện cho phù hợp với lực kéo tối đa của thiết bị (hình 13.2). Chiều dài tối thiểu  $L_{\min}$  của mẫu thử được lấy theo công thức sau:

$$L_{\min.} = 14d + 2h$$

Trong đó:

d - đường kính thanh thép cốt bê tông, mm;

h - chiều cao miệng kẹp máy thí nghiệm, mm.

b) *Mẫu thử thép tấm và thép hình:*

Mẫu thử thép tấm và thép hình được gia công thành dạng mẫu thắt, với tiết diện phần thắt có thể là tròn (hình 13.3a), vuông hoặc chữ nhật (hình 13.3b) tùy theo từng loại vật liệu và yêu cầu nhất định.

Chiều dài tính toán ban đầu (chiều dài phần thắt) của mẫu có thể là:

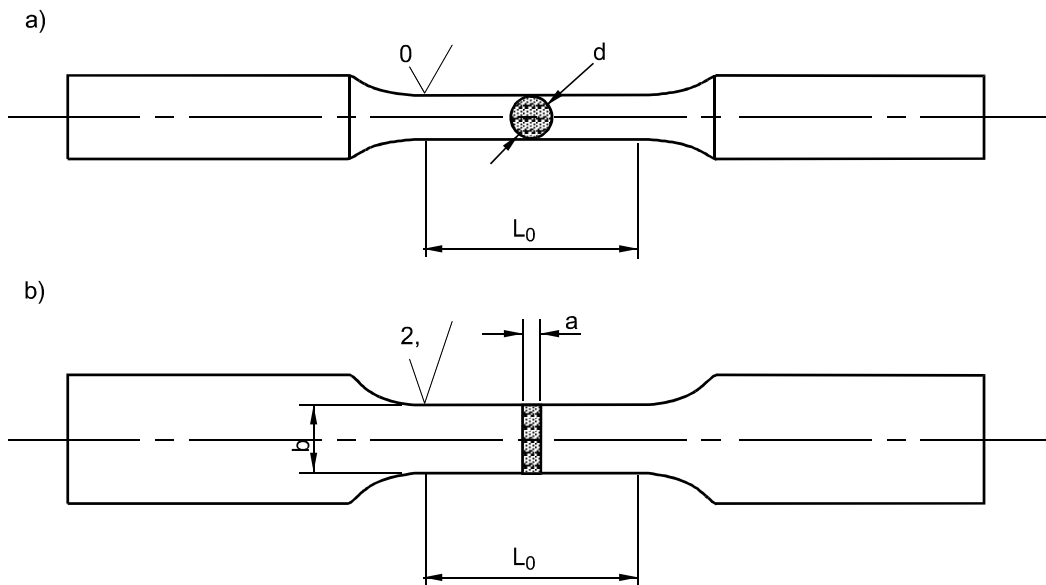
$$L_0 = 5,65 \sqrt{S_0} \text{ hoặc } L_0 = 11,3 \sqrt{S_0} \quad (13.8)$$

Trong đó:

$S_0$  là diện tích tiết diện tính toán của mẫu thử.

Hình dáng kích thước các đầu cuối mẫu cũng như hình dạng kích thước phần mẫu kẹp vào thiết bị thử cần phải phù hợp với tiêu chuẩn các ngàm kẹp của thiết bị. Phải có góc lượn đều tại chỗ chuyển tiếp giữa phần thắt và phần kẹp vào ngàm kẹp. Đường kính d, hoặc chiều dày a ở phần làm việc của mẫu thử phải phù hợp với các quy định nêu trong tiêu chuẩn TCVN 197:2002 - Kim loại, phương pháp thử kéo.

Mẫu thử được gia công trên các máy cắt kim loại. Độ nhám bề mặt tại phần làm việc của các mẫu hình trụ không thấp hơn  $Ra 0,63\mu\text{m}$ , đối với mẫu dẹt không thấp hơn  $Ra 2,5\mu\text{m}$  theo TCVN 2511:1978.



**Hình 13.3.** Hình dạng mẫu thử kéo thép tấm và thép hình.  
a) Mẫu thử kéo có tiết diện tròn; b) Mẫu thử kéo có tiết diện chữ nhật

Chiều dài tính toán ban đầu của mẫu được giới hạn bằng hai vạch với độ chính xác đến 1%. Để tính toán độ giãn dài, cần vạch trên phần làm việc (phần thắt) của mẫu những khoảng có độ dài 5mm, 10mm hoặc khoảng có độ dài theo tiêu chuẩn sản phẩm quy định.

### **13.2.3. Thiết bị và dụng cụ cần thiết**

#### **13.2.3.1. Thiết bị kéo thép**

Thí nghiệm sẽ được tiến hành trên máy kéo nén thuỷ lực vạn năng, hoặc máy chuyên dùng nếu có. Máy kéo phải có các thông số kỹ thuật phù hợp cho phép thử, sau đây là ví dụ các thông số kỹ thuật của máy DLY-100 và UH-25S do Trung quốc sản xuất:

\* Máy DLY-100:

- Kiểu máy: vạn năng;
- Nguyên lý hoạt động: bằng thuỷ lực;
- Lực kéo/nén/uốn lớn nhất: 1000 KN;
- Khoảng cách hành trình: 250 mm;
- Thang lực: 03 thang (200KN, 500 KN và 1000 KN);
- Khả năng kẹp mẫu:
- + Mẫu tròn:  $0 \div \phi 60$ ;
- + Mẫu phẳng:  $0 \div 40$  mm;
- Chức năng vẽ đồ thị: có;
- Chức năng nén: có;
- Chức năng uốn: có;
- Điều khiển: bằng cơ và bằng điện.

\* Máy UH-25S:

- Kiểu máy: vạn năng;
- Nguyên lý hoạt động: bằng thuỷ lực;
- Lực kéo/nén/uốn lớn nhất: 250 KN;
- Khoảng cách hành trình: 250 mm;
- Thang lực: 04 thang (25 KN, 50KN, 100KN, 250KN);



- Khả năng kẹp mẫu:
- + Mẫu tròn:  $0 \div \phi 32$ ;
- + Mẫu phẳng:  $0 \div 18 \text{ mm}$ ;
- Chức năng vẽ đồ thị: có;
- Chức năng nén: có;
- Chức năng uốn: có;
- Điều khiển: bằng cơ và bằng điện.

#### **13.2.3.2. Thiết bị, dụng cụ khắc vạch.**

**13.2.3.3. Thước kẹp:** có độ chính xác 0,05 mm.

**13.2.3.4. Panme đo ngoài:** có độ chính xác 0,01mm.

**13.2.3.5. Cân đồng hồ:** loại cân 5Kg hoặc loại cân 10Kg có độ chính xác 1g.

**13.2.3.6. Thước lá:** có độ dài 50÷100 cm, có độ chính xác 1mm.

#### **13.2.4. Quy trình thử**

##### **13.2.4.1. Kiểm tra mẫu**

Kiểm tra độ cong vênh, nứt rạn, khuyết tật ngoài (bọt khí, tổn thất do gia công cơ, vết cháy do hồ quang điện...). Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào của vật liệu thì đều phải ghi lại trong phiếu kết quả. Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào do gia công chế tạo thì không được tiến hành thử trên mẫu đó. Kiểm tra sự phù hợp của việc lấy mẫu và việc gia công chế tạo mẫu phù hợp với các tiêu chuẩn quy định.

##### **13.2.4.2. Đo kích thước mẫu**

###### **a) Đối với mẫu là thép cốt**

Kích thước cần phải đo là đường kính thực của thanh thép. Dùng cân xác định trọng lượng Q với độ chính xác tới 1g và đo chiều dài  $L_t$  của thanh mẫu bằng thước lá với độ chính xác 1mm rồi tính toán đường kính thực theo công thức sau:

$$d_0 = 4,027353 \sqrt{\frac{Q(g)}{L_t(cm)}}, \text{ mm} \quad (13.9)$$

Giá trị  $d_0$  được tính bằng mm và làm tròn tới số hạng thứ nhất sau dấu phẩy.

Với các mẫu thép cốt có đường kính danh nghĩa  $> 36\text{mm}$ , tùy thuộc vào đặc điểm của máy kéo có thể phải gia công giảm tiết diện.

*b) Đối với mẫu được gia công cơ khí*

Sử dụng thước cặp và panme đo đường kính đối với mẫu trụ và chiều dày chiều rộng đối với mẫu hình chữ nhật (mẫu dẹt) với độ chính xác:

- Không thấp hơn 0,01mm đối với mẫu trụ có đường kính  $\leq 10\text{mm}$ , đối với mẫu dẹt có chiều dày  $\leq 2\text{mm}$ .

- Không thấp hơn 0,05mm đối với mẫu trụ có đường kính  $> 10\text{mm}$ , đối với mẫu dẹt có chiều dày  $> 2\text{mm}$ .

Khi đo phải đo ở 3 vị trí khác nhau, lấy giá trị trung bình cộng để tính toán giá trị diện tích mặt cắt ngang tính toán  $S_0$ .

**13.2.4.3. Khắc vạch chiều dài tính toán  $L_0$**

Chiều dài tính toán  $L_0$  được dùng để xác định độ giãn dài tương đối  $A_5$ . Có thể sử dụng thiết bị khắc vạch hoặc khắc bằng tay. Các dấu khắc phải đảm bảo nhìn thấy rõ ràng trước và sau khi kéo nhưng không được ảnh hưởng đến khả năng làm việc của mẫu.

Đối với mẫu trụ và mẫu thép cốt, vạch các đoạn cách nhau một khoảng bằng đường kính mẫu (đối với thép cốt lấy bằng đường kính danh nghĩa). Đối với mẫu dẹt, các vạch cách nhau 5mm hoặc 10mm.

Đối với mẫu dẹt có chiều dày  $< 2\text{mm}$  hoặc mẫu trụ có đường kính  $< 6\text{mm}$  thì phải vạch bằng bút chì.

**13.2.4.4. Chuẩn bị và chạy thử máy**

Xác định thang lực thích hợp nếu cần bằng cách dựa trên lực bền ước tính sơ bộ sao cho nằm trong giới hạn 10%÷85% của thang lực được chọn. Sau đó tùy thuộc kiểu máy mà tiến hành các thay đổi thích hợp.

Thay đổi các bộ ngàm kẹp hoặc cơ cấu kẹp cho phù hợp với loại mẫu thử.

Nếu máy có bộ phận vẽ biểu đồ bằng cơ học thì phải chú ý lắp giấy biểu đồ, bút và điều chỉnh về vị trí thích hợp.

Cho thông nguồn điện với máy rồi chạy máy ở chế độ không tải trong vòng 5÷10 phút để cho máy ổn định và khử hết các tải trọng phụ trên máy. Tiếp theo tiến hành chỉnh không (zero) cho máy.

**13.2.4.5. Tiến hành thử**

Lắp mẫu thử lên máy, cho máy chạy, giữ tốc độ gia tải ở mức 3 đến 30N/mm<sup>2</sup>.s hoặc theo các tiêu chuẩn đối với các sản phẩm kim loại khác.

Quan sát trên bộ phận chỉ thị lực của máy, xác định các giá trị lực chảy  $F_e$  và lực bền  $F_m$  (Phương pháp xác định  $F_e$  và  $F_m$  cũng như  $F_{0,2}$  xem trong TCVN 197:2002 - Kim loại - Phương pháp thử kéo). Nếu cần xác định  $A_5$ ,  $A_{10}$  và  $Z$  thì cho đứt hẳn mẫu, còn không thì khi mẫu thử không còn khả năng chịu lực nữa (giá trị lực bắt đầu tụt xuống) thì ta tắt máy rồi từ từ dỡ tải để đảm bảo an toàn cho người và thiết bị, việc này đặc biệt cần khi kéo các mẫu có đường kính lớn và thép cường độ cao.

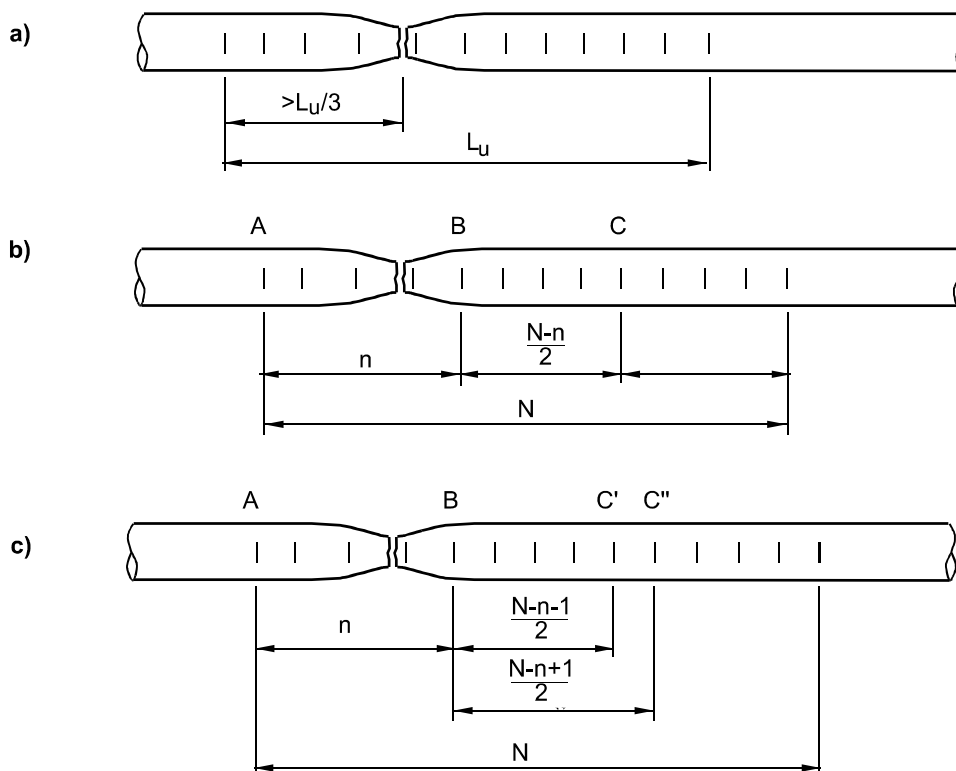
Sau khi kết thúc phép thử, tiến hành ngắt nguồn điện ra khỏi máy và thực hiện các công tác vệ sinh máy cần thiết.

#### 13.2.4.6. Đo đạc sau khi thử

Sau khi kết thúc phép thử, tùy thuộc vào yêu cầu mà ta cần phải tiến hành các phép đo để xác định độ giãn dài tương đối  $A_5$ ,  $A_{10}$  hoặc độ thắt  $Z$ .

##### a) Đo xác định độ giãn dài

Để tính chiều dài tính toán của mẫu sau khi đứt  $L_u$ , ghép chặt hai phần bị đứt sao cho trục của chúng nằm trên một đường thẳng. Nếu chỗ đứt có khe hở do kim loại bị vỡ hay do nguyên nhân khác thì phải tính các khe hở đó.



**Hình 13.4:** Xác định độ giãn dài trên mẫu sau khi kéo

- a) Vị trí đứt cách vạch giới hạn  $>1/3 L_u$ ; b) Vị trí đứt cách vạch giới hạn  $\leq 1/3 L_u$ ;  $N-n$  chẵn;  
c) Vị trí đứt cách vạch giới hạn  $\leq 1/3 L_u$ ;  $N-n$  lẻ

Nếu khoảng cách từ chỗ đứt đến vạch giới hạn chiều dài tính toán gần nhất lớn hơn 1/3 giá trị  $L_u$  thì  $L_u$  được đo bằng khoảng cách giữa hai vạch giới hạn của chiều dài tính toán.

Nếu khoảng cách từ chỗ đứt đến vạch giới hạn chiều dài tính toán gần nhất nhỏ hơn hoặc bằng 1/3  $L_u$  thì phải chuyển chỗ đứt về giữa mẫu theo phương pháp sau:

- Gọi N là số khoảng chia trong chiều dài tính toán  $L_0$  (trước khi thử).
- Sau khi thử, đánh dấu điểm A tại vạch giới hạn trên phần ngắn của mẫu thử đã đứt, đánh dấu điểm B tại một trong các vạch trên nửa kia của mẫu sao cho khoảng cách từ vết đứt đến B nhỏ hơn khoảng cách từ vết đứt đến A một vạch.
- Gọi n là số khoảng chia từ A đến B
- Nếu N-n là một số chẵn: tìm điểm C cách B (N-n)/2 khoảng. Khi đó :

$$L_u = AB + 2BC$$

- Nếu N-n là một số lẻ: tìm các điểm C' (N-n-1)/2 khoảng và C'' cách B (N-n+1)/2 khoảng. Khi đó:

$$L_u = AB + BC' + BC''$$

#### b) Đo xác định độ thắt Z

Khi mẫu thử bị đứt sẽ tạo nên một chỗ thắt rõ rệt. Đối với mẫu trụ, tiến hành đo đường kính tại 2 vị trí vuông góc với nhau,  $d_u$  được lấy là kích thước trung bình nơi thắt nhất. Đối với mẫu dẹt, đo chiều rộng  $b_u$  và chiều dày  $a_u$ .

Diện tích mặt thắt nhỏ nhất tính theo công thức:

- Với mẫu trụ:  $S_u = (\pi d_u^2)/4, \text{ mm}^2$  (13.10)

- Với mẫu dẹt:  $S_u = a_u \times b_u, \text{ mm}^2$  (13.11)

#### 13.2.4.7. Tính toán kết quả

Sau khi có kết quả đo đạc và thí nghiệm, ta tiến hành tính toán theo công thức sau

$$R_e = F_e/S_0, \text{ N/mm}^2, \quad (13.12)$$

$$R_m = F_m/S_0, \text{ N/mm}^2, \quad (13.13)$$

$$A = (L_u - L_0)/L_0, \% \quad (13.14)$$

$$Z = (S_0 - S_u)/S_0, \% \quad (13.15)$$

So sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### 13.2.5. Mục đích công việc

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm kéo gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của thiết bị kéo thuỷ lực;
- Biết chuẩn bị mẫu trước khi thử theo đúng tiêu chuẩn quy định (xác định đường kính mẫu, khắc vạch chiều dài tính toán ban đầu);
- Biết cách chọn các thông số máy phù hợp với kích cỡ mẫu thử;
- Biết quan sát và đọc đúng các giá trị lực chày, lực bền và ngắt điện máy kịp thời khi mẫu thắt đủ hoặc đến khi mẫu bị phá huỷ;
- Đọc được các giá trị trên biểu đồ thí nghiệm kéo;
- Biết tính toán các chỉ tiêu từ các trị số đo và số đọc có được sau khi kéo mẫu;
- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

### 13.2.6. Thiết bị và vật liệu

#### 13.2.6.1. Thiết bị và dụng cụ

- Máy kéo thuỷ lực;
- Cân đồng hồ hoặc cân điện tử;
- Thước lá 1000mm, dũa khắc vạch; máy tính.

#### 13.2.6.2. Vật liệu

Các đoạn thép cốt bê tông tròn trơn hoặc gai có chiều dài từ 500mm đến 600mm, có đường kính tùy chọn nhưng nên nằm trong dải từ 6mm đến 20mm.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu.

### 13.2.7. Trình tự thực hiện

- Kiểm tra mẫu (tình trạng mẫu, ký hiệu);
- Cân, đo và tính đường kính mẫu (theo công thức);
- Khắc vạch chiều dài tính toán  $L_0$  (các đoạn  $L_0$  theo tiêu chuẩn);
- Chuẩn bị và chạy thử máy (đầu kẹp mẫu; lựa chọn bảng lực phù hợp; chỉnh kim về vị trí “0”);
- Tiến hành thử;
- Đo đạc sau khi thử;
- Tính toán, so sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

### 13.3. PHƯƠNG PHÁP THỬ UỐN KIM LOẠI NGUYÊN VÀ MỐI HÀN

#### A. PHẦN LÝ THUYẾT

##### 13.3.1. Mục đích

Thí nghiệm uốn kim loại nguyên và mối hàn nhằm mục đích kiểm tra độ dẻo của kim loại nguyên và mối hàn kim loại bằng cách uốn mẫu đến một góc đã được quy định cho từng loại vật liệu hoặc mối hàn. Mẫu uốn xong được quan sát mức độ rạn nứt (nếu có) để đánh giá khả năng chịu uốn (độ dẻo) của vật liệu hoặc mối hàn.

Kim loại hàn thường kém dẻo hơn so với kim loại nguyên, do đó để đánh giá khả năng chịu uốn của mối hàn, ngoài phép thử kéo ra thì phép thử uốn đối với mối hàn là rất cần thiết.

##### 13.3.2. Mẫu thử

###### 13.3.2.1. Mẫu thử là thép nguyên

Mẫu thử là thép nguyên gồm nhiều loại, phụ thuộc vào loại vật liệu và chiều dày.

Mẫu thử là các mẫu có mặt cắt ngang tròn, vuông, chữ nhật, đa giác không đều.

Chiều dài mẫu thử chọn phụ thuộc vào chiều dày hoặc đường kính mẫu, điều kiện tiến hành thử và loại thiết bị sử dụng.

###### a) Mẫu thử thép cốt bê tông:

Mẫu thử là cốt thép không gia công mặt tiết diện. Mẫu thử có chiều dài như đã nêu ở trên. Đối với một số thiết bị thủy lực kẹp cơ của Trung Quốc và Liên Xô cũ, chiều dài mẫu thử có thể lấy từ 300mm đến 350mm.

###### b) Mẫu thử thép có mặt cắt ngang tròn, vuông, chữ nhật, đa giác:

Mẫu thử có chiều dài như mẫu thử thép cốt bê tông. Mẫu thử là vật liệu ban đầu không cần gia công giảm tiết diện. Nếu vật liệu có đường kính lớn hơn 30mm, cho phép gia công thành mẫu có đường kính từ 25mm đến 30mm.

###### c) Mẫu thử thép tấm và thép hình:

Mẫu thép tấm và thép hình được gia công thành dạng mẫu có tiết diện hình vuông hoặc chữ nhật và phải lượn tròn mép với bán kính lượn không lớn hơn 1/10 chiều dày mẫu thử.

- Chiều dài mẫu thử:

Mẫu thử có chiều dài như mẫu thử thép cốt bê tông.

- Chiều rộng mẫu thử:

Đối với vật liệu có chiều rộng đến 20mm, chiều rộng mẫu thử lấy bằng chiều dày vật liệu thử.

Đối với vật liệu có chiều rộng trên 20mm, chiều rộng mẫu thử lấy từ 20mm đến 50mm với độ sai lệch  $\pm 5$ mm sao cho chiều rộng bằng hai lần chiều dày mẫu thử.

Đối với vật liệu có chiều dày dưới 3mm, chiều rộng mẫu thử không vượt quá  $20 \pm 5$ mm.

- Chiều dày mẫu thử:

Chiều dày mẫu thử bằng chiều dày ban đầu vật liệu thử. Nếu chiều dày vật liệu thử lớn hơn 25mm thì được phép gia công nguội một phía chiều dày mẫu thử đến 25mm, khi uốn mặt gia công được đặt về phía chịu nén.

#### **13.3.2.2. Mẫu thử là thép hàn**

Mẫu thử là thép hàn thì theo chiều dài mẫu, mối hàn phải bố trí ở giữa.

Phân lồi mối hàn của mẫu thử phải được gia công cơ khí cho bằng mặt thép cơ bản.

Quy định về lấy mẫu thép hàn và quy cách mẫu thép hàn (tròn, vuông, chữ nhật, đa giác...) phải tuân thủ các quy định trong tiêu chuẩn TCVN 5400:1991 - Mối hàn, yêu cầu chung về lấy mẫu để thử cơ tính và tiêu chuẩn TCVN 5401:1991 - Mối hàn, phương pháp thử uốn.

#### **13.3.3. Thiết bị và dụng cụ cần thiết**

- Thiết bị uốn thép và mối hàn:

Thí nghiệm sẽ được tiến hành trên máy kéo nén thủy lực vạn năng, hoặc máy uốn chuyên dùng nếu có. Máy thí nghiệm uốn phải đáp ứng được các thông số kỹ thuật phù hợp cho phép thử. Máy phải có các đồ gá thích hợp như các gối đỡ, các đầu búa uốn có các cỡ đường kính khác nhau.

Chiều rộng các gối đỡ, đầu búa uốn phải lớn hơn chiều rộng mẫu thử.

Đường kính đầu búa uốn, bán kính gối đỡ phải đáp ứng được các quy định riêng cho từng loại vật liệu.

#### **13.3.4. Quy trình thử**

##### **13.3.4.1. Kiểm tra mẫu**

Kiểm tra độ cong vênh, nứt rạn, khuyết tật ngoài (bọt khí, tổn thất do gia công cơ, vết cháy do hồ quang điện...). Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào của vật liệu thì đều phải ghi lại trong phiếu kết quả. Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào do gia công chế

tạo thì không được tiến hành thử trên mẫu đó. Kiểm tra sự phù hợp của việc lấy mẫu và việc gia công chế tạo mẫu phù hợp với các tiêu chuẩn quy định.

#### 13.3.4.2. Chuẩn bị đồ gá và máy

Chọn và lắp đầu búa uốn với đường kính phù hợp với tiêu chuẩn sản phẩm quy định.

Tính khoảng cách giữa các gối đỡ theo công thức sau hoặc theo các quy định riêng trong tiêu chuẩn sản phẩm (nếu có):

$$L = D + (2,5 \div 3,0)a + 2R$$

Trong đó:

D - đường kính đầu búa uốn, mm;

a - đường kính hay chiều dày mẫu thử, mm (xem hình 13.5);

R - bán kính trục đỡ uốn, mm.

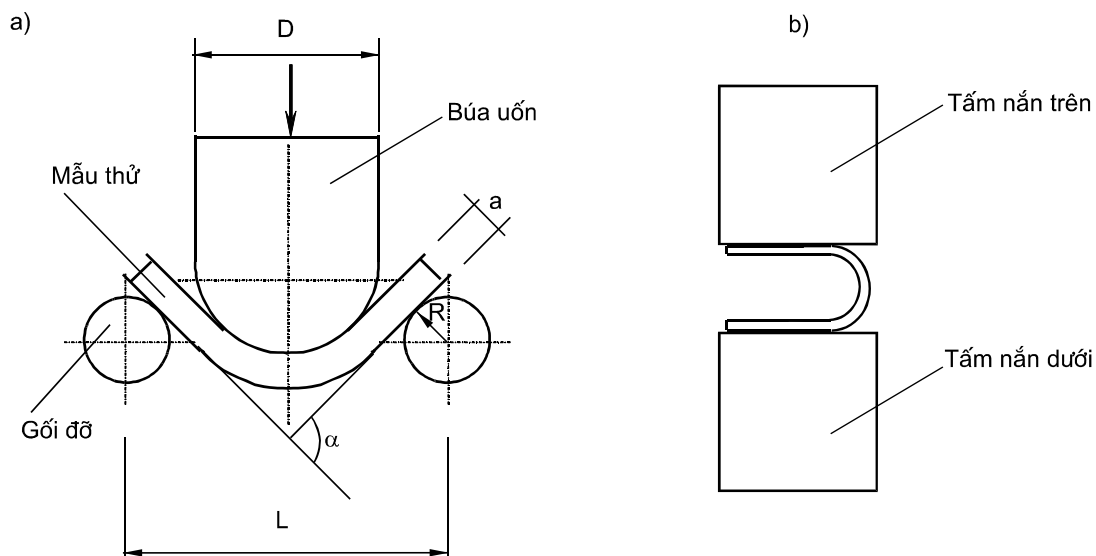
Căn chỉnh các gối đỡ theo khoảng cách đã được tính;

Chọn thang lực lớn nhất.

#### 13.3.4.3. Tiến hành thử

##### a) Lắp mẫu thử lên máy

Xem hình 13.5.



**Hình 13.5.** Dụng cụ thử uốn  
a) Các bộ phận của dụng cụ thử uốn;  
b) Thử uốn khi góc uốn yêu cầu  $\alpha = 180^0$



Lắp cân xứng trên các gối đỡ. Cần lưu ý khi lắp các mẫu sau:

Đối với mẫu thép cốt gai, mẫu phải đặt sao cho hai gai dọc nằm trên một mặt phẳng ngang;

Đối với mẫu thép hàn, mẫu phải đặt sao cho mối hàn nằm chính diện với đầu búa uốn.

#### *b) Vận hành máy*

Đóng điện máy và cho chạy máy với tốc độ quy định của từng loại sản phẩm. Đầu búa uốn sẽ nén dần vào khu vực giữa mẫu.

Trị số góc uốn  $\alpha$  tùy thuộc vào quy định trong tiêu chuẩn của từng loại sản phẩm.

Khi mẫu được uốn tới trị số góc uốn  $\alpha$  quy định thì ngắt điện máy.

#### *c) Tháo mẫu ra khỏi máy*

Mở van xả dầu máy từ từ cho tới khi đầu búa không còn tiếp xúc với mẫu thì dùng búa gõ vào hai đầu của mẫu thử. Khi mẫu không còn kích căng ở hai gối đỡ thì lấy mẫu ra khỏi máy.

Cần chú ý vấn đề an toàn khi tháo gỡ lấy mẫu ra khỏi máy vì mẫu còn đang ở trạng thái nén đàn hồi, có thể văng bật ra khỏi máy nếu ta xả dầu quá nhanh.

#### **13.3.4.4. Tính toán kết quả**

Mẫu sau khi uốn được kiểm tra bằng mắt.

Khu vực được kiểm tra là phần chịu uốn của mẫu thử.

Ghi nhận lại tình trạng mẫu thử. Nếu có các vết rạn nứt thì đo kích thước.

Theo kết quả kiểm tra và đối chiếu với yêu cầu trong tiêu chuẩn của loại sản phẩm, cho nhận xét và kết luận về khả năng chịu uốn của vật liệu.

## **B. PHẦN THỰC HÀNH**

### **13.3.5. Mục đích công việc**

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm uốn gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của thiết bị nén uốn thủy lực;
- Biết chuẩn bị mẫu trước khi thử phù hợp với tiêu chuẩn quy định;
- Biết lựa chọn bộ gá uốn và các phụ kiện uốn phù hợp với kích cỡ mẫu thử, phù hợp với tiêu chuẩn thử uốn cho loại vật liệu thử;
- Biết cách tính các thông số gá lắp để uốn: đường kính búa uốn; khoảng cách giữa hai gối đỡ uốn; góc cần uốn cho phù hợp với tiêu chuẩn quy định đối với loại vật liệu thử;

- Biết quan sát và nhận xét tình trạng mẫu sau khi uốn;
- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

### **13.3.6. Thiết bị và vật liệu**

#### **13.3.6.1. Thiết bị và dụng cụ**

- Máy kéo nén uốn thủy lực;
- Thước lá 1000mm; dụng cụ cơ khí dùng cho tháo lắp các phụ kiện uốn; máy tính.

#### **13.3.6.2. Vật liệu**

Các đoạn thép cốt bê tông tròn trơn, gai hoặc mối hàn có chiều dài từ 300 mm đến 400 mm, có đường kính tùy chọn nhưng nên nằm trong dải từ 6mm đến 20 mm.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu.

### **13.3.7. Trình tự thực hiện**

- Kiểm tra mẫu (tình trạng mẫu, ký hiệu);
- Cân, đo và tính đường kính mẫu (theo công thức) hoặc xác định kích thước chiều dày, chiều rộng mẫu bằng thước kẹp và palme;
- Tính toán và chuẩn bị các thông số uốn: đường kính búa uốn; khoảng cách giữa hai gối đỡ uốn; góc cần uốn cho phù hợp với tiêu chuẩn quy định đối với loại vật liệu thử;
- Chuẩn bị và chạy thử máy (chọn băng lực lớn nhất của máy; chỉnh kim về vị trí “0”);
- Tiến hành gá lắp mẫu và thử;
- Quan sát và nhận xét tình trạng mẫu sau khi thử;
- So sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận về khả năng chịu uốn của vật liệu.

## **13.4. PHƯƠNG PHÁP THỬ NÉN ỐNG THÉP NGUYÊN VÀ ỐNG THÉP CÓ MỐI HÀN**

### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

#### **13.4.1. Mục đích**

Thí nghiệm thử nén ống thép nguyên và ống thép có mối hàn nhằm mục đích kiểm tra khả năng chịu nén bẹp của sản phẩm bằng cách nén mẫu thử đến một khoảng cách đã được quy định cho từng loại vật liệu. Mẫu nén xong được quan sát mức độ rạn nứt (nếu có) để đánh giá khả năng chịu nén của mẫu thử.

### **13.4.2. Mẫu thử**

Mẫu thử gồm nhiều loại, phụ thuộc vào loại vật liệu và đường kính mẫu.

Chiều dài mẫu thử chọn phụ thuộc vào đường kính mẫu, điều kiện tiến hành thử và loại thiết bị sử dụng:

Chiều dài mẫu thử nén lấy bằng đường kính ngoài của mẫu thử nhưng không nhỏ hơn 40mm

Mẫu thử được cắt ra từ lô sản phẩm, bỏ đi 50mm tính từ đầu ngoài cùng sản phẩm.

### **13.4.3. Thiết bị và dụng cụ cần thiết**

- Thiết bị nén:

Thí nghiệm nén sẽ được tiến hành trên máy kéo nén thủy lực vạn năng, hoặc máy nén chuyên dùng nếu có. Máy thí nghiệm nén phải đáp ứng được các thông số kỹ thuật phù hợp cho phép thử. Máy phải có các đồ gá thích hợp như gối đỡ, các tấm nén trên, tấm nén dưới.

Chiều rộng các tấm nén phải lớn hơn đường kính ngoài hoặc chiều dài của mẫu thử (chọn giá trị nào lớn hơn).

### **13.4.4. Quy trình thử**

#### **13.4.4.1. Kiểm tra mẫu**

Kiểm tra độ cong vênh, rạn nứt, khuyết tật ngoài trên bề mặt mẫu thử (bọt khí, tổn thất do gia công cơ, vết cháy do hồ quang điện...). Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào của vật liệu thì đều phải ghi lại trong phiếu kết quả. Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào do gia công chế tạo thì không được tiến hành thử trên mẫu đó. Kiểm tra sự phù hợp của việc lấy mẫu và việc gia công chế tạo mẫu phù hợp với các tiêu chuẩn quy định.

#### **13.4.4.2. Chuẩn bị đồ gá và máy**

Chọn tấm nén trên và dưới phù hợp với từng loại mẫu thử.

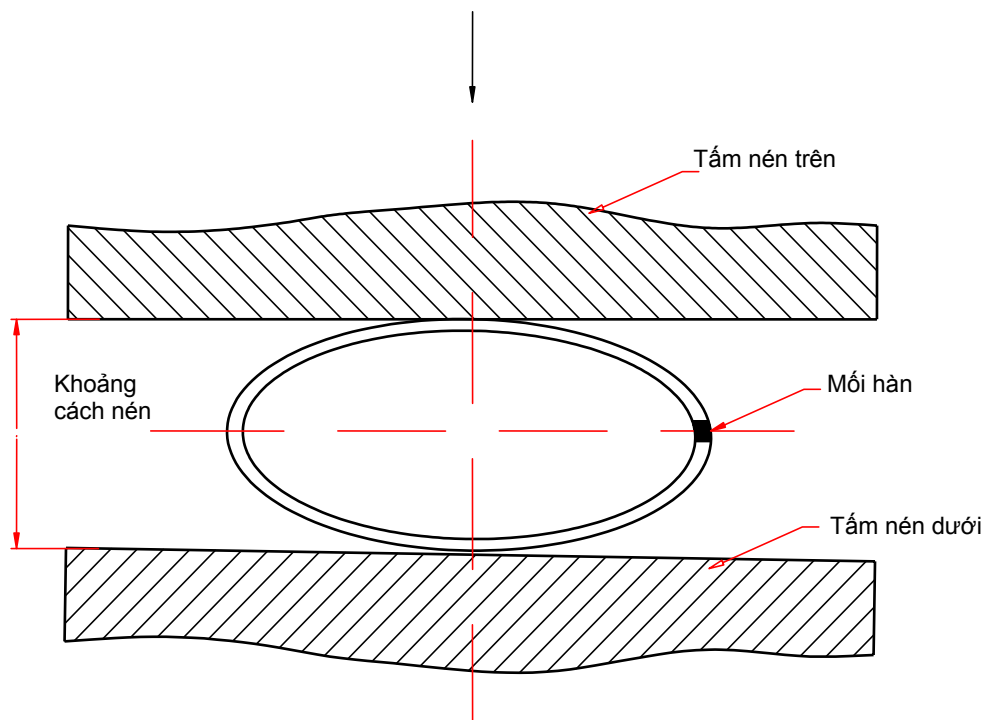
Mặt phẳng 2 tấm nén phải được lắp đặt cố định, có tâm trùng nhau và hai mặt phẳng phải song song.

Chọn thang lực lớn nhất.

#### **13.4.4.3. Tiến hành thử**

a) Lắp mẫu thử lên máy

Xem hình 13.6.



**Hình 13.6.** Sơ đồ thử nén

Lắp mẫu sao cho mẫu nằm ở trung tâm của 2 tấm nén.

Trục dọc của mẫu thử song song với hướng quan sát của thí nghiệm viên.

Đối với mẫu là ống thép hàn khi lắp mẫu nén thì trục của mối hàn phải vuông góc với phương nén và phải đặt về phía bên phải theo hướng quan sát của thí nghiệm viên.

*b) Vận hành máy*

Đóng điện máy và cho chạy máy với tốc độ quy định của từng loại sản phẩm. Đầu búa nén sẽ nén dần vào khu vực mẫu.

Khoảng cách nén tùy thuộc vào quy định trong tiêu chuẩn của từng loại sản phẩm.

Khi mẫu được nén tới khoảng cách quy định thì ngắt điện máy.

*c) Tháo mẫu ra khỏi máy*

Mở van xả dầu máy từ từ cho tới khi mặt phẳng tấm nén trên không còn tiếp xúc với mẫu thì lấy mẫu ra khỏi máy.

**13.4.4.4. Đánh giá kết quả**

Mẫu sau khi nén được kiểm tra bằng mắt, có thể bằng soi kính lúp.

Ghi nhận lại tình trạng mẫu thử. Nếu có các vết rạn nứt thì đo kích thước.

Theo kết quả kiểm tra và đối chiếu với yêu cầu trong tiêu chuẩn của loại sản phẩm, cho nhận xét và kết luận về khả năng chịu nén của sản phẩm.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### 13.4.5. Mục đích công việc

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm nén gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của thiết bị kéo nén thuỷ lực;
- Biết chuẩn bị mẫu trước khi thử phù hợp với tiêu chuẩn quy định;
- Biết lựa chọn bộ gá nén và các phụ kiện nén phù hợp với kích cỡ mẫu thử, phù hợp với tiêu chuẩn thử nén cho loại vật liệu thử;
- Biết quan sát và nhận xét tình trạng mẫu sau khi nén;
- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

### 13.4.6. Thiết bị và vật liệu

#### 13.4.6.1. Thiết bị và dụng cụ

- Máy kéo nén uốn thuỷ lực;
- Thước lá 1000mm; dụng cụ cơ khí dùng cho tháo lắp các phụ kiện nén; máy tính.

#### 13.4.6.2. Vật liệu

Các đoạn ống thép nguyên hoặc có mối hàn với các đường kính khác nhau. Nhưng tốt nhất nên chọn các loại ống có đường kính ngoài từ 20 ÷ 110mm.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu.

### 13.4.7. Trình tự thực hiện

- Kiểm tra mẫu (tình trạng mẫu, ký hiệu);
- Đo xác định đường kính ngoài và chiều dày của sản phẩm;
- Tính toán khoảng cách nén cho phù hợp với từng loại vật liệu theo từng tiêu chuẩn tương ứng;
- Chuẩn bị và chạy thử máy (chọn băng lực lớn nhất của máy; chỉnh kim về vị trí “0”);
- Tiến hành gá lắp mẫu và thử;
- Quan sát và nhận xét tình trạng mẫu sau khi thử;

- So sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận về khả năng chịu nén của vật liệu.

## 13.5. PHƯƠNG PHÁP THỬ KÉO MỐI HÀN

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 13.5.1. Mục đích

Thí nghiệm kéo mối hàn kim loại nhằm đánh giá và so sánh độ bền mối hàn liên kết giữa 2 kim loại với cường độ của kim loại nguyên đem hàn. Nếu cường độ mối hàn bằng hoặc lớn hơn cường độ thép nguyên thì mối hàn đạt yêu cầu về độ bền.

Cần lưu ý rằng, so với thép nguyên thì kim loại mối hàn thường có giới hạn bền cao hơn nhưng kém dẻo. Qua thí nghiệm kéo mối hàn ta chỉ mới đánh giá được khả năng chịu kéo của mối hàn, còn tính dẻo của mối hàn cần phải đánh giá bằng các thí nghiệm khác (thí nghiệm uốn, thí nghiệm dai va đập, thí nghiệm xác định độ cứng kim loại mối hàn).

#### 13.5.2. Mẫu thử

Mẫu thử gồm nhiều loại, phụ thuộc vào loại, kích cỡ vật liệu và cách hàn.

##### a) Mẫu thử là mối hàn thép cốt bê tông

Thông thường không gia công mặt ngoài, chiều dài của mẫu thử phụ thuộc vào cách hàn.

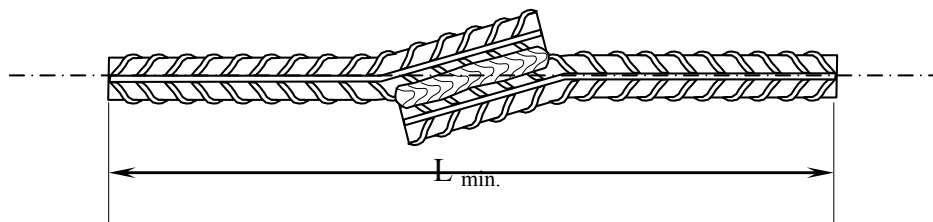
- Đối với hàn đối đầu, hàn máng - hàn trong máng thép hoặc máng đồng, chiều dài mẫu thử tối thiểu  $L_{\min}$  được lấy theo công thức sau:

$$L_{\min.} = 12d + 2h \quad (13.16)$$

Trong đó:

d - đường kính thanh thép cốt bê tông, mm;

h - chiều cao miệng kẹp máy thí nghiệm, mm.



**Hình 13.7.** Hình dạng mẫu thử mối hàn ghép chồng thép cốt

- Đối với hàn ghép chồng hoặc hàn ốp tấp (xem hình 13.7), chiều dài mẫu thử tối thiểu  $L_{min}$  được lấy theo công thức sau:

$$L_{min.} = L_h + (6 \div 8)d + 2h \quad (13.17)$$

Trong đó:

$L_h$  - chiều dài đường hàn, mm;

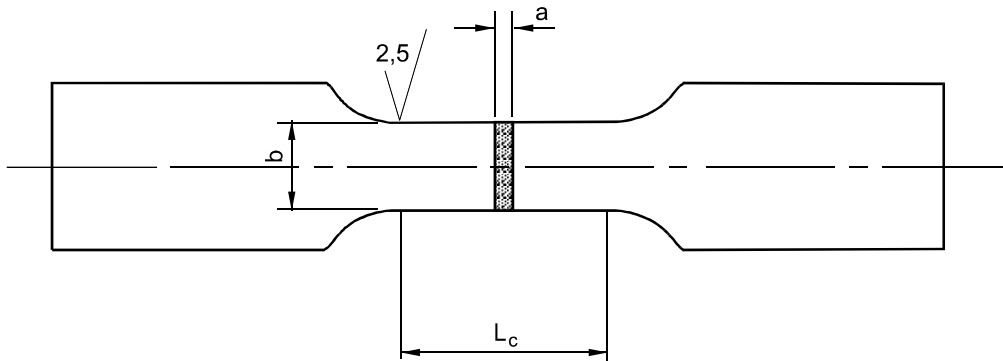
$d$  - đường kính thanh thép cốt bê tông, mm;

$h$  - chiều cao miệng kẹp máy thí nghiệm, mm.

Nếu thép cốt được hàn bằng phương pháp hàn ghép chồng thì phải uốn trước các thanh thép sao cho sau khi hàn xong thì trục thanh mẫu nằm trên một đường thẳng (hình 13.17).

*b) Mẫu thử là mối hàn thép tấm*

Mẫu thử là thép hàn thì theo chiều dài mẫu, mối hàn phải bố trí ở giữa (hình 13.18).



**Hình 13.8.** Hình dạng mẫu thử kéo mối hàn thép tấm và thép hình

Phần lõi mối hàn của mẫu thử phải được gia công cơ khí cho bằng mặt thép cơ bản.

Quy định về lấy mẫu thép hàn và quy cách mẫu thép hàn (tròn, ống, vuông, chữ nhật, đa giác...) phải tuân thủ các quy định trong tiêu chuẩn TCVN 5400:1991 - Mối hàn, yêu cầu chung về lấy mẫu để thử cơ tính và tiêu chuẩn TCVN 5403:1991 - Mối hàn, phương pháp thử kéo.

Hình dáng kích thước phần kẹp vào thiết bị thử cần phải phù hợp với tiêu chuẩn các ngàm cặp của thiết bị. Phải có góc lượn đều tại chỗ chuyển tiếp giữa phần thắt và phần kẹp vào ngàm kẹp. Mẫu thử được gia công trên các máy cắt kim loại. Độ nhám bề mặt tại phần làm việc của các mẫu dẹt không thấp hơn  $Ra\ 2,5\mu m$  theo TCVN 2511:1978.

### 13.5.3. Thiết bị và dụng cụ cần thiết

#### 13.5.3.1. Thiết bị kéo môi hàn kim loại

Thí nghiệm sẽ được tiến hành trên máy kéo nén thủy lực vạn năng, hoặc máy chuyên dùng nếu có. Máy kéo phải có các thông số kỹ thuật phù hợp cho phép thử.

13.5.3.2. *Thước kẹp*: có độ chính xác 1%mm.

13.5.3.3. *Thước lá*: có độ dài 500÷1000 mm; có độ chính xác 1mm.

### 13.5.4. Quy trình thử

#### 13.5.4.1. Kiểm tra mẫu

Kiểm tra độ cong vênh, rạn nứt, khuyết tật ngoài (bọt khí, tổn thất do gia công cơ, vết cháy do hồ quang điện...). Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào của vật liệu thì đều phải ghi lại trong phiếu kết quả. Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào do gia công chế tạo thì không được tiến hành thử trên mẫu đó. Kiểm tra sự phù hợp của việc lấy mẫu và việc gia công chế tạo mẫu phù hợp với các tiêu chuẩn quy định.

#### 13.5.4.2. Đo kích thước mẫu

a) *Đối với mẫu là môi hàn thép cốt*

Đối với mẫu thử là môi hàn thép cốt, việc xác định kích thước mẫu (đường kính thép cốt) được tiến hành trên mẫu thép nguyên khi chưa hàn (chính là loại thép dùng để hàn nối) Dùng cân xác định trọng lượng Q với độ chính xác tới 1g và đo chiều dài  $L_t$  của thanh mẫu bằng thước lá với độ chính xác 1mm rồi tính toán đường kính thực theo công thức sau:

$$d_0 = 4,027353 \sqrt{\frac{Q(g)}{L_t(cm)}}, \text{ mm} \quad (13.18)$$

Giá trị  $d_0$  được tính bằng mm và làm tròn tới số hạng thứ nhất sau dấu phẩy.

Trường hợp không có thép nguyên thì lấy theo cỡ đường kính danh định của thép cốt.

b) *Đối với mẫu được gia công cơ khí*

Sử dụng thước cặp và panme đo đường kính đối với mẫu trụ và chiều dày chiều rộng đối với mẫu hình chữ nhật (mẫu dẹt) với độ chính xác:

- Không thấp hơn 0,01mm đối với mẫu trụ có đường kính  $\leq 10\text{mm}$ , đối với mẫu dẹt có chiều dày  $\leq 2\text{mm}$ .



- Không thấp hơn 0,05mm đối với mẫu trụ có đường kính > 10mm, đối với mẫu dẹt có chiều dày > 2mm.

Khi đo phải đo ở 3 vị trí khác nhau, lấy giá trị trung bình cộng để tính toán giá trị diện tích mặt cắt ngang tính toán  $S_0$ .

#### **13.5.4.3. Chuẩn bị và chạy thử máy**

Xác định thang lực thích hợp (nếu cần) bằng cách dựa trên lực bền ước tính sơ bộ sao cho nằm trong giới hạn 10%÷85% của thang lực được chọn. Sau đó tùy thuộc kiểu máy mà tiến hành các thay đổi thích hợp.

Thay đổi các bộ ngàm kẹp hoặc cơ cấu kẹp cho phù hợp với loại mẫu thử.

Nếu máy có bộ phận vẽ biểu đồ bằng cơ học thì phải chú ý lắp giấy, bút và điều chỉnh về vị trí thích hợp.

Cho thông nguồn điện với máy rồi chạy máy ở chế độ không tải trong vòng 5÷10 phút để cho máy ổn định và khử hết các tải trọng phụ trên máy. Tiếp theo tiến hành chỉnh không (zero) cho máy.

#### **13.5.4.4. Tiến hành thử**

Lắp mẫu thử lên máy, cho máy chạy, giữ tốc độ gia tải ở mức từ 3 đến 30N/mm<sup>2</sup>.s.

Quan sát trên bộ phận chỉ thị lực của máy, xác định giá trị lực bền  $F_m$ . Khi mẫu thử không còn khả năng chịu lực nữa (giá trị lực bắt đầu tụt xuống) thì ta tắt máy rồi từ từ dỡ tải để đảm bảo an toàn cho người và thiết bị, việc này đặc biệt cần khi kéo các mẫu có đường kính lớn và thép cường độ cao.

Sau khi kết thúc phép thử, tiến hành ngắt nguồn điện ra khỏi máy và thực hiện các công tác vệ sinh máy nếu cần.

#### **13.5.4.5. Tính toán kết quả**

Sau khi có kết quả đo đạc và thí nghiệm, ta tiến hành tính toán theo công thức sau:

$$R_m = F_m / S_0, \text{ N/mm}^2 \quad (13.19)$$

So sánh giá trị ứng suất bền tính được với giá trị cường độ bền tiêu chuẩn.

Nếu giá trị ứng suất bền tính được lớn hơn hoặc bằng giá trị cường độ bền tiêu chuẩn thì kết luận mỗi hàn có cường độ bền đạt yêu cầu tiêu chuẩn.

Cần lưu ý rằng kết quả thử kéo mỗi hàn chỉ khẳng định được cường độ bền chứ chưa đủ để khẳng định chất lượng mỗi hàn.

Mỗi hàn thường có ưu điểm là có cường độ bền cao hơn cường độ vừa vật liệu thép nhưng kém dẻo hơn so với thép nguyên. Do đó để khẳng định chất lượng mỗi hàn, ngoài phép thử kéo để xác định cường độ còn phải kết hợp với các phép thử

khác như phép thử uốn, thử độ cứng, thử độ dai va đập (tùy theo tiêu chuẩn hay thiết kế yêu cầu), mới đánh giá được chất lượng của mối hàn.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### 13.5.5. Mục đích công việc

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm kéo gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của thiết bị kéo thủy lực;
- Biết chuẩn bị mẫu trước khi thử theo đúng tiêu chuẩn quy định (các chi tiết nổi của mẫu hàn phải đồng trục);
- Biết cách chọn các thông số máy phù hợp với kích cỡ mẫu thử;
- Biết quan sát và đọc đúng các giá trị lực chảy của vật liệu thép (để tham khảo), lực bền và ngắt điện máy kịp thời khi mẫu thất đủ hoặc đến khi mẫu bị phá hủy;
- Đọc được các giá trị trên biểu đồ thí nghiệm kéo;
- Biết tính toán các chỉ tiêu từ các trị số đo và số đọc có được sau khi kéo mẫu; nắm bắt được các khu vực phá hủy mối hàn (vùng kim loại cơ bản; vùng ảnh hưởng nhiệt; vùng kim loại mối hàn)
- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

### 13.5.6. Thiết bị và vật liệu

#### 13.5.6.1. Thiết bị và dụng cụ

- Máy kéo thủy lực;
- Thước lá 1000mm, dũa khắc vạch; máy tính.

#### 13.5.6.2. Vật liệu

Các mẫu liên kết hàn thép cốt bê tông tròn trơn, gai hoặc các liên kết hàn thép tấm có chiều dài từ 500mm đến 700mm, có kích cỡ tùy chọn nhưng nên nằm trong dải: mối hàn thép cốt đường kính từ 6mm đến 20mm; mối hàn thép tấm có chiều dày từ 6mm đến 14mm.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu.

### 13.5.7. Trình tự thực hiện

- Kiểm tra mẫu (phôi chế tạo mẫu, quy cách mẫu, tình trạng mẫu, ký hiệu);
- Khắc vạch chiều dài tính toán  $L_0$  nếu tiêu chuẩn sản phẩm có quy định xác định chỉ tiêu độ dẫn dài tương đối (các đoạn  $L_0$  theo tiêu chuẩn);

- Chuẩn bị và chạy thử máy (đầu kẹp mẫu; lựa chọn bảng lực phù hợp; chỉnh kim về vị trí “0”);
- Tiến hành thử;
- Đo đạc sau khi thử;
- Tính toán, so sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận về độ bền mối hàn.

## 13.6. PHƯƠNG PHÁP THỬ KÉO ỐNG THÉP NGUYÊN VÀ ỐNG THÉP HÀN

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 13.6.1. Mục đích

Thí nghiệm kéo ống thép nguyên nhằm xác định cơ tính của thép ống (giới hạn chảy, giới hạn bền, độ giãn dài).

Thí nghiệm kéo ống thép hàn nhằm so sánh chất lượng mối hàn ống với chất lượng ống thép nguyên. Nếu cường độ mối hàn bằng hoặc lớn hơn cường độ thép ống thì mối hàn đạt yêu cầu về độ bền.

Cần lưu ý rằng, so với thép nguyên thì kim loại mối hàn thường có giới hạn bền cao hơn nhưng kém dẻo. Qua thí nghiệm kéo mối hàn ta chỉ mới đánh giá được khả năng chịu kéo của mối hàn, còn tính dẻo của mối hàn cần phải đánh giá bằng các thí nghiệm khác tùy theo yêu cầu được quy định trong tiêu chuẩn sản phẩm (thí nghiệm uốn, thí nghiệm dai va đập, thí nghiệm xác định độ cứng kim loại mối hàn).

#### 13.6.2. Mẫu thử

Mẫu thử gồm nhiều loại, phụ thuộc vào loại, kích cỡ vật liệu và cách hàn.

##### 13.6.2.1. Mẫu thử là ống thép không có mối hàn

a) *Mẫu thử là ống thép để nguyên*

Loại mẫu thử này thường áp dụng cho ống thép nguyên có đường kính ngoài  $D \leq 18\text{mm}$ . Chiều dài tối thiểu của mẫu lấy theo công thức:

$$L_{\min} = L_0 + 2h \quad (13.20)$$

Trong đó:

$L_0$ : (Chiều dài cỡ ban đầu để xác định độ giãn dài tương đối của mẫu thử sau khi đứt) =  $5.65 \sqrt{S_0}$  đối với mẫu ngắn, hoặc  $L_0 = 11.3 \sqrt{S_0}$  đối với mẫu dài;

$h$  - chiều cao miệng kẹp mẫu của thiết bị thí nghiệm;

$S_0$  - diện tích mặt cắt ban đầu của ống thép.

*b) Mẫu thử được gia công từ ống thép*

Đối với ống có đường kính ngoài  $D > 18\text{mm}$  và chiều dày thành ống  $a < 12\text{mm}$ , mẫu có thể gia công thành dạng băng cắt thành dải dọc theo trục ống (hình 13.9). Chiều rộng mẫu tùy thuộc vào đường kính ngoài của ống được quy định như sau:

Khi  $D$  từ  $18\text{mm}$  đến  $30\text{mm}$ , chiều rộng mẫu thử là  $8\text{mm}$ ;

Khi  $D$  từ  $30\text{mm}$  đến  $50\text{mm}$ , chiều rộng mẫu thử là  $10\text{mm}$ ;

Khi  $D$  trên  $50\text{mm}$ , chiều rộng mẫu thử là  $12\text{mm}$ ;

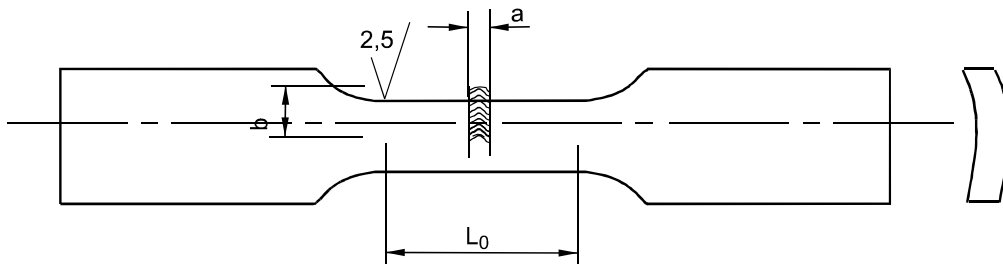
Chiều dài tối thiểu của mẫu lấy theo công thức như đã nêu ở mục 13.2.1; trong đó  $S_0$  là diện tích mặt cắt ban đầu của mẫu thử.

Đối với ống có chiều dày thành ống  $a > 7\text{mm}$  mẫu có thể gia công thành hình trụ tròn (xem phụ lục 1 loại III trong TCVN 197-2002 - Kim loại, phương pháp thử kéo)

Chiều dài tính toán ban đầu của mẫu được giới hạn bằng hai vạch với độ chính xác đến 1%. Để tính toán độ giãn dài, cần vạch trên phần làm việc (phần thắt) của mẫu những khoảng có độ dài  $5\text{mm}$  hoặc  $10\text{mm}$ .

**13.6.2.2. Mẫu thử từ ống thép có mối hàn**

Mẫu thử là ống thép hàn được lấy theo tiêu chuẩn TCVN 5400-1991 - Mối hàn, yêu cầu chung về lấy mẫu để thử cơ tính, và có các kích thước phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 5403-1991 - Mối hàn, phương pháp thử kéo (hình 13.9).



**Hình 13.9:** hình dạng mẫu thử kéo thép ống và thép ống có mối hàn

**13.6.3. Thiết bị và dụng cụ cần thiết**

**13.6.3.1. Thiết bị kéo thép ống và thép ống có mối hàn**

Thí nghiệm sẽ được tiến hành trên máy kéo nén thủy lực vạn năng, hoặc máy chuyên dùng nếu có. Máy kéo phải có các thông số kỹ thuật phù hợp cho phép thử

**13.6.3.2. Thước kẹp:** có độ chính xác  $1\% \text{mm}$ ;

**13.6.3.3. Kính phóng đại (lúp):** có độ phóng đại tối thiểu 4 lần;

**13.6.3.4. Thước lá:** có độ dài  $50 \div 100 \text{ cm}$ .

#### **13.6.4. Quy trình thử**

##### **13.6.4.1. Kiểm tra mẫu**

Kiểm tra độ cong vênh, nứt rạn, khuyết tật ngoài (bọt khí, tổn thất do gia công cơ, vết cháy do hồ quang điện...). Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào của vật liệu thì đều phải ghi lại trong phiếu kết quả. Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào do gia công chế tạo thì không được tiến hành thử trên mẫu đó. Kiểm tra sự phù hợp của việc lấy mẫu và việc gia công chế tạo mẫu phù hợp với các tiêu chuẩn quy định.

##### **13.6.4.2. Chuẩn bị và chạy thử máy**

Xác định thang lực thích hợp nếu cần bằng cách dựa trên lực bền ước tính sơ bộ sao cho nằm trong giới hạn 10%÷85% của thang lực được chọn. Sau đó tùy thuộc kiểu máy mà tiến hành các thay đổi thích hợp.

Thay đổi các bộ ngàm kẹp hoặc cơ cấu kẹp cho phù hợp với loại mẫu thử.

Nếu máy có bộ phận vẽ biểu đồ bằng cơ học thì phải chú ý lắp giấy, bút và điều chỉnh về vị trí thích hợp.

Cho thông nguồn điện với máy rồi chạy máy ở chế độ không tải trong vòng 5÷10 phút để cho máy ổn định và khử hết các tải trọng phụ trên máy. Tiếp theo tiến hành chỉnh không (zero) cho máy.

##### **13.6.4.3. Tiến hành thử**

Lắp mẫu thử lên máy, cho máy chạy, giữ tốc độ gia tải ở mức từ 3 đến 30N/mm<sup>2</sup>.s hoặc theo các tiêu chuẩn đối với các sản phẩm kim loại khác.

Quan sát trên bộ phận chỉ thị lực của máy, xác định các giá trị lực chảy  $F_e$  và lực bền  $F_m$ . Nếu cần xác định  $A_5$ ,  $A_{10}$  và  $Z$  thì cho đứt hẳn mẫu, còn không thì khi mẫu thử không còn khả năng chịu lực nữa (giá trị lực bắt đầu tụt xuống) thì ta tắt máy rồi từ từ dỡ tải để đảm bảo an toàn cho người và thiết bị, việc này đặc biệt cần khi kéo các mẫu có đường kính lớn và thép cường độ cao.

Sau khi kết thúc phép thử, tiến hành ngắt nguồn điện ra khỏi máy và thực hiện các công tác vệ sinh máy nếu cần.

##### **13.6.4.4. Đo đạc sau khi thử**

Sau khi kết thúc phép thử, tùy thuộc vào yêu cầu mà ta cần phải tiến hành các phép đo để xác định độ giãn dài tương đối  $A_5$ ,  $A_{10}$  hoặc độ thắt  $Z$ .

###### *a) Đo xác định độ giãn dài*

Để tính chiều dài tính toán của mẫu sau khi đứt  $L_u$ , ghép khít hai phần bị đứt sao cho trục của chúng nằm trên một đường thẳng. Nếu chỗ đứt có khe hở do kim loại bị vỡ hay do nguyên nhân khác thì phải tính các khe hở đó.

Phương pháp xác định độ dẫn dài thực hiện như mục 13.4.6 của bài 2 về phương pháp thử kéo kim loại nói chung. Đối với mỗi hàn, tùy theo yêu cầu sản phẩm, nếu không có yêu cầu xác định chỉ tiêu độ dẫn dài thì không cần khắc vạch và tiến hành phép đo này.

#### **13.6.4.5. Tính toán kết quả**

Sau khi có kết quả đo đạc và thí nghiệm, ta tiến hành tính toán theo công thức sau

$$R_e = F_e/S_0, \text{ N/mm}^2, \quad (13.21)$$

$$R_m = F_m/S_0, \text{ N/mm}^2, \quad (13.22)$$

$$A = (L_u - L_0)/L_0, \% \quad (13.23)$$

$$Z = (S_0 - S_u)/S_0, \% \quad (13.24)$$

So sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận về độ bền sản phẩm ống thép hoặc độ bền mối hàn.

### **B. PHẦN THỰC HÀNH**

#### **13.6.5. Mục đích công việc**

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm kéo ống thép nguyên và ống thép có mối hàn gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của thiết bị kéo thủy lực;
- Biết chuẩn bị mẫu trước khi thử theo đúng tiêu chuẩn quy định (vị trí lấy mẫu ở phôi, xác định loại hình mẫu gia công, khắc vạch chiều dài tính toán ban đầu);
- Biết cách chọn các thông số máy phù hợp với kích cỡ mẫu thử;
- Biết quan sát và đọc đúng các giá trị lực chảy, lực bền và ngắt điện máy kịp thời khi mẫu thắt đủ hoặc đến khi mẫu bị phá hủy;
- Đọc được các giá trị trên biểu đồ thí nghiệm kéo;
- Biết tính toán các chỉ tiêu từ các trị số đo và số đọc có được sau khi kéo mẫu;
- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

#### **13.6.6. Thiết bị và vật liệu**

##### **13.6.6.1. Thiết bị và dụng cụ**

- Máy kéo thủy lực;

- Cân đồng hồ hoặc cân điện tử;
- Thước lá 100mm, dũa khắc vạch; máy tính.

#### **13.6.6.2. Vật liệu**

Các đoạn ống thép nguyên hoặc ống thép có mối hàn, có chiều dài từ 500mm đến 600mm, có đường kính ngoài và chiều dày thành ống tùy chọn nhưng không nên quá lớn để nhiều thời gian và chi phí gia công.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu.

#### **13.6.7. Trình tự thực hiện**

- Kiểm tra mẫu (vị trí lấy mẫu trên phôi, tình trạng mẫu, ký hiệu);
- Xác định các kích thước mẫu;
- Khắc vạch chiều dài tính toán  $L_0$  (các đoạn  $L_0$  theo tiêu chuẩn);
- Chuẩn bị và chạy thử máy (đầu kẹp mẫu; lựa chọn bảng lực phù hợp; chỉnh kim về vị trí “0”);
- Tiến hành thử;
- Đo đạc sau khi thử;
- Tính toán, so sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

### **13.7. PHƯƠNG PHÁP THỬ ĐỘ CỨNG KIM LOẠI**

#### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

##### **13.7.1. Mục đích**

Thí nghiệm độ cứng kim loại nhằm đánh giá tính chất của lớp bề mặt kim loại, kiểm tra sự hoá dòn của kim loại sau khi hàn, so sánh tính chất của kim loại hàn với kim loại cơ bản (kim loại nền).

Tùy theo độ cứng và kích thước của từng loại vật liệu hay sản phẩm mà sử dụng những phương pháp thí nghiệm khác nhau.

Sau đây là 2 phương pháp thí nghiệm thông dụng: phương pháp đo độ cứng Rocven và độ cứng Brinen.

Phương pháp thử độ cứng Brinen được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 256-1985 - Kim loại, xác định độ cứng theo phương pháp Brinen.

Phương pháp thử độ cứng Rocven được thực hiện theo tiêu chuẩn TCVN 257-1985 - Kim loại, xác định độ cứng theo phương pháp Rocven.

## 13.7.2. Các phương pháp thử độ cứng

### 13.7.2.1. Phương pháp thử độ cứng Rocven

Độ cứng Rocven được xác định bằng cách tác dụng liên tiếp 2 tải trọng khác nhau, tải trọng phụ  $F_0$  và tải trọng chính  $F_1$  lên mũi ấn bằng kim cương hình côn có góc bằng  $120^\circ$  hoặc bằng bi thép có đường kính khác nhau.

Tùy thuộc vào độ cứng của vật đo, độ cứng được chia thành 3 thang và có ký hiệu là HRC, HRA, HRB;

Độ cứng HRC thường được đo bằng mũi kim cương, tải trọng phụ  $F_0 = 200\text{N}$ , tải trọng chính  $F_1 = 1500\text{N}$ ;

Độ cứng HRA thường được đo bằng mũi kim cương, tải trọng phụ  $F_0 = 200\text{N}$ , tải trọng chính  $F_1 = 600\text{N}$ ;

Độ cứng HRB thường được đo bằng mũi bi thép, tải trọng phụ  $F_0 = 200\text{N}$ , tải trọng chính  $F_1 = 1000\text{N}$ . Đường kính viên bi chuẩn có thể là 1,558mm; 2,5mm; 5,0mm tùy thuộc vào tiết diện bề mặt và độ cứng của vật đo.

#### 13.7.2.1.1. Mẫu thử

Mẫu kim loại đem thử độ cứng không cần có hình dáng và kích thước đặc biệt, thường ở trạng thái nguyên dạng của các sản phẩm định thử. Tuy nhiên mẫu thử phải đạt được các yêu cầu sau:

Bề mặt định thử phải nhẵn bóng, không có vết xước, không bị han gỉ và dính dầu mỡ;

Đối với mẫu thử có hình cong thì bán kính cong không được nhỏ hơn 15mm;

Độ dày của mẫu thử không nhỏ hơn 10 lần độ sâu vết lõm.

#### 13.7.2.1.2. Thiết bị và dụng cụ cần thiết

Máy thử độ cứng Rocven hoặc máy thử độ cứng vạn năng;

Đồng hồ bấm giây;

Thước lá 500mm;

Bút chì, giấy ráp, dũa, thước kẻ.

#### 13.7.2.1.3. Quy trình thử

##### 13.7.2.1.3.1. Chuẩn bị máy

a) Chọn bàn đỡ:

Căn cứ vào hình dáng của mẫu thử mà chọn bàn đỡ cho phù hợp để đảm bảo cho mẫu thử được đặt vững chắc trên bàn đỡ;



b) Chọn đầu nén và tải trọng thí nghiệm

Phải căn cứ vào loại vật liệu thử hay độ cứng dự kiến của vật liệu mà thay đổi đầu nén và tải trọng thí nghiệm cho thích hợp (có thể tham khảo ở bảng 13.1).

**Bảng 13.1. Chọn đầu nén và phương pháp thử**

TT	Loại kim loại	Giới hạn độ cứng HB	Độ cứng HRC	Loại đầu nén	Phương pháp thử Rocven
1	Thép tôi, thép xử lý cao cấp	>240	≥23	mũi kim cương	HRC
2	Thép thường, kim loại màu	60 - 240	<23	mũi kim cương	HRC62,5
3	Thép nấu lại, thép ủ, kim loại màu	80 - 100	-	bi thép 1/16"	HRB
4	Gang xám, thép nấu lại	100 - 400	-	bi thép 2,5mm	HRB2,5/187,5
5	Kim loại màu	60 - 170	-	bi thép 2,5mm	HRB2,5/62,5
6	Kim loại màu	<120	-	bi thép 5,0mm	HRB5/250

#### 13.7.2.1.3.2. Tiến hành thử

a) Thông điện máy: đóng điện máy;

b) Gia tải sơ bộ  $F_0$ : đặt mẫu thử lên bàn đỡ, quay vô lăng nâng bàn đỡ tiếp cận với đầu nén sao cho lực sơ bộ ban đầu của đầu nén tác dụng lên mẫu là  $F_0 = 100N$  (ở một số loại máy đã gắn đèn báo, đèn sẽ tắt khi tải trọng đạt giá trị  $F_0$ ).

c) Điều chỉnh số đọc trên đồng hồ cho phù hợp với thang đo đã chọn (đối với máy có 2 vòng số dùng cho thang B và C (hay A) cũng khắc độ từ "O", khi thử với thang B phải quay vòng số đo cho con số 30 trùng với kim dài của đồng hồ, còn đối với thang đo A và C thì chỉ điều chỉnh cho số "O" của vòng số tương ứng về trùng với kim dài của đồng hồ. Đối với máy có các vòng số của đồng hồ đã cấu tạo lệch số: số 30 là số xuất phát của thang B trùng với số "O" là số xuất phát của thang C (hay A) thì không cần điều chỉnh).

d) Tác dụng tải trọng chính lên mẫu thử, kim đồng hồ của máy chuyển động, phản ánh độ đâm sâu của đầu nén vào mẫu thử, thời gian yêu cầu là từ 4 đến 6 giây.

e) Dỡ tải trọng chính: tùy loại máy mà có thao tác cho phù hợp. Khi dỡ tải trọng chính, kim trên đồng hồ có chuyển về một ít, phản ánh độ sâu tác dụng của đầu nén

giảm đi. Thông thường thời gian đỡ tải trọng chính là từ 2 đến 3 giây, nhưng khi gặp phải kim loại mềm hoặc trũng chỗ khuyết tật của mẫu thử, kim trên đồng hồ chuyển về lâu hơn, ta phải đợi kim hồi chuyển hẳn mới được thao tác tiếp.

### 13.7.2.1.3.3. Báo cáo kết quả

Đối với một mẫu thử, tiến hành đo độ cứng ở 10 điểm. Kết quả được báo cáo trong hồ sơ gồm giá trị độ cứng của 10 điểm đo và giá trị độ cứng trung bình cộng của 10 điểm đo này.

So sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

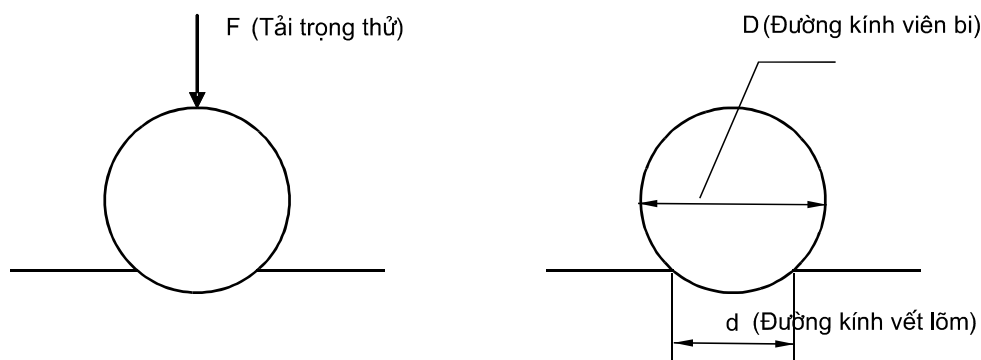
### 13.7.2.2. Phương pháp thử độ cứng brinen

Độ cứng Brinen của kim loại được xác định bằng cách tác dụng một tải trọng F lên mẫu thử qua viên bi thép có đường kính D nhất định, làm cho nó lún sâu vào mặt mẫu thử (hình 13.10). Qua một thời gian giữ nguyên tải trọng tác dụng, bỏ tải trọng đi rồi đo đường kính vết lõm của mẫu thử, từ đó suy ra độ cứng Brinen bằng cách tra bảng có sẵn (xem trong TCVN 256-1985 - Kim loại, xác định độ cứng Brinen) hoặc tính toán theo công thức sau:

$$HB = 2F/[\pi D(D-\sqrt{D^2-d^2})]. \quad (13.25)$$

Trong đó:

- F - tải trọng tác dụng lên mẫu thử, N;
- D - đường kính viên bi thép được tác dụng lên mẫu thử, mm;
- d - đường kính của vết lõm trên mẫu sau khi thử, mm.



**Hình 13.10.** Sơ đồ thử độ cứng brinen

#### 13.7.2.2.1. Mẫu thử

Mẫu kim loại đem thử độ cứng không cần có hình dáng và kích thước đặc biệt, thường ở trạng thái nguyên dạng của các sản phẩm định thử. Tuy nhiên mẫu thử phải đạt được các yêu cầu sau:

Bề mặt định thử phải nhẵn bóng, không có vết xước, không bị han gỉ và dính dầu mỡ;

Đối với mẫu thử có mặt cong thì phải dũa phẳng vị trí cần thử thành một ô vuông với kích thước ít nhất gấp 2 lần đường kính viên bi thép đem thử.

Độ dày của mẫu thử không nhỏ hơn 10 lần đường kính vết lõm.

#### 13.7.2.2.2. Thiết bị và dụng cụ cần thiết

Máy thử độ cứng Brinen hoặc máy thử độ cứng vạn năng;

Đồng hồ bấm giây;

Thước lá 500mm;

Bút chì, giấy ráp, dũa, thước kẻ;

Kính phóng đại tối thiểu 50 lần có thước đo với độ chính xác 0,02mm.

#### 13.7.2.2.3. Quy trình thử

##### 13.7.2.2.3.1. Chuẩn bị máy

a) Chọn bàn đỡ:

Căn cứ vào hình dáng của mẫu thử mà chọn bàn đỡ cho phù hợp để đảm bảo cho mẫu thử được đặt vững chắc trên bàn đỡ.

b) Chọn đầu nén và tải trọng thí nghiệm:

Phải căn cứ vào loại vật liệu thử hay độ cứng dự kiến của vật liệu mà chọn đường kính viên bi, tải trọng tác dụng và thời gian giữ tải trọng thí nghiệm cho thích hợp (có thể tham khảo ở bảng 13.2).

**Bảng 13.2. Chọn các thông số thử theo loại vật liệu**

Vật liệu	Phạm vi độ cứng Brinen	Chiều dày mẫu thử, mm	Quan hệ giữa tải trọng F và đường kính bi D	Đường kính viên bi D, mm	Tải trọng tác dụng F, N	Thời gian giữ tải trọng, giây
1	2	3	4	5	6	7
Kim loại đen	140 - 450	Từ 6 - 3	$F = 30 D^2$	10,0	3000	10
		4 - 2		5,0	750	
		< 2		2,5	187,5	
	< 140	> 6	$F = 10 D^2$	10,0	1000	10
		6 - 3		5,0	250	
		< 3		2,5	62,5	

**Bảng 13.2 (Tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6	7
Kim loại màu	> 130	6 - 3	$F = 30 D^2$	10,0	3000	30
		4 - 2		5,0	750	
		< 2		2,5	187,5	
	36 - 130	9 - 3	$F = 10 D^2$	10,0	1000	30
		6 - 3		5,0	250	
		< 3		2,5	62,5	
	8 - 35	> 6	$F = 2,5 D^2$	10,0	250	60
		6 - 3		5,0	62,5	
		< 3		2,5	15,6	

#### 13.7.2.2.3.2. Tiến hành thử

a) Thông điện máy: đóng điện máy.

b) Gia tải sơ bộ  $F_0$ : đặt mẫu thử lên bàn đỡ, quay vô lăng nâng bàn đỡ tiếp cận với đầu nén sao cho lực sơ bộ ban đầu của đầu nén tác dụng lên mẫu là  $F_0 = 100N$  (ở một số loại máy đã gắn đèn báo, đèn sẽ tắt khi tải trọng đạt giá trị  $F_0$ ).

c) Tác dụng tải trọng chính lên mẫu thử, tùy loại máy mà có thao tác cho phù hợp. Tùy theo thời gian đã chọn, theo dõi đồng hồ bấm giây để khống chế thời gian tác dụng của tải trọng lên mẫu thử.

d) Dỡ tải trọng chính: cũng tùy loại máy mà có thao tác cho phù hợp.

e) Dỡ tải sơ bộ  $F_0$ : quay vô lăng của bàn đỡ theo chiều ngược lại so với khi gia tải để dỡ nốt tải trọng sơ bộ  $F_0$ , di chuyển mẫu thí nghiệm sang vị trí đo tiếp theo để thí nghiệm lần khác.

f) Số lần thử và khoảng cách giữa 2 điểm thử: số lần thử cho 1 mẫu thử không ít hơn 3 điểm. Khoảng cách giữa 2 điểm thử được lấy ít nhất bằng 4 lần đường kính viên bi đem thử và các điểm thử phải cách mép mẫu ít nhất là 2,5 lần đường kính viên bi đem thử. Khi thử những kim loại mềm, có độ cứng nhỏ hơn 35 HB thì khoảng cách giữa 2 điểm thử tối thiểu từ 3 đến 6 lần đường kính viên bi đem thử và các điểm thử phải cách mép mẫu ít nhất là 3 lần đường kính viên bi đem thử.

#### 13.7.2.2.3.3. Đo đường kính vết lõm

Dùng kính phóng đại đo đường kính vết lõm với các quy định sau:

- Khi dùng bi có  $D = 10,5mm$  thì độ chính xác khi đo yêu cầu là 0,01mm;

- Khi dùng bi có  $D \leq 2,5\text{mm}$  thì độ chính xác khi đo yêu cầu là  $0,02\text{mm}$ ;
- Đường kính vết lõm giá trị trung bình cộng của 2 lần đo theo phương vuông góc với nhau. Chênh lệch giữa 2 số đo không được vượt quá 2%.
- Đường kính vết lõm sau khi thử phải nằm trong phạm vi:

$$0,25D < d < 0,6D$$

Nếu  $d$  nằm ngoài phạm vi trên thì kết quả thử coi như không hợp lệ.

#### 13.7.2.2.3.4. Tính và báo cáo kết quả

Sau khi thử và xác định được giá trị đường kính vết lõm, độ cứng Brinen được tra bảng có sẵn nêu trong TCVN 256-1985 - Kim loại, xác định độ cứng theo phương pháp Brinen, hoặc tính theo công thức 6.1 nêu trên. Kết quả được báo cáo trong hồ sơ gồm giá trị độ cứng của các điểm đo và giá trị độ cứng trung bình cộng của các điểm đo này.

So sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

#### **13.7.2.3. Chuyển đổi số liệu độ cứng và độ cứng sang độ bền**

Có thể tính chuyển đổi số liệu độ cứng từ phương pháp này sang các phương pháp khác hoặc tính chuyển ra độ bền của kim loại đem thử (vì TCVN chưa ban hành nên có thể tham khảo tiêu chuẩn của các nước, thí dụ ASTM A370-2011).

Cần lưu ý rằng, việc chuyển đổi đơn vị đo độ cứng này sang đơn vị đo độ cứng khác hoặc sang độ bền chỉ mang tính tham khảo vì sai số chuyển đổi có thể lớn hơn sai số cho phép của chính phép thử không chuyển đổi.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### **13.7.3. Mục đích công việc**

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm thử độ cứng gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của máy thử độ cứng;
- Biết kiểm tra máy bằng cách kiểm trên mẫu độ cứng chuẩn;
- Biết chuẩn bị mẫu và loại bàn đỡ trước khi thử (độ bóng bề mặt định thử, loại bàn đỡ đối với mẫu thử có hình phẳng và hình cong);
- Biết cách chọn các thông số máy phù hợp với thang đo độ cứng của loại vật liệu làm mẫu thử;
- Biết quan sát và đọc đúng giá trị độ cứng theo thang đo đã chọn;

- Biết tra bảng độ cứng và quy đổi thang đo độ cứng này sang thang đo độ cứng khác và sang độ bền;

- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

#### **13.7.4. Thiết bị và vật liệu**

##### **13.7.4.1. Thiết bị và dụng cụ**

- Máy đo độ cứng Rocven và máy đo độ cứng Brinen;

- Mẫu chuẩn độ cứng;

- Các loại bàn đỡ mẫu;

- Kính phóng đại tối thiểu 50 lần;

- Bảng tra và quy đổi độ cứng.

##### **13.7.4.2. Vật liệu**

Các mẫu vật liệu thép không cần có hình dáng và kích thước đặc biệt, nhưng nên có kích thước vừa phải phù hợp với máy đo. Nên chọn mẫu sẵn có bề mặt định thử nhẵn bóng, không có vết xước, không bị han gỉ và dính dầu mỡ, có độ dày của mẫu thử không nhỏ hơn 10 lần độ sâu vết lõm.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu thử độ cứng Rocven và 3 mẫu thử độ cứng Brinen.

#### **13.7.5. Trình tự thực hiện**

- Kiểm tra mẫu (tình trạng mẫu, ký hiệu);

- Chuẩn bị và chạy thử máy, chỉnh máy theo mẫu chuẩn;

- Tiến hành thử theo đúng quy trình nêu ở phần lý thuyết;

- Đọc số liệu độ cứng (khi đo độ cứng Rockven) hoặc đo đường kính vết lõm (khi đo độ cứng Brinen) trong và sau khi thử;

- Tính toán, so sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

### **13.8. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐỘ DAI VÀ ĐẬP Ở NHIỆT ĐỘ THƯỜNG**

#### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

##### **13.8.1. Mục đích**

Độ dai va đập là khả năng chống phá huỷ của vật liệu khi chịu tải trọng va đập, nó được xác định bằng công mà mỗi đơn vị mặt cắt ngang của mẫu thí nghiệm phải tiêu thụ để làm gãy mẫu.

Việc xác định độ dai va đập nhằm mục đích kiểm tra chất lượng vật liệu kim loại chuyển qua trạng thái giòn do hạ thấp nhiệt độ, do tập trung ứng suất và do sự tăng vận tốc biến dạng. Mặt khác, cũng để kiểm tra độ hoá giòn của mối hàn và khu vực ảnh hưởng nhiệt của mối hàn.

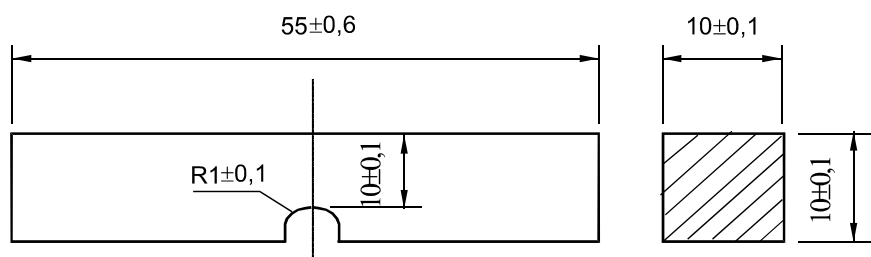
### 13.8.2. Mẫu thử

Thông thường mẫu thử độ dai va đập được gia công theo mẫu chuẩn TCVN 312:1984 (hình 13.11).

Có thể tùy theo yêu cầu kỹ thuật và chiều dày kim loại cần thử mà mẫu thử được gia công theo các dạng khác nhau

Đối với kim loại hàn, cũng tùy theo mục đích khi thử, có thể gia công mẫu với rãnh xoi ngay ở mối hàn, sát mối hàn hay ở khu vực ảnh hưởng nhiệt

Mẫu thử độ dai va đập đối với kim loại mối hàn được gia công theo tiêu chuẩn TCVN 5402:1991 - Mối hàn, phương pháp thử uốn va đập.



*Hình 13.11. Hình dạng mẫu thử độ dai va đập - Theo TCVN 312:1984*

### 13.8.3. Thiết bị và dụng cụ cần thiết

**13.8.3.1.** Máy búa kiểu con lắc.

**13.8.3.2.** Thước kẹp: có độ chính xác 0,05mm.

**13.8.3.3.** Thước lá: có độ dài 50 cm.

### 13.8.4. Quy trình thử

#### 13.8.4.1. Kiểm tra mẫu

a) Mẫu thử thép nguyên

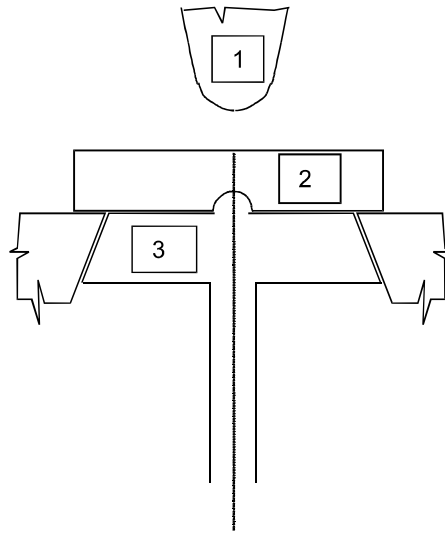
Kiểm tra kích thước mẫu theo tiêu chuẩn TCVN 312:1984 (độ bóng, độ sâu và độ cong của rãnh xoi, các kích thước tiết diện)

b) Mẫu thử kim loại mối hàn

Kiểm tra kích thước mẫu theo tiêu chuẩn TCVN 5402:1991 - Mối hàn, phương pháp thử uốn va đập.

#### 13.8.4.2. Chuẩn bị và chạy thử máy

- Trước khi tiến hành thử, phải kiểm tra lại máy búa kiểu con lắc. Máy búa chỉ được sử dụng thí nghiệm khi: các chốt đảm bảo hãm búa ở các mức năng lượng nhất định; mặt phẳng dao động của búa ở phương thẳng đứng; sự mất mát năng lượng của máy khi con lắc dao động tự do không đáng kể (kim chỉ mức năng lượng ở số “không”).



**Hình 13.12.** Cách điều chỉnh mẫu thí nghiệm

1. Đầu búa tạo nên va đập; 2. Mẫu thí nghiệm; 3. Dường điều chỉnh.

#### 13.8.4.3. Tiến hành thử

- Lắp mẫu vào vị trí thử: dùng dụng cụ của máy điều chỉnh mẫu sao cho mặt phẳng cắt qua rãnh xoi trùng với mặt phẳng dao động của đầu búa (hình 13.12).

- Căn cứ vào vật liệu tạo mẫu thử, dự kiến sơ bộ công tiêu thụ của mẫu thử để chọn mức năng lượng của máy, nếu không dự kiến được thì chọn mức năng lượng cao nhất. Khi dùng mức năng lượng nào thì chỉ để lỗ chốt ở mức năng lượng đó, lỗ chốt mức năng lượng khác được bịt lại để chống hỏng máy.

- Kéo cần điều khiển về vị trí “chuẩn bị thí nghiệm”, đồng thời nhấc búa lên đến vị trí có mức năng lượng đó, chốt trong bộ phận điều khiển sẽ ngàm vào lỗ chốt trên đầu thân búa, gạt kim bị động về sát với kim chủ động hoặc để ở con số công cao nhất của mức năng lượng.

- Kéo cần điều khiển về vị trí “va đập” búa sẽ rơi tự do theo chiều kim đồng hồ và đập vào mẫu thí nghiệm, công chưa tiêu thụ hết sẽ làm búa tiếp tục chuyển động ngược lên phía trên theo chiều kim đồng hồ. Đợi búa lên hết độ cao và rơi tự do ngược lại thì đưa cần điều khiển về vị trí hãm làm tắt nhanh dao động của búa.

- Đọc số đọc trên bảng số do kim bị động chỉ, ta sẽ được công tiêu thụ của mẫu.



#### **13.8.4.4. Tính toán kết quả**

Độ dai va đập  $a_k$  được tính theo công thức:

$$a_k = A_k/S_o, \text{ Nm/cm}^2$$

Trong đó:

$A_k$  - công va đập đã tiêu thụ, Nm

$S_o$  - diện tích tiết diện tại vị trí rãnh xoi,  $\text{cm}^2$ .

So sánh giá trị tính toán độ dai va đập với giá trị tối thiểu được quy định trong tiêu chuẩn đối với từng loại vật liệu để kết luận chất lượng thông qua phép thử này.

### **B. PHẦN THỰC HÀNH**

#### **13.8.5. Mục đích công việc**

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm độ dai va đập gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của thiết bị thử;
- Biết chuẩn bị mẫu trước khi thử theo đúng tiêu chuẩn quy định;
- Biết cách chọn các thông số máy phù hợp với tiêu chuẩn của từng loại sản phẩm thử;
- Biết quan sát và đọc đúng các giá trị công va đập khi mẫu phá hủy;
- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

#### **13.8.6. Thiết bị và vật liệu**

##### **13.8.6.1. Thiết bị và dụng cụ**

- Máy thử độ dai va đập;
- Dưỡng lắp đặt mẫu.

##### **13.8.6.2. Vật liệu**

Các loại vật liệu thép trung bình, có kích thước đủ để gia công chế tạo mẫu theo tiêu chuẩn.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu.

#### **13.8.7. Trình tự thực hiện**

- Thiết kế mẫu (bản vẽ) theo đúng tiêu chuẩn;
- Kiểm tra mẫu (tình trạng mẫu, các kích thước mẫu);
- Chuẩn bị máy, dùng dưỡng để gá lắp mẫu vào máy;

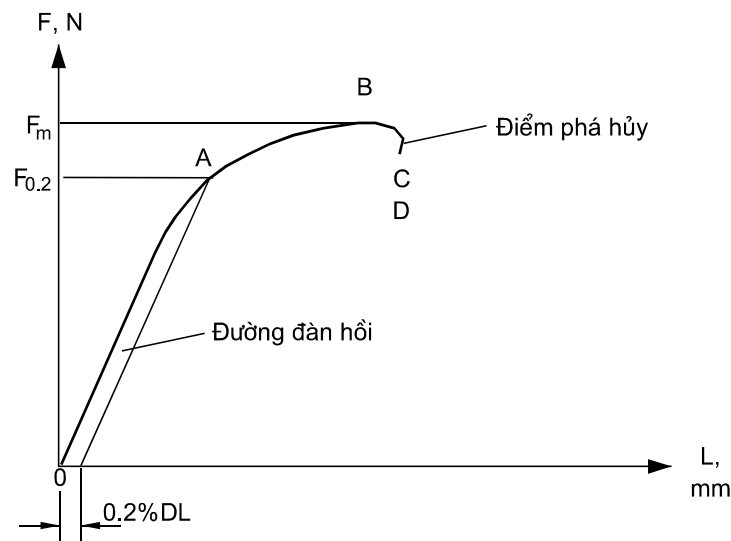
- Tiến hành thử;
- Đọc giá trị công va đập và quan sát sự phá huỷ mẫu sau khi thử;
- Tính toán, so sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

## 13.9. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH GIỚI HẠN CHẢY QUY ƯỚC

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 13.9.1. Mục đích

Giới hạn chảy quy ước là giới hạn mà tại đó biến dạng dư tương đối còn lại là 0,2% chiều dài tính toán của mẫu thử.



**Hình 13.13.** Biểu đồ thí nghiệm kéo kim loại không có điểm chảy rõ rệt

Giới hạn chảy quy ước 0,2% có ký hiệu là  $R_{p0.2}$ . Tùy thuộc vào từng loại vật liệu cụ thể mà tiêu chuẩn sản phẩm quy định mức giới hạn chảy 0,1%, 0,2%, 0,5%... (tương ứng với biến dạng dư còn lại là 0,1%, 0,2%, 0,5%...chiều dài tính toán của mẫu thử).

Trên hình 13.13, điểm A là điểm ứng với biến dạng dư:

$$\Delta = (L_1 - L_0)/L_0 = 0,2\% \quad (13.26)$$

Trong đó:

- $L_0$  - chiều dài của đoạn gá kẹp ten xơ met trên mẫu(chiều dài tính toán);
- $L_1$  - chiều dài của đoạn gá kẹp ten xơ met trên mẫu(chiều dài tính toán);
- xác định được ứng với thời điểm có biến dạng dư là 0,2%.

Việc xác định  $R_{p0.2}$  là để tìm giới hạn chảy cho các loại thép đã bị biến cứng, thép cường độ cao (cấp thép dự ứng lực, thép bulông, thép kéo nguội...), mà không thể xuất hiện điểm chảy vật lý rõ rệt, để làm cơ sở khi thiết kế. Đây là một vấn đề thiết thực và phù hợp với yêu cầu sản xuất, với yêu cầu sử dụng vật liệu. Bởi vì trong sản xuất thép, để đáp ứng yêu cầu của nhiều lĩnh vực khác nhau người ta đã sản xuất nhiều loại thép, trong đó có những loại thép đã bị biến cứng do gia công nguội, thép cacbon cường độ cao, những loại thép này không thể xuất hiện điểm chảy vật lý.

### 13.9.2. Mẫu thử

Mẫu thử gồm nhiều loại, phụ thuộc vào loại, kích cỡ vật liệu.

Đối với các loại thép (thép tấm, thép tròn, thép hình...) vật liệu được gia công thành mẫu hình trụ hoặc thành mẫu có tiết diện chữ nhật như các loại mẫu trong phương pháp thử kéo kim loại.

Chiều dài tối thiểu của mẫu thử được xác định theo công thức sau:

a) Mẫu có tiết diện chữ nhật:

$$L_{\text{Min}} = 11,3 \sqrt{S_0} + 2h, \text{ mm} \quad (13.27)$$

Trong đó:

$S_0$  - tiết diện tính toán ban đầu của mẫu thử,  $\text{mm}^2$ ;

$h$  - chiều cao miệng kẹp của thiết bị thử, mm.

b) Mẫu có tiết diện tròn:

$$L_{\text{Min}} = 12d + 2h, \text{ mm} \quad (13.28)$$

Trong đó:

$d$  - đường kính mẫu thử, mm;

$h$  - chiều cao miệng kẹp của thiết bị thử, mm.

### 13.9.3. Thiết bị và dụng cụ cần thiết

#### 13.9.3.1. Thiết bị kéo

Thí nghiệm sẽ được tiến hành trên máy kéo nén thủy lực vạn năng, hoặc máy chuyên dùng nếu có. Máy kéo phải có các thông số kỹ thuật phù hợp cho phép thử

**13.9.3.2. Thước kẹp:** có độ chính xác 0,05mm.

**13.9.3.3. Ten so met:** có độ chính xác 0,01mm.

**13.9.3.4. Thước lá:** có độ dài 50÷100 cm.

#### 13.9.4. Quy trình thử

##### 13.9.4.1. Kiểm tra mẫu

Kiểm tra độ cong vênh, nứt rạn, khuyết tật ngoài (bọt khí, tổn thất do gia công cơ, vết cháy do hồ quang điện...). Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào của vật liệu thì đều phải ghi lại trong phiếu kết quả. Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào do gia công chế tạo thì không được tiến hành thử trên mẫu đó. Kiểm tra sự phù hợp của việc lấy mẫu và việc gia công chế tạo mẫu phù hợp với các tiêu chuẩn quy định.

##### 13.9.4.2. Đo kích thước mẫu

Sử dụng thước cặp và panme đo đường kính đối với mẫu trụ và chiều dày chiều rộng đối với mẫu hình chữ nhật (mẫu dẹt) với độ chính xác:

- Không thấp hơn 0,01mm đối với mẫu trụ có đường kính  $\leq 10\text{mm}$  và mẫu dẹt có chiều dày  $\leq 2\text{mm}$ .

- Không thấp hơn 0,05mm đối với mẫu trụ có đường kính  $> 10\text{mm}$  và mẫu dẹt có chiều dày  $> 2\text{mm}$ .

Khi đo phải đo ở 3 vị trí khác nhau, lấy giá trị trung bình cộng để tính toán giá trị diện tích mặt cắt ngang tính toán  $S_0$ .

##### 13.9.4.3. Chuẩn bị và chạy thử máy

- Chuẩn bị máy:

Phải dự kiến được lực phá huỷ và giới hạn chảy quy ước  $R_{p0,2}$  để chọn bảng lực, đồng thời thay đổi các thông số kỹ thuật trên máy cho phù hợp với bảng lực. Xác định thang lực thích hợp bằng cách dựa trên lực bền ước tính sơ bộ sao cho nằm trong giới hạn 10%÷85% của thang lực được chọn. Sau đó tùy thuộc kiểu máy mà tiến hành các thay đổi thích hợp.

- Chuẩn bị Tensomet:

Từ biến dạng dư 0,2%, ta căn cứ vào cự ly đo (L) của tensomet để suy ra biến dạng dư tuyệt đối  $\Delta L$  theo công thức:

$$\Delta L = (0,2 \times L)/100, \text{ mm} \quad (13.29)$$

Đồng thời từ  $\Delta L$  và giá trị mỗi vạch chia (m) của tensomet ta suy ra số vạch chia n ( $n = \Delta L/m$ ) trên tensomet tương ứng với biến dạng dư cần tìm.

- Chạy thử máy:

Đóng điện máy, cho máy chạy không tải để làm mát tải trọng phụ xuất hiện trong máy, đồng thời chỉnh kim trên bảng lực về điểm “không”.

#### 13.9.4.4. Tiến hành thử

- Lắp mẫu thử lên máy, cho máy chạy tới trị số  $F_0 = R_{p0,2} \cdot S_0 / 10$ , ( $F_0 = F_{0,2} / 10$ ) giữ ổn định lực này trên máy và tiến hành lắp tensomet

- Cho máy chạy để tăng lực kéo đến  $F_1 = 2F_0$  để ổn định và kiểm tra tensomet, sau đó lại cho hồi lực trên máy về  $F_0$ , đọc và ghi lại số đọc trên tensomet

- Cho máy chạy để tăng lực kéo đến  $F_2 = 80\%F_{0,2}$ , sau đó lại cho hồi lực trên máy về  $F_0$ , đọc và ghi lại số đọc trên tensomet - Cho máy chạy để tăng lực kéo đến  $F_3 = F_2 + 2F_0$ , sau đó lại cho hồi lực trên máy về  $F_0$ , đọc và ghi lại số đọc trên tensomet - Cứ tiếp tục làm như thế với  $F_4, F_5, \dots, F_m$  tương ứng với mỗi số gia  $\Delta F = 2F_0$  cho tới khi biến dạng dư tính được trong quá trình thí nghiệm bắt đầu lớn hơn biến dạng dư tuyệt đối  $\Delta L$  (số vạch đọc được trên tensometer vừa vượt số  $n$  tính toán) thì kết thúc thí nghiệm.

#### 13.9.4.7. Tính toán kết quả

- Tính lực chảy: lực chảy được tính theo công thức:

$$F_{0,2} = F_{m-1} + [2F_0(n - \varepsilon_{pm-1})] / (\varepsilon_{pm} - \varepsilon_{pm-1}), \text{ N} \quad (13.30)$$

Trong đó:

$\varepsilon_{pm}$  - biến dạng dư tương ứng với  $F_m$ , mm;

$\varepsilon_{pm-1}$  - biến dạng dư tương ứng với  $F_{m-1}$ , mm.

- Giới hạn chảy quy ước  $R_{p0,2}$  tính bằng công thức:

$$R_{p0,2} = F_{0,2} / S_0, \text{ N/mm}^2. \quad (13.31)$$

So sánh giá trị tính toán giới hạn chảy quy ước  $R_{p0,2}$  với giá trị quy định trong tiêu chuẩn đối với từng loại vật liệu để khẳng định chất lượng thông qua phép thử này.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### 13.9.5. Mục đích công việc

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm kéo xác định giới hạn chảy quy ước gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của thiết bị kéo thuỷ lực;
- Biết chuẩn bị mẫu trước khi thử theo đúng tiêu chuẩn quy định;
- Biết cách chọn các thông số máy phù hợp với kích cỡ mẫu thử;
- Biết quan sát và đọc đúng các giá trị tensomet ứng với các cấp lực;
- Biết tính toán các chỉ tiêu từ các trị số đo và số đọc có được sau khi thử;
- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

### **13.9.6. Thiết bị và vật liệu**

#### **13.9.6.1. Thiết bị và dụng cụ**

- Máy kéo thuỷ lực;
- Các đồng hồ Tensomet có độ chính xác 0,01 hoặc 0,001mm- Thước lá 100mm, dũa khắc vạch; máy tính.

#### **13.9.6.2. Vật liệu**

Các đoạn thép cốt bê tông tròn tròn, gai hoặc thép tấm có chiều dài từ 500mm đến 600mm, có đường kính hoặc chiều dày tùy chọn nhưng nên nằm trong dải từ 6mm đến 20mm.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu.

### **13.9.7. Trình tự thực hiện**

- Kiểm tra mẫu (tình trạng mẫu, ký hiệu);
- Chuẩn bị và chạy thử máy (đầu kẹp mẫu; lựa chọn bảng lực phù hợp; chỉnh kim về vị trí “0”);
- Chuẩn bị đồng hồ Tensomet;
- Tiến hành thử;
- Đọc và ghi các giá trị chuyển vị của các đồng hồ Tensomet ứng với các cấp tải trọng;
- Tính toán, so sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

## **13.10. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN ĐÀN HỒI E**

### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

#### **13.10.1. Mục đích**

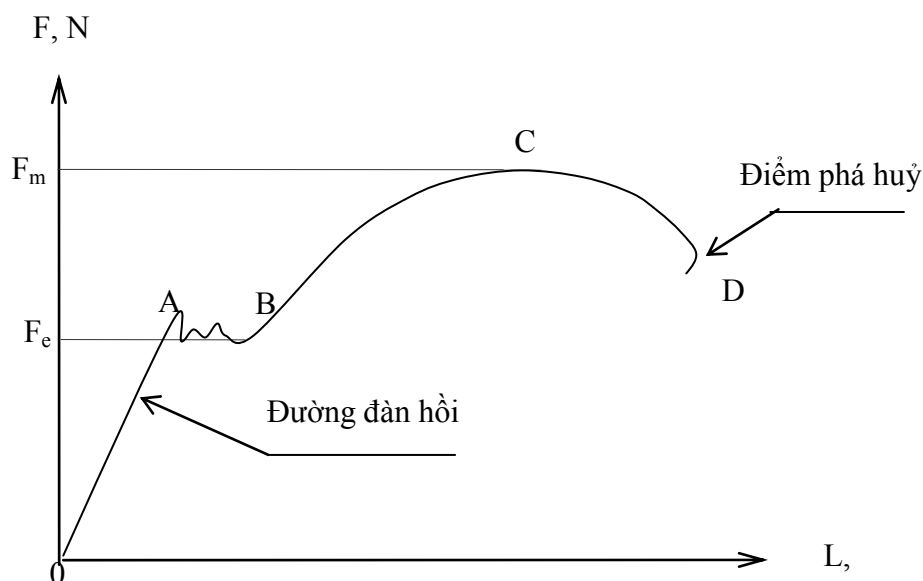
Thí nghiệm nhằm xác định giá trị mô đun đàn hồi E của thép. Mô đun đàn hồi E là một đại lượng vật lý đặc trưng cho tính đàn hồi của thép, có quan hệ tuyến tính với ứng suất và biến dạng (đoạn thẳng OA trên biểu đồ kéo thép - Hình 13.14).

Mô đun đàn hồi E được tính theo công thức:

$$E = \frac{R}{\varepsilon} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (13.32)$$

Trong đó:

- R - ứng suất kéo của thép trong miền đàn hồi, tính bằng  $\text{N/mm}^2$
- $\varepsilon$  - biến dạng của thép ứng với R.



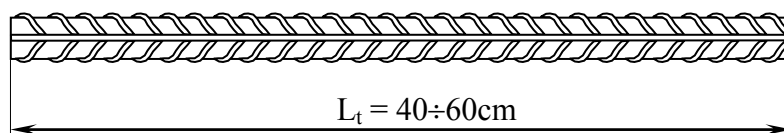
**Hình 13.14.** Biểu đồ thí nghiệm kéo kim loại

Việc xác định mô đun đàn hồi E của một loại thép nhằm mục đích làm cơ sở để xác định ứng suất xuất hiện trong các chi tiết của một kết cấu thép hoặc của cốt thép trong bê tông thông qua biến dạng của nó khi các kết cấu chịu tải. Việc này đặc biệt cần đối với các kết cấu sử dụng công nghệ dự ứng lực (ứng suất trước, ứng suất sau).

### 13.10.2. Mẫu thử

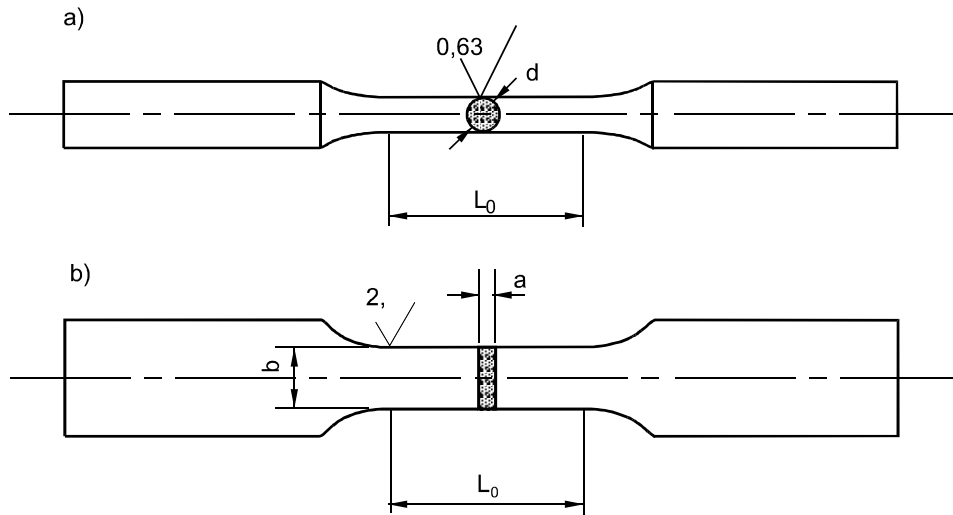
Mẫu thử gồm nhiều loại, phụ thuộc vào loại vật liệu và chiều dày.

a) *Mẫu thử thép cốt bê tông*: là các đoạn thép cốt có chiều dài từ 40 đến 60 cm tùy thuộc vào đường kính. Mẫu thử có thể là thép nguyên hoặc cũng có thể được gia công giảm bớt tiết diện cho phù hợp với lực kéo tối đa của thiết bị và phù hợp với khoảng kẹp của tenxomet (hình 13.15).



**Hình 13.15.** Hình dạng mẫu thử thép cốt bê tông

b) *Mẫu thử thép tấm và thép hình*: được gia công thành dạng mẫu thắt, với tiết diện phần thắt có thể là tròn, vuông hoặc chữ nhật tùy theo từng loại vật liệu và yêu cầu nhất định. Chiều dài mẫu phải lớn hơn khẩu độ của ten xơ mét để đảm bảo cho việc lắp ten xơ mét được dễ dàng.



**Hình 13.16.** Hình dạng mẫu thử kéo thép tấm và thép hình  
 a) Mẫu thử có tiết diện tròn;  
 b) Mẫu thử có tiết diện chữ nhật

Hình dáng kích thước các đầu cuối mẫu cũng như hình dạng kích thước phần kẹp vào thiết bị thử cần phải phù hợp với tiêu chuẩn các ngàm cặp của thiết bị. Phải có góc lượn đều tại chỗ chuyển tiếp giữa phần thắt và phần kẹp vào ngàm kẹp. Mẫu thử được gia công trên các máy cắt kim loại. Độ nhám bề mặt tại phần làm việc của các mẫu hình trụ không thấp hơn  $Ra\ 0,63\mu\text{m}$ , đối với mẫu dẹt không thấp hơn  $Ra\ 2,5\mu\text{m}$  theo TCVN 2511:1978.

### 13.10.3. Thiết bị và dụng cụ cần thiết

#### 13.10.3.1. Máy kéo thép

Máy thí nghiệm thủy lực vạn năng hoặc máy thí nghiệm kéo. Tùy thuộc vào lực phá hủy của mẫu thử mà ta có thể chọn loại máy có công suất 5, 10, 25, 50, 100 tấn hoặc lớn hơn.

**13.10.3.2. Ten xơ mét (extensometer):** có độ chính xác tối thiểu 0,01mm và có ít nhất hai đồng hồ để đo hai phía của mẫu. Khoảng kẹp mẫu của ten xơ mét có thể đến 200mm.

**13.10.3.3. Thước kẹp:** có độ chính xác 0,05 mm.

**13.10.3.4. Panme đo ngoài:** có độ chính xác 0,01mm.

**13.10.3.5. Cân đồng hồ:** 10Kg có độ chính xác 1g.

**13.10.3.6. Thước lá:** 500÷1000 mm, hoặc thước cuộn có độ chính xác 1mm.



#### 13.10.4. Quy trình thử

##### 13.10.4.1. Kiểm tra mẫu

Kiểm tra độ cong vênh, nứt rạn, khuyết tật ngoài (bọt khí, tổn thất do gia công cơ, vết cháy do hồ quang điện...). Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào thì đều phải loại bỏ và thay thế mẫu khác.

##### 13.10.4.2. Đo kích thước mẫu

###### a) Đối với mẫu là thép cốt

Kích thước cần phải đo là đường kính thực của thanh thép. Dùng cân xác định trọng lượng  $Q$  với độ chính xác tới 10g và đo chiều dài  $L_t$  của thanh mẫu bằng thước lá với độ chính xác 0,1cm rồi tính toán đường kính thực theo công thức sau:

$$d_0 = 4,027353 \sqrt{\frac{Q(\text{g})}{L_t(\text{cm})}}, \text{ mm} \quad (13.23)$$

Giá trị  $d_0$  được tính bằng mm và làm tròn tới số hạng thứ nhất sau dấu phẩy.

Với các mẫu thép cốt có đường kính danh nghĩa  $> 36\text{mm}$ , tùy thuộc vào đặc điểm của máy kéo có thể phải gia công giảm tiết diện.

###### b) Đối với mẫu được gia công cơ khí

Sử dụng thước cặp và panme đo đường kính đối với mẫu trụ và chiều dày chiều rộng đối với mẫu hình chữ nhật (mẫu dẹt) với độ chính xác:

- Không thấp hơn 0,01mm đối với mẫu trụ có đường kính  $\leq 10\text{mm}$  và mẫu dẹt có chiều dày  $\leq 2\text{mm}$ .

- Không thấp hơn 0,05mm đối với mẫu trụ có đường kính  $> 10\text{mm}$  và mẫu dẹt có chiều dày  $> 2\text{mm}$ .

Khi đo phải đo ở 3 vị trí khác nhau, lấy giá trị trung bình để tính toán giá trị diện tích mặt cắt ngang tính toán  $S_0$ .

##### 13.10.4.3. Chuẩn bị và chạy thử máy

Xác định thang lực thích hợp nếu cân bằng cách dựa trên lực bền ước tính sơ bộ sao cho nằm trong giới hạn 10% ÷ 85% của thang lực được chọn. Sau đó tùy thuộc kiểu máy mà tiến hành các thay đổi thích hợp.

Thay đổi các bộ ngàm kẹp hoặc cơ cấu kẹp cho phù hợp với loại mẫu thử.

Cho thông nguồn điện với máy rồi chạy máy ở chế độ không tải trong vòng 5÷10 phút để cho máy ổn định và khử hết các tải trọng phụ trên máy. Tiếp theo tiến hành chỉnh không (zero) cho máy.

#### 13.10.4.4. Xác định các giới hạn lực và cấp tải

##### a) Xác định lực chảy sơ bộ $F_e$

Nếu biết trước mác thép thì lấy giá trị  $F_e$  theo tiêu chuẩn sản phẩm (ví dụ: thép CT3 lấy  $F_e = 240.S_0$  (N); thép CT5 lấy  $F_e = 300.S_0$  (N)). Nếu chưa biết mác thép thì tiến hành kéo đứt một mẫu để xác định. Đối với thép mềm lấy giới hạn chảy vật lý, đối với thép không xuất hiện điểm chảy vật lý thì lấy bằng 0,7 giá trị  $F_m$ .

##### b) Xác định giới hạn lực trên và dưới

Giới hạn dưới  $F_1$ :

- $d > 12$  :  $F_1 = 100.S_0$  (N);
- $10 > d > 6$ :  $F_1 = 200.S_0$  (N);
- $5 > d > 3$  :  $F_1 = 400.S_0$  (N).

Giới hạn trên  $F_2$ :

- Thép mềm:  $F_2 = 0,8F_e$  (N);
- Thép cứng:  $F_2 = 0,7F_e$  (N).

##### c) Xác định cấp tải

$$\Delta F = \frac{F_2 - F_1}{5} \quad (\text{N}) \quad (13.34)$$

*Ghi chú:* các trị số  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $\Delta F$  nên lấy tròn đến hàng trăm N để tiện trong quá trình thí nghiệm và tính toán.

#### 13.10.4.5. Tiến hành thử

Lắp mẫu thử lên máy, cho máy chạy, giữ tốc độ gia tải ở mức  $500\text{N}/\text{cm}^2.\text{s}$  cho tới giá trị  $F_0 = 0,5F_1$ , giữ lực ổn định trong vòng  $5 \div 7$  phút và tiến hành lắp ten xơ mét.

Cho tăng lực đến  $F_1$  sau đó lại giảm về đến  $F_0$ , mục đích để ổn định số đọc của ten xơ mét.

Cho tăng lực tới  $F_1$ , đọc số đọc trên các đồng hồ của ten xơ mét. Cần lưu ý rằng, mỗi lần tiến hành thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi  $E$  cần phải có 3 người, 1 người thao tác máy, 2 người đọc đồng hồ. Nếu người thao tác máy có thể giữ lực ổn định trong vòng  $2 \div 3$  giây thì chỉ cần 1 người đọc cả 2 đồng hồ của ten xơ mét.

Tiếp tục cho tăng lực theo từng cấp tải  $\Delta F$  và đọc số đọc trên các đồng hồ của ten xơ mét cho tới khi lực đạt tới giá trị  $F_2$  thì kết thúc thí nghiệm.

Các số liệu đọc được ghi vào bảng theo mẫu sau đây:

STT	Cấp tải	Số đọc trên ten xơ mét		Số gia	
		Đồng hồ 1	Đồng hồ 2	Đồng hồ 1	Đồng hồ 2
1	$F_1$				
2	$F_1 + \Delta F$				
3	$F_1 + 2\Delta F$				
4	$F_1 + 3\Delta F$				
5	$F_1 + 4\Delta F$				
6	$F_2 = F_1 + 5\Delta F$				
				$\Delta l_1^{tb} =$	$\Delta l_2^{tb} =$

Số gia trung bình: 
$$\Delta l^{tb} = (\Delta l_1^{tb} + \Delta l_2^{tb})/2 \quad (13.35)$$

#### 13.10.4.7. Tính toán kết quả

Sau khi có kết quả đo đạc và thí nghiệm, ta tiến hành tính toán giá trị môđun đàn hồi E theo công thức sau:

$$E = R/\varepsilon, \text{ N/mm}^2 \quad (13.36)$$

Trong đó:  $R = \Delta F/ S_0, \text{ N/mm}^2 \quad (13.37)$

$$\varepsilon = \Delta l^{tb}/ l, \% \quad (13.38)$$

Thay (13.37) và (13.38) vào (13.36), ta có:

$$E = \Delta F \cdot l / S_0 \cdot \Delta l^{tb} \quad (13.39)$$

Trong đó:

$\Delta F$  là cấp tải (số gia của lực) (N);

$S_0$  là diện tích tiết diện ban đầu của mẫu thí nghiệm ( $\text{mm}^2$ );

$l$  là cự ly của ten xơ mét (mm);

$\Delta l^{tb}$  là số gia trung bình (mm).

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### 13.10.5. Mục đích công việc

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm kéo xác định môđun đàn hồi E gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của thiết bị kéo thủy lực;

- Biết chuẩn bị mẫu trước khi thử theo đúng tiêu chuẩn quy định;
- Biết cách chọn các thông số máy phù hợp với kích cỡ mẫu thử;
- Biết quan sát và đọc đúng các giá trị tensomet ứng với các cấp lực;
- Biết tính toán các chỉ tiêu từ các trị số đo và số đọc có được sau khi thử;
- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

### **13.10.6. Thiết bị và vật liệu**

#### **13.10.6.1. Thiết bị và dụng cụ**

- Máy kéo thủy lực;
- Các đồng hồ Tensomet bách phân hoặc thiên phân kế;
- Thước lá 100mm, dũa khắc vạch; máy tính.

#### **13.10.6.2. Vật liệu**

Các đoạn thép cốt bê tông tròn trơn, gai hoặc thép tấm có chiều dài từ 500mm đến 600mm, có đường kính hoặc chiều dày tùy chọn nhưng nên nằm trong dải từ 6mm đến 20mm.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu.

### **13.10.7. Trình tự thực hiện**

- Kiểm tra mẫu (tình trạng mẫu, ký hiệu);
- Chuẩn bị và chạy thử máy (điều kẹp mẫu; lựa chọn bảng lực phù hợp; chỉnh kim về vị trí “0”);
- Chuẩn bị đồng hồ Tensomet;
- Tiến hành thử;
- Đọc và ghi các giá trị chuyển vị của các đồng hồ Tensomet ứng với các cấp tải trọng;
- Tính toán, so sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

## **13.11. PHƯƠNG PHÁP THỬ UỐN VÀ UỐN LẠI THÉP CỐT BÊ TÔNG**

### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

#### **13.11.1. Mục đích**

Thí nghiệm uốn và uốn lại nhằm xác định khả năng chịu lão hoá của thép cốt bê tông bằng cách uốn xuôi mẫu đến một góc  $\alpha$  quy định, xử lý nhiệt và sau đó uốn ngược lại mẫu đến một góc  $\delta$  quy định.

Phương pháp thử uốn và uốn lại chỉ áp dụng cho vật liệu thép cốt bê tông.

### 13.11.2. Mẫu thử

Mẫu thử là các đoạn thép cốt bê tông tròn trơn hoặc có gai, có chiều dài từ 400mm đến 500mm.

### 13.11.3. Thiết bị và dụng cụ cần thiết

Thiết bị thử uốn và uốn lại thép cốt bê tông:

#### a) Máy thí nghiệm

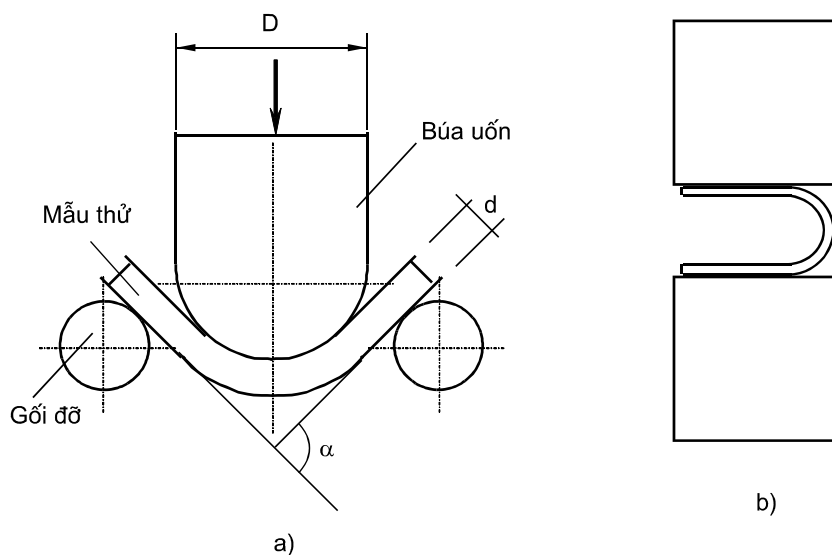
Thí nghiệm sẽ được tiến hành trên máy kéo nén thủy lực vạn năng, hoặc máy chuyên dùng nếu có. Máy kéo nén phải có các thông số kỹ thuật phù hợp cho phép thử.

#### b) Phụ kiện uốn

Kèm theo máy bao gồm phụ kiện thử uốn và phụ kiện thử uốn lại.

Phụ kiện thử uốn phải có 2 gối đỡ mẫu, các đầu búa uốn (Hình 13.17) phù hợp với các cỡ đường kính thép cốt, góc uốn.

Phụ kiện thử uốn lại phải có 2 gối đỡ mẫu, các đầu búa uốn lại (Hình 13.18) phù hợp với các cỡ đường kính thép cốt và góc uốn lại. Các kích cỡ này được quy định trong tiêu chuẩn TCXD 224-1998: Thép dùng trong bê tông cốt thép - Phương pháp thử uốn và uốn lại.



**Hình 13.17.** Dụng cụ thử uốn  
a) Các bộ phận của dụng cụ thử uốn;  
b) Thử uốn khi góc uốn yêu cầu  $\alpha = 180^\circ$ .

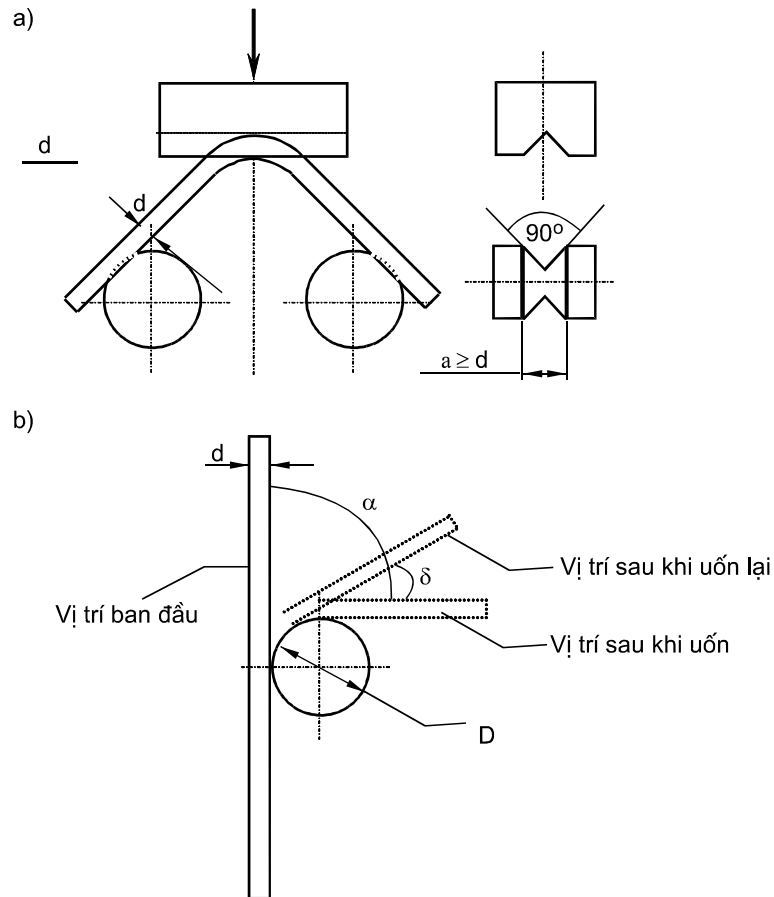
c) Các dụng cụ khác

Tủ sấy hoặc bếp đun nước;

Thước kẹp có độ chính xác 1%mm;

Kính phóng đại (lúp): có độ phóng đại tối thiểu 4 lần;

Thước lá: có độ dài 50 ÷ 100 cm.



**Hình 13.18.** Dụng cụ thử uốn lại

a) Dụng cụ thử uốn lại;

b) Góc uốn  $\alpha$  và góc uốn lại  $\delta$ .

### 13.11.4. Quy trình thử

#### 13.11.4.1. Kiểm tra mẫu

Kiểm tra độ cong vênh, nứt rạn, khuyết tật ngoài (bọt khí, tổn thất do gia công cơ, vết cháy do hồ quang điện...). Nếu có bất kỳ một khuyết tật nào thì đều phải ghi lại trong phiếu kết quả.

#### **13.11.4.2. Chuẩn bị và chạy thử máy**

Cho thông nguồn điện với máy rồi chạy máy ở chế độ không tải trong vòng 5÷10 phút để cho máy ổn định và khử hết các tải trọng phụ trên máy. Tiếp theo tiến hành chỉnh không (zero) cho máy.

#### **13.11.4.3. Tiến hành thử**

##### *a) Trình tự thử uốn xuôi*

Chọn và lắp đầu búa uốn với đường kính phù hợp với tiêu chuẩn sản phẩm quy định. Tính khoảng cách giữa các gối đỡ theo công thức nêu trên.

Căn chỉnh các gối đỡ theo khoảng cách đã được tính. Chọn thang lực lớn nhất.

Lắp mẫu cân xứng trên các gối đỡ. Mẫu phải đặt sao cho hai gai dọc nằm trên một mặt phẳng ngang;

Đóng điện máy và cho chạy máy với tốc độ quy định của từng loại sản phẩm. Đầu búa uốn sẽ nén dần vào khu vực giữa mẫu.

Trị số góc uốn  $\alpha$  tùy thuộc vào quy định trong tiêu chuẩn của từng loại sản phẩm (Hình 13.18b).

Khi mẫu được uốn tới trị số góc uốn  $\alpha$  quy định thì ngắt điện máy và lấy mẫu ra khỏi máy.

Mẫu sau khi uốn xuôi được kiểm tra bằng mắt, có thể bằng soi kính lúp. Khu vực được kiểm tra là phần cong lồi của mẫu thử.

Nếu mẫu có rạn nứt, bị gãy thì dừng thí nghiệm tại đây và kết luận ngay là mẫu không đạt yêu cầu về uốn và uốn lại. Nếu đạt yêu cầu thì thực hiện các bước tiếp theo.

##### *b) Tạo lão hoá cho mẫu sau lượt thử uốn xuôi*

Mẫu sau khi uốn xuôi được lão hoá bằng cách đặt vào tủ sấy hoặc thả vào nước sôi và giữ ở nhiệt độ này không ít hơn 30 phút. Sau đó mẫu được lấy ra, để nguội tự do đến nhiệt độ phòng thí nghiệm (từ 10 °C đến 35 °C).

Mẫu đem uốn ngược lại so với lượt uốn xuôi (bằng đầu búa uốn, tốc độ uốn và khoảng cách lắp đặt mẫu uốn như mục a) tới một góc  $\delta$  quy định trong tiêu chuẩn của từng loại sản phẩm (từ vị trí 2 đến vị trí 3 trong hình 13.18).

Sau khi kết thúc phép thử, tiến hành ngắt nguồn điện ra khỏi máy và thực hiện các công tác vệ sinh máy nếu cần.

#### **13.11.4.4. Tính toán kết quả**

Ghi nhận lại tình trạng mẫu thử. Nếu có các vết rạn nứt thì đo kích thước.

Theo kết quả kiểm tra và đối chiếu với yêu cầu trong tiêu chuẩn của loại sản phẩm, cho nhận xét và kết luận.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### **13.11.5. Mục đích công việc**

Mục đích và các yêu cầu đối với thí nghiệm viên trong phần thực hành thí nghiệm uốn và uốn lại gồm:

- Nắm bắt được nguyên lý làm việc của thiết bị nén uốn thuỷ lực;
- Biết chuẩn bị mẫu trước khi thử phù hợp với tiêu chuẩn quy định;
- Biết lựa chọn bộ gá uốn, bộ gá uốn lại và các phụ kiện uốn, phụ kiện uốn lại phù hợp với kích cỡ mẫu thử, phù hợp với tiêu chuẩn thử uốn và uốn lại cho loại vật liệu thử;
- Biết cách tính các thông số gá lắp để uốn: đường kính búa uốn; khoảng cách giữa hai gối đỡ uốn; góc cần uốn cho phù hợp với tiêu chuẩn quy định đối với loại vật liệu thử;
- Biết cách gia nhiệt cho mẫu (nhiệt độ, thời gian gia nhiệt) sau khi uốn và trước khi uốn lại;
- Biết cách tính các thông số gá lắp để uốn lại: đường kính búa uốn lại; khoảng cách giữa hai gối đỡ uốn lại; góc cần uốn lại cho phù hợp với tiêu chuẩn quy định đối với loại vật liệu thử;
- Biết quan sát và nhận xét tình trạng mẫu sau khi uốn, sau khi uốn lại;
- Biết nhận xét và sử dụng tiêu chuẩn để kết luận chất lượng sản phẩm.

### **13.11.6. Thiết bị và vật liệu**

#### **13.11.6.1. Thiết bị và dụng cụ**

- Máy kéo nén uốn thuỷ lực;
- Kính lúp có độ phóng đại 4 - 8 lần;
- Thước lá 100mm; dụng cụ cơ khí dùng cho tháo lắp các phụ kiện uốn; máy tính.

#### **13.11.6.2. Vật liệu**

Các đoạn thép cốt bê tông tròn trơn, gai hoặc mối hàn có chiều dài từ 350mm đến 450mm, có đường kính tùy chọn nhưng nên nằm trong dải từ 6mm đến 20mm.

Mỗi thí nghiệm viên thực hành tối thiểu trên 3 mẫu.

### **13.11.7. Trình tự thực hiện**

- Kiểm tra mẫu (tình trạng mẫu, ký hiệu);



- Cân, đo và tính đường kính mẫu (theo công thức) hoặc xác định kích thước chiều dày, chiều rộng mẫu bằng thước kẹp và palme;
- Tính toán và chuẩn bị các thông số uốn: đường kính búa uốn; khoảng cách giữa hai gối đỡ uốn; góc cần uốn cho phù hợp với tiêu chuẩn quy định đối với loại vật liệu thử;
- Tính toán và chuẩn bị các thông số uốn lại: đường kính búa uốn lại; khoảng cách giữa hai gối đỡ uốn lại; góc cần uốn lại cho phù hợp với tiêu chuẩn quy định đối với loại vật liệu thử;
- Chuẩn bị và chạy thử máy (chọn bảng lực lớn nhất của máy; chỉnh kim về vị trí “0”);
- Tiến hành gá lắp mẫu và thử uốn;
- Tiến hành gia nhiệt và tính thời gian gia nhiệt cho mẫu thử uốn;
- Tiến hành gá lắp mẫu và thử uốn lại;
- Quan sát và nhận xét tình trạng mẫu sau khi thử uốn và sau khi thử uốn lại;
- So sánh kết quả thí nghiệm với các chỉ tiêu tiêu chuẩn của sản phẩm để đưa ra các nhận xét và kết luận.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TCVN 197-2002: Kim loại - Phương pháp thử kéo.
2. TCVN 198-2008: Kim loại - Phương pháp thử uốn.
3. TCVN 5400-1991: Mối hàn - Yêu cầu chung về lấy mẫu để thử cơ tính.
4. TCVN 5401-1991: Mối hàn - Phương pháp thử uốn.
5. TCVN 5402-1991: Mối hàn - Phương pháp thử uốn và đập.
6. TCVN 5403-1991: Mối hàn - Phương pháp thử kéo.
7. TCVN 2511-1978: Kim loại - Độ nhám bề mặt.
8. TCVN 256-1985: Kim loại - Xác định độ cứng theo phương pháp Brinen.
9. TCVN 257-1985: Kim loại - Xác định độ cứng theo phương pháp Rocven.
10. TCVN 312-1984: Kim loại - Phương pháp thử uốn và đập.
11. TCVN 5402-1991: Mối hàn - Phương pháp thử uốn và đập.
12. TCVN 1651-2008: Thép cốt bê tông cán nóng.
13. TCVN 1765-1975: Thép cacbon kết cấu thông thường - Mác thép và yêu cầu kỹ thuật.
14. TCVN 1766-1975: Thép cacbon kết cấu chất lượng tốt - Mác thép và yêu cầu kỹ thuật.
15. TCVN 3104-1979: Thép kết cấu hợp kim thấp - Mác thép và yêu cầu kỹ thuật.
16. TCVN 1767-1975: Thép đàn hồi - Mác thép và yêu cầu kỹ thuật.

## ĐỀ BÀI KIỂM TRA CUỐI KHÓA

### ĐỀ THI SỐ 1

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d6 CB240-T có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

$$Q = 115 \text{ gam}; L = 51,5 \text{ cm}; F_e = 8000 \text{ N}; F_m = 12000 \text{ N}; L_u = 39 \text{ mm}.$$

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 6,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$6,01\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$6,02\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$5,9\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$30,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$15,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$50,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 27,5\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$29,5\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$27,3\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$28,3\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_e = 267,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$282,7\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$277,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$267,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_m = 424,0\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$457,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$429,0\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$433,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$A = 20,0\%$	<input type="checkbox"/>	$60,0\%$	<input type="checkbox"/>	$30,0\%$	<input type="checkbox"/>	$33,0\%$	<input type="checkbox"/>
$D_U = 4,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$12,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$18,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$3,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$l = 32,5\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$30,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$74,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 180^\circ$	<input type="checkbox"/>	$90^\circ$	<input type="checkbox"/>	$45^\circ$	<input type="checkbox"/>	$360^\circ$	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ.

- Lực chảy; Lực bền (vị trí và trị số):
- Miền đàn hồi của thép (vị trí):



**Hình vẽ 1**

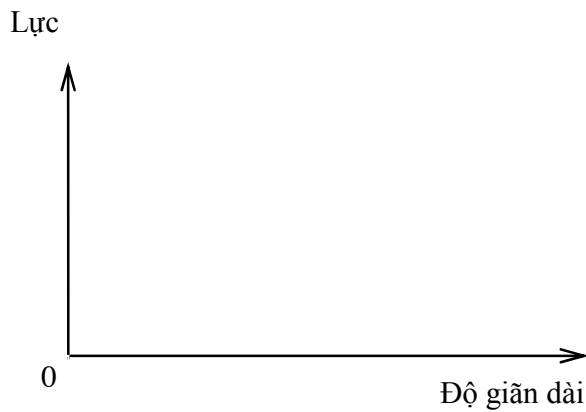
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d14 CB240-T (chi tiết 1) có  $R_e = 250 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 385 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d14 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 410 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 625 \text{ N/mm}^2$ .

a) Hãy xác định:  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

• Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”.



**Hình vẽ 2**

## ĐỀ THI SỐ 2

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d10 CB240-T có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

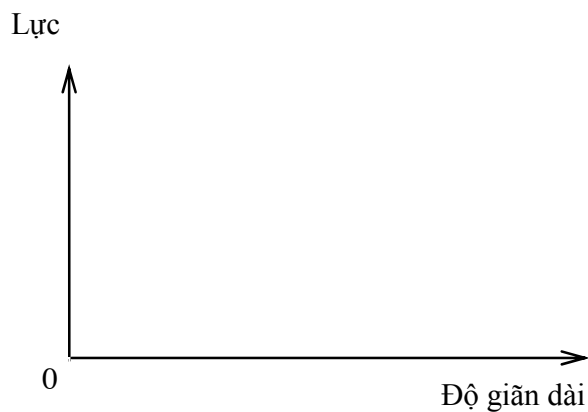
$Q = 315$  gam;  $L = 50,4$  cm;  $F_e = 22500$  N;  $F_m = 34500$  N;  $L_u = 64$  mm.

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 10,0$ mm	<input type="checkbox"/>	10,1mm	<input type="checkbox"/>	10,5mm	<input type="checkbox"/>	9,6mm	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 60,0$ mm	<input type="checkbox"/>	30,0mm	<input type="checkbox"/>	40,0mm	<input type="checkbox"/>	50,0mm	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 78,5$ mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	79,5mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	72,4mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	86,6mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>
$R_e = 289,6$ N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	275,3N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	286,6N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	280,9N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>
$R_m = 422,1$ N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	439,5N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	427,3N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	430,7N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>
$A = 28,0$ %	<input type="checkbox"/>	28,5%	<input type="checkbox"/>	20,0%	<input type="checkbox"/>	30,0%	<input type="checkbox"/>
$D_U = 5,0$ mm	<input type="checkbox"/>	30,0mm	<input type="checkbox"/>	15,0mm	<input type="checkbox"/>	20,0mm	<input type="checkbox"/>
$l = 50,0$ mm	<input type="checkbox"/>	37,5mm	<input type="checkbox"/>	80,0mm	<input type="checkbox"/>	90,0mm	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 90$ độ	<input type="checkbox"/>	120 độ	<input type="checkbox"/>	180 độ	<input type="checkbox"/>	360 độ	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (vị trí và trị số):
- Miền đàn hồi của thép (vị trí):



**Hình vẽ 1**

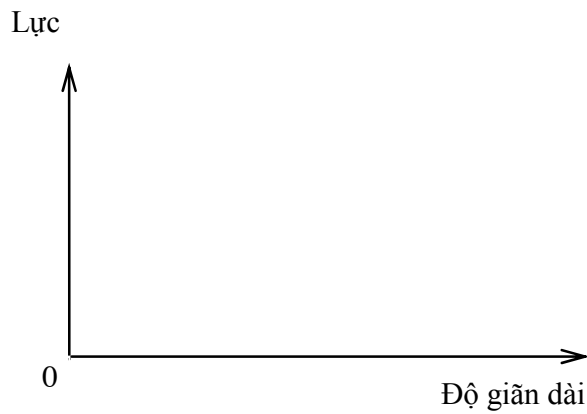
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d16 CB240-T (chi tiết 1) có  $R_e = 245 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 383 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d16 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 415 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 630 \text{ N/mm}^2$ .

- a) Hãy xác định:  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết  ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”.



**Hình vẽ 2**

### ĐỀ THI SỐ 3

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d12 CB240-T có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

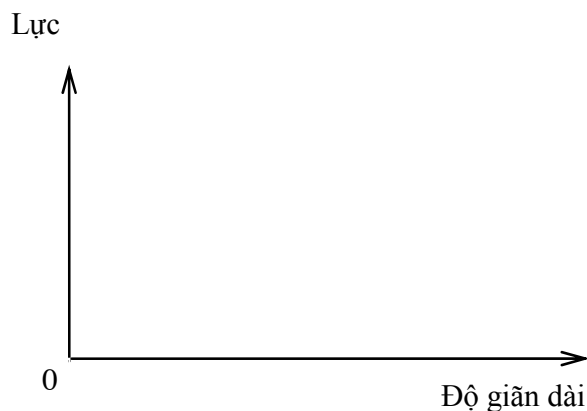
$$Q = 425 \text{ gam}; L = 50,7 \text{ cm}; F_e = 28500 \text{ N}; F_m = 43500 \text{ N}; L_u = 77 \text{ mm}.$$

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 11,7\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$11,1\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$10,8\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$11,9\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 48,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$30,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$50,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 96,8\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$91,6\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$113,0\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$111,2\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_e = 252,2\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$265,1\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$268,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$270,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_m = 393,0\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$396,6\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$385,0\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$404,7\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$A = 28,0 \%$	<input type="checkbox"/>	$28,3\%$	<input type="checkbox"/>	$28,4\%$	<input type="checkbox"/>	$29,0\%$	<input type="checkbox"/>
$D_U = 60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$48,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$36,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$24,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$l = 40,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$98,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$85,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 180 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>	$90 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>	$45 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>	$120 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (vị trí và trị số):
- Miền đàn hồi của thép (vị trí):



**Hình vẽ 1**

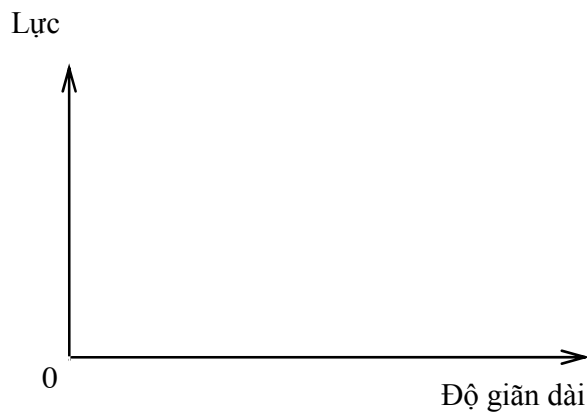
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d18 CB240-T (chi tiết 1) có  $R_e = 242 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 392 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d18 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 404 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 640 \text{ N/mm}^2$ .

- a) Hãy xác định  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”.



**Hình vẽ 2**



#### ĐỀ THI SỐ 4

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d14 CB240-T có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

$$Q = 605 \text{ gam}; L = 52,3 \text{ cm}; F_e = 40000 \text{ N}; F_m = 60000 \text{ N}; L_u = 90 \text{ mm}.$$

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 13,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$13,5\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$13,7\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$14,5\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 28,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$42,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$50,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$70,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 154,0\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$132,7\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$165,1\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$143,1\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_e = 265,9\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$259,7\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$271,4\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$272,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_m = 416,0\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$398,9\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$399,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$389,6\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$A = 30,0\%$	<input type="checkbox"/>	$60,0\%$	<input type="checkbox"/>	$28,6\%$	<input type="checkbox"/>	$30,0\%$	<input type="checkbox"/>
$D_U = 14,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$28,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$18,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$42,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$l = 106,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$120\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$18,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$12,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 360^\circ$	<input type="checkbox"/>	$90^\circ$	<input type="checkbox"/>	$45^\circ$	<input type="checkbox"/>	$180^\circ$	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (vị trí và trị số):
- Miền đàn hồi của thép (vị trí):



**Hình vẽ 1**

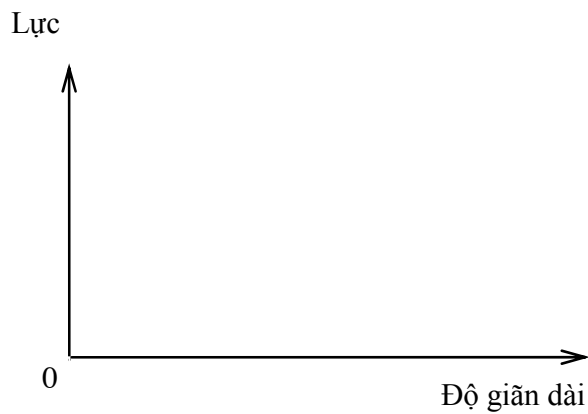
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d20 CB240-T (chi tiết 1) có  $R_e = 247 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 387 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d20 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 417 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 627 \text{ N/mm}^2$ .

- a) Hãy xác định  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”.



**Hình vẽ 2**

## ĐỀ THI SỐ 5

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d12 CB300-V có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

$$Q = 420 \text{ gam}; L = 50,8 \text{ cm}; F_e = 35500 \text{ N}; F_m = 55000 \text{ N}; L_u = 73 \text{ mm}.$$

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 12,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	12,1mm	<input type="checkbox"/>	11,0mm	<input type="checkbox"/>	11,6mm	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	36,0mm	<input type="checkbox"/>	48,0mm	<input type="checkbox"/>	50,0mm	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 95,0\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	113,0mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	113,1mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	115,0mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>
$R_e = 329,1\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	329,5N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	314,2N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	335,9N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>
$R_m = 486,7\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	509,9N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	520,3N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	523,5N/mm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>
$A = 20,0\%$	<input type="checkbox"/>	21,7%	<input type="checkbox"/>	22,5%	<input type="checkbox"/>	30,0%	<input type="checkbox"/>
$D_U = 6,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	12,0mm	<input type="checkbox"/>	24,0mm	<input type="checkbox"/>	36,0mm	<input type="checkbox"/>
$l = 115,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	110,0mm	<input type="checkbox"/>	55,0mm	<input type="checkbox"/>	122,0mm	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 45^\circ$	<input type="checkbox"/>	90^\circ	<input type="checkbox"/>	180^\circ	<input type="checkbox"/>	120^\circ	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (vị trí và trị số):
- Miền đàn hồi của thép (vị trí):



**Hình vẽ 1**

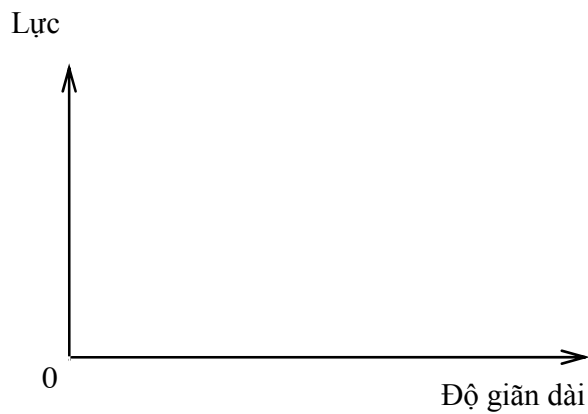
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d22 CB240-T (chi tiết 1) có  $R_e = 246 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 426 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d22 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 406 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 666 \text{ N/mm}^2$ .

- a) Hãy xác định  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”.



**Hình vẽ 2**

## ĐỀ THI SỐ 6

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d14 CB300-V có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

$$Q = 625 \text{ gam}; L = 53,5 \text{ cm}; F_e = 47500 \text{ N}; F_m = 78500 \text{ N}; L_u = 85 \text{ mm}.$$

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 13,8\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$14,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$14,6\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$14,8\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$30,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$70,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$50,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 149,5\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$154,0\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$167,4\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$172,0\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_e = 307,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$308,4\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$327,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$337,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_m = 516,0\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$509,7\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$527,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$533,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$A = 21,4\%$	<input type="checkbox"/>	$20,0\%$	<input type="checkbox"/>	$19,0\%$	<input type="checkbox"/>	$25,0\%$	<input type="checkbox"/>
$D_U = 26,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$52,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$21,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$42,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$l = 60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$134,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$120,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 90^\circ$	<input type="checkbox"/>	$180^\circ$	<input type="checkbox"/>	$45^\circ$	<input type="checkbox"/>	$360^\circ$	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (vị trí và trị số):
- Miền đàn hồi của thép (vị trí):



**Hình vẽ 1**

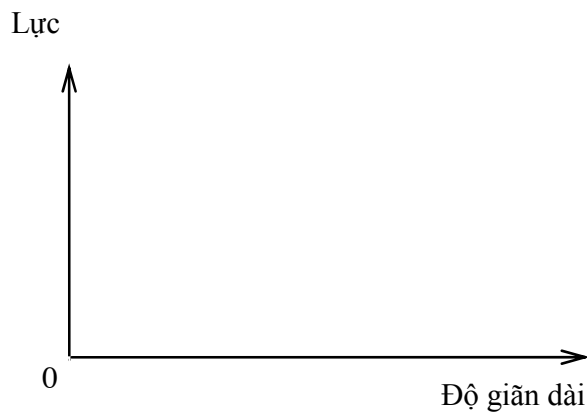
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d25 CB240-T (chi tiết 1) có  $R_e = 255 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 425 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d25 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 425 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 625 \text{ N/mm}^2$ .

- a) Hãy xác định  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”.



**Hình vẽ 2**

## ĐỀ THI SỐ 7

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d16 CB300-V có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

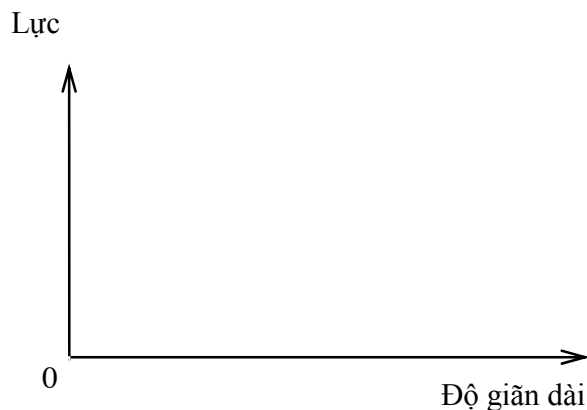
$$Q = 805 \text{ gam}; L = 52,7 \text{ cm}; F_e = 65000 \text{ N}; F_m = 117000 \text{ N}; L_u = 98 \text{ mm}.$$

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 15,5\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$15,7\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$16,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$16,7\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 80,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$70,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$48,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 201,1\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$188,6\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$219,0\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$201,0\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_e = 329,0\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$323,4\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$329,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$335,7\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_m = 592,2\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$592,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$582,1\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$604,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$A = 22,5\%$	<input type="checkbox"/>	$18,4\%$	<input type="checkbox"/>	$20,4\%$	<input type="checkbox"/>	$22,0\%$	<input type="checkbox"/>
$D_U = 4,8\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$24,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$58,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$48,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$l = 65,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$70,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$140,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$130,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 180 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>	$120 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>	$90 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>	$45 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ (vị trí và trị số):

- Lực chảy; Lực bền, miền đàn hồi của thép.



**Hình vẽ 1**

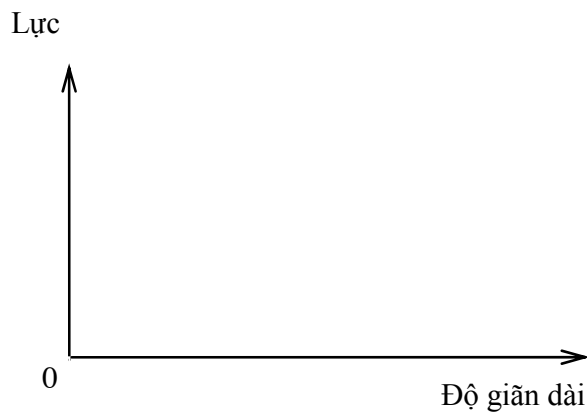
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d22CB300-V (chi tiết 1) có:  $R_e = 305 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 505 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d20 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 410 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 605 \text{ N/mm}^2$ .

- a) Hãy xác định  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”.



**Hình vẽ 2**



## ĐỀ THI SỐ 8

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d18 CB300-V có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

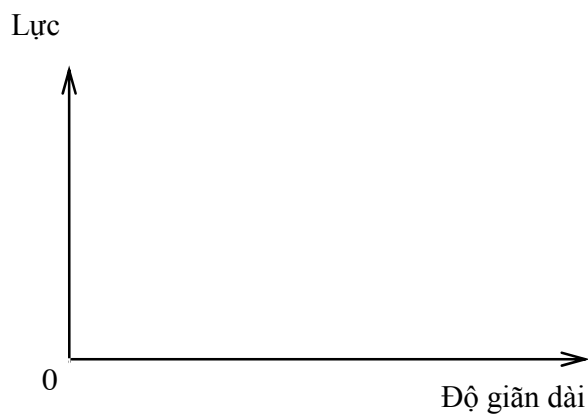
$$Q = 1000 \text{ gam}; L = 51,2 \text{ cm}; F_e = 79500 \text{ N}; F_m = 135000 \text{ N}; L_u = 110 \text{ mm}.$$

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 17,5\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$17,7\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$17,8\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$18,8\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 54,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$90,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$95,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$100,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 254,5\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$240,5\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$277,6\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$246,1\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_e = 312,4\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$313,1\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$313,4\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$319,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_m = 531,8\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$530,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$538,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$542,6\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$A = 18,2\%$	<input type="checkbox"/>	$20,2\%$	<input type="checkbox"/>	$22,2\%$	<input type="checkbox"/>	$24,2\%$	<input type="checkbox"/>
$D_U = 72,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$90,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$36,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$48,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$l = 130\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$135\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$158\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$145\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 180 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>	$120 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>	$90 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>	$45 \text{ độ}$	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ (vị trí và trị số):

- Lực chảy; Lực bền, miền đàn hồi của thép:



**Hình vẽ 1**

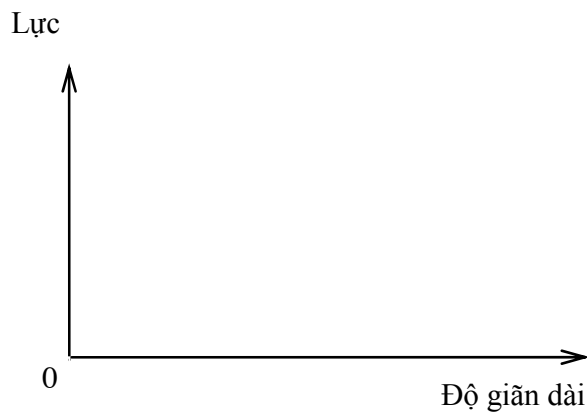
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d22CB300-V (chi tiết 1) có:  $R_e = 310 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 505 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d20 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 410 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 665 \text{ N/mm}^2$ .

- a) Hãy xác định  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”.



**Hình vẽ 2**

## ĐỀ THI SỐ 9

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d20 CB300-V có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

$$Q = 1250 \text{ gam}; L = 52,2 \text{ cm}; F_e = 105000 \text{ N}; F_m = 165000 \text{ N}; L_u = 122 \text{ mm}.$$

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 19,7\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$20,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$20,3\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$20,9\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 60,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$80,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$100,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$110,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 314,2\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$314,0\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$323,7\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$343,1\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_e = 337,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$337,9\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$334,4\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$344,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_m = 530,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$530,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$531,0\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$525,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$A = 22,0\%$	<input type="checkbox"/>	$21,0\%$	<input type="checkbox"/>	$20,5\%$	<input type="checkbox"/>	$18,0\%$	<input type="checkbox"/>
$D_U = 10,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$80,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$70,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$100,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$l = 145,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$170,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$155,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$160,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 45^\circ$	<input type="checkbox"/>	$90^\circ$	<input type="checkbox"/>	$180^\circ$	<input type="checkbox"/>	$120^\circ$	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ (vị trí và trị số):

- Lực chảy; Lực bền, miền đàn hồi của thép:



**Hình vẽ 1**

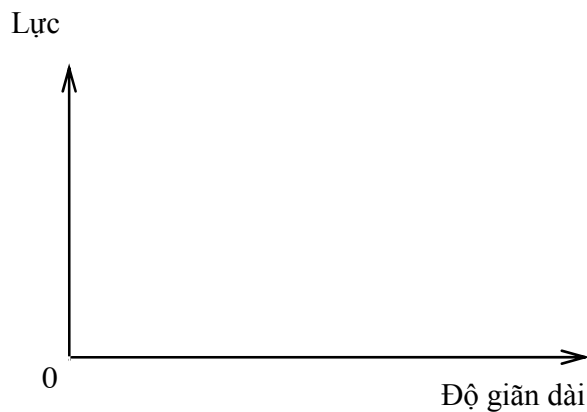
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d25CB300-V (chi tiết 1) có:  $R_e = 309.7 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 500.0 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d22 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 400.0 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 645.8 \text{ N/mm}^2$ .

- a) Hãy xác định  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”



**Hình vẽ 2**

## ĐỀ THI SỐ 10

**Bài 1.** Thép cốt bê tông d22 CB300-V có các số liệu thí nghiệm kéo như sau:

$$Q = 1550 \text{ gam}; L = 54,0 \text{ cm}; F_e = 125000 \text{ N}; F_m = 200000 \text{ N}; L_u = 135 \text{ mm}.$$

a) Hãy chọn đáp án đúng và đánh dấu “✓” vào ô thích hợp:

$d_0 = 21,3\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$21,5\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$21,6\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$22,2\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$L_0 = 100,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$110,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$120,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$130,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$S_0 = 363,1\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$356,3\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$387,1\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$380,1\text{mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_e = 328,9\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$334,6\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$334,3\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$341,2\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$R_m = 526,2\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$535,4\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$535,5\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>	$534,9\text{N/mm}^2$	<input type="checkbox"/>
$A = 22,7\%$	<input type="checkbox"/>	$20,4\%$	<input type="checkbox"/>	$18,5\%$	<input type="checkbox"/>	$18,0\%$	<input type="checkbox"/>
$D_U = 18,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$88,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$50,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$11,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$l = 140,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$150,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$182,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>	$170,0\text{mm}$	<input type="checkbox"/>
$\alpha_U = 45^\circ$	<input type="checkbox"/>	$90^\circ$	<input type="checkbox"/>	$120^\circ$	<input type="checkbox"/>	$180^\circ$	<input type="checkbox"/>

b) Với số liệu thí nghiệm xác định được ở trên trên, hãy vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo vào hình vẽ 1 và chỉ ra trên biểu đồ (vị trí và trị số):

- Lực chảy; Lực bền, miền đàn hồi của thép:



**Hình vẽ 1**

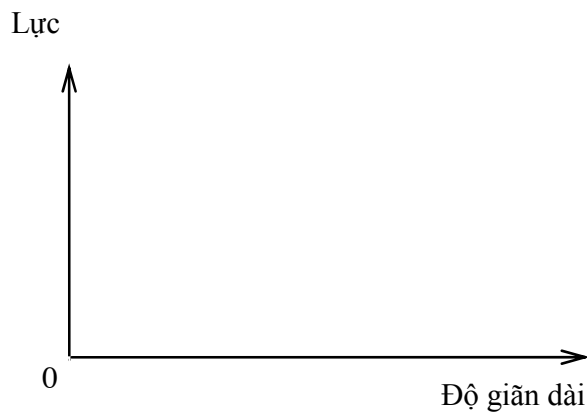
**Bài 2.** Cho 01 thanh thép cốt d25 CB300-V (chi tiết 1) có:  $R_e = 300 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 525 \text{ N/mm}^2$  hàn nối với 01 thanh thép cốt d22 CB400-V (chi tiết 2) có  $R_e = 440 \text{ N/mm}^2$ ;  $R_m = 600 \text{ N/mm}^2$ .

- a) Hãy xác định  $F_{e1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m1} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  
 $F_{e2} = \dots\dots\dots\text{N}$ ;  $F_{m2} = \dots\dots\dots\text{N}$ .

Vẽ biểu đồ thí nghiệm kéo liên kết hàn nói trên vào hình vẽ 2 và chỉ ra trên biểu đồ:

- Lực chảy; Lực bền (chỉ rõ vị trí và trị số).

b) Mẫu kéo đứt ngoài mối hàn và không đứt ở trong má kẹp. Hỏi vị trí đứt mẫu sẽ ở phía chi tiết 1 , chi tiết 2  hay ở cả hai chi tiết ? Nếu chọn: đánh dấu “✓”.



**Hình vẽ 2**

## MỘT SỐ LƯU Ý CHO ĐỀ THI LÝ THUYẾT

- $d_0$  Đường kính thực đo ban đầu của mẫu thử;  
 $L_0$  Chiều dài cỡ ban đầu (chiều dài tính toán ban đầu) của mẫu thử;  
 $L_U$  Chiều dài cỡ lúc cuối (chiều dài đo được sau khi mẫu đứt);  
 $S_0$  Diện tích tiết diện ban đầu (danh nghĩa) của mẫu thử;  
 $F_e$  Giá trị lực chảy của mẫu thử;  
 $F_m$  Giá trị lực bền của mẫu thử;  
 $D_U$  Đường kính đầu búa uốn;  
 $d$  Đường kính danh nghĩa của mẫu thử;  
 $Q$  Trọng lượng của mẫu thử cân được;  
 $L$  Chiều dài ban đầu (thực đo) của mẫu thử;  
 $l$  Khoảng cách lắp đặt gối đỡ trong phép thử uốn;  
Trong công thức tính khoảng cách lắp đặt gối đỡ phép thử uốn, cho lượng rơi  $= 0,0\text{mm}$  và trong đó  $R$  là bán kính gối đỡ uốn, lấy bằng  $25\text{mm}$ .  
 $\pi = 3,1416$ ;  $1\text{kG} = 9,81\text{N}$ ;

Hệ số trong công thức tính đường kính mẫu  $K = 4,027353$ ;

Giá trị ứng suất:	làm tròn số đến $0,1\text{N/mm}^2$ ;	Giá trị lực:	làm tròn số đến $1,0\text{N}$ ;
Giá trị diện tích:	làm tròn số đến $0,1\text{mm}^2$ ;	Giá trị chiều dài:	làm tròn số đến $0,1\text{mm}$ ;

Nếu kết quả tính được của học viên không trùng với  $l$  trong phương án nêu trong đề thì học viên điền kết quả của mình vào bên lề cùng dòng với giá trị chọn.

**ĐỀ THI:**

- Anh (chị) hãy nhận 01 thanh thép cốt bê tông và thực hiện thí nghiệm kéo theo Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 197:2002.

- Căn cứ kết quả thí nghiệm kéo, anh (chị) hãy đưa ra các thông số cho thí nghiệm uốn theo TCVN 198:2008.

- Các kết quả thí nghiệm kéo và uốn được đánh giá theo TCVN 1651:2008.

- Lập báo cáo cho các kết quả thí nghiệm đã làm.



## Chương 14

# THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU CƠ LÝ CỦA ĐẤT TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

### 14.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ ĐẤT XÂY DỰNG VÀ CÁC CHỈ TIÊU TÍNH CHẤT CƠ LÝ CƠ BẢN

#### 14.1.1. Khái niệm chung về đất xây dựng

##### 14.1.1.1. Một số khái niệm cơ bản

- Khái niệm Địa kỹ thuật: nghiên cứu và xác định các điều kiện của môi trường đất, đá, nước dưới đất cùng các tính chất xây dựng của chúng phục vụ trực tiếp cho các công tác: lựa chọn mặt bằng phù hợp cho một dự án, tính toán thiết kế nền móng và đề ra các giải pháp gia cố, xử lý cần thiết...

- Khái niệm Đất xây dựng: Đất xây dựng theo nghĩa tổng quát là một vật thể địa chất nằm trong vỏ trái đất và được sử dụng làm nền, môi trường và vật liệu để xây dựng các loại công trình khác nhau. Theo định nghĩa này, đất xây dựng bao gồm cả đá cứng (có liên kết kết tinh giữa các phần tử tạo nên chúng) và đất mềm, rời (không có liên kết cứng hoặc hoàn toàn không có liên kết giữa các phần tử tạo nên chúng) miễn là chúng nằm trong vỏ quả đất và sử dụng cho mục đích xây dựng. Định nghĩa này phân biệt đất xây dựng với đất sử dụng cho một số mục đích khác mặc dù đối tượng này cũng có cùng phạm vi phân bố (trong vỏ quả đất), ví dụ đất thổ nhưỡng được nghiên cứu cho mục đích trồng trọt, nâng cao năng suất cây trồng.

Đất mềm rời (gọi tắt là đất) là đối tượng nghiên cứu chủ yếu đối với người làm công tác xây dựng, vì chúng thường có các ứng xử bất lợi dưới tác dụng của tải trọng công trình. Trong giáo trình này, đối tượng nghiên cứu là chỉ là đất. Đá sẽ là đối tượng nghiên cứu của một chuyên đề khác.

- Tính chất cơ lý của đất đá: là những tính chất quyết định trạng thái vật lý, mối quan hệ của chúng đối với nước và những quy luật thay đổi độ bền và độ biến dạng của chúng. Người ta chia ra: tính chất vật lý, tính chất đối với nước và tính chất cơ học. Những tính chất này biểu thị và đánh giá bằng những chỉ tiêu nhất định, tức là những đặc trưng của đất đá.

+ Tính chất vật lý đặc trưng cho trạng thái vật lý của đất đá, tức là XD về chất lượng, thể hiện ở độ chặt, độ ẩm, độ rỗng, độ sệt, mức độ nứt nẻ, mức độ phong hoá trong điều kiện thế nằm tự nhiên, cũng như ở các công trình bằng đất đá và bãi thải → có thể đánh giá (về mặt chất lượng) độ bền và độ ổn định của đất đá;

+ Tính chất đối với nước: thể hiện ở khả năng biến đổi trạng thái, độ bền và độ ổn định của chúng khi tác dụng qua lại với nước, khả năng hấp thụ và chứa nước hoặc để nước thấm qua. Khi biết tính chất đối với nước của đất đá, ta có thể dự đoán được sự thay đổi độ bền và những tính chất khác của chúng, cũng như sự phát triển của các quá trình địa chất nào đó dưới tác dụng của nước;

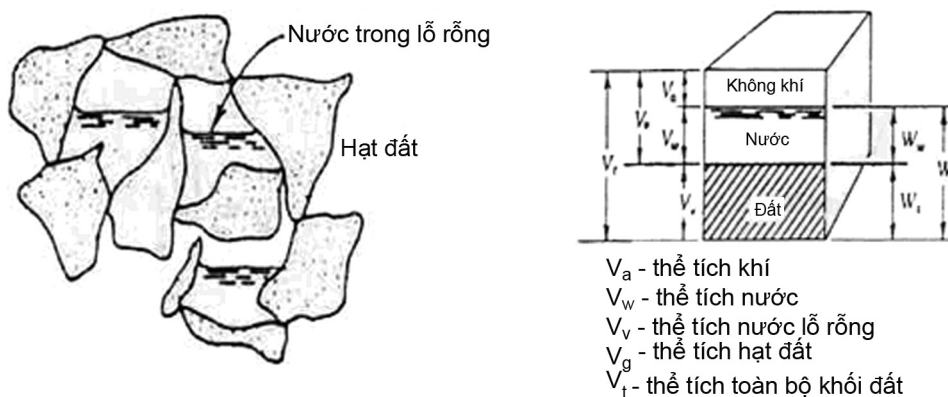
+ Tính chất cơ học của đất đá: quyết định tính cách của chúng dưới ảnh hưởng của lực bên ngoài, tức là tải trọng. Những tính chất đó được biểu thị và được đánh giá trực tiếp bằng độ bền và độ biến dạng của đất đá.

- Dựa vào tính chất cơ lý, có thể chia ra 5 nhóm đất đá sau đây:

- + Đá bền vững, tức là đá cứng;
- + Đá tương đối bền vững, tức là đá nửa cứng;
- + Đất xốp không dính;
- + Đất mềm dính;
- + Đất đá có thành phần, trạng thái và tính chất đặc biệt.

#### 14.1.1.2. Kiến trúc của đất

Kiến trúc của đất là khái niệm được dùng để chỉ hình dạng, kích thước, các đặc trưng bề mặt của các phần tử tạo đất, sự sắp xếp tương đối, quan hệ tương quan cũng như các đặc trưng liên kết giữa chúng.



**Hình 14.1.** Cấu trúc của đất

Hình 14.1 mô tả khái quát hình ảnh của kiến trúc của đất. Qua đó có thể thấy kiến trúc của đất có đặc điểm sau:

- Đất được cấu thành bởi sự sắp xếp không gian không quy luật và không chặt xít của các hạt rắn (có kích thước, hình dạng, thành phần, đặc điểm bề mặt khác nhau). Tồn tại các khoảng trống, rỗng giữa các hạt rắn, trong đó lấp đầy bởi nước và khí như vậy, hạt rắn, nước và khí là các thành phần cơ bản tạo đất. Tùy theo tương quan về lượng giữa ba phần thành tạo, phân biệt:

+ Đất khô hoàn toàn:  $V \text{ khí} = V \text{ lỗ rỗng}$ ;

+ Đất bão hoà nước:  $V \text{ nước} = V \text{ lỗ rỗng}$ ;

+ Đất chưa bão hoà:  $V \text{ nước} < V \text{ lỗ rỗng}$ .

- Tiếp xúc giữa các hạt rắn chủ yếu là tiếp xúc điểm và liên kết giữa hạt rắn hoặc là liên kết keo nước, yếu trong các đất dính, hoặc là không liên kết đối với đất rời.

- Dưới tác dụng của tải trọng nén (tải trọng ngoài hoặc tải trọng bản thân) các hạt rắn được sắp xếp lại theo hướng giảm thể tích lỗ rỗng và kết cấu chặt xít hơn. Đặc tính biến dạng của đất được quyết định bởi các đặc điểm kiến trúc ban đầu trong thể nằm tự nhiên của chúng, còn độ bền của đất lại được quyết định bởi đặc điểm liên kết kiến trúc giữa các hạt rắn tạo đất.

#### ***14.1.1.3. Nguồn gốc của đất***

Đất là sản phẩm của quá trình phong hóa các đá cứng (đá magma, đá trầm tích, đá biến chất). Dựa vào đặc điểm quá trình thành tạo, đất có thể có nhiều nguồn gốc khác nhau như đất bồi tích sông, đất nguồn gốc biển, đất tàn tích, đất lũ tích, đất sườn tích, đất phong tích... sau đây là một số đất với nguồn gốc thường gặp:

- Đất tàn tích (e) là sản phẩm phong hóa nằm tại chỗ, trực tiếp trên đá mẹ.

- Đất sườn tích (d) là sản phẩm phong hóa của đá mẹ, nhưng không nằm tại chỗ mà đã bị di chuyển và phân bố trên các sườn dốc do quá trình sườn với các tác nhân khác nhau.

- Đất lũ tích (p) là sản phẩm của quá trình bào sỏi, vận chuyển và lắng đọng bởi dòng nước lũ các loại đất có nguồn gốc khác nhau tại các vùng núi và trước núi.

- Đất phong tích là sản phẩm của quá trình bào mòn, vận chuyển và lắng đọng do gió các loại đất, đá có nguồn gốc khác nhau.

- Đất bồi tích sông (a) là sản phẩm của quá trình bào mòn, vận chuyển bằng các dòng nước các loại đất, đá có nguồn gốc khác nhau trong phạm vi ảnh hưởng của hoạt động của chúng và lắng đọng lại trong môi trường nước sông.

- Đất trầm tích biển (m) là sản phẩm của quá trình bào mòn, vận chuyển bằng các dòng nước, các loại đất, đá có nguồn gốc khác nhau trong phạm vi ảnh hưởng của hoạt động của chúng và lắng đọng lại trong môi trường biển.

Đất nguồn gốc khác nhau mang các đặc điểm khác nhau về thành phần và tính chất. Nghiên cứu nguồn gốc của đất giúp cho lựa chọn phương pháp thí nghiệm hợp lý xác định các chỉ tiêu tính chất của chúng, đồng thời cũng cho khả năng đánh giá tính đúng đắn của các kết quả thí nghiệm.

#### **14.1.2. Các chỉ tiêu tính chất cơ bản của đất xây dựng**

Đất cũng như các đối tượng nghiên cứu khác được nhận biết bằng các đặc trưng tính chất của chúng. Các đặc trưng, tính chất này có thể phân chia thành các nhóm như sau:

- Nhóm đặc trưng tính chất về thành phần vật chất của đất như: thành phần hạt, thành phần khoáng vật, thành phần hóa học của các phần tử tạo đất...

- Nhóm đặc trưng tính chất về trạng thái và tính chất vật lý của đất như: độ ẩm, khối lượng, thể tích, độ rỗng, độ chặt...

- Nhóm đặc trưng về tính chất cơ học của đất, biểu hiện các ứng xử của đất dưới tác dụng của tải trọng công trình như độ bền, tính nén lún...

Đất được cấu thành bởi ba thành phần cấu tạo cơ bản là phần hạt rắn, phần nước và phần khí chứa trong các lỗ rỗng của chúng. Do vậy nghiên cứu về đặc trưng cho đất phải bắt đầu bằng các nghiên cứu, đặc trưng cho riêng các thành phần tạo của đất và sau đó là các nghiên cứu thuộc về các tương quan, tương tác giữa các phần thành tạo của chúng.

##### **14.1.2.1. Các chỉ tiêu tính chất cơ bản đặc trưng cho phần hạt rắn**

- Về thành phần vật chất:

+ Thành phần hạt và các đặc trưng liên quan (tính đồng nhất về kích thước và hình dạng, các đặc trưng bề mặt...);

+ Thành phần khoáng vật;

+ Thành phần hóa học;

+ Lượng chứa và thành phần vật chất hữu cơ;

+ Lượng chứa và thành phần muối.

- Về tính chất vật lý:

+ Khối lượng thể tích hạt.

##### **14.1.2.2. Các chỉ tiêu tính chất cơ bản đặc trưng cho phần nước**

- Về thành phần vật chất:

+ Thành phần hóa học của nước lỗ rỗng.

- Về tính chất vật lý:

+ Độ ẩm.

#### ***14.1.2.3. Các chỉ tiêu tính chất cơ bản đặc trưng cho phần khí***

- Về thành phần vật chất:

+ Thành phần hóa học của khí trong đất.

- Về tính chất vật lý:

+ Lượng chứa khí.

#### ***14.1.2.4. Các chỉ tiêu tính chất cơ bản đặc trưng cho tương quan, tương tác giữa các phần rắn, nước và khí***

- Về tính chất vật lý:

+ Khối lượng thể tích đất;

+ Khối lượng thể tích đất khô;

+ Độ rỗng;

+ Hệ số rỗng;

+ Độ bão hòa;

+ Các độ ẩm giới hạn;

+ Số dẻo;

+ Độ sệt;

+ Tính thấm.

- Về tính chất cơ học:

+ Tính nén lún;

+ Độ bền.

Tất cả các đặc trưng tính chất cơ bản trên lại có thể được nhóm lại theo một số các công dụng hoặc điều kiện khác. Ví dụ: theo khả năng xác định của chúng trong phòng thí nghiệm, có thể nhóm thành hai nhóm:

- Nhóm các chỉ tiêu thí nghiệm được: bao gồm các chỉ tiêu tính chất có thể xác định trực tiếp trong phòng thí nghiệm, ví dụ: Thành phần hạt, thành phần khoáng vật, thành phần hóa học, độ ẩm, khối lượng thể tích tự nhiên, khối lượng thể tích hạt, các độ ẩm giới hạn, các chỉ tiêu thuộc về tính biến dạng (hệ số nén lún, hệ số cố kết) và độ bền (lực dính, góc ma sát trong, độ bền nén nở hông, ...).

- Nhóm các chỉ tiêu dẫn xuất bao gồm tất cả các chỉ tiêu tính chất còn lại, giá trị của chúng có thể tính toán được từ các chỉ tiêu tính chất xác định được trực tiếp trong phòng thí nghiệm, ví dụ: khối lượng thể tích đất khô có thể tính toán được khi

biết khối lượng thể tích ướt và độ ẩm hoặc chỉ số dẻo của đất có thể xác định bằng cách tính toán từ các giá trị của độ ẩm và các độ ẩm giới hạn,...

### **14.1.3. Phương pháp xác định các chỉ tiêu tính chất cơ lý của đất trong phòng thí nghiệm**

Các đặc trưng tính chất cơ lý của đất có thể được xác định bằng các thí nghiệm trong phòng và ngoài trời. Đối với các thí nghiệm trong phòng, các thí nghiệm được tiến hành trên các mẫu đất nguyên trạng hoặc mẫu đất phá hoại lấy từ các tầng đất tự nhiên bằng nhiều cách khác nhau và được bảo quản đưa về thí nghiệm ở trong các phòng thí nghiệm. Các thí nghiệm ngoài trời được tiến hành thí nghiệm ngay tại thế nằm tự nhiên của chúng.

#### **14.1.3.1. Các thí nghiệm trong phòng**

*\* Mẫu đất cho các thí nghiệm trong phòng:*

Mẫu đất cho các thí nghiệm trong phòng được lấy từ các độ sâu khác nhau trong các địa tầng có mặt trong khu vực khảo sát khi khoan hoặc đào. Mẫu đất được lấy thành hai loại: Mẫu nguyên trạng và mẫu không nguyên trạng.

- Mẫu nguyên trạng: Là mẫu khi lấy xong vẫn giữ được nguyên kết cấu, thành phần, trạng thái và các tính chất như trong thiên nhiên (quy ước bỏ qua ảnh hưởng của sự thay đổi trạng thái ứng suất khi tách mẫu ra khỏi môi trường). Đa số các chỉ tiêu tính chất cơ lý của đất yêu cầu phải thí nghiệm trên mẫu nguyên trạng.

- Mẫu không nguyên trạng: Là mẫu khi lấy xong không giữ nguyên được kết cấu, thành phần, trạng thái và tính chất. Với mẫu không nguyên trạng chỉ xác định được các chỉ tiêu vật lý.

Mẫu nguyên trạng, đơn giản nhất là lấy từ các hố đào, còn phức tạp hơn là lấy từ các hố khoan với một dụng cụ gọi là ống lấy mẫu. Ống mẫu có nhiều loại với các cấu tạo và cơ cấu khác nhau nhằm đảm bảo tới mức tối đa độ nguyên trạng của mẫu đất. Ống mẫu được đưa xuống đáy hố khoan đã được vét sạch tại độ sâu dự định lấy mẫu và sau đó bằng cách đóng hoặc ép để đưa đất vào trong ống mẫu. Mẫu đất lấy được trong các hố khoan thường có hình trụ, đường kính từ 80 mm đến 100 mm, dài 200 mm hoặc lớn hơn. Mẫu sau khi lấy xong cần được bảo quản, bao gói, vận chuyển và lưu giữ theo quy định ở tiêu chuẩn TCVN 2683:2012: Đất xây dựng: Lấy mẫu, bao gói và vận chuyển mẫu với mục đích giữ nguyên được tính nguyên trạng và tránh mất độ ẩm tự nhiên của mẫu.

*\* Thí nghiệm trong phòng:*

Thí nghiệm trong phòng là phương pháp phổ biến nhất và có thể xác định được hầu hết các đặc trưng tính chất cơ lý của đất. Đặc biệt, với các phương tiện kỹ thuật

ngày càng hiện đại, thí nghiệm trong phòng có thể xác định giá trị các đặc trưng cơ lý của đất nền dự báo các ứng xử của chúng trong các trạng thái ứng suất - biến dạng khác nhau tương ứng với điều kiện làm việc thực tế của đất tại công trình bằng cách mô phỏng hoàn toàn hoặc một phần các điều kiện đó trong phòng thí nghiệm.

Do khối lượng của mẫu thí nghiệm là quá nhỏ so với phạm vi phân bố của địa tầng đất nghiên cứu và sai số thí nghiệm, nên để kết quả xác định các đặc trưng tính chất cơ lý của đất là đại diện cho địa tầng nghiên cứu thì số lượng mẫu thí nghiệm của một phân vị địa tầng phải đủ lớn, mẫu thí nghiệm phải được lấy đều khắp trên phạm vi phân bố của phân vị địa tầng và kết quả thí nghiệm phải được xử lý theo các nguyên tắc của thống kê toán học.

#### **14.1.3.2. Các thí nghiệm ngoài trời**

Các thí nghiệm ngoài trời thường được sử dụng để xác định giá trị của các chỉ tiêu tính chất cơ học quan trọng (môđun biến dạng, sức kháng cắt không thoát nước, góc ma sát trong, lực dính,...) và trong các phân vị địa tầng khó hoặc không có thể lấy được mẫu nguyên trạng (đất bùn, đất rời,...). Thí nghiệm ngoài trời tốn thời gian và phương tiện. Trong nhiều trường hợp, kết quả ngoài trời bổ sung và đối chiếu với các kết quả xác định trong phòng.

#### **14.1.3.3. Một số khái niệm liên quan đến công tác thí nghiệm**

- *Phép thử*: thao tác kỹ thuật cần thiết nhằm xác định một hoặc nhiều các đặc trưng tính chất của đối tượng cần thử (vật liệu, sản phẩm, hiện tượng vật lý...) theo một quy trình xác định.

- *Phương pháp thử*: quy trình kỹ thuật xác định để thực hiện một phép thử.

- *Chỉ tiêu tính chất*: Thông số kỹ thuật đặc trưng cho một tính chất xác định của đối tượng nghiên cứu. Giá trị của chỉ tiêu tính chất này được xác định thông qua một phép thử với một hoặc nhiều phép thử.

- *Khắc độ*: Tập hợp các thao tác kỹ thuật nhằm xác lập mối quan hệ giữa giá trị chỉ ra trên dụng cụ đo và giá trị thực cần đo.

- *Thông số đo được*: các thông số trực tiếp thu được trên các dụng cụ đo như cân, biến dạng kế, áp kế, thời kế,...

- *Chỉ tiêu thí nghiệm được*: chỉ tiêu tính chất có thể xác định được trực tiếp qua các thông số đo được.

- *Chỉ tiêu dẫn xuất*: chỉ tiêu tính chất xác định được thông qua giá trị của các chỉ tiêu tính chất thí nghiệm được.

Các chỉ tiêu tính chất cơ bản của đất được liệt kê trong bảng 14.1.

**Bảng 14.1. Các chỉ tiêu tính chất cơ lý cơ bản của đất và phương pháp thử**

TT	Chỉ tiêu tính chất	Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa vật lý	Tiêu chuẩn áp dụng
1	2	3	4	5	6
<i>Các chỉ tiêu tính chất xác định được ở trong phòng thí nghiệm</i>					
1	Độ ẩm	W	%	Biểu thị lượng nước chứa trong đất.	TCVN 4196
2	Khối lượng thể tích tự nhiên	$\gamma_w$	g/cm <sup>3</sup>	Khối lượng của một đơn vị thể tích đất có kết cấu và độ ẩm tự nhiên.	TCVN 4202
3	Khối lượng thể tích hạt	$\gamma_s$	g/cm <sup>3</sup>	Khối lượng của một đơn vị thể tích phần hạt cứng, khô tuyệt đối, xếp chặt xít không lỗ rỗng.	TCVN 4195
4	Thành phần hạt		%	Là tỷ lệ phần trăm tính theo khối lượng đất khô tuyệt đối của các nhóm hạt có kích thước khác nhau ở trong đất.	TCVN 4198
5	Giới hạn chảy	W <sub>L</sub>	%	Độ ẩm của đất, tại đó đất bắt đầu chuyển sang trạng thái chảy. Đất trung cho tương tác hạt rắn - nước.	TCVN 4197
6	Giới hạn dẻo	W <sub>p</sub>	%	Độ ẩm của đất, tại đó đất bắt đầu chuyển sang trạng thái dẻo. Đặc trưng cho tương tác hạt rắn – nước.	TCVN 4197
7	Hệ số nén lún	a <sub>1-2</sub>	m <sup>2</sup> /kN	Đặc trưng cho khả năng nén lún của đất trong khoảng áp lực $\sigma_1$ - $\sigma_2$	TCVN 4200
8	Chỉ số nén lún	Cc		Đặc trưng cho khả năng nén lún của đất dưới tải trọng lớn hơn áp lực cố kết trước	TCVN 4200
9	Hệ số cố kết	Cv	cm <sup>2</sup> /s	Đặc trưng cho khả năng nén lún của đất theo thời gian	TCVN 4200
10	Góc ma sát trong	$\varphi$	độ	Đặc trưng cho khả năng chống cắt của đất theo thành phần ma sát giữa các hạt rắn.	TCVN 4199



**Bảng 14.1 (Tiếp theo)**

1	2	3	4	5	6
11	Lực dính	C	kN/m <sup>2</sup>	Đặc trưng cho khả năng chống cắt của đất theo thành phần liên kết giữa các hạt rắn.	TCVN 4199
12	Sức kháng cắt không thoát nước	Cu	kN/m <sup>2</sup>	Đặc trưng cho khả năng chống cắt của đất trong điều kiện không thoát nước.	
<i>Các chỉ tiêu tính chất dẫn suất</i>					
TT	Chỉ tiêu tính chất	Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa vật lý	Công thức tính
13	Khối lượng thể tích khô	$\gamma_d$	g/cm <sup>3</sup>	Khối lượng của một đơn vị thể tích đất khô có kết cấu tự nhiên	$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1+0,01.w}$
14	Độ bão hoà	G	%	Lượng chứa của nước lỗ rỗng theo toàn bộ thể tích lỗ rỗng	$G = \frac{w.p}{e}$
15	Độ lỗ rỗng	n	%	Thể tích lỗ rỗng so với toàn bộ thể tích khối đất	$n = \frac{e}{e+1}$
16	Hệ số rỗng	e		Thể tích lỗ rỗng so với toàn bộ thể tích hạt rắn tạo đất.	$e = \frac{\rho}{\gamma_d} - 1$
17	Chỉ số dẻo	I <sub>p</sub>	%	Đặc trưng cho tính dẻo của đất	$I_p = W_L - W_p$
18	Độ sệt	B		Đặc trưng cho trạng thái của đất.	$B = \frac{w - w_p}{I_p}$
19	Môđun tổng biến dạng	E	kN/m <sup>2</sup>	Đặc trưng cho tính biến dạng của đất.	$E_{n-1,n} = \frac{1+e_{n-1}}{a_{n-1,n}}$
20	Sức mang tải tiêu chuẩn	R <sup>H</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Độ bền tiêu chuẩn của đất.	Được tính toán từ lực dính C và các thông số khác của móng

CHÚ THÍCH: Các tiêu chuẩn thí nghiệm trong phòng được nêu trong bảng hiện đang được soát xét lại với nội dung kết hợp các tiêu chuẩn giữa các ngành xây dựng dân dụng, ngành thủy lợi và giao thông thành một tiêu chuẩn chung.

## 14.2. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐỘ ẨM CỦA ĐẤT

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 14.2.1. Khái niệm về độ ẩm của đất

Độ ẩm của đất, thường ký hiệu là  $W$ , là lượng nước chứa trong đất. Phân biệt độ ẩm trọng lượng và độ ẩm thể tích.

Độ ẩm trọng lượng, được biểu diễn bằng % là tỷ số giữa khối lượng của nước chứa trong đất và khối lượng của đất khô (ví dụ là đất được sấy khô ở nhiệt độ 105 °C đến trọng lượng không đổi):

$$W = G_w/G_{đk} \text{ (%) } \quad (14.1)$$

Trong đó:

$G_w$  là khối lượng nước chứa trong đất, tính bằng gam (g);

$G_{đk}$  là khối lượng đất khô, tính bằng gam (g).

Độ ẩm thể tích, cũng được biểu diễn bằng phần trăm (%) là tỷ số giữa thể tích nước trong đất và thể tích của toàn bộ khối đất:

$$W_v = V_w/V_d \quad (14.2)$$

Trong đó:

$V_w$  là thể tích nước chứa trong đất, tính bằng centimet khối (cm<sup>3</sup>);

$V_d$  là thể tích toàn bộ khối đất, tính bằng centimet khối (cm<sup>3</sup>).

Độ ẩm tự nhiên của đất là lượng chứa của nước trong lỗ rỗng của đất tại thể nằm tự nhiên.

#### 14.2.2. Ý nghĩa sử dụng

Độ ẩm tự nhiên của đất là chỉ tiêu tính chất vật lý quan trọng, quyết định độ bền và ứng xử của đất dưới tải trọng công trình, đặc biệt đối với loại đất sét, khi mà tính chất của chúng thay đổi mạnh phụ thuộc vào lượng chứa nước trong đất.

Độ ẩm còn là chỉ tiêu trực tiếp được sử dụng để tính toán nhiều chỉ tiêu khác như khối lượng thể tích khô, độ bão hòa, độ sệt...

#### 14.2.3. Phương pháp xác định

- Hiện nay tồn tại nhiều phương pháp xác định độ ẩm ở trong phòng thí nghiệm và phương pháp phổ biến nhất, được xem là tiêu chuẩn là phương pháp sấy khô, cân. Giá trị độ ẩm được dùng phổ biến là độ ẩm trọng lượng.

- Độ ẩm được xác định theo phương pháp sấy khô mẫu đất đến khối lượng không đổi.

Mẫu thử được coi là sấy khô đến khối lượng không đổi khi nhận được sự chênh lệch ít nhất giữa hai lần cân liên tiếp (không được lớn hơn 0,1 % khối lượng).

Độ ẩm được tính toán bằng số phần trăm khối lượng của mẫu đất khô.

- Việc làm khô mẫu đến khối lượng không đổi được tiến hành trong tủ sấy, ở nhiệt độ:

+  $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$  đối với đất loại sét và đất loại cát;

+  $(80 \pm 5) ^\circ\text{C}$  đối với đất có chứa thạch cao và đất có chứa lượng hữu cơ lớn hơn 5 % (so với khối lượng đất khô).

- Đối với mẫu đất cần tiến hành không ít hơn hai lần xác định song song độ ẩm với than bùn, đất than bùn thì tiến hành ít nhất ba lần.

#### **14.2.4. Tiêu chuẩn tham khảo**

- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4196:2012.

- Tiêu chuẩn tham khảo: ASTM 2216 – 98, BS 1377:1990: part 2.

#### **14.2.5. Thiết bị và vật liệu thí nghiệm chính**

- Tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ đến  $300 ^\circ\text{C}$ .

- Cân kỹ thuật các loại:

+ Cân có sức cân đến 100 g, độ chính xác đến 0,01 g, (gam);

+ Cân có sức cân đến 500 g, độ chính xác đến 0,1 g và 1 g, (gam);

+ Cân có sức cân đến 1000 g, độ chính xác đến 1 g, (gam);

+ Cân có sức cân đến 5000 g hoặc hơn, độ chính xác đến 5 g, (gam).

- Bình hút ẩm có Canxi clorua hoặc Silicagel khan.

- Cốc nhỏ bằng thủy tinh hoặc hộp nhôm có nắp, nhiều cỡ có dung tích khác nhau: cỡ từ  $30 \text{ cm}^3$  đến  $50 \text{ cm}^3$ ; từ  $1500 \text{ cm}^3$  đến  $3000 \text{ cm}^3$  và âu men cỡ lớn chứa được hơn 5 kg đất.

- Cốc sứ và chày sứ có đầu bọc cao su.

- khay men các loại để phơi đất và các dụng cụ như dao, muôi, khăn lau, v.v...

## **B. PHẦN THỰC HÀNH**

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- Quy trình thí nghiệm: tùy từng loại đất lựa chọn khối lượng thí nghiệm, nhiệt độ sấy và thời gian sấy thích hợp.

- Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm.

#### 14.2.6. Chuẩn bị mẫu

Có hai loại đất: Mẫu nguyên trạng và mẫu không nguyên trạng

Đối với mẫu nguyên trạng, việc xác định độ ẩm tự nhiên rất quan trọng vì vậy nên chọn đất ở giữa mẫu để xác định độ ẩm

Đối với đất không nguyên trạng nên làm toai vụn đất, trộn thật đều để lấy mẫu đại diện.

Khối lượng lấy mẫu dùng để thí nghiệm và đủ khối lượng có thể tham khảo bảng 14.1.

**Bảng 14.2. Yêu cầu về khối lượng mẫu đất để thí nghiệm xác định độ ẩm**

Hàm lượng hạt to có trong đất (ước lượng tương đối), tính bằng %	Khối lượng đất tối thiểu cho một mẫu thử, tính bằng gam (g)	Cân kỹ thuật được sử dụng, có độ chính xác đến gam (g)
Không có hạt lớn hơn 2 mm	20 g đến 25 g	0,01 g
Cỡ hạt lớn hơn 2 mm chiếm dưới 10%	100 g đến 200 g	0,1 g
Cỡ hạt lớn hơn 5 mm chiếm dưới 10%	300 g đến 500 g	1 g
Cỡ hạt lớn hơn 10 mm chiếm dưới 10%	500 g đến 1000 g	5 g
Cỡ hạt lớn hơn 20 mm chiếm dưới 10%	1500 g đến 2000 g	5 g
Cỡ hạt lớn hơn 40 mm chiếm dưới 10%	2500 g đến 3000 g	5 g
Cỡ hạt lớn hơn 60 mm chiếm dưới 10%	4000 g đến 5000 g	5 g

#### 14.2.7. Chuẩn bị thiết bị

- Chuẩn bị các hộp nhôm, âu men, đĩa... (hộp chứa) đã được lau sạch hoặc rửa và sấy khô.

- Các hộp chứa này nên được cân trước để xác định khối lượng. Có thể lập thành bảng tra khối lượng theo số hiệu hộp chứa. Nên đặt ra định kỳ công tác hiệu chuẩn này, phụ thuộc vào tần suất thí nghiệm.

#### 14.2.8. Cách tiến hành

Bước 1: Lau sạch các hộp nhôm rồi sấy khô, dùng cân kỹ thuật phù hợp để cân chính xác khối lượng của từng hộp nhôm đã được đánh số (kể cả nắp đậy) trước khi sử dụng (m).

Bước 2: Lấy mẫu đất thí nghiệm cho vào hộp nhôm, đậy nắp lại, lau sạch mặt ngoài hộp. Cân xác định được khối lượng của đất ướt và hộp ( $m_1$ ). Khối lượng đất cần lấy theo Bảng 14.2.

Bước 3: Mở nắp hộp ra và đem sấy khô trong tủ sấy ở nhiệt độ quy định, cho đến khi khối lượng không đổi. Thời gian yêu cầu sấy mẫu đến khối lượng không đổi phụ thuộc vào loại vật liệu, khối lượng mẫu, thiết bị sử dụng.

**GHI CHÚ:**

1) Phần lớn các loại đất, thời gian sấy qua đêm (khoảng 12 h đến 16 h ) là khoảng thời gian đủ để sấy khô mẫu thử. Đối với một vài trường hợp đặc biệt, thời gian sấy có thể ít hơn hoặc nhiều hơn.

2) Mẫu thử nghiệm được xem là sấy khô đến khối lượng không đổi khi mức chênh lệch khối lượng giữa các lần cân liên tiếp mẫu đã nguội cách nhau 4 h không vượt quá 0,1 % khối lượng ban đầu của mẫu.

Bước 4: Sau khi đất đã được sấy khô đến khối lượng không đổi, lấy hộp ra khỏi tủ sấy, đậy ngay nắp lại và đặt vào bình hút ẩm có canxi clorua hoặc silicagel khan từ 45 min đến 1 h để làm nguội mẫu, rồi đem cân đất khô và hộp ( $m_0$ ).

**C. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU**

**14.2.9. Tính toán kết quả**

Độ ẩm của đất (W) được tính bằng phần trăm (%) theo công thức:

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \times 100 \tag{14.3}$$

Trong đó:

$m$  là khối lượng của hộp đựng kể cả nắp, tính bằng gam (g);

$m_0$  là khối lượng của đất đã được sấy khô đến khối lượng không đổi và hộp đựng kể cả nắp, tính bằng gam (g);

$m_1$  là khối lượng của đất ướt và hộp đựng kể cả nắp, tính bằng gam (g).

Kết quả tính toán độ ẩm của đất, là trị số trung bình số học của hai mẫu thử song song có độ chênh lệch trong phạm vi cho phép được nêu ở Bảng 14.3.

**Bảng 14.3. Độ chênh lệch tối đa cho phép giữa kết quả xác định độ ẩm của hai mẫu thử đồng thời, trong cùng điều kiện**

Độ ẩm của đất, tính bằng phần trăm (%)	Độ chênh lệch cho phép giữa kết quả hai mẫu thử đồng thời, không vượt quá (%)
Nhỏ hơn hoặc bằng 10	1,0
Lớn hơn 10	2,0

#### 14.2.10. Kết quả và biểu mẫu thí nghiệm

Kết quả thí nghiệm được trình bày trong biểu phụ lục sau đây.

##### Biểu mẫu thí nghiệm xác định độ ẩm

Tên công trình:

Phương pháp thử:

Ngày thí nghiệm:

Người thí nghiệm

Người kiểm tra:

Số hiệu mẫu thí nghiệm	Số hiệu hộp	Khối lượng đất ướt+hộp (g)	Khối lượng đất khô + hộp (g)	Khối lượng hộp (g)	Giá trị độ ẩm (%)	Giá trị trung bình (%)	Ghi chú

Hà Nội, ngày tháng năm 20,..

Giám sát thí nghiệm Người thí nghiệm Người kiểm tra Phòng LAS... Cơ quan duyệt

#### 14.2.11. Bài tính toán kết quả mẫu

Kết quả xác định độ ẩm của một mẫu đất:

Số hiệu mẫu	Số hiệu hộp	KL đất ướt + hộp (g)	KL đất khô + hộp (g)	Khối lượng hộp (g)	Độ ẩm (%)	Trung bình (%)
11	11	31.38	25.73	8.21	32.25	31,66
	21	34.71	28.60	8.93	31.06	

Tính độ ẩm của hộp số 11:

$$W = \frac{31.38-25.73}{25.73-8.21} \times 100 = \frac{5.65}{17.52} \times 100 = 32.25 (\%)$$

Tính độ ẩm của hộp số 21:

$$W = \frac{34.71 - 28.60}{28.60 - 8.93} \times 100 = \frac{6.11}{19.67} \times 100 = 31.06 (\%)$$

Tính độ ẩm trung bình:

$$W = \frac{32.25 + 31.06}{2} = 31.66 (\%)$$

#### D. CÂU HỎI KIỂM TRA

**Câu 1:** Thế nào là sấy khô đến khối lượng không đổi?

**Câu 2:** Việc làm khô mẫu đất không chứa hữu cơ được tiến hành trong tủ sấy với nhiệt độ sấy là bao nhiêu?

**Câu 3:** Nêu quy trình xác định độ ẩm?

**Câu 4:** Khi xác định độ ẩm của một mẫu đất có các thông số TN sau. Hãy xác định độ ẩm của mẫu và điền vào ô trống:

Số hiệu mẫu	Số hiệu hộp	Khối lượng hộp (g)	KL đất ướt + hộp (g)	KL đất khô + hộp (g)	Độ ẩm (%)	Trung bình (%)
11	11	8,15	31,34	25,76		
	21	8,95	34,78	28,71		

**Câu 5:** Khi xác định độ ẩm của một mẫu đất có các thông số TN sau. Hãy xác định độ ẩm của mẫu và điền vào ô trống:

Số hiệu mẫu	Số hiệu hộp	Khối lượng hộp (g)	KL đất ướt + hộp (g)	KL đất khô + hộp (g)	Độ ẩm (%)	Trung bình (%)
14	15	8,17	31,34	23,78		
	26	8,34	37,89	28,71		

**Câu 6:** Khi xác định độ ẩm của một mẫu đất có các thông số TN sau. Hãy xác định độ ẩm của mẫu và điền vào ô trống

Số hiệu mẫu	Số hiệu hộp	Khối lượng hộp(g)	KL đất ướt + hộp (g)	KL đất khô + hộp (g)	Độ ẩm (%)	Trung bình (%)
10	33	17,03	31,34	28,45		
	67	17,11	37,89	33,89		

### 14.3. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH CỦA ĐẤT

#### A. PHÂN LÝ THUYẾT

##### 14.3.1. Khái niệm về khối lượng thể tích của đất

- Khối lượng thể tích của đất là khối lượng của một đơn vị thể tích đất có kết cấu và độ ẩm tự nhiên, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

Về mặt trị số, khối lượng thể tích bằng tỷ số giữa khối lượng của mẫu đất với thể tích của nó, được xác định theo công thức:

$$\gamma_w = m/V \quad (14.4)$$

Trong đó:

$\gamma_w$  là khối lượng thể tích thể tích tự nhiên, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$m$  là khối lượng của mẫu đất, tính bằng gam (g);

$V$  là thể tích của mẫu, tính bằng centimet khối ( $\text{cm}^3$ ).

- Khối lượng thể tích khô là khối lượng một đơn vị thể tích của đất khô (kể cả lỗ rỗng) có kết cấu tự nhiên, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

Về mặt trị số, khối lượng thể tích khô bằng tỷ số giữa khối lượng của mẫu đất khô (khối lượng của cốt đất) với thể tích của mẫu đất có kết cấu tự nhiên, được xác định theo công thức:

$$\gamma_d = m_d/V \quad (14.5)$$

Trong đó:

$\gamma_d$  là khối lượng thể tích thể tích khô, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$m_d$  là khối lượng của mẫu đất khô, tính bằng gam (g);

$V$  là thể tích của mẫu đất có kết cấu thiên nhiên, tính bằng centimet khối ( $\text{cm}^3$ ).

Đối với đất bị co ngót mạnh khi sấy khô thì khối lượng thể tích khô được tính toán theo công thức:



$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1 + 0,01.W} \quad (14.6)$$

Trong đó:

W là độ ẩm tự nhiên của đất, tính bằng phần trăm (%).

### 14.3.2. Ý nghĩa sử dụng

Khối lượng thể tích dùng để tính toán hệ số rỗng của đất, dự tính sức chịu tải của đất nguyên trạng...

### 14.3.3. Phương pháp xác định

- Để xác định khối lượng thể tích của đất, cần xác định hai thông số là khối lượng mẫu đất (m) và thể tích của mẫu đất đó, sau đó đem chia khối lượng mẫu đất cho thể tích của mẫu đất ta thu được giá trị khối lượng thể tích của đất.

- Cần thí nghiệm song song với ít nhất hai mẫu đất và kết quả của hai lần thí nghiệm song song không được sai khác nhau quá 0,03 g/cm<sup>3</sup>. Phải làm lại thí nghiệm nếu yêu cầu này không được thỏa mãn.

- Trị số trung bình cộng của kết quả các lần xác định song song được lấy làm khối lượng thể tích của mẫu đất nguyên trạng. Các kết quả tính toán được biểu diễn với độ chính xác đến 0,01 g/cm<sup>3</sup>.

- Tùy theo thành phần và trạng thái của đất có thể sử dụng các phương pháp sau đây để xác định khối lượng thể tích của đất.

(1) Phương pháp dao vòng;

(2) Phương pháp bọc sáp (phương pháp cân thủy tĩnh).

Ngoài ra có thể tham khảo phương pháp đo thể tích bằng dầu hỏa và phương pháp thể chổi nước ở các phụ lục trong tiêu chuẩn.

### 14.3.4. Tiêu chuẩn tham khảo

- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4202:2012.

- Tiêu chuẩn ASTM 2937 - 00, BS 1377:1990: part 2.

### 14.3.5. Thiết bị và vật liệu thí nghiệm chính

a) Phương pháp dao vòng

- Dao vòng:

Dao vòng cỡ nhỏ áp dụng với đất kích thước hạt nhỏ hơn 5 mm;

Dao vòng cỡ lớn áp dụng cho đất có chứa sạn sỏi, kích thước hạt nhỏ hơn 10 mm.

- Thước cặp; dao cắt; các tấm kính phẳng;
- Cân kỹ thuật có độ chính xác 0,01 g và 0,1 g;
- Dụng cụ để xác định độ ẩm phù hợp với yêu cầu theo tiêu chuẩn xác định độ ẩm TCVN 4196:2012.

*b) Phương pháp bọc sáp*

- Cân thủy tinh hoặc cân kỹ thuật có giá đỡ, độ chính xác 0,01 g; 0,1 g và 1 g;
- Cốc thủy tinh đựng nước có dung tích lớn hơn 500 cm<sup>3</sup>;
- Sáp (thường là parafin) trắng nguyên chất và dụng cụ để nấu sáp;
- Kim, chỉ, giấy thấm, dao cắt gọt đất;
- Dụng cụ xác định độ ẩm.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### **14.3.6. Quy trình xác định khối lượng thể tích của đất bằng phương pháp dao vòng**

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- + Quy trình thí nghiệm: tùy từng loại đất lựa chọn kích thước dao vòng cho phù hợp, cách lấy đất vào dao vòng đúng để tránh sai lệch về kết quả.
- + Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm.

#### **14.3.6.1. Chuẩn bị mẫu và thiết bị thí nghiệm**

Phương pháp xác định khối lượng thể tích của đất được áp dụng đối với đất nguyên trạng, phương pháp xác định bằng dao vòng là phương pháp thuận tiện đối với loại đất thường gặp. Công tác chuẩn bị như sau:

- Lựa chọn loại dao vòng phù hợp với loại đất. Xác định thể tích dao vòng
- Cân để xác định khối lượng ( $m_2$ ) của dao vòng với độ chính xác đến 0,1 % khối lượng.
- Dùng khăn sạch thấm dầu lynn hoặc mỡ công nghiệp bôi trơn mặt trong dao vòng.
- Cắt khối đất nguyên trạng thành các mẫu đất hình trụ (thông thường khoảng 3 hoặc 4 mẫu), giá trị khối lượng thể tích của khối đất là giá trị trung bình của các mẫu đất hình trụ này.
- Dùng dao thẳng gọt bằng mặt mẫu đất và đặt đầu sắc của dao vòng lên chỗ lấy mẫu.
- Giữ dao vòng và dùng dao thẳng gọt xén dưới dao vòng mẫu đất hình trụ có chiều cao lớn hơn chiều cao dao vòng khoảng từ 1 cm đến 2 cm và đường kính lớn hơn đường kính ngoài của dao vòng khoảng từ 0,5 mm đến 1 mm.

- Có thể lập thành bảng tra khối lượng và thể tích theo số hiệu dao vòng. Nên đặt ra định kỳ công tác hiệu chuẩn này, phụ thuộc vào tần suất thí nghiệm.

#### **14.3.6.2. Cách tiến hành**

Bước 1: Ấn nhẹ dao vòng vào trụ đất theo chiều thẳng đứng; tuyệt đối không được làm nghiêng lệch dao vòng. Tiếp tục gạt khối đất và ấn dao vòng cho đến khi dao vòng hoàn toàn đầy đất. Để đất không bị nén khi ấn dao vòng, nên lấp thêm vòng đệm lên phía trên dao vòng. Đối với đất loại cát hoặc đất không cắt gạt được trụ đất, thì ấn sâu dao vòng vào đất hoặc bằng tay, hoặc bằng dụng cụ định hướng để tránh nghiêng lệch.

Bước 2: Lấy vòng đệm ra, dùng dao thẳng cắt gạt phần đất thừa nhô lên trên miệng dao vòng và đẩy lên trên dao vòng một tấm kính hoặc tấm kim loại phẳng đã được cân trước.

Bước 3: Cắt đứt trụ đất cách mép dưới của dao vòng khoảng 10 mm. Với đất loại cát, sau khi dao vòng đã ấn ngập xuống rồi thì dùng dao thẳng đào gạt đất xung quanh dao vòng và dùng công cụ nhỏ dạng xẻng lấy cả phần đất phía dưới lên. Tiếp theo, lật ngược dao vòng có đất, sau đó gạt bằng mặt và đẩy dao vòng bằng một tấm kính hoặc một tấm kim loại đã biết trước khối lượng.

Bước 4: Lau sạch đất bám ở thành dao vòng và ở trên các tấm đệm.

Bước 5: Cân dao vòng có mẫu đất và các tấm kính (hoặc kim loại) đệm ở hai mặt với độ chính xác đến 0,1 % khối lượng ( $m_2$ ).

Bước 6: Sau khi cân xong, lấy một phần đất trong dao vòng cho vào các hộp có khối lượng đã biết trước hoặc lấy toàn bộ đất trong dao vòng đem sấy khô để xác định độ ẩm của đất.

#### **14.3.7. Quy trình xác định khối lượng thể tích của đất bằng phương pháp bọc sáp**

Phân thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- Quy trình thí nghiệm: chú ý cách gạt mẫu và bọc sáp vào mẫu đất.
- Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm.

##### **14.3.7.1. Chuẩn bị mẫu thử**

a) Mở mẫu đất nguyên trạng và dùng dao cắt lấy mẫu đất thí nghiệm có tính chất điển hình cho toàn khối;

b) Cắt gạt các góc cạnh của mẫu đất thí nghiệm để nó có hình bầu dục với cấu trúc nguyên trạng và độ ẩm tự nhiên, với thể tích không nhỏ hơn 30 cm<sup>3</sup>;

c) Cân xác định khối lượng của mẫu đất trong không khí ( $m$ ), với độ chính xác đến 0,1 % khối lượng;

d) Nấu chảy sáp trắng nguyên chất đã biết trước khối lượng thể tích, bọc một lớp sáp lên mẫu đất;

e) Để nguội mẫu đất đã bọc sáp. Sau đó, nhúng thêm lần nữa để mẫu đất được bọc kín một vỏ sáp dày khoảng từ 0,5 mm đến 1 mm.

#### **14.3.7.2. Quy trình thí nghiệm**

Bước 1: Cân mẫu đất đã được bọc sáp trên cân kỹ thuật (cân trong không khí) ( $m_1$ ) với độ chính xác đến 0,1 % khối lượng.

Bước 2: Cân xác định trọng lượng mẫu đất thí nghiệm đã bọc sáp trong nước ( $m_2$ ), chính xác đến 0,1 % khối lượng.

Bước 3: Lấy mẫu đất bọc sáp ra khỏi nước cất và lau khô bằng giấy thấm. Sau đó cân lại trong không khí một lần nữa để kiểm tra xem nước có thấm vào mẫu đất hay không. Nếu sự chênh lệch khối lượng giữa hai lần cân lớn hơn 0,2 % khối lượng ban đầu của mẫu bọc sáp, thì phải vứt bỏ mẫu thí nghiệm đi và chuẩn bị lại mẫu khác.

Bước 4: Tháo bỏ lớp vỏ sáp và xác định độ ẩm của đất.

### **C. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU**

#### **14.3.8. Biểu thị kết quả**

- Khối lượng thể tích bằng tỉ số giữa khối lượng của mẫu đất và thể tích của nó được xác định theo công thức:

$$\gamma_w = \frac{m_1 - m_2 - m_3}{V} \quad (14.7)$$

Trong đó:

$m_1$  là khối lượng dao vòng có đất và các tấm đáy (nếu có), tính bằng gam (g);

$m_2$  là khối lượng dao vòng, tính bằng gam (g);

$m_3$  là khối lượng các tấm đáy (nếu có), tính bằng gam (g);

$V$  là thể tích dao vòng, tính bằng centimet khối ( $\text{cm}^3$ ).

Kết quả tính toán đến độ chính xác 0,01  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

- Khối lượng thể tích của mẫu đất được tính bằng gam trên centimet khối theo công thức:

$$\gamma_w = \frac{\rho_n \cdot \rho_p \cdot m}{\rho_p \cdot (m_1 - m_2) - \rho_n \cdot (m_1 - m)} \quad (14.8)$$

Trong đó:

$m$  là khối lượng mẫu đất trước khi bọc sáp, tính bằng gam (g);

$m_1$  là khối lượng mẫu đất đã bọc sáp, tính bằng gam (g);

$m_2$  là khối lượng mẫu đất bọc sáp cân trong nước, tính bằng gam (g);

$\rho_n$  là khối lượng riêng của nước, lấy bằng một gam trên centimet khối (1 g/cm<sup>3</sup>);

$\rho_p$  là khối lượng riêng của sáp,  $\rho_p = 0,9$  g/cm<sup>3</sup> (hoặc xác định trước).

#### 14.3.9. Kết quả và biểu mẫu thí nghiệm

a) Biểu mẫu thí nghiệm xác định khối lượng thể tích bằng phương pháp dao vòng

Đơn vị yêu cầu:

Tên công trình:

Hạng mục

Tiêu chuẩn thí nghiệm:

Ngày thí nghiệm:

STT	Số hiệu mẫu	Số hiệu dao vòng	Thể tích dao vòng cm <sup>3</sup>	Khối lượng (g)		Khối lượng thể tích g/cm <sup>3</sup>	Khối lượng thể tích trung bình g/cm <sup>3</sup>	Ghi chú
				Dao vòng	Dao vòng + đất			
1								
2								
3								
4								

Hà Nội, ngày tháng năm 20,..

Giám sát thí nghiệm Người thí nghiệm Người kiểm tra Phòng LAS.. Cơ quan duyệt

b) Biểu mẫu thí nghiệm xác định khối lượng thể tích bằng phương pháp bọc sáp (cân thủy tinh)

Đơn vị yêu cầu:

Tên công trình:

Hạng mục:

Tiêu chuẩn thí nghiệm:

Ngày thí nghiệm:

STT	Số hiệu mẫu	Khối lượng, g			Khối lượng riêng ở nhiệt độ thí nghiệm		Khối lượng thể tích $g/cm^3$	Khối lượng thể tích trung bình $g/cm^3$	Ghi chú
		Mẫu đất trước khi bọc Paraphin	Mẫu đất bọc Paraphin	Mẫu đất bọc Paraphin cân trong nước	Nước	Paraphin			
1									
2									
3									
4									

Hà Nội, ngày tháng năm 20,..

Giám sát thí nghiệm Người thí nghiệm Người kiểm tra Phòng LAS.. Cơ quan duyệt

#### 14.3.10. Bài tính toán kết quả mẫu

a) Kết quả xác định khối lượng thể tích của một mẫu đất bằng phương pháp dao vòng

STT	Số hiệu mẫu	Số hiệu dao vòng	Thể tích dao vòng $cm^3$	Khối lượng (g)		Khối lượng thể tích $g/cm^3$	Khối lượng thể tích trung bình $g/cm^3$
				Dao vòng	Dao vòng + đất		
1	M12	12	47,15	91,11	181,52	1,92	1.92
2		21	47,23	92,34	182,65	1,91	
3		23	47,11	92,56	183,48	1,93	

b) Kết quả xác định khối lượng thể tích của một mẫu đất bằng phương pháp bọc sáp

STT	Số hiệu mẫu	Khối lượng, g			Khối lượng riêng ở nhiệt độ thí nghiệm		Khối lượng thể tích $\text{g/cm}^3$	Khối lượng thể tích trung bình $\text{g/cm}^3$
		Mẫu đất trước khi bọc Paraphin	Mẫu đất bọc Paraphin	Mẫu đất bọc Paraphin cân trong nước	Nước	Paraphin		
1	M10	41,42	42,52	20,01	1,0	0,9	1,95	1,94
2		41,65	42,61	20,09	1,0	0,9	1,94	

#### D. CÂU HỎI KIỂM TRA

**Câu 1:** Nêu nguyên tắc xác định khối lượng thể tích bằng phương pháp dao vòng.

**Câu 2:** Nêu nguyên tắc xác định khối lượng thể tích bằng phương pháp bọc sáp.

**Câu 3:** Nêu quy trình xác định khối lượng thể tích bằng phương pháp.

**Câu 4:** Nêu quy trình xác định khối lượng thể tích bằng phương pháp bọc sáp.

**Câu 5:** Mẫu đất có: độ ẩm  $W = 32,5\%$ ; khối lượng thể tích ướt là:  $1,86 \text{ g/cm}^3$

Tính khối lượng thể tích khô của đất.

**Câu 6:** Mẫu đất có: độ ẩm  $W = 25,5\%$ ; khối lượng thể tích ướt là:  $1,93 \text{ g/cm}^3$

Tính khối lượng thể tích khô của đất.

**Câu 7.** Mẫu đất có: độ ẩm  $W = 29,1\%$ ; khối lượng thể tích ướt là:  $1,99 \text{ g/cm}^3$

Tính khối lượng thể tích khô của đất.

### 14.4. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH KHỐI LƯỢNG THỂ TÍCH HẠT CỦA ĐẤT

#### A. PHẦN LÝ THUYẾT

##### 14.4.1. Khái niệm về khối lượng thể tích hạt của đất

Khối lượng thể tích hạt của đất là khối lượng của một đơn vị thể tích phần hạt cứng, khô tuyệt đối, xếp chặt xít không lỗ rỗng.

Về mặt trị số, khối lượng thể tích hạt của đất được tính bằng tỷ số giữa khối lượng phần hạt cứng của mẫu đất sấy khô đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ từ (100 ÷ 150) °C với thể tích của chính phần hạt cứng đó:

$$\rho_s = m_h / V_h \quad (14.9)$$

Trong đó:

$\rho_s$  là khối lượng thể tích hạt của đất, tính bằng gam trên centimet khối (g/cm<sup>3</sup>);

$m_h$  là khối lượng phần hạt cứng của mẫu đất, tính bằng gam (g);

$V_h$  là thể tích phần hạt cứng của mẫu, tính bằng centimet khối (cm<sup>3</sup>).

#### 14.4.2. Ý nghĩa sử dụng

Khối lượng thể tích hạt của đất dùng để tính toán hệ số rỗng của đất, tính kích thước hạt và hàm lượng phần trăm trong phân tích hạt bằng phương pháp tỷ trọng kế, dự tính dung trọng tự nhiên của đất nguyên trạng.

Ngoài ra nó còn dùng để dự báo thành phần khoáng vật trong đất.

#### 14.4.3. Phương pháp xác định

- Để xác định khối lượng thể tích hạt đất, cần xác định 2 thông số là khối lượng hạt đất (m) và thể tích của hạt đất đó (V). Vấn đề là ở chỗ xác định thể tích của các hạt đất.

- Thể tích của khối lượng hạt đất đã biết có thể xác định được bằng cách dùng bình đã biết thể tích gọi là bình tỷ trọng và phương pháp xác định này dựa theo nguyên lý Acsimet. Thể tích hạt đất chính bằng thể tích nước (hoặc dầu hỏa) trào ra khỏi bình do khối đất chiếm chỗ.

- Việc khử hết khí giữa các lỗ rỗng là rất cần thiết vì nó sẽ ảnh hưởng đến kết quả xác định thể tích hạt rắn. Bơm chân không hoặc nhiệt (đun sôi) có thể được sử dụng để khử hết khí ra khỏi hỗn hợp (đất + nước).

- Để xác định khối lượng thể tích hạt của đất không chứa muối, phải dùng nước cất; để xác định khối lượng thể tích hạt của đất có chứa muối phải dùng dầu hỏa.

#### GHI CHÚ:

1. Phương pháp thùng xi phông được quy định áp dụng cho đất sạn sỏi có hàm lượng hạt kích thước lớn hơn 2 mm chiếm bằng hoặc lớn hơn 90 % khối lượng, tham khảo phụ lục của tiêu chuẩn.

2. Trường hợp đất có hàm lượng hạt lớn hơn 2 mm không nghiền được và có ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm thì có thể phối hợp cả hai phương pháp thí nghiệm thùng xi phông và bình tỷ trọng; khối lượng thể tích hạt rắn của đất,  $\gamma_s$  tính bằng gam trên centimet khối (g/cm<sup>3</sup>), được tính toán theo công thức:



$$\rho_s = 0,01(\rho_{s1} \times P_1 + \rho_{s2} \times P_2) \quad (14.10)$$

Trong đó:

$\rho_{s1}$  và  $P_1$  lần lượt là khối lượng thể tích hạt tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g/cm}^3$ ) và hàm lượng tính bằng phần trăm (% khối lượng) của phần hạt nhỏ hơn 2 mm có trong đất.

$\rho_{s2}$  và  $P_2$  lần lượt là khối lượng thể tích hạt tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g/cm}^3$ ) và hàm lượng tính bằng phần trăm (% khối lượng) của phần hạt lớn hơn 2 mm có trong đất.

- Cần tiến hành các mẫu thử song song và kết quả thí nghiệm song song không sai khác quá  $0,02 \text{ g/cm}^3$ . Bảng sau cho các giá trị tham khảo của khối lượng thể tích hạt của một số loại đất.

Loại đất	$\rho_s, \text{ g/ cm}^3$
Cát	2,65 – 2,67
Cát mịn	2,67 – 2,70
Sét không chứa hữu cơ	2,70 – 2,80
Đất chứa mica hoặc sắt	2,75 – 3,00
Đất hữu cơ	Thay đổi mạnh, có thể $< 2,00$

#### 14.4.4. Tiêu chuẩn tham khảo

- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4195:2012.
- ASTM D 854, AASHTO T100, BS 1377:1990: part 2.

#### 14.4.5. Thiết bị và vật liệu thí nghiệm chính

- Nước cất;
- Dầu hỏa dùng cho đất chứa muối;
- Bình tỷ trọng, thông dụng là loại có dung tích 250 hoặc 500ml;
- Cối sứ và chày sứ hoặc cối đồng và chày đồng;
- Sàng có lưới No2 (kích thước lỗ rây 2 mm);
- Bếp cát; Tỷ trọng kế; Phễu nhỏ;
- Tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ;
- Bơm chân không và bình hút chân không.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### Phương pháp bình tỉ trọng - dùng nước cất

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

+ Quy trình thí nghiệm: chú ý chọn thời gian đun đối với từng loại đất, cách đập nút bình tỉ trọng để tránh sai số khi cân khối lượng.

+ Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm.

#### 14.4.6. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

a) Đất để thí nghiệm được hong khô gió rồi đem nghiền sơ bộ cho tơi vụn. Bằng phương pháp chia tư lấy khoảng 100 g ÷ 120 g đất cho vào cối sứ hoặc cối đồng, dùng chày sứ hoặc đồng nghiền nhỏ đất và cho qua rây No2.

b) Có thể lấy trực tiếp (phải xác định thêm độ hút ẩm) hoặc đem sấy khô đất qua sàng No2 đến khối lượng không đổi, lấy khoảng 15 g đất qua rây No2 cho vào bình tỉ trọng đã biết trước khối lượng và đã được sấy khô.

#### 14.4.7. Chuẩn bị thiết bị

- Chuẩn bị các bình tỉ trọng không nút đã được sấy khô

- Lập bảng hiệu chỉnh khối lượng theo số hiệu bình và nút bình gồm: khối lượng bình không nút, khối lượng bình+nước+nút ở các nhiệt độ khác nhau. Nên đặt ra định kỳ công tác hiệu chuẩn này, phụ thuộc vào tần suất thí nghiệm

#### 14.4.8. Cách tiến hành

Bước 1: Trộn đều mẫu đất rồi cân lấy hai mẫu thử, mỗi mẫu khoảng 15 g ( $m_1$ ), chính xác đến 0,01 g. Cho vào bình tỉ trọng đã được sấy khô đã biết trước khối lượng.

Bước 2: Đổ nước cất vào khoảng một nửa thể tích bình tỉ trọng, lắc đều, rồi đặt bình trên bếp cát, đun sôi để không khí thoát ra khỏi đất. Thời gian đun sôi (kể từ lúc bắt đầu sôi) là 30 min đối với đất cát và cát pha; 1 h đối với đất sét và sét pha.

Bước 3: Sau khi đun xong, đổ nước cất vào bình tỉ trọng đến cổ bình, để huyền phù trong bình lắng trong và nguội đến nhiệt độ phòng. Đo nhiệt độ của huyền phù trong bình tỉ trọng với độ chính xác đến 0,5 °C.

Bước 4: Khi huyền phù trong bình lắng trong thì đổ thêm nước cất đến nửa cổ bình, rồi đập nút lại theo phương thẳng đứng sao cho khít miệng bình để nước thừa theo ống mao dẫn trào ra ngoài. Kiểm tra xem có bọt khí dưới nút hay không, bằng cách nghiêng bình một góc nhỏ, nếu có bọt khí thì tháo nút ra, thêm nước vào bình và đập lại.

Bước 5: Dùng khăn bông khô (hoặc giấy thấm) lau thật khô bình và mép trên của cổ bình, rồi cân để xác định khối lượng của bình chứa đầy huyền phù ( $m_2$ ) với độ chính xác đến 0,01 g.

Bước 6: Đổ huyền phù ra và rửa sạch bình, sau đó cho nước cất vào bình và làm nguội trong chậu nước hoặc thiết bị ổn nhiệt đến nhiệt độ của huyền phù. Tiếp tục thực hiện các bước như ở bước 4, bước 5 rồi cân để xác định khối lượng của bình chứa đầy nước ( $m_3$ ).

### C. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU

#### 14.4.9. Biểu thị kết quả

Khối lượng thể tích hạt của đất ( $\gamma_s$ ), tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g/cm}^3$ ), được tính toán theo công thức sau đây:

$$\rho_s = \frac{m_1}{m_1 + m_3 - m_2} \times \rho_n \quad (14.11)$$

Trong đó:

$m_1$  là khối lượng của đất khô tuyệt đối trong bình, tính bằng gam (g); Trong trường hợp mẫu lấy ở trạng thái khô gió thì xác định khối lượng của bình tỷ trọng đang đựng đất đem trừ đi khối lượng của bình, được khối lượng của đất ở trạng thái khô gió ( $m_0$ ). Khối lượng của đất khô tuyệt đối ( $m_1$ ) trong bình được tính bằng gam (g) theo công thức:

$$m_1 = \frac{m_0}{1 + 0,01w_h} \quad (14.12)$$

Trong đó:

$m_0$  là khối lượng của mẫu đất ở trạng thái khô gió, tính bằng gam (g);

$w_h$  là độ ẩm khô gió của đất, tính bằng phần trăm (%);

$m_2$  là khối lượng bình tỷ trọng chứa đầy nước và đất, tính bằng gam (g);

$m_3$  là khối lượng bình tỷ trọng chứa đầy nước tại nhiệt độ thí nghiệm, tính bằng gam (g);

$\rho_n$  là khối lượng riêng của nước ở nhiệt độ tiến hành thí nghiệm, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g/cm}^3$ ).

Kết quả được tính toán đến độ chính xác 0,01  $\text{g/cm}^3$ .

#### 14.4.10. Kết quả và biểu mẫu thí nghiệm

Biểu mẫu thí nghiệm xác định khối lượng thể tích hạt của đất.

#### Phương pháp bình tỷ trọng xác định khối lượng thể tích hạt của đất không chứa muối

Tên công trình:

Phương pháp thử

Ngày thí nghiệm:

Số hiệu mẫu thí nghiệm	Số hiệu bình	Khối lượng bình + đất (g)	Khối lượng bình + đất + nước + nút (g)	Khối lượng bình + nước + nút (g)	Khối lượng bình (g)	Nhiệt độ thí nghiệm (°C)	Giá trị khối lượng thể tích hạt rắn của đất (g/cm <sup>3</sup> )	Giá trị trung bình (g/cm <sup>3</sup> )	Ghi chú

Hà Nội, ngày tháng năm 20,...

Giám sát thí nghiệm Người thí nghiệm Người kiểm tra Phòng LAS... Cơ quan duyệt

#### 14.4.11. Bài tính toán kết quả mẫu

Kết quả xác định khối lượng thể tích hạt của một mẫu đất:

Số hiệu mẫu thí nghiệm	Số hiệu bình	Khối lượng bình + đất (g)	Khối lượng bình + đất + nước + nút (g)	Khối lượng bình + nước + nút (g)	Khối lượng bình (g)	Nhiệt độ thí nghiệm (°C)	Giá trị khối lượng thể tích hạt của đất (g/cm <sup>3</sup> )	Giá trị trung bình (g/cm <sup>3</sup> )	Ghi chú
M5	30	33,995	133,475	125,636	21,437	26°C	2,65	2,65	
	25	30,846	129,881	120,917	16,521		2,66		

- Tính khối lượng thể tích hạt của bình số 30:

$$\rho_s = \frac{m_1}{m_1 + m_3 - m_2} \times \rho_n$$

$$= \frac{33,995 - 21,437}{33,995 - 21,437 + 125,636 - 133,475} \times 0,99681 = 2,65.$$

- Tính khối lượng thể tích hạt của bình số 25:

$$\rho_s = \frac{m_1}{m_1 + m_3 - m_2} \times \rho_n$$

$$= \frac{30,846 - 16,521}{30,846 - 16,521 + 120,917 - 129,881} \times 0,99681 = 2,66.$$

#### D. CÂU HỎI KIỂM TRA

**Câu 1:** Tại sao phải dùng dầu hỏa để xác định khối lượng thể tích hạt của đất có chứa muối?

**Câu 2:** Theo quy trình thí nghiệm TCVN 4195:2012, thời gian đun sôi huyền phù đối với đất cát và cát pha là bao nhiêu phút?

**Câu 3:** Nêu nguyên tắc xác định khối lượng thể tích hạt của đất bằng phương pháp bình tỉ trọng.

**Câu 4:** Nêu quy trình xác định khối lượng thể tích hạt của đất không chứa muối bằng phương pháp bình tỉ trọng.

**Câu 5:** Nêu quy trình xác định khối lượng thể tích hạt của đất chứa muối bằng phương pháp bình tỉ trọng.

**Câu 6:** Tính và điền số liệu còn thiếu vào bảng số liệu TN xác định khối lượng thể tích hạt của đất:

Số hiệu mẫu	Độ hút ẩm	KL bình không nút + đất	KL bình không nút	KL bình + nút + nước + đất	KL bình + nút + nước	Khối lượng thể tích hạt	Trung bình
	%	g	g	g	g	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
15	1,5	43,722	32,153	144,924	137,697		
		46,251	33,618	147,931	140,055		

**Câu 7:** Tính và điền số liệu còn thiếu vào bảng số liệu TN xác định khối lượng thể tích hạt của đất:

Số hiệu mẫu	Độ hút ẩm	KL bình không nút + đất	KL bình không nút	KL bình + nút + nước + đất	KL bình + nút + nước	Khối lượng thể tích hạt	Trung bình
	%	g	g	g	g	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
17	2,1	41,523	32,497	144,691	138,986		
		42,320	31,756	143,891	137,190		

**Câu 8:** Tính và điền số liệu còn thiếu vào bảng số liệu TN xác định khối lượng thể tích hạt của đất:

Số hiệu mẫu	Độ hút ẩm	KL bình không nút + đất	KL bình không nút	KL bình + nút + nước + đất	KL bình + nút + nước	Khối lượng thể tích hạt	Trung bình
	%	g	g	g	g	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>
19	2,3	43,849	34,992	146,128	140,496		
		42,128	32,153	144,043	137,697		

## 14.5. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH GIỚI HẠN DẸO VÀ GIỚI HẠN CHẤY CỦA ĐẤT XÂY DỰNG TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 14.5.1. Khái niệm

Nước có mặt trong đất dính ảnh hưởng đáng kể đến tính chất cơ lý của chúng. Mức độ ảnh hưởng phụ thuộc vào hàm lượng nước trong đất và vào các thành phần đặc trưng thành phần vật chất của đất như thành phần hạt, thành phần khoáng vật và thành phần hóa học. Độ ẩm của đất có thể xác định được ở trong phòng thí nghiệm, nhưng chưa đủ để mô tả bản chất ứng xử của đất. Do vậy cần xem xét sự thay đổi các bản chất này theo sự thay đổi độ ẩm.

A.Atterberg đã phân biệt 5 độ ẩm giới hạn tương ứng với 5 trạng thái của đất, theo chiều tăng dần của hàm lượng nước có mặt trong đất như sau:

- Giới hạn kết tụ là độ ẩm của đất, tại đó các hạt bắt đầu có khả năng liên kết, kết tụ lại với nhau;

- Giới hạn bám dính là độ ẩm, tại đó đất có khả năng bám dính trên các bề mặt kim loại như cuốc, xẻng, ...;

- Giới hạn co ngót là độ ẩm, dưới nó, đất không còn khả năng giảm thể tích;

- Giới hạn dẻo là độ ẩm, tại đó đất bắt đầu thể hiện các biến dạng dẻo;

- Giới hạn chảy là độ ẩm, tại đó đất bắt đầu có khả năng chảy.

Giới hạn chảy ( $W_L$ ) và giới hạn dẻo ( $W_p$ ) là hai độ ẩm giới hạn được sử dụng phổ biến trong thực tế xây dựng và thường được gọi là độ ẩm giới hạn Atterberg.

#### 14.5.2. Ý nghĩa sử dụng

- Giới hạn chảy, giới hạn dẻo và độ ẩm của đất được sử dụng để tính toán một số chỉ tiêu đánh giá trạng thái (chỉ số dẻo, độ sệt, hoạt tính...).

Chỉ số dẻo là độ ẩm, trong đó thể hiện tính dẻo:

$$I_p = W_L - W_p \quad (14.13)$$

Trong đó:

$I_p$  là chỉ số dẻo;

$W_L$  là giới hạn chảy;

$W_p$  là giới hạn dẻo.

Độ sệt là chỉ tiêu dùng để đánh giá trạng thái của đất tương ứng so với hai trạng thái chảy và dẻo:

$$B = (W - W_p)/(W_L - W_p) \quad (14.14)$$

Trong đó:

$B$  là độ sệt;

$W$  là độ ẩm của đất;

$W_L, W_p$  là độ ẩm giới hạn chảy và dẻo của đất.

Hoạt tính keo của đất dính được dùng để đánh giá khả năng thay đổi thể tích của đất:

$$A = I_p/PC \quad (14.15)$$

Trong đó:

$A$  là hoạt tính keo;

$I_p$  là chỉ số dẻo;

$PC$  là lượng chứa hạt sét của đất.

Giá trị  $A$  càng nhỏ, đất càng ít có khả năng thay đổi thể tích.

$A$  thường trong khoảng  $0,3 \div 5,5$ .

- Giới hạn chảy, giới hạn dẻo của đất còn được sử dụng để phân loại đất:

+ Theo tiêu chuẩn Nga, đất được phân loại theo số dẻo như sau:

Tên đất	Số dẻo, $I_p$
Đất sét	$\geq 17$
Đất sét pha	$7 \div < 17$
Đất cát pha	$1 \div < 7$
Đất cát	$< 1$

Theo độ sệt B có thể đánh giá trạng thái của đất loại sét như sau:

Trạng thái	Độ sệt, B
Cứng	$< 0$
Nửa cứng	$0 \div < 0,25$
Dẻo cứng	$0,25 \div < 0,5$
Dẻo mềm	$0,5 \div < 0,75$
Dẻo chảy	$0,75 \div 1$
Chảy	$> 1$

+ Theo hệ thống phân loại Mỹ, sử dụng giản đồ để phân loại, trong đó đường A có phương trình quan hệ sau giữa chỉ số dẻo và giới hạn chảy:

$$I_p = 0,73(W_L - 20) \quad (14.16)$$

### 14.5.3. Phương pháp xác định

- Phương pháp xác định giới hạn chảy: có 2 phương pháp thường được sử dụng. Tùy thuộc vào phương pháp phân loại, tiêu chuẩn áp dụng mà lựa chọn phương pháp thích hợp.

+ Phương pháp xác định giới hạn chảy bằng phương pháp thả chùy: Giới hạn chảy ( $W_L$ ) được đặc trưng bằng độ ẩm, tính bằng phần trăm (%) của bột đất nhào với nước mà ở đó quả dọi thẳng bằng hình nón dưới tác dụng của trọng lượng bản thân sau 10 s sẽ lún sâu hơn 10 mm.

+ Phương pháp xác định giới hạn chảy bằng dụng cụ Casagrande: Giới hạn chảy của đất theo phương pháp Casagrande là độ ẩm của bột đất nhào với nước, được xác định bằng dụng cụ quay đập Casagrande, khi rãnh đất được khít lại một đoạn gần 13 mm (0,5 inch = 12,7 mm) sau 25 nhát đập.



- Phương pháp pháp xác định giới hạn dẻo: Giới hạn dẻo ( $W_p$ ) được đặc trưng bằng độ ẩm, tính bằng phần trăm (%) của đất sau khi đã nhào trộn đều với nước và lăn thành que có đường kính 3 mm, thì que đất bắt đầu rạn nứt và đứt thành những đoạn ngắn có chiều dài khoảng từ 3 mm đến 10 mm.

#### 14.5.4. Tiêu chuẩn tham khảo

- Tiêu chuẩn Việt Nam TVCN 4197:2012: Đất xây dựng – Phương pháp xác định giới hạn chảy và giới hạn dẻo ở trong phòng thí nghiệm.

- Tiêu chuẩn Nga GOST–5184.

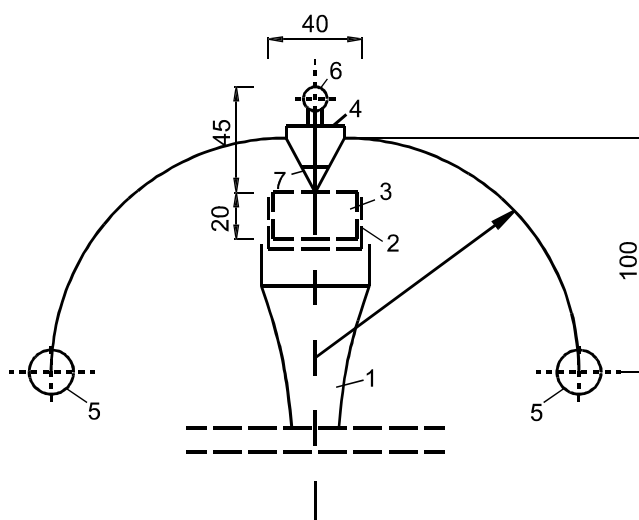
- Tiêu chuẩn Mỹ ASTM 4318, AASHTO T89 & T90,

#### 14.5.5. Thiết bị và vật liệu thí nghiệm chính

##### 14.5.5.1. Phương pháp xác định giới hạn chảy bằng phương pháp thả chùy

Quả dọi thẳng bằng mà bộ phận chủ yếu của nó là một khối hình nón nhọn bằng thép không rỉ, có góc đỉnh  $(30 \pm 2)^\circ$  và cao 25 mm. Trên quả dọi, theo chiều cao của hình nón, cách đỉnh 10 mm có khắc một ngấn tròn. Bộ phận thẳng bằng gồm hai quả cầu bằng kim loại gắn vào hai đầu một thanh thép nhỏ uốn thành hình nửa vòng tròn, đường kính 85 cm, lồng qua và gắn chặt với đáy quả dọi. Để tiện sử dụng và đặt thẳng đứng khi thí nghiệm, ở đáy quả dọi có một núm tay cầm. Khối lượng của dụng cụ là  $(76 \pm 0,2)$  g; Khuôn hình trụ bằng kim loại không rỉ có đường kính lớn hơn 40 mm và chiều cao lớn hơn 20 mm để đựng mẫu đất thí nghiệm;

Để gỗ để đặt khuôn đựng mẫu thí nghiệm.



CHÚ DẪN: 1. Đế gỗ; 2. Khuôn 3. Mẫu đất 4. Mũi xuyên hình nón  
5. Quả cầu thẳng bằng; 6. Tay cầm 7. Vạch dấu.

*Hình 14.2: Xác định giới hạn chảy bằng phương pháp thả chùy*

#### ***14.5.5.2. Phương pháp xác định giới hạn chảy bằng phương pháp Casagrande***

Dụng cụ dùng để xác định giới hạn chảy theo Casagrande gồm một đĩa khum bằng đồng đựng mẫu có khối lượng 200 g, được gắn vào trục tay quay và một đế có đệm cao su (có sức đàn hồi đẩy theo Sibol từ 35 % đến 40 % và có độ cứng bằng 70 theo Shere). Dùng tay quay, có thể nâng và hạ đĩa khum so với tấm đệm cao su. Chiều cao rơi xuống của đĩa khum đựng mẫu được điều chỉnh bằng các vít trên bộ phận điều chỉnh. Trước khi tiến hành thí nghiệm, phải đo và không chế chiều cao rơi xuống của đĩa khum vừa đúng 10 mm (sai số điều chỉnh không lớn hơn 0,2 mm).

Một que gạt chuyên môn để tạo rãnh đất có chiều sâu 8 mm, chiều rộng 2 mm ở phần dưới và 11 mm ở phần trên.



*Hình 14.3: Xác định giới hạn chảy bằng phương pháp Casagrande*

#### ***14.5.5.3. Phương pháp xác định giới hạn dẻo***

Để xác định giới hạn dẻo, cần dùng các tấm kính nhám (hoặc vật có khả năng thấm, hút nước) có kích thước khoảng 40 cm × 60 cm.

#### ***14.5.5.4. Các dụng cụ khác cần dùng cho thí nghiệm***

- Rây với kích thước lỗ 1 mm;
- Cối sứ và chày có đầu bọc cao su;
- Bình thủy tinh có nắp;
- Cân có độ chính xác đến 0,01 g;
- Cốc nhỏ bằng thủy tinh hoặc hộp nhôm có nắp dùng để xác định độ ẩm;
- Tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ;
- Bát sắt tráng men hoặc sứ;
- Dao để nhào trộn.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### 14.5.6. Quy trình thí nghiệm xác định giới hạn chảy bằng phương pháp thả chùy

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- + Quy trình thí nghiệm: chú ý cách thả quả dọi khi thí nghiệm.
- + Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm.

#### 14.5.6.1. Chuẩn bị mẫu

- Nếu mẫu đất đã được hong khô trong điều kiện tự nhiên, dùng phương pháp chia tư để lấy khoảng 300 g đất, loại bỏ các di tích thực vật lớn hơn 1 mm rồi cho vào cối sứ và dùng chày có đầu bọc cao su để nghiền nhỏ. Cho đất đã nghiền qua rây 1 mm và loại bỏ phần ở trên rây. Đưa đất lọt qua rây đựng vào bát, rót nước cát vào bát đựng đất, dùng dao con trộn đều cho đến trạng thái như hồ đặc. Sau đó, đặt mẫu thí nghiệm vào bình thủy tinh, đậy kín trong khoảng thời gian không ít hơn 24 h trước khi đem thí nghiệm.

*GHI CHÚ: Nên nhào đất với nước vào hai bát, sao cho đất trong mỗi bát có trạng thái khác nhau để xác định giới hạn chảy và giới hạn dẻo. Có thể dùng đất còn thừa lúc xác định giới hạn chảy để xác định giới hạn dẻo.*

Đối với đất có ít hạt sét, nhiều hạt bụi có thể rút ngắn thời gian ủ đất xuống khoảng 16 h là đủ.

Nếu phần hạt lớn hơn 1 mm bị loại trừ nhiều hơn 10 % khối lượng mẫu đất, thì phải hiệu chỉnh các giới hạn dẻo và chảy thí nghiệm được cho phù hợp với tính chất của đất thiên nhiên. Trong trường hợp này, trước khi xác định các giới hạn chảy và giới hạn dẻo, cần phải lấy một phần mẫu đất để phân tích thành phần hạt.

- Nếu là đất ẩm ướt tự nhiên, lấy khoảng 150 cm<sup>3</sup> cho vào bát, nhào kĩ. Có thể dùng tay nhặt bỏ phần hạt và tàn tích thực vật có đường kính lớn hơn 1 mm hoặc dùng rây 1 mm để loại trừ (có thể thêm ít nước cát vào nếu thấy cần).

- Với đất có độ ẩm cao hoặc rất cao, để loại bỏ hạt có đường kính lớn hơn 1,0 mm, cần phải áp dụng phương pháp sàng ướt.

- Phần mẫu đất để định giới hạn dẻo và giới hạn chảy phải có tính chất đại diện cho toàn mẫu đất. Đặc biệt, các chỉ tiêu giới hạn chảy và giới hạn dẻo có quan hệ mật thiết với độ ẩm tự nhiên qua chỉ số sệt của đất, cho nên các mẫu để xác định ba chỉ tiêu này phải đảm bảo có tính đại diện, tiêu biểu cho đất cần thí nghiệm, có thể dùng đất thiên nhiên, đất hong gió, nhưng không dùng đất sấy khô ở nhiệt độ lớn hơn 60 °C.

#### **14.5.6.2. Chuẩn bị thiết bị**

Kiểm tra độ thẳng bằng của chùy, chuẩn bị hộp vadolin để bôi vào đầu xuyên mỗi khi thả chùy xuyên vào mẫu đất.

#### **14.5.6.3. Cách tiến hành thí nghiệm**

Bước 1: Dùng dao nhào kỹ lại và lấy một ít cho vào khuôn hình trụ. Trong quá trình cho vào khuôn nên chia đất thành từng lớp và gõ nhẹ khuôn lên một mặt đàn hồi để tránh phát sinh trong vữa đất những hốc nhỏ chứa không khí. Sau khi nhồi đầy đất vào khuôn, dùng dao gạt bằng mặt mẫu đất với mép khuôn (không gạt nhiều lần qua lại).

Bước 2: Đặt khuôn đựng mẫu đất lên giá gỗ và đưa quả dọi thẳng bằng hình nón (đã được lau sạch và bôi một lớp mỡ hoặc vadolin mỏng) lên mặt mẫu đất đựng trong khuôn, sao cho mũi nhọn hình nón vừa chạm bề mặt mẫu đất; thả dụng cụ hình nón để nó tự lún vào trong đất dưới tác dụng của trọng lượng bản thân.

Bước 3: Nếu sau 10 s mà hình nón lún vào chưa được 10 mm, thì độ ẩm của đất chưa đạt tới giới hạn chảy. Trong trường hợp đó, lấy đất ra khỏi khuôn và nhập vào vữa đất, đã chế tạo trong bát, cho thêm ít nước vào bát, nhào trộn thật kỹ rồi làm lại các công việc như bước 1 và bước 2.

Nếu độ lún của hình nón sau 10 s lớn hơn 10 mm (điều này chứng tỏ độ ẩm lớn hơn giới hạn chảy), phải lấy đất ra khỏi khuôn và nhập vào cùng với vữa đất trong bát, nhào trộn lại vữa này bằng dao để nó khô bớt nước. Sau đó lặp lại các bước như bước a và b.

Bước 4: Nếu sau 10 s mà hình nón lún vào vữa đất đúng 10 mm (mặt tiếp xúc của đất ngang với vạch khắc trên quả dọi hình nón), thì độ ẩm của đất đã đạt đến giới hạn chảy.

Lấy quả dọi thẳng bằng ra và gạt bỏ phần đất dính vadolin trong khuôn.

Bước 5: Dùng dao lấy trong khuôn một khối lượng đất không ít hơn 10 g và cho vào hộp nhôm hoặc cốc thủy tinh có nắp để xác định độ ẩm

#### **14.5.7. Quy trình thí nghiệm xác định giới hạn chảy bằng phương pháp Casagrande**

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- Quy trình thí nghiệm: chú ý cần hiệu chỉnh thiết bị trước khi thí nghiệm, tốc độ quay đập...

- Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm: vẽ được biểu đồ và xác định giá trị giới hạn chảy trên biểu đồ.

#### **14.5.7.1. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm**

Mẫu đất được chuẩn bị theo như phần chuẩn bị mẫu xác định giới hạn chảy bằng phương pháp thả chùy và đôi rây 1 mm thay bằng rây 0,425 mm.

#### **14.5.7.2. Chuẩn bị dụng cụ**

Kiểm tra các ốc vặn của thiết bị, hiệu chỉnh chiều cao rơi của đĩa.

#### **14.5.7.3. Cách tiến hành**

Bước 1: Nhào trộn lại mẫu đất cho kỹ, tạo mẫu có độ ẩm thấp hơn giới hạn chảy.

Bước 2: Đặt dụng cụ Casagrande trên một vị trí vững chắc và cân bằng. Dùng dao cho từ từ đất đã nhào trộn vào đĩa khung để tránh bọt khí bị lưu giữ trong mẫu. Không cho đất vào đầy đĩa mà để một khoảng trống ở phần trên chỗ tiếp xúc với móc treo chừng 1/3 đường kính của đĩa, bảo đảm độ dày của lớp đất không nhỏ hơn 10 mm.

Bước 3: Dùng que gạt để rạch đất trong đĩa thành một rãnh dài khoảng 40 mm, vuông góc với trục quay. Chú ý, khi rạch rãnh phải giữ que gạt luôn luôn vuông góc với mặt đáy của đĩa và miết sát đáy đĩa. Có thể gạt hai đến ba lần để rãnh được tạo ra thẳng đứng và sát với đáy.

Bước 4: Quay đập với tốc độ 2 vòng/s và đếm số lần đập cần thiết để phần dưới của rãnh đất vừa khép lại một đoạn dài 13 mm. Rãnh đất phải được khép lại do đất chảy ra khi quay đập, chứ không phải do sự trượt của đất với đáy đĩa.

Bước 5: Lấy đất trong đĩa ra nhào lại với đất còn dư trong bát. Sau đó lặp lại các bước 2, 3, 4 và tiến hành xác định hai lần nữa. Giữa các lần xác định, số lần đập không được khác nhau quá một. Nếu ba lần xác định có số lần đập khác nhau nhiều, thì phải tiến hành xác định thêm lần thứ tư để lấy kết quả của những lần trùng nhau. Như vậy, sẽ có số lần đập ứng với độ ẩm của đất đã được chuẩn bị.

Bước 6: Lấy khoảng 10 g đất ở vùng xung quanh rãnh đã khép kín cho vào hộp nhôm hoặc cốc thủy tinh có nắp để xác định độ ẩm.

Bước 7: Lấy toàn bộ đất còn lại trong đĩa đựng mẫu ra và cho vào bát đất còn dư, đổ thêm nước rồi trộn đều để có độ ẩm cao hơn. Tiến hành xác định lại theo các bước từ 1 đến bước 6.

Bước 8: Cứ tiếp tục thí nghiệm như vậy với lượng nước thay đổi theo chiều tăng lên. Xác định ít nhất bốn giá trị của độ ẩm ứng với số lần đập cần thiết trong khoảng từ 12 đập đến 35 đập để rãnh khép lại.

**GHI CHÚ:** Cần khống chế độ ẩm của đất, sao cho số động tác đập của lần thí nghiệm đầu tiên không quá 35 đập và của lần cuối cùng không ít hơn 12 đập để

*rãnh đất khép kín 13 mm. Phải dùng nước cất cho thêm vào đất và trộn thật kỹ trước khi cho đất vào đĩa đựng mẫu.*

Bất kỳ trường hợp nào cũng không được dùng tủ sấy hoặc phơi nắng để làm khô bớt mẫu. Muốn làm giảm độ ẩm của đất trong quá trình thí nghiệm, phải nhào trộn mẫu trong bát hoặc dùng vật thấm hút bớt nước.

#### **14.5.8. Quy trình thí nghiệm xác định giới hạn dẻo**

Phân thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

+ Quy trình thí nghiệm: Học viên phải lăn đất được thành dạng que theo đúng yêu cầu.

+ Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm.

##### **14.5.8.1. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm**

Mẫu đất được chuẩn bị như đối với thí nghiệm xác định giới hạn chảy.

##### **14.5.8.2. Chuẩn bị thiết bị**

Chuẩn bị kính nhám hoặc loại vật thể có thể hút được nước.

##### **14.5.8.3. Cách tiến hành**

Bước 1: Dùng dao con nhào kỹ mẫu đất đã được chuẩn bị với nước cất (với lượng nước vừa phải để có thể lăn đất được; nếu đất ướt quá thì dùng vải sạch thấm khô bớt nước). Sau đó lấy một ít đất và dùng mặt phẳng trong lòng bàn tay hoặc các đầu ngón tay lăn đất nhẹ nhàng trên kính nhám (hoặc vật thể hút nước) cho đến khi thành que tròn có đường kính bằng 3 mm.

Nếu với đường kính đó, que đất vẫn còn giữ được liên kết và tính dẻo, thì đem về nó thành hòn và tiếp tục lăn đến chừng nào que đất đạt đường kính 3 mm, nhưng bắt đầu bị rạn nứt ngang và tự nó gãy ra thành những đoạn nhỏ dài khoảng 3 mm đến 10 mm.

*GHI CHÚ: Khi lăn, phải nhẹ nhàng, khẽ ấn đều lên que đất và chiều dài của que đất không được vượt quá chiều rộng lòng bàn tay. Nếu với đường kính lớn hơn 3 mm que đất đã rạn nứt, độ ẩm của đất còn thấp hơn giới hạn dẻo; nếu với đường kính đúng bằng 3 mm và có rạn nứt nhưng bị rỗng ở giữa, vẫn phải loại bỏ que đất.*

*Nếu từ hồ đất đã được chuẩn bị không thể lăn thành que có đường kính 3 mm (đất chỉ rời ra), thì có thể xem đất này không có giới hạn dẻo.*

Bước 2: Nhặt các đoạn của que đất vừa đứt, bỏ vào cốc bằng thủy tinh hoặc hộp nhôm có nắp, đã biết trước khối lượng, nhanh chóng đập chặt nắp lại để giữ cho đất trong hộp khỏi bị khô.

Bước 3: Ngay sau khi khối lượng đất trong hộp đạt tối thiểu 10 g, tiến hành xác định độ ẩm của đất

### C. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU

#### 14.5.9. Biểu thị kết quả

a) *Xác định giới hạn chảy theo phương pháp thả chùy*

$$W_L = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} \times 100 \quad (14.17)$$

Trong đó:

$W_L$  là giới hạn chảy của đất, tính bằng phần trăm (%);

$m_1$  là khối lượng đất ẩm và hộp nhôm hoặc cốc thủy tinh có nắp, tính bằng gam (g);

$m_2$  là khối lượng đất khô và hộp nhôm hoặc cốc thủy tinh có nắp, tính bằng gam (g);

$m$  là khối lượng của hộp nhôm hoặc cốc thủy tinh có nắp, tính bằng gam (g).

Kết quả được tính toán chính xác đến 0,1 %.

- Đối với mỗi mẫu đất tiến hành không ít hơn hai lần thí nghiệm song song xác định giới hạn chảy, giới hạn dẻo.

Sai số về độ ẩm giữa hai lần xác định song song không lớn hơn 2 %.

Lấy trị số trung bình cộng của kết quả các lần xác định song song làm giới hạn chảy, giới hạn dẻo của mẫu đất.

Nếu phân hạt lớn hơn 1 mm chiếm nhiều hơn 10 % và không vượt quá 50 %, để đánh giá các giới hạn dẻo và chảy thực tế tự nhiên của đất, có thể nhân giới hạn tìm được từ thí nghiệm với một hệ số hiệu chỉnh K.

K có thể được xác định theo công thức:

$$K = \frac{G_1}{G} \quad (14.18)$$

Trong đó:

$G_1$  là khối lượng phần mẫu chỉ gồm các hạt lọt qua rây 1 mm, tính bằng gam (g);

$G$  là khối lượng toàn bộ mẫu kể cả phân hạt trên rây 1 mm, tính bằng gam (g).

b) *Xác định giới hạn chảy theo phương pháp Casagrande*

- Căn cứ vào số liệu thí nghiệm, vẽ đồ thị quan hệ giữa số lần đập và độ ẩm tương ứng của đất trên toạ độ nửa logarit. Để vẽ, trên trục hoành logarit biểu diễn số lần đập, còn trục tung biểu diễn độ ẩm tính theo phần trăm (%). Quan hệ của chúng được xem như là một đường thẳng.

- Độ ẩm đặc trưng cho giới hạn chảy của đất theo phương pháp Casagrande được lấy tương ứng với số lần đập 25 trên đồ thị, với độ chính xác đến 0,1 %.

- Đối với đất có hơn 10 % hàm lượng hạt lớn hơn 0,425 mm, trong công thức tính độ sệt, độ ẩm của đất (W) có thể được chỉnh lý lại và thay bằng  $W_a$  là độ ẩm tương đương của hợp phần hạt nhỏ hơn 0,425 mm, tính theo công thức sau:

$$W_a = \frac{100 \times W}{P_a} - W_s \left( \frac{100 - P_a}{P_a} \right) \quad (14.19)$$

Trong đó:

$W$  là độ ẩm chung của đất, tính bằng phần trăm (%);

$W_s$  là độ ẩm của hợp phần hạt lớn hơn 0,425 mm (hợp phần hạt thô), tính bằng phần trăm (%);

$P_a$  là hàm lượng của hợp phần đất hạt nhỏ hơn 0,425 mm, tính bằng phần trăm (%);

$W_a$  là độ ẩm tương đương của hợp phần hạt nhỏ hơn 0,425 mm, tính bằng phần trăm (%);

Khi đó:

$$I_L = \frac{W_a - W_P}{I_P} \quad (14.20)$$

### c) Xác định giới hạn dẻo

Giới hạn dẻo được tính theo công thức:

$$W_P = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} \times 100 \quad (14.21)$$

Trong đó:

$W_P$  là giới hạn dẻo của đất, tính bằng phần trăm (%);

$m_1$  là khối lượng đất ẩm và hợp nhôm hoặc cốc thủy tinh có nắp, tính bằng gam (g);

$m_2$  là khối lượng đất khô và hợp nhôm hoặc cốc thủy tinh có nắp, tính bằng gam (g);

$m$  là khối lượng của hợp nhôm hoặc cốc thủy tinh có nắp, tính bằng gam (g).

Kết quả được tính toán chính xác đến 0,1 %.

- Đối với mỗi mẫu đất tiến hành không ít hơn hai lần thí nghiệm song song xác định giới hạn chảy, giới hạn dẻo.

Sai số về độ ẩm giữa hai lần xác định song song không lớn hơn 2 %.



### 14.5.10. Kết quả và biểu mẫu thí nghiệm

#### Biểu mẫu thí nghiệm

##### Giới hạn chảy dẻo - *atterberg limits*

(Tiêu chuẩn thí nghiệm - Test Standard: )

Công trình - *Project*:

Địa điểm - *Location*:

Hố khoan - *Boring N<sup>o</sup>*:

Số thí nghiệm - *Test N<sup>o</sup>*:

Số hiệu mẫu - *Sample N<sup>o</sup>*:

Người thí nghiệm - *Test by*:

Độ sâu - *Sample depth (m)*:

Ngày thí nghiệm - *Date of Test*:

Độ ẩm <i>Moisture content %</i>	Giới hạn chảy <i>Liquyt limit W<sub>L</sub></i>				Giới hạn dẻo <i>Plastic Limit W<sub>p</sub></i>	
Số đập - <i>Number of blows</i>						
Khối lượng đất ướt và hộp <i>Weight of wet soil + container - (g)</i>						
Khối lượng đất khô và hộp <i>Weight of dry soil + container - (g)</i>						
Khối lượng hộp - <i>Weight of container - (g)</i>						
Khối lượng nước - <i>Weight of water - (g)</i>						
Khối lượng đất khô - <i>Weight of dry soil - (g)</i>						
Độ ẩm - <i>Moisture content - %</i>						
Độ ẩm trung bình - <i>Average moisture content - %</i>	W <sub>L</sub> =				W <sub>p</sub> =	
Chỉ số dẻo - <i>Plasticity Index</i>						



Hà Nội, ngày tháng năm 20,..

Giám sát TN Người thí nghiệm Người kiểm tra Phòng LAS. Cơ quan duyệt

### 14.5.11. Bài tính toán kết quả mẫu

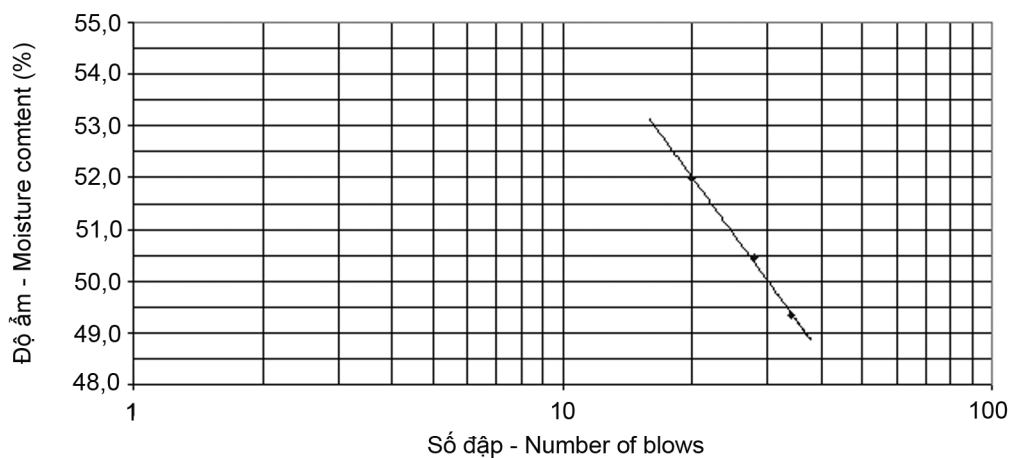
Dưới đây là kết quả thí nghiệm và tính toán giới hạn chảy theo phương pháp Casagrande và giới hạn dẻo.

Áp dụng công thức tính độ ẩm để tính các giá trị độ ẩm tương ứng với số nhát đập và độ ẩm giới hạn dẻo.

Vẽ biểu đồ quan hệ giữa log (số đập) và độ ẩm tương ứng với số đập. Đường biểu diễn là đường thẳng. Giá trị giới hạn chảy được lấy tại số nhát đập là 25.

Độ ẩm <i>Moisture content %</i>	Giới hạn chảy <i>Liquyt limit</i> $W_L$			Giới hạn dẻo <i>Plastic Limit</i> $W_p$	
Số đập - <i>Number of blows</i>	34	28	20		
Khối lượng đất ướt và hộp <i>Weight of wet soil + container - (g)</i>	19,75	21,63	19,87	16,07	15,60
Khối lượng đất khô và hộp <i>Weight of dry soil + container - (g)</i>	16,08	17,73	15,8	14,75	14,08
Khối lượng hộp - <i>Weight of container - (g)</i>	8,64	10,00	7,97	10,00	8,68
Khối lượng nước - <i>Weight of water - (g)</i>	3,67	3,9	4,07	1,32	1,52
Khối lượng đất khô - <i>Weight of dry soil - (g)</i>	7,44	7,73	7,83	4,75	5,40
Độ ẩm - <i>Moisture content - %</i>	49,33	50,45	51,98	27,79	28,15
Độ ẩm trung bình - <i>Average moisture content - %</i>	$W_L = 51,1$			$W_p = 28,0$	
Chỉ số dẻo - <i>Plasticity Index</i>	22,9				

Biểu đồ chảy dẻo - Chart



## D. CÂU HỎI KIỂM TRA

**Câu 1:** Nêu quy trình xác định giới hạn dẻo.

**Câu 2:** Theo phương pháp quả dọi thẳng bằng, giới hạn chảy được đặc trưng bằng độ ẩm của bột đất nhào với nước mà ở đó quả dọi thẳng bằng hình nón dưới tác dụng của trọng lượng bản thân sẽ lún 10 mm sau thời gian bao lâu?

**Câu 3:** Theo phương pháp Casagrande khi xác định giới hạn chảy phải quay đập với tốc độ là bao nhiêu?

**Câu 4:** Khi xác định chảy theo phương pháp Casagrande, tiến hành quay đập cho đến khi 2 rãnh đất khép lại 1 đoạn dài bao nhiêu?

**Câu 5:** Độ ẩm đặc trưng cho giới hạn của đất theo phương pháp Casagrande được lấy tương ứng với số lần đập là bao nhiêu trên đồ thị quan hệ log (số lần đập) và độ ẩm?

**Câu 6:** Mẫu đất thí nghiệm có các độ ẩm giới hạn trong bảng sau, tính và điền các chỉ tiêu còn lại vào ô trống (giới hạn chảy được xác định theo phương pháp thả chùy):

Giới hạn chảy (%)	Giới hạn dẻo (%)	Độ ẩm tự nhiên (%)	Chỉ số dẻo (%)	Độ sệt	Đánh giá, thành phần và trạng thái
34,5	18,1	28,4			

**Câu 7:** Mẫu đất thí nghiệm có các độ ẩm giới hạn trong bảng sau, tính và điền các chỉ tiêu còn lại vào ô trống (giới hạn chảy được xác định theo phương pháp thả chùy):

Giới hạn chảy (%)	Giới hạn dẻo (%)	Độ ẩm tự nhiên (%)	Chỉ số dẻo (%)	Độ sệt	Đánh giá, thành phần và trạng thái
39,5	20,2	28,4			

**Câu 8:** Mẫu đất thí nghiệm có các độ ẩm giới hạn trong bảng sau, tính và điền các chỉ tiêu còn lại vào ô trống (giới hạn chảy được xác định theo phương pháp thả chùy):

Giới hạn chảy (%)	Giới hạn dẻo (%)	Độ ẩm tự nhiên (%)	Chỉ số dẻo (%)	Độ sệt	Đánh giá, thành phần và trạng thái
41,1	22,6	32,5			

## 14.6. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN HẠT CỦA ĐẤT

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 14.6.1. Khái niệm chung

Thành phần hạt, hoặc thành phần cơ học, đặc trưng cho các đất đá trầm tích về phương diện độ phân tán của chúng – kích thước của các hạt hợp thành đất, tức là cho ta một đặc trưng định lượng về cấu trúc của đất. Thành phần hạt của đất được biểu thị bằng tỷ lệ phần trăm tính theo khối lượng đất khô tuyệt đối của các nhóm hạt có kích thước khác nhau có ở trong đất. Kích thước của các nhóm hạt tạo nên loại đất nào đó thường được tính bằng milimet.

Muốn xác định thành phần hạt của đất thì phải phân tích hạt tức là phân các hạt có trong đất thành từng nhóm. Hiện nay đã thống nhất phân các hạt đất thành nhiều nhóm có tính chất khác biệt nhau: nhóm hạt sét, nhóm hạt bụi, nhóm hạt cát, nhóm hạt sỏi (và sạn), nhóm hạt cuội (và dăm), nhóm đá lán (và đá hộc). Hạt sét, hạt bụi xếp vào loại hạt mịn và hạt cát và hạt sỏi xếp vào loại hạt thô. Hiện nay, đường kính phân nhóm chưa được thống nhất trên toàn cầu. Sau đây là một số tiêu chuẩn phân nhóm:

Theo quy phạm nước ta thì các hạt đất được phân nhóm như sau:

- Hạt sỏi sạn: gồm các hạt có đường kính  $> 2$  mm;
- Hạt cát: gồm các hạt có đường kính từ  $0,05$  mm ÷  $2$  mm;
- Hạt bụi: gồm các hạt có đường kính từ  $0,005$  mm ÷  $0,05$  mm;
- Hạt sét: gồm các hạt có đường kính  $< 0,005$  mm.

Theo tiêu chuẩn ASSHTO và ASTM:

- Hạt sỏi sạn: gồm các hạt có đường kính  $> 4,75$  mm;
- Hạt cát: gồm các hạt có đường kính từ  $0,075$  mm ÷  $4,75$  mm;
- Hạt bụi: gồm các hạt có đường kính từ  $0,002$  mm ÷  $0,075$  mm;
- Hạt sét: gồm các hạt có đường kính  $< 0,002$  mm.

Theo tiêu chuẩn BS:

- Hạt sỏi sạn: gồm các hạt có đường kính  $> 2$  mm;
- Hạt cát: gồm các hạt có đường kính từ  $0,06$  mm ÷  $2$  mm;
- Hạt bụi: gồm các hạt có đường kính từ  $0,002$  mm ÷  $0,06$  mm;
- Hạt sét: gồm các hạt có đường kính  $< 0,002$  mm.

#### 14.6.2. Ý nghĩa sử dụng

Việc xác định thành phần hạt có ý nghĩa quan trọng trong việc nghiên cứu về địa chất công trình, cho phép chúng ta:

- Phân chia đất ra thành từng loại riêng biệt ở các cột địa tầng, mặt cắt, bản đồ ...
- Biết được đặc điểm kiến trúc của đất.
- Dự đoán được các đặc điểm về điều kiện thành tạo đất và thành phần khoáng vật của chúng.
- Đánh giá để làm vật liệu xây dựng các đập, đê...
- Nhận xét được gần đúng các tính chất cơ lý của chúng.

### **14.6.3. Phương pháp xác định**

Có hai phương pháp chung để xác định thành phần hạt:

- Phân tích bằng phương pháp sàng;
- Phân tích bằng phương pháp tỷ trọng kế.

Tùy theo thành phần cỡ hạt của đất phân tích mà có thể cần phải kết hợp cả hai phương pháp trên.

#### *a) Phương pháp sàng*

Phương pháp này cho phép xác định được lượng chứa các cỡ hạt trong đất có đường kính  $> 0,1\text{mm}$  theo hai cách: sàng khô (Thích hợp với đất rời, đất hạt thô chứa ít hạt mịn) và sàng ướt (Thích hợp với đất hạt thô có tính dính).

Trong phòng thí nghiệm, người ta dùng bộ rây chuẩn gồm nhiều rây chồng lên nhau, kích thước lỗ rây tăng dần từ dưới lên trên. Trên thành rây ghi chỉ số rây hoặc đường kính lỗ rây. Mỗi nước có bộ rây tiêu chuẩn riêng.

- Bộ rây tiêu chuẩn Việt Nam có cỡ rây: 0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10; 20 mm.
- Bộ rây của Mỹ gồm các rây chính sau: 0,075; 0,15; 0,25; 0,425; 0,85; 2; 4,75; 9,5; 19,0... mm.
- Bộ rây của Anh gồm các rây chính sau: 0,063; 0,15; 0,25; 0,425; 0,6; 1,18; 2; 6; 10; 20,0... mm.

Nhóm hạt đọng lại trên mỗi rây có kích thước hạt  $>$  đường kính lỗ rây chứa và  $\leq$  đường kính lỗ rây kề trên. Nhờ vậy mà đất được phân thành các cỡ hạt riêng biệt. Sau đó sẽ xác định khối lượng và lượng chứa phần trăm của các cỡ hạt.

#### *b) Phương pháp phân tích hạt bằng tỷ trọng kế*

Phương pháp tỷ trọng kế cho phép xác định được lượng chứa các hạt có đường kính nhỏ hơn  $0,1\text{mm}$ . Khi trong đất có cỡ hạt lớn hơn, kết hợp với phương pháp sàng.

Việc phân tích hạt bằng tỷ trọng kế dựa trên sự lắng chìm của hạt đất trong nước. Khi mẫu đất bị phân tán trong nước, các hạt đất lắng chìm với vận tốc khác nhau phụ thuộc vào hình dạng, kích thước, khối lượng của chúng và độ nhớt của nước. Để

đơn giản hóa, giả thiết rằng tất cả các hạt đất là hình cầu và vận tốc của hạt đất được xác định theo công thức Stokes:

$$v = \frac{2}{9} g \frac{\rho - \rho_n}{\eta} \left( \frac{d}{2} \right)^2 \quad (14.22)$$

Trong đó:

$v$  là vận tốc của hạt đất trong nước;

$g$  là gia tốc trọng trường, tính bằng centimet trên giây bình phương ( $\text{cm/s}^2$ );

$\rho$  là khối lượng thể tích hạt rắn của đất, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g/cm}^3$ );

$\rho_n$  là khối lượng thể tích của nước, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g/cm}^3$ );

$\eta$  là hệ số nhớt của nước, tính bằng Poasơ (P), giá trị phụ thuộc vào nhiệt độ của nước.

$D$  là đường kính của hạt đất, tính bằng milimet (mm).

Mặt khác ta có:

$v =$  quãng đường chìm lắng của hạt: thời gian chìm lắng  $= \frac{L}{T}$ , thay vào công

thức (14.22), ta tính được đường kính của hạt.

Để tính được vận tốc rơi của hạt đất, người ta dùng tỷ trọng kế. Đây là thiết bị đầu tiên được chế tạo để đo mật độ của huyền phù, bằng cách thay đổi tỷ lệ nó có thể được chế tạo để đo các giá trị khác.

Trong phòng thí nghiệm, thí nghiệm tỷ trọng kế được tiến hành đo mật độ huyền phù đất và nước trong ống thủy tinh hình trụ. Ống thủy tinh có chiều cao khoảng 45 cm và đường kính khoảng 60mm, có vạch khắc 1000 ml. Huyền phù được tạo bằng cách trộn một khối lượng đất với nước và một lượng chất phân tán nhỏ để tạo một khối lượng huyền phù là 1000 ml. Khi tỷ trọng kế được thả vào dung dịch huyền phù tại thời điểm  $t$  (tính từ khi bắt đầu chìm lắng), nó đo mật độ tại vùng lân cận bầu tỷ trọng kế tại độ sâu  $L$  (khoảng cách từ bề mặt dịch thể đến trọng tâm của bầu). Mật độ của huyền phù phụ thuộc vào khối lượng của hạt đất ở đó trên một đơn vị thể tích dịch thể tại độ sâu này. Vì vậy, tại thời điểm  $t$ , các hạt đất trong huyền phù tại độ sâu  $L$  sẽ có đường kính nhỏ hơn đường kính  $d$  được tính toán từ phương trình (14.22). Những hạt đất lớn hơn sẽ bị lắng dưới vùng được đo. Tỷ trọng kế được chế tạo để đưa ra khối lượng của các hạt đất (tính bằng gam)  $\leq d$  còn lại ở trong huyền phù, từ đó có thể tính được hàm lượng phần trăm của các hạt nhỏ hơn đường kính  $d$  xác định tại thời điểm  $t$  và độ sâu  $L$ .

Mỗi mẫu đất để xác định thành phần hạt chỉ cho phép tiến hành thí nghiệm một lần. Đối với những công trình quan trọng, khi chọn cấp phối, chọn đất làm vật liệu

đắp, v.v... thì cần phải tiến hành thí nghiệm song song để xác định thành phần hạt. Với hàm lượng của nhóm hạt ít hơn 10 %, sai số được phép giữa hai lần là 1 %. Với hàm lượng của nhóm hạt trên 10 %, sai số được phép giữa hai lần được phép dưới 3 %.

#### 14.6.4. Tiêu chuẩn tham khảo

- Tiêu chuẩn TCVN 4198:2012
- Tiêu chuẩn tham khảo: ASTM D422, AASHTO T27, AASHTO T88, BS 1377:1990: part 2.

#### 14.6.5. Thiết bị và vật liệu thí nghiệm chính

##### a) Đối với phương pháp rây

- Cân có độ chính xác đến 0,01 g, 0,1 g, 1 g và 5 g.
- Bộ rây (có đáy) có kích thước lỗ 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,1mm.
- Cối sứ và chày bọc cao su.
- Tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ.
- Quả lê bằng cao su (để dòn rửa hạt đất, hút nước).
- Máy sàng lắc.

##### b) Đối với phương pháp tỷ trọng kế

- Tỷ trọng kế có hai loại:
  - + **Loại B:** Có thang từ 0,995 đến 1,030 và có giá trị mỗi vạch chia là 0,001. Khi phân tích hạt, các số đo trên tỷ trọng kế sẽ được rút gọn bằng cách bỏ hàng đơn vị đi và dịch dấu phẩy về bên phải 3 con số.
  - + **Loại A:** Có thang chia từ 0 đến 60
- Bộ phận đun và làm lạnh bằng nước (hệ thống ống xoắn và bếp điện).
- Các phễu có đường kính từ 2 cm đến 3 cm và 14 cm.
- Các bình tam giác có dung tích 300 ml, các ống đo bằng thủy tinh có dung tích 1000 ml.
- Nhiệt kế có độ chính xác 0,5°C.
- Que khuấy, đồng hồ bấm giây...
- Các loại hóa chất: hydroxyt amon ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) nồng độ 25 %; axit clohydric ( $\text{HCl}$ ) nồng độ 10 %; axit nitric ( $\text{HNO}_3$ ) nồng độ 10 %; pirophotphat natri ( $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) nồng độ 4 % hoặc 6,7 % cho pirophotphat natri ngậm nước; hoặc hexametaphotphat natri ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub> nồng độ 4 %; peroxid hydrogen nồng độ 6 %;  $\text{BaCl}_2$  nồng độ 5 %;  $\text{AgNO}_3$  nồng độ 5 %;  $\text{NaOH}$  nồng độ 25 %.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

### 14.6.6. Quy trình xác định thành phần hạt bằng phương pháp sàng khô

Phân thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- + Quy trình thí nghiệm: cách thức chuẩn bị mẫu, nghiền mẫu và sàng mẫu
- + Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm: Tính toán và vẽ biểu đồ thành phần hạt, xác định hàm lượng phần trăm của nhóm hạt

#### 14.6.6.1. Chuẩn bị mẫu thử

- Với mẫu nguyên trạng cần chọn một lượng mẫu đại diện, đem cắt lát mỏng trước khi phơi khô gió;
- Với mẫu không nguyên trạng cần trộn đều, lấy một lượng mẫu đại diện để phơi khô gió;
- Mẫu đất thí nghiệm đã được hong khô gió, bằng phương pháp chia tư lấy khoảng (hoặc Bảng 14.5) thì lấy mẫu đại diện để làm thí nghiệm.

**Bảng 14.4 - Khối lượng của mẫu đất được lấy để phân tích theo khối lượng hạt trên sàng 2 mm**

Khối lượng hạt trên sàng 2 mm	Khối lượng khô của mẫu đất cần lấy (g)
Không có	Từ 100 g đến 200 g
Chứa đến 10 %	Từ 300 g đến 900 g
Chứa từ 10 % đến 30 %	Từ 1000 g đến 2000 g
Chứa trên 30 %	2000 g đến 5000 g

CHÚ THÍCH: Hàm lượng các hạt lớn hơn 2 mm được ước lượng bằng mắt.

**Bảng 14.5 - Khối lượng của mẫu đất được lấy để phân tích theo khối lượng hạt trên sàng kích thước lớn**

Khối lượng hạt trên sàng chiếm trên 10% (kích thước lỗ sàng, mm)	Khối lượng khô của mẫu đất cần lấy (kg)
Lớn hơn hoặc bằng 80	50
60	30
40	15
20	5
10	2
5	1



#### **14.6.6.2. Chuẩn bị thí nghiệm**

- Chuẩn bị cối sứ và chày cao su;
- Chọn bộ rây có kích thước theo tiêu chuẩn thí nghiệm, tùy theo kích thước hạt có trong đất mà lựa chọn kích cỡ rây phù hợp: ví dụ cỡ rây 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,1.

#### **14.6.6.3. Cách tiến hành**

Bước 1: Rãi đất lên tấm cao su đã lau sạch, dùng chày hoặc con lăn bằng gỗ nghiền làm tơi vụn đất; đảm bảo các hạt to không còn hạt nhỏ bám dính ở ngoài và đất rời thành các hạt đơn lẻ;

Bước 2: Lắp bộ sàng, đổ mẫu đất vào sàng trên cùng, rây sàng bằng tay hoặc bằng máy, thời gian sàng lắc tối thiểu là 10 min. Khi sàng mẫu đất có khối lượng lớn hơn 1000 g thì nên đổ đất vào rây thành hai đợt. Trong quá trình sàng, chú ý không được làm rơi vãi hao hụt mất đất quá 1 % khối lượng mẫu lấy làm thí nghiệm;

Bước 3: Với từng nhóm hạt còn lại trên các sàng, bắt đầu từ sàng trên cùng nếu trong mẫu đất có các hạt cuội, sỏi to hoặc đá tảng thì dùng bàn chải cứng để quét các hạt nhỏ bám vào bề mặt hạt to cho đến sạch, nếu không có hạt to thì đổ phần đất trên sàng vào cối dùng chày bọc cao su để nghiền, tiếp tục cho sàng qua chính sàng đó đến khi không còn hạt đất nào rơi xuống nữa là được. Cứ như vậy cho đến sàng cuối cùng;

Bước 4: Cân khối lượng từng nhóm hạt trên các cỡ sàng và phân loại xuống ngăn đáy (lọt sàng 0,1 mm).

#### **14.6.7. Quy trình xác định thành phần hạt bằng phương pháp sàng ướt**

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- Quy trình thí nghiệm: cách thức chuẩn bị mẫu, rửa mẫu, nghiền mẫu và sàng mẫu.
- Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm.

#### **14.6.7.1. Chuẩn bị mẫu**

- Mẫu thử được chuẩn bị như phương pháp sàng khô;
- Sấy mẫu thử đến khối lượng không đổi;
- Để nguội mẫu đất đến nhiệt độ trong phòng và cân khối lượng mẫu trước khi thí nghiệm,  $m_0$  tính bằng gam (g).

#### **14.6.7.2. Chuẩn bị thiết bị**

- Chuẩn bị cối sứ và chày cao su;
- Chọn bộ rây có kích thước theo tiêu chuẩn thí nghiệm, tùy theo kích thước hạt có trong đất mà lựa chọn kích cỡ rây phù hợp: ví dụ cỡ rây 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,1.

- Chất xúc tác dịch pirophotphat natri ( $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) 4% hoặc hexametaphotphat natri ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub> 4 %.

#### **14.6.7.3. Cách tiến hành**

Bước 1: Nghiền đất và sàng qua sàng 10 mm. Phần đất lọt sàng 10 mm cho vào khay hoặc chậu thích hợp, đổ nước sạch vào (lượng nước đủ làm ngập mẫu đất), khuấy đều rồi ngâm mẫu với thời gian ngâm khoảng 1 h; (nếu đất có nguồn gốc phong hóa thì cho thêm dung dịch pirophotphat natri ( $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) 4 % hoặc hexametaphotphat natri ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub> 4 % với liều lượng 2 g/lit vào dung dịch, khuấy đều, rồi ngâm;

Bước 2: Mẫu đất sau khi ngâm được sàng qua sàng 2 mm trong một chậu nước sạch, phải đảm bảo các hạt nhỏ hơn 2 mm không còn lưu lại trên sàng, dung dịch đất lọt sàng 2 mm tiếp tục được phân chia tiếp;

Bước 3: Dung dịch đất lọt sàng 2 mm được khuấy đục rồi lọc qua sàng 0,1 mm;

Bước 4: Phần dung dịch đất lọt sàng 0,1mm để lắng, gạn bỏ nước trong ở trên, phần đất lắng ở dưới đựng vào dụng cụ thích hợp để sấy cùng với các phần hạt trên sàng 10 mm, sàng 2 mm, sàng 0,1 mm, nhiệt độ sấy ( $105 \pm 5$ ) °C;

Bước 5: Sau khi sấy khô đến khối lượng không đổi, các phần đất được làm nguội bằng bình hút ẩm đến nhiệt độ trong phòng, dùng cân thích hợp để cân khối lượng của phần đất lọt sàng 0,1 mm chính xác đến 0,1 g;

Bước 6: Phân chia các phần đất trên sàng 2 mm bằng cách cho đất lọt qua sàng 5 mm; phân chia phần đất trên sàng 0,1 mm bằng cách cho đất lọt qua các sàng 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm; phân chia phần đất trên sàng 10 mm: tùy thuộc vào kích thước hạt cụ thể của từng mẫu đất mà cho đất lọt qua các sàng có kích thước lỗ từ 20 mm, 40 mm, v.v...; Cân khối lượng các nhóm hạt trên các cỡ sàng chính xác đến 0,1 g.

#### **14.6.8. Quy trình xác định thành phần hạt bằng phương pháp tỷ trọng kế**

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

+ Quy trình thí nghiệm: cách thức chuẩn bị mẫu để tạo huyền phù, cách đọc tỷ trọng kế..

+ Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm: vẽ biểu đồ thành phần hạt và xác định hàm lượng phân trăm của nhóm hạt.

##### **14.6.8.1. Chuẩn bị mẫu thử**

- Mẫu đất thí nghiệm đã được hong khô gió, bằng phương pháp chia tư rút gọn còn khối lượng 200 g lấy để làm thí nghiệm.

- Sàng mẫu đất qua sàng 0,5 mm (Nếu trong mẫu đất có các hạt lớn hơn 0,5 mm, thì phân tích tiếp bằng phương pháp sàng khô). Trộn đều phần đất lọt rây 0,5 mm,

cân khối lượng đất từ 20 g đến 25 g đối với đất sét, 30 g đến 35 g đất sét pha; từ 40 g đến 50 g đối với đất cát pha để làm thí nghiệm; đồng thời lấy một lượng đất phù hợp để thí nghiệm độ ẩm và khối lượng thể tích hạt.

Tính khối lượng khô của mẫu đất lấy để làm thí nghiệm, chính xác đến 0,01 g:

$$m = \frac{m_0}{1 + 0,01W} \quad (14.23)$$

Trong đó:

$m$  là khối lượng khô của mẫu đất lấy làm thí nghiệm, tính bằng gam (g);

$m_0$  là khối lượng khô gió của mẫu đất lấy làm thí nghiệm, tính bằng gam (g);

$W$  là độ ẩm khô gió của đất, tính bằng phần trăm (%).

#### **14.6.8.2. Chuẩn bị thiết bị**

- Chuẩn bị cối sứ và chày cao su.
- Chọn bộ rây có kích thước theo tiêu chuẩn thí nghiệm, tùy theo kích thước hạt có trong đất mà lựa chọn kích cỡ sàng phù hợp: ví dụ cỡ rây 10, 5, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,1.
- Chất phân tán  $\text{NH}_4\text{OH}$
- Chất xúc tác dịch pirophotphat natri ( $\text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) 4% hoặc hexametaphotphat natri ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub> 4 %.

#### **14.6.8.3. Cách tiến hành**

Bước 1: Dem mẫu đất đã cân cho vào bình tam giác dung tích 500 cm<sup>3</sup> hoặc lớn hơn, chế vào bình khoảng 200 cm<sup>3</sup> nước cất, dùng đũa thủy tinh khuấy đều dung dịch rồi để ngâm từ 18 h đến 24 h;

Bước 2: Cho thêm vào bình 1 cm<sup>3</sup> dung dịch  $\text{NH}_4\text{OH}$  25 %, đặt bình lên bếp cách cát đun sôi với thời gian tính từ lúc bắt đầu sôi không ít hơn 1 h. Để nguội bình đến nhiệt độ trong phòng;

Bước 3: Đặt phễu thủy tinh đường kính lớn lên ống lường đã được rửa sạch, để sàng 0,1 mm lên phễu; đổ huyền phù qua sàng để rửa trôi các hạt nhỏ hơn 0,1 mm xuống ống lường, dùng quả lê cao su hỗ trợ cho việc rửa và làm sạch các hạt trên sàng 0,1 mm. Chú ý lượng huyền phù sau khi rửa không nên vượt quá vạch 1000 cm<sup>3</sup>;

Bước 4: Dem nhóm hạt trên sàng 0,1 mm đựng vào dụng cụ thích hợp sấy khô ở nhiệt độ (105 ± 0,5) °C đến khối lượng không đổi. Sau đó sàng qua rây 0,25 mm. Cân khối lượng trên sàng và lọt sàng;

Bước 5: Đặt ống lường chứa huyền phù lên mặt bàn phẳng, vững chắc, cho thêm nước cất vào ống lường đến vạch chia 1000 cm<sup>3</sup>; Dùng que khuấy khuấy huyền phù từ trên xuống dưới, từ dưới lên trên từ 15 lần đến 20 lần để các hạt phân bố đều trong huyền phù. Kiểm tra nếu thấy huyền phù còn kết tủa lắng xuống đáy ống

lượng, cần cho 25 cm<sup>3</sup> dung dịch pirophotphat natri (Na<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), nồng độ 4 % hoặc hexametaphotphat natri (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub>, nồng độ 4 % vào trong huyền phù một lượng vừa đủ để phá keo (dùng ống hút nhỏ ít một vào ống lượng, khuấy dung dịch lên kiểm tra huyền phù, nếu không còn kết tủa là được);

Bước 6: Dùng que khuấy khuấy đều huyền phù trong thời gian 1 min (khoảng 30 lần kéo lên đẩy xuống), ngừng khuấy, lấy que khuấy ra khỏi ống đo, cho vào ống lượng có chứa nước cất, ghi thời điểm thôi khuấy, (dùng đồng hồ bấm giây để đo thời gian), sau khoảng 15 s đến 20 s nhẹ nhàng thả tỉ trọng kế vào trong huyền phù sao cho tỉ trọng kế nổi tự do ở trung tâm ống lượng không chạm vào thành ống. Tiến hành đọc số đo (R<sub>0</sub>) trên cán phao tỉ trọng kế theo mép trên của mặt cong huyền phù ở các thời điểm: 30 s, 1 min, 2 min, 5 min kể từ khi ngừng khuấy, thời gian đọc trị số R<sub>0</sub> tại mỗi thời điểm không quá 5 s đến 7 s; lấy tỉ trọng kế ra khỏi huyền phù cho vào ống lượng có chứa nước cất, đo nhiệt độ huyền phù chính xác đến 0,5 °C;

Bước 7: Khuấy lại huyền phù, nhẹ nhàng thả tỉ trọng kế vào huyền phù và đọc số đo (R<sub>0</sub>) tại các thời điểm sau: 15 min; 30 min; 1 h; 2 h; 3 h; 4 h kể từ khi ngừng khuấy; (thời gian đọc có thể kéo dài đến 24 h hoặc dài hơn tùy theo yêu cầu phân tích mẫu). Mỗi lần đọc xong số đo nhẹ nhàng lấy tỉ trọng kế ra khỏi huyền phù, lau sạch thả vào ống lượng có chứa nước cất; đo nhiệt độ của huyền phù chính xác đến 0,5 °C.

### C. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU

#### 14.6.9. Biểu thị kết quả

##### a) Phương pháp sàng

- Tổng khối lượng của các nhóm hạt trên và dưới sàng 0,1 mm sau khi phân tích (m<sub>0</sub><sup>\*</sup>), tính bằng gam (g), được xác định theo công thức:

$$m_0^* = m_1 + m_2 \quad (14.24)$$

Trong đó:

m<sub>0</sub><sup>\*</sup> là tổng khối lượng của mẫu đất sau khi phân tích gồm các hạt trên và dưới sàng 0,1 mm, tính bằng gam (g);

m<sub>1</sub> là tổng khối lượng của nhóm hạt trên sàng 0,1 mm, tính bằng gam (g);

m<sub>2</sub> là khối lượng của phần hạt lọt sàng 0,1 mm, tính bằng gam (g);

- Hệ số hao hụt (K) của mẫu đất trong quá trình phân tích, phần trăm (%), tính theo công thức:

$$K = \frac{m_0^*}{m_0} \times 100 \quad (14.25)$$

Trong đó:

$m_0$  là khối lượng của mẫu đất được lấy làm thí nghiệm, tính bằng gam (g);

$m_0^*$  là khối lượng của mẫu đất sau khi phân tích, tính bằng gam (g);

K là hệ số hao hụt, tính bằng phần trăm (%);

Nếu hệ số hao hụt (K) bằng hoặc nhỏ hơn 1 %, là sai số cho phép khi tiến hành phân tích bằng phương pháp sàng khô;

- Hàm lượng của mỗi nhóm hạt được tính theo công thức:

$$P_h = \frac{m_h}{m_0} \times 100 \quad (14.26)$$

Trong đó:

$P_h$  là hàm lượng của nhóm hạt, tính bằng phần trăm (%), với độ chính xác 0,1 %

$m_0$  là khối lượng của mẫu đất được lấy làm thí nghiệm, tính bằng gam (g);

$m_h$  là khối lượng của nhóm hạt, tính bằng gam (g);

- Hàm lượng phần trăm tích lũy ( $P_{TL}$ ) tính bằng phần trăm (%) được xác định theo công thức:

$$P_{TL} = 100 - (\text{tổng hàm lượng phần trăm các nhóm hạt trên sàng}) \quad (14.27)$$

**CHÚ THÍCH:** *Nếu hàm lượng nhóm hạt lọt sàng 0,1 mm lớn hơn 10 % thì phải phân tích tiếp phần nhóm hạt lọt sàng 0,1 mm bằng phương pháp tỷ trọng kế.*

- Kết quả phân tích thành phần hạt bằng phương pháp được biểu diễn dưới dạng bảng và được biểu thị bằng biểu đồ trên tọa độ bán lôga, trục tung biểu thị số phần trăm khối lượng của hạt nhỏ hơn đường kính nào đó theo tỉ lệ số học; trục hoành biểu thị kích thước hạt theo tỉ lệ logarit.

- Hệ số không đồng nhất  $C_u$ , tính theo công thức (14.28):

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (14.28)$$

- Hệ số đường cong phân bố thành phần hạt  $C_c$ , tính theo công thức (8):

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \quad (14.29)$$

Trong đó:

$D_{10}$ ;  $D_{30}$ ;  $D_{60}$  lần lượt là đường kính hạt tương ứng với hàm lượng phần trăm tích lũy bằng 10 %; 30 %; 60 %.

*b) Phương pháp sàng kết hợp với phương pháp tỷ trọng kế*

- Tính toán hàm lượng và hàm lượng tích lũy của các nhóm cỡ hạt được phân tích bằng phương pháp sàng:

+ Hàm lượng (%) của nhóm hạt trên các cỡ sàng (tính từ sàng 0,5 mm trở lên), tính theo công thức (5).

+ Hàm lượng (%) của nhóm hạt trên sàng 0,25 mm và 0,1 mm, tính theo công thức:

$$P = \frac{m_h}{m} (100 - K) \quad (14.30)$$

Trong đó:

$m_h$  là khối lượng khô của nhóm hạt trên sàng 0,25 mm hoặc rây 0,1 mm, tính bằng gam, g;

$m$  là khối lượng khô của mẫu đất được lấy để phân tích bằng tỉ trọng kế, tính bằng gam, g;

$K$  là tổng hàm lượng của các nhóm hạt trên các sàng từ 0,5 mm trở lên, tính bằng phần trăm, %.

- Tính toán phần phân tích bằng tỉ trọng kế:

+ Đường kính tương đương của hạt đất ứng với thời gian chìm lắng  $d$ , milimet (mm), tính theo công thức:

$$d = \sqrt{\frac{1800\eta}{g(\rho_s - \rho_n)} \times \frac{L}{t}} \quad (14.31)$$

Trong đó:

$d$  là đường kính tương đương của hạt đất, tính bằng milimet (mm);

$\eta$  là hệ số nhớt động Poazơ của nước ở nhiệt độ thí nghiệm; tra bảng B-1, phụ lục B của tiêu chuẩn TCVN 4198.

$g$  là gia tốc trọng trường, lấy bằng 981 centimet trên giây bình phương (cm/s<sup>2</sup>);

$\rho_s$  là khối lượng thể tích hạt rắn của đất, tính bằng gam trên centimet khối (g/cm<sup>3</sup>);

$\rho_n$  là khối lượng riêng của nước lấy bằng 1 g/cm<sup>3</sup>;

$t$  là thời gian lắng chìm của hạt đất kể từ khi ngừng khuấy huyền phù đến khi lấy số đọc trên tỉ trọng kế, tính bằng giây (s);

$L$  là cự ly lắng chìm của các hạt đất kể từ bề mặt huyền phù cho đến trọng tâm của bầu tỉ trọng kế tương ứng với thời gian lắng chìm ( $t$ ) khi lấy số đọc tỉ trọng kế, tính bằng centimet (cm). Tham khảo cách xác định ở phụ lục A của tiêu chuẩn TCVN 4198:2013.

+ Tính lượng chứa phần trăm tích lũy ( $P_{TL}$ ), phần trăm (%) theo khối lượng của cỡ hạt nhỏ hơn đường kính  $d$  nào đó ứng với các số đọc của tỉ trọng kế và đường kính  $d$  được xác định theo công thức (10):

\* Với tỷ trọng kế loại A, trị số  $P_{TL}$  được tính theo công thức:

$$P_{TL} = \frac{\rho_s(\rho_0 - 1)}{\rho_0(\rho_s - 1)} \times \frac{R'_A}{m} \times (100 - K) \quad (14.32)$$

Trong đó:

$\rho_s$  là khối lượng thể tích hạt của đất, tính bằng gam trên centimet khối ( $g/cm^3$ );

$\rho_0$  là khối lượng riêng giả định dùng để khắc độ trên tỷ trọng kế, lấy bằng  $2,65 g/cm^3$ ;

$m$  là khối lượng khô của mẫu đất thí nghiệm, tính bằng gam (g);

$K$  là tổng hàm lượng của các nhóm hạt trên các sàng từ 0,5 mm trở lên, tính bằng phần trăm (%);

$R'_A$  là số đọc tỷ trọng kế loại A đã được hiệu chỉnh:

$$R'_A = R_A + m_A + n_A - C_A \quad (14.33)$$

Trong đó:

$R_A$  là số đọc tỷ trọng kế loại A;

$m_A$  là số hiệu chỉnh nhiệt độ của huyền phù tại thời điểm lấy số đọc  $R_A$ ; tra Bảng B-2 Phụ lục B tiêu chuẩn TCVN 4198;

$n_A$  số hiệu chỉnh mặt cong huyền phù trên độ khắc của tỷ trọng kế loại A;

$C_A$  là số hiệu chỉnh chất phân tán, ứng với thí nghiệm sử dụng tỷ trọng kế loại A.

\* Với tỷ trọng kế loại B, trị số  $P_{TL}$  được tính theo công thức (14.34):

$$P_{TL} = \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} \times \frac{R'_B}{m} \times (100 - K) \quad (14.34)$$

Trong đó:

$R'_B$  là số đọc tỷ trọng kế loại B đã được hiệu chỉnh, tính theo công thức:

$$R'_B = R_B + m_B + n_B - C_B \quad (14.34a)$$

Trong đó:

$R_B$  là số đọc tỷ trọng kế loại B;

$m_B$  là hệ số hiệu chỉnh nhiệt độ huyền phù, khi sử dụng tỷ trọng kế loại B, tra Bảng B-2 Phụ lục B;

$n_B$  là hệ số hiệu chỉnh mặt cong huyền phù theo khắc độ của tỷ trọng kế B;

$C_B$  là hệ số hiệu chỉnh chất phân tán ứng với thí nghiệm sử dụng tỷ trọng kế B.

Kết quả được biểu thị bằng biểu đồ trên tọa độ bán lôga, trục tung biểu thị số phần trăm khối lượng của hạt nhỏ hơn đường kính nào đó theo tỷ lệ số học; trục hoành biểu thị kích thước hạt theo tỷ lệ logarit (xem Phụ lục C tiêu chuẩn TCVN 4198).

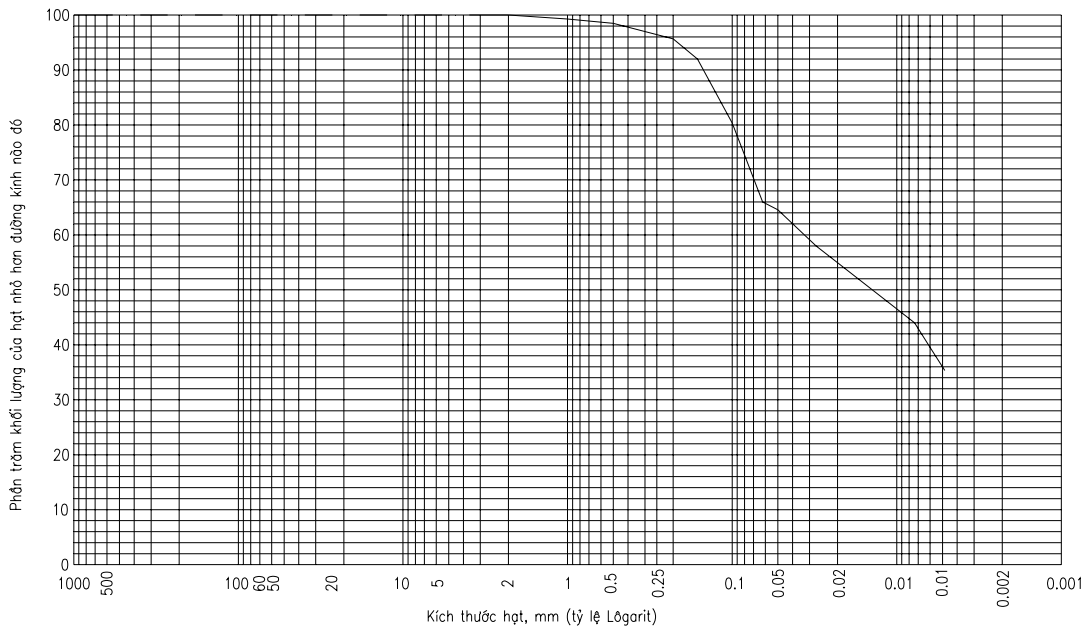
### 14.6.10. Kết quả và biểu mẫu thí nghiệm

#### Biểu kết quả phân tích thành phần hạt

Tên dự án: \_\_\_\_\_ Số hiệu mẫu trong phòng: \_\_\_\_\_  
 Công trình: \_\_\_\_\_ Số hiệu mẫu hiện trường: \_\_\_\_\_  
 Tiêu chuẩn thí nghiệm: \_\_\_\_\_ Hồ khoan/đào: \_\_\_\_\_  
 Ngày thí nghiệm: \_\_\_\_\_ Độ sâu lấy mẫu: \_\_\_\_\_

Thí nghiệm phương pháp sàng				Thí nghiệm phương pháp tỷ trọng kế										
Đường kính Sàng (mm)	Khối lượng		% Từng cỡ hạt	% Khối lượng g lọt sàng	Thời gian chìm lắng (Phút)	Số đọc R	Nhiệt độ °C	Số hiệu chỉnh		Số đọc đã hiệu chỉnh R'	Hệ số nhớt Poazơ	Đường kính hạt d mm	Cự ly lắng chìm (L) cm	Hàm lượng nhóm hạt <d %
	Trên sàng (g)	Lọt sàng (g)						Nhiệt độ m	Toàn bộ (n-C)					
....200														
60														
....														
0,25														
0,1														

#### Biểu đồ phân bố thành phần hạt của đất



Hà Nội, ngày tháng năm 20,..

**Giám sát thí nghiệm   Người thí nghiệm   Người kiểm tra   Phòng LAS...   Cơ quan duyệt**



#### 14.6.11. Bài tính toán kết quả mẫu

\* Phân tích thành phần hạt của một mẫu đất như sau:

- Khối lượng mẫu phân tích ban đầu: 300 g.
- Khối lượng thể tích hạt của mẫu thí nghiệm: 2,73 g/cm<sup>3</sup>.
- Khối lượng mẫu đất khô qua rây 0,5 mm được lấy để phân tích: 30 g.
- Tỷ trọng kế sử dụng: loại B.

Có cự ly chìm lắng  $L = 18,94 - 0,27.R'$  ( $R'$  là số đọc tỷ trọng kế sau khi đã hiệu chỉnh). Có hiệu chỉnh mặt cong độ khắc là 0,7.

- Nhiệt độ huyền phù lúc thí nghiệm: 26 °C.
- Không sử dụng chất phân tán.

Kết quả phân tích mẫu như sau:

- Phân tích bằng phương pháp sàng:

Đường kính hạt (mm)	10,0	5,0	2,0	1,0	0,5
Khối lượng trên rây (g)	12,11	9,43	6,51	5,12	9,57

- Phân tích bằng phương pháp tỷ trọng kế:

Thời gian đọc	30"	1'	2'	5'	15'	30'	1h	2h	3h
Số đọc tỷ trọng kế	13,5	11,5	10,2	9,0	7,5	6,5	5,5	4,5	4,0

Đường kính hạt (mm)	0,25	0,10
Khối lượng trên rây (g)	1,11	1,65

\* Kết quả tính toán được thể hiện ở bảng và được tính như sau:

- Hàm lượng % cỡ hạt trên rây 10 mm:

$$P_{>10} = \frac{12,11 \cdot 100}{300} = 4,04 \%$$

- Hàm lượng % cỡ hạt từ rây 5 mm đến 10 mm:

$$P_{5-10} = \frac{9,43 \cdot 100}{300} = 3,14 \%$$

- Hàm lượng % cỡ hạt từ rây 2 mm đến 5 mm:

$$P_{2-5} = \frac{6,51 \cdot 100}{300} = 2,17 \%$$

- Hàm lượng % cỡ hạt từ rây 1 mm đến 2 mm:

$$P_{1-2} = \frac{5,12 \cdot 100}{300} = 1,71 \%$$

- Hàm lượng % cỡ hạt từ rây 0,5 mm đến 1 mm:

$$P_{0,5-1,0} = \frac{9,57 \cdot 100}{300} = 3,19 \%$$

- Tổng hàm lượng trên rây 0,5 mm là:

$$K = 4,04 + 3,14 + 2,17 + 1,71 + 3,19 = 14,25 \%$$

- Hàm lượng % cỡ hạt từ rây 0,25 mm đến 0,5 mm:

$$P_{0,25-0,5} = \frac{1,11 \cdot (100 - 14,25)}{30} = 3,17 \%$$

- Hàm lượng % cỡ hạt từ rây 0,1 mm đến 0,25 mm:

$$P_{0,1-0,25} = \frac{1,65 \cdot (100 - 14,25)}{30} = 4,72 \%$$

- Hàm lượng phần trăm tích lũy tại các đường kính là:

$$P_{TL10} = 100 - 4,04 = 95,96 \%$$

$$P_{TL5} = 100 - 4,04 - 3,14 = 92,82 \%$$

$$P_{TL2} = 100 - 4,04 - 3,14 - 2,17 = 90,65 \%$$

$$P_{TL1} = 100 - 4,04 - 3,14 - 2,17 - 1,71 = 88,94 \%$$

$$P_{TL0,5} = 100 - 4,04 - 3,14 - 2,17 - 1,71 - 3,19 = 85,75 \%$$

$$P_{TL0,25} = 100 - 4,04 - 3,14 - 2,17 - 1,71 - 3,19 - 3,17 \\ = 82,58 \%$$

$$P_{TL0,1} = 100 - 4,04 - 3,14 - 2,17 - 1,71 - 3,19 - 3,17 - 4,72 \\ = 77,86 \%$$

- Cách tính số đọc sau khi hiệu chỉnh:

$$R' = R + m + n - C$$

Trong đó:

R là số đọc thực tế;

m là số hiệu chỉnh nhiệt độ; Tra bảng với nhiệt độ thí nghiệm 26°C, ta có m = 1,3;

n là số hiệu chỉnh mặt cong độ khắc, ta có  $n = 0,7$ ;

C là hiệu chỉnh chất phân tán, trong trường hợp này không sử dụng nên  $C = 0$ ,

Thay từng giá trị số đọc R vào công thức trên ứng với các thời gian đọc ta được R' như sau:

t	R	R'
30,0	13,50	15,5
60,0	11,50	13,5
120,0	10,20	12,2
300,0	9,00	11,0
900,0	7,50	9,5
1800,0	6,50	8,5
3600,0	5,50	7,5
7200,0	4,50	6,5
10800,0	4,00	6,0

Thay giá trị R' vào công thức tính  $L = 18,94 - 0,27R'$ . Ta được:

$L_{30''}$	=	14,755
$L_{60''}$	=	15,295
$L_{120''}$	=	15,646
$L_{300''}$	=	15,970
$L_{900''}$	=	16,375
$L_{1800''}$	=	16,645
$L_{3600''}$	=	16,915
$L_{7200''}$	=	17,185
$L_{10800''}$	=	17,320

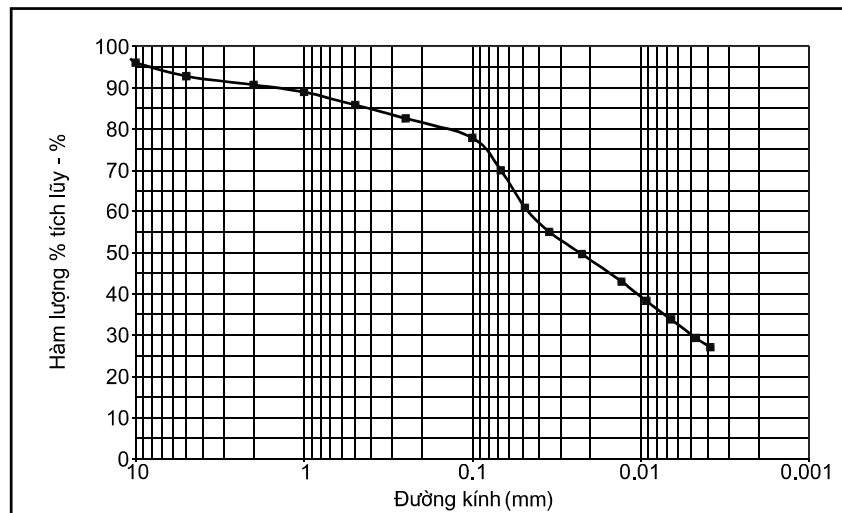
- Tính đường kính cỡ hạt tại thời gian 30":

$$d = \sqrt{\frac{1800\eta}{g(\rho_s - \rho_n)} \times \frac{L}{t}} = \sqrt{\frac{1800 \times 0,00874}{981(2,73 - 1,0)} \times \frac{14,755}{30}} = 0,00675.$$

Tương tự tính đường kính cỡ hạt tại các thời gian khác, kết quả được thể hiện trong bảng.

## KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Cỡ sàng (mm)	Khối lượng trên sàng (g)	Phần trăm trên sàng P' (%)	Phần trăm lọt sàng P (%)	Thời gian đọc (giây)	Số đọc (R)	Phần trăm trên sàng	Phần trăm lọt sàng P (%)	Đường kính D (mm)
25,0				30,0	13,50	7,95	69,92	0,0675
20,0			100,00	60,0	11,50	9,02	60,89	0,0486
10,0	12,11	4,04	95,96	120,0	10,20	5,86	55,03	0,0348
5,0	9,43	3,14	92,82	300,0	9,00	5,41	49,62	0,0222
2,0	6,51	2,17	90,65	900,0	7,50	6,77	42,85	0,0130
1,0	5,12	1,71	88,94	1800,0	6,50	4,51	38,34	0,0093
0,5	9,57	3,19	85,75	3600,0	5,50	4,51	33,83	0,0066
0,25	1,11	3,17	82,58	7200,0	4,50	4,51	29,32	0,0047
0,10	1,65	4,72	77,86	10800,0	4,00	2,26	27,06	0,0039



Đường kính (mm)	Cuội sỏi			Cát					Bụi		Sét
	> 10	5-10	2,5	1 - 2	0,5-1	0,25 0,5	0,1 0,25	0,05 0,1	0,01 - 0,005	0,01 - 0,005	< 0,005
%	4,0	3,1	2,2	1,6	3,2	3,2	4,6	16,4	22,0	9,0	30,5
	9,3			29,2					31,0		30,5

- Tính hàm lượng phần trăm tích lũy tại đường kính ứng với thời gian chìm lắng là 30":

$$\begin{aligned}
 P_{TL} &= \frac{\rho_s}{(\rho_s - 1)} \times \frac{R'_B}{m} \times (100 - K) \\
 &= \frac{2,73}{(2,73-1)} \times \frac{15,5}{30} \times (100 - 14,25) = 69,92 \% .
 \end{aligned}$$

Tính tương tự với các số đọc R khác, kết quả được thể hiện trong bảng.

- Vẽ biểu đồ quan hệ giữa hàm lượng phần trăm tích lũy với log đường kính hạt.  
Sau đó từ biểu đồ tính hàm lượng phần trăm của các nhóm hạt.

#### D. CÂU HỎI KIỂM TRA

**Câu 1.** Nêu quy trình thí nghiệm xác định thành phần hạt bằng phương pháp sàng khô.

**Câu 2.** Nêu quy trình thí nghiệm xác định thành phần hạt bằng phương pháp sàng ướt.

**Câu 3.** Nêu quy trình thí nghiệm xác định thành phần hạt bằng phương pháp tỷ trọng kế.

**Câu 4.** Phương pháp sàng khô áp dụng để phân tích cho các cỡ hạt như thế nào?

**Câu 5.** Phương pháp sàng ướt áp dụng để phân tích cho các cỡ hạt như thế nào?

**Câu 6.** Phương pháp tỷ trọng kế áp dụng để phân tích cho các cỡ hạt như thế nào?

**Câu 7.** Khi phân tích thành phần hạt của một mẫu đất có các thông số sau:

- Khối lượng thể tích hạt của đất =  $2,69 \text{ g/cm}^3$ ;
- Tỷ trọng kế sử dụng là tỷ trọng kế loại B;
- Số đọc R ứng với thời gian đọc tỷ trọng kế 5 phút là 4;
- $t^0$  huyền phù lúc thí nghiệm =  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- Cự ly chìm lắng của hạt đất được xác định theo công thức  $H_R = 18,94 - 0,27.R'$ ;
- Hiệu chỉnh mặt cong độ khắc của tỷ trọng kế là 0,7 và không sử dụng chất phân tán.

Đường kính của hạt đất được xác định tại thời gian đọc trên là bao nhiêu?

**Câu 8:** Khi phân tích thành phần hạt của một mẫu đất có các thông số sau:

- Khối lượng thể tích hạt của đất =  $2,70 \text{ g/cm}^3$ .
- $t^0$  huyền phù lúc thí nghiệm =  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Hiệu chỉnh mặt cong độ khắc của tỷ trọng kế là 0,7 và không sử dụng chất phân tán;
- Lượng chứa các cỡ hạt có đường kính  $> 0,5 \text{ mm}$  là 15 %;
- Khối lượng mẫu đất khô tuyệt đối qua sàng  $0,5 \text{ mm}$  được lấy phân tích là 30 g;
- Tỷ trọng kế sử dụng là tỷ trọng kế loại B.

Hàm lượng phần trăm tích lũy  $P_{TL}$  tại số đọc thí nghiệm  $R = 5$  là bao nhiêu?

**Câu 9:** Phân tích một mẫu đất có khối lượng khô gió ban đầu  $M = 300$  g như sau:

Đường kính (mm)	> 10	10 ÷ 5	5 ÷ 2	2 ÷ 1	1 ÷ 0,5
Khối lượng	15,15	20,15	35,21	50,14	40,45

Hãy điền tiếp các giá trị vào bảng sau:

Đường kính (mm)	10	5	2	1	0,5
Tổng hàm lượng phần trăm lọt sàng					

## 14.7. PHƯƠNG PHÁP NÉN MỘT TRỤC KHÔNG NỞ HÔNG

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 14.7.1. Khái niệm về tính nén lún

Khi đất chịu tác dụng của tải trọng nén mà không có khả năng nở hông, độ lỗ rỗng của đất giảm đi và đất bị nén lún. Nếu đất bão hòa nước, đồng thời với sự giảm độ lỗ rỗng nước chứa trong lỗ rỗng bị thoát ra ngoài. Như vậy, quá trình nén lún của đất dưới tải trọng nén chính là quá trình giảm thể tích lỗ rỗng trong đất cùng với quá trình thoát nước chứa trong lỗ rỗng ra ngoài và quá trình này được gọi là quá trình cố kết. Khi nghiên cứu tính nén lún của đất, hai vấn đề cơ bản được xem xét là sự phù hợp của biến dạng lún vào tải trọng tác dụng và sự phụ thuộc của biến dạng lún theo thời gian tác dụng của tải trọng không đổi.

#### 14.7.2. Ý nghĩa sử dụng

Từ thí nghiệm nén một trục không nở hông, có thể xác định được các chỉ tiêu nén lún đặc trưng cho tính nén lún phục vụ cho công tác tính lún, dự báo quá trình lún theo thời gian...

#### 14.7.3. Phương pháp xác định

- Thí nghiệm nén ở trong phòng xác định tính nén lún của đất thường được gọi là thí nghiệm cố kết (consolidation test) và được thực hiện trên thiết bị nén đặc biệt gọi là máy nén đất một trục không nở hông (oedometer). Mẫu đất thí nghiệm được đặt trong dao vòng kim loại không cho phép đất nở hông trong quá trình gia tải thí nghiệm. Độ cao của dao vòng thường trong khoảng 2 cm ÷ 4 cm, không nên nhỏ hơn 2 cm để tránh ảnh hưởng của vùng phá hoại tạo ra khi gia công mẫu đất trong dao vòng. Để giảm ma sát giữa đất và thành dao vòng, tỷ số giữa chiều cao và đường kính tiết diện của mẫu đất trong khoảng từ 1/3 đến 2/5. Theo

kinh nghiệm, khi tỷ lệ này bằng 2,5, lực ma sát có giá trị cỡ 8 % ÷ 10 % tải trọng tác dụng.

Tải trọng tác dụng lên mẫu thí nghiệm tăng theo từng bậc. Bậc tải tiếp theo chỉ tác dụng vào mẫu đất khi độ lún của mẫu tại cấp tải trọng trước đó đã ổn định. Thực tế thừa nhận rằng, độ lún được xem là ổn định khi đạt 0,01 mm trong 24 giờ. Bậc tải trọng tiếp theo thường gấp đôi bậc tải kể ngay trước nó. Ví dụ:

25 – 50 – 100 – 200 – 400 – 800 - .....kPa.

Tải trọng nén có thể tăng theo quy luật khác phụ thuộc vào mục đích nghiên cứu, ví dụ:

25 %P – 50 %P – 75 %P – 100 %P – 150 %P – 200 %P – 300 %P, P áp lực bản thân của đất.

Độ lún của mẫu đất dưới mỗi bậc tải trọng được đo bằng đồng hồ đo biến dạng với độ chính xác tới 0,01 mm trong những khoảng thời gian càng ngày càng thưa dần cho tới khi ổn định vì độ lún giảm dần theo thời gian.

- Là các đặc trưng về biến dạng của đất theo phương thẳng đứng, không có nở hông dưới tác dụng của lực pháp tuyến. Các đặc trưng nén lún một chiều của đất có thể xác định được bằng thí nghiệm nén trong phòng thí nghiệm gồm: hệ số nén lún, hệ số nén lún thể tích, chỉ số nén, chỉ số đàn hồi, môđun biến dạng không nở hông và hệ số cố kết trong từng khoảng áp lực nén.

- Các đặc trưng nén lún:

+ Hệ số nén lún của đất là tỷ số giữa biến thiên hệ số rỗng ( $\Delta e$ ) và biến thiên áp lực nén tác dụng tương ứng ( $\Delta p$ ), ký hiệu là  $a_v$ , biểu thị bằng mét vuông trên kiloNewton ( $m^2/kN$ ). Hệ số nén lún đặc trưng cho khả năng nén lún của đất. Giá trị này càng lớn thì khả năng bị nén lún nhiều;

+ Hệ số nén lún thể tích là đại lượng đặc trưng sự thay đổi thể tích của một đơn vị thể tích đất khi thay đổi một đơn vị áp lực nén, do sự cố kết dưới sự thay đổi của áp lực này, ký hiệu là  $m_v$ , biểu thị bằng mét vuông trên kiloNewton ( $m^2/kN$ );

+ Môđun biến dạng không nở hông là tỷ số giữa gia số áp lực nén ( $\Delta p$ ) và biến dạng tương đối của đất ( $\Delta h/h_0$ ), ký hiệu là  $E$ , biểu thị bằng kiloNewton trên mét vuông ( $kN/m^2$ ). Môđun biến dạng đặc trưng cho khả năng nén lún của đất. Giá trị này càng nhỏ thì khả năng bị nén lún nhiều;

+ Hệ số cố kết của đất là đặc trưng thời gian cố kết thấm của đất dưới tải trọng nén tác dụng, ký hiệu là  $C_v$ , biểu thị bằng mét vuông trên giây ( $m^2/s$ ). Chỉ tiêu này được sử dụng để đánh giá đặc điểm quá trình lún theo thời gian của đất và tính toán dự báo tiến trình lún theo thời gian của một lớp đất chịu nén.

+ Chỉ số nén lún là tang góc dốc của đường thẳng trên đường cong nén lún biểu thị quan hệ giữa hệ số rỗng  $e$  và logarit áp lực nén, ký hiệu là  $C_c$ ). Chỉ số nén lún đặc trưng cho khả năng nén lún của đất. Giá trị này càng lớn thì khả năng bị nén lún nhiều;

+ Áp lực tiền cố kết là áp lực tối đa mà lớp đất đã bị nén cố kết trong quá trình hình thành, ký hiệu là  $\sigma_c$ , biểu thị bằng kiloniuton trên mét vuông ( $\text{kN/m}^2$ ).

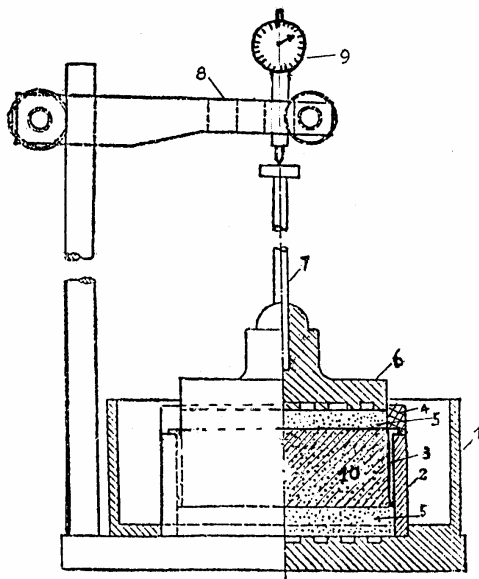
#### 14.7.4. Tiêu chuẩn tham khảo

- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4200:2012.
- ASTM D 2435; AASHTO T216; BS 1377-part 5.

#### 14.7.5. Thiết bị và thí nghiệm chính

##### 14.7.5.1. Máy nén

Để xác định tính nén lún của mẫu đất trong điều kiện không có nở hông, có thể dùng các loại máy nén khác nhau, nhưng phải bảo đảm các quy định trong tiêu chuẩn này.



- 1- Hộp ngoài;
- 2 - Vòng bảo vệ;
- 3 - Dao vòng chứa mẫu;
- 4 - Vòng chụp định hướng;
- 5 - Đá thấm nước;
- 6 - Tấm (mũ) đặt tải;
- 7 - Cọc dẫn đo lún;
- 8 - Giá lắp đồng hồ;
- 9 - Đồng hồ đo lún;
- 10 - Mẫu đất.

**Hình 14.2 - Hộp nén thiết bị nén lún một chiều - hộp nén**

Những bộ phận chủ yếu của máy nén bao gồm (Hình 14.2):

- Hộp nén;
- Bàn máy;
- Bộ phận tăng tải với hệ thống cánh tay đòn;
- Thiết bị đo biến dạng.



#### **14.7.5.2. Các dụng cụ khác**

- Thiết bị, dụng cụ thích hợp để làm bão hòa nước cho mẫu đất thí nghiệm (nên dùng bình bão hòa và máy hút chân không);
- Các cân có độ chính xác đến 0,01g; 0,1g và 1g;
- Dao cắt đất, dao gạt phẳng, muôi xúc đất, khay đựng đất;
- Dụng cụ ấn mẫu vào dao vòng;
- Tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ;
- Đồng hồ bấm giây và đồng hồ chỉ giờ;
- Nước sạch đã khử khoáng hoặc nước máy.
- Đồng hồ đo biến dạng có khắc vạch đến 0,01 mm.

Các dụng cụ để làm thí nghiệm lặp (song song) khi xác định độ ẩm, chỉ số dẻo và khối lượng thể tích hạt rắn.

### **B. PHẦN THỰC HÀNH**

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- Quy trình thí nghiệm: Lấy mẫu thí nghiệm. Lắp đặt mẫu, hộp nén vào máy nén. Cách hiệu chỉnh máy nén. Thời gian giữ tải với từng cấp áp lực.
- Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm: vẽ biểu đồ nén lún, tính toán các thông số đặc trưng nén lún.

#### **14.7.6. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm**

Đối với mẫu đất nguyên trạng, khi chuẩn bị mẫu thí nghiệm cần hạn chế đến mức thấp nhất sự tổn thất lượng nước do bốc hơi cũng như các va chạm.

Sau khi lấy mẫu vào dao vòng, phải gạt bằng mặt trên và mặt dưới theo mép dao. Những chỗ lõm trên mặt phải được lấp đầy bằng đất dư của mẫu (chú ý không lấy đất có lẫn sỏi sạn).

Lau sạch dao vòng có mẫu đất rồi cân nó trên cân với độ chính xác đến 0,01 g để xác định khối lượng thể tích và độ ẩm của đất trước khi nén.

Có thể chế bị mẫu đối với đất không nguyên trạng theo độ chặt và độ ẩm yêu cầu trước khi tiến hành thí nghiệm nén.

#### **14.7.7. Hiệu chỉnh thiết bị trước khi nén**

Trước khi thí nghiệm phải kiểm tra độ kín khít của hộp nén, độ bằng phẳng của bàn máy, sự cân bằng của bộ phận truyền tải. Trong quá trình thí nghiệm, máy phải được

giữ trong điều kiện yên tĩnh, không bị ảnh hưởng của các lực rung hoặc va đập; giá máy có thể đặt cố định ở nền hay ngàm chặt vào tường.

Mỗi chiếc máy nén phải có bản hiệu chỉnh biến dạng riêng. Mỗi năm, cần tiến hành hiệu chỉnh biến dạng của từng chiếc máy và các thông số của dao vòng ít nhất hai lần.

**GHI CHÚ:** Để hiệu chỉnh biến dạng của máy dưới tác dụng của các cấp áp lực nén, cần thay mẫu đất trong dao vòng bằng một mẫu chuẩn và đặt trên đó những miếng giấy thấm đã làm ướt, sau đó, tiến hành truyền áp lực theo các cấp giống như khi thí nghiệm đất. Mỗi cấp áp lực nén tác dụng được giữ nguyên trong 2 phút đến 3 phút hoặc cho đến khi kim đồng hồ đo biến dạng ổn định. Đối với mỗi chiếc máy cần tiến hành thử ít nhất ba lần; lấy giá trị trung bình cộng của các lần thử làm trị số hiệu chỉnh biến dạng riêng cho máy đó.

#### **14.7.8. Cách tiến hành**

Bước 1: Lắp mẫu vào hộp nén. Chú ý giấy thấm và tấm đá thấm đặt ở hai mặt mẫu đất cần phải được làm bão hòa trước khi lắp. Sau đó, đặt hộp nén vào vị trí sao cho đỉnh đầu bi của tấm nén tiếp xúc chính tâm với dầm trên của khung truyền tải.

Bước 2: Đặt hộp nén đã lắp xong mẫu lên bàn nén, cân bằng hệ thống tăng tải bằng đối trọng và đặt hộp đúng vào điểm truyền lực; lắp đồng hồ đo biến dạng và điều chỉnh kim đồng hồ đó về vị trí ban đầu hoặc về vị trí số "0".

Để các bộ phận của máy nén tiếp xúc tốt và hoạt động chính xác khi lắp dao vòng và đặt vào hộp nén, cần phải xoay để có sự tiếp xúc chặt nhất; trước khi thí nghiệm nên tác dụng lên mẫu đất một áp lực khoảng  $1 \text{ kN/m}^2$  và chỉnh kim đồng hồ biến dạng về vị trí ban đầu hoặc về vị trí "0".

Bước 3: Nếu cần làm bão hoà mẫu thì đổ nước theo ống dẫn qua đế hộp nén, cho thấm dần từ dưới lên và giữ trong khoảng thời gian không ít hơn 10 min đối với cát; 6 h đối với cát pha và sét pha có chỉ số dẻo  $I_p$  không lớn hơn 12; 12 h đối với sét pha có  $I_p$  lớn hơn 12 và sét có  $I_p$  không lớn hơn 22; 24 h đối với sét có  $I_p$  từ 22 đến 35; 48 h đối với sét có  $I_p$  lớn hơn 35.

Bước 4: Trong thời gian bão hoà, phải hãm không cho đất nở và theo dõi số đọc ở đồng hồ đo biến dạng. Nếu kim đồng hồ đo biến dạng dịch chuyển thì chứng tỏ mẫu bị nở; lúc đó phải chỉnh lại vít hãm để đưa kim trở lại vị trí ban đầu trước khi làm ẩm mẫu.

Dùng bông ướt phủ lên mẫu để khỏi bị khô. Nếu mẫu trong tự nhiên là bão hoà nước, thì đổ thêm nước cho ngập mẫu.

Bước 5: Tăng tải trọng và theo dõi biến dạng của mẫu

- Tăng tải trọng lên mẫu đất theo dự định.

+ Tải trọng cần thiết để tác dụng lên mẫu ở mỗi áp lực, được tính bằng Niuton (N) theo công thức sau:

$$P = \frac{\sigma \times F}{f} \quad (14.35)$$

Trong đó:

P là tải trọng cần thiết để tác dụng lên mẫu, tính bằng Niuton (N);

F là diện tích mẫu, tính bằng mét vuông ( $m^2$ );

$\sigma$  là ứng suất tác dụng lên mẫu, tính bằng Niuton trên mét vuông ( $N/m^2$ );

f là tỷ lệ cánh tay đòn của hệ thống truyền lực.

+ Cấp áp lực thí nghiệm đầu tiên với mẫu có kết cấu nguyên trạng được chọn phụ thuộc vào trạng thái của đất và độ sâu thể nằm của chúng. Đối với đất có kết cấu không nguyên trạng (chế bị) thì giá trị cấp tải trọng ban đầu được xác định trên cơ sở độ chặt và trạng thái của mẫu.

**GHI CHÚ:** *Phương pháp hợp lý nhất xác định trị tải trọng nén đầu tiên là căn cứ vào trạng thái đất thí nghiệm: giá trị áp lực nhỏ nhất phải gây ra biến dạng nén lún tức thời 0,01 mm.*

+ Cấp áp lực thí nghiệm lớn nhất được lựa chọn phụ thuộc vào tải trọng công trình và áp lực bản thân ở độ sâu lấy mẫu;

+ Thí nghiệm được tiến hành với từng cấp áp lực nén theo thứ tự từ nhỏ đến lớn. Thông thường, cấp sau lớn gấp hai lần cấp trước và số lượng cấp áp lực không nhỏ hơn 5 cho một mẫu nén.

**GHI CHÚ:**

- Trị số các cấp áp lực nén thí nghiệm được xác định theo tính chất của đất và yêu cầu thực tế của công trình trong từng trường hợp cụ thể..

- Đối với đất kết cấu kém chặt, hoặc trạng trạng thái dẻo chảy và chảy, sử dụng các cấp 12.5; 25; 50; 100 và 200 ( $kN/m^2$ )

- Đối với đất kết cấu chặt vừa, hoặc trạng thái dẻo mềm và dẻo cứng, sử dụng các cấp 25; 50; 100; 200 và 400 ( $kN/m^2$ );

- Đối với đất kết cấu chặt, hoặc trạng thái nửa cứng đến cứng, sử dụng các cấp 50; 100; 200; 400 và 800 ( $kN/m^2$ ).

- Theo dõi biến dạng nén trên đồng hồ biến dạng dưới mỗi cấp áp lực theo thời gian sau: 15 s; 30 s; 1 min; 2 min; 4 min; 8 min; 15 min; 30 min, 1 h; 2 h; 3 h; 6 h; 8h; 12 h và 24 h kể tính từ khi chắt tải. Đến khi mẫu đạt mức lún ổn định như quy

định. Thời gian theo dõi biến dạng nén ứng với từng cấp áp lực có thể được thay đổi cho phù hợp để sao cho đường cong lún theo thời gian là liên tục, thuận tiện cho việc xác định hệ số cố kết.

- Cấp áp lực nén tiếp theo được áp dụng khi độ lún của mẫu đất ở cấp áp lực nén trước đã ổn định.

#### GHI CHÚ:

- Mỗi cấp áp lực tác dụng lên mẫu được giữ cho đến khi đạt ổn định biến dạng nén (kết thúc giai đoạn cố kết sơ cấp). Mỗi cấp áp lực nén tác dụng lên mẫu được giữ nguyên trong 24 h, là thời gian để các loại đất bình thường đạt tới lún ổn định của giai đoạn cố kết thâm. Đối với sét có chỉ dẻo  $I_p > 30$  và sét mềm yếu thì biến dạng chỉ được coi là ổn định, nếu không vượt quá 0,01 mm trong 24 h.

- Để đẩy nhanh tốc độ thí nghiệm, quy trình nén nhanh có thể được áp dụng. Khi nén nhanh, giữ các cấp tải trọng đầu và trung gian trong 2 h; riêng cấp cuối được giữ đến ổn định, sau đó tiến hành hiệu chỉnh bằng phương pháp thích hợp. Phương pháp nén nhanh được phép dùng trong các trường hợp sau:

+ Đối với những công trình không quan trọng, không đòi hỏi phải xác định chính xác độ lún và được sự đồng ý của cơ quan thiết kế;

+ Đất có chỉ số dẻo  $I_p < 30$  và độ sệt  $I_s < 0,50$ ,

Bước 5: Sau khi đã đạt ổn định lún ở cấp cuối cùng thì thâm và hút hết nước trong hộp nén, dỡ tải trọng trên giá treo, nâng hệ thống truyền lực lên, lấy hộp nén ra, nhấc tấm truyền lực và đá thâm bên trên mẫu đất, sau đó lấy dao vòng có đất ra khỏi hộp nén.

Bước 6: Xác định khối lượng thể tích và độ ẩm của mẫu đất sau khi nén: dùng vải hoặc giấy thấm khô lau sạch nước; đem cân dao vòng có đất ẩm và đo thể tích của mẫu đất, sau đó sấy khô toàn bộ mẫu (gồm cả dao vòng, đất và giấy thấm); đem cân lại trên cân với độ chính xác tới 0,01 g để tìm khối lượng khô.

Bước 7. Nếu cần xác định biến dạng khôi phục của đất, phải đợi cho đến khi sự lún của mẫu đất dưới cấp áp lực nén đã ngừng hẳn mới bắt đầu dỡ tải lần lượt từng cấp cho đến cấp cuối cùng, và lấy số đọc trên đồng hồ đo biến dạng. Khi chỉ quan tâm đến biến dạng khôi phục cuối cùng, không nhất thiết phải dỡ tải lần lượt từng cấp; có thể dỡ mỗi lần hai cấp. Nếu có yêu cầu, có thể dỡ tải một cấp nào đó, rồi lại tăng tiếp, hoặc tăng và dỡ tải theo một số chu kỳ. Thời gian theo dõi biến dạng khôi phục của đất cát pha và sét pha được phép giảm bớt hai lần so với lúc tăng tải. Đối với đất sét thì tiêu chuẩn ổn định về biến dạng khôi phục cũng được lấy như biến dạng nén lún.

Bước 8: Sau khi đã dỡ hết cấp cuối cùng và biến dạng khôi phục đã ổn định, lấy dao vòng có đất ra khỏi máy nén. Thí nghiệm xong, phải kiểm tra và bôi trơn dầu mỡ tất cả các chi tiết của máy để chống gỉ.

### C. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU

#### 14.7.9. Biểu thị kết quả

a) *Tính toán các đặc trưng vật lý của đất*

- Tính toán độ ẩm tự nhiên của mẫu đất thí nghiệm,  $W_0$  (%);
- Tính toán khối lượng thể tích của mẫu đất ở độ ẩm tự nhiên,  $\gamma_w$  (g/cm<sup>3</sup>);
- Tính toán khối lượng thể tích khô ban đầu của mẫu đất,  $\gamma_d$  (g/cm<sup>3</sup>);
- Hệ số rỗng ban đầu của đất ( $e_0$ ) được tính theo công thức:

$$e_0 = \frac{\rho_s \times (1 + 0,01W_0)}{\gamma_0} - 1 \quad (14.36)$$

- Mức độ bão hoà nước trước khi thí nghiệm ( $G_0$ ) được tính bằng phần trăm, theo công thức:

$$G_0 = \frac{W_0 \times \rho}{e_0} \quad (14.37)$$

Trong đó:

- $e_0$  là hệ số rỗng ban đầu của đất, biểu thị chính xác đến 0,001;
- $G_0$  là mức độ bão hoà trước khi thí nghiệm, tính bằng phần trăm (%);
- $\rho_s$  là khối lượng thể tích hạt của đất, tính bằng gam trên centimét khối (g/cm<sup>3</sup>).

b) *Xác định biến dạng của mẫu ( $\Delta h_i$ ) trong quá trình thí nghiệm ở cấp tải trọng thứ i theo công thức*

$$\Delta h_i = h_i - h_0 - \Delta M_i \quad (14.38)$$

Trong đó:

- $\Delta h_i$  là biến dạng lún ổn định của mẫu đất ở cấp tải trọng thứ i, tính bằng milimét (mm);
- $\Delta M_i$  là biến dạng của máy ở cấp tải trọng thứ i, tính bằng milimét (mm);
- $h_0$  là biến dạng ban đầu ở đồng hồ đo biến dạng, tính bằng milimét (mm);
- $h_i$  là biến dạng lún ổn định ở cấp tải trọng thứ i được đọc ở trên đồng hồ đo lún khi đã ổn định biến dạng nén của mẫu đất, tính bằng milimét (mm).

Trong trường hợp sử dụng phương pháp nén nhanh thì phải tính biến dạng ( $\Delta h_i$ ) của mẫu đất dưới tác dụng của cấp áp lực nén đầu tiên và các cấp áp lực trung gian sau 2 h về lượng lún ổn định gần đúng sau 24 h, theo công thức (14.39):

$$\Delta h_i' = K \times \Delta h_i \quad (14.39)$$

Trong đó:

$\Delta h_i'$  là biến dạng lún của mẫu đất dưới cấp áp lực đầu tiên hoặc dưới cấp áp lực trung gian nào đó đã được hiệu chỉnh về lượng lún ổn định gần đúng sau 24 h, tính bằng milimét (mm);

$\Delta h_i$  là lượng lún của mẫu đất dưới cấp áp lực đầu tiên hoặc dưới cấp áp lực trung gian nào đó, sau 2 giờ đọc được trên đồng hồ đo lún và đã trừ lượng biến dạng của máy dưới cấp áp lực đang xét, tính bằng milimét (mm);

K là hệ số điều chỉnh, tính được theo công thức sau:

$$K = \frac{\Delta h'_c}{\Delta h_c} \quad (14.40)$$

Trong đó:

$\Delta h_c$  là lượng lún của mẫu đất dưới cấp áp lực cuối cùng sau 2 h đọc được trên đồng hồ đo lún và đã trừ lượng biến dạng của máy dưới cấp áp lực này, tính bằng milimét (mm);

$\Delta h'_c$  là lượng lún ổn định (sau 24 h) của mẫu đất cũng dưới áp lực cuối cùng đọc được trên đồng hồ đo lún và đã trừ lượng biến dạng của máy dưới cấp áp lực này, tính bằng milimét (mm).

c) *Tính toán sự thay đổi của hệ số rỗng ( $\Delta e_i$ ) đối với mỗi áp lực theo công thức*

$$\Delta e_i = \frac{\Delta h_i}{h_0} (1 + e_0) \quad (14.41)$$

và hệ số rỗng ( $e_i$ ) ứng với cấp áp lực đó theo công thức:

$$e_i = e_0 - \Delta e_i \quad (14.42)$$

Trong đó:

$h_0$  là chiều cao mẫu đất trước khi thí nghiệm (bằng chiều cao dao vòng nén), tính bằng milimét (mm);

$e_i$  là hệ số rỗng của đất ứng với cấp áp lực thứ i, biểu thị chính xác đến 0,001;  $\Delta e_i$  là lượng biến đổi (giảm) hệ số rỗng ứng với cấp áp lực thứ i, biểu thị chính xác đến 0,001;

*d) Vẽ đường nén lún*

Lập liên hệ giữa sự biến đổi trị hệ số rỗng ( $e$ ) và áp lực nén ( $\sigma$ ) được gọi là đường nén lún (tham khảo Hình 14.3a. Trục tung biểu thị hệ số rỗng, trục hoành biểu thị áp lực nén, tính bằng kiloniuton trên mét vuông ( $\text{kN/m}^2$ ).

*e) Xác định hệ số nén lún ( $a$ ) được tính bằng mét vuông trên kiloniuton ( $\text{m}^2/\text{kN}$ ) theo công thức*

$$a_{i-1,i} = \frac{e_{i-1} - e_i}{\sigma_i - \sigma_{i-1}} \quad (14.43)$$

Trong đó:

$e_{i-1}$  là hệ số rỗng ở cấp tải trọng thứ  $(i - 1)$ ;

$e_i$  là hệ số rỗng ở cấp tải trọng thứ  $i$ ;

$\sigma_{i-1}$  là áp lực nén thẳng đứng cấp thứ  $(i - 1)$ , tính bằng kiloniuton trên mét vuông ( $\text{kN/m}^2$ );

$\sigma_i$  là áp lực nén thẳng đứng cấp thứ  $i$ , tính bằng kiloniuton trên mét vuông ( $\text{kN/m}^2$ ).

*f) Xác định hệ số nén thể tích của đất ( $m_v$ ) được tính bằng mét vuông trên Kiloniuton ( $\text{m}^2/\text{kN}$ ) theo công thức*

$$m_v = \frac{a}{1 + e_0} \quad (14.44)$$

*g) Xác định trị số môđun biến dạng không nở hông  $E_{i-1,i}$  theo kết quả thí nghiệm nén không nở hông được tính bằng kiloniuton trên mét vuông ( $\text{kN/m}^2$ ) theo công thức:*

$$E_{i-1,i} = \frac{1 + e_{i-1}}{a_{i-1,i}} \quad (14.45)$$

*h) Xác định chỉ số nén của đất ( $C_c$ ) ứng với phần đường thẳng của đường cong nén lún trên đồ thị hệ số rỗng và log áp lực nén, theo công thức:*

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log \sigma_2 - \log \sigma_1} = \frac{e_1 - e_2}{\log \frac{\sigma_2}{\sigma_1}} \quad (14.46)$$

Trong đó:

$e_1$  là hệ số rỗng ứng với cấp áp lực  $\sigma_1$ ;

$e_2$  là hệ số rỗng ứng với cấp áp lực  $\sigma_2$

$\log \sigma_1$  là logarit thập phân của trị số áp lực nén  $\sigma_1$ ;

$\log \sigma_2$  là logarit thập phân của trị số áp lực nén  $\sigma_2$ .

GHI CHÚ: Nếu có thí nghiệm dỡ tải, khi tính chỉ số nở (đàn hồi)  $C_r$  thì lấy trị số  $e_1$  và  $e_2$  ở trên nhánh đường cong nở (dỡ tải).

i) Xác định trị số của áp lực tiền cố kết đất nguyên trạng,  $\sigma_c$  tính bằng kiloniuton trên mét vuông ( $\text{kN/m}^2$ ) (nếu có yêu cầu). Để xác định áp lực tiền cố kết, vẽ đường cong quan hệ giữa hệ số rỗng ( $e$ ) và logarit áp lực nén ( $\log \sigma$ ) (thể hiện trên hình 14.3b). Trên đường cong này, đầu tiên tìm điểm 0 ở đoạn đầu, tại đó ứng với bán kính của đường cong  $e - \log \sigma$  là lớn nhất. Qua điểm 0, vẽ đường nằm ngang OA và đường tiếp tuyến OB của đường cong, rồi vẽ đường phân giác OD của góc AOB) Đường OD và đường kéo dài đoạn thẳng CF ở phần cuối đường quan hệ  $e - \log \sigma$  cắt nhau tại điểm E. Hoành độ của điểm E là  $\log \sigma_c$ , từ đó tính ra trị số của  $\sigma_c$  là áp lực tiền cố kết của đất.

k) Tính toán hệ số cố kết  $C_v$  ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) của đất

Hệ số cố kết  $C_v$  của đất được xác định theo công thức sau:

$$C_v = TH^2/t \quad (14.47)$$

Trong đó:

$C_v$  là hệ số cố kết của đất, tính bằng mét vuông trên giây ( $\text{m}^2/\text{s}$ );

T là hệ số thời gian, giá trị tùy thuộc vào mức độ cố kết U%:

$$T = 0,197 \text{ khi } U = 50 \%;$$

$$T = 0,848 \text{ khi } U = 90 \%.$$

H là chiều dài đường thấm, tính bằng mét (m);

t là thời gian cố kết tương ứng với mức độ cố kết U %.

Hai phương pháp thường được sử dụng để xác định là phương pháp Taylor hoặc phương pháp Casagrande.

- Phương pháp Taylor: Vẽ biểu đồ quan hệ Độ lún  $-\sqrt{t}$ . Trên biểu đồ xác định thời gian  $t_{90}$  là thời gian để đất cố kết tương ứng với  $U = 90 \%$ .

- Phương pháp Casagrande: Vẽ biểu đồ quan hệ Độ lún  $-\text{Log}(t)$ . Trên biểu đồ xác định thời gian  $t_{50}$  là thời gian để đất cố kết tương ứng với  $U = 50 \%$ .

l. Tính toán hệ số thấm của đất dưới mỗi cấp áp lực,  $K_p$  (m/s), theo công thức:

$$K_p = \frac{C_v \times \rho_n \times a}{1 + e_{ib}} \times 10 \quad (14.48)$$

Trong đó:

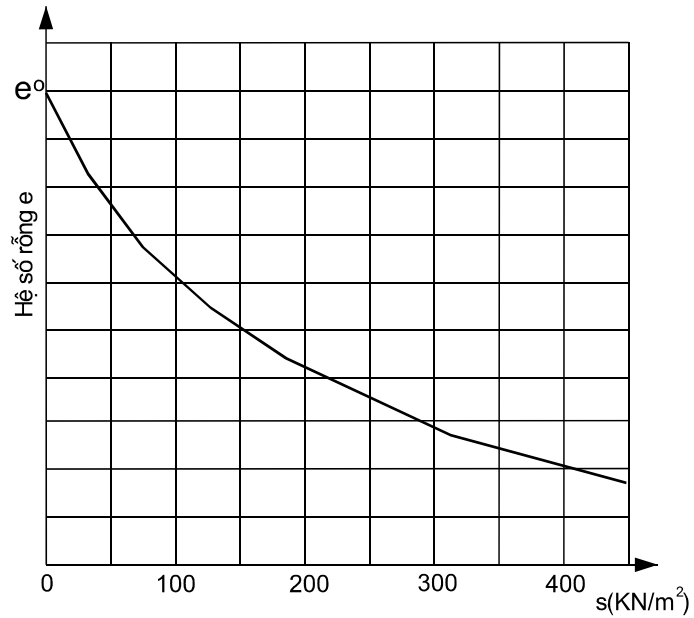
$\rho_n$  là khối lượng riêng của nước, lấy bằng  $1 \text{ g/cm}^3$ ;

$C_v$  là hệ số cố kết của đất ở cấp áp lực đang xét, tính bằng mét vuông trên giây ( $\text{m}^2/\text{s}$ );

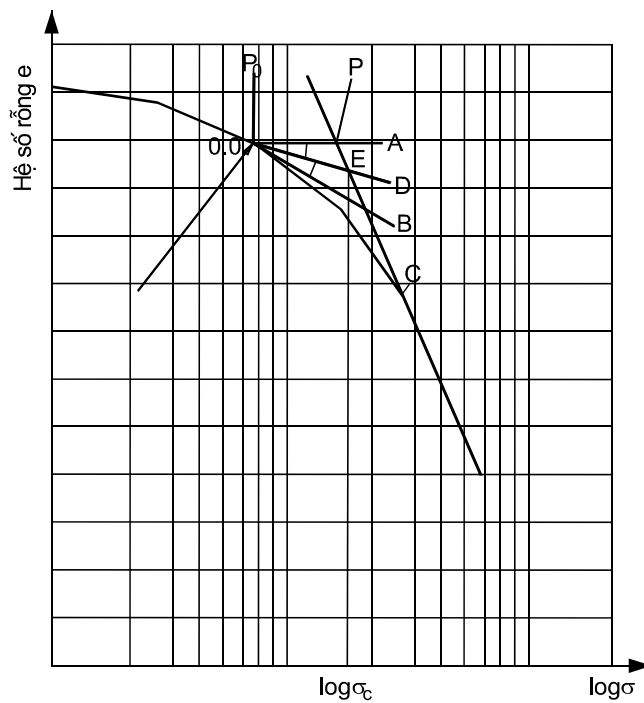


a là hệ số nén lún của đất trong khoảng áp lực thí nghiệm, tính bằng mét vuông trên kiloniuton ( $\text{m}^2/\text{kN}$ );

$e_{tb}$  là hệ số rỗng trung bình trong khoảng áp lực thí nghiệm; với  $e_{tb} = \frac{e_{i-1} + e_i}{2}$ .



**Hình 14.3a.** Đường cong quan hệ  $e - \sigma$



**Hình 14.3b.** Đường cong quan hệ  $e - \log \sigma$

### 14.7.10. Kết quả và mẫu biểu thí nghiệm

#### Biểu mẫu thí nghiệm nén một trục không nở hông

Công trình: .....

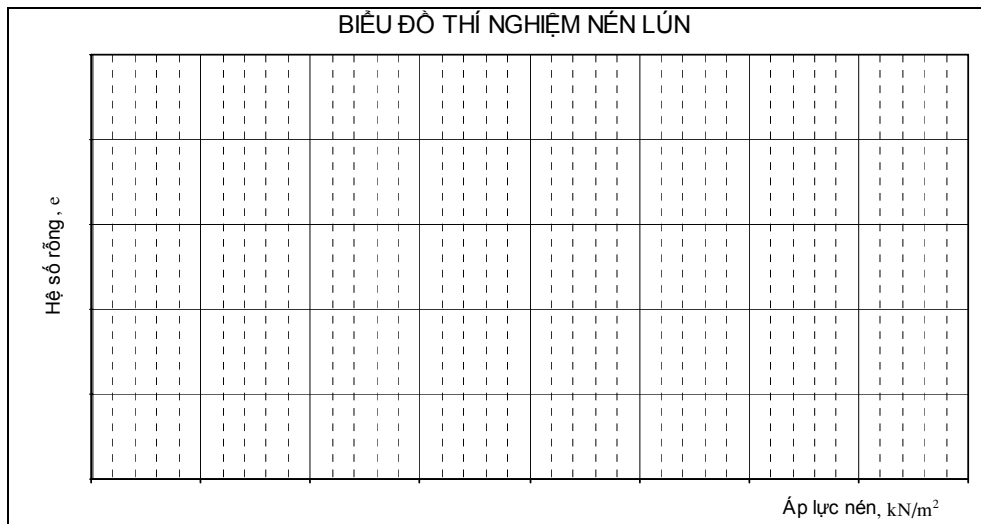
Hạng mục: .....

Số hiệu hồ khoan thăm dò: ..... độ sâu lấy mẫu: .....

Phương pháp thí nghiệm – Tiêu chuẩn thí nghiệm: .....

Số hiệu mẫu thí nghiệm: .....

Áp lực nén (kN/m <sup>2</sup> )	Lượng lún mẫu đất (đã trừ biến dạng của máy) $\Delta h_i$ (mm)	Lượng lún đơn vị $S_i = \frac{\Delta h_i}{h_0}$	Hệ số rỗng $e_i$	Hệ số nén lún a (m <sup>2</sup> /kN)	Chỉ số nén Cc	Hệ số cố kết Cv m <sup>2</sup> /s	Môđun biến dạng E (kN/m <sup>2</sup> )	Hệ số thấm K m/s
0								
25								
50								
100								
200								
400								
800								



Hà Nội, ngày tháng năm 20,..

**Giám sát thí nghiệm   Người thí nghiệm   Người kiểm tra   Phòng LAS... Cơ quan duyệt**

### 14.7.11. Bài tính toán kết quả mẫu

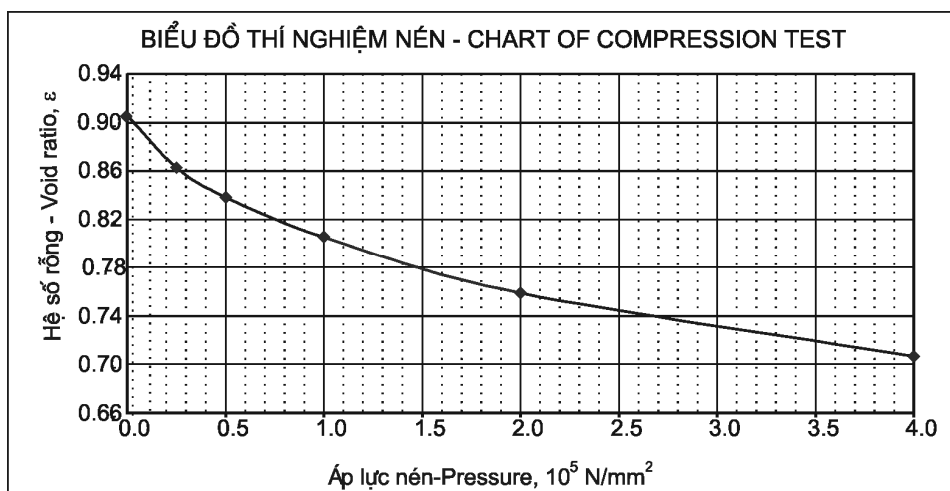
Kết quả thí nghiệm nén một trục không nở hông của một mẫu đất:

- Độ ẩm tự nhiên: 30,1 %;
- Khối lượng thể tích tự nhiên: 1,85 g/cm<sup>3</sup>;
- Khối lượng thể tích hạt: 2,71 g/cm<sup>3</sup>;
- Đồng hồ đo lún có độ chính xác 0,01mm;
- Chiều cao dao vòng nén ban đầu: 20 mm.

Cấp áp lực nén, kN/m <sup>2</sup>	25	50	100	200	400
Biến dạng lún sau 24 h (vạch)	48	76	112	164	223
Biến dạng lún của máy nén (vạch)	3	5	7	10	14

Kết quả tính toán như sau:

Thí nghiệm nén - Compression Test						
Áp lực nén Normal pressure (10 <sup>5</sup> Pa)	Độ lún tại P <sub>n</sub> , Settlement	Chiều cao, Hight	Hệ số rỗng, Void ratio	Hệ số nén lún, Coefficient of Compression	Chỉ số nén, Compression Index	MĐ BD không nở hông
$\sigma$	$\Delta h$ (mm)	h (mm)	$\varepsilon_n = \varepsilon_o - \frac{\Delta \varepsilon_n}{\Delta \varepsilon_n}$	$a_v (10^5 \frac{m^2}{N})$	$C_c$	E (10 <sup>5</sup> N/m <sup>2</sup> )
0,000	0,000	20,000	0,906			
0,250	0,450	19,550	0,863	0,172	0,013	11,08
0,500	0,710	19,290	0,838	0,100	0,083	18,63
1,000	1,050	18,950	0,806	0,064	0,106	28,72
2,000	1,540	18,460	0,759	0,047	0,156	38,43
4,000	2,090	17,910	0,707	0,026	0,173	67,65



\* Cách tính cho một cấp áp lực như sau:

- Độ lún của mẫu tại cấp 25 kN/m<sup>2</sup> =  $\Delta h_i = (48 - 3) \times 0,01 = 0,45$  mm;

- Chiều cao mẫu tại cấp áp lực 25 kN/m<sup>2</sup> = 20 mm – 0,45 mm = 19,55 mm;

- Hệ số rỗng tự nhiên  $e_0 = \frac{2,71}{1,85} - 1 = 0,906$ ;  
 $1 + 0,01.30,1$

- Sự thay đổi của hệ số rỗng ( $\Delta e_i$ ) với 25 kN/m<sup>2</sup> =  $\frac{0,45}{20} (1 + 0,906) = 0,043$ ;

- Hệ số rỗng tại cấp áp lực 25 kN/m<sup>2</sup> = 0,906 – 0,043 = 0,863.

Tính tương tự cho các cấp còn lại.

\* Tính hệ số nén lún  $a_{v(1,0-2,0)} = \frac{0,806 - 0,759}{2,0 - 1,0} = 0,047$ .

\* Tính mô đun biến dạng không nở hông  $E_{(1,0-2,0)} = \frac{1 + 0,806}{0,047} = 38,43$ .

#### D. CÂU HỎI KIỂM TRA

**Câu 1:** Theo TCVN 4200:2012 số lượng cấp áp lực nén thí nghiệm không ít hơn bao nhiêu (cấp)?

**Câu 2:** Trong thí nghiệm nén lún một trục không nở hông khi nén nhanh, các cấp tải trọng đầu và trung gian được giữ trong thời gian bao lâu?

**Câu 3:** Tải trọng nén ứng với cấp tải nén bằng 200 kN/m<sup>2</sup> lên mẫu đường kính 75 mm sẽ là bao nhiêu (kG)? (Biết tỷ lệ cánh tay đòn của máy nén là 1/11,04).

**Câu 4:** Tải trọng nén ứng với cấp tải nén bằng 400 kN/m<sup>2</sup> lên mẫu đường kính 50 mm sẽ là bao nhiêu (kG)? (Biết tỷ lệ cánh tay đòn của máy nén là 1/9,82).

**Câu 5:** Tính hệ số rỗng của mẫu đất, biết các chỉ tiêu sau:

- Khối lượng thể tích hạt là 2,72 g/cm<sup>3</sup>;

- Độ ẩm tự nhiên là 32,5 %;

- Khối lượng thể tích tự nhiên là 1,89 g/cm<sup>3</sup>.

**Câu 6:** Nêu các chỉ tiêu nhận được từ thí nghiệm nén lún một trục không nở hông.

**Câu 7:** Thí nghiệm nén một trục không nở hông một mẫu đất có kết quả thí nghiệm như sau:

- Biến dạng ổn định tại cấp áp lực  $\sigma = 200$  kN/m<sup>2</sup> là 300 vạch;

- Biến dạng máy tại cấp  $\sigma = 200$  kN/m<sup>2</sup> là 21 vạch;

- Độ chính xác của đồng hồ đo lún là 0,01 mm.

Vậy độ lún của mẫu đất tại cấp tải  $\sigma = 200 \text{ kN/m}^2$  sẽ là bao nhiêu?

**Câu 8:** Thí nghiệm nén một trục không nở hông một mẫu đất đo được:

- Độ lún cuối cùng tại cấp  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$  là 1,512 mm;

- Biết chiều cao mẫu ban đầu  $h_0 = 20 \text{ mm}$ ;

- Hệ số rỗng ban đầu  $e_0 = 0,651$ .

Sự thay đổi của hệ số rỗng  $\Delta e$  tại cấp tải trọng trên sẽ là bao nhiêu?

**Câu 9:** Thí nghiệm nén một trục không nở hông một mẫu đất đo được:

- Độ lún cuối cùng tại cấp  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$  là 1,512mm;

- Chiều cao mẫu ban đầu  $h_0 = 20 \text{ mm}$ ;

- Hệ số rỗng ban đầu  $e_0 = 0,651$ .

- Hệ số rỗng ứng với cấp áp lực sẽ là bao nhiêu?

**Câu 10:** Thí nghiệm nén một trục không nở hông một mẫu đất đo được:

- Độ lún cuối cùng tại cấp  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$  là 1,411 mm;

- Biết chiều cao mẫu ban đầu  $h_0 = 20 \text{ mm}$ ;

- Hệ số rỗng ban đầu  $e_0 = 0,761$ ;

- Hệ số rỗng ứng với cấp áp lực sẽ là bao nhiêu?

## 14.8. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH SỨC CHỐNG CẮT BẰNG THIẾT BỊ CẮT PHẪNG

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 14.8.1. Khái niệm

Sức chống cắt đặc trưng cho độ bền của đất loại cát và đất loại sét, nghĩa là đặc trưng cho khả năng của chúng chống lại sự phá vỡ. Sự phá vỡ được thể hiện ở chỗ: đất bị mất tính liên tục do kết quả chuyển dịch (trượt) một phần của nó theo một hoặc một vài mặt trượt, hay dọc theo một đới trượt (đới yếu). Sự phá vỡ bắt đầu xảy ra, khi ứng suất tiếp vượt quá sức chống lại ở bên trong.

Trong đất loại cát và đất hòn mảnh xốp khác, các lực chống trượt (chống phá vỡ bên trong) là lực ma sát, phát sinh khi trượt một phần đất trong trường hợp chuyển dịch qua lại của các hạt hợp thành đất. Bởi vì ma sát tác dụng ở bên trong đất, nên người ta quy ước gọi là ma sát trong. Trong đất dính (đất loại sét), ngoài ma sát ra lực bên trong còn có lực dính, nghĩa là lực của các liên kết kiến trúc giữa các hạt hoặc tập hợp hạt.

Như vậy, các thông số cơ bản đặc trưng cho sức chống cắt của đất là góc ma sát trong  $\varphi$  và lực dính  $C$ .

Để xác định các thông số cơ bản của sức kháng cắt của đất, có thể áp dụng phương pháp thí nghiệm trong phòng và ngoài trời. Một số thí nghiệm trong phòng thường được sử dụng như:

- + Cắt phẳng theo mặt cắt định trước. Chỉ tiêu thu được là góc ma sát trong  $\varphi$  và lực dính  $C$ ;

- + Nén một trục có nở hông. Chỉ tiêu thu được là sức kháng cắt không thoát nước  $C_u$ ;

- + Nén ba trục với các sơ đồ cắt nhau. Chỉ tiêu thu được là góc ma sát trong  $\varphi$  và lực dính  $C$  hoặc sức kháng cắt không thoát nước  $C_u$  tùy theo sơ đồ cắt.

- Ưu nhược điểm của phương pháp cắt trực tiếp so với phương pháp nén ba trục như sau:

*Ưu điểm:*

- Cả ứng suất cắt lẫn ứng suất pháp trên mặt trượt đo trực tiếp, các thông số của độ bền chống cắt dưới xác định đối với các ứng suất trực tiếp này.

- Trong suốt thí nghiệm có khả năng duy trì một ứng suất pháp không đổi.

- Thí nghiệm dễ hơn cho đất không dính, như là cát và cuội thí nghiệm thoát nước cho loại đất như thế được tiến hành trong thời gian tương đối ngắn.

- Trong lúc thí nghiệm dễ dàng đo được sự thay đổi thể tích.

- Dùng hộp cắt bảo quản ngược có khả năng tiến hành thí nghiệm bao hàm các chuyển vị lớn như thí nghiệm độ bền dư cho đất sét.

*Nhược điểm:*

- Giả thiết ứng suất cắt phân bố đều trên mặt trượt, không phù hợp với thực tế.

- Không có khả năng giám sát sự thoát nước từ mẫu hoặc do áp lực nước lỗ rỗng ở bên trong mẫu. Do vậy chỉ có thể đo ứng suất tổng, trừ khi tốc độ cắt được khống chế đủ chậm để đảm bảo không làm tăng áp lực nước lỗ rỗng, như ở trong đất không dính.

- Ứng suất pháp không thể thay đổi dễ dàng.

- Quy định trước mặt trượt (mặt cắt) là không khách quan.

#### **14.8.2. Ý nghĩa sử dụng**

Các thông số sức kháng cắt của đất được sử dụng trong việc tính toán sức chịu tải của nền đất, của cọc, tính ổn định thành hố đào, mái dốc...; sử dụng trong lập biện pháp thi công hố móng, san lấp nền đê, đường.... và sử dụng trong tính toán của các phần mềm Geoslop, Plaxic...

### 14.8.3. Các phương pháp xác định

#### a) Các sơ đồ thí nghiệm

Sức chống cắt của đất phụ thuộc nhiều vào chế độ thí nghiệm và trước hết là phương pháp chuẩn bị, phương pháp tiến hành và điều kiện thoát nước của đất. Tùy theo tương quan giữa tốc độ truyền lực nén và lực cắt, cùng điều kiện thoát nước của mẫu đất khi thí nghiệm, có thể có các sơ đồ thí nghiệm như sau:

- Thí nghiệm không thoát nước – không cố kết: được gọi là thí nghiệm cắt nhanh không cố kết. Trong thí nghiệm này, lực cắt tác dụng trước khi mẫu đất được cố kết dưới tải trọng pháp P và lực cắt được tác dụng nhanh sao cho nước lỗ rỗng không có khả năng thoát ra trong quá trình thí nghiệm. Thí nghiệm này tương tự như thí nghiệm 3 trục không cố kết – không thoát nước.

- Thí nghiệm cố kết – không thoát nước: Trong thí nghiệm này, lực cắt chỉ tác dụng sau khi mẫu đất được cố kết hoàn toàn dưới tải trọng pháp P và lực cắt được tác dụng nhanh sao cho nước lỗ rỗng không có khả năng thoát ra trong quá trình thí nghiệm. Thí nghiệm này có liên quan với thí nghiệm 3 trục cố kết – không thoát nước.

- Thí nghiệm cố kết – thoát nước: Trong thí nghiệm này, lực cắt chỉ tác dụng sau khi mẫu đất được cố kết hoàn toàn dưới tải trọng pháp P và lực cắt sau đó được tác dụng đủ chậm để không có sự tăng áp lực lỗ rỗng trong mẫu. Thí nghiệm này tương tự như thí nghiệm ba trục cố kết – thoát nước.

Với đất rời, 3 sơ đồ trên đều cho cùng một kết quả dù đất bão hòa hay không và với tốc độ cắt không quá nhanh. Với đất dính, các thông số sức kháng cắt bị ảnh hưởng đáng kể bởi phương pháp thí nghiệm và mức độ bão hòa

#### b) Phương pháp xác định

Phương pháp thí nghiệm cắt phẳng (còn gọi là thí nghiệm cắt trực tiếp) ở dụng cụ cắt là xác định sức chống trượt của đất ở điều kiện lý tưởng nghĩa là mặt phá hoại (mặt trượt) của nó bắt buộc xảy ra theo một mặt định trước. Trên mặt này, có hai lực (ứng suất) tác dụng: ứng suất pháp ( $\sigma$ ) và ứng suất cắt ( $\tau$ ). Các ứng suất này được tính toán như sau:

$$\sigma = P/F$$

$$\tau = Q/F$$

Trong đó:

P, Q lần lượt là lực pháp tuyến và lực tiếp tuyến với mặt cắt;

F là diện tích mặt cắt ngang của mẫu (hoặc hộp cắt).

Quan hệ giữa sức chống cắt  $\tau$  và áp lực  $\sigma$  trên mặt phẳng cắt được biểu diễn bằng phương trình  $\tau = \sigma \tan \varphi + C$  ( $\varphi$ , C là góc ma sát trong và lực dính). Để xác định giá trị

góc  $\tau$  và C của đất, cần phải tiến hành xác định  $\tau$  ứng với ít nhất là 3 trị số khác nhau của  $\sigma$  đối với cùng một phương pháp thí nghiệm.

Trị số của các cấp áp lực nén thẳng đứng áp dụng khi thí nghiệm cắt, cần được lựa chọn sao cho phù hợp với cấu trúc và trạng thái của đất, tải trọng công trình và khả năng vận hành an toàn của thiết bị khi cắt mẫu dưới áp lực nén lớn nhất.

**CHÚ THÍCH:**

1) Giá trị nén nhỏ nhất nên xuất phát từ trạng thái của đất: lấy bằng trị số tải trọng bắt đầu gây ra biến dạng tức thời của mẫu thí nghiệm 0,01 mm.

2) Giá trị áp lực nén lớn nhất tác dụng lên mẫu đất đối với sơ đồ cắt nhanh không nén trước phải bảo đảm không làm đất bị phá hoại kết cấu và phòi ra ngoài qua khe hở giữa hai phần của hộp cắt. Giá trị này phụ thuộc vào trạng thái của đất: đối với đất yếu, thường chỉ từ 100 kPa đến 200 kPa; đối với đất dẻo cứng, nửa cứng, từ 200 kPa đến 300 kPa; đối với đất cứng: 300 kPa đến 400 kPa, có thể đến 600 kPa.

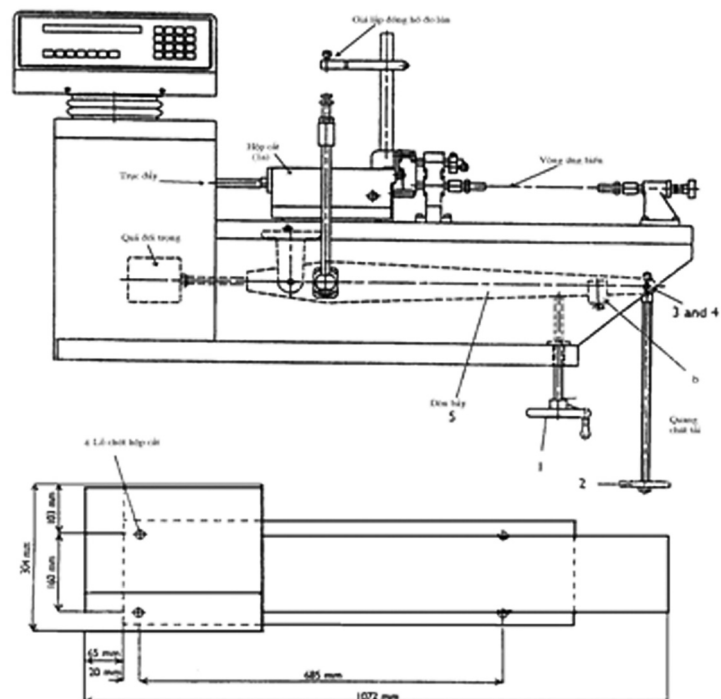
**14.8.4. Các tiêu chuẩn áp dụng**

- Tiêu chuẩn TCVN 4199:2012.
- Tiêu chuẩn ASTM D 3080, BS 1377:1990: Part 5.

**14.8.5. Dụng cụ và vật liệu thí nghiệm chính**

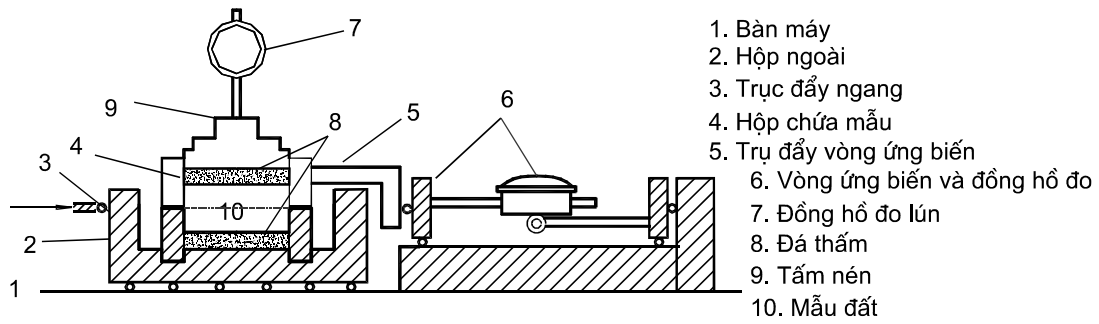
- Những bộ phận chủ yếu của máy cắt bao gồm: hộp cắt, cơ cấu gia tải áp lực nén, cơ cấu gia tải cắt và dụng cụ đo chuyển vị.

- Các máy cắt phẳng được chia làm hai loại theo cách tăng lực cắt, xem Hình 14.4 và Hình 14.5.

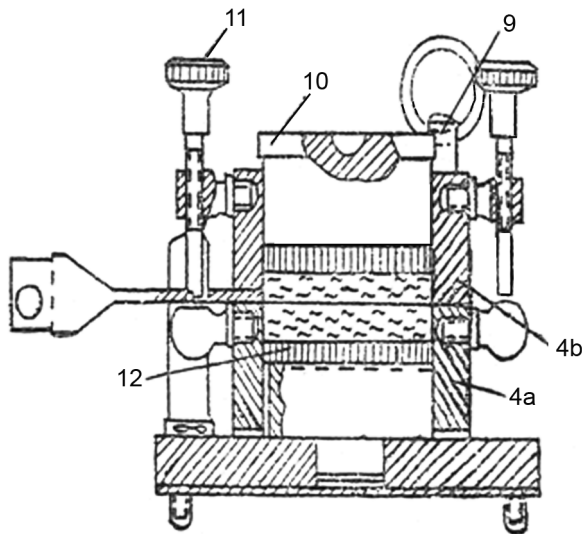


**Hình 14.4a.** Dạng chung của thiết bị  
 1. Vít hãm bằng tay; 2. Giá đỡ tải; 3. Móc;  
 4. Móc tải; 5. Đòn bẩy; 6. Vi chỉnh tải



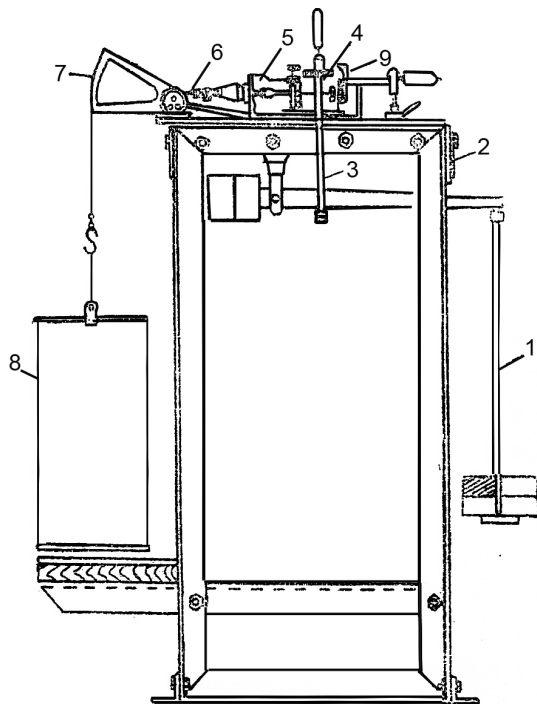


**Hình 14.4b** - Sơ họa máy cắt phẳng, kiểu ứng biến



**Hình 14.5** - Sơ họa máy cắt phẳng, kiểu ứng lực

1. Quang treo chất tải;
2. Bộ máy;
3. Khung gia tải;
- 4a. Phần dưới không di động;
- 4b. Phần trên di động;
5. Hộp ngoài;
6. Dây kéo;
7. Bánh đai hai cấp;
8. Thùng chất tải;
9. Chốt;
10. Tấm nén đục lỗ;
11. Vít nâng;
12. Đá thấm hoặc bàn kim loại.



+ Máy cắt ứng lực: lực cắt tác dụng trực tiếp và được tăng thành từng cấp (việc tăng tải có thể dùng trọng lượng nước hoặc quả cân);

+ Máy cắt ứng biến: lực cắt tác động gián tiếp và được tăng liên tục theo tốc độ cho trước. Lực cắt được xác định thông qua biến dạng của vòng ứng biến.

- Bộ phận tác dụng lực nén thẳng đứng lên mẫu gồm: tấm nén, khung truyền tải, hệ thống đòn bẩy, quang chất tải và các quả cân có khối lượng chuẩn. Biến dạng lún của mẫu đất dưới tác dụng của áp lực nén được đo bởi đồng hồ đo chuyển vị có độ chính xác đến 0,01 mm, được lắp đặt thẳng đứng lên đỉnh cọc dẫn ở chính tâm tấm nén.

*GHI CHÚ: Quả cân dùng để tăng lực nén thẳng đứng phải có các cấp áp lực nhỏ: 10 kPa, 25 kPa, 50 kPa và với loại cắt ứng lực cần phải có nhiều quả cân 50 g, 100 g và 200 g.*

- Bộ phận gây lực cắt, có trục đẩy ngang tác dụng vào một phía của hộp ngoài (hộp công tác), được cơ giới hóa có khả năng tạo ra lực đẩy ngang tác dụng lên mẫu thí nghiệm đang bị nén dưới áp lực thẳng đứng, có thể tạo được những tốc độ chuyển dịch ngang khác nhau của thớt cắt, qua đó có thể chọn được tốc độ cắt phù hợp với phương pháp thí nghiệm. Độ dịch chuyển ngang của thớt cắt được đo bởi chuyển vị kế đo, có số đọc chính xác đến 0,01 mm, được lắp đặt ở vị trí thích hợp.

**GHI CHÚ:**

*1) Vòng ứng biến phải đảm bảo đàn hồi tuyệt đối dưới tác dụng của lực nén ít nhất là gấp 1,5 lần lực cắt lớn nhất tác dụng lên mẫu. Khi cắt đất yếu, phải dùng vòng đo ứng biến có độ biến dạng đàn hồi tốt trong khoảng áp lực từ 0,5 kPa đến 300 kPa.*

*2) Phải đảm bảo đường thẳng qua tâm của trục đẩy ngang, đường kính tiết diện cắt của mẫu thí nghiệm và trục đường kính đối xứng của vòng ứng biến cùng nằm trên một đường thẳng nằm ngang. Chuyển vị kế dùng để đo biến dạng của vòng ứng biến, cũng phải được lắp đặt nằm trên trục đường kính của vòng.*

- Máy dùng để nén trước cần có thiết bị cánh tay đòn, đảm bảo để lực được đặt ở chính tâm của mẫu trong hộp nén. Máy phải có các bộ phận để nén mẫu bão hòa nước (trong trạng thái ngập nước) và nén ở độ ẩm tự nhiên hoặc độ ẩm cho trước, đo được biến dạng nén của mẫu. Máy nén cần phải có hộp để làm bão hòa nước cho mẫu đất và vít hãm để loại trừ khả năng trương nở của đất trong quá trình bão hòa mẫu.

- Các thiết bị, dụng cụ khác:

+ Dao vòng lấy mẫu thí nghiệm được làm bằng kim loại cứng không gỉ, xoa nhẵn bề mặt, vát sắc mép ngoài ở một đầu. Dao vòng có tiết diện hình tròn (hoặc hình

vuông), có chiều cao lớn hơn kích thước hạt lớn nhất của đất ít nhất là 10 lần, tỷ số giữa chiều cao và đường kính tiết diện của mẫu đất trong khoảng từ 1/3 đến 2/5;

+ Cân kỹ thuật các loại có độ chính xác 0,01 g; 0,1 g; 1 g; và 5 g.

## B. PHẦN THỰC HÀNH

Quy trình thí nghiệm theo sơ đồ cắt nhanh không cố kết, không thoát nước

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- Quy trình thí nghiệm: Lấy mẫu thí nghiệm, lắp đặt mẫu trên máy, cách tăng tải, cách nhận biết thời điểm mẫu bị phá hoại khi cắt.

- Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm: vẽ biểu đồ cắt, xác định góc ma sát trong và lực dính

### 14.8.6. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

- Mẫu thí nghiệm được chuẩn bị từ mẫu đất kết cấu nguyên trạng, có độ ẩm bão hòa hoặc chưa bão hòa, hoặc mẫu chế bị có độ ẩm và độ chặt theo yêu cầu, tùy theo mục đích sử dụng đất làm nền công trình hoặc đắp công trình.

- Chuẩn bị mẫu thí nghiệm của đất dính từ mẫu nguyên trạng

+ Các mẫu thử được chuẩn bị bằng cách cắt từ mẫu đất nguyên trạng ra từng khối và lấy vào 3 đến 4 dao vòng cắt theo phương pháp xác định khối lượng thể tích bằng dao vòng.

+ Nếu có yêu cầu thí nghiệm cắt với đất ở độ ẩm bão hòa, thì lấy thêm 3 mẫu đến 4 mẫu nữa rồi làm bão hòa nước cho tất cả các mẫu đất này trước khi tiến hành cắt mẫu và phải đảm bảo kìm hãm hoàn toàn sự trương nở của đất trong quá trình làm bão hòa mẫu.

Đặt tất cả các mẫu đất đã được chuẩn bị vào bình giữ ẩm, để giữ ẩm cho đất trong khi chờ đợi thí nghiệm.

- Chuẩn bị mẫu thí nghiệm đất dính từ mẫu bị phá hủy kết cấu: với đất không nguyên trạng thì cần phải chế bị lại mẫu với độ chặt và độ ẩm yêu cầu (tham khảo cách chế bị trong tiêu chuẩn thí nghiệm cắt hiện hành).

### 14.8.7. Hiệu chuẩn thiết bị, dụng cụ thí nghiệm trước khi thí nghiệm

- Chuẩn bị dao vòng thí nghiệm: kiểm tra lại kích thước và khối lượng dao vòng;
- Súc, rửa sạch các tấm đá xốp; phải đảm bảo các tấm đá xốp không bị nứt mẻ và thấm nước tốt;
- Hiệu chuẩn bàn (bệ) máy: phải đảm bảo mặt bàn máy bằng phẳng, nằm ngang;

d) Kiểm tra và hiệu chuẩn hệ thống tạo áp lực thẳng đứng; phải đảm bảo áp lực nén tác dụng thẳng đứng và phân bố đều lên bề mặt mẫu đất; các quả cân chất tải chuẩn khối lượng theo chế tạo; áp lực nén không sai số quá 1 % trị số áp lực yêu cầu;

e) Kiểm tra và hiệu chuẩn hệ thống tạo áp lực đẩy ngang (cắt); phải đảm bảo trục đẩy nằm ngang, đường thẳng dọc theo tâm trục trùng với đường kính của tiết diện cắt và đường kính của vòng ứng biến. Trục đẩy ngang vận hành êm, không rung động. Vòng ứng biến đàn hồi tuyệt đối và đang trong thời gian bảo hành kiểm định định kỳ.

*CHÚ THÍCH: Thông thường, mỗi năm cần kiểm định, hiệu chỉnh vòng ứng biến một lần. Sau khi đã được hiệu chỉnh, tuyệt đối không được làm xê dịch các cặp khóa ở hai đầu vòng. Nếu có nghi ngờ đột xuất vòng ứng biến không đảm bảo chất lượng, thì có thể hiệu chỉnh kiểm tra theo chỉ dẫn ở phụ lục của tiêu chuẩn thí nghiệm hiện hành.*

g) Kiểm tra tổng thể thiết bị; phải đảm bảo vận hành thiết bị được suôn sẻ, các hàng bi trên bàn máy đều lăn trơn; các đồng hồ đo lún, đo dịch chuyển ngang và đo biến dạng của vòng ứng biến khi thí nghiệm đảm bảo đặt đúng vị trí và nhạy cảm. Với máy cắt ứng lực phải được kiểm tra: mức nằm ngang của máy, mức nằm ngang của dây cáp, điểm truyền lực ngang và mặt cắt, độ thẳng bằng và độ nhạy của các cánh tay đòn truyền lực đứng và lực ngang.

#### **14.8.8. Cách tiến hành thí nghiệm**

Bước 1: Lắp mẫu đất thí nghiệm vào hộp cắt theo trình tự:

a) Dùng mỡ bôi trơn bề mặt tiếp xúc giữa hai nửa hộp cắt, rồi lắp hộp cắt vào máy và cắm các chốt định vị sao cho hai nửa của hộp cắt chồng khớp với nhau;

b) Đặt một tấm đá xốp vào hộp cắt; đặt một tờ giấy không thấm nước hoặc nilon mỏng lên hai đầu mẫu đất ở trong dao vòng. Đặt dao vòng chứa mẫu đúng vào hộp cắt rồi ấn đẩy mẫu từ từ lọt đều vào hộp cắt cho đến sát đáy. Lấy dao vòng ra, đặt tấm đá xốp và tấm nén lên trên;

c) Đặt khung gia tải lên mũ của tấm nén. Đặt một quả cân khoảng 100 g lên quang chất tải làm cho tấm nén, mẫu đất và các tấm đá xốp tiếp xúc hoàn toàn với nhau;

d) Điều chỉnh bằng tay làm cho trục đẩy ngang, hộp công tác (hộp ngoài), trục đẩy vào vòng ứng biến tiếp xúc với nhau. Sau đó cố định các đồng hồ đo lún, đo dịch chuyển ngang và đo biến dạng vòng ứng biến ở vị trí phù hợp, rồi điều chỉnh kim các đồng hồ về số 0,

Bước 2: Cắt mẫu đất dưới áp lực nén cấp thứ nhất ( $\sigma_1$ ) đã được lựa chọn theo trình tự sau:

a) Nhẹ nhàng đặt quả cân vào thanh chất tải để tạo áp lực nén cấp đầu tiên  $\sigma_1$ , lấy ra quả cân 100 g đã đặt vào quang chất tải trước đó, rồi lập tức vặn đều các chốt định vị để nâng thẳng đứng nửa trên của hộp cắt để tạo khe hở nằm ngang giữa hai nửa hộp cắt cho đồng đều và không quá 1 mm; sau đó, rút các chốt định vị ra;

b) Lực cắt có thể được truyền lên mẫu đất thành từng cấp hoặc tăng liên tục.

Đối với máy cắt ứng biến, chọn tốc độ cắt phù hợp với từng loại đất và cắt mẫu cho đến khi kim đồng hồ đo biến dạng vòng ứng biến không tiến thêm nữa, hoặc quay ngược trở lại rõ rệt (biểu thị mẫu đất đã bị phá hủy cắt); nếu kim đồng hồ trên vòng ứng biến vẫn tiếp tục tăng, thì cắt mẫu cho đến khi dịch chuyển ngang (trượt) đạt tới điểm dịch chuyển cắt bằng khoảng 10 % đường kính tiết diện mẫu thì dừng;

Đối với máy cắt ứng lực, cứ cách 15 giây đến 20 giây tăng lực cắt một lần sao cho quá trình cắt kết thúc trong khoảng từ 4 phút đến 5 phút. Lúc đầu tăng lực cắt mỗi lần bằng 7 % đến 10 % áp lực thẳng đứng, khi biến dạng ngang do một cấp nào đó lớn gấp 1,5 lần đến 2,0 lần đo cấp trước thì chỉ tăng 4 % đến 6 % áp lực thẳng đứng.

*CHÚ THÍCH: Trường hợp vận hành trực đẩy ngang gây lực cắt, đối với mẫu đất có đường kính tiết diện từ 60 mm đến 80 mm, bằng quay tay, phải quay đều tay với tốc độ đều trong khoảng từ 8 giây đến 12 giây/vòng, để làm cho mẫu đất bị phá hủy cắt trong vòng 4 phút đến 5 phút. Trong quá trình cắt mẫu, ghi số đọc trên các đồng hồ đo biến dạng vòng ứng biến, đo lún ứng với mỗi vòng quay, cho đến khi mẫu đất bị phá hủy cắt.*

c) Thao tác đảo ngược hướng chuyển động của trục đẩy ngang để đưa trục đẩy ngang và hộp công tác trở lại về vị trí ban đầu;

d) Hút ra hết nước trong hộp công tác (nếu có), rồi dỡ tải trọng đứng; sau đó, nhấc hộp cắt ra ngoài, tháo lấy mẫu đất ra, rồi lấy ở vùng mặt cắt hai lượng đất đại biểu để xác định độ ẩm của đất sau khi cắt (nếu cần).

*CHÚ THÍCH: Đối với đất dính, nếu yêu cầu cắt đất ở trạng thái bão hòa nước, thì phải làm bão hòa nước cho mẫu thí nghiệm (cần đảm bảo kìm hãm hoàn toàn sự trương nở của mẫu đất); và sau khi lắp mẫu vào hộp cắt, tăng áp lực thẳng đứng, thì phải đổ nước sạch đã khử khoáng hoặc nước máy vào hộp công tác cho đến gần ngang bề mặt mẫu đất trong hộp cắt rồi mới tiến hành cắt mẫu.*

Bước 3: Lặp lại các thao tác trên để cắt các mẫu thí nghiệm khác dưới những cấp áp lực thẳng đứng thứ hai ( $\sigma_2$ ), thứ ba ( $\sigma_3$ ) và thứ tư ( $\sigma_4$ ) đã được lựa chọn.

*CHÚ THÍCH: Đối với đất rời, sau khi chế bị mẫu trong hộp cắt, thì tiến hành cắt mẫu tương tự như đối với đất dính.*

## C. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU

### 14.8.9. Biểu thị kết quả

- Áp lực thẳng đứng được xác định theo công thức:

$$\sigma = \frac{P}{F} \quad (14.49)$$

Trong đó:

$\sigma$  là áp lực thẳng đứng tác dụng lên mẫu, tính bằng kilopascal (kPa);

$P$  là lực pháp tuyến tác dụng lên mẫu, tính bằng kiloniuton (kN);

$F$  là tiết diện của mẫu thí nghiệm, tính bằng mét vuông ( $m^2$ ).

- Xác định ứng suất cắt ( $\tau$ ) của đất sinh ra trong quá trình đất bị cắt dưới áp lực nén thẳng đứng  $\sigma$

- Với máy cắt ứng biến: ứng suất cắt ( $\tau$ ) của đất tính theo công thức:

$$\tau = \frac{C_r \cdot R}{F} \quad (14.50)$$

Trong đó:

$\tau$  là ứng suất cắt của đất, tính bằng kilopascal (kPa);

$R$  là số đọc của đồng hồ đo biến dạng trên vòng ứng biến khi cắt;

$C_r$  là hệ số của vòng ứng biến, tính bằng kiloniuton (kN);

$F$  là tiết diện của mẫu thí nghiệm, tính bằng mét vuông ( $m^2$ ).

- Với máy cắt ứng lực: ứng suất cắt ( $\tau$ ) của đất tính theo công thức:

$$\tau = \frac{\sum Q_0}{\alpha \cdot F} \quad (14.51)$$

Trong đó:

$\sum Q_0$  là tổng lực cắt truyền lên mẫu đất, tính bằng kiloniuton (kN);

$F$  là tiết diện của mẫu thí nghiệm, tính bằng mét vuông ( $m^2$ );

$\alpha$  là tỉ số cánh tay đòn truyền lực.

- Sức chống cắt ( $\tau$ ) của đất được lấy bằng trị số cực đại trên biểu đồ quan hệ giữa ứng suất cắt ( $\tau$ ) và dịch chuyển ngang ( $\Delta L$ ) của thớt cắt, khi thí nghiệm cắt mẫu dưới các áp lực thẳng đứng  $\sigma$ ; trục tung biểu thị  $\tau$  (kPa), trục hoành biểu thị  $\Delta L$  (mm).

**CHÚ THÍCH:** Trường hợp không biểu hiện rõ ràng ứng suất cắt lớn nhất, được phép lấy trị số ứng suất cắt lớn nhất tương ứng với điểm dịch chuyển ngang của thớt cắt bằng khoảng 10 % đường kính tiết diện của mẫu đất.

- Quan hệ giữa sức chống cắt ( $\tau$ ) và áp lực thẳng đứng ( $\sigma$ ) trên mặt phẳng cắt được biểu diễn bằng phương trình:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + C \quad (14.52)$$

Trong đó:

$\varphi$  là góc ma sát trong, tính bằng độ ( $^{\circ}$ );

$\tau, \sigma$  lần lượt là giá trị riêng biệt của sức chống cắt và áp lực thẳng đứng, tính bằng kilopascal (kPa);

$C$  là lực dính, tính bằng kilopascal (kPa).

- Vẽ đường thẳng quan hệ giữa sức chống cắt ( $\tau$ ) và áp lực thẳng đứng ( $\sigma$ ) lên biểu đồ cắt, sao cho hợp lý nhất; trục tung biểu thị các giá trị của sức chống cắt  $\tau$  (kPa), trục hoành biểu thị các giá trị của  $\sigma$  tương ứng (kPa).

- Các thông số độ bền của đất dính, tính theo các công thức dưới đây:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{n \sum_{i=1}^n (\tau_i \cdot \sigma_i) - \sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n \sigma_i}{n \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2} \quad (14.53)$$

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n \tau_i \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \sum_{i=1}^n \sigma_i \sum_{i=1}^n \tau_i \sigma_i}{n \sum_{i=1}^n \sigma_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n \sigma_i \right)^2} \quad (14.54)$$

Trong đó:

$n$  là số lần xác định  $\tau$ ;

$\varphi$  là góc ma sát trong, tính bằng độ ( $^{\circ}$ );

$\tau_i, \sigma_i$  lần lượt là giá trị riêng biệt của sức chống cắt và áp lực thẳng đứng, tính bằng kilopascal (kPa);

$C$  là lực dính, tính bằng kilopascal (kPa).

**GHI CHÚ:**

1) Trường hợp số mẫu thí nghiệm ít và các điểm biểu diễn kết quả thí nghiệm nằm gần trên một đường thẳng thì cho phép xác định các thông số chống cắt trên đường thẳng quan hệ giữa sức chống cắt ( $\tau$ ) và áp lực thẳng đứng ( $\sigma$ ). Đường thẳng cắt trục tung tại một điểm, điểm đó biểu diễn lực dính  $C$ , còn hệ số ma sát trong  $\operatorname{tg} \varphi$  được xác định theo công thức:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\tau_1 - \tau_2}{\sigma_1 - \sigma_2} \quad (14.55)$$

Trong đó:

$\tau_1, \tau_2$  là sức chống cắt lấy trên đường thẳng tương ứng với áp lực thẳng đứng  $\sigma_1, \sigma_2$ .

2) Trường hợp những điểm biểu diễn kết quả thí nghiệm bị phân tán quá 2 % do sai số trong thao tác hoặc chênh lệch về độ ẩm và độ chặt thì phải ghi chú nguyên nhân và không vạch đường biểu diễn qua chúng.

### 14.8.10. Kết quả và biểu mẫu thí nghiệm

#### Biểu mẫu thí nghiệm theo sơ đồ cát nhanh không thoát nước

Công trình.....

Hạng mục: .....

Số hiệu hố khoan thăm dò: ..... Độ sâu lấy mẫu: .....

Phương pháp thí nghiệm – Tiêu chuẩn thí nghiệm: .....

Số hiệu mẫu thí nghiệm: .....

Số liệu thí nghiệm cát		
Áp lực nén thẳng đứng $\sigma_1$ (kPa)	Số đọc vòng ứng biến R (hoặc tổng lực cắt với máy cắt ứng lực vạch (0,01 mm)	Sức chống cắt (kPa)

BIỂU ĐỒ XÁC ĐỊNH SỨC CHỐNG CẮT					
Sức chống cắt, kPa					
Áp lực nén, kPa					

#### KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Góc ma sát trong $\varphi =$	
Lực dính $C =$	





## D. CÂU HỎI KIỂM TRA

**Câu 1:** Để xác định sức chống cắt của đất, có bao nhiêu sơ đồ thí nghiệm cắt chính?

**Câu 2:** Ở máy cắt ứng lực, lực cắt được xác định như thế nào?

**Câu 3:** Số đọc trên vòng ứng biến khi thí nghiệm xác định sức chống cắt của một mẫu đất tại cấp tải  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$  là 120 vạch. Sức chống cắt  $\tau$  tại cấp tải trên là bao nhiêu ( $\text{kN/m}^2$ ), (Biết vòng ứng biến có hệ số là  $0,00037 \text{ kN/vạch}$ , mẫu cắt có đường kính là  $50 \text{ mm}$ ).

**Câu 4:** Số đọc trên vòng ứng biến khi thí nghiệm xác định sức chống cắt của một mẫu đất tại cấp tải  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$  là 150 vạch. Sức chống cắt  $\tau$  tại cấp tải trên là bao nhiêu ( $\text{kN/m}^2$ )? (Biết vòng ứng biến có hệ số là  $0,00037 \text{ kN/vạch}$ , mẫu cắt có đường kính là  $50 \text{ mm}$ ).

**Câu 5:** Số đọc trên vòng ứng biến khi thí nghiệm xác định sức chống cắt của một mẫu đất tại cấp tải  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$  là 210 vạch. Sức chống cắt  $\tau$  tại cấp tải trên là bao nhiêu ( $\text{kN/m}^2$ )? (Biết vòng ứng biến có hệ số là  $0,00037 \text{ kN/vạch}$ , mẫu cắt có đường kính là  $50 \text{ mm}$ ).

**Câu 6:** Số đọc trên vòng ứng biến khi thí nghiệm xác định sức chống cắt của một mẫu đất tại cấp tải  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$  là 150 vạch. Sức chống cắt  $\tau$  tại cấp tải trên là bao nhiêu ( $\text{kN/m}^2$ )? (Biết vòng ứng biến có hệ số là  $0,00065 \text{ kN/vạch}$ , mẫu cắt có đường kính là  $75 \text{ mm}$ ).

**Câu 7:** Số đọc trên vòng ứng biến khi thí nghiệm xác định sức chống cắt của một mẫu đất tại cấp tải  $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$  là 210 vạch. Sức chống cắt  $\tau$  tại cấp tải trên là bao nhiêu ( $\text{kN/m}^2$ )? (Biết vòng ứng biến có hệ số là  $0,00065 \text{ kN/vạch}$ , mẫu cắt có đường kính là  $75 \text{ mm}$ ).

**Câu 8:** Để xác định các chỉ tiêu sức chống cắt của đất cần vẽ biểu đồ quan hệ giữa các đại lượng nào?

**Câu 9:** Nêu nguyên tắc xác định sức chống cắt theo các sơ đồ thí nghiệm.

## 14.9. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG ĐÀM CHẶT TIÊU CHUẨN TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

### A. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 14.9.1. Khái niệm

- Khối lượng thể tích khô lớn nhất là khối lượng thể tích khô lớn nhất của mẫu vật liệu có được do đầm chặt vật liệu với một công đầm quy định. Ký hiệu là  $\gamma_{dmax}$ , tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g/cm}^3$ ).

- Độ ẩm đầm chặt tốt nhất (gọi tắt là độ ẩm tốt nhất hoặc độ ẩm tối ưu) là độ ẩm mà tại đó có thể đạt được khối lượng thể tích khô lớn nhất với một công đầm quy định. Ký hiệu là  $W_{op}$ , tính bằng % khối lượng.

- Hệ số đầm chặt là chỉ tiêu được sử dụng để so sánh độ chặt của khối đất đắp đã đầm chặt tại hiện trường với cùng loại đất được đầm chặt trong phòng. Hệ số đầm chặt được định nghĩa như là tỷ số giữa khối lượng thể tích khô của khối đất tại hiện trường và khối lượng thể tích khô lớn nhất đạt được trong phòng thí nghiệm:

$$K = \frac{\gamma_d}{\gamma_{dmax}} \quad (14.56)$$

Trong đó:

$K$  là hệ số đầm chặt;

$\gamma_d$  là khối lượng thể tích khô được xác định tại hiện trường;

$\gamma_{dmax}$  là khối lượng thể tích khô lớn nhất được xác định trong phòng thí nghiệm.

Đối với từng công trình cụ thể, giá trị hệ số đầm chặt có thể được thiết kế quy định tùy theo mục đích sử dụng của khối đắp.

### 14.9.2. Ý nghĩa và phạm vi áp dụng

Xác định khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất tương ứng của đất với công đầm nén tiêu chuẩn, phục vụ cho việc thi công các công trình bằng đất. Các kết quả thí nghiệm được dùng làm cơ sở để đánh giá chất lượng khối đất đắp và phục vụ cho công tác thi công theo giá trị hệ số đầm chặt  $K$ .

### 14.9.3. Phương pháp xác định

- Phương pháp thí nghiệm đầm chặt áp dụng công đầm tiêu chuẩn (gọi tắt là đầm chặt Proctor tiêu chuẩn – Phương pháp I): Năm 1993, R.R. Proctor đã trình bày cơ sở của thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn mà hiện đang còn được sử dụng rộng rãi gọi là thí nghiệm Proctor tiêu chuẩn.

Thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn là thí nghiệm xác định mối quan hệ giữa khối lượng thể tích khô và độ ẩm của đất được đầm lên chặt ở một công đầm nén tiêu chuẩn xác định. Thông qua mối quan hệ này xác định được khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm thích hợp tương ứng. Dụng cụ thí nghiệm là một cối đầm chặt, hình trụ tròn xoay có kích thước tiêu chuẩn và cho phép đầm chặt đất trong cối theo từng lớp bằng một quả búa có trọng lượng và chiều cao rơi xác định.

Đất khô với khối lượng vừa đủ (chùng 3kg) được trộn đều với một lượng nước xác định (để có một độ ẩm xác định) và được đầm chặt trong cối đầm chặt theo một quy trình xác định (tức là theo một công đầm nén xác định). Để khối đất có độ chặt

đồng đều, đất thường được đầm chặt theo từng lớp trong cối. Thông thường, quá trình đầm chặt được thực hiện theo 3 lớp đều nhau. Biết độ ẩm của đất, thể tích của cối đầm và trọng lượng đất trong cối có thể tính toán được khối lượng thể tích khô của đất sau khi đầm nện. Chế bị đất ở các độ ẩm khác nhau, có thể thiết lập được mối quan hệ khối lượng thể tích khô – Độ ẩm. Đường cong quan hệ này có dạng đường parabol với điểm cực đại tương ứng với giá trị khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm thích hợp tương ứng.

Các tiêu chuẩn khác nhau (Tiêu chuẩn Việt Nam, BS của Anh, ASTM của Mỹ...) quy định cho riêng mình một cối đầm (kích thước, trọng lượng tạ, độ cao rơi tạ) và quy trình thí nghiệm (số lớp, số lần đầm cho mỗi lớp và cách thức đầm) khác nhau. Do vậy, khối lượng thể tích khô – độ ẩm thích hợp thu được là khác nhau khi thực hiện thí nghiệm theo các tiêu chuẩn khác nhau.

- Phương pháp thí nghiệm đầm chặt áp dụng công đầm cải tiến (gọi tắt là đầm chặt Proctor cải tiến - Phương pháp II): do nhu cầu thực tế nền móng cần có sức chịu tải lớn hơn rất nhiều, đi kèm là những thiết bị tiên tiến có khả năng lu lèn với công năng đầm lớn nên phương pháp thí nghiệm đầm chặt trong phòng cũng sử dụng công năng đầm lớn (thường gấp 4,5 lần công năng đầm Proctor tiêu chuẩn).

**GHI CHÚ:** Công đầm chặt đất ký hiệu  $A$ , được hiểu là công năng đầm chặt một đơn vị thể tích vật liệu, biểu thị bằng kilojun trên mét khối ( $\text{kJ/m}^3$ ), tính theo công thức):

$$A = \frac{P \times g \times h \times m \times n}{V} \quad (14.57)$$

Trong đó:

$P$  là khối lượng quả đầm kể cả cán, tính bằng kilogam (kg);

$g$  là gia tốc trọng trường, tính bằng mét trên giây bình phương ( $\text{m/s}^2$ );

$h$  là chiều cao rơi tự do của quả đầm, tính bằng mét (m);

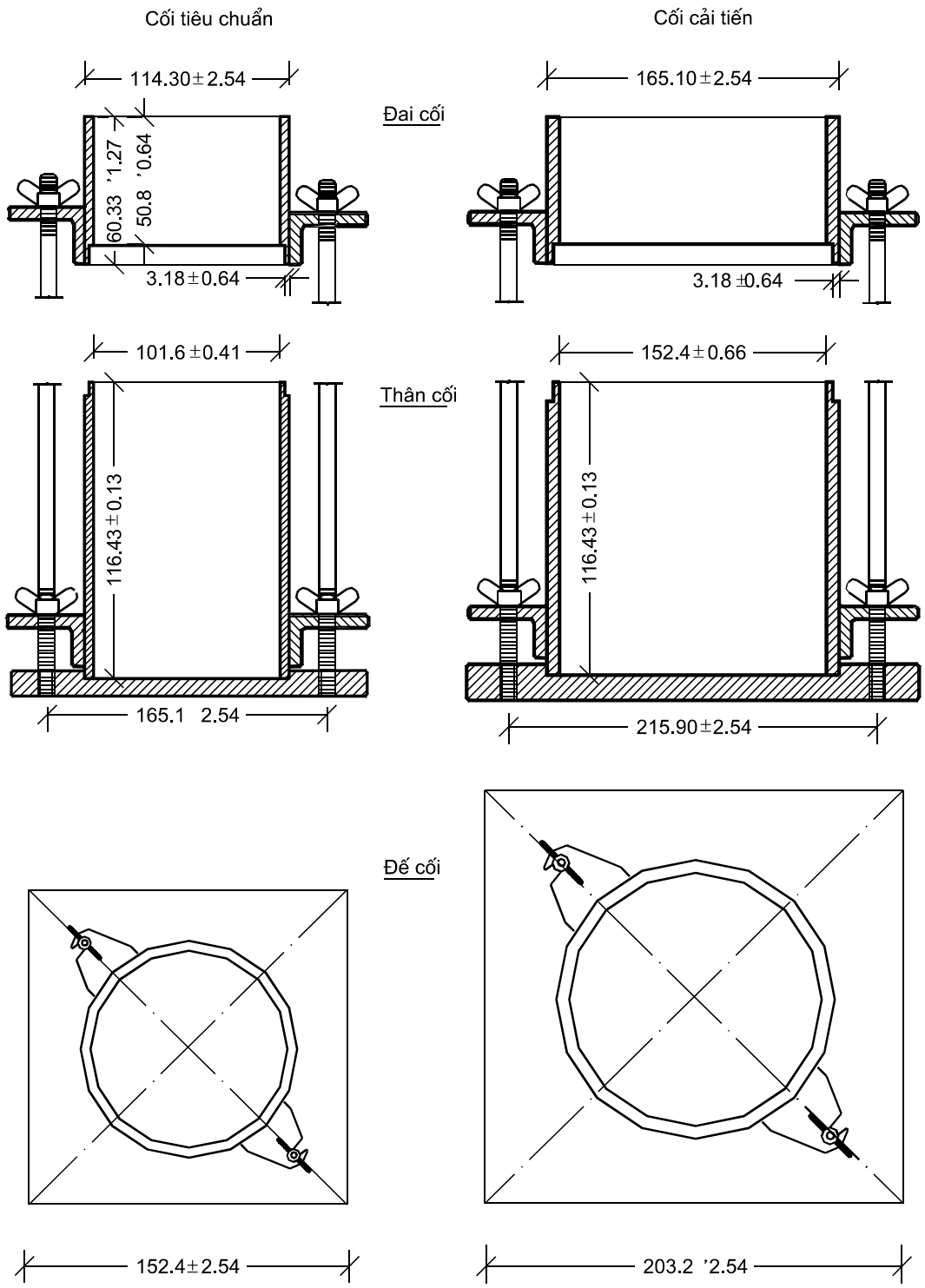
$m$  là số lớp đầm trong một cối;

$n$  là số lần đầm mỗi lớp;

$V$  là thể tích cối đầm, tính bằng mét khối ( $\text{m}^3$ ).

#### 14.9.4. Thiết bị và vật liệu thí nghiệm

**14.9.4.1 Cối đầm bao gồm:** cối, búa và cần dẫn búa. Việc lựa chọn sử dụng loại cối đầm tùy theo loại vật liệu, quy định trong quy trình thi công nghiệm thu hoặc chỉ dẫn kỹ thuật của từng hạng mục, dự án công trình. Tham khảo kích thước và loại cối đầm ở Hình 14.6 và Hình 14.7.

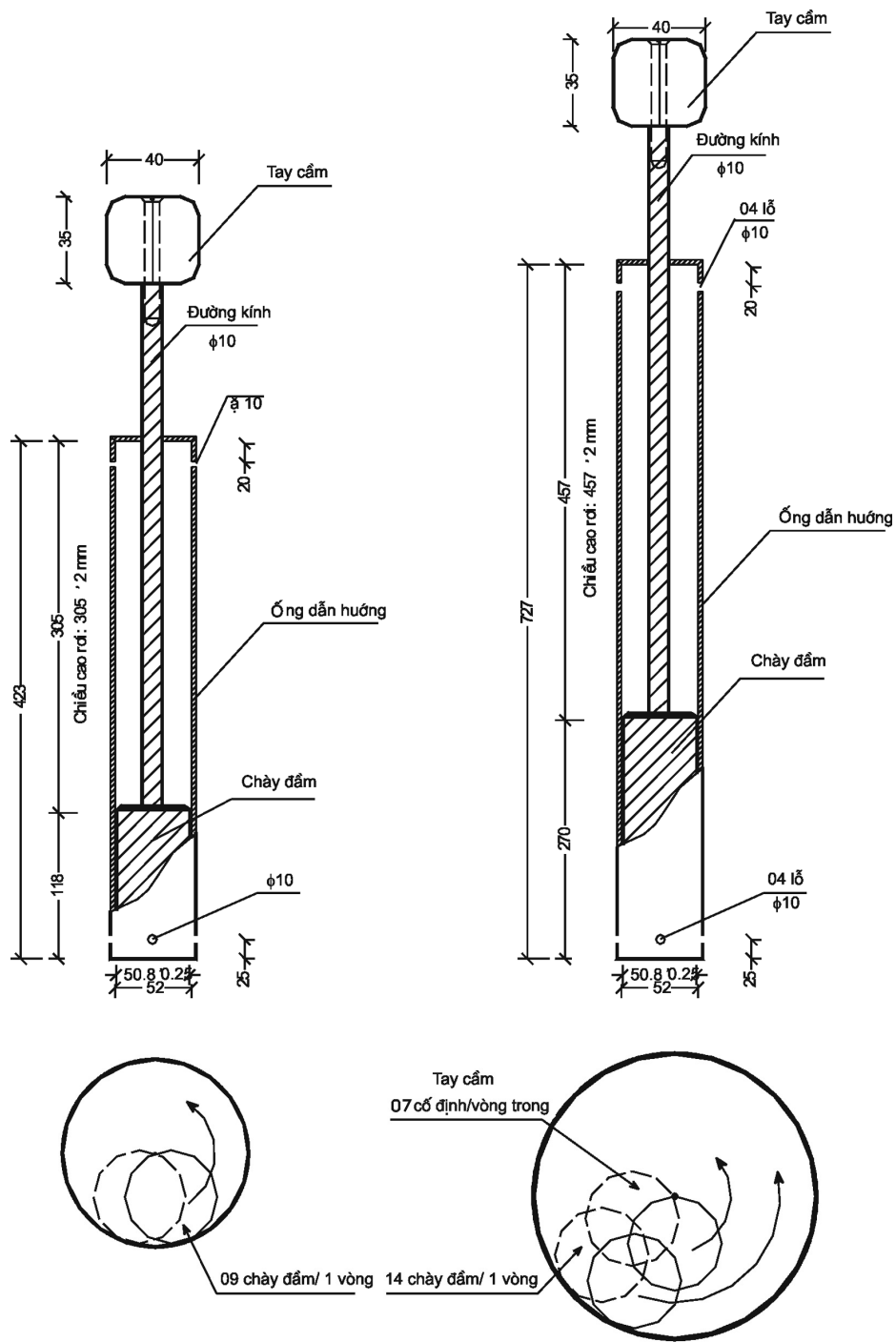


Ghi chú: Kích thước trên bản vẽ là mm

a) Cối tiêu chuẩn

b) Cối cải tiến

**Hình 14.6 - Hình dạng và kích thước các loại cối đầm chặt**



Hình 14.7 - Cấu tạo, kích thước chày đấm chặt và sơ đồ bố trí chày đấm

#### 14.9.4.2. Các dụng cụ khác

- Cân có độ chính xác 0,01 g để xác định độ ẩm;
- Cân có độ chính xác 1 g để xác định khối lượng thể tích ướt của mẫu;

- Các sàng thí nghiệm có đường kính mắt sàng (lỗ) 5 mm (hoặc 4,75mm); 20 mm (hoặc 19 mm);
- Thiết bị và dụng cụ để xác định độ ẩm gồm: tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ, hộp nhôm hoặc cốc thủy tinh có nắp để xác định độ ẩm, bình hút ẩm có Canxi clorua;
- Dụng cụ làm toại vật liệu: vò gỗ, cối sứ, chày đầu bọc cao su;
- Dao gạt phẳng bằng thép cứng: có cạnh thẳng và được mài vát để làm phẳng bề mặt mẫu;
- Dụng cụ trộn mẫu: Bình phun nước, khay để trộn đất có kích thước khoảng 40 cm × 60 cm, vải để phủ đất, bay, dao, muôi múc v.v...;
- Dụng cụ tháo mẫu: thường dùng kích thủy lực hoặc dụng cụ tương đương dùng để tháo mẫu đã đầm ra khỏi cối.

#### **14.9.5. Các tiêu chuẩn tham khảo**

- Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4201:2012.
- BS 1377:1990; Part 4.
- AASHTO T99 và AASHTO T180,
- Tiêu chuẩn ASTM D698 và D1557.

### **B. PHẦN THỰC HÀNH**

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- Quy trình thí nghiệm: Cách chuẩn bị mẫu, ủ mẫu, phương pháp thí nghiệm: loại cối, số lớp đầm, số chày đầm cho mỗi lớp.
- Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm: vẽ biểu đồ đầm chặt, xác định hai giá trị khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tối ưu.

#### **14.9.6. Chuẩn bị mẫu**

- Trước khi thí nghiệm, phải làm khô đất bằng cách phơi nắng gió hoặc sấy khô ở nhiệt độ nhỏ hơn 50 °C. Dùng vò gỗ đập nhẹ để làm toại mẫu, dùng chày cao su nghiền các hạt nhỏ để tránh làm thay đổi thành phần hạt tự nhiên của mẫu.
- Sàng mẫu: mẫu thử nghiệm đầm nén phải được sàng để loại bỏ hạt quá cỡ. Căn cứ phương pháp đầm nén quy định để sử dụng loại sàng thích hợp:
  - + Với phương pháp I-A và II-A: vật liệu được sàng qua sàng 5 mm (hoặc 4,75 mm). Phần hạt trên sàng được gọi là phần hạt quá cỡ, phần lọt sàng được gọi là phần hạt tiêu chuẩn;
  - + Với phương pháp I-B và II-B: vật liệu được sàng qua sàng 20 mm (hoặc 19,0 mm). Phần hạt trên sàng được gọi là phần hạt quá cỡ, phần lọt sàng được gọi là phần hạt tiêu chuẩn.

GHI CHÚ: Phương pháp đầm chặt được lựa chọn tùy thuộc vào mỗi loại vật liệu cụ thể và theo các quy định trong quy trình thi công nghiệm thu hoặc chỉ dẫn kỹ thuật của từng dự án công trình.

- Tính lượng hạt quá cỡ bằng tỉ số phần trăm so với toàn bộ lượng vật liệu dùng để thí nghiệm theo công thức:

$$P = \frac{m_p(1 + 0,01 \times W_0)}{M(1 + 0,01 \times W_p)} \quad (14.58)$$

Trong đó:

P là lượng chứa các hạt quá cỡ, tính bằng phần trăm (%);

$m_p$  là khối lượng ẩm của phần vật liệu quá cỡ, tính bằng kilôgam (kg);

M là khối lượng ẩm của toàn bộ mẫu thí nghiệm, tính bằng kilôgam (kg);

$W_p$  là độ ẩm của phần hạt quá cỡ, tính bằng phần trăm (%);

$W_0$  là độ ẩm của toàn bộ mẫu thí nghiệm, tính bằng phần trăm (%).

GHI CHÚ: Cần chọn một ít vật liệu đại diện cho mẫu để xác định khối lượng riêng, chỉ số dẻo và thành phần hạt, độ ẩm theo tiêu chuẩn TCVN 4196:2012. Có thể xác định lượng chứa P theo kết quả phân tích thành phần hạt.

- Khối lượng mẫu cần thiết: căn cứ phương pháp đầm nén, khối lượng mẫu vật liệu hong khô gió tối thiểu cần thiết sau khi loại bỏ hạt quá cỡ để thí nghiệm như sau:

+ Với phương pháp I-A và II-A: 10 kg (2,5 kg x 5 phần);

+ Với phương pháp I-B và II-B: 30 kg (6 kg x 5 phần).

- Tạo ẩm cho mẫu: Lấy lượng mẫu đã chuẩn bị. Mỗi phần mẫu được trộn đều với một lượng nước thích hợp để có độ ẩm giữa các phần mẫu cách nhau một khoảng nhất định, sao cho giá trị độ ẩm đầm chặt tốt nhất tìm được sau khi thí nghiệm nằm trong khoảng giữa của 5 giá trị độ ẩm tạo mẫu.

Lượng nước phun vào đất để dự chế độ ẩm được tính theo công thức:

$$q = \frac{0,01.m}{1+0,01.W_1} \times (W - W_1) \quad (14.59)$$

Trong đó:

q là lượng nước phun thêm, tính bằng gam (g);

W là độ ẩm của vật liệu cần dự chế, tính bằng phần trăm (%);

$W_1$  là độ ẩm của vật liệu trước khi làm ẩm thêm, tính bằng phần trăm (%);

m là khối lượng vật liệu trước khi làm ẩm thêm, tính bằng gam (g).

Tiến hành ủ mẫu: thời gian ủ mẫu không nhỏ hơn 1 h. Với đất sét có tính dẻo cao, thời gian ủ mẫu khoảng từ 8 h đến 12 h. Mẫu vật liệu sử dụng lại sau lần thí nghiệm đầu tiên, sau khi thêm nước, phải trộn lại đều và ủ mẫu ít nhất 15 min mới lấy ra thí nghiệm.



**GHI CHÚ:** Nếu khối lượng vật liệu dùng để thí nghiệm không đủ, cho phép sử dụng lại vật liệu sau lần thí nghiệm đầu tiên để chế bị mẫu cho các lần thí nghiệm tiếp theo. Đối với một số loại đất đặc biệt như đất đỏ ba zan, đất sét có tính dẻo cao, vật liệu dễ bị thay đổi cấp phối sau khi đầm chặt thì không được dùng lại để chế bị mẫu.

#### **14.9.7. Chuẩn bị thiết bị**

- Chọn bộ cối đầm chặt theo phương pháp đầm quy định.
- Cân khối lượng của cối đầm, cối đầm + đế (nếu cần).

#### **14.9.8. Cách tiến hành**

Bước 1: Chuẩn bị dụng cụ và chọn các thông số kỹ thuật theo phương pháp đầm chặt được chỉ định (có thể tham khảo các phụ lục của các tiêu chuẩn).

Bước 2 Mẫu đã chuẩn bị sẽ được đầm lần lượt từ phần mẫu có độ ẩm thấp nhất cho đến phần mẫu có độ ẩm cao nhất. Căn cứ số lớp đầm quy định theo phương pháp đầm nén để điều chỉnh lượng vật liệu đầm từng lớp cho phù hợp, sao cho chiều dày của mỗi lớp sau khi đầm tương đương nhau và tổng chiều dày của vật liệu sau khi đầm chỉ được nhô cao hơn mép cối không quá 0,5 cm.

Bước 3: Xác định khối lượng cối, ký hiệu là  $M_1$  (g). Lắp cối chặt khít với đế cối.

Bước 4: Đầm chặt từng phần mẫu thí nghiệm đã được chuẩn bị

Đầm lớp thứ nhất: đặt cối tại vị trí có mặt phẳng chắc chắn. Cho một phần mẫu có khối lượng phù hợp vào cối, dàn đều mẫu và làm mặt mẫu phẳng. Khi đầm, phải để cho chày đầm rơi tự do và dịch chuyển chày sau mỗi lần đầm để phân bố các nhát đầm đều khắp mặt mẫu.

Đầm các lớp tiếp theo: lặp lại quá trình như đầm với lớp thứ nhất.

**GHI CHÚ:** Để tránh phân lớp và tạo điều kiện tiếp xúc tốt giữa các lớp, phải dùng dao rạch bề mặt của lớp đã đầm, trước khi cho thêm vật liệu vào cối để đầm lớp tiếp theo.

Bước 5: Sau khi đầm xong, tháo đai cối ra, dùng thanh thép gạt phẳng bề mặt cối mẫu. Trong trường hợp bề mặt mẫu có những vết lõm, phải lấy vật liệu dư lấp đầy lại.

Bước 6: Xác định khối lượng của mẫu và cối, ký hiệu là  $M_2$  (g).

Bước 7: Lấy mẫu xác định độ ẩm: đẩy mẫu ra khỏi cối và lấy một lượng vật liệu đại diện để xác định độ ẩm theo tiêu chuẩn TCVN 4196. Đối với đất loại cát, lấy mẫu xác định độ ẩm trước khi đầm.

Bước 8: Đầm các phần mẫu còn lại: lặp lại quá trình như mô tả từ bước 1 đến bước 7. Quá trình đầm sẽ kết thúc cho tới khi giá trị khối lượng thể tích ướt ( $\gamma_w$ ) của mẫu giảm hoặc không tăng nữa. Thông thường, thí nghiệm đầm chặt được tiến hành

với 5 cối đầm. Trường hợp khối lượng thể tích ướt của cối thứ 5 vẫn tăng thì phải tiến hành đầm chặt thêm với cối thứ 6 và các cối tiếp theo.

### C. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU

#### 14.9.9. Tính toán kết quả

**14.9.9.1. Khối lượng thể tích ướt** của mẫu được tính theo công thức:

$$\gamma_w = \frac{M_2 - M_1}{V} \quad (14.60)$$

Trong đó:

$\gamma_w$  là khối lượng thể tích ướt của mẫu, tính bằng gam trên mét khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$M_1$  là khối lượng của cối, tính bằng gam (g);

$M_2$  là khối lượng của mẫu + cối, tính bằng gam (g);

$V$  là thể tích của cối, tính bằng centimet khối ( $\text{cm}^3$ ).

**14.9.9.2. Khối lượng thể tích khô** của mẫu được tính theo công thức:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1 + 0,01.W} \quad (14.61)$$

trong đó:

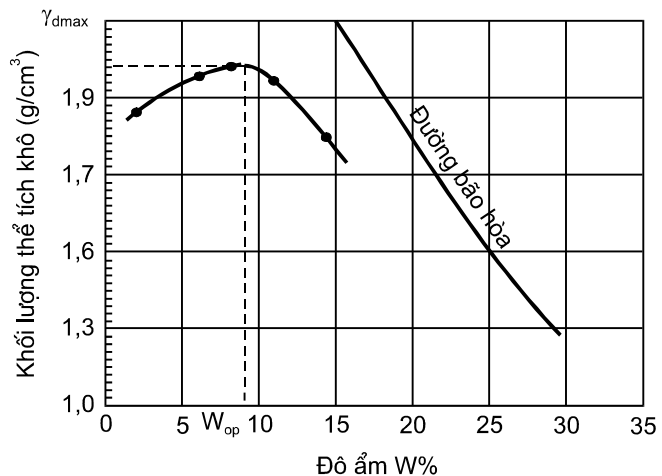
$\gamma_d$  là khối lượng thể tích khô của đất, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$W$  là độ ẩm của đất, tính bằng phần trăm (%);

$\gamma_w$  là khối lượng thể tích ướt của mẫu, tính bằng gam trên centimet khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

**14.9.9.3.** Dùng số liệu thí nghiệm để tính toán và vẽ đường cong quan hệ giữa khối lượng thể tích khô và độ ẩm. Điểm cực đại của đường cong có tọa độ ứng với khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất của đất (xem Hình 14.8).

**14.9.9.4.** Nếu trong mẫu thí nghiệm có tỷ lệ hạt quá cỡ chiếm trên 5 % thì dùng các công thức hiệu chỉnh sau đây để tính toán:



**Hình 14.8 - Biểu đồ đầm chặt**

$$\gamma_{dmaxhc} = \frac{\gamma_{dmax} \rho'}{\rho' - 0,01 P_{qc} (\rho' - \gamma_{dmax})} \quad (14.62)$$

$$W_{ophc} = W_{op} (1 - 0,01 P_{qc}) + 0,01 \cdot W_{qc} \cdot P_{qc}$$

Trong đó:

$\gamma_{dmaxhc}$  là khối lượng thể tích khô lớn nhất của vật liệu bao gồm cả hạt quá cỡ, tính bằng gam trên centimet khối ( $g/cm^3$ );

$\gamma_{dmax}$  là khối lượng thể tích khô lớn nhất của vật liệu nhận được từ thí nghiệm đầm chặt, tính bằng gam trên centimet khối ( $g/cm^3$ );

$\rho'$  là khối lượng thể tích hạt của phần hạt quá cỡ xác định, tính bằng gam trên centimet khối ( $g/cm^3$ );

$W_{op}$  là độ ẩm tốt nhất của vật liệu nhận được từ thí nghiệm đầm chặt, tính bằng phần trăm (%);

$W_{ophc}$  là độ ẩm tốt nhất của vật liệu bao gồm cả hạt quá cỡ, tính bằng phần trăm (%);

$W_{qc}$  là độ ẩm của hạt quá cỡ, tính bằng phần trăm (%);

$P_{qc}$  là hàm lượng phần trăm của các hạt quá cỡ, tính bằng phần trăm (%).

**GHI CHÚ:** Đối với vật liệu có chứa hạt quá cỡ, khi kiểm tra độ chặt hiện trường thì khối lượng thể tích khô lớn nhất nên được hiệu chỉnh theo hàm lượng phần trăm hạt quá cỡ tại từng vị trí kiểm tra.

**14.9.9.5.** Để kiểm tra đường đầm chặt tiêu chuẩn, có thể biểu diễn thêm đường bão hoà. Đường này biểu diễn khối lượng thể tích khô đạt được do khí trong mẫu hoàn toàn thoát khỏi lỗ rỗng nhờ đầm chặt liên tục. Đường bão hoà là đường cong lý thuyết và phụ thuộc vào khối lượng thể tích hạt rắn của vật liệu, được tính theo công thức:

$$\gamma_{d(bh)} = \frac{\rho}{1 + 0,01 W \frac{\rho}{\rho_n}} \quad (14.63)$$

Trong đó:

$\gamma_{d(bh)}$  là khối lượng thể tích khô của vật liệu hoàn toàn bão hoà, tính bằng gam trên centimet khối ( $g/cm^3$ );

$\rho$  là khối lượng thể tích hạt rắn của vật liệu, tính bằng gam trên centimet khối ( $g/cm^3$ );

$\rho_n$  là khối lượng riêng của nước, tính bằng gam trên centimet khối ( $g/cm^3$ );

$W$  là độ ẩm của vật liệu, tính bằng phần trăm (%).

### 14.9.10. Kết quả và biểu mẫu thí nghiệm

#### Biểu mẫu thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn

Đơn vị yêu cầu:

Tên công trình:

Hạng mục:

Nguồn gốc mẫu:

Ngày gửi mẫu:

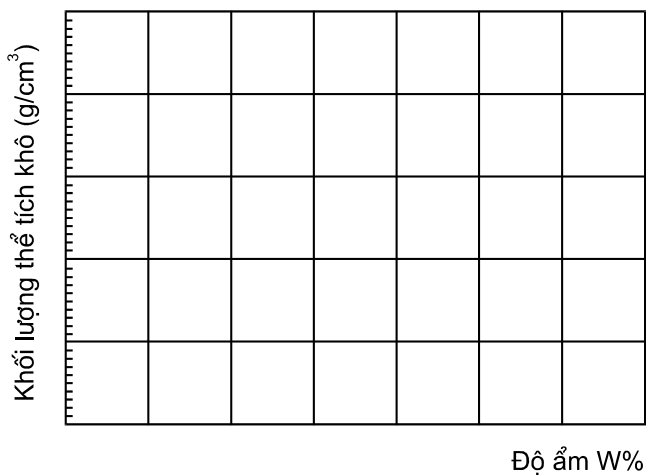
Tiêu chuẩn thí nghiệm:

Ngày thí nghiệm:

#### KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

Số cối đầm	Đơn vị	1	2	3	4	5
Khối lượng cối	g					
Thể tích cối	cm <sup>3</sup>					
Khối lượng cối + đất ướt	g					
Khối lượng thể tích ướt	g/cm <sup>3</sup>					
Độ ẩm	%					
Khối lượng thể tích khô	g/cm <sup>3</sup>					

BIỂU ĐỒ ĐẦM CHẶT



#### KẾT QUẢ CHƯA HIỆU CHỈNH

Độ ẩm tốt nhất:

$$W_{op} = \quad (\%).$$

Khối lượng thể tích khô lớn nhất:

$$\gamma_{dmax} = \quad (\text{g/cm}^3).$$

#### KẾT QUẢ HIỆU CHỈNH

Độ ẩm tốt nhất:

$$W_{op} = \quad (\%).$$

Khối lượng thể tích khô lớn nhất:

$$\gamma_{dmax} = \quad (\text{g/cm}^3).$$

Hàm lượng % hạt quá cỡ: (%)

KLTT hạt rắn của hạt quá cỡ:

$$(\text{g/cm}^3).$$

....., ngày tháng năm 20,..

**Giám sát TN Người thí nghiệm Người kiểm tra Phòng LAS... Cơ quan duyệt**

#### 14.9.11. Bài tính toán kết quả mẫu

Thí nghiệm đầm chặt trong phòng một mẫu cát hạt thô có số liệu thí nghiệm như sau:

Số cối	1		2		3		4		5	
Số hiệu đĩa	10	8	5	7	11	13	15	18	2	4
KL đĩa (g)	131,2	143,1	125,1	136,5	141,1	146,4	135,4	138,1	140,8	141,7
KL đất ướt + đĩa (g)	214,9	235,2	243,7	245,6	254,2	241,8	260,5	262,3	264,8	268,1
KL đất khô + đĩa (g)	210,4	230,2	235,0	237,4	243,9	233,0	246,8	248,5	248,9	252,0
Độ ẩm	5,7	5,8	7,9	8,1	10,0	10,1	12,3	12,5	14,7	14,6
Độ ẩm TB	5,8		8,0		10,1		12,4		14,7	
Khối lượng cối (g)	2650		2650		2650		2650		2650	
Thể tích cối (cm <sup>3</sup> )	1000		1000		1000		1000		1000	
KL chày đầm (kg)	2,5		2,5		2,5		2,5		2,5	
Số lớp đầm	3		3		3		3		3	
KL cối + đất	4352		4472		4565		4606		4560	

Mẫu cát có hàm lượng phần trăm hạt quá cỡ (> 5 mm) là 10,5 %.

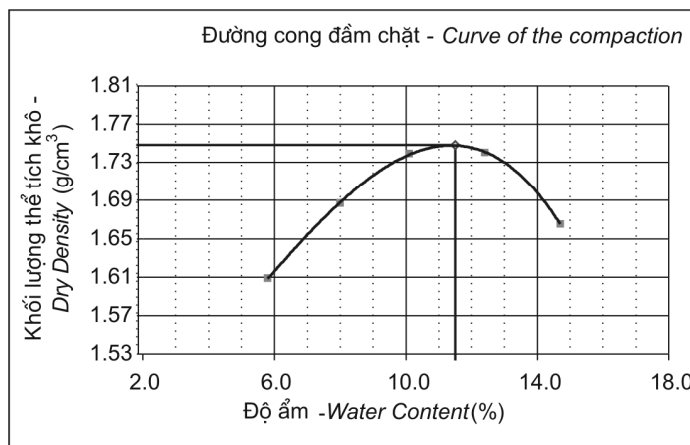
Khối lượng thể tích hạt của hạt quá cỡ (> 5 mm) là 2,68 g/cm<sup>3</sup>.

Từ các số liệu trên:

- Tính khối lượng thể tích ướt sau khi đầm tương ứng với độ ẩm;
- Tính khối lượng thể tích khô tương ứng với độ ẩm;
- Vẽ biểu đồ quan hệ giữa khối lượng thể tích khô và độ ẩm;

- Trên biểu đồ xác định giá trị khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tốt nhất;
- Áp dụng công thức hiệu chỉnh với hàm lượng phân trăm quá cỡ là 10,5 % để xác định giá trị khối lượng thể tích khô lớn nhất và độ ẩm tối ưu của hỗn hợp đất (bao gồm cả sỏi sạn).

Vật liệu thí nghiệm Material	Độ ẩm Water Content W(%)	Khối lượng thể tích ướt Wet Density $\gamma_w$ (g/cm <sup>3</sup> )	Khối lượng thể tích khô Dry Density $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	Khối lượng thể tích khô max Max Dry Density $\gamma_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Độ ẩm tối ưu Optimum moisture content Wop(%)
Cát vàng sông Lô	5,8	1,702	1,609	1,748	11,5
	8,0	1,822	1,687		
	10,1	1,915	1,739		
	12,4	1,956	1,740		
	14,7	1,910	1,665		



<u>Kết quả chưa hiệu chỉnh</u>	
Độ ẩm tối ưu: (%)	Wop = 11,5
Khối lượng thể tích khô lớn nhất: g/cm <sup>3</sup>	$\gamma_{dmax}$ = 1,748
<u>Kết quả hiệu chỉnh</u>	
Độ ẩm tối ưu: (%)	Wop = 10,3
Khối lượng thể tích khô lớn nhất: g/cm <sup>3</sup>	$\gamma_{dmax}$ = 1,814
HL % hạt quá cỡ: 10.5%	
KLTT hạt rắn của hạt quá cỡ: 2,68g/cm <sup>3</sup>	

#### D. CÂU HỎI KIỂM TRA

**Câu 1:** Theo TCVN 4201, khi đầm nện lớp cuối cùng, mẫu đất sau khi đã đầm đủ số búa thì được phép nhô cao hơn mép cối không quá bao nhiêu cm?

**Câu 2:** Theo TCVN 4201, với hỗn hợp đất chứa bao nhiêu phần trăm các cỡ hạt quá cỡ thì cần phải hiệu chỉnh kết quả thí nghiệm?

**Câu 3:** Mẫu chuẩn bị cho thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn có các thông số sau:

- Độ ẩm ban đầu của mẫu là 2 %; khối lượng mẫu dự chế là 2500 g;
- Lượng nước cần phải thêm vào mẫu đất để có độ ẩm cần dự chế 10 % sẽ là bao nhiêu (g)?

**Câu 4:** Mẫu chuẩn bị cho thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn có các thông số sau:

- Độ ẩm ban đầu của mẫu là 4 %;
- Khối lượng mẫu dự chế là 2500 g.

Lượng nước cần phải thêm vào mẫu đất để có độ ẩm cần dự chế 15% sẽ là bao nhiêu (g)?

**Câu 5:** Mẫu chuẩn bị cho thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn có các thông số sau:

- Độ ẩm ban đầu của mẫu là 3,5 %;
- Khối lượng mẫu dự chế là 2500 g.

Lượng nước cần phải thêm vào mẫu đất để có độ ẩm cần dự chế 14 % sẽ là bao nhiêu (g)?

**Câu 6:** Biểu đồ đầm chặt tiêu chuẩn là đường biểu diễn quan hệ giữa các đại lượng nào?

**Câu 7:** Nêu quy trình chung để thí nghiệm xác định độ chặt tiêu chuẩn.

## **14.10. XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ CBR CỦA ĐẤT, ĐÁ DẪM TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM**

### **A. PHẦN LÝ THUYẾT**

#### **14.10.1. Khái niệm**

CBR là tỷ số (tính bằng phần trăm) giữa áp lực nén (do đầu nén gây ra) trên mẫu thí nghiệm và áp lực nén trên mẫu tiêu chuẩn ứng với cùng một chiều sâu ép lún quy định.

#### **14.10.2. Ý nghĩa sử dụng**

Giá trị CBR được xác định theo quy trình này là cơ sở đánh giá chất lượng vật liệu sử dụng làm nền, móng đường; ngoài ra còn được sử dụng để đánh giá cường độ của kết cấu đường ô tô và đường sân bay trong một số phương pháp thiết kế có sử dụng thông số cường độ theo CBR.

#### **14.10.3. Phương pháp xác định**

Thí nghiệm xác định CBR của vật liệu được tiến hành trên tổ mẫu bão hòa (3 mẫu) đã được đầm nén ở độ ẩm tốt nhất tương ứng với phương pháp đầm nén trong phòng. Ba mẫu được đầm chặt theo quy trình đầm nén nhưng với số chày đầm cho một lớp là khác nhau. Xác định giá trị CBR tương ứng với ba mẫu đầm. Từ đó có thể xác định giá trị CBR ứng với các độ chặt K yêu cầu khác nhau. Trong trường

hợp yêu cầu đặc biệt có thể chỉ cần xác định giá trị CBR cho một mẫu đầm nén ở giá trị đầm chặt tiêu chuẩn.

#### **14.10.4. Các tiêu chuẩn tham khảo**

ASSHTO T193, ASTM D4429, BS 1377:1990: Part 4.

#### **14.10.5. Dụng cụ và vật liệu thí nghiệm chính**

- Thiết bị gia tải là một máy nén có khả năng tạo ra lực nén tới 44,5 kN với tốc độ dịch chuyển đều của đế nâng là 1,27 mm/phút, có tác dụng để đầu nén xuyên vào trong mẫu. Đầu nén được làm bằng thép hình trụ, chiều dài không nhỏ hơn 102 mm, đường kính mặt cắt ngang là  $(49,63 \pm 0,13)$  mm.

- Đồng hồ đo biến dạng (thiên phân kế) dùng để đo chuyển vị khi đầu nén xuyên vào mẫu. Hành trình tối đa của đồng hồ không được nhỏ hơn 25 mm (1 in) và giá trị một vạch đo là 0,01 mm (0,0005 in).

- Cối (khuôn) CBR (xem Hình 14.9):

- Tấm đệm là một khối thép hình trụ, đường kính  $150,8 \pm 0,8$  mm, dày  $61,37 \pm 0,25$  mm, thích hợp với thân cối cao 177,80 mm để mẫu sau khi đầm sẽ có chiều cao là 116,43 mm (xem Hình 14.9).

- Chày đầm.

- Dụng cụ đo độ trương nở bao gồm các bộ phận sau (xem Hình 14.9).

- Tấm gia tải được làm bằng thép, có 3 loại tấm gia tải (xem Hình 14.9):

+ Tấm gia tải hình vành khuyên khép kín, khối lượng  $(2,27 \pm 0,04)$  kg, đường kính ngoài  $(149,2 \pm 1,6)$  mm và đường kính lỗ là 54 mm;

+ Tấm gia tải hình vành khuyên hở có cùng đường kính ngoài và đường kính lỗ như với loại tấm gia tải hình vành khuyên khép kín. Mỗi tấm gia tải có khối lượng  $(2,27 \pm 0,04)$  kg;

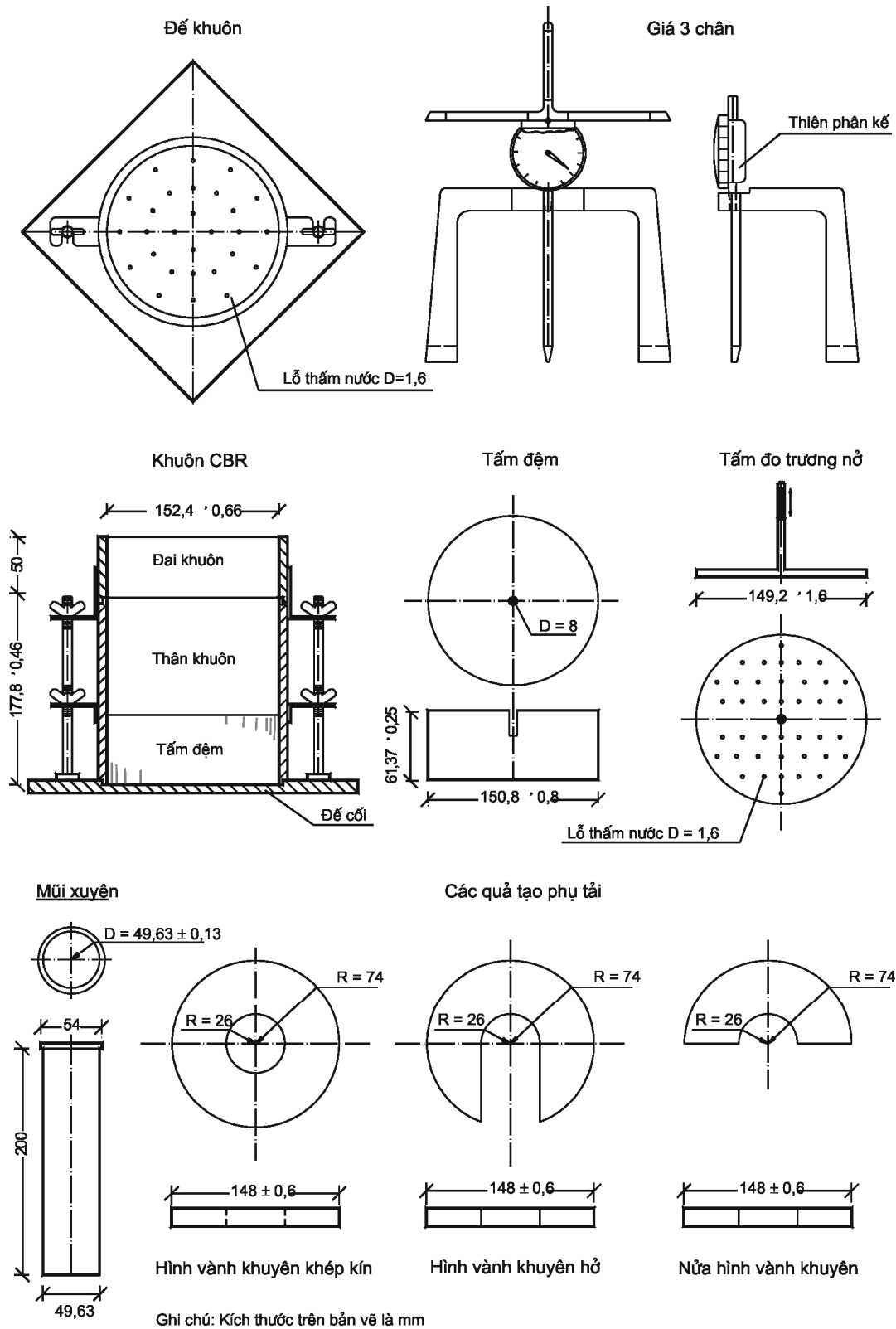
+ Tấm gia tải loại nửa hình vành khuyên có cùng đường kính ngoài và đường kính lỗ như với loại tấm gia tải hình vành khuyên khép kín. Mỗi đôi tấm gia tải có khối lượng  $(2,27 \pm 0,04)$  kg.

- Bể ngâm mẫu là loại bể có dung tích thích hợp để ngâm mẫu thí nghiệm CBR và có thể duy trì mực nước luôn cao hơn bề mặt mẫu 25 mm.

- Cân: cân có khả năng cân được đến 15 kg với độ chính xác  $\pm 1$  g (để xác định khối lượng thể tích ẩm của mẫu) và cân có khả năng cân được đến 800 g với độ chính xác  $\pm 0,01$  g (để xác định độ ẩm mẫu).

- Dụng cụ tháo mẫu thường là kích thủy lực hoặc dụng cụ tương đương dùng để tháo mẫu đã đầm ra khỏi cối.





**Hình 14.9 - Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm**

## B. PHẦN THỰC HÀNH

Phần thực hành yêu cầu học viên nắm vững:

- Quy trình thí nghiệm: chuẩn bị mẫu thí nghiệm, phương pháp đầm, bảo hòa mẫu, đo mức độ trương nở của mẫu, xuyên mẫu...
- Biết cách tính toán kết quả từ các số liệu thí nghiệm: vẽ biểu đồ xuyên theo độ sâu, xác định giá trị CBR của từng cỏi, vẽ biểu đồ CBR theo độ chặt của từng cỏi.

### 14.10.6. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

- Mẫu vật liệu chuyển về phòng thí nghiệm được làm khô bằng cách rãi rời rời hong gió hoặc cho vào tủ sấy ở nhiệt độ không quá 60°C (bẻ vỡ mẫu, tách các hạt vật liệu bằng tay hoặc vò gỗ, tránh làm vỡ các hạt).

- Sàng và gia công mẫu: Nếu tất cả các hạt vật liệu lọt qua sàng 19 mm thì toàn bộ mẫu sẽ được sử dụng để thí nghiệm. Nếu có hạt vật liệu nằm trên sàng 19 mm thì phải gia công mẫu bằng cách thay thế lượng hạt trên sàng 19 mm bằng lượng hạt lọt qua sàng 19 mm và nằm trên sàng 4,75 mm. Lượng vật liệu dùng để thay thế này được lấy ra từ phần dư của mẫu vật liệu cùng loại.

- Khối lượng mẫu thí nghiệm: Khối lượng mẫu được chuẩn bị đủ để thí nghiệm đầm nén và thí nghiệm xác định CBR. Tránh không được sử dụng mẫu đã bị đầm trước đây.

### 14.10.7. Chuẩn bị thiết bị

- Chuẩn bị cỏi đầm chặt: bôi dầu, cân và đo kích thước cỏi. Lựa chọn chày đầm thích hợp.

- Chuẩn bị cỏi đầm CBR: bôi dầu, cân và đo kích thước cỏi.

- Kiểm tra hoạt động máy nén, lắp đầu xuyên và vòng ứng biến. Lựa chọn vòng ứng biến có khả năng chịu tải phù hợp với loại vật liệu.

### 14.10.8. Cách tiến hành thí nghiệm

#### a) Thí nghiệm đầm nén mẫu

Mục đích là để tìm ra giá trị độ ẩm tốt nhất làm cơ sở đầm tạo mẫu CBR và giá trị khối lượng thể tích khô lớn nhất làm cơ sở xác định giá trị độ chặt đầm nén K của mẫu CBR.

Bước 1: Sử dụng 35 kg vật liệu đã chuẩn bị, tiến hành đầm mẫu vật liệu theo hướng dẫn của quy trình đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm.

Bước 2: Xác định giá trị độ ẩm tốt nhất và giá trị khối lượng thể tích khô lớn nhất của vật liệu.

*GHI CHÚ: Nếu đã biết giá trị độ ẩm tốt nhất và khối lượng thể tích khô lớn nhất của vật liệu (qua kết quả đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm đã tiến hành trước) thì có thể bỏ qua thí nghiệm đầm nén mẫu.*

*b) Trình tự đầm tạo mẫu thí nghiệm CBR*

Bước 1: Chia 25 kg mẫu đã chuẩn bị thành 3 phần, mỗi phần khoảng 7 kg để đầm tạo mẫu CBR. Tính lượng nước thích hợp cho vào 3 mẫu để đạt được độ ẩm tốt nhất.

Bước 2: Đầm mẫu: được thực hiện trong cối CBR. Công đầm quy định tương ứng với 3 mẫu là: mẫu 1: 65 chày/lớp; mẫu 2: 30 chày/lớp; mẫu 3: 10 chày/lớp.

• Đầm mẫu 1

Bước 1: lắp chặt khít thân cối và đai cối vào đế cối. Đặt tấm đệm vào trong cối. Đặt miếng giấy thấm lên trên tấm đệm.

Bước 2: trộn mẫu vật liệu với lượng nước tính toán sao cho độ ẩm của mẫu đạt được giá trị độ ẩm đầm chặt tốt nhất.

Bước 3: cho mẫu vào cối để đầm với 65 chày/lớp. Trình tự đầm nén theo quy định của Quy trình đầm nén đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm với loại chày đầm và số lớp quy định. Cần chú ý sao cho chiều dày các lớp sau khi đầm bằng nhau, chiều cao mẫu sau khi đầm cao hơn cối khoảng 10 mm.

Bước 4: sau khi đầm xong, tháo đai cối ra, dùng thanh thép thẳng cạnh gạt bỏ phần mẫu dư trên miệng cối, nếu chỗ nào bị lõm xuống thì lấy hạt mịn để miết lại cho phẳng; nhấc cối ra khỏi đế cối, nhấc tấm đệm ra ngoài, đặt một miếng giấy thấm lên mặt đế cối; lật ngược cối (đã có mẫu đầm) và lắp lại vào đế cối sao cho mặt mẫu vừa được sửa phẳng tiếp xúc với mặt giấy thấm.

Bước 5: lấy mẫu vật liệu rời (ở chảo trộn) trước và sau khi đầm để xác định độ ẩm. Với vật liệu hạt mịn thì lấy 100 gam, với vật liệu hạt thô thì lấy 500 gam. (Khối lượng xác định độ ẩm được lấy theo loại vật liệu) Độ ẩm mẫu được tính bằng trung bình cộng của 2 giá trị độ ẩm trước và sau khi đầm.

• Đầm mẫu thứ 2 và mẫu thứ 3: tương tự như với đầm mẫu 1 nhưng chỉ khác là mẫu thứ 2 được đầm với 30 chày/lớp, mẫu thứ 3 được đầm với 10 chày/lớp.

*c) Ngâm mẫu thí nghiệm CBR*

Tất cả các mẫu sau khi đã đầm trong cối CBR đều được ngâm trong nước trước khi thí nghiệm CBR. Việc ngâm mẫu được tiến hành theo trình tự sau:

Bước 1: Lấy tấm đo trương nở đặt lên mặt mẫu và đặt các tấm gia tải lên trên. Tổng khối lượng các tấm gia tải quy định là 4,54 kg.

Bước 2: Đặt giá đỡ thiên phân kế có gắn đồng hồ thiên phân kế để đo trương nở lên trên miệng cối. Điều chỉnh đế chân đồng hồ đo trương nở tiếp xúc ổn định với đỉnh của trục tâm đo trương nở. Ghi lại số đọc trên đồng hồ, ký hiệu là số đọc đầu,  $S_1$  (mm).

Bước 3: Cho mẫu vào trong bể nước để ngâm mẫu. Duy trì mực nước trong bể luôn cao hơn mặt mẫu 25mm. Thời gian ngâm mẫu thường quy định là 96 giờ (4 ngày đêm). Sau thời gian ngâm mẫu, ghi lại số đọc trên đồng hồ đo trương nở, ký hiệu là số đọc cuối,  $S_2$  (mm).

+ Xác định độ trương nở: độ trương nở, tính theo đơn vị %, được xác định như sau:

$$\text{Độ trương nở (\%)} = \frac{S_1 - S_2}{H} \times 100 \quad (14.64)$$

Trong đó:

$S_1$  là số đọc trên đồng hồ thiên phân kế trước khi ngâm mẫu, mm;

$S_2$  là số đọc trên đồng hồ thiên phân kế sau khi ngâm mẫu, mm;

H là chiều cao mẫu trước khi ngâm, 116,43 mm.

Bước 5: Lấy mẫu ra khỏi bể nước, nghiêng cối để tháo nước trên mặt mẫu và để nước thoát trong vòng 15 min. Sau đó, bỏ các tấm gia tải và tấm đo trương nở ra ngoài. Cần thao tác cẩn thận để không làm xáo động bề mặt mẫu.

GHI CHÚ:

1) Thông thường, việc thí nghiệm CBR được tiến hành sau khi mẫu được ngâm nước trong thời gian 96 h. Tùy theo yêu cầu riêng của công trình, theo đặc thù của loại vật liệu, hoặc để phục vụ cho mục đích nghiên cứu, cách thức và thời gian ngâm mẫu CBR có thể như sau:

- Không ngâm mẫu, tiến hành nén ngay CBR;

- Ngâm mẫu với thời gian khác nhau: 24 h, 48 h, 72 h, 96 h, 120 h,...

- Mẫu được bảo dưỡng ẩm với tuổi nhất định (7 ngày, 14 ngày, 28 ngày...) sau đó mới tiến hành ngâm mẫu với thời gian quy định.

2) Khối lượng các tấm gia tải 4,54 kg chát lên mẫu CBR là khối lượng tối thiểu bắt buộc. Để phục vụ cho mục đích nghiên cứu, hoặc theo yêu cầu của chỉ dẫn kỹ thuật, các tấm gia tải có thể được đặt thêm sao cho tạo ra một lực bằng với lực của các lớp phía trên gây ra cho lớp vật liệu thí nghiệm. Các tấm gia tải đặt thêm sẽ được tăng theo từng cấp, mỗi cấp là 2,27 kg.

3) Vật liệu có độ trương nở  $\geq 3\%$  không thích hợp để xây dựng đường, nếu sử dụng phải được sự chấp thuận của cấp có thẩm quyền. Không được sử dụng vật liệu có độ trương nở lớn hơn 4%.

#### d) Thí nghiệm CBR

Bước 1: Đặt các tấm gia tải lên mặt mẫu. Để tránh hiện tượng lớp vật liệu mềm yếu trên mặt mẫu có thể chèn vào lỗ của tấm gia tải, đặt tấm gia tải hình vành khuyên khép kín lên mặt mẫu, sau đó đặt mẫu lên bàn nén. Bật máy để cho đầu nén tiếp xúc với mặt mẫu và gia lực lên mẫu khoảng 44 N. Sau đó tiếp tục đặt hết các tấm gia tải, bằng với số tấm gia tải sử dụng khi ngâm mẫu.

Bước 2: Duy trì lực đầu nén tác dụng lên mặt mẫu là 44 N, lắp đồng hồ đo biến dạng. Tiến hành điều chỉnh số đọc của đồng hồ đo lực và đồng hồ đo biến dạng về điểm 0,

Bước 3: Gia tải: bật máy để cho đầu nén xuyên vào mẫu với tốc độ quy định 1,27 mm/phút (0,05 in/phút). Trong quá trình máy chạy, tiến hành ghi chép giá trị lực nén tại các thời điểm đầu nén xuyên vào mẫu: 0,64; 1,27; 1,91; 2,54; 3,75; 5,08 và 7,62 mm (0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,15; 0,2; và 0,3 in). Nếu cần thiết có thể ghi thêm giá trị lực nén tại thời điểm đầu nén xuyên vào mẫu là: 10,16 mm và 12,7 mm (0,4 và 0,5 in). Sau đó tắt máy.

Bước 4: Tháo mẫu: sau khi nén xong, chuyển công tắc về vị trí hạ mẫu. Bật máy để hạ mẫu về vị trí ban đầu. Nhấc mẫu xuống và tháo mẫu.

**GHI CHÚ:** Nếu muốn xác định độ ẩm mẫu sau khi ngâm, lấy mẫu vật liệu ở khoảng giữa của mẫu đã nén CBR với khối lượng: 100 gam với vật liệu hạt mịn, 500 gam với vật liệu hạt thô để xác định độ ẩm.

### C. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU

#### 14.10.9. Biểu thị kết quả

##### a) Vẽ đồ thị quan hệ áp lực nén - chiều sâu ép lún

- Căn cứ số liệu thí nghiệm: các giá trị áp lực nén và chiều sâu ép lún tương ứng để vẽ đồ thị quan hệ áp lực nén - chiều sâu ép lún. Đồ thị quan hệ áp lực nén - chiều sâu ép lún của mẫu thí nghiệm được biểu thị như Hình 14.10a, trong đó trục hoành biểu thị chiều sâu ép lún (mm), trục tung biểu thị áp lực nén tương ứng ( $\text{daN/cm}^2$ ). Áp lực nén ( $\text{daN/cm}^2$ ) được tính bằng tỷ số giữa lực nén (daN) trên diện tích đầu nén ( $\text{cm}^2$ ).

- Hiệu chỉnh đồ thị trong một số trường hợp, quan hệ giữa một số giá trị áp lực nén và các chiều sâu ép lún tương ứng tại thời điểm ban đầu nén mẫu không tăng tuyến tính, vì vậy đoạn đồ thị quan hệ áp lực nén- chiều sâu ép lún ở vùng gần gốc toạ độ không thẳng mà bị võng xuống. Trong trường hợp này, để có được quan hệ áp lực nén - chiều sâu ép lún chính xác, cần phải tiến hành hiệu

chỉnh. Việc hiệu chỉnh được thực hiện bằng cách dời gốc tọa độ, được tiến hành như sau: kéo dài phần đường thẳng của đồ thị xuống phía dưới để đường kéo dài này cắt trục hoành tại 1 điểm - điểm này chính là gốc tọa độ mới (xem cách hiệu chỉnh ở Hình 14.10b).

*b) Xác định CBR của mẫu thí nghiệm*

- Dựa trên đồ thị quan hệ áp lực nén - chiều sâu ép lún, xác định các giá trị áp lực nén ứng với chiều sâu ép lún 2,54 mm (ký hiệu là  $P_1$ ) và 5,08 mm (ký hiệu là  $P_2$ ).

- Tính các giá trị CBR theo công thức sau (làm tròn đến 1 chữ số sau dấu phẩy).

$$CBR_1 (\%) = \frac{P_1}{69} \times 100 \quad (14.65)$$

$$CBR_2 (\%) = \frac{P_2}{103} \times 100 \quad (14.66)$$

Trong đó:

$CBR_1$  là giá trị CBR tính với chiều sâu ép lún 2,54 mm (0,1 in), %;

$CBR_2$  là giá trị CBR tính với chiều sâu ép lún 5,08 mm (0,2 in), %;

$P_1$  là áp lực nén trên mẫu thí nghiệm ứng với chiều sâu ép lún 2,54 mm (0,1 in), daN/cm<sup>2</sup>;

$P_2$  là áp lực nén trên mẫu thí nghiệm ứng với chiều sâu ép lún 5,08 mm (0,2 in), daN/cm<sup>2</sup>;

69 là áp lực nén tiêu chuẩn ứng với chiều sâu ép lún 2,54 mm (0,1 in), daN/cm<sup>2</sup>;

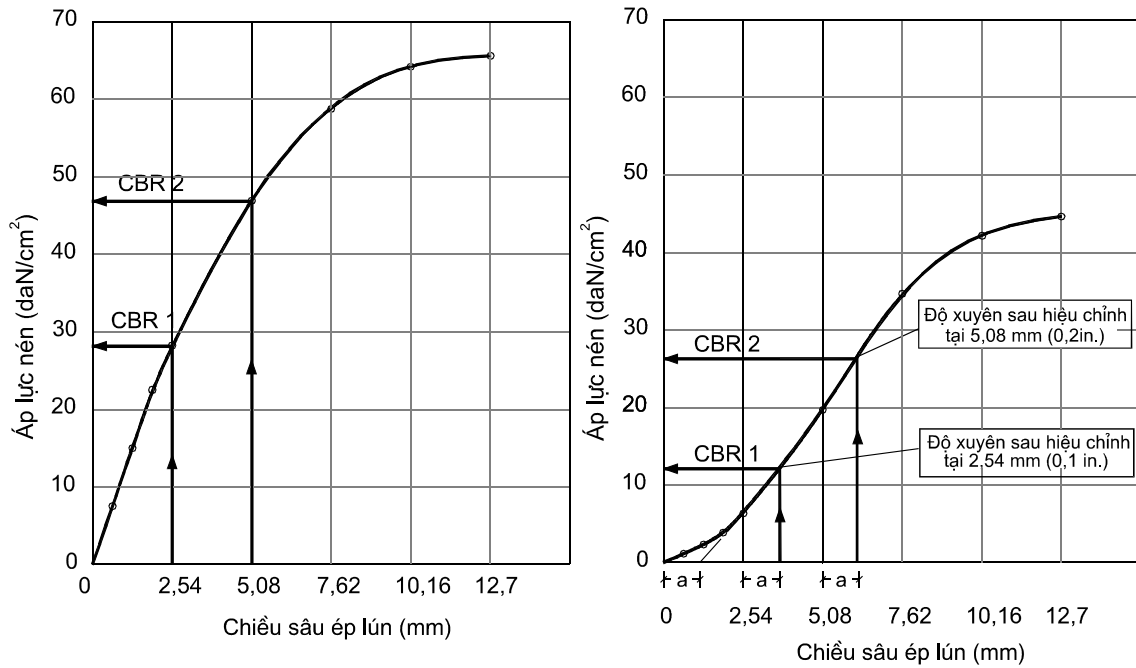
103 là áp lực nén tiêu chuẩn ứng với chiều sâu ép lún 5,08 mm (0,2 in), daN/cm<sup>2</sup>.

- Xác định CBR của mẫu thí nghiệm: giá trị thí nghiệm  $CBR_1$  được chọn làm CBR của mẫu khi  $CBR_1 \geq CBR_2$ . Nếu  $CBR_2 > CBR_1$  thì phải làm lại thí nghiệm; nếu kết quả thí nghiệm vẫn tương tự thì chọn  $CBR_2$  làm CBR của mẫu thí nghiệm.

*c) Xác định chỉ số CBR của vật liệu*

- Vẽ đồ thị quan hệ CBR- độ chặt K: căn cứ kết quả xác định CBR của 3 mẫu và hệ số đầm nén K tương ứng (trên cơ sở khối lượng thể tích khô của 3 mẫu CBR và khối lượng thể tích khô lớn nhất), vẽ đường cong quan hệ CBR - độ chặt K.

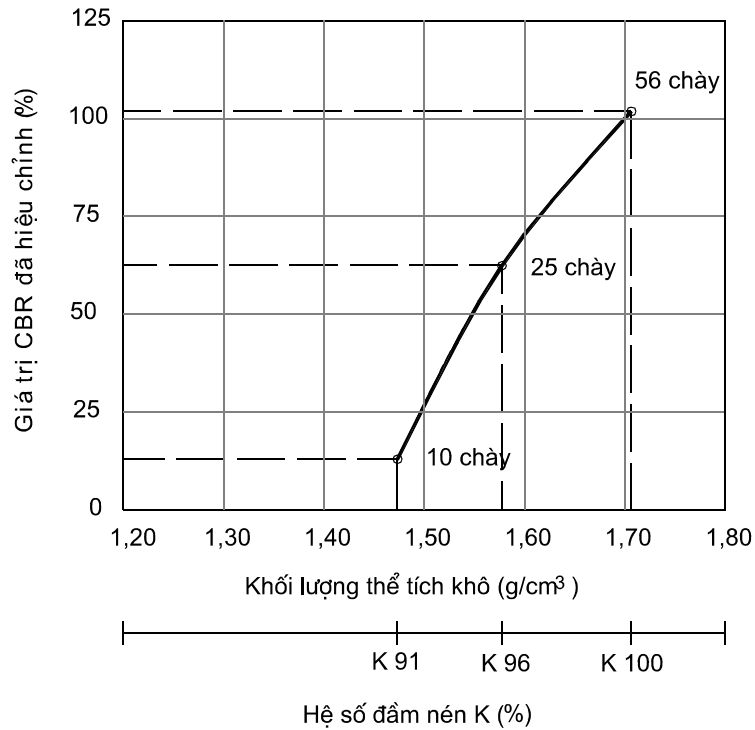
- Từ đồ thị này, căn cứ giá trị độ chặt đầm nén quy định K để xác định CBR (xem Hình 14.11). Đó là giá trị CBR của vật liệu (được đầm tại độ ẩm tốt nhất ứng với độ chặt đầm nén quy định K).



a) Không hiệu chỉnh

b) Hiệu chỉnh bằng cách rời góc tọa độ

**Hình 14.10** - Biểu đồ quan hệ áp lực nén - chiều sâu ép lún



**Hình 14.11** - Biểu đồ quan hệ giữa CBR và khối lượng thể tích khô

## 14.10.10. Kết quả và biểu mẫu thí nghiệm

### MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CBR

TÊN ĐƠN VỊ THỰC HIỆN THÍ NGHIỆM  
PHÒNG THÍ NGHIỆM LAS-XD .....

SỐ : ...../2006/ LAS XD - ....

### BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CBR

1. Đơn vị yêu cầu:

2. Công trình:

3. Nguồn gốc mẫu:

4. Phạm vi sử dụng:

5. Ngày gửi mẫu:

6. Ngày thí nghiệm:

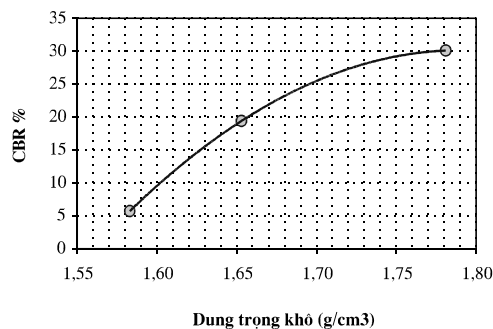
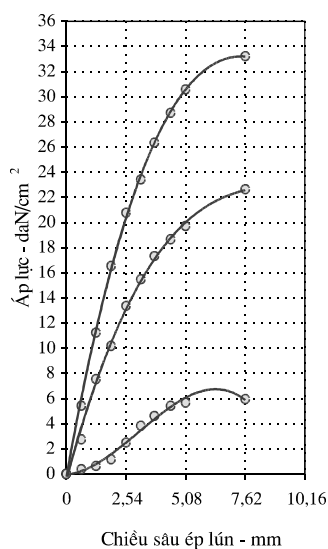
7. Quy trình: 22 TCN 332-06

8. Số hiệu mẫu:

M1	M2	M3
----	----	----

#### Kết quả thí nghiệm

Chiều sâu ép lún		Số chày / lớp											
		M1-10 chày				M2-30 chày				M3-65 chày			
in	mm	Số đọc	áp lực (daN/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	CBR h. chỉnh	Số đọc	áp lực (daN/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	CBR h. chỉnh	Số đọc	áp lực (daN/cm <sup>2</sup> )	CBR (%)	CBR h. chỉnh
0,025	0,64	1,0	0,4			10,0	2,8			20,0	5,4		
0,050	1,27	2,0	0,6			28,0	7,5			42,0	11,2		
0,075	1,91	4,0	1,2			38,0	10,2			62,0	16,5		
0,100	2,54	9,0	2,5	3,6	3,9	50,0	13,4	19,4	19,4	78,0	20,8	30,1	30,1
0,125	3,18	14,0	3,8			58,0	15,5			88,0	23,4		
0,150	3,75	17,0	4,6			65,0	17,3			99,0	26,3		
0,175	4,45	20,0	5,4			70,0	18,7			108,0	28,7		
0,200	5,08	21,0	5,7	5,5	5,7	74,0	19,7	19,1	19,1	115,0	30,6	29,7	29,7
0,300	7,62	22,0	5,9			85,0	22,6			125,0	33,2		
KL thể tích khô, g/cm <sup>3</sup>		1,583				1,653				1,781			
Độ ẩm chế bị, %		19,1				19,2				19,7			
Độ trương nở, %		0,32				0,34				0,37			



Khối lượng thể tích khô lớn nhất = 1,70 (g/cm<sup>3</sup>)

Độ ẩm tốt nhất = 18,8 (%)

CBR (%) tại K = 1,00 là 22,0

K = 0,95 là 12,5

**CBR (%) tại K = 0,98 là 19,4**

Hà Nội, ngày.....tháng.....năm 2006

Đơn vị thực hiện thí nghiệm  
(Ký tên, đóng dấu)

Phòng LAS-XD...  
(Ký tên, đóng dấu)

Người thí nghiệm:  
(Ký tên)

Người kiểm tra:  
(Ký tên)



## MẪU BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CBR

TÊN ĐƠN VỊ THỰC HIỆN THÍ NGHIỆM  
PHÒNG THÍ NGHIỆM LAS-XD.....

SỐ :...../2006/ LAS-XD....

### BÁO CÁO KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM CBR (22 TCN 332-06) KẾT QUẢ ĐÁM NÉN MẪU CBR VÀ ĐỘ TRƯỞNG NỖ

1. Đơn vị yêu cầu:

2. Công trình:

3. Nguồn gốc mẫu:

4. Phạm vi sử dụng:

5. Ngày gửi mẫu:

6. Ngày thí nghiệm:

7. Số hiệu mẫu:

M1	M2	M3
----	----	----

Kết quả thí Nghiệm

Số hiệu mẫu	M1			M2			M3				
	Số lớp	Số chày/lớp	KL mẫu ướt + khuôn, g	Số lớp	Số chày/lớp	KL mẫu ướt + khuôn, g	Số lớp	Số chày/lớp	KL mẫu ướt + khuôn, g		
Số lớp	5			5			5				
Số chày/lớp	10			30			65				
KL mẫu ướt + khuôn, g	12642			12745			13065				
KL khuôn, g	8657			8552			8541				
KL mẫu ướt, g	3985			4193			4524				
Thể tích mẫu, cm <sup>3</sup>	2113			2127			2122				
KL thể tích ướt, g/cm <sup>3</sup>	1,886			1,971			2,132				
Xác định độ ẩm	Vị trí xác định độ ẩm										
	Trên	Dưới	TB	Trên	Dưới	TB	Trên	Dưới	TB		
Hộp ẩm số	1	2		3	4		5	6			
KL mẫu ướt + hộp, g	350,66	345,22		364,52	366,14		365,35	345,51			
KL mẫu khô + hộp, g	300,00	295,20		311,23	312,35		310,26	295,00			
KL nước, g	50,66	50,02		53,29	53,79		55,09	50,51			
KL hộp, g	35,28	33,45		33,11	33,38		36,12	33,92			
KL mẫu khô, g	264,72	261,75		278,12	278,97		274,14	261,08			
Độ ẩm, %	19,14	19,11	<b>19,12</b>	19,16	19,28	<b>19,22</b>	20,10	19,35	<b>19,72</b>		
KL thể tích khô, g/cm <sup>3</sup>	1,583			1,653			1,781				
KL thể tích khô max, g/cm <sup>3</sup>	1,700										
Độ chặt K, %	93			97			105				
Số liệu đo trương nở											
Ngày tháng	Thời gian	Khoảng cách thời gian	Mẫu M1			Mẫu M2			Mẫu M3		
			Số đọc đồng hồ	Trương nở	%	Số đọc đồng hồ	Trương nở	%	Số đọc đồng hồ	Trương nở	%
			0.01mm	0.01 mm		0.01mm	0.01 mm		0.01mm	0.01 mm	
1-6-05	10:00		3			15			5		
2-6-05	10:00	1 ngày	25	22	0,19	38	23	0,20	33	28	0,24
3-6-05	10:00	2 ngày	30	27	0,23	45	30	0,26	42	37	0,32
4-6-05	10:00	3 ngày	35	32	0,27	55	40	0,34	48	43	0,37
5-6-05	10:00	4 ngày	40	37	<b>0,32</b>	55	40	<b>0,34</b>	48	43	<b>0,37</b>

Hà nội, ngày.....tháng.....năm 2006

Đơn vị thực hiện thí nghiệm  
(Ký tên, đóng dấu)

Phòng LAS-XD....  
(Ký tên, đóng dấu)

Người thí nghiệm:  
(Ký tên)

Người kiểm tra:  
(Ký tên)

Biểu mẫu thí nghiệm và cách tính toán kết quả theo bảng số liệu sau:

- Mẫu thí nghiệm đã được đầm nén trước theo phương pháp đầm cải tiến để xác định giá trị khối lượng thể tích lớn nhất và độ ẩm tốt nhất:  $1,70 \text{ g/cm}^3$  và 18,8 %.

- Sau đó chế bị 3 khay đất có độ ẩm tương đương với độ ẩm 18,8 %. Tiến hành đầm 3 cối (5 lớp, số chày mỗi lớp của mỗi cối lần lượt là 10 chày, 30 chày và 65 chày). Sau khi đầm xong xác định khối lượng thể tích ướt, độ ẩm và khối lượng thể tích khô của mỗi cối. Kết quả được thể hiện trong bảng kết quả.

- Tiến hành làm bão hòa ba cối đã đầm, đồng thời đo trương nở trong quá trình bão hòa. Xác định độ trương nở theo công thức (14.64).

- Sau khi đạt thời gian và quy định về bão hòa, tiến hành xuyên với 3 cối.

- Theo dõi lực xuyên (số đọc trên vòng ứng biến) với chiều sâu ép lún đã được định sẵn.

Lực xuyên = Số vạch đọc được trên vòng ứng biến  $\times$  Hệ số vòng ứng biến.

- Vẽ biểu đồ quan hệ giữa chiều sâu ép lún và áp lực xuyên (áp lực xuyên = lực xuyên/diện tích đầu xuyên). Xem xét đường cong có cần hiệu chỉnh hay không. Trong bài mẫu, đường cong của cối đầm 10 chày/1 lớp có dạng cần phải hiệu chỉnh. Đường cong của cối đầm 30 chày và 65 chày không cần hiệu chỉnh.

- Tính toán giá trị CBR của mỗi cối tại chiều sâu ép lún 2,54 mm và 5,08 mm (áp dụng công thức (14.65) và công thức (14.66)). Trong bài mẫu giá trị CBR tại 2,54 lớn hơn giá trị CBR tại 5,08 nên giá trị CBR tại 2,54 được lấy làm giá trị tính toán. Kết quả được thể hiện trong bảng.

- Vẽ biểu đồ quan hệ giữa giá trị CBR và khối lượng thể tích khô ứng với từng cối. Trên biểu đồ có thể xác định giá trị CBR ứng với các giá trị khối lượng thể tích khô khác.

#### D. CÂU HỎI ÔN TẬP

**Câu 1:** Đất để thí nghiệm CBR được chế bị tại độ ẩm như thế nào?

**Câu 2:** Nêu quy trình thí nghiệm xác định chỉ số CBR trong phòng thí nghiệm.

**Câu 3:** Sau khi ngâm một mẫu thí nghiệm để xác định chỉ số CBR, người ta đo được số đồng hồ là 42 vạch. Giá trị trương nở sẽ là bao nhiêu %? (Biết đồng hồ có độ chính xác 0,01mm; số đọc ban đầu là 0).

**Câu 4:** Sau khi ngâm một mẫu thí nghiệm để xác định chỉ số CBR, người ta đo được số đồng hồ là 51 vạch. Giá trị trương nở sẽ là bao nhiêu %? (Biết đồng hồ có độ chính xác 0,01mm; số đọc ban đầu là 0).

**Câu 5:** Tính giá trị CBR tại chiều sâu ép lún 2,54 mm ứng với giá trị áp lực xuyên 10 daN/cm<sup>2</sup>.

**Câu 6:** Tính giá trị CBR tại chiều sâu ép lún 2,54 mm ứng với giá trị áp lực xuyên 15 daN/cm<sup>2</sup>.

**Câu 7:** Tính giá trị CBR tại chiều sâu ép lún 5,08 mm ứng với giá trị áp lực xuyên 15 daN/cm<sup>2</sup>.

**Câu 8:** Tính giá trị CBR tại chiều sâu ép lún 5,08 mm ứng với giá trị áp lực xuyên 25 daN/cm<sup>2</sup>.

## **Chương 15**

# **THÍ NGHIỆM TẠI HIỆN TRƯỜNG XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA ĐẤT**

### **15.1. MỤC ĐÍCH, YÊU CẦU**

#### **15.1.1. Mục đích**

Đào tạo thí nghiệm viên chuyên ngành thí nghiệm đất xây dựng ở hiện trường.

Kết thúc khoá học, Học viên đạt yêu cầu sẽ có đủ các kiến thức cơ bản để thực hành được các thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý cơ bản của đất tại hiện trường trên các trang thiết bị thông dụng hiện nay và được cấp giấy chứng nhận đã hoàn thành khoá học đào tạo thí nghiệm viên chuyên ngành thí nghiệm đất xây dựng ở ngoài trời. Đây là một trong những cơ sở để các Phòng thí nghiệm chuyên ngành xây dựng tuyển dụng và xếp bậc thợ cho thí nghiệm viên.

#### **15.1.2. Yêu cầu**

- Nắm vững chức năng, nhiệm vụ của thí nghiệm viên (công nhân kỹ thuật) các thí nghiệm đất xây dựng ở ngoài trời.
- Nắm được các phương pháp thí nghiệm hiện trường thông dụng hiện nay và các chỉ tiêu tính chất cơ lý của đất xây dựng có thể xác định được.
- Nắm được các tiêu chuẩn các phương pháp thử ngoài trời xác định các tính chất cơ lý của đất, trước hết là các tiêu chuẩn Việt Nam cũng như các tiêu chuẩn nước ngoài đang áp dụng phổ biến tại Việt Nam.
- Có khả năng thực hiện các thí nghiệm hiện trường đã được học.

### **15.2. ĐỐI TƯỢNG VÀ THỜI GIAN**

#### **15.2.1. Đối tượng**

**15.2.1.1.** Có trình độ tối thiểu là phổ thông trung học, có nguyện vọng được tuyển dụng vào làm việc tại các phòng thí nghiệm chuyên ngành xây dựng thuộc lĩnh vực đào tạo của chương trình này.

**15.2.1.2.** Thí nghiệm viên (công nhân thí nghiệm) đang tham gia thực hiện các loại thí nghiệm khác tại phòng thí nghiệm chuyên ngành xây dựng, nay có nhu cầu được đào tạo, bồi dưỡng thêm về chuyên ngành này.

### **15.2.2. Thời gian**

51 tiết học bao gồm 16 tiết lý thuyết, 35 tiết thực hành và 8 tiết kiểm tra.

## **15.3. CHUYÊN ĐỀ 1: CÁC THÍ NGHIỆM HIỆN TRƯỜNG XÁC ĐỊNH MỘT SỐ TÍNH CHẤT VẬT LÝ**

### **15.3.1. Xác định độ ẩm**

#### **15.3.1.1. Phương pháp gia nhiệt trực tiếp**

##### *a) Nguyên lý*

Mẫu đất thí nghiệm được làm khô bằng cách tác dụng một nguồn nhiệt trực tiếp vào hộp độ ẩm có chứa đất đến trọng lượng không đổi. Nguồn nhiệt trực tiếp có thể vượt quá 110°C như bếp điện, bếp ga, bếp dầu hỏa, bóng đèn... Không sử dụng ngọn lửa trực tiếp làm khô đất nếu thấy trước có thể làm thay đổi thành phần khoáng hóa của đất. Còn có thể được sử dụng để đốt trực tiếp vì cần cho ngọn lửa có nhiệt độ đủ thấp không làm thay đổi thành phần khoáng hóa của đất thí nghiệm.

##### *b) Dụng cụ hoặc vật liệu phục vụ thí nghiệm*

- Hộp chứa mẫu thí nghiệm: thường bằng nhôm biết trước trọng lượng;
- Nguồn nhiệt trực tiếp: nguồn phát nhiệt làm khô mẫu đất có thể tạo nhiệt độ vượt quá 110°C như bếp điện, bếp ga, bếp dầu hỏa, bóng đèn, tủ sấy dầu, máy sấy tóc,...;
- Vật liệu cháy: cồn, rượu...;
- Cân kỹ thuật;
- Một số dụng cụ phụ trợ khác như thìa nhôm, dao gạt, khăn tay...

##### *c) Quy trình kỹ thuật thí nghiệm*

- Chọn mẫu đất đại diện để thí nghiệm. Khối lượng mẫu thí nghiệm như bảng dưới đây, tùy thuộc vào thành phần hạt.

Kích thước hạt chiếm tới 10%, mm	Khối lượng thí nghiệm tối thiểu, g
2	200 - 300
5	300 - 500
20	500 - 1000

- Chuẩn bị hộp chứa mẫu thí nghiệm: lau sạch, cân trọng lượng,..

- Đưa đất thí nghiệm vào hộp chứa và cân xác định khối lượng;
- Tác dụng nguồn nhiệt vào đất hoặc hộp chứa có đất. Chú ý để nguồn nhiệt tác dụng đều trên mẫu đất, tránh làm khô cục bộ và để đất khô đều.
- Khi mẫu đất có biểu hiện đã khô đều, đưa hộp chứa ra khỏi nguồn nhiệt và để nguội chúng.
- Cân xác định khối lượng hộp chứa và đất khi chúng đã ở nhiệt độ phòng.
- Tác dụng lại nguồn nhiệt để tiếp tục làm khô đất.
- Lặp lại các thao tác trên cho đến khi sai khác trọng lượng giữa hai lần liên tiếp không quá 0,1%.

*d) Tính toán và biểu diễn kết quả thí nghiệm*

- Độ ẩm được tính theo công thức

$$W = (M_w/M_d) \times 100$$

Trong đó:

W là độ ẩm của đất, tính bằng %

$M_w$ ,  $M_d$  lần lượt là trọng lượng nước và đất khô

- Kết quả độ ẩm được biểu diễn chính xác đến 1%.
- Độ ẩm của đất là giá trị trung bình của ít nhất 2 kết quả song song.

*e) Các tiêu chuẩn tham khảo*

- TCVN 4196:1995 Đất xây dựng. Phương pháp xác định độ ẩm và độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm;
- ASTM D4959 Phương pháp tiêu chuẩn xác định độ ẩm của đất bằng cách gia nhiệt trực tiếp ngoài hiện trường (Standard method for determination of water content of soil by direct heating).

**15.3.1.2. Xác định khối lượng thể tích**

*15.3.1.2.1. Phương pháp rót cát tiêu chuẩn*

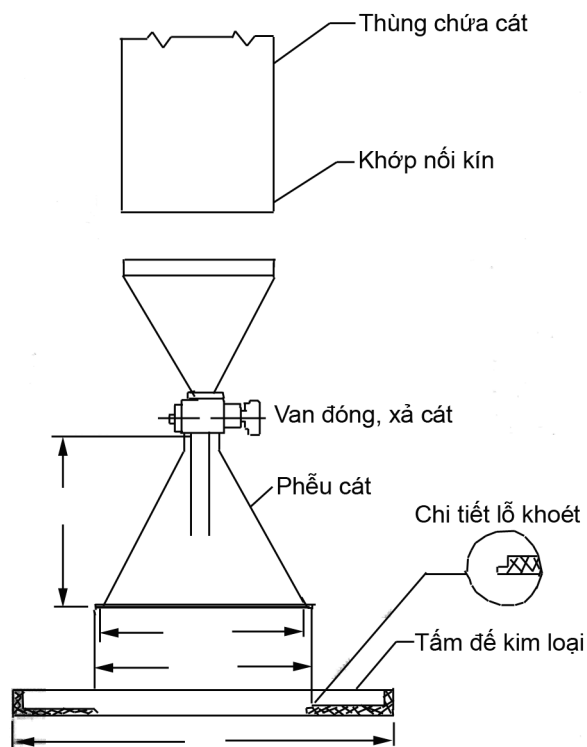
*a) Nguyên lý*

- Đào một hố khí nghiệm, đất lấy từ hố đào được lưu giữ và cân xác định khối lượng. Thể tích của hố đào được xác định bằng cách lấp đầy hố đào bằng cát tiêu chuẩn đã biết trước khối lượng thể tích. Giá trị khối lượng thể tích của đất nghiên cứu sẽ bằng tỷ số giữa trọng lượng của đất trong hố và thể tích của hố.

- Phương pháp rót cát áp dụng cho đất không chứa nhiều các hạt lớn hơn 20 mm, có đủ tính dính để giữ được thành hố và không bị biến dạng khi đào.

*b) Dụng cụ hoặc vật liệu phục vụ thí nghiệm*

- Phễu rót cát: có hình dạng và kích thước như hình 15,1.



**Hình 15.1.** Thiết bị phễu rót cát

Phễu rót cát bao gồm một thùng chứa cát tiêu chuẩn với thể tích lớn hơn khối lượng cát tiêu chuẩn cần thiết để lấp đầy hố thí nghiệm, một van hình trụ có một đầu nối với thùng chứa cát và đầu kia nối với cuống phễu cát, một tấm đế kim loại tròn hoặc vuông khoét lỗ ở giữa với đường kính bằng đường kính phễu. Van hình trụ có đường kính chừng 13 mm cho phép cát có thể chảy hoặc ngừng chảy qua nó. Phễu rót cát thường bằng kim loại đủ độ cứng để không bị biến dạng trong quá trình thí nghiệm.

- Cát tiêu chuẩn: Cát khô, sạch và đồng nhất với hệ số đồng nhất  $C_u$  nhỏ hơn 2 và kích thước hạt lớn nhất phải bé hơn 2 mm. Cát không bị thay đổi khối lượng thể tích do các tác động môi trường và sai khác giữa các lần xác định khối lượng thể tích phải bé hơn 1% giá trị trung bình.

- Cân kỹ thuật;

- Một số dụng cụ khác: dao, thìa... để đào hố thí nghiệm.

*c) Quy trình kỹ thuật thí nghiệm*

- Chọn vị trí thí nghiệm, làm bằng và dọn sạch bề mặt.
- Đặt tấm đế kim loại vào vị trí thí nghiệm. Chú ý sao cho tấm đế tiếp xúc tốt với bề mặt đất, nằm ngang, phẳng.
- Đổ cát tiêu chuẩn đã biết khối lượng thể tích vào thùng chứa và xác định khối lượng cát sử dụng.
- Đào hố thí nghiệm qua lỗ trung tâm của đế kim loại. Đào nhẹ nhàng, lỗ thí nghiệm nên có dạng hình nón với góc nghiêng vừa phải, thành hố nhẵn. Thể tích hố thí nghiệm tùy thuộc vào kích thước hạt đất lớn nhất. Hố có thể tích càng lớn, sai số thí nghiệm càng nhỏ.

Kích thước hạt lớn nhất, mm	Thể tích tối thiểu hố thí nghiệm, cm <sup>3</sup>
12,5	1400
25,5	2100
40,0	2800

Đất thu được khi đào hố được gom hết và cẩn thận vào thùng đựng và được cân để xác định khối lượng.

- Lắp đặt phễu rót cát để sẵn sàng cho thí nghiệm.
- Mỏ van để cát trong thùng chứa nhẹ nhàng chảy và lấp đầy hố vừa đào, phễu và tấm đế. Khóa van khi thấy cát ngừng chảy.
- Xác định khối lượng cát còn lại trong thùng chứa và sau đó khối lượng cát đã sử dụng.

*d) Tính toán và biểu diễn kết quả thí nghiệm*

- Thể tích hố đào thí nghiệm:

$$V = (M_1 - M_2) / \rho_c$$

Trong đó:

V là thể tích hố thí nghiệm, tính bằng cm<sup>3</sup>;

M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> lần lượt là trọng lượng cát tiêu chuẩn đã sử dụng và chưa trong phễu dưới van, tính bằng g;

ρ<sub>c</sub> là khối lượng thể tích của cát tiêu chuẩn, tính bằng g/cm<sup>3</sup>.

- Khối lượng thể tích của đất thí nghiệm, γ g/cm<sup>3</sup>:

$$\gamma = M_3 / V$$

Trong đó:

M<sub>3</sub>, V lần lượt là trọng lượng của đất lấy được từ hố đào;

g và thể tích hố đào tính được từ trên, cm<sup>3</sup>.



- Kết quả khối lượng thể tích được biểu diễn chính xác đến  $0,01 \text{ g/cm}^3$ .
- Khối lượng thể tích của đất là giá trị trung bình của ít nhất 2 kết quả song song.
- Khi xác định được độ ẩm của đất thí nghiệm có thể tính toán thêm khối lượng thể tích khô của chúng.

*e) Các tiêu chuẩn tham khảo*

- TCVN 4202:1995 Đất xây dựng. Phương pháp xác định khối lượng thể tích trong phòng thí nghiệm;
- ASTM D4914 Phương pháp tiêu chuẩn xác định khối lượng thể tích của đất bằng cách rót cát trong hố đào (Standard method for determination of density of soil by sand replacement in a test pit).

*15.3.1.2.2. Phương pháp bóng cao su*

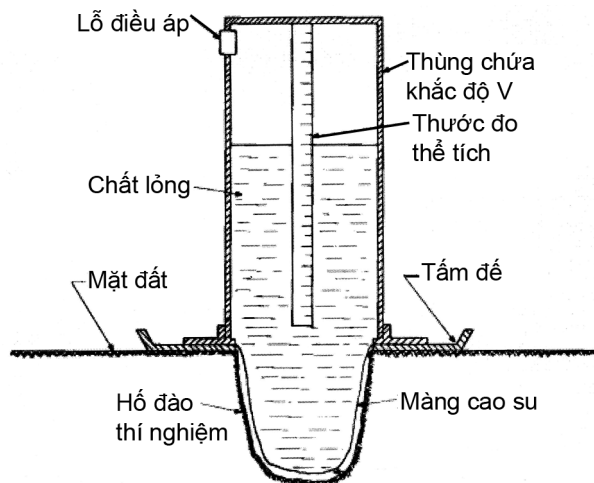
*a) Nguyên lý*

- Đào một hố thí nghiệm, đất lấy từ hố đào được lưu giữ và cân xác định khối lượng. Thể tích của hố đào được xác định bằng cách sử dụng một ống trụ chứa nước đã khắc độ thể tích có gắn bóng cao su để lấp đầy hố thí nghiệm. Giá trị khối lượng thể tích của đất nghiên cứu sẽ bằng tỷ số giữa trọng lượng của đất trong hố và thể tích của hố.

- Phương pháp này áp dụng cho đất không chứa nhiều các hạt sắc cạnh, lớn hơn 20 mm, có đủ tính dính để giữ được thành hố và không bị biến dạng khi đào.

*b) Dụng cụ hoặc vật liệu phục vụ thí nghiệm*

- Ống trụ chứa nước khắc độ thể tích gắn bóng cao su: có hình dạng và kích thước như hình 15.2.



**Hình 15.2.** Thiết bị bóng cao su

Thiết bị bao gồm một ống trụ chứa đầy nước có gắn một túi cao su mềm và một tấm đế đục lỗ trung tâm có kích thước phù hợp với kích thước ống. Bên ngoài ống trụ được khắc độ thể tích. Thiết bị được trang bị để có thể tác dụng một áp lực nhỏ hoặc chân không vào chất lỏng trong nó và có kích thước, trọng lượng thích hợp không gây các biến dạng cho đất trong quá trình thí nghiệm. Thiết bị cũng được trang bị đồng hồ đo áp lực để điều khiển quá trình khắc độ và thí nghiệm. Đồng hồ đo thể tích hồ thí nghiệm phải có độ chính xác đến 1%. Túi cao su phải có hình dạng và kích thước hợp lý để có thể lấp đầy hồ thí nghiệm mà không tạo nếp gấp và phải đủ bền dưới tác dụng của áp lực. Tháo túi cao su bằng cách tác dụng một áp lực chân không vào nước trong ống hình trụ.

- Cân kỹ thuật;
- Một số dụng cụ khác: dao, thìa,.. để đào hồ thí nghiệm.

*c) Quy trình kỹ thuật thí nghiệm*

- Chọn vị trí thí nghiệm, làm bằng và dọn sạch bề mặt
- Đặt tấm đế kim loại vào vị trí thí nghiệm và lắp ráp ống trụ vững chắc trên nó. Tác dụng một áp lực vừa đủ nhỏ vào nước trong ống và đọc số đo thể tích ban đầu. Tấm đế kim loại sẽ giữ nguyên vị trí trong suốt quá trình thí nghiệm.
- Tháo ống trụ kim loại ra khỏi tấm đế và đào hồ thí nghiệm trong phạm vi lỗ khoét trung tâm của đế. Kích thước hồ thí nghiệm tùy thuộc vào kích thước của dụng cụ và áp lực áp dụng và phụ thuộc vào loại đất như sau

Kích thước hạt lớn nhất, mm	Thể tích tối thiểu hồ thí nghiệm, cm <sup>3</sup>
12,5	1400
25,5	2100
40,0	2800

Đất thu được khi đào hồ được gom hết và cẩn thận vào thùng đựng và được cân để xác định khối lượng.

- Sau khi hồ thí nghiệm được đào xong, lắp đặt ống trụ thí nghiệm vào vị trí như khi lấy số liệu ban đầu và tác dụng một áp lực như áp lực khi lấy số đo ban đầu. Đo và ghi số đo thể tích lần 2. Hiệu số của số đo thể tích giữa hai lần chính là thể tích của hồ dài thí nghiệm  $V_h$ .

*d) Tính toán và biểu diễn kết quả thí nghiệm*

- Khối lượng thể tích của đất thí nghiệm,  $\gamma$  g/cm<sup>3</sup>

$$\gamma = M / V_h$$

Trong đó:

$M$ ,  $V_h$  lần lượt là trọng lượng của đất lấy được từ hố đào;  
g và thể tích hố đào tính được từ trên,  $\text{cm}^3$ .

- Kết quả khối lượng thể tích được biểu diễn chính xác đến  $0,01 \text{ g/cm}^3$ .
- Khối lượng thể tích của đất là giá trị trung bình của ít nhất 2 kết quả song song.
- Khi xác định được độ ẩm của đất thí nghiệm có thể tính toán thêm khối lượng thể tích khô của chúng.

*e) Các tiêu chuẩn tham khảo*

- TCVN 4202:1995 Đất xây dựng. Phương pháp xác định khối lượng thể tích trong phòng thí nghiệm;
- ASTM D2167-94 Phương pháp tiêu chuẩn xác định khối lượng thể tích và khối lượng thể tích khô bằng bóng cao su (Standard method for determination of density and unit weight of soil by rubber balloon method).

### **15.3.2. Xác định tính thấm nước**

#### **15.3.2.1. Phương pháp đổ nước trong hố đào**

*a) Nguyên lý chung*

Đo thể tích nước tổn thất theo thời gian trong một tiết diện thấm xác định khi cho nước thấm qua khối đất được tạo ra trong hố đào với các điều kiện đáp ứng với giả thiết rằng dòng thấm chỉ hướng thẳng xuống dưới và gradian dòng thấm bằng đơn vị (tức là vận tốc dòng thấm bằng hệ số thấm).

Phương pháp đổ nước trong hố đào thích hợp xác định tính thấm của các lớp đất có tính thấm tốt (cát, cuội sỏi, đất trong vỏ phong hóa,..) nằm ngay hoặc gần bề mặt đất tự nhiên, trong đới thông khí.

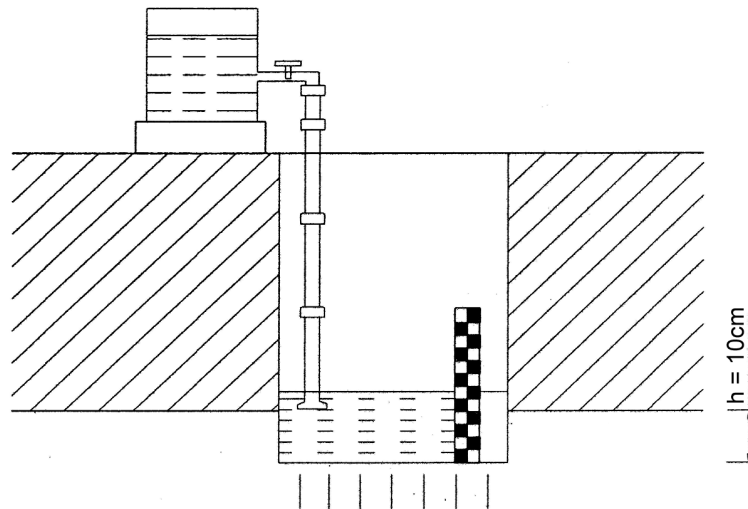
*b) Phương pháp vòng chắn đơn*

- Phương pháp mang tên người Nga sáng chế. Bản chất là sử dụng một vòng thép hình trụ đóng xuống đáy hố đào để tạo một dòng thấm có tiết diện thấm xác định được.

- Thiết bị: sơ đồ bố trí thiết bị thí nghiệm như hình 15.3.

Các thiết bị, dụng cụ chính:

- Vòng chắn bằng thép, hình trụ, đường kính thường cỡ 50 cm, chiều cao 20 - 25 cm, dày 3 - 5 mm, một đầu vát nhọn để có thể dễ dàng đóng xuống đất.



**Hình 15.3.** Sơ đồ thí nghiệm thấm trong hố đào theo phương pháp vòng chắn đơn

- Dụng cụ cấp nước: sử dụng để cấp và theo dõi lượng nước tổn thất do thấm, là một bình chứa nước có khắc độ thể tích và đã được hiệu chuẩn thường xuyên các số đo thể tích của các độ khắc trên bình. Thường có hai bình thông nhau để có thể cấp ngay khi bình chính cấp nước thí nghiệm hết nước. Bình thường bằng thủy tinh trong suốt, được khắc độ thể tích ngay trên thành bình, đường kính chừng 40 - 60 cm, cao 80 cm và được gắn chặt thẳng đứng trên các giá đỡ. Nước từ bình được cấp vào khối đất thí nghiệm qua các ống dẫn có van khóa đóng hoặc xả nước.

- Dụng cụ tự động điều chỉnh mực nước sử dụng để giữ mực nước ở một mức cố định thường là thiết bị phao. Khi mực nước hạ thấp hơn đã đặt trước, phao bị hạ thấp và mở khóa cấp nước vào cho đến khi đạt được mực chuẩn.

- Nước thí nghiệm là nước sạch, không có vật chất lơ lửng.

- Một số dụng cụ phụ trợ như đồng hồ bấm giây, nhiệt kế, cuốc, xẻng đào đất,..

**\* Quy trình kỹ thuật thí nghiệm:**

- Chọn vị trí thí nghiệm; làm bằng và dọn sạch bề mặt; đào một hố kích thước chừng 1,0 x 1,5 m sâu tới bề mặt lớp đất cần thí nghiệm.

- Từ đáy hố đào, đào hố thí nghiệm có kích thước tương đương với vòng chắn thép, sâu chừng 15 - 20 cm.

- Đặt vòng chắn vào hố thí nghiệm vừa đào và ấn sâu vào đất chừng 5 - 10 cm. Chết kín chống thấm qua mép bên đáy của vòng chắn. Làm bằng đáy hố thí nghiệm. Gắn thước đo vào bề mặt trong của vòng thép, lấy dấu 0 là cao độ đáy hố và dấu 10 cm cao hơn kể từ dấu 0, Rải đều trên đáy hố một lớp 1 - 2 cm cát sỏi nhỏ 5 - 10 mm chống xói đáy khi đổ nước vào hố.

- Lắp đặt thiết bị dụng cụ cấp nước và thiết bị phao điều chỉnh mực nước sao cho mực nước chuẩn ở dấu 10 cm.

- Mở van để nước chảy vào bên trong vòng chắn thép tới độ cao ở dấu 10 cm. Điều chỉnh bộ phận tự động điều chỉnh mực nước ở mức chuẩn này.

- Đo lượng nước tiêu hao trên vạch khắc độ của bình cấp nước trong các khoảng thời gian 15 - 39 phút cho đến khi lưu lượng tiêu hao được xem là ổn định. Lưu lượng tiêu hao được xem là ổn định khi không thay đổi trong suốt 2 giờ quan trắc ở 4 - 6 lần đo liên tiếp hoặc chỉ sai khác chừng 10% so với giá trị trung bình.

- Kết thúc thí nghiệm và thu dọn thiết bị dụng cụ.

\* *Tính toán và biểu diễn kết quả:*

- Xác định lưu lượng thấm ổn định  $Q_c$  theo hai bước sau:

+ Tính toán lưu lượng thấm  $Q_i$  trong từng đoạn thời gian theo công thức

$$Q_i = V_{1-2}/(t_1 - t_2), \text{ cm}^3/\text{s}$$

Trong đó:

$V_{1-2}$ ,  $\text{cm}^3$  là lượng tổn thất nước trong khoảng thời gian  $t_1 - t_2$ , s.

+ Vẽ đồ thị  $Q_i$  theo thời gian  $t$ , tìm ra  $Q_c$  là lưu lượng ổn định.

- Tính toán hệ số thấm theo công thức:

$$K = Q_c/F, \text{ cm/s}$$

Trong đó:

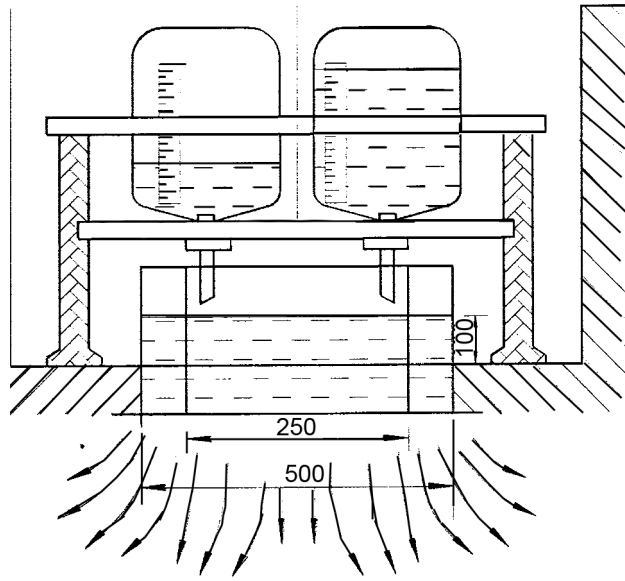
$Q_c$ ,  $\text{cm}^3/\text{s}$  là lưu lượng ổn định và  $F$ ,  $\text{cm}^2$  là tiết diện thấm bằng diện tích tiết diện trong của vòng thép.

c) *Phương pháp vòng chắn kép (phương pháp Nexterov)*

\* Phương pháp mang tên người Nga sáng chế. Bản chất tương tự như phương pháp vòng chắn đơn nhưng sử dụng hai vòng thép hình trụ đồng tâm đóng xuống đáy hố đào để tạo một dòng thấm có tiết diện thấm xác định được. Vòng thép bên trong được sử dụng để tạo ra khối thấm và vòng thép bên ngoài đường kính lớn hơn được sử dụng để bảo hòa khối đất xung quanh vòng thép bên trong, tạo điều kiện cho phép dòng thấm hoàn toàn theo phương thẳng đứng xuống dưới, đáp ứng tốt hơn giả thiết về tính đồng nhất của tiết diện thấm.

\* Phương pháp vòng chắn kép, về cơ bản, tương tự như phương pháp vòng chắn đơn về thiết bị và quy trình thí nghiệm và chỉ khác nhau ở 2 điểm:

- Vòng thép chắn là kép với 2 vòng thép đồng tâm được cố định và liên kết với nhau qua các thanh gia cường. Sơ đồ thí nghiệm như hình 15.4. Vòng thép trong thường có đường kính 25 cm và vòng ngoài là 50 cm



**Hình 15.4.** Sơ đồ thí nghiệm thấm trong hồ đào theo phương pháp vòng chắn kép

- Khi thí nghiệm kết thúc, khoan hai lỗ khoan, một bên trong vòng thép nhỏ và một ở bên ngoài cách vị trí thí nghiệm chừng 2 - 3 m để lấy mẫu đất thí nghiệm xác định độ ẩm, theo dõi sự biến đổi độ ẩm theo chiều sâu và tìm thấy độ sâu thấm. Mẫu đất thí nghiệm độ ẩm được lấy cứ 20 - 25 cm theo độ sâu tới độ sâu chừng 4 - 6 m – độ sâu dự đoán kết thúc ảnh hưởng thấm của thí nghiệm. Độ sâu này được xác định khi theo dõi giá trị độ ẩm của đất theo chiều sâu và so sánh giá trị này trong hai hố khoan có vị trí một trong và một ngoài vùng ảnh hưởng thấm.

\* *Tính toán và biểu diễn kết quả:*

Hệ số thấm K, cm/s được tính theo công thức:

$$K = Q_c \times H / F(H+H_0+H_m)$$

Trong đó:

$Q_c$  là lưu lượng ổn định,  $cm^3/s$

H là chiều sâu ảnh hưởng thấm, cm

$H_0$  là chiều cao cột nước thấm 10 cm

$H_m$  là chiều cao mao dẫn của đất thí nghiệm như bảng dưới đây:

Loại đất	$H_m$ , cm	Loại đất	$H_m$ , cm
Sét, sét pha bụi	100	Cát nhỏ, mịn nhiều sét	30
Sét pha cát	80	Cát nhỏ, mịn	20
Bụi	60	Cát hạt trung	10
Bụi nhiều cát	40	Cát hạt thô	5

*d) Các tiêu chuẩn tham khảo*

- TCVN ..... Đất xây dựng. Phương pháp xác định tính thấm nước của đất ở hiện trường (Tiêu chuẩn gốc 14 TCN 153-2006 Đất xây dựng các công trình thủy lợi
- Phương pháp tiêu chuẩn xác định tính thấm ở hiện trường);
- GOST 25260-82 Phương pháp ngoài trời xác định tính thấm nước của đất (Tiêu chuẩn Nga, bản tiếng Nga).

**15.3.2.2. Phương pháp đổ nước trong hố khoan**

*a) Nguyên lý chung*

Đo thể tích nước tồn thất theo thời gian trong một đoạn hố khoan khi cho nước thấm qua thành hố khoan vào khối đất. Hố khoan thí nghiệm thường là hố khoan không hoàn chỉnh, có đường kính không nhỏ hơn 100 mm, được khoan bằng công nghệ phù hợp với hố khoan 0,5 - 1,0 m, nước rửa bằng nước và phải chống ống nếu thành hố không ổn định. Đoạn hố khoan thí nghiệm phải nằm trọn trong một lớp đất, có chiều dài không vượt quá 60% chiều sâu hố khoan kể từ đáy, được đặt ống lọc và cách nước với các đoạn hố khoan trên nó. Hố khoan phải được rửa sạch trước khi thực hiện thí nghiệm đổ nước.

Phương pháp đổ nước trong hố khoan thích hợp xác định tính thấm của các lớp đất có tính thấm tốt (cát, cuội sỏi, đất trong vỏ phong hóa,..) nằm ngay hoặc gần bề mặt đất tự nhiên, trong đới thông khí.

Phân biệt quy trình thí nghiệm với cột nước không đổi và cột nước thay đổi.

*b) Phương pháp cột nước không đổi (phương pháp Nasberg)*

\* Phương pháp mang tên người sáng chế. Bản chất là đo lượng nước tồn thất theo thời gian trong khi giữ áp lực thấm (cột nước trong hố khoan) không thay đổi và áp dụng định luật chảy tầng Darcy cho tính toán. Lớp đất thí nghiệm được xem là đồng nhất đẳng hướng, tye số giữa cột nước thí nghiệm H và đường kính hố khoan R trong khoảng  $H/R = 50 - 200$  và mực nước của cột nước thí nghiệm phải nằm trong đoạn thí nghiệm đổ nước.

\* Thiết bị chính bao gồm:

- Máy khoan với công nghệ và mũi khoan phù hợp;
- Ống lọc đạt tiêu chuẩn theo yêu cầu;
- Thiết bị cấp nước và tự động điều chỉnh mực nước thí nghiệm;
- Nước thí nghiệm đủ độ sạch;
- Dụng cụ đo mực nước trong hố khoan;
- Các dụng cụ phụ trợ khác như đồng hồ bấm giây, nhiệt kế,..

\* Quy trình kỹ thuật thí nghiệm:

- Chọn vị trí thí nghiệm, nghiên cứu địa tầng và lập quy trình khoan, quy cách đoạn lỗ khoan thí nghiệm;

- Khoan theo thiết kế đã lập, rửa sạch hố khoan, lắp đặt ống lọc;

- Lắp đặt thiết bị đo nước trong hố khoan;

- Lắp đặt thiết bị cấp nước và tự động điều chỉnh mực nước ở độ sâu đã định.

- Cấp nước vào hố khoan đến cao độ, độ sâu thí nghiệm và điều chỉnh sao cho mực nước được tự động giữ ổn định;

- Đọc số tiêu hao lượng nước trong khoảng thời gian 15 - 30 phút, cho đến khi đạt được lưu lượng ổn định  $Q_c$ . Kết thúc thí nghiệm.

\* Tính toán và biểu diễn kết quả:

- Xác định lưu lượng thấm ổn định  $Q_c$  theo hai bước sau:

+ Tính toán lưu lượng thấm  $Q_i$  trong từng đoạn thời gian theo công thức

$$Q_i = V_{1-2} / (t_1 - t_2), \text{ cm}^3/\text{s}$$

Trong đó:

$V_{1-2}$ ,  $\text{cm}^3$  là lượng tổn thất nước trong khoảng thời gian  $t_1 - t_2$ , s.

+ Vẽ đồ thị  $Q_i$  theo thời gian  $t$ , tìm ra  $Q_c$  là lưu lượng ổn định.

- Tính toán hệ số thấm theo công thức

$$K = (0,423Q_c/H^2) \log (2H/R), \text{ cm/s}$$

Trong đó:

$Q_c$ ,  $\text{cm}^3/\text{s}$  là lưu lượng ổn định và  $H$ ,  $\text{cm}$  là chiều cao cột nước thí nghiệm không đổi và  $R$  là bán kính hố khoan đoạn thí nghiệm.

c) Phương pháp cột nước thay đổi (phương pháp Barenblat và Sextacov)

\* Phương pháp mang tên hai tác giả sáng chế. Bản chất là đo mực nước thay đổi trong đoạn hố khoan thí nghiệm trong khi giữ không đổi lưu lượng tổn thất do thấm. Hố khoan cần là hố khoan hoàn chỉnh, có nghĩa là đáy hố khoan phải đạt tới nóc tầng cách nước dưới lớp đất thí nghiệm.

\* Phương pháp cột nước thay đổi, về cơ bản, tương tự như phương pháp cột nước không đổi về thiết bị và quy trình thí nghiệm và chỉ khác nhau ở 2 điểm:

- Cần theo dõi và điều chỉnh sao cho lượng nước thấm tổn thất là không đổi theo thời gian và tạo ra tốc độ dâng nước trong đoạn thí nghiệm trong khoảng 0,5 - 0,6  $\text{cm}/\text{phút}$ ;

- Khoảng thời gian lấy số đọc là 15 - 20 phút, liên tục cho tới khi mực nước trong đoạn thí nghiệm dâng cao tới 4/5 chiều dài đoạn. Kết thúc thí nghiệm



\* *Tính toán và biểu diễn kết quả:*

Hệ số thấm K, cm/s được tính theo công thức:

$$K = 0,366Q_c(\log t_1/t_2) / (H_2^2 - H_1^2)$$

Trong đó:

$Q_c$  là lưu lượng ổn định,  $\text{cm}^3/\text{s}$

$H_1$  và  $H_2$  tương ứng là cao mực nước trong đoạn thí nghiệm ở thời điểm  $t_1$  và  $t_2$ , cm.

*d) Các tiêu chuẩn tham khảo*

- TCVN 8731:2012 Đất xây dựng. Phương pháp xác định tính thấm nước của đất ở hiện trường (Tiêu chuẩn gốc 14 TCN 153-2006 Đất xây dựng các công trình thủy lợi - Phương pháp tiêu chuẩn xác định tính thấm ở hiện trường);

- GOST 25260-82 Phương pháp ngoài trời xác định tính thấm nước của đất (Tiêu chuẩn Nga, bản tiếng Nga).

### **15.3.3. Câu hỏi kiểm tra cho chuyên đề 1**

1. Nêu nguyên lý chung của phương pháp gia nhiệt trực tiếp xác định độ ẩm của đất ở hiện trường. Yếu tố nào là nhược điểm cơ bản của phương pháp?

2. Nêu bản chất của các phương pháp xác định khối lượng thể tích của đất tại hiện trường. Phân tích các điểm khác nhau giữa 2 phương pháp rót cát và bóng cao su.

3. Nêu rõ những điểm khác và giống nhau của từng phương pháp ngoài trời xác định tính thấm của đất và rút ra các kết luận về phạm vi áp dụng của chúng để thu được kết quả phản ánh chính xác nhất về tính thấm của đất nghiên cứu.

## **15.4. CHUYÊN ĐỀ 2: PHƯƠNG PHÁP NGOÀI TRỜI XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG ĐỘ BỀN CỦA ĐẤT**

### **15.4.1. Thí nghiệm xuyên tĩnh (cone penetration test - CPT)**

#### **15.4.1.1. Nguyên lý chung của thí nghiệm xuyên tĩnh**

\* Thí nghiệm xuyên tĩnh là thí nghiệm ấn vào trong đất bằng lực tĩnh một đầu xuyên thông qua một hệ thống cần xuyên để xác định sức kháng xuyên và một số tính chất khác của đất. Thí nghiệm xuyên tĩnh thường được ký hiệu là CPT và khi có thể đo được áp lực nước lỗ rỗng thì được ký hiệu là CPTu.

Tùy theo tính năng hoạt động của máy xuyên, có thể phân biệt nhiều kiểu thí nghiệm xuyên tĩnh khác nhau:

- Theo phương thức lấy số liệu, có thí nghiệm xuyên liên tục và thí nghiệm xuyên gián đoạn. Trong thí nghiệm liên tục, mũi xuyên được ấn liên tục vào trong đất với tốc độ tiêu chuẩn (2 cm/s) không kể các thao tác nối cần xuyên và số liệu xuyên được theo dõi và ghi liên tục khi xuyên. Trong thí nghiệm gián đoạn, quá trình xuyên bị dừng theo các chu kỳ đo ghi các số liệu xuyên, ví dụ đối với các máy xuyên cơ Gouda, chu kỳ dừng là 20 cm.

- Theo đặc điểm của cơ chế đo ghi số liệu, có thể phân biệt thí nghiệm xuyên cơ học và thí nghiệm xuyên điện tử. Trong thí nghiệm xuyên cơ học, các số liệu đo được thể hiện trên các đồng hồ đo áp suất hoạt động đơn giản theo cơ chế thủy lực còn trong thí nghiệm xuyên điện tử, các số liệu đo thể hiện trên các đồng hồ điện tử thông qua các bộ cảm biến đặt tại mũi xuyên.

- Theo đặc điểm cấu tạo của mũi xuyên, có thể phân biệt thí nghiệm xuyên thuần túy và thí nghiệm xuyên đa chức năng. Thí nghiệm xuyên thuần túy chỉ đo hai chỉ tiêu xuyên cơ bản là sức kháng xuyên mũi  $q_c$  và sức kháng ma sát bên  $q_f$ , còn trong thí nghiệm xuyên đa chức năng, ngoài hai chỉ tiêu cơ bản còn đo được một số chỉ tiêu tính chất khác của đất như áp lực nước lỗ rỗng, mật độ, điện trở, tính ăn mòn,..

\* Các thông số cơ bản sau có thể thu được từ thí nghiệm xuyên tĩnh:

- Sức kháng mũi đơn vị  $q_c$ : là sức kháng của đất tác dụng lên mũi xuyên và được xác định bằng cách chia lực tác dụng thẳng đứng  $Q_c$  cho tiết diện đáy mũi  $\lambda_c$ :

$$q_c = \frac{Q_c}{\lambda_c} \quad \text{Đơn vị đo là: Pa, kPa, MPa.}$$

- Sức kháng ma sát bên đơn vị  $f_f$ : là sức kháng xuyên tạo nên bởi ma sát giữa đất và bề mặt ngoài của cần xuyên. Trong thí nghiệm xuyên cơ học, sức kháng ma sát bên đơn vị được đo bằng một cơ cấu măng xông đo ma sát và được xác định bằng cách chia lực tác dụng lên bề mặt măng xông  $Q_s$  cho diện tích của măng xông  $\lambda_s$ :

$$q_f = \frac{Q_s}{\lambda_s} \quad \text{Đơn vị đo là: Pa, kPa, MPa.}$$

Trong thí nghiệm xuyên điện, điện tử, ma sát bên được đo liên tục bằng bộ cảm biến lực đặt tại mũi xuyên.

- Tổng sức kháng xuyên  $Q_t$  là tổng lực cần thiết để ấn cần và đầu xuyên xuống đất.

- Tỷ sức kháng  $F_r$  là tỷ số giữa ma sát thành đơn vị  $q_f$  và sức kháng mũi đơn vị  $q_c$  ở cùng một độ sâu thí nghiệm, được thể hiện bằng phần trăm hay số thập phân:

$$F_r = q_f/q_c$$

- Áp lực nước lỗ rỗng và sự suy giảm áp lực nước lỗ rỗng theo thời gian. Các thông số này thu được với thí nghiệm xuyên CPTu và được sử dụng để phân loại đất và một số thông số cố kết.

- Một số tính chất vật lý khác: nhiệt độ, mật độ, điện trở, tính ăn mòn,... có thể đo được với các đầu xuyên đặc biệt.

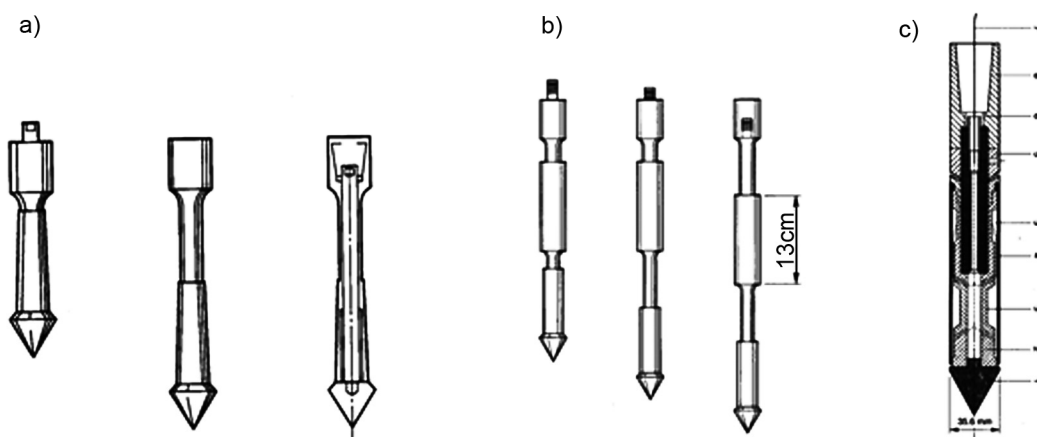
\* Thiết bị xuyên tĩnh thường bao gồm các bộ phận chính là mũi xuyên, cần xuyên, bộ gia tải và bộ đo đạc:

- Mũi xuyên gồm phần chóp nón và phần hình trụ tiếp theo. Mũi thường có hình nón góc đỉnh  $60^{\circ}$ , tiết diện  $20 \text{ cm}^2$ . Phần hình trụ nối dài tiếp theo có gắn các cơ cấu đo khác (nếu có, tùy theo loại mũi xuyên) như mảng xông đo ma sát, vòng đá thấm đo áp lực nước lỗ rỗng và các bộ cảm biến khác. Mảng xông đo ma sát có đường kính bằng đường kính đáy mũi côn và diện tích mặt bên  $150 \text{ mm}^2$  (Hình 15.5).

- Hệ thống cần xuyên: thường là các ống rỗng nối trực tiếp với mũi xuyên, dùng để ấn định hướng đầu xuyên xuống đất, bên trong có hệ thống cần trong đặc hoặc cáp điện. Đường kính của hệ cần thường bằng đường kính mũi xuyên và thường dài  $1000 \text{ mm}$ , được nối với nhau bằng các ren

- Bộ đo đạc: là hệ thống đo và ghi kết quả. Đối với thiết bị xuyên điện tử sử dụng bộ cảm biến lực điện gắn ở đầu xuyên, các thông tin về lực được chuyển thành tín hiệu điện và truyền lên bộ đo - ghi, qua các cáp điện trong cần xuyên hoặc chuyển thành các tín hiệu âm truyền lên bộ vi xử lý qua hệ cần xuyên. Đối với thiết bị xuyên cơ học, hệ thống sẽ truyền các thông tin về sức kháng xuyên lên mặt đất và thiết bị đo có thể là đồng hồ thủy lực, hay vồng hoặc thanh ứng biến.

- Bộ gia tải là bộ phận tạo lực nén, ấn tĩnh cần và đầu xuyên xuống đất, hoạt động theo nguyên lý thủy lực. Đối trọng cho thiết bị thường là neo hoặc tải trọng.



**Hình 15.5.** Một số loại mũi xuyên tĩnh  
a) Mũi xuyên Hà Lan; b) Mũi xuyên Begeman; c) Mũi xuyên điện

\* Kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh dùng để:

- Phân loại đất và xác định ranh giới các phân vị địa tầng.
- Xác định một số các tính chất cơ lý của đất.
- Xác định sức chịu tải của móng cọc.

#### **15.4.1.2. Quy trình kỹ thuật thí nghiệm xuyên tĩnh**

Quy trình thí nghiệm cụ thể của một thí nghiệm xuyên tĩnh được xác định tùy theo loại máy xuyên sử dụng (máy xuyên thủ công, máy xuyên cơ khí, máy xuyên điện,..) và được mô tả cụ thể kèm theo hướng dẫn sử dụng máy xuyên của nhà cung cấp thiết bị. Các bước chung nhất tiến hành một thí nghiệm xuyên tĩnh bao gồm như sau:

##### **a) Chuẩn bị thí nghiệm**

- Định vị hố thí nghiệm;
- Lắp dựng máy thí nghiệm (neo, nếu cần; dụng tháp định hướng, chuẩn bị cần xuyên, lắp ráp tổ hợp thiết bị đồng bộ như luôn cáp từ đầu xuyên tới bộ điều khiển ghi, lưu dữ liệu, nối với máy tính,..; lắp đầu xuyên vào cần xuyên thứ nhất; lắp các đồng hồ đo áp, nếu cần và đưa toàn bộ hệ thống vào trạng thái sẵn sàng,..);
- Chạy thử, kiểm tra mức độ sẵn sàng làm việc của hệ thống thiết bị.

##### **b) Tiến hành thí nghiệm**

(Theo hướng dẫn của nhà sản xuất thiết bị)

- Chạy máy, xuyên cần xuyên thứ nhất; Đo, ghi các số liệu cần thiết (sức kháng xuyên tổng, đầu mũi, ma sát bên,..) trong quá trình xuyên (đối với xuyên gián đoạn như trong xuyên thủ công, xuyên cơ, thường lấy số liệu cho từng 20 cm xuyên; đối với xuyên liên tục như trong xuyên điện, số liệu được lấy tự động, liên tục);
- Lắp cần xuyên tiếp theo và cứ như vậy cho tới độ sâu dự định thí nghiệm;
- Trong quá trình xuyên cần quan sát và điều chỉnh để thí nghiệm luôn đạt chuẩn (độ chắc của neo, độ thẳng đứng của cần xuyên, tốc độ xuyên, tính liên tục và chính xác của truyền tín hiệu,..).

##### **c) Kết thúc thí nghiệm**

Thí nghiệm kết thúc khi đã đạt đến độ sâu yêu cầu. Trong nhiều trường hợp, thí nghiệm kết thúc không mong muốn như khi neo bị nhỏ, cần bị nghiêng, gián đoạn truyền tín hiệu vô căn,.. Khi đó thí nghiệm phải được tiến hành lại trên vị trí lân cận.

- Ngắt các liên kết truyền tín hiệu hoặc tháo rời đồng hồ đo áp lực;

- Nhỏ và tháo cần xuyên;
- Tháo rời các bộ phận của máy;
- Nhỏ neo;
- Lau rửa cần và các bộ phận bản khác, thu xếp toàn bộ thiết bị sẵn sàng di chuyển đến vị trí thí nghiệm khác.

#### **15.4.1.3. Chính lý, biểu diễn kết quả**

*a) Tính toán các thông số thí nghiệm: Từ các dữ liệu thí nghiệm thu được, tính toán*

- Sức kháng xuyên đầu mũi,  $q_c$ ;
- Sức kháng xuyên ma sát bên,  $q_f$ ;
- Tỷ số ma sát,  $F_r$ .

*b) Vẽ đồ thị biểu diễn các thông số trên theo chiều sâu.*

*c) Lập báo cáo kết quả thí nghiệm xuyên theo các quy định hiện hành.*

#### **15.4.1.4. Các tiêu chuẩn tham khảo**

- TCVN 9352:2012 Đất xây dựng - Thí nghiệm xuyên tĩnh (TCXD 174 - 1989);
- GOST 2006 - 81 Đất - Thí nghiệm xuyên tĩnh (Tiêu chuẩn Nga, bản tiếng Nga);
- ASTM D3441 - 98 Thí nghiệm xuyên tĩnh đất (Test Method for Mechanical Cone Penetration Tests of Soil);
- EUROCODE EN 1997-3:1999 Thí nghiệm hiện trường phục vụ thiết kế - 3. Thí nghiệm xuyên tĩnh

#### **15.4.1.5. Sử dụng kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh**

Nhiều tác giả đã nghiên cứu sử dụng kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh để xác định các tính chất cơ lý của đất thông qua các quan hệ tương quan khác nhau và cho tới nay, với tiến bộ của công nghệ điện tử, một số các tính chất của đất đã được đo trực tiếp trên các thiết bị xuyên (mật độ của đất, áp lực nước lỗ rỗng,..). Ở đây, chỉ trình bày các ứng dụng phổ biến nhất và được xem là tin cậy nhất của thí nghiệm xuyên tĩnh.

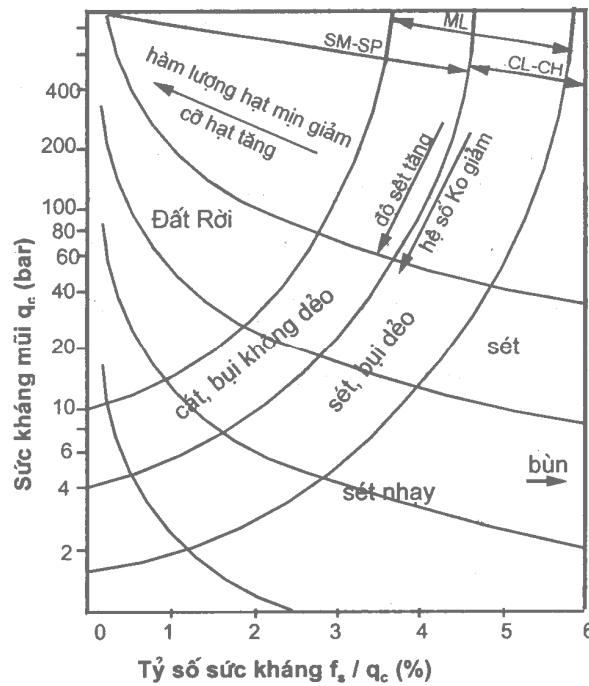
*Phân loại đất:*

Phân loại đất có thể được áp dụng khi sử dụng giá trị tỷ sức kháng hoặc tỷ sức kháng phối hợp với sức kháng xuyên mũi. Ví dụ:

Theo Bêgemann và Sanglerat, 1972

Loại đất	Giá trị $q_c/q_f$
Than bùn và đất sét nhiều hữu cơ	12
Đất sét và sét pha nặng	12 - 25
Đất sét pha	25 - 40
Cát	40 - 80

Theo Douglas và Olsen, 1981 như biểu đồ dưới đây (Hình 15.6).



**Hình 15.6.** Biểu đồ phân loại đất theo Douglas và Olsen, 1981

Theo số liệu Việt Nam.

Tỷ số sức kháng  $F_r$  của đất nền vùng Hà Nội

Loại đất	Giới hạn $q_c$ ( $10^5$ Pa)	$F_r = f_s/q_c$
Cát hạt thô, trung	$q_c > 90$	$0,3 < F_r < 0,8$
Cát hạt mịn	$q_c < 90$	$0,5 < F_r < 1,7$
Cát bụi, cát pha	$q_c < 30$	$1,0 < F_r < 3,0$
Sét pha	$7 < q_c < 40$	$2,0 < F_r < 4,0$
Sét	$7 < q_c < 30$	$4,0 < F_r < 9,0$
Bùn		$0,2 < F_r < 5,0$

Ước tính một số tính chất vật lý của đất.

• Độ chặt của đất cát  $D_r$

$q_c$ , kG/cm <sup>2</sup>	$D_r$ , %	Độ chặt
0 - 20	< 20	Rất xốp
20 - 40	20 - 40	Xốp
40 - 120	40 - 60	Chặt vừa
120 - 200	60 - 80	Chặt
>200	>80	Rất chặt

• Độ sệt của đất dính

$q_c$ , kG/cm <sup>2</sup>	B	Độ sệt
< 5	> 1.0	Chảy
5 - 10	0.75 - 1.0	Đẻo chảy
10 - 15	0.50 - 0,75	Đẻo mềm
15 - 30	0.25 - 0,50	Đẻo cứng
30 - 60	0 - 0,25	Nửa cứng
>60	<0	Cứng

c) Ước tính một số tính chất cơ học của đất

• Góc ma sát trong của đất cát có thể xác định theo  $q_c$

$q_c$ (10 <sup>5</sup> Pa)	$\varphi$ (°), ở độ sâu	
	2m	≥ 5m
10	28	26
20	30	28
40	32	30
70	34	32
120	36	34
200	38	36
300	40	38

\* Sức kháng cắt không thoát nước của đất loại sét,  $C_U$ :

$$C_U = \frac{q_c - \sigma_0}{10} \text{ với mũi côn đơn giản;}$$

$$C_U = \frac{q_c - \sigma_0}{15 - 18} \text{ với mũi côn có áo bọc.}$$

\* Môđun biến dạng của đất E có thể xác định theo quan hệ sau:

$$E = \alpha_c q_c$$

Trong đó:

E là môđun nén một trục trong phòng thí nghiệm;

$q_c$  là sức kháng xuyên mũi;

$\alpha_c$  là hệ số tỷ lệ, lấy bằng 3 cho đất rời và 7 cho đất dính.

*d) Tính toán móng theo kết quả xuyên tĩnh*

\* Sức mang tải của móng nông  $q_U$ :

Đối với nền đất rời:

$$- q_U = 28 - 0,0052(300 - q_{cTB})^{1,5}, \text{ bar cho móng băng};$$

$$- q_U = 48 - 0,0090(300 - q_{cTB})^{1,5}, \text{ bar cho móng đơn (Theo Schmertmann, 1978).}$$

Trong đó:

$q_{cTB}$  là sức kháng mũi trung bình, tính như sau:

$q_{cTB} = (q_{c1} \times q_{c2})^{0,5}$  với  $q_{c1}$  là sức kháng mũi trung bình trong độ sâu 0 - 0,5B dưới đáy móng và  $q_{c2}$  là sức kháng mũi trung bình trong độ sâu 0,5 - 1,5B dưới đáy móng;

$$q_U = q_{cB} B(1 + h_m/B)/12 \text{ (Theo Meyerhof, 1956)}$$

Trong đó:

$q_{cB}$  là sức kháng mũi trung bình trong 1B dưới đáy móng;

B,  $h_m$  là bề rộng và độ sâu chôn móng, m.

Đối với nền đất dính:

$$- q_U = 2 + 0,28 q_{cTB}, \text{ bar cho móng băng};$$

$$- q_U = 5 + 0,34 q_{cTB}, \text{ bar cho móng đơn (Theo Schmertmann, 1978);}$$

$$- q_U = R_k (q_{cTB} - \sigma_{vo}) + \sigma_{vo} \text{ (Theo Tand, Fnegard và Briaud, 1986).}$$

Trong đó:

$R_k$  là hệ số sức mang tải tra bảng theo bề rộng B và độ sâu chôn móng quy đổi;

$\sigma_{vo}$  là ứng suất bản thân tại độ sâu chôn móng.

\* Sức mang tải của móng cọc:

Sức chịu tải cực hạn của một cọc được xác định theo:



$$Q = Q_s + Q_f$$

Trong đó:

$Q_s = A K_c q_c$  là sức mang tải mũi của cọc;

$Q_f = U \sum h_{si} q_{st} / \alpha$  là sức mang tải ma sát bên của cọc.

Sức chịu tải cho phép được xác định bằng cách áp dụng một hệ số an toàn  $F$  cho các thành phần;  $F = 2 - 3$  cho thành phần mũi cọc và  $F = 2$  cho thành phần ma sát bên của cọc.

$A$  - tiết diện mũi cọc;

$K_c$  - Hệ số thành phần mũi phụ thuộc vào loại đất và loại cọc lấy theo bảng sau ;

$q_c$  - sức kháng mũi côn trung bình, lấy trong khoảng  $3B$  phía trên và  $3B$  phía dưới mũi cọc.

$P.h_{si}$  - diện tích mặt bên thành cọc ở lớp đất thứ  $i$ ;

$U$  - chu vi cọc;

$h_{si}$  - bề dày lớp đất thứ  $i$ ;

$\alpha$  - Hệ số thành phần ma sát bên phụ thuộc vào loại đất và loại cọc, và lấy theo bảng sau:

Loại đất	Sức kháng mũi côn $q_c$	Hệ số mang tải $K_c$		Hệ số $\alpha$				Giá trị cực đại (kPa)			
		Cọc nhồi	Cọc đóng	Cọc nhồi		Cọc đóng		Cọc nhồi		Cọc đóng	
				Thâm bê tông	Thành ống thép	Thâm bê tông	Thành ống thép	Thâm bê tông	Thành ống thép	Thâm bê tông	Thành ống thép
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Đất loại sét chảy, bùn	< 2000	0,4	0,5	30	30	30	30	15	15	15	15
Đất loại cứng vừa	2000 - 5000	0,35	0,45	40	80	40	80	(80) 35	(80) 35	(80) 35	35
Đất loại sét cứng đến rất cứng	> 5000	0,45	0,55	60	120	60	120	(80) 35	(80) 35	(80) 35	35
Cát chảy	0 - 2500	0,4	0,5	(60) 120	150	(60) 80	(120) 60	35	35	35	35

**Bảng tiếp theo**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cát chảy vừa	2500 - 10.000	0,4	0,5	(100) 180	(200) 250	100 0	(200) 250	(120) 80	(80) 5	(120) 80	35
Cát chặt đến rất chặt	> 1000	0,3	0,4	150	300 (200)	150	300 (200)	(150) 120	(120) 80	(150) 120	120
Đá phấn, mềm	> 5000	0,2	0,3	100	120	100	120	35	35	35	35
Đá phân phong hoá, mảnh vụn	> 5000	0,2	0,4	60	80	60	80	(150) 120	(120) 80	(150) 120	120

**GHI CHÚ:**

- Cần hết sức thận trọng trong khi lấy giá trị ma sát thành cọc của sét mềm và bùn, vì khi tác dụng một tải trọng nhỏ lên nó, hoặc cả với tải trọng bản thân cũng làm cho loại đất này lún và tạo ra ma sát âm.

- Các giá trị trong ngoặc có thể sử dụng khi: Đối với cọc nhồi, thành hố được giữ tốt, khi thi công, không gây phá hoại thành hố và thi công đổ cọc đạt chất lượng cao và với cọc đóng có tác dụng làm chặt đất khi đóng cọc.

- Giá trị sức kháng mũi cọc nêu trong bảng ứng với mũi cọc đơn giản.

**15.4.2. phương pháp xuyên tiêu chuẩn (standard penetration test - SPT)**

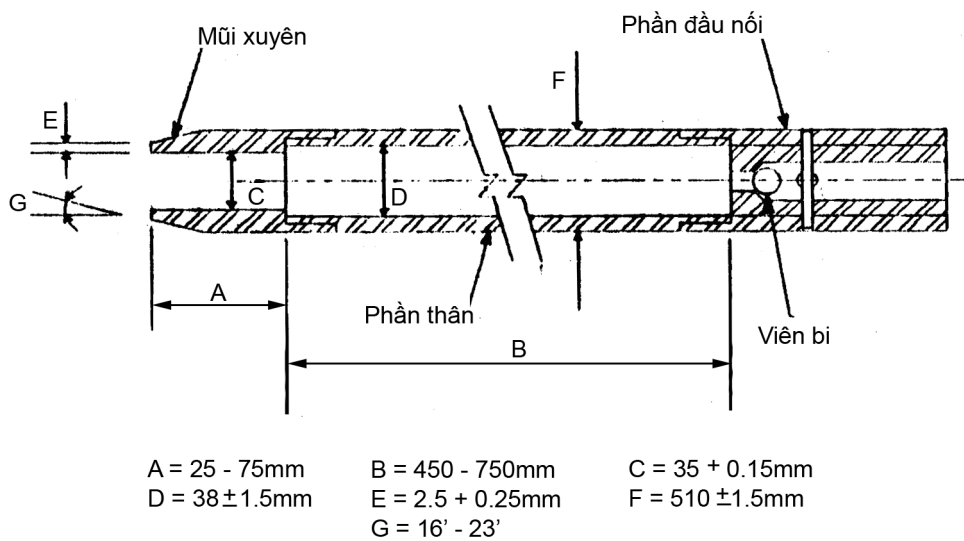
**15.4.2.1. Nguyên lý của thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn**

\* Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT là một trong các phương pháp khảo sát địa chất công trình rất phổ biến phục vụ việc xây dựng. Thí nghiệm được tiến hành bằng cách đóng một mũi xuyên có dạng hình ống mẫu vào trong đất từ đáy một lỗ khoan đã được thi công phù hợp cho thí nghiệm. Quy cách mũi xuyên, thiết bị và năng lượng đóng đã được quy định. Số búa cần thiết để đóng mũi xuyên vào đất ở các khoảng độ sâu xác định được ghi lại và chỉnh lý. Đất chứa trong ống mẫu được quan sát, mô tả, bảo quản và thí nghiệm như là mẫu đất không nguyên trạng. Thí nghiệm SPT thường được thực hiện cứ 1 - 3 m một lần, kết hợp với công tác khoan - lấy mẫu thí nghiệm. Thí nghiệm SPT được sử dụng khi khảo sát địa chất công trình trong điều kiện địa tầng phức tạp, phân bố luân phiên các lớp đất dính và đất rời bao gồm chủ yếu các lớp đất rời với độ chặt, thành phần hạt khác nhau.

\* Bộ thiết bị thí nghiệm SPT bao gồm các bộ phận cơ bản là: Thiết bị khoan tạo lỗ, đầu xuyên và bộ búa đóng.

- Thiết bị khoan dùng để tạo lỗ khoan thí nghiệm. Có thể sử dụng bất cứ máy và phương pháp khoan nào miễn là hố khoan đạt được yêu cầu kỹ thuật về đường kính, thành hố khoan ổn định, bảo đảm tối đa tính nguyên trạng của đất dưới đáy hố khoan và đạt được tới độ sâu cần thiết để thí nghiệm. Đường kính hố khoan phải nằm trong khoảng 55 - 163mm. Cần khoan thích hợp nhất cho thí nghiệm là cần có đường kính ngoài 42mm, trọng lượng 5,7 kg/m.

- Đầu xuyên là một ống thép gồm 3 phần: phần mũi, phần thân và phần đầu nối. Các phần này được nối với nhau bằng ren và đã được tiêu chuẩn hoá về kích thước (Hình 15.7).



**Hình 15.7.** Mũi xuyên SPT

- Bộ búa đóng dùng để tạo năng lượng đóng mũi xuyên vào đất. Chúng bao gồm: quả búa, bộ gấp búa và cần dẫn hướng. Quả búa thường là hình trụ tròn xoay, bằng thép có lỗ giữa chính tâm để có thể rơi trượt tự do theo thân dẫn hướng. Búa phải có cấu tạo phù hợp với bộ gấp – nhả, sao cho có thể dễ dàng được gấp, nhả rơi tự do từ độ cao cần thiết. Trọng lượng búa 63,5 daN với độ cao rơi tự do 76 mm.

\* Khi đã khoan đến độ sâu thí nghiệm, tiến hành vét đáy hố khoan, lắp và hạ đầu xuyên tới đáy hố khoan. Lắp bộ búa đóng và đóng mũi xuyên vào đất 45 cm. Đếm và ghi số búa cần thiết để hệ mũi xuyên cần khoan xuyên vào đất mỗi đoạn 15cm đã vạch trước trên cần khoan.

Sức kháng xuyên SPT, viết tắt là  $N_{30}$ , là số búa cần thiết để đóng mũi xuyên vào trong đất nguyên trạng trong 30cm xuyên sau cùng. Khi số búa đóng cho 15cm vượt quá 50 búa (hoặc 100 búa tùy theo yêu cầu của thiết kế khảo sát), đo và ghi lại độ xuyên sâu (cm) của mũi xuyên ở 50 búa (hoặc 100 búa).

Đất chứa trong phần thân đầu xuyên được quan sát, mô tả, so sánh với đất chứa trong phần mũi. Mô tả rõ màu sắc, độ ẩm, độ chặt, thành phần hạt, kiến trúc, cấu tạo của đất, các dị vật,... Chọn mẫu đất đại diện, bảo quản trong túi nilon không thấm nước, hơi và khí và được đưa về phòng thí nghiệm để thí nghiệm các tính chất vật lý cần thiết.

\* Kết quả thí nghiệm SPT được dùng cho các mục đích sau:

- Phân chia địa tầng;
- Đánh giá một số chỉ tiêu cơ lý đất như: Độ chặt, góc ma sát trong của đất hạt rời; độ sệt, độ bền nén có nở hông của đất dính...;
- Dự báo sức mang tải của một số loại móng.

#### ***15.4.2.2. Quy trình kỹ thuật thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn***

Các bước chung nhất tiến hành một thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn bao gồm như sau:

##### ***a) Chuẩn bị thí nghiệm***

- Định vị hố thí nghiệm;
- Lắp dựng máy khoan và khoan đến độ sâu thí nghiệm;
- Vét sạch đáy hố khoan, đo chiều sâu đáy hố khoan;
- Rút mũi khoan lên bề mặt, tháo mũi khoan và lắp đầu SPT vào cần khoan;
- Hạ nhẹ nhàng đầu SPT xuống đáy hố khoan;
- Lắp bộ búa đóng vào đầu trên của cần khoan, chỉnh thẳng đứng và kiểm tra sẵn sàng của thiết bị thí nghiệm.

##### ***b) Tiến hành thí nghiệm***

- Đo và đánh dấu trên cần khoan ba mốc 0 – 15 – 30 – 45 cm. Mốc 0 thường tương ứng với cao độ của mép trên của ống chống lỗ khoan;
- Đóng tạ để mũi SPT xuyên ngập sâu vào trong đất 45 cm theo mốc trên cùng trên cần khoan;
- Ghi lại số lần đóng tạ ở thời điểm mũi xuyên SPT ngập sâu vào đất 15, 30 và 45 cm. Nếu số lần đóng tạ vượt quá 50 (hoặc 100 búa, tùy theo phương án khảo sát) thì ghi lại độ sâu xuyên ở số lần đóng tạ đó;
- Xoay cần khoan cắt đất, rút đầu SPT lên bề mặt, tháo đầu SPT ra khỏi cần khoan;
- Tách đôi đầu SPT, quan sát, mô tả và lấy mẫu đất chứa trong đó vào túi đựng mẫu phục vụ cho các thí nghiệm trong phòng theo phương án khảo sát;
- Lắp lại mũi khoan và tiến hành khoan đến độ sâu thí nghiệm tiếp theo.

### *c) Kết thúc thí nghiệm*

Thí nghiệm kết thúc khi đã đạt đến độ sâu yêu cầu.

- Rút đầu xuyên lên bề mặt;
- Tháo rời các bộ phận của SPT và máy khoan;
- Tái liệu hóa các mẫu đất lấy được, bảo quản tốt chúng và đưa về phòng thí nghiệm;
- Lau rửa cần và các bộ phận bản khác, thu xếp toàn bộ thiết bị sẵn sàng di chuyển đến vị trí thí nghiệm khác.

### **15.4.2.3. Chính lý, biểu diễn kết quả**

Từ các dữ liệu thí nghiệm thu được,

- Tính toán sức kháng xuyên tiêu chuẩn  $N_{30}$  là số búa đóng để mũi xuyên ngập vào đất ở 30 cm cuối cùng cho mỗi độ sâu thí nghiệm;
- Vẽ đồ thị biểu diễn sức kháng xuyên theo chiều sâu tương ứng với địa tầng hố khoan.
- Lập báo cáo kết quả thí nghiệm xuyên SPT theo các quy định hiện hành.

### **15.4.2.4. Các tiêu chuẩn tham khảo**

- TCVN 9351:2012 Đất xây dựng - Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn SPT (TCXD 226 - 1999);
- GOST 19912-81 Đất - Thí nghiệm xuyên động (Tiêu chuẩn Nga, bản tiếng Nga);
- ASTM D1586 - 99 Thí nghiệm xuyên tĩnh đất (Test Method for Penetration Test and Split - Barrel Sampling of Soils);
- EUROCODE EN 1997 - 3:1999 Thí nghiệm hiện trường phục vụ thiết kế - 5. Thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn (SPT)

### **15.4.2.5. Sử dụng kết quả thí nghiệm xuyên tiêu chuẩn**

*a) Giá trị sức kháng xuyên tiêu chuẩn  $N_{30}$  của một số loại đất vùng Hà Nội*

TT	Loại đất	Giá trị $N_{30}$ (búa/30cm)
1	Đất loại sét, sông, tầng Thái Bình	5 - 8
2	Đất loại sét, biển tầng Hải Hưng	2 - 4
3	Đất loại sét, biển tầng Vĩnh Phú	10 - 25
4	Đất loại bùn sét, hồ lầy - biển, tầng Hải Hưng	1 - 3
5	Đất cát sông, tầng Thái Bình	15 - 25
6	Đất cát, sông - biển, tầng Vĩnh Phú	18 - 30
7	Đất cát thô lẫn sạn sỏi, tầng Hà Nội	> 40

b) Quan hệ giữa sức kháng xuyên tiêu chuẩn  $N_{30}$  và sức kháng xuyên tĩnh đầu mũi  $q_c$

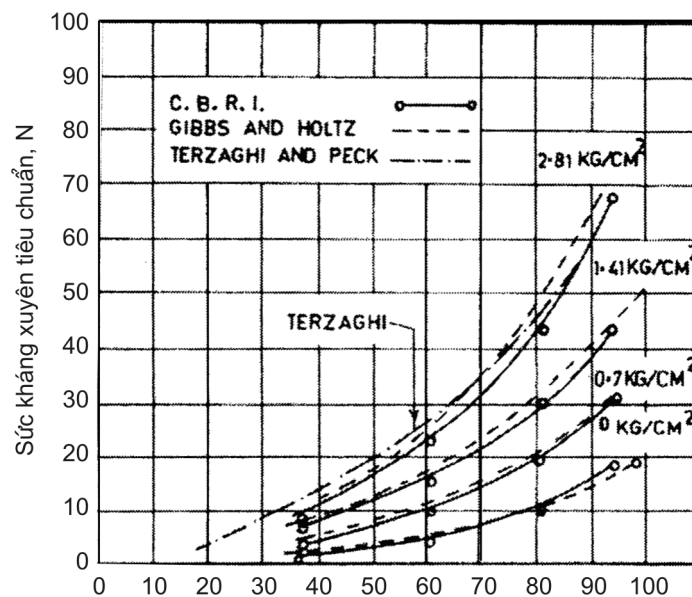
TT	Loại đất	Tỷ số $q_c/N_{30}$
1	Sét	2
2	Sét pha	3
3	Sét hạt mịn	4
4	Cát hạt trung, thô	5 - 6
5	Cát hạt trung lẫn sạn sỏi	> 8

c) Đánh giá giá trị một số chỉ tiêu cơ lý đất theo kết quả SPT

\* Đối với đất rời:

Các chỉ tiêu sau của đất rời có thể được đánh giá theo kết quả thí nghiệm SPT:

- Độ chặt tương đối,  $D_r$  (Hình 15.8).



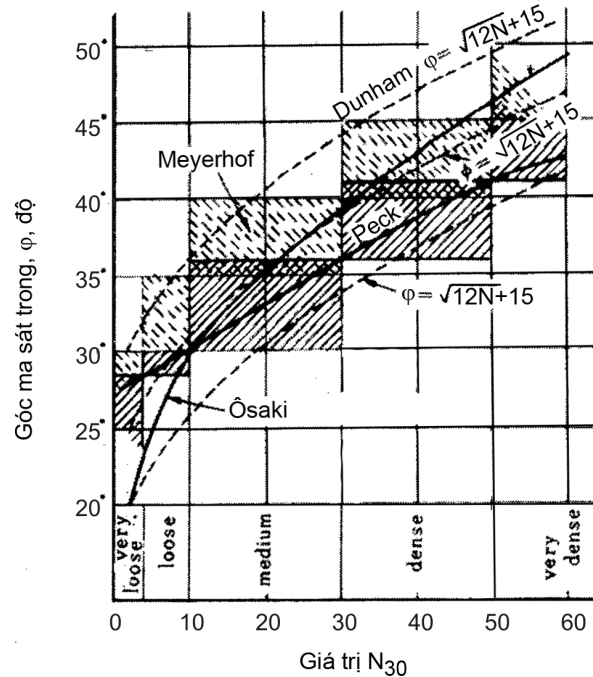
Hình 15.8. Quan hệ sức kháng xuyên tiêu chuẩn và độ chặt tương đối

#### Quan hệ $N_{30}$ và $D_r, \varphi$

Trạng thái	$D_r, \%$	$N_{30}$	$\varphi^0$
Xốp	30	10	25 - 30
Chặt	30 - 60	10 - 30	30 - 32 <sup>30</sup>
Chặt vừa	60 - 80	30 - 50	32 <sup>30</sup> - 40
Rất chặt	> 80	> 50	40 - 50

Áp lực bản thân hay độ sâu thể nằm của đất cũng ảnh hưởng tới quan hệ này như hình dưới đây. Theo đó, các giá trị nêu trong bảng trên tương ứng với áp lực bản thân là  $1,44\text{daN/cm}^2$ .

- Góc ma sát trong,  $\varphi$  (Hình 15.9).



**Hình 15.9.** Biểu đồ quan hệ Góc ma sát trong và Sức kháng xuyên tiêu chuẩn

Quan hệ giữa góc ma sát trong và sức kháng xuyên tiêu chuẩn có thể như sau:

$$\varphi = (12N_{30} + a) 0,5^{\frac{1}{5}} \text{ với } a = 15 - 25 \text{ (Terzaghi, Peck, Meyerhof,..)}$$

- Mô đun biến dạng E.

$$E = a + c (N_{30} + 6) \text{ (Theo Tassios, Anagnostipoulos)}$$

Trong đó:

$$a = 40 \text{ khi } N_{30} > 15 = 0 \text{ khi } N_{30} < 15.$$

c phụ thuộc vào loại đất:

Đất loại sét	$c = 3$ ;
Đất cát mịn	3,5;
Đất cát trung	4,5;
Đất cát thô	7;
Đất cát lẫn sạn sỏi	10;
Đất sạn sỏi lẫn cát	12;

\* Đối với đất dính:

\* Quan hệ  $N_{30}$ , độ sệt và độ bền nén có nở hông ( $q_u$ )

$N_{30}$	Độ sệt	$q_u$ , daN/cm <sup>2</sup>
< 2	Chảy	< 0,25
2 - 4	Đẻo - chảy	0,25 - 0,50
4 - 8	Đẻo	0,50 - 1,0
8 - 10	Cứng	1,0 - 2,0
15 - 30	Rất cứng	2,0 - 4,0
> 30	Rắn	> 4,0

d) Tính toán móng theo kết quả SPT

\* Móng nông:

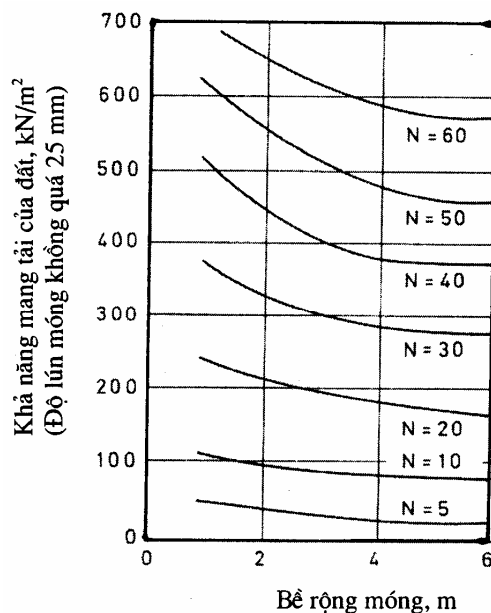
Sức mang tải cho phép của móng băng trên đất hạt rời có thể tính theo công thức:

$$\sigma = aN_{30}/10, \text{ theo Tassios, Anagnostopoulos}$$

Trong đó:

$a = 1$  đối với đất không bão hoà và  $2/3$  đối với đất bão hoà.

Độ lún của móng khi ấy không quá 3cm.



**Hình 15.10.** Dự báo sức mang tải móng nông từ SPT

Hình 15.10 cho đồ thị dự báo sức mang tải của móng băng trên đất rời với các bề rộng khác nhau và giới hạn độ lún không vượt quá 25 và 40mm (Peck, Hanson,..).



\* Móng cọc:

Công thức tổng quát tính toán sức mang tải cho phép của móng cọc theo kết quả SPT có thể lấy:

$$Q = 1/3 [\alpha N_a A_p + (0,2N_s L_s + CL_c) \pi D]$$

(theo đề nghị của Bộ Xây dựng Nhật Bản).

Trong đó:

Q - sức mang tải cho phép của cọc, tấn;

A<sub>p</sub> - tiết diện cọc, m<sup>2</sup>;

D - đường kính cọc, m;

L<sub>s</sub> - chiều dài đoạn cọc nằm trong đất cát, m;

L<sub>c</sub> - chiều dài đoạn cọc nằm trong đất sét, m;

N<sub>a</sub> - giá trị N<sub>30</sub> của đất dưới mũi cọc, búa/30cm;

N<sub>s</sub> - giá trị N<sub>30</sub> của đất cát bên thân cọc, búa/30cm;

C - lực dính của đất sét bên thân cọc, tấn/m<sup>2</sup>;

α - hệ số phụ thuộc vào phương pháp thi công, lấy bằng 15 với cọc khoan nhồi và 30 với cọc bê tông cốt thép, đóng hoặc khoan dẫn, hoặc khoan dẫn có bơm vữa xi măng thành và đáy.

### 15.4.3. Phương pháp cắt cánh

#### 15.4.3.1. Nguyên lý của thí nghiệm

\* Định nghĩa:

Cắt cánh là một phương pháp thí nghiệm hiện trường xác định trực tiếp độ bền của đất bằng cách đưa một cách cắt hình chữ thập (Hình 15.11) vào đất tới độ sâu thí nghiệm và quay nó cho tới khi đất bị cắt. Cắt cánh thích hợp cho các đất dính, trạng thái từ dẻo đến chảy, các đất bùn - các đất này thường khó hoặc không thể lấy được mẫu nguyên trạng cho thí nghiệm trong phòng.



Hình 15.11. Cánh cắt

Thông số độ bền của đất thu được trong thí nghiệm cắt cánh là:

- sức kháng cắt không thoát nước Cu (Pa, MPa,..); và

- độ nhạy I<sub>f</sub> là tỷ số giữa Cu của đất nguyên trạng và của đất có kết cấu bị phá hoại

\* Dụng cụ cắt cánh hiện trường:

Thiết bị, dụng cụ cắt cánh hiện trường bao gồm: bộ phận cánh cắt, hệ cần, bộ phận tạo lực ép đưa cánh cắt tới độ sâu thí nghiệm và bộ phận tạo, đo momen quay.

- Cánh cắt bằng thép như hình 15.11, cắt đất theo một mặt trụ tròn xoay với chiều cao (h) bằng 2 lần đường kính (d). Kích thước cụ thể của cánh cắt được chọn lựa phụ thuộc vào độ bền của đất. Độ bền càng cao, kích thước cánh cắt càng nhỏ và ngược lại. Kích thước thông dụng trong khoảng 40x80 - 100x200mm và chiều dày trong khoảng 0,8 - 3,0mm.

- Cần nối sử dụng để đưa cánh cắt xuống sâu tới độ sâu thí nghiệm. Cần nối thường có đường kính không nhỏ hơn 20mm, thẳng và đủ cứng để có thể truyền lực quay tới cánh cắt. Cần tránh tới mức tối đa ảnh hưởng của ma sát hệ cần nối đến kết quả thí nghiệm. Một số thiết bị có cấu tạo vỏ bọc ngoài loại trừ ma sát cần.

- Cánh cắt phải được ấn xuống đất, không đóng, không xoay, không rung với tốc độ đều không lớn hơn 20mm/s. Có thể phải khoan dẫn, nếu cần thiết và thí nghiệm phải được thực hiện ít nhất 50cm sâu hơn đáy lỗ khoan.

- Bộ phận tạo và đo momen quay thường đặt trên giá tại mặt đất và được thiết kế sao cho cánh cắt được quay với tốc độ đều trong khoảng 0,1 - 0,2°/s, đất bị cắt ở điều kiện không thoát nước.

#### **15.4.3.2. Quy trình kỹ thuật thí nghiệm**

Quy trình thí nghiệm sẽ được xác định cụ thể tùy thuộc vào đặc điểm cấu tạo của từng loại thiết bị, dụng cụ cắt cánh sử dụng. Sự khác biệt chỉ là ở bước đưa đầu cắt xuống tới độ sâu thí nghiệm. Các bước chung nhất tiến hành một thí nghiệm cắt cánh hiện trường bao gồm như sau:

##### *a) Chuẩn bị thí nghiệm*

- Định vị hố thí nghiệm;
- Lắp dựng máy khoan (hoặc máy ép), nếu cần khoan dẫn;
- Khoan (hoặc ép đầu cánh cắt) đến độ sâu cách độ sâu thí nghiệm chừng 50 cm;
- Ép cánh cắt tới độ sâu thí nghiệm, sau khi rút đầu khoan lên mặt đất, rửa sạch đáy hố khoan và hạ cánh cắt tới đáy hố khoan (nếu cần khoan dẫn);
- Lắp bộ phận tạo và đo momen quay vào đầu trên của cần cánh cắt, chỉnh thẳng đứng và kiểm tra sẵn sàng của thiết bị thí nghiệm.

##### *b) Tiến hành thí nghiệm*

- Tác dụng mômen quay vào cánh cắt thông qua hệ cần nối bằng cách quay tay quay của bộ phận tạo lực quay. Quay với tốc độ đều chừng 0,1 - 0,2°/s cho đến khi

đất bị cắt. Thời gian thí nghiệm kể từ khi bắt đầu tác dụng mômen quay tới khi đất bị phá hoại trong khoảng 5 - 10 phút;

- Trong thời gian tác dụng mômen quay, theo dõi và ghi lại sự biến đổi của giá trị mômen quay theo thời gian với quãng cách 30 giây. Theo thời gian thí nghiệm, momen quay tăng dần, đạt cực đại và giảm đột ngột khi đất bị cắt. Số liệu này được sử dụng để tính sức kháng cắt không thoát nước  $C_u$ ;

- Tháo dỡ bộ phận tạo mômen quay, quay trực tiếp cánh cắt 20 - 30 vòng để phá hoại hoàn toàn kết cấu của đất;

- Lắp lại đầu tạo mômen và lặp lại thí nghiệm như ban đầu cho đến khi đất bị cắt. Số liệu này được sử dụng để xác định sức kháng cắt không thoát nước của đất phá hoại;

- Tiếp tục các bước như trên cho độ sâu khác.

### c) Kết thúc thí nghiệm

Thí nghiệm kết thúc khi đã đạt đến độ sâu thí nghiệm theo phương án được duyệt.

- Tháo dỡ bộ phận tạo mômen, rút cần và cánh cắt lên bề mặt đất;

- Lau rửa cần và các bộ phận bản khác, thu xếp toàn bộ thiết bị sẵn sàng di chuyển đến vị trí thí nghiệm khác.

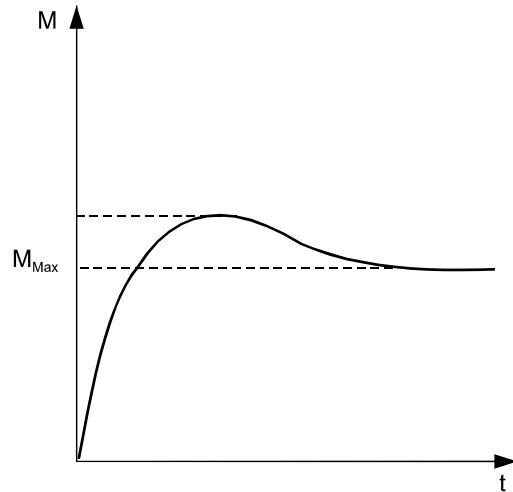
### 15.4.3.3. Chính lý, biểu diễn kết quả

\* Tính toán các thông số thí nghiệm

- Hai giá trị thu được từ thí nghiệm cắt cánh hiện trường là momen quay lớn nhất ( $M_{max}$ ) và nhỏ nhất ( $M_{min}$ ) đọc được trên đồng hồ khi đất bị cắt ở trạng thái tự nhiên và ở trạng thái phá hoại. Hai giá trị này được xác định dựa trên số liệu momen cắt và thời gian (Hình 15.12).

- Tính toán giá trị sức kháng cắt không thoát nước  $C_u$ :

$C_u$  được tính toán theo công thức khác nhau phụ thuộc vào các giả thiết khác nhau về quy luật phân bố ứng suất cắt cực hạn tại mặt chu vi và hai mặt trên và dưới của mặt trụ cắt. Khi công nhận giả thiết phân bố đều của ứng suất cắt trên các mặt của hình trụ cắt,  $C_u$  được tính theo công thức sau:



Hình 15.12. Biểu đồ mômen cắt - thời gian

$$C_u = M_{\max} / 2\pi a^2 (h + 2a/3).$$

Trong đó, h và a là chiều cao và bán kính của mặt trụ cắt

Và

$$C_u = 3 M_{\max} / 28\pi a^3 \text{ với } h = 4a.$$

- Tính toán độ nhậy  $I_f$ :

$$I_f = M_{\max} / M_{\min}.$$

- Hiệu chỉnh giá trị  $C_u$ :

Bijerrum (1974) đã chỉ ra rằng, sử dụng kết quả cắt cánh hiện trường phục vụ thiết kế móng là không an toàn đối với các đất dính dẻo và đưa ra số hiệu chỉnh như sau:

$$C_u^{TK} = \lambda C_u$$

Và  $\lambda = 1,7 - 0,54 \log PI$ , PI là chỉ số dẻo của đất thí nghiệm.

\* Vẽ đồ thị phụ thuộc độ sâu của các thông số vừa tính toán được có kèm theo địa tầng của hố thí nghiệm.

\* Lập báo cáo kết quả thí nghiệm theo các quy định.

#### **15.4.3.4. Các tiêu chuẩn tham khảo**

- 22 TCN 355-2006 Quy trình thí nghiệm cắt cánh hiện trường;
- GOST 21719 - 80 Đất - Thí nghiệm cắt cánh hiện trường (Tiêu chuẩn Nga, bản tiếng Nga);
- ASTM D2573 - 01 Thí nghiệm cắt cánh hiện trường (Test Method for Field Vane Shear Test in Cohesive Soil);
- EUROCODE EN 1997-3:1999 Thí nghiệm hiện trường phục vụ thiết kế - 8. Thí nghiệm cắt cánh.

#### **15.4.4. Câu hỏi kiểm tra cho chuyên đề 2**

1. Nêu những yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm xuyên tĩnh. Sắp xếp chúng theo thứ tự giảm dần. Phân tích lý do.
2. Nêu những yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm xuyên SPT. So sánh với thí nghiệm xuyên tĩnh.
3. Nêu những yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm cắt cánh hiện trường. Nêu nguyên tắc lựa chọn cánh cắt cho thí nghiệm này.

## 15.5. CHUYÊN ĐỀ 3: PHƯƠNG PHÁP NGOÀI TRỜI XÁC ĐỊNH CÁC ĐẶC TRƯNG BIẾN DẠNG CỦA ĐẤT

### 15.5.1. Thí nghiệm nén ngang trong hố khoan (Pressuremeter - PMT)

#### 15.5.1.1. Định nghĩa

\* Thí nghiệm nén ngang trong hố khoan (thường được gọi là thí nghiệm pressuremeter hay thí nghiệm Ménard) là thí nghiệm dẫn nở xuyên tâm theo chiều ngang trong đất (Hình 15.13). Một đầu thí nghiệm hình trụ rỗng, có thể dẫn nở được hạ xuống độ sâu thí nghiệm theo một hố khoan đã khoan sẵn và được dẫn nở thể tích bằng cách bơm áp lực chất lỏng hoặc khí. Trong quá trình bơm chất lỏng vào đầu đo, đầu đo 3 khoang sẽ nở ra tiếp xúc với thành lỗ khoan và sau đó nén ép chúng làm đất chuyển vị ngang. Áp lực tác dụng và sự tăng thể tích tương ứng của đầu đo được đo ghi và sẽ thu được quan hệ ứng suất - biến dạng của đất thí nghiệm.

\* Các chỉ tiêu tính chất của đất thu được từ thí nghiệm nén ngang trong hố khoan là:

- Modun biến dạng nén ngang  $E_{MN}$ ;
- Áp lực tới hạn nén ngang  $P_{LMN}$ .

Hai thông số này quan hệ với modun biến dạng nén không nở hông  $E$  và sức kháng cắt không thoát nước  $C_u$  theo các công thức sau:

$$E = E_{MN}/\alpha$$

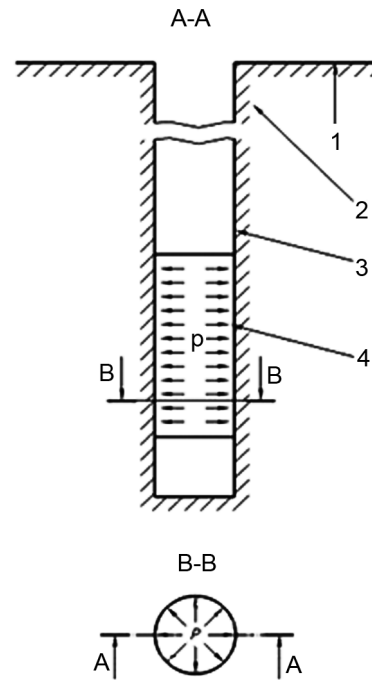
$\alpha$  là hệ số trong khoảng 0,25 - 0,67 cho đất cổ kết bình thường và phụ thuộc vào giá trị tỷ số  $E_{MN}/P_{LMN}$ . Và:

$$C_u = (P_{LMN} - P_o)2K_b$$

$P_o$  Áp lực nghỉ ngang của đất và  $K_b$  là hệ số lấy bằng 5,5.

#### 15.5.1.2. Cấu tạo thiết bị

Hình 15.14 trình bày một sơ đồ bố trí một thí nghiệm nén ngang trong hố khoan và tất cả các thành phần của thí nghiệm này. Các bộ phận chủ yếu của thiết bị bao gồm: Đầu đo, Bộ điều khiển, Các ống dẫn và bộ phận ghi đo hiển thị.

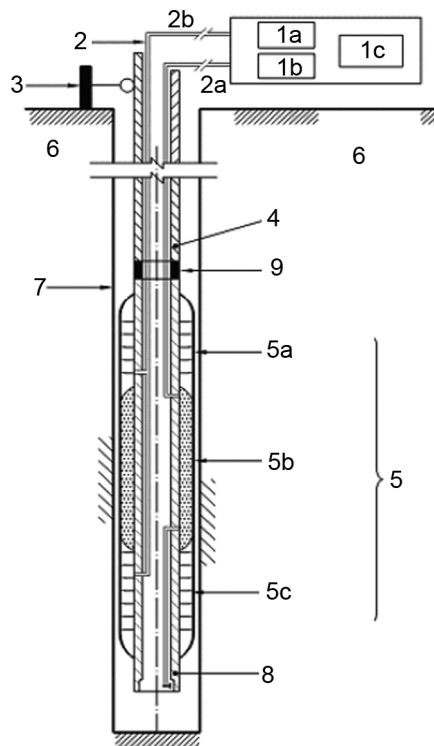


**Hình 15.13.** Sơ đồ nguyên tắc của thí nghiệm nén ngang Ménard  
 1. Bề mặt đất; 2. Đất nền;  
 3. Lỗ khoan; 4. Đầu đo nén ngang  
 A-A - mặt cắt dọc trục;  
 B-B - mặt cắt ngang

\* Đầu đo được cấu tạo từ 3 khoang hình trụ tròn xếp dọc theo một trục và tác dụng đồng thời vào thành hố khoan thí nghiệm. Đầu đo gồm:

- Một khoang đo trung tâm có thể nở xuyên tâm và tác dụng áp lực đều nén vào thành lỗ thí nghiệm khi bơm vào một chất lỏng (chất lỏng này giả sử rằng không bị nén).

- Hai khoang bảo vệ nằm trên và dưới khoang đo trung tâm và được thiết kế để tác dụng một áp lực vào thành lỗ thí nghiệm nén ngang gần bằng nhưng không được lớn hơn áp lực tạo ra bởi khoang đo trung tâm. Các khoang này được nở ra nhờ áp lực khí nén.



1. Bộ điều khiển (CU);
- 1a. Tạo áp lực, chênh áp lực và các dụng cụ bơm;
- 1b. Các dụng cụ đo áp lực và thể tích;
- 1c. Ghi nhận, lưu giữ và in các số liệu (đối với quy trình B);
2. Ống dẫn;
- 2a. Ống bơm chất lỏng;
- 2b. Ống bơm chất khí;
3. Hệ thống đo độ sâu;
4. Các cần nối;
5. Đầu đo nén ngang;
- 5a. Khoang bảo vệ trên;
- 5b. Khoang đo trung tâm;
- 5c. Khoang bảo vệ dưới;
6. Mặt đất;
7. Lỗ thí nghiệm nén ngang;
8. Thân rỗng của đầu đo;
9. Đầu đo/khớp nối.

**Hình 15.14.** Sơ đồ của một thí nghiệm nén ngang Ménard

\* Bộ điều khiển áp lực và thể tích (CU):

Bộ điều khiển (CU) được lắp xung quanh ống trụ đo thể tích khí với dụng cụ tạo áp lực và các dụng cụ đo khác. Bộ điều khiển CU kiểm soát sự nở ra của các khoang trong đầu đo và cho phép đọc đồng thời áp lực chất lỏng, khí và thể tích chất lỏng được bơm theo thời gian.

- Dụng cụ tạo áp lực phải cho phép:

- + Đạt được áp lực giới hạn hoặc áp lực lớn nhất dự kiến, thường bằng 5 MPa;
- + Giữ ổn định mỗi cấp áp lực trong khoang đo và các khoang bảo vệ trong thời gian thí nghiệm;

- + Thực hiện tăng một số gia áp lực 0,5 MPa trong khoảng thời gian nhỏ hơn 20s;
- + Kiểm soát sự chênh lệch áp lực giữa khoang đo và các khoang bảo vệ;
- + Bơm vào một thể tích chất lỏng vào khoang đo lớn hơn 700 cm<sup>3</sup>.

Bộ điều khiển có một van nằm giữa dụng cụ đo thể tích và áp lực cho phép ngừng bơm.

**\* Ống dẫn:**

Các ống dẫn mềm nối bộ điều khiển áp lực và thể tích (CU) với đầu đo. Chúng đưa chất lỏng tới khoang đo và khí tới các khoang bảo vệ và có thể được bố trí song song hay đồng trục lồng vào nhau. Trong trường hợp đồng trục thì ống bên trong dẫn chất lỏng và ống bao ngoài dẫn khí.

Chất lỏng được bơm vào khoang đo hoặc là nước hoặc là chất lỏng có độ nhớt tương tự và không được đóng băng trong điều kiện sử dụng.

**\* Bộ phận đo và kiểm tra:**

Bao gồm các đồng hồ đo, các cơ cấu hiển thị và lưu giữ số liệu thời gian, áp lực, thể tích...

**\* Hồ khoan thí nghiệm:**

Chất lượng thành hồ khoan thí nghiệm nén ngang rất quan trọng, ảnh hưởng rất lớn tới kết quả. Một hồ khoan thí nghiệm sẽ đảm bảo yêu cầu khi:

- Thiết bị và phương pháp khoan phải phù hợp với điều kiện đất nền, đảm bảo làm xáo trộn ít nhất đất thành hồ khoan;
- Đường kính hồ khoan phải phù hợp với kích thước đầu đo nén ngang, thường lớn hơn 10 - 20 mm.

Thí nghiệm nén ngang cần tiến hành ngay sau khi khoan xong và chất lượng của thành hồ khoan có thể đánh giá được thông qua hình dáng của đường cong thí nghiệm nén ngang và giá trị phân tán của các số đọc thí nghiệm.

**15.5.1.3. Quy trình kỹ thuật thí nghiệm**

**a) Các bước tiến hành thí nghiệm nén ngang trong hồ khoan**

- Chuẩn bị thí nghiệm: định vị điểm thí nghiệm, Lắp ráp thiết bị (máy khoan, kết nối các bộ phận thiết bị nén ngang,..);
- Khoan tạo lỗ tới độ sâu thí nghiệm. Nếu cần thí nghiệm tại nhiều độ sâu khác nhau trong một hồ khoan, cần khoan tới độ sâu thí nghiệm sâu nhất;
- Tiến hành thí nghiệm: hạ đầu đo xuống tới độ sâu thí nghiệm, dẫn nơ đầu đo cho tới khi vỏ đầu đo bắt đầu tiếp xúc với thành hồ khoan, gia tải và lấy số liệu

theo quy trình kỹ thuật tại mục b dưới đây cho đến khi thí nghiệm hoàn thành ở độ sâu này;

- Hạ áp giảm tải làm xẹp đầu đo, hạ đầu đo xuống độ sâu thí nghiệm tiếp theo và tiến hành thí nghiệm. Cứ như vậy đến độ sâu thí nghiệm cuối cùng theo phương án đã định.

- Thu hồi thiết bị và di chuyển đến vị trí khác.

*b) Quy trình kỹ thuật thí nghiệm bao gồm cách thức gia tải và cách thức lấy số liệu thí nghiệm*

\* Quy trình gia tải:

- Gia tải theo từng cấp và 10 - 15 cấp tải trong một thí nghiệm.

- Gia tải nhanh và gia tải chậm. Gia tải nhanh là gia tải liên tục, mỗi cấp giữ 60' và gia tải chậm là mỗi cấp tải tiếp theo sẽ được áp dụng khi biến dạng thành hố khoan ở cấp tải kề trước ổn định. Biến dạng được coi là ổn định khi chuyển vị thành không quá 0,01 mm/30' đối với đất cát và 1 giờ với đất loại sét.

Áp lực của khí trong các khoang bảo vệ phải nhỏ hơn áp lực trong khoang đo trung tâm ít nhất bằng hai lần áp lực bị tổn thất tại màng khoang đo trung tâm .

\* Quy trình đo ghi số liệu:

- Đo, ghi đồng thời áp lực buồng và thể tích chất lỏng bơm vào đầu đo tại thời điểm đo.

- Thời điểm đo, ghi số liệu theo phương thức gia tải. Với gia tải nhanh, thời điểm đo ghi là 30' và 60' kể từ khi cấp tải tác dụng. Với gia tải chậm, thời điểm đo là 15 - 30 - 60 - 90 - ... đến khi ổn định chuyển vị.

\* Kết thúc thí nghiệm:

Nếu không được chỉ định thì thí nghiệm được kết thúc khi số liệu thu thập được làm thỏa mãn mục đích sử dụng trong phạm vi khả năng của thiết bị. Thông thường điều kiện dừng sẽ là:

- Khi áp lực  $p_r$  đạt ít nhất 5 MPa; hoặc

- Khi thể tích chất lỏng bơm vào khoang đo trung tâm lớn hơn 600 cm<sup>3</sup> (450 cm<sup>3</sup> đối với đầu đo ngắn có vỏ là ống xẻ rãnh) hoặc

- Khi màng cao su của đầu đo bị nổ.

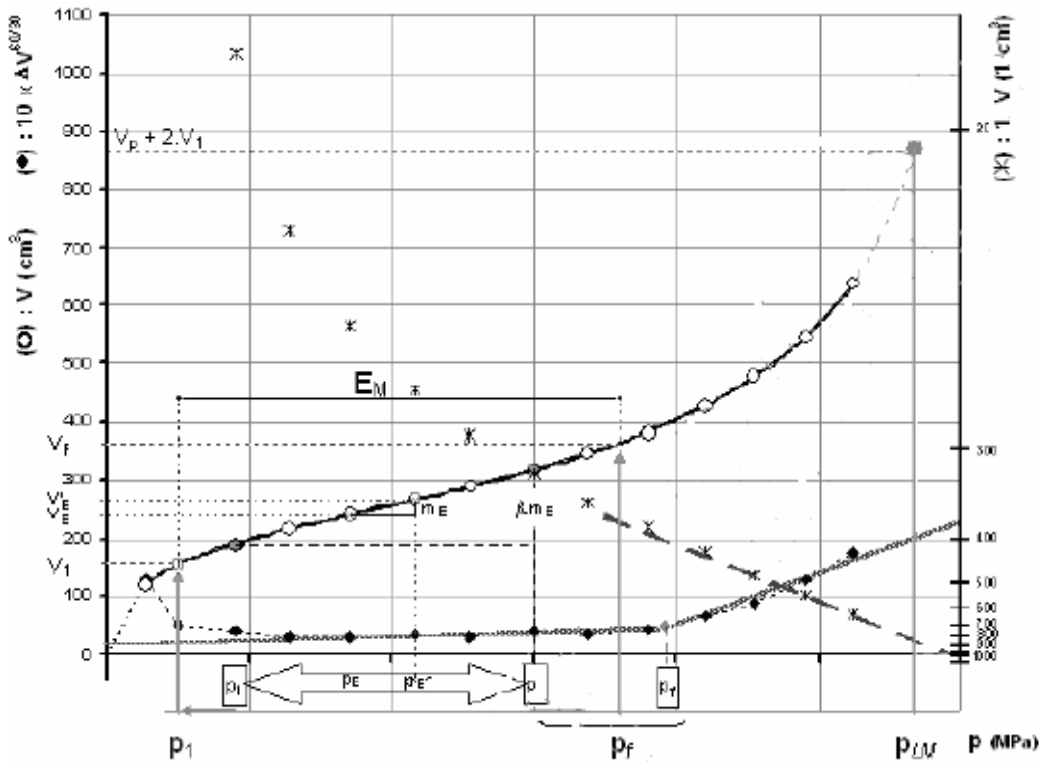
#### ***15.5.1.4. Chính lý, tính toán kết quả thí nghiệm***

- Lập tập hợp số liệu, vẽ đường cong nén ngang nguyên thủy và hiệu chỉnh số liệu. Số liệu bao gồm thể tích khoang đo V tại các thời điểm đo (hoặc khi ổn định



biến dạng) tương ứng với áp lực tác dụng P. Vẽ đồ thị V theo P ở thời điểm 60' (gia tải nhanh) hoặc ổn định (gia tải chậm) gọi là đường cong nguyên thủy. Hiệu chỉnh số liệu đo được theo 2 số hiệu chỉnh là hiệu chỉnh tổn thất áp và tổn thất thể tích.

- Vẽ đường cong nén ngang đã hiệu chỉnh theo các số liệu đã hiệu chỉnh  $V = f(p)$  như hình 15.15.



Hình 15.15. Đường cong thí nghiệm nén ngang

- Tính toán các thông số thí nghiệm: Modun nén ngang  $E_{MN}$ , Áp lực tới hạn nén ngang  $P_{LM}$ .

$$E_{MN} = 2(1 + \nu)V \frac{\Delta p}{\Delta v}$$

Trong đó:

$\nu$  - Hệ số Poisson;

$\Delta P$  và  $\Delta V$  là số gia áp lực và thể tích khoang thí nghiệm trong đoạn tuyến tính  $P_1 - P_f$  của đường cong nén ngang;

$V$  - Thể tích trung bình khoang trung tâm trong quá trình thí nghiệm;

$V = V_0 + V_m$ ,  $V_0$  là thể tích ban đầu của khoang đo,  $V_m$  là thể tích trung bình của chất lỏng bơm vào trong giai đoạn tuyến tính.

Áp lực tới hạn nén ngang  $P_{MN}$  được xác định trên đường cong nén ngang, là áp lực tại đó đất bắt đầu bị phá hoại, thường lấy bằng giá trị áp lực tác dụng tại thể tích khoang đo bằng 2 lần ban đầu.

#### **15.5.1.5. Các tiêu chuẩn**

- TCXD 112:1984 Hướng dẫn thực hiện khảo sát đất xây dựng bằng thiết bị mới;
- ASTM D4719-00 Thí nghiệm nén ngang (Test Method for Pressuremeter Testing in Soils);
- EUROCODE EN 1997-3:1999 Thí nghiệm hiện trường phục vụ thiết kế - 4. Thí nghiệm nén ngang trong hố khoan.

#### **15.5.2. Thí nghiệm gia tải bàn nén**

##### **15.5.2.1. Định nghĩa**

\* Thí nghiệm gia tải bàn nén là một thí nghiệm xác định tính biến dạng của khối đất tại hiện trường, bao gồm xác định mối quan hệ giữa tải trọng và biến dạng của đất nền bằng cách gia tải tĩnh lên đất qua một tấm cứng. Thí nghiệm mô phỏng như thật sự làm việc của một móng nông. Thí nghiệm có thể thực hiện trên bề mặt đất tự nhiên đã được làm phẳng, dưới đáy một hố đào hoặc một hố khoan cho tất cả các loại đất, đá tự nhiên, đất gia cố hoặc đất đắp và thường không thích hợp cho đất loại sét yếu.

\* Các thông số địa kỹ thuật thu được từ thí nghiệm gia tải bàn nén bao gồm:

- Môđun biến dạng  $E_0$ ; và
- Áp lực tới hạn  $P_u$ .

Các thông số trên là đại diện cho khối đất có bề dày bằng cỡ 2 lần bề rộng (đường kính) của tấm chịu nén kể từ độ sâu đặt tấm nén.

\* Kết quả thí nghiệm gia tải bàn nén có thể sử dụng cho các mục đích sau:

- Thiết kế trực tiếp móng nông trong trường hợp kích thước bàn nén tương ứng với kích thước móng thiết kế;
- Xác định giá trị sức kháng cắt không thoát nước  $C_u$ :

$$C_u = (P_u - \sigma_o')/N_c$$

Trong đó:

$P_u$  là áp lực tới hạn;

$\sigma_o'$  là áp lực bản thân của đất tại độ sâu thí nghiệm (nếu thí nghiệm trong hố khoan thì đường kính hố khoan cần lớn hơn 3 lần kích thước bàn nén);

$N_c$  là hệ số sức mang tải, lấy bằng 6 khi thí nghiệm ngay trên mặt và bằng 9 khi thí nghiệm trong hố khoan ở độ sâu lớn hơn 4 lần kích thước bàn nén.  
 - Hệ số phản lực nền  $k_s$ :

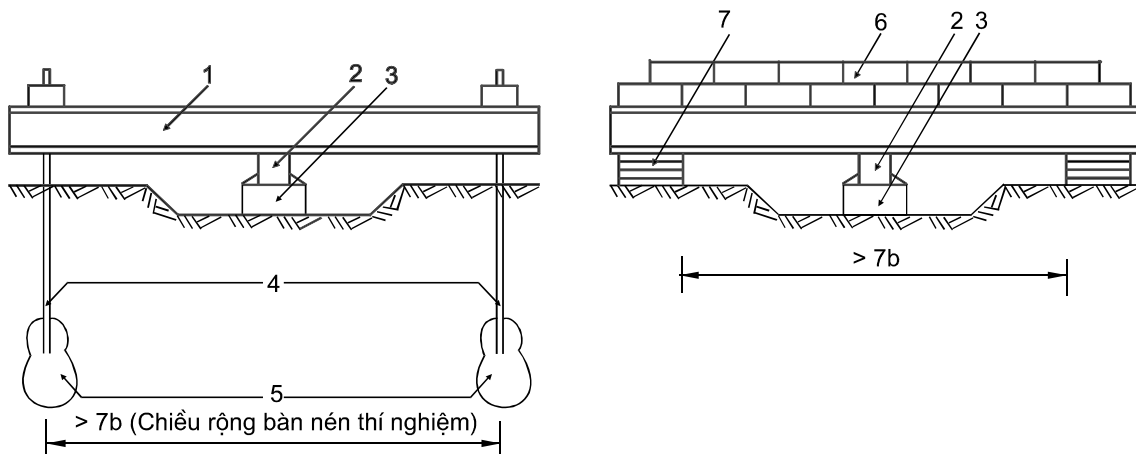
$$k_s = \Delta P / \Delta S$$

Trong đó:

$\Delta P$  và  $\Delta S$  là gia số áp lực nén và gia số độ lún tương ứng lấy trên đường cong tải trọng - độ lún thu được từ thí nghiệm.

### 15.5.2.2. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm bao gồm bàn nén, hệ phản lực, hệ đo tải trọng, độ lún, được bố trí như hình 15.16.



**Hình 15.16.** Sơ đồ bố trí thiết bị thí nghiệm gia tải bàn nén

1. Dây định vị; 2. Kích thủy lực; 3. Bàn nén; 4. Các cọc neo vít;  
 5. Vỉa phun neo; 6. Dàn chất tải; 7. Gối đỡ.

\* Bàn nén:

Bàn nén phải có đủ độ cứng để đáy không bị uốn cong và luôn phẳng trong quá trình thí nghiệm. Các dạng bàn nén hình tròn và hình vuông thường được sử dụng. Có thể dùng bàn nén hình chữ nhật với tỷ lệ giữa chiều rộng/chiều dài lớn hơn 0,8. Chiều rộng của bàn nén chữ nhật thường lớn hơn 1m và phải lớn hơn ít nhất là năm lần, tốt nhất là mười lần kích cỡ dẹt thường lớn nhất.

\* Hệ phản lực:

Tải trọng tác dụng có thể được tạo bằng cách dùng kích thủy lực với hệ dầm và dàn chất tải, hoặc với hệ dầm liên kết các neo hoặc các gối đỡ. Khoảng cách thích hợp giữa tâm bàn nén và các gối đỡ (hoặc các cọc neo) thường lấy là 3,5 lần chiều rộng hoặc đường kính bàn nén;

\* Hệ đo đạc gồm thiết bị đo tải trọng và thiết bị đo lún:

- Thiết bị đo tải thường là áp kế và phải được kiểm định đến tải trọng thí nghiệm lớn nhất và phải cho phép đo được mọi tải trọng thí nghiệm với độ chính xác là 5%;

- Đo độ lún của tâm bàn nén phải được thực hiện trên một hệ đo được gắn vào các điểm mốc cố định mà không bị ảnh hưởng do quá trình gia tải bàn nén hay hệ phản lực. Độ chính xác của toàn bộ hệ thống đo lún phải trong khoảng 2%, hoặc ít nhất là 0,1mm. Nếu sử dụng các đồng hồ đo, hoặc các chuyển vị cảm biến điện để đo độ lún, cần phải cố định chúng vào một khung đo đủ cứng để tránh khung không bị biến dạng, hoặc rung. Hệ đo lún cần có khả năng đo được độ lún trung bình cũng như độ nghiêng của bàn nén. Cần đặt ít nhất một hệ đo ba điểm đồng tâm bàn nén và ba điểm đo nên có khoảng cách đồng đều xung quanh bàn nén.

### ***15.5.2.3. Quy trình kỹ thuật thí nghiệm gia tải bàn nén***

#### ***a) Các bước tiến hành thí nghiệm gia tải bàn nén***

- Chuẩn bị thí nghiệm: định vị điểm thí nghiệm, chuẩn bị mặt bằng thí nghiệm (làm sạch và san bằng mặt bằng đặt bàn nén hoặc đào đất tới độ sâu thí nghiệm), lắp ráp thiết bị (đặt bàn nén, lắp dựng hệ đối tải như hệ neo hoặc hệ dầm chất tải, lắp dựng hệ đo đạc như dầm chuẩn và đồng hồ đo chuyển vị lún, lắp dựng hệ gia tải như kích và máy bơm thủy lực với đồng hồ đo áp lực,..);

- Gia tải trước nhằm đưa toàn hệ thí nghiệm vào trạng thái sẵn sàng làm việc, tải trọng bằng 5 - 10% tải trọng thí nghiệm lớn nhất;

- Tiến hành thí nghiệm: Gia tải từng cấp và đo ghi độ lún bàn nén theo quy trình kỹ thuật như mục b dưới đây cho đến khi thí nghiệm được xem là hoàn thành;

- Thu hồi thiết bị và di chuyển đến vị trí khác.

#### ***b) Quy trình kỹ thuật thí nghiệm bao gồm quy cách gia tải và lấy số liệu thí nghiệm.***

\* Quy trình gia tải:

- Gia tải theo từng cấp và không ít hơn 5 cấp tải trong một thí nghiệm.

- Mỗi cấp tải tiếp theo sẽ được áp dụng khi biến dạng lún ở cấp tải kề trước ổn định. Biến dạng lún được coi là ổn định khi lún không quá 0,01 mm/30' đối với đất cát và 1 giờ với đất loại sét.

- Thực hiện giảm tải về 0 qua các cấp áp lực trung gian như khi gia tải khi quá trình gia tải kết thúc.

\* Quy trình đo ghi số liệu:

- Đo, ghi đồng thời độ lún tại thời điểm đo quy định trên tất cả các đồng hồ đo lún theo từng cấp áp lực tác dụng.

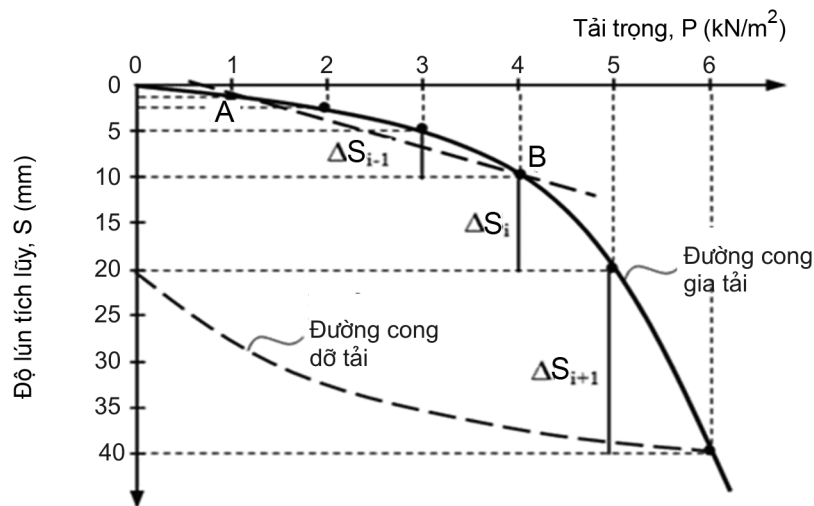
- Thời điểm đo, ghi số liệu thường là 1 - 2 - 5 - 15 - 30 - 60 - 90 -... đến khi ổn định lún.

\* Kết thúc thí nghiệm:

Thí nghiệm kết thúc khi tải trọng thí nghiệm lớn nhất đã đạt được hoặc khi đất nền dưới bàn nén bị phá hỏng.

#### 15.5.2.4. Chính lý, tính toán kết quả thí nghiệm

\* Lập tập hợp số liệu, vẽ đường cong Tải trọng - Độ lún ổn định như hình 15.17.



Hình 15.17. Đường cong Tải trọng - Độ lún

\* Tính toán các thông số thí nghiệm: Modun biến dạng  $E_0$  và Áp lực tới hạn  $P_u$ .

- Môđun biến dạng theo công thức:

$$E_0 = (1 - \nu^2) \omega d \frac{\Delta P}{\Delta S}$$

Trong đó:

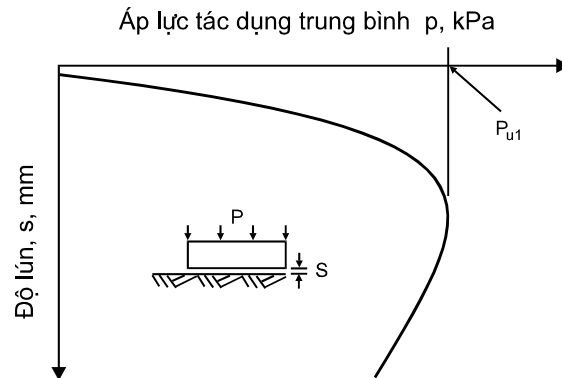
$\nu$  hệ số poisson;

$\omega$  - hệ số hình học của bàn nén, đối với bàn nén tròn,  $\omega = 0,79$ , và đối với bàn nén vuông,  $\omega = 0,80$ ;

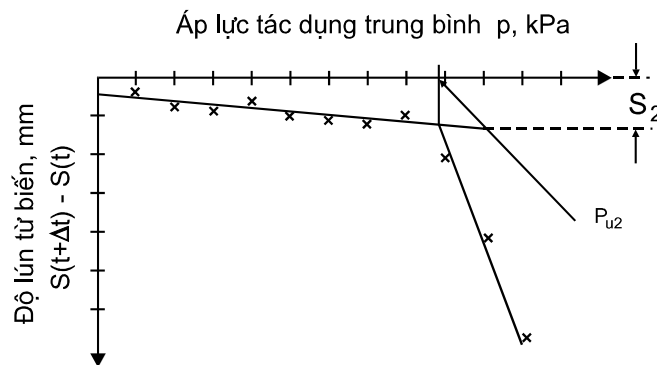
$d$  - đường kính bàn nén;

$\Delta P$ ,  $\Delta S$  - số gia tải trọng và số gia độ lún được đánh giá trên đoạn thẳng AB tại đó điểm A là điểm đầu và điểm B là điểm cuối của đoạn thẳng này.

- Áp lực tới hạn  $P_u$  được xác định theo 3 cách sau:
  - + bằng tải trọng tại đó đất dưới bàn nén bị phá hoại (Hình 15.18);
  - + bằng tải trọng, tại đó đường cong từ biến  $S_b = S_{(t + \Delta S)} - S_{(t)}$  biến đổi đột ngột (Hình 15.19);
  - + bằng tải trọng, tại đó độ lún bàn nén bằng 15% kích thước của nó.



Hình 15.18.  $P_u$  xác định theo đường cong  $P - S$



Hình 15.19.  $P_u$  theo đường cong từ biến

#### 15.5.2.5. Các tiêu chuẩn

- TCVN 80 - 2002, Đất xây dựng, phương pháp xác định mô đun biến dạng tại hiện trường bằng tấm nén phẳng;
- GOST 20276 - 85 Đất - Thí nghiệm gia tải bàn nén hiện trường (Tiêu chuẩn Nga, bản tiếng Nga);
- ASTM D1194 - 01 Thí nghiệm gia tải bàn nén hiện trường (Test Method for Field Plate Loading);
- EUROCODE EN 1997 - 3:1999 Thí nghiệm hiện trường phục vụ thiết kế - 11 Thí nghiệm bàn nén.

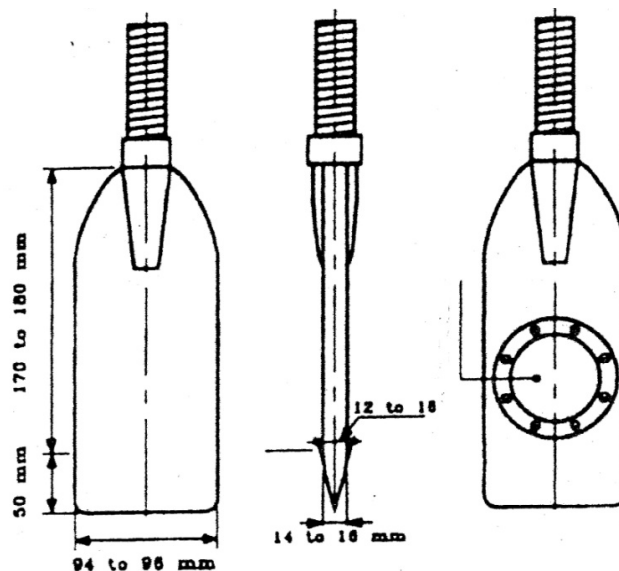
### 15.5.3. Thí nghiệm gia tải ngang tấm nén (Dilatometer DMT)

#### 15.5.3.1. Định nghĩa

\* Thí nghiệm gia tải ngang tấm nén là thí nghiệm hiện trường xác định các đặc trưng độ bền và biến dạng của đất bằng cách làm dãn nở một màng thép gắn tại mặt bên của tấm nén (Hình 15.20) tại độ sâu thí nghiệm và xác định áp lực tiếp xúc của đất tác dụng lên màng khi chuyển vị trung tâm của màng đạt tới 1,10 mm. Tấm nén được ép vào đất tới độ sâu cần thí nghiệm và thích hợp cho các đất sét, sét pha và cát là các đất có kích thước hạt là nhỏ so với kích thước màng thép.

\* Các thông số địa kỹ thuật thu được từ thí nghiệm gia tải gia tải ngang tấm nén

- Chỉ số vật liệu  $I_{DMT}$ ,
- Chỉ số ứng suất ngang  $K_{DMT}$  và
- Môđun DMT  $E_{DMT}$



Hình 15.20. Tấm nén và các kích thước

\*p Kết quả thí nghiệm gia tải bàn nén có thể sử dụng cho các mục đích sau:

- Sức kháng cắt không thoát nước  $c_u$  của đất:

$$c_u = 0,22 \sigma'_{v0} \times (0,5 K_{DMT})^{1,25} \text{ khi } I_{DMT} < 0,8.$$

- Môđun biến dạng  $E_{eod}$

$$E_{eod} = R_M E_{DMT}$$

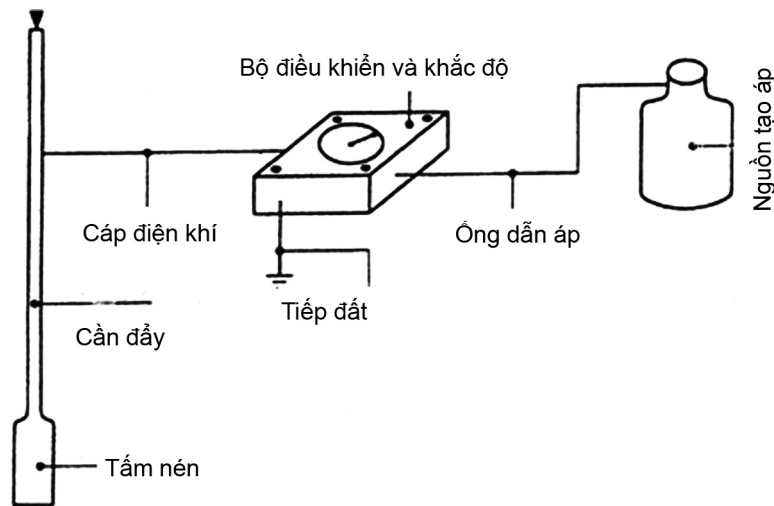
Trong đó:

$R_M$  hệ số, lấy không nhỏ hơn 0,85 theo các điều kiện sau:

$$\begin{aligned}
 R_M &= 0,14 + 2,36 \log K_{DMT} \text{ khi } I_{DMT} \leq 0,6 \\
 &= 0,5 + 2 \log K_{DMT} \text{ khi } I_{DMT} \leq 3,0 \\
 &= R_{M0} + (2,5 - R_{M0}) \log K_{DMT} \text{ khi } 0,6 < I_{DMT} < 3,0 \text{ và} \\
 R_{M0} &= 0,14 + 0,15 (I_{DMT} - 0,6) \\
 &= 0,32 + 2,18 \log K_{DMT} \text{ khi } I_{DMT} > 10.
 \end{aligned}$$

### 15.5.3.2. Thiết bị thí nghiệm

Thiết bị thí nghiệm bao gồm - Tấm nén có đầu nối ren phù hợp để nối với cần; Cáp điện - khí; Dây nối đất; Dụng cụ điều khiển và khắc độ; Nguồn tạo áp được bố trí như hình 15.21.



**Hình 15.21.** Sơ đồ bố trí thiết bị thí nghiệm gia tải ngang tấm nén DMT

- Tấm nén có hình dạng, kích thước như hình 15.21.
- Cáp điện - khí cấp khí và điện giữa bộ điều khiển và tấm nén phải có các đầu nối bằng thép không gỉ có bọc cách điện để tránh chập điện và các vòng đệm tránh dò rỉ khí.
- Bộ điều khiển và khắc độ phải được nối đất; kiểm soát tốc độ dòng khí trong khi quan trắc và đo đặc áp suất khí dẫn từ dụng cụ điều khiển đến tấm nén và màng; phát tín hiệu đúng thời điểm bộ chuyển mạch chuyển từ đóng sang mở và ngược lại.
- Các dụng cụ đo áp suất của bộ phận điều khiển và khắc độ phải cho phép xác định áp suất tác dụng lên màng ở mức từng 10 kPa và tạo được các bước áp suất 2,5 kPa ít nhất cho áp lực nhỏ hơn 500 kPa.
- Nguồn tạo áp phải có bộ điều khiển phù hợp, van và ống dẫn áp suất nối với hệ dụng cụ điều khiển.



- Thiết bị ấn tẩm nén dùng để ấn và đẩy tẩm nén vào đất, để luôn ngang cáp điện - khí nối bộ điều khiển với tẩm nén, có khả năng đẩy thẳng đứng tẩm nén xuống mà không tạo ra các lực ngang và xoắn. Tốc độ xuyên vào đất trong khoảng 10 - 30 mm/s.

#### **15.5.3.3. Quy trình kỹ thuật thí nghiệm**

\* Khắc độ và kiểm tra:

- Màng phải được khắc độ để đo các giá trị áp suất  $\Delta P_A$  và  $\Delta P_B$  là đại lượng áp suất hút tác dụng lên khoảng không tại lưng màng để tẩm màng co lại 0,05 mm trong không khí và đại lượng áp suất tác dụng lên lưng màng để tẩm màng giãn nở 1,10 mm trong không khí ngay trước khi ấn tẩm nén vào đất và khi tẩm nén được kéo lên mặt đất cả trong thí nghiệm toàn trụ và riêng lẻ.

- Các giá trị áp suất khắc độ của màng  $\Delta P_A$  và  $\Delta P_B$  trước khi ấn tẩm nén vào đất phải trong khoảng  $\Delta P_A = 5 - 30$  kPa và  $\Delta P_B = 5 - 80$  kPa.

- Trong quá trình khắc độ, các tín hiệu âm thanh và thị giác phải xuất hiện rõ rệt, dứt khoát ở độ giãn nở màng 0,05 mm và 1,10 mm, tương ứng.

- Khi thí nghiệm trong đất yêu việc khắc độ màng phải thực hiện nhiều hơn 1 lần để đảm bảo rằng  $\Delta P_A$  và  $\Delta P_B$  nằm trong dải cho phép.

\* Quy trình thí nghiệm:

- Sau khi tẩm nén được ấn vào đất đến độ sâu thí nghiệm, dừng tác dụng lực ép trên cần đẩy và bơm khí gia áp cho tẩm nén ngay lập tức để giãn nở màng.

- Tốc độ dòng khí gia áp màng phải sao cho số đọc  $P_A$  là áp suất phải tác dụng lên lưng của màng để nó giãn nở ở tẩm 0,05 mm vào đất nhận được trong vòng 20 giây kể từ khi tẩm nén đạt tới độ sâu thí nghiệm và chỉ số  $P_B$  là áp suất phải tác dụng lên lưng của màng để nó giãn nở ở tẩm 1,10 mm vào đất nhận được trong vòng 20 giây kể từ số đọc  $P_A$ .

- Khi  $P_B$  đã được xác định, màng được giảm áp ngay lập tức để tránh giãn nở tiếp theo và biến dạng vĩnh viễn, và ấn đẩy tẩm nén xuống độ sâu thí nghiệm tiếp theo hoặc kéo lên mặt đất.

- Sau khi tẩm nén được rút lên mặt đất và thực hiện quy trình khắc độ màng, phải ghi lại các giá trị  $\Delta P_A$  và  $\Delta P_B$  và so sánh với các giá trị khắc độ đo được trước đây. Các giá trị  $\Delta P_A$  và  $\Delta P_B$  đo được trước khi ấn tẩm nén vào đất và sau khi đưa lên mặt đất không được chênh nhau hơn 25 kPa.

#### **15.5.3.4. Chính lý và tính toán các kết quả thí nghiệm**

\* Các số liệu sau đây cần được thu thập trong quá trình thí nghiệm cho mỗi độ sâu hoặc cho mỗi trụ thí nghiệm:

- $P_A$  Áp lực dẫn nở màng ở tâm 0,05 mm vào đất;
  - $P_B$  Áp lực dẫn nở màng ở tâm 1,10 mm vào đất;
  - $\Delta P_A$  Áp lực khắc độ màng để tâm màng co lại 0,05 mm trong không khí;
  - $\Delta P_B$  Áp lực khắc độ màng để tâm màng dẫn nở 1,10 mm trong không khí;
  - $\Delta P_{A,avg}$  và  $\Delta P_{B,avg}$ : là các giá trị trung bình của áp suất khắc độ màng từ các giá trị  $\Delta P_A$  và  $\Delta P_B$  tương ứng thu được trước và sau mỗi thí nghiệm toàn trụ hoặc thí nghiệm đơn lẻ;
  - $Z_m$  Độ lệch áp suất ra khỏi vị trí 0 khi tấm nén được đưa ra áp suất khí quyển;
  - $P_0$  là áp suất đất tác dụng lên mặt màng khi màng ngang bằng với tấm nén (tức là khi độ dẫn nở bằng 0), còn được gọi là áp suất tiếp xúc;
  - $U_0$  là áp lực nước lỗ rỗng tại cao độ tâm màng trước khi ấn tấm nén vào đất;
  - $P_{v0}$  là ứng suất thẳng đứng tại cao độ tâm màng trước khi ấn tấm nén vào đất.
- \* Tính áp lực đất  $p_1$  lên màng của tấm nén khi tâm màng dẫn nở 1,10 mm theo công thức:

$$p_1 = p_B - \Delta P_{B,avg} - Z_m.$$

- \* Tính áp lực  $P_0$  theo công thức

$$p_0 = 1,05(p_A + \Delta P_{A,avg} - Z_m) - 0,05p_1.$$

- \* Tính các thông số của thí nghiệm DMT: Chỉ số vật liệu  $I_{DMT}$ , chỉ số ứng suất ngang  $K_{DMT}$  và mô đun DMT  $E_{DMT}$  theo các quan hệ sau:

$$I_{DMT} = (p_1 - p_0)/(p_0 - u_0);$$

$$K_{DMT} = (p_1 - u_0)/\sigma'_{v0};$$

$$E_{DMT} = 34,7/(p_1 - p_0).$$

#### **15.5.3.5. Các tiêu chuẩn**

- EUROCODE EN 1997-3:1999 Thí nghiệm hiện trường phục vụ thiết kế - 9. Thí nghiệm nén ngang tấm nén.

#### **15.5.4. Câu hỏi kiểm tra cho chuyên đề 3**

1. Nêu những ưu nhược điểm của thí nghiệm nén ngang trong hố khoan.
2. Nêu những thông số cơ bản thu được từ thí nghiệm gia tải bàn nén. So sánh với thí nghiệm nén ngang trong hố khoan.
3. Nêu nguyên lý cơ bản của thí nghiệm gia tải ngang tấm nén. So sánh với thí nghiệm gia tải bàn nén và nén ngang trong hố khoan.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO CHƯƠNG 15

1. Đoàn Thế Tường, Lê Thuận Đăng Thí nghiệm đất và nền móng công trình. NXB GTVT, Hà Nội 2002.
2. Lomtadze V.D. Thạc luận công trình. Bản dịch từ tiếng Nga. Phạm Xuân chủ biên. NXB KHKT, Hà Nội 1985.
3. Lomtadze V.D. Các phương pháp xác định tính chất cơ lý đất ở trong phòng thí nghiệm. Bản dịch từ tiếng Nga. Phạm Xuân chủ biên. NXB KHKT, Hà Nội 1987.
4. Vũ Công Ngữ, Nguyễn Thái. Thí nghiệm đất hiện trường và các ứng dụng trong phân tích nền móng. NXB KHKT. Hà Nội 2002.
5. Sách hướng dẫn dùng các thiết bị quan trắc. Slope Indicator Company, 1998.
6. Al - Khafaji A.W. Geotechnical engineering and soil testing. USA, 1992.
7. Bowles J.E. Engineering properties of soil and their measurement. Second edition. International student edition.
8. Building on soft soil. A.A. Balkema/Rotterdam 1996.
9. Roy E. Hunt Geotechnical Engineering Investigation Handbook. Second Edition. Taylor&Francis Group. 2005.
10. Lunne T., Robertson P.K., Powell J.J.M. Cone penetration testing in geotechnical practice. E & FN Spon, 1997.
11. Các tiêu chuẩn về địa kỹ thuật của Việt Nam, Nga, Anh (BS), Mỹ (ASTM, AASHTO), EUROCODES.

## Chương 16

# THÍ NGHIỆM HÓA NƯỚC DÙNG CHO BÊ TÔNG VÀ VỮA

### 16.1. PHƯƠNG PHÁP LẤY MẪU

#### 16.1.1. Mẫu phân tích và lấy mẫu phân tích

##### 16.1.1.1. Mẫu phân tích là gì và tại sao phải lấy mẫu phân tích

\* *Mẫu phân tích là gì:* Từ thực tế của đối tượng quan trắc và để có đủ các điều kiện cho các kỹ thuật phân tích đảm bảo kết quả chính xác, bắt buộc chúng ta phải lấy một lượng mẫu nhất định đại diện cho đối tượng cần quan sát để xử lý và xác định các chất (chỉ tiêu) cần quan tâm theo một cách phù hợp. *Vậy mẫu phân tích là một lượng mẫu nhất định (tính theo khối lượng, hay thể tích) tối thiểu cần thiết được lấy từ đối tượng cần quan trắc đem về phòng thí nghiệm để phân tích xác định các chỉ tiêu mong muốn của đối tượng cần nghiên cứu phân tích và phải đại diện được đúng cho đối tượng đó.* Vì thế công việc lấy mẫu phân tích phải thực hiện QA/QC.

\* *Tại sao phải lấy mẫu phân tích:*

- Các phương pháp phân tích chính xác thường phải được thực hiện trong phòng thí nghiệm có đủ các điều kiện cần thiết và ổn định thì máy đo mới hoạt động tốt và cho được kết quả chính xác.

- Đối lượng cần phân tích lại ở khắp mọi nơi nên không có thể đem các máy phân tích chính xác đi khắp nơi ngoài hiện trường để đo đạc, vì ngoài sự làm sai lệch, hư hỏng máy ra, thì còn không đủ các điều kiện đảm bảo cho máy hoạt động, như điện, nước, độ ẩm, nhiệt độ ổn định, v.v...

Đó chính là những lý do thực tế *bắt buộc chúng ta phải lấy mẫu phân tích đem về phòng thí nghiệm* để có đủ các điều kiện cần thiết, đảm bảo cho kết quả chính xác.

##### 16.1.1.2. Mục đích và yêu cầu của việc lấy mẫu phân tích

###### 16.1.1.2.1. Mục đích của việc lấy mẫu phân tích

Mục đích của việc lấy mẫu nước phân tích là chọn một thể tích nhỏ phù hợp và vừa đủ để chứa đựng, vận chuyển về phòng thí nghiệm để xử lý và xác định (định

tính hay định lượng) các chất mong muốn, nhưng lại phải bảo đảm giữ được nguyên đúng thành phần của đối tượng thực tế đã lấy mẫu. Do đó lấy mẫu là giai đoạn đầu của công việc phân tích. Nếu lấy mẫu sai thì kết quả phân tích không phản ánh đúng được thực tế.

#### *16.1.1.2.2. Yêu cầu của việc lấy mẫu nước*

Để đảm bảo mục đích và có kết phân tích phản ánh đúng thực tế, mẫu lấy để phân tích phải đảm bảo được các yêu cầu sau đây:

- + Đảm bảo thực hiện đúng và đủ các yêu cầu về QA/QC;
- + Mẫu phải đại diện. Không lấy mẫu ở nơi nước bị nhiễm bẩn tạm thời hoặc nơi tiếp xúc với công trình mới xây dựng;
- + Sử dụng chai đựng sạch làm bằng thủy tinh hoặc nhựa, có nút để đảm bảo đáp ứng các yêu cầu: bảo vệ được mẫu và chất cần phân tích, không làm nhiễm bẩn và ảnh hưởng xấu đến mẫu khi chứa và bảo quản, phù hợp cho đối lượng mẫu nước, chất phân tích và với dạng mẫu, không có sự tương tác với các chất mẫu, khi chứa đựng và bảo quản, bền để giữ và bảo quản được mẫu lâu theo yêu cầu;
- + Khi lấy mẫu nước, phải lấy đầy bình, không để có không khí giữa mức nước trong bình và nút bình, như vậy, mới đảm bảo giữ nguyên hiện trạng mẫu cho đến khi tiến hành phân tích;
- + Sử dụng bình chứa có dung tích không ít hơn 3 lít để đảm bảo lượng mẫu đủ để phân tích, phù hợp theo phương pháp phân tích đã chọn để xác định chất và đúng yêu cầu.
- + Mẫu phải có lý lịch, hồ sơ và các điều kiện lấy mẫu rõ ràng.

#### **16.1.1.3. Điều kiện chung của phân tích nước**

##### *16.1.1.3.1. Thứ tự tiến hành phân tích nước*

Các chỉ tiêu được tiến hành theo thứ tự sau:

- Xác định độ pH;
- Hàm lượng nitrit ( $\text{NO}_2^-$ );
- Hàm lượng nitrat ( $\text{NO}_3^-$ );
- Hàm lượng amoniac ( $\text{NH}_4^+$ );
- Hàm lượng  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ;
- Các chỉ tiêu độ cứng;
- Xác định hàm lượng  $\text{SO}_4^{2-}$ .

16.1.1.3.2. Lọc nước kiểm nghiệm khi tiến hành các chỉ tiêu phân tích sau:

- Hàm lượng nitrit ( $\text{NO}_2^-$ );
- Hàm lượng nitrat ( $\text{NO}_3^-$ );
- Hàm lượng amoniac ( $\text{NH}_4^+$ );
- Hàm lượng  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ;
- Xác định hàm lượng  $\text{SO}_4^{2-}$ .

16.1.1.3.3. Không lọc nước kiểm nghiệm khi tiến hành các chỉ tiêu phân tích

- Xác định độ pH;
- Xác định hàm lượng các chất khí.

### 16.1.2. Các cách lấy mẫu phân tích

Tùy thuộc vào mục đích có các cách lấy và tần suất lấy mẫu thích hợp. Cách lấy mẫu phân tích và tần suất lấy được lựa chọn một trong các cách sau đây:

\* *Lấy mẫu đại diện trung bình* với mục đích xác định hàm lượng đại diện. khi đó, cần lấy nhiều chỗ, sau trộn lại lấy trung bình, ví dụ lấy 3, 5 hay 9 vị trí để được một mẫu đại diện.

\* *Lấy mẫu ở một chỗ* với mục đích để đánh giá điểm đang quan tâm.

\* *Lấy mẫu theo tầng hay lớp hay độ sâu*: Lấy theo các độ sâu khác nhau với mục đích: xác định hàm lượng tại độ sâu đó. Khi đó tuân thủ theo các quy tắc hay tiêu chuẩn nhất định.

\* *Lấy định kỳ* với mục đích phát hiện các chất mong muốn hay do sự cố yêu cầu.

### 16.1.3. Ghi chép hồ sơ lấy mẫu phân tích

Khi lấy mẫu, mỗi mẫu phải được ghi chép hồ sơ đầy đủ các vấn đề sau: vị trí lấy mẫu (chỗ lấy, bề mặt, độ sâu, tọa độ, ...), thời điểm lấy mẫu, điều kiện thời tiết khi lấy mẫu (mưa, nắng, gió, nhiệt độ, nóng, hay mát..), lượng mẫu đã lấy (khoảng bao nhiêu lít), đã xử lý sơ bộ khi lấy mẫu (nếu có), người lấy mẫu (ghi rõ họ tên) và người phụ trách xác nhận.

Trên cơ sở hồ sơ về tình trạng cụ thể đầy đủ người làm phân tích sẽ dễ dàng tìm được một cách xử lý mẫu thích hợp nhất, hay phát hiện và khắc phục các sai sót, để đạt kết quả tốt và có ý kiến đánh giá đúng sau khi phân tích. Đồng thời có thể không cần phân tích một số chỉ tiêu nào đó, khi thấy có những điều vô lý không phù hợp hay không bảo đảm được các yêu cầu cần thiết.

#### 16.1.4. Bảo quản và điều kiện bảo quản mẫu

Việc quản lý, bảo quản mẫu phân tích là một khâu kế tiếp của công việc lấy mẫu. Lấy mẫu lớt, nhưng bảo quản không tốt, thì cũng sẽ làm hỏng. Đối với đối tượng mẫu nước dùng trong xây dựng, cần phải tiến hành phân tích ngay trong 24 h. Nếu đã qua xử lý sơ bộ, và được bảo quản lạnh, thời gian triển khai phân tích không vượt quá 3 ngày.

#### 16.1.5. Phương pháp lấy mẫu nước

Một số phương pháp lấy mẫu và xử lý sơ bộ được ghi trong bảng:

STT	Nguồn lấy	Dụng cụ lấy	Vị trí lấy, thời gian lấy	Ghi chú
1	Lấy ở vòi	Dùng ống cao su.	Nối ống cao su vào vòi, để nước chảy 15 min, hứng vào bình lấy mẫu, hứng tràn vài lần	vòi chạm đáy bình. Su khi lấy đầy bình bằng nút trắng parafin
2	Lấy ở máy bơm	Dùng phễu	lấy ở miệng xả của máy bơm	cuồng phễu chạm đáy bình
3	Lấy ở lỗ khoan và giếng	Dùng sào hoặc dây gia trọng để thả bình	Theo độ sâu	Nút bình ngay
4	Lấy ở sông	Lấy trực tiếp vào bình đựng	chỗ nước chảy nhanh nhất	Có thể lấy tại độ sâu 50cm kể từ mặt trên của nước hoặc độ sâu trung bình tùy theo sông
5	Lấy ở hồ ao	Dụng cụ Veresagin	Sâu dưới mặt nước 50 cm hoặc 1-1,5m tùy thuộc vào độ sâu của hồ ao	Khi lấy không làm nước vẩn đục
6	Lấy nước ngầm	Dụng cụ thích hợp	Sau khi bơm liên tục 15min	Không lấy nước tù, nước đọng
7	Lấy mẫu để phân tích cacboni ăn mòn	Lấy đầy vào bình dung tích 1lít		Tiến hành theo Điều 1.9.1
8	Lấy mẫu để xác định nitrat, nitrit, cặn			Xử lý sơ bộ bằng H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> và clorofoc
9	Lấy mẫu để xác định sunfua			Xử lý sơ bộ bằng Cd(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> hoặc Zn(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>

## 16.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ PH

### 16.2.1. Độ pH và pOH của dung dịch

Khảo sát các phản ứng hoá học xảy ra trong dung môi là nước ta thấy, trong nước luôn tồn tại các ion  $H^+$  và  $OH^-$  do kết quả của sự phân ly của phân tử nước:



Mặt khác, tại một nhiệt độ nhất định tích số nồng độ ion  $[H^+]$  và  $[OH^-]$  của dung dịch nước luôn là một hằng số.

Tại nhiệt độ  $22^\circ C$  áp suất không khí thông thường, tích số nồng độ ion  $H^+$  và  $OH^-$  của nước được ký hiệu là  $K_{H_2O}$ , được gọi là "tích số ion của nước" và có giá trị là:  $1,00 \cdot 10^{-14}$

$$K_{H_2O} = [H^+] \cdot [OH^-] = 1,00 \cdot 10^{-14} \quad (16.1)$$

Như vậy đối với nước tinh khiết (nước cất), ta có:

$$[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_{H_2O}} = \sqrt{1,00 \cdot 10^{-14}} = 1 \cdot 10^{-7}$$

Trong dung dịch axit nồng độ ion hydro ( $H^+$ ) lớn hơn nồng độ ion hydroxyl ( $OH^-$ ).

Trong dung dịch kiềm, nồng độ ion hydro ( $H^+$ ) nhỏ hơn nồng độ ion hydroxyl ( $OH^-$ ).

Trong ngành hoá học và nhiều ngành kỹ thuật khác, ít khi người ta dùng cách biểu thị nồng độ  $[OH^-]$  và  $[H^+]$  bằng những con số quá dài như nêu trên, mà thay bằng cách lấy logarit các giá trị trên, đổi dấu và gọi giá trị thu được bằng một tên khác như pH, pOH, pK,...

$$pH = -\lg [H^+]; pOH = -\lg [OH^-]$$

và: 
$$pK_{H_2O} = -\lg K_{H_2O} = -\lg(1,0 \cdot 10^{-14}) = 14.$$

Như vậy trong dung dịch nước ta có:

$$pH + pOH = 14.$$

Ví dụ: Nếu dung dịch axit có nồng độ  $[H^+] = 1,0 \cdot 10^{-3}$ , ta nói dung dịch này có:

$$pH = 3 \text{ thì } pOH = 14 - 3 = 11.$$

Theo độ pH và pOH ta có quan niệm tính chất dung dịch theo bảng sau:

Tính chất của dung dịch	pH	pOH
Trung tính	= 7	= 7
Axit	< 7	> 7
Bazơ	> 7	< 7



## **16.2.2. Các phương pháp xác định độ pH**

Có nhiều phương pháp để xác định giá trị pH của dung dịch với các cấp độ chính xác khác nhau.

### **16.2.2.1. Phương pháp điện thế**

\* *Dụng cụ thiết bị:*

- Máy đo pH:

Khi dùng máy đo pH phải chấp hành nghiêm chỉnh những điều chỉ dẫn và quy định sử dụng máy. Định kỳ kiểm tra độ chính xác của máy bằng các dung dịch đệm tiêu chuẩn có trị số pH định trước. Sai số giữa các lần đo theo các trị số pH không được chênh lệch quá  $\pm 0,04$ . Nếu vượt quá giới hạn đó thì phải điều chỉnh lại máy.

Sau mỗi lần đo, phải rửa điện cực bằng nước cất và lau khô bằng giấy thấm, phải tráng cốc đựng mẫu 2 lần bằng nước mẫu định đo.

- Cốc thủy tinh dung tích 250 ml.

\* *Cách tiến hành:*

Chuyển mẫu phân tích ra cốc thủy tinh khô và sạch. Nhúng chìm điện cực vào mẫu. Để thiết bị ổn định và đọc giá trị hiển thị.

\* *Ưu điểm:* Phương pháp có độ chính xác cao, đáp ứng nhanh, khoảng thang đo rộng.

\* *Nhược điểm:* PTN phải có máy đo pH với các dung dịch chuẩn, dung dịch dưỡng cực và thiết bị phải được định kỳ chuẩn hóa hoặc kiểm định.

### **16.2.2.2. Phương pháp sử dụng chỉ thị màu hỗn hợp (sử dụng khi phòng thí nghiệm không có máy đo pH)**

\* *Hóa chất:*

- Dung dịch metila đỏ 0,2%: hòa tan 0,2 g metila đỏ trong 100 ml nước, bảo quản trong lọ thủy tinh.

- Dung dịch bromotimola xanh 0,2%: hòa tan 0,2 g metila đỏ trong 100 ml nước, bảo quản trong lọ thủy tinh.

- Dung dịch chỉ thị màu hỗn hợp: gồm 1 phần thể tích dung dịch metila đỏ và 2 phần thể tích bromotimola xanh. Chỉ thị hỗn hợp này có khoảng chuyển màu với pH từ 4 đến 8.

- Dung dịch  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  0,1M.

- Dung dịch  $\text{HNO}_3$  0,1M.

- Các dung dịch đệm photphat citrat có pH từ 3 đến 8: Trộn các thể tích khác nhau của dung dịch dinatrihydro photphat 0,2M và axit nitric 0,1M (bảng 1 TCXD 81:1981- theo hàng ngang).

\* *Dụng cụ:*

- Ống nghiệm.

\* *Cách tiến hành:*

- Xây dựng thang màu chuẩn: Lấy vào 26 ống nghiệm, mỗi ống nghiệm 10 ml dung dịch đệm tương ứng với 26 dung dịch đệm được pha tại bảng 1 của TCXD 81:1981. Thêm vào mỗi ống 5 -7 giọt dung dịch chỉ thị hỗn hợp, lắc đều và để yên khoảng 2 phút để màu của dung dịch ổn định. Dãy màu 26 ống nghiệm được sử dụng trong xác định pH của mẫu phân tích.

- Tiến hành thử: Lấy vào ống nghiệm 10 ml mẫu nước, thêm vào 5 -7 giọt dung dịch chỉ thị hỗn hợp, lắc đều và để yên khoảng 2 phút để màu ổn định và đem so sánh với thang màu chuẩn vừa xây dựng để tìm giá trị pH tương đương.

#### ***16.2.2.3. Đo độ pH bằng giấy thử vạn năng (áp dụng cho trường hợp phòng thí nghiệm không có máy đo pH hoặc không có chỉ thị màu hỗn hợp)***

Phương pháp này thường chỉ dùng để kiểm tra sơ bộ và thử phản ứng của môi trường. Nếu kết quả đòi hỏi độ chính xác hay nước có màu sắc thì phải dùng máy đo pH.

\* *Hóa chất:* Giấy đo pH.

\* *Dụng cụ:* Cốc thủy tinh dung tích 250 ml.

\* *Cách tiến hành:*

Lấy khoảng 100 ml mẫu nước vào cốc thủy tinh dung tích 250 ml. Dùng giấy chỉ thị pH nhúng vào mẫu nước cần kiểm nghiệm, để thấm ướt đều, rồi lấy ra để se khô rồi so sánh với ô màu in trên hộp.

\* *Ưu điểm:* Đơn giản, nhanh.

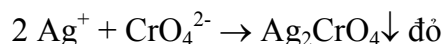
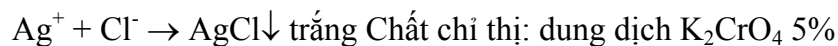
\* *Nhược điểm:* Độ chính xác thấp hơn phương pháp sử dụng máy đo pH và chỉ thị màu hỗn hợp.

### **16.3. XÁC ĐỊNH LƯỢNG CLORUA (Cl<sup>-</sup>)**

#### **16.3.1. Nguyên tắc**

Lượng ion clorua trong nước được tính bằng miligam Cl<sup>-</sup>/lít và được xác định theo phương pháp chuẩn độ kết tủa

Phản ứng kết tủa giữa ion  $\text{Ag}^+$  với  $\text{Cl}^-$  xảy ra nhanh, hoàn toàn có thể dùng trong phân tích ( $T_{\text{AgCl}} = 1,8 \cdot 10^{-10}$ ). Khi quá điểm tương đương, lượng dư nhỏ của  $\text{Ag}^+$  tạo kết tủa màu đỏ với  $\text{CrO}_4^{2-}$  sẽ là chất chỉ thị cho sự chuẩn độ:



Phản ứng thực hiện trong môi trường trung tính ( $6,5 \leq \text{pH} \leq 10$ ). Ở pH thấp  $\text{CrO}_4^{2-}$  bị giảm do tạo thành  $\text{HCrO}_4^-$  còn ở pH cao  $\text{Ag}_2\text{O}$  tạo thành cản trở phản ứng.

Nếu mẫu ban đầu có nằm ngoài khoảng từ 6 đến 10 thì có thể sử dụng  $\text{NaHCO}_3$  (nếu  $\text{pH} < 6$ ) hoặc  $\text{HNO}_3$  (1 + 5) (nếu  $\text{pH} > 10$ ).

### 16.3.2. Hóa chất

- Dung dịch  $\text{AgNO}_3$  0,05M tiêu chuẩn pha từ fixanal.
- Dung dịch  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  5%: hòa tan 5 g  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  trong 95 g nước, bảo quản trong lọ thủy tinh.

### 16.3.3. Dụng cụ

- Pipet, Buret.
- Bình tam giác dung tích 250 ml.

### 16.3.4. Tiến hành

Dùng pipet lấy chính xác 100ml mẫu vào bình tam giác dung tích 250ml. Thêm 1ml dung dịch  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , lắc đều và tiến hành chuẩn độ bằng dung dịch  $\text{AgNO}_3$  0,05M tiêu chuẩn cho đến khi dung dịch xuất hiện vẩn đục màu đỏ nâu. Ghi số ml  $\text{AgNO}_3$  chuẩn độ -  $V_0$  ml. Làm hai lần rồi lấy kết quả trung bình.

*Chú ý: để loại trừ  $\text{H}_2\text{S}$  và  $\text{HS}^-$  và axit hóa bằng  $\text{HNO}_3$  (1+5), đun sôi 8-10 phút, điều chỉnh bằng  $\text{Na}(\text{HCO}_3)$  đến pH ban đầu, sau đó tiến hành xác định theo như cách trên.*

### 16.3.5. Tính kết quả

Hàm lượng ion clo ( $\text{Cl}^-$ ) được tính bằng mg/l theo công thức sau:

$$X = (a-b) \cdot N \cdot 35,45 \cdot 1000 / V$$

Trong đó:

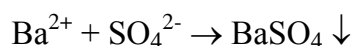
- a - Thể tích dung dịch bạc nitrat tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu nước, ml;
- b - Thể tích dung dịch bạc nitrat tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu trắng, ml;
- N - Nồng độ của dung dịch bạc nitrat, mol/l;
- 35,45 - Đương lượng của ion clo;
- V - Thể tích của mẫu thử, ml.

## 16.4. XÁC ĐỊNH LƯỢNG SUNFAT (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

### 16.4.1. Nguyên tắc

Trong môi trường axit, dùng dung dịch Ba<sup>2+</sup> (dạng BaCl<sub>2</sub>) kết tủa ion sunphat SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> dưới dạng BaSO<sub>4</sub> màu trắng. Xác định lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> thông qua khối lượng BaSO<sub>4</sub>.

Phản ứng hóa học:



Kết tủa BaSO<sub>4</sub> tiến hành nung ở 800°C đến trọng lượng không đổi.

Kết tủa BaSO<sub>4</sub> dạng tinh thể mịn, màu trắng, tạo kết tủa trong môi trường axit để tránh những phản ứng tạo kết tủa phụ khác. Cần tạo kết tủa trong môi trường thích hợp: dung dịch nóng, loãng và khuấy đều khi thêm chậm dung dịch BaCl<sub>2</sub>.

### 16.4.2. Hóa chất

- HCl (1 + 1).

- HCl (1 + 99).

- Dung dịch BaCl<sub>2</sub> 10%: hòa tan 10 g BaCl<sub>2</sub> trong 90 ml nước cất. Bảo quản trong chai thủy tinh.

- Dung dịch AgNO<sub>3</sub> 1%: Hòa tan 1 g AgNO<sub>3</sub> trong nước cất, thêm 5ml HNO<sub>3</sub>, thêm nước đến thể tích 100 ml.

- Dung dịch chỉ thị metyl đỏ 0,1%: hòa tan 0,1 g metyl đỏ trong 100 ml rượu etylic. Bảo quản trong lọ thủy tinh.

### 16.4.3. Dụng cụ

- Bình định mức dung tích 500 ml, 250 ml.

- Cốc thủy tinh dung tích 500 ml.

- Pipet 100ml; 50 ml; Buret 25 ml.

### 16.4.4. Tiến hành

- Lọc mẫu bằng phễu khô qua giấy lọc chảy chậm vào bình định mức khô dung tích 500 ml. Tùy theo lượng SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> có trong mẫu, lấy vào cốc thủy tinh dung tích 500 ml các thể tích mẫu theo như trong bảng 16.1.

**Bảng 16.1 - Thể tích mẫu cần lấy**

Hàm lượng SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Thể tích mẫu cần lấy để xác định
Đến 50mg/l	500 ml
Từ lớn hơn 50 mg /l đến 200mg/l	250 ml
Lớn hơn 200 mg/l	200 ml

Thêm 3-4 giọt metyl đỏ rồi thêm từ từ từng giọt HCl (1 + 1) đến khi dung dịch có màu đỏ. Đun sôi nhẹ, và thêm từ từ 10 ml dung dịch BaCl<sub>2</sub> 10%. Đun nhẹ tiếp khoảng 15 phút nữa. Để chỗ ấm 8 - 10 giờ hoặc đậy mặt kính đồng hồ và đặt cốc trên bếp cách thủy khoảng 2 - 3 giờ để làm muối kết tủa BaSO<sub>4</sub>. Sau đó, lọc kết tủa qua giấy lọc chảy chậm. Rửa kết tủa và giấy lọc bằng nước cất nóng đến khi hết ion clorua trong nước rửa (thử bằng AgNO<sub>3</sub> 1 %). Chuyển giấy lọc có chứa kết tủa vào chén sứ đã nung, cân biết khối lượng. Sấy chén có chứa giấy lọc và kết tủa trên bếp điện và chuyển chén vào lò nung. Nung kết tủa ở nhiệt độ 800 °C trong khoảng 45 phút. Lấy chén ra, làm nguội trong bình hút ẩm đến nhiệt độ phòng rồi cân. Khối lượng kết tủa BaSO<sub>4</sub> (g) là hiệu số khối lượng chén có chứa kết tủa sau nung và khối lượng chén không.

#### 16.4.5. Tính kết quả

Hàm lượng ion sunfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) (X), tính bằng mg/l theo công thức sau:

$$X = (a - b) \cdot 0,4115 \cdot 1000 / V$$

Trong đó:

- a – khối lượng chén và kết tủa, mg;
- b – Khối lượng chén, mg;
- 0,4115 – hệ số chuyển đổi từ BaSO<sub>4</sub> sang SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>;
- V – thể tích nước lấy để thí nghiệm.

### 16.5. XÁC ĐỊNH CẶN KHÔNG TAN, MUỐI HÒA TAN, CẶN TOÀN PHẦN

Bằng phương pháp khối lượng xác định hàm lượng cặn trong nước ở các dạng: cặn không tan và muối hoà tan (cặn hoà tan)

#### 16.5.1. Cặn không tan (cặn lơ lửng)

Hàm lượng cặn không tan là hàm lượng của toàn bộ các chất không tan có trong nước (chất lơ lửng, chất keo...).

##### 16.5.1.1. Dụng cụ, thiết bị

- Bình định mức 500 ml;
- Tủ sấy;
- Bình hút ẩm;
- Bát sứ, chén sứ, chén bạch kim;
- Phễu lọc;
- Giấy lọc không tro.

### **16.5.1.2. Cách tiến hành**

Dùng pipet lấy 500 ml nước, lọc dần qua giấy lọc đã sấy khô đến khối lượng không đổi ( $m_1$ ). Sau khi lọc xong, để cho giấy lọc se khô rồi sấy ở nhiệt độ 105 °C đến khối lượng không đổi, để nguội trong bình hút ẩm sau đó đem cân ( $m_2$ ), (cân ngay sau khi nguội càng sớm càng tốt).

### **16.5.1.3. Tính kết quả**

Hàm lượng cặn không tan  $X_1$ , tính bằng mg/l, theo công thức sau:

$$X_1 = (m_2 - m_1) \times 1000/V$$

Trong đó:

- $m_1$  – Khối lượng giấy lọc có cặn, mg;
- $m_2$  – Khối lượng giấy lọc, mg;
- V – Thể tích nước lấy để phân tích, ml.

## **16.5.2. Xác định cặn toàn phần**

### **16.5.2.1. Nguyên tắc**

Mẫu nước được cho bay hơi đến cặn trong bát sứ đã biết khối lượng. Phần cặn thu được trong bát được sấy đến khối lượng không đổi ở 100-105 °C. Chênh lệch khối lượng của bát có cặn và bát không là hàm lượng cặn toàn phần

### **16.5.2.2. Cách tiến hành**

- Sấy bát sứ ở nhiệt độ 100-105 °C đến khối lượng không đổi ( $m_0$ ).
- Dùng pipet hút 100 ml nước cho nước vào bát sứ dung tích 250 ml và đặt trên bếp cách thủy hoặc cách cát đến khô kiệt nước.
- Bát sứ chứa cặn cho vào tủ sấy ở nhiệt độ 100 ÷ 105 °C đến khối lượng không đổi.
- Để nguội trong bình hút ẩm. Cân ngay sau khi nguội, càng sớm càng tốt ( $m_1$ ).

### **16.5.2.3. Tính kết quả**

Hàm lượng cặn toàn phần tính bằng mg/l, theo công thức:

$$\text{Cặn toàn phần} = \frac{(m_1 - m_0) \times 1000}{V}$$

Trong đó:

- $m_1$  - khối lượng bát có cặn, mg;
  - $m_0$  - khối lượng bát không có cặn, mg;
  - V - Thể tích nước lấy phân tích, ml;
- Cặn trong bát giữ lại để xác định sau khi nung.

### 16.5.3. Xác định muối hoà tan (cặn qua lọc)

#### 16.5.3.1. Cách tiến hành

- Dùng pipet lấy 250 ml nước cần nghiên cứu đem lọc.
- Sau đó lấy 100ml nước lọc cho vào một bát sứ đã sấy và cân trước, cho bay hơi trên bếp cách thủy hoặc cách cát rồi sấy ở 100 – 105 °C đến khối lượng không đổi. Để nguội trong bình hút ẩm. Cân bát có cặn.

#### 16.5.3.2. Tính kết quả

Hàm lượng cặn hoà tan ( $X_2$ ) tính bằng mg/l theo công thức sau:

$$X_2 = (m_4 - m_3) \times 1000/V$$

Trong đó:

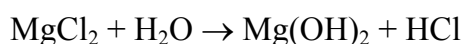
$m_3$  – Khối lượng bát sứ không có cặn, mg;

$m_4$  – Khối lượng bát sứ có cặn, mg;

V – Thể tích nước lấy để phân tích, ml.

*Chú ý:*

- Nếu nước nhiều bicacbonat, khi đun một phần bicacbonat phân ly thành cacbonat kết tủa lắng xuống nên khi lọc bị mất đi một phần.
- Nước có nhiều sắt sẽ có sai số do sắt (II) bị oxy hoá thành sắt (III) kết tủa lắng xuống.
- Nếu nước có chứa nhiều magiê dưới dạng clorua khi đun sẽ bị thủy phân:



do đó hao hụt mất một phần ion  $\text{Cl}^-$ . Để tránh sai số này ta cho thêm một lượng cacbonat natri  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Khi tính kết quả sẽ trừ lượng  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  đi.

## 16.6. XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ PEMANGANAT (HÀM LƯỢNG CHẤT HỮU CƠ)

### 16.6.1. Nguyên tắc

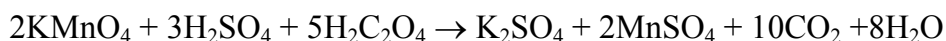
Dựa trên cơ sở oxy hoá mạnh các chất có trong nước của kali pemanganat trong môi trường axit nóng. Phương trình oxy hoá như sau:



Ở điều kiện này kali pemanganat cũng bị khử bởi các chất vô cơ như sunfua hydro  $\text{H}_2\text{S}$ , nitrit  $\text{NO}_2$ , sắt  $\text{Fe}^{2+}$  vì vậy kết quả độ oxy hoá nhận được sẽ cao hơn thực tế.

Để xác định độ oxy hoá theo phương pháp này, thêm một lượng dư nhưng chính xác dung dịch chuẩn  $\text{KMnO}_4$  vào dung dịch nước cần kiểm nghiệm đã được axit hoá

bằng H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, đun nóng đến 80 °C trong 10 phút. Sau đó chuẩn lượng Kali pemanganat còn thừa bằng axit oxalic theo phương trình sau:



### 16.6.2. Hoá chất

- Axit oxalic (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) 0,1N: Hoà tan 4,5g axit oxalic vào nước cất, lắc cho tan sau đó thêm nước cất đến 1000 ml. Có thể dùng ống chuẩn bán trên thị trường.

- Kali pemanganat (KMnO<sub>4</sub>) 0,1N: Cân chính xác 3,160g KMnO<sub>4</sub>, hoà tan vào một ít nước cất, thêm nước đến 1000 ml trong bình định mức, lắc đều. Có thể dùng ống chuẩn bán trên thị trường.

- Axit sunfuric đậm đặc H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

### 16.6.3. Cách tiến hành

Lấy 100 ml nước kiểm nghiệm, thêm 2ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> đặc, thêm đúng 10 ml dung dịch KMnO<sub>4</sub>. Sau đó đun sôi 10 phút, thêm 10ml axit oxalic 0,1N lắc đều. Khi dung dịch còn nóng, chuẩn độ bằng KMnO<sub>4</sub> 0,1N đến khi xuất hiện màu hồng nhạt, ghi lại thể tích KMnO<sub>4</sub> đã tiêu tốn (V<sub>1</sub>).

Thay mẫu nước kiểm nghiệm bằng nước cất để làm mẫu trắng và ghi lượng KMnO<sub>4</sub> đã tiêu tốn (V<sub>2</sub>). Lượng KMnO<sub>4</sub> tiêu tốn thực là hiệu số giữa hai thể tích KMnO<sub>4</sub> tiêu tốn.

### 16.6.4. Tính kết quả

1ml dung dịch KMnO<sub>4</sub> tương ứng với 8mg oxy.

Lượng oxy cần để oxy hoá các chất hữu cơ trong một lít nước (X) tính bằng mgO<sub>2</sub>/l theo công thức sau:

$$X = (V_2 - V_1) \cdot 8 \cdot a \cdot 1000 / V$$

Trong đó:

a - độ chuẩn của dung dịch KMnO<sub>4</sub>;

V<sub>2</sub> - Lượng dung dịch KMnO<sub>4</sub> tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu thử, ml;

V<sub>1</sub> - Lượng dung dịch KMnO<sub>4</sub> tiêu tốn khi chuẩn độ mẫu trắng, ml;

V - Thể tích nước lấy để phân tích, ml.

## 16.7. MỘT SỐ KỸ THUẬT PHÂN TÍCH

### 16.7.1. Kỹ thuật lọc

#### 16.7.1.1. Giấy lọc không tàn

Trong phân tích trọng lượng, người ta lọc kết tủa bằng giấy lọc không tàn. Giấy lọc không tàn là loại giấy khi đốt cháy, khối lượng còn lại từ 0,00003-0,00008g tro



tùy theo từng loại. Thực tế trọng lượng này không ảnh hưởng tới kết quả phân tích (độ chính xác của cân là 0,0001g).

Người ta điều chế giấy lọc không tàn bằng cách chế biến giấy lọc bằng HCl và HF. Sau khi sản xuất chúng được đóng gói thành từng tập 100 tờ. Trên mỗi hộp giấy người ta ghi kích thước giấy lọc và trọng lượng tro của một tờ.

Các loại giấy lọc sử dụng có độ mịn khác nhau, chúng được ký hiệu bằng các màu khác nhau trên tập giấy:

Băng màu xanh là loại giấy lọc mịn, độ xốp nhỏ nhất, thường sử dụng để lọc các kết tủa tinh thể nhỏ như  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$  v.v... Giấy lọc băng màu trắng, băng màu vàng là loại giấy lọc có độ xốp trung bình, dùng để lọc các kết tủa hydroxit kim loại. Giấy lọc băng đỏ là loại giấy lọc có độ xốp lớn nhất, dùng để lọc các kết tủa tinh thể lớn. Nhược điểm của giấy lọc là không có kích thước lỗ rõ ràng. Ngày nay nhiều phòng thí nghiệm đã sử dụng màng lọc polyme có kích thước lỗ chính xác hơn.

Kích thước giấy lọc có các loại: 5,5; 7; 9; 11; 12,5; 13cm.

Nếu khối lượng tro  $> 0,00001\text{g}$  thì khi tính toán phải tính đến cả khối lượng tro.

#### **16.7.1.2. Cách gấp giấy lọc và kỹ thuật lọc**

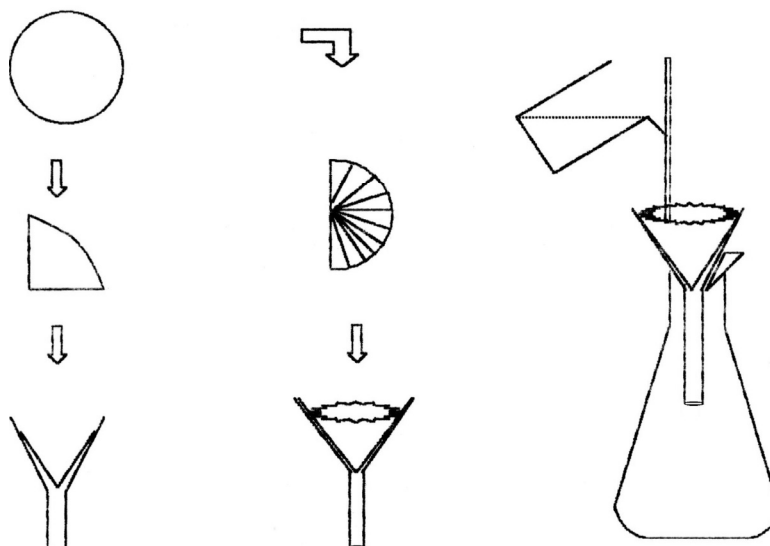
Do chế tạo giấy lọc không tàn qua nhiều công đoạn nên giá thành tương đối cao, chỉ nên sử dụng giấy không tàn trong những trường hợp cần thiết. Sử dụng giấy lọc đúng loại và kích thước cũng là một yêu cầu được đặt ra. Tùy thuộc vào loại kết tủa, khối lượng kết tủa, mà chọn loại giấy lọc thích hợp.

Kỹ thuật gấp giấy lọc cũng phụ thuộc vào điều kiện phân tích cần lấy kết tủa hay nước lọc. Nếu lấy nước lọc, ta gấp giấy lọc theo kiểu gấp nhiều nếp để cho toàn bộ giấy lọc tiếp xúc với dung dịch nước cái, khi đó tốc độ lọc sẽ nhanh hơn. Còn nếu lấy kết tủa, thì gấp giấy lọc theo kiểu phẳng để dễ thu hồi kết tủa.

Gấp giấy lọc theo kiểu nhiều nếp tiến hành như sau: Gấp tờ giấy lọc để có hình 1/4 tờ giấy sau đó mở trở lại và từ một bên nửa hình tròn ta gấp từng phần nhỏ hình tam giác có chiều rộng khoảng 1cm, tiếp tục gấp đi gấp lại cho đến khi hết nửa tờ giấy lọc, mở ra ta có tờ giấy lọc gấp nhiều nếp. Gấp giấy lọc kiểu phẳng đơn giản hơn, ta gấp đôi tờ giấy lọc, tiếp tục gấp đôi một lần nữa, mở một phần nhỏ của tờ giấy sao cho có hình nón để ngược. Tùy theo hình dạng của phễu ta gấp để cho tờ giấy tiếp xúc với phễu sao cho ở phía trên tiếp xúc nhiều hơn ở phía cuống phễu.

Để lọc tốt, chọn tờ giấy lọc có kích thước phù hợp, mép tờ giấy lọc cách mép phễu khoảng 0,5cm. Sau khi đặt giấy lọc vào phễu, dùng bình nước cất thấm ướt đều tờ giấy sau đó đổ đầy nước cất vào phễu cho chảy. Nếu giấy lọc đặt đúng, cuống phễu sẽ được lấp đầy nước tiến hành lọc ngay khi cuống phễu vẫn còn đầy nước.

Chính cột nước này làm giảm áp suất thủy tĩnh ở phần cuống phễu và vì vậy tăng nhanh quá trình lọc.



*Hình 16.1 - Gấp giấy lọc và kỹ thuật lọc*

### 16.7.2. Đo khối lượng

Trong phân tích, để đánh giá độ chính xác, độ đúng của một phép đo nhất thiết phải thông qua các dụng cụ đo khối lượng, đó là chiếc cân. Nó được dùng để cân chất chuẩn, cân mẫu phân tích, cân hoá chất phản ứng, cân sản phẩm v.v... Tuy nhiên, người phân tích cần biết nguyên tắc cơ bản của phép cân, cân gì và cân như thế nào?

Phép cân phân tích được thực hiện để cân các vật cân là chất gốc, các chất có thành phần xác định dùng để pha các dung dịch chuẩn; cân các sản phẩm của một quá trình biến đổi để tính kết quả. Vật cân có thể là chất rắn, hoặc lỏng, tuy nhiên phải tuân theo các nguyên tắc nhất định sao cho phép cân vừa chính xác vừa có ý nghĩa.

Một phép cân đúng phải bao gồm cả hai yếu tố trên; chính xác nhưng phải có ý nghĩa. Có những chất nhất thiết phải cân bằng cân phân tích nhưng cũng có những chất điều đó không cần thiết; hơn nữa có nhiều chất nếu cân trên cân phân tích là hoàn toàn vô nghĩa. Thí dụ một hoá chất rất háo nước như NaOH, hay  $\text{FeCl}_3$  v.v... sẽ thay đổi trọng lượng ngay trong quá trình cân; một hoá chất đã quá hạn sử dụng đã bị biến chất hoặc có hơi ẩm bám trên bề mặt thậm chí đã chảy nước thì sử dụng cân phân tích trong trường hợp đó là không cần thiết.

Mục đích sử dụng cũng quyết định loại cân cho phù hợp: chỉ cần pha một dung dịch đệm cho phản ứng chuẩn độ mà biên độ dao động về pH cho phép lớn, như vậy

cân chính xác hoá chất để pha chế dung dịch bằng cân phân tích có cần không? Một thí dụ khác là pha dung dịch bằng hoá chất mà không thể có nồng độ chính xác ngay được, thí dụ pha dung dịch  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , nồng độ chính xác chỉ có được sau khi có thời gian để yên 3-5 ngày và chuẩn độ lại; trong các trường hợp như vậy cân các hoá chất bằng cân phân tích là không có ý nghĩa. Chúng ta có thể tìm thấy các cách pha dung dịch trong các sách tham khảo.

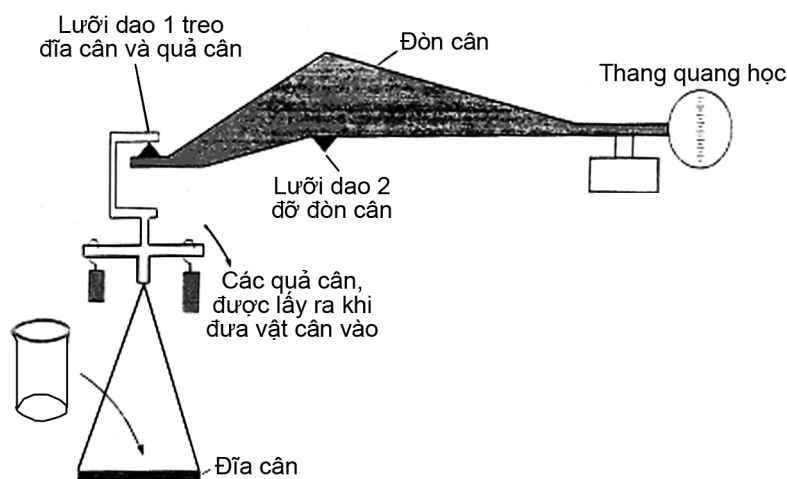
Để phép cân được chính xác, chúng ta cần biết quy tắc phép cân ở phần sau.

### 16.7.2.1. Các loại cân trong phòng thí nghiệm Hoá phân tích

**Cân kỹ thuật:** Cân dùng cho các phép cân kém chính xác, có thể là cân sơ bộ vật cân trước khi cân phân tích; cân các hoá chất có hơi ẩm không cần sấy để sau đó xác định lại nồng độ dung dịch bằng các chất chuẩn; cân pha các dung dịch không cần chính xác nồng độ v.v... Sai số của phép cân này từ 0,01 - 0,1g.

**Cân phân tích:** Cân phân tích thường cân các vật cân có khối lượng tối đa tới 200 gam, có độ chính xác tới  $10^{-4}$  -  $10^{-5}$  gam, gồm hai loại chính là cân cơ học và điện tử.

**Cân cơ học một quang** ngày nay vẫn còn nhiều phòng thí nghiệm sử dụng. Nguyên lý hoạt động của cân đơn giản là dùng quả cân và đòn cân để đo trọng lượng của vật cân. Quang cân và đòn cân được đỡ trên các lưỡi dao bằng hợp kim hoặc đá chịu mài mòn tốt. Cân Mettler có cấu tạo gồm 2 lưỡi dao cân, một lưỡi dao dùng để treo quang và quả cân, lưỡi dao còn lại dùng để nâng đòn cân ở vị trí thăng bằng.

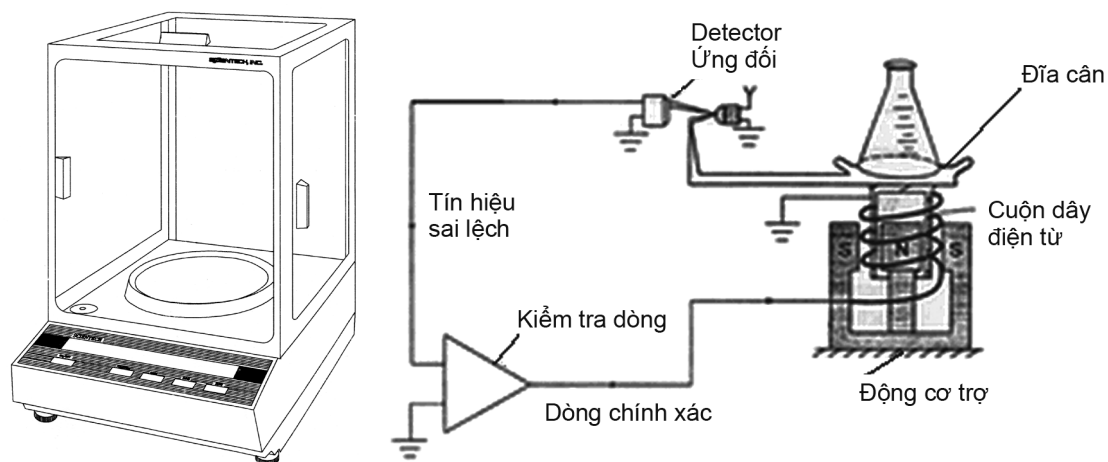


**Hình 16.2** - Nguyên lý làm việc của cân Mettler

Một đặc điểm của cân Mettler là quả cân và quang cân ở cùng một phía của đòn cân. Khi đưa vật cân vào đĩa cân, ta phải lấy bớt quả cân ra với khối lượng tương ứng để giữ cho đòn cân trở lại vị trí gần với cân bằng ban đầu (tất nhiên nếu trùng

với vị trí ban đầu càng tốt). Phần không trùng khớp với vị trí ban đầu thường có giá trị nhỏ, cỡ hàng chục miligam, được thể hiện bằng thang quang học. Kết hợp phần thang quang học với quả cân đã lấy ra chính là trọng lượng của vật cân. Hình 16.2 đưa ra nguyên lý hoạt động của cân cơ học một quang Mettler.

Ngày nay, *cân điện tử* ra đời sử dụng kỹ thuật số và hiển thị bằng màn hình tinh thể lỏng, đã giảm được rất nhiều thao tác cho người phân tích.



**Hình 16.3** - Cân điện tử và nguyên lý hoạt động

Nguyên lý hoạt động của cân điện tử:

Vật cân kéo đĩa cân xuống với lực là  $F = m.G$ , trong đó  $m$  là trọng lượng của vật cân;  $G$  là gia tốc trọng trường. Cân điện tử dùng một lực phản hồi điện từ để kéo đĩa cân về vị trí ban đầu của nó. Sau khi xác lập vị trí cân bằng, nếu đặt vật cân vào đĩa cân, trọng lượng của vật cân kéo đĩa cân xuống, dẫn đến tín hiệu sai lệch mà đầu dò của cân phát hiện ra và gửi đến bộ chỉnh dòng, từ đó dòng đối phó được sinh ra đưa đến động cơ trợ. Dòng điện cần thiết để sinh ra lực phản hồi tỷ lệ với trọng lượng của vật cân, được hiển thị qua màn hiển số (hình 16.3).

### 16.7.2.2 Quy tắc sử dụng cân phân tích

- (1) Trước khi cân phải kiểm tra độ thẳng bằng của cân thông qua bọt nước của bộ phận điều chỉnh thẳng bằng (bọt nước ở giữa vòng tròn giới hạn).
- (2) Khi cân ngồi trên ghế đối diện với cân, mọi thao tác phải nhẹ nhàng tránh va đập.
- (3) Tất cả các quả cân phải được sắp xếp ở đúng vị trí ban đầu, đặt “0” trường hợp sử dụng cân cơ học.
- (4) Nối đúng nguồn điện cho cân, bật công tắc nguồn, các đèn báo hiệu và màn hiển thị sáng, đợi cho đến khi ổn định, màn hiển thị chỉ “0,0000g” đối với cân điện tử và thang đo chỉ điểm “0” đối với cân cơ học.

(5) Nhất thiết không xếp vật cân lên cân quá giới hạn tải trọng của nó, sự quá tải có thể gây nên những biến dạng hoặc gãy đòn cân; đối với cân hiện số, hiện tượng trên làm cháy cuộn dây điện từ do không thể bù trừ được vật cân.

(6) Đặt vật cân ở giữa đĩa cân để tránh dao động (đối với quang cân), do đó xuất hiện lực ly tâm sẽ ảnh hưởng đến kết quả của phép cân.

(7) Đóng kín tủ cân trước khi mở hãm cân

(8) Khi đặt vào hay lấy ra vật cân nhất thiết phải hãm cân. Không tuân theo quy tắc này có thể dẫn đến đòn cân và dao cân bị ảnh hưởng.

(9) Chỉ có thể cân khi vật cân có nhiệt độ bằng nhiệt độ của không gian xung quanh cân. Khi cân vật cân nóng, dòng không khí gây ra do sự chênh lệch nhiệt độ nâng vật cân và đĩa cân, trọng lượng đo được thấp hơn vật cân. Nếu vật cân lạnh hơn nhiệt độ phòng, độ ẩm của không khí kết hợp dòng không khí ngược lại làm tăng khối lượng của vật cân. Vì vậy phải mang vật cân vào phòng thí nghiệm trước khi cân ít nhất từ 30 - 40 phút và để ở trong bình hút ẩm (desicator).

(10) Mỗi lần phân tích hay các giai đoạn phân tích có liên quan với nhau chỉ nên tiến hành trên một cân và cân cùng những quả cân đã dùng.

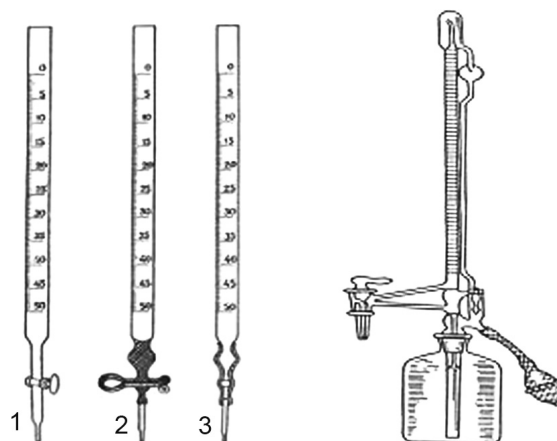
(11) Trong bất kỳ trường hợp nào, không được đặt trực tiếp hoá chất cân lên đĩa cân.

(12) Cân xong, phải khoá cân (đưa cân về trạng thái không dao động), sắp xếp các quả cân về vị trí ban đầu, vệ sinh cân và khu vực cân sạch sẽ, đóng cửa tủ cân.

### 16.7.3. Đo thể tích

#### 16.7.3.1. Các dụng cụ đo thể tích thông thường

- Buret chuẩn độ:



**Hình 16.4:** 1- Buret; 2 - Buret tự động;

Là dụng cụ để đo chính xác thể tích dung dịch trong quá trình chuẩn độ. Buret có nhiều loại khác nhau: loại có khoá, loại có bi với các dung tích: 2 ml, 5 ml, 10 ml, 25 ml, 50 ml, trên thân có chia độ và có độ chính xác  $\pm 0,01\text{ml}$ , có loại mang màu và có loại không mang màu. Ngoài ra còn có loại buret vi lượng (micro buret) để đo thể tích với độ chính xác đến  $\pm 0,001\text{ ml}$ .

Cách sử dụng: Trước khi dùng phải rửa sạch buret bằng dung dịch rửa thích hợp. Sau đó tráng bằng nước cất và cuối cùng tráng buret bằng chính dung dịch dùng để chuẩn độ.

Cách đọc thể tích trên buret, pipet và bình định mức: Để tầm nhìn ngang với mặt khum phía dưới của chất lỏng chứa trong buret - ứng với số đo thể tích khắc trên đó.

Nếu có nhiều phép chuẩn độ, sử dụng buret tự động sẽ thuận lợi hơn.

- *Pipet*:

Có hai loại pipet: pipet thẳng và pipet có bầu

Nhất thiết phải dùng pipet có bầu hoặc micropipet để lấy chính xác thể tích dung dịch chuẩn gốc, hoặc các dung dịch tiêu chuẩn.



**Hình 16.5:** Pipet

Pipet có nhiều cỡ khác nhau: 1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml, 25ml 50 ml, 10 ml v.v...

Trước khi dùng để hút dung dịch mẫu phải tráng bằng dung dịch rửa thích hợp (thường dùng dung dịch HCl loãng để rửa pipet). Sau đó tráng rửa bằng nước cất, dùng khăn khô lau sạch pipet. Tiếp theo, tráng bằng chính dung dịch mẫu và cuối cùng mới hút dung dịch để xác định.

Tuyệt đối không được hút dung dịch nóng để gây sai số về thể tích.

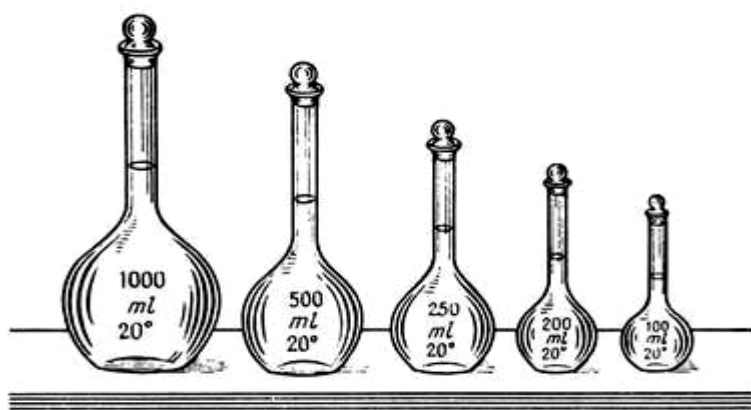
Trong trường hợp không cần chính xác có thể dùng pipet thẳng.

*- Bình định mức:*

Là dụng cụ dùng để pha dung dịch gốc có nồng độ chính xác. Nó còn được sử dụng để định mức dung dịch mẫu. Bình định mức có nhiều loại dung tích khác nhau: 50 ml, 100 ml, 200 ml, 250ml, 500 ml, 1000 ml, v.v...

Trước khi sử dụng phải rửa sạch theo từng bước: rửa bằng dung dịch axit HCl loãng để hoà tan các chất bẩn còn lại trong bình, sau đó rửa vài lần bằng nước cất.

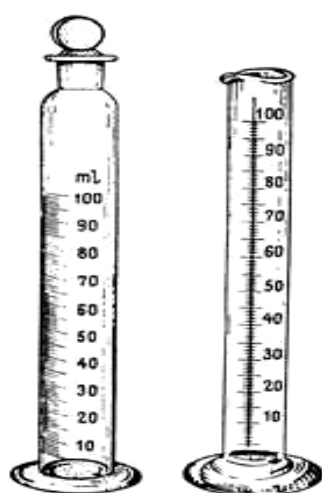
Tuyệt đối không đun nóng hoặc định mức khi dung dịch còn nóng vì dễ gây sai số về thể tích.



*Hình 16.6: Bình định mức*

*- Ống đong:*

Sử dụng ống đong để lấy các dung dịch đậm, pha chế các dung dịch có nồng độ không cần độ chính xác cao.



*Hình 16.7: Ống đong*

Ống đong dùng để đo thể tích của dung dịch, có 2 loại:

- Loại miệng ống lọc;
- Loại thành đứng .

Ống đong có nhiều loại dung tích khác nhau và được khắc, chia vạch ngay trên thân của nó: 10ml, 15 ml, 25 - 50 ml, 100 ml... 1000 ml v.v...

Tùy thể tích dung dịch cần đong, chọn ống đong cho phù hợp.

Cách đong: Ta đổ dung dịch hay chất lỏng vào ống đong đến khi phần lõm hình cầu chạm đến vạch mà ta cần lấy là được.

- *Cốc thủy tinh:*

Là loại dụng cụ dùng để chứa các dung dịch hoá chất khi cần thực hiện các phản ứng hoá học thông thường. Cốc thủy tinh có nhiều cỡ khác nhau như: 50 ml, 100 ml, 250 ml, 500 ml và 1000 ml v.v... Tùy thuộc vào thể tích dung dịch mà chọn cho cốc để sử dụng thích hợp.

Cốc thủy tinh có 2 loại:

- + Loại chịu nhiệt: có thể đun trên bếp điện được;
- + Loại không chịu nhiệt: chỉ sử dụng để thực hiện phản ứng ở nhiệt độ thường.

- *Phễu lọc thủy tinh, nhựa hoặc thủy tinh xốp:*

Dùng để đặt giấy lọc khi cần lọc kết tủa. Phễu lọc có nhiều loại, khác nhau cả về đường kính và chiều dài cuống phễu. Tùy lượng kết tủa đem lọc và đặc tính của kết tủa mà chọn phễu cho thích hợp.

- *Bình tia:*

Bình tia có 2 loại: nhựa và thủy tinh

+ Loại bình tia làm bằng thủy tinh dùng để đựng dung dịch rửa nóng hoặc nước cất nóng;

+ Loại bình tia bằng nhựa dùng đựng dung dịch rửa nguội và nước cất nguội.

Bình tia có nhiều loại thông dụng người ta hay dùng trong phân tích là có dung tích 500 ml.

- *Một số chú ý khi thao tác với dụng cụ thủy tinh:*

+ Các khoá buret (đôi khi cả nút bình định mức, khoá phễu chiết) thường được chế tạo đơn lẻ (mài khít với nhau) để đảm bảo độ kín nước và khí, nên không có khả năng lắp lẫn;

+ Trong quá trình sử dụng buret, thường xuyên dùng vaselin bôi một lớp mỏng vào khoá để làm trơn và kín nước.



+ Khi lấy thể tích dung dịch bằng pipet không phải lấy hết đến giọt dung dịch cuối cùng (bằng cách thổi hết ra), vì khi chế tạo đã tính đến thể tích thực của dụng cụ đo thể tích kiểu đổ ra là không tính đến giọt dung dịch còn dính lại cuối cùng trong lòng dụng cụ đo. Sau khi dòng dung dịch đã ra khỏi đầu ống, chỉ cần chạm phần đầu ống (phần đã thu nhỏ lại) vào thành cốc chứa dung dịch đợi khoảng vài giây cho giọt nước cuối này chảy ra là được;

+ Khi đọc giá trị đo trên buret hoặc lấy mức dung dịch trong pipet và bình định mức... cần để tầm mắt quan sát ngang với mặt khum dưới của chất lỏng - riêng đối với dung dịch có màu sẫm (như  $\text{KMnO}_4$ ) có thể dùng phần trên của mặt khum;

+ Dung tích đo được từ dụng cụ chỉ chính xác khi tiến hành đo dung dịch đúng ở nhiệt độ ghi trên dụng cụ (thường khoảng  $20\text{ }^\circ\text{C}$ );

+ Hạn chế tối đa việc sấy nóng để làm khô dụng cụ, cách tốt nhất là rửa sạch và hong trong không khí đến khô. Thông thường để đo dung dịch các buret và pipet phải được tráng rửa sạch bằng nước cất, sau đó dùng dung dịch cần phân tích hoặc dung dịch cần đo lường tráng. Dụng cụ 3 lần là được phép chứa đựng hoặc đo lường dung dịch đó, để tiến hành phân tích.

+ Đa số dụng cụ đo thể tích dùng đơn vị đo là lít, mililit: nhưng có một số dụng cụ ghi thể tích theo đơn vị  $\text{dm}^3$  hoặc  $\text{cm}^3$ . Có sự khác nhau đó là do nguồn gốc xuất xứ (nhưng sự khác nhau là khá nhỏ), vì vậy có thể coi như đồng nhất;

+ Không chứa các chất có khả năng ăn mòn thủy tinh (chất kiềm, muối chứa flo...) lâu dài trong các dụng cụ đo thể tích;

+ Mỗi lần sử dụng xong phải tráng rửa sạch các dụng cụ này bằng nước cất, bảo quản nơi ít bị bụi bẩn rơi vào (sẽ khó rửa sạch).

Các dụng cụ đo thể tích rất đa dạng: để lấy chính xác thể tích dung dịch chuẩn gốc, nhất thiết phải dùng pipet bầu, hoặc micropipet, nếu không cần chính xác có thể dùng pipet thẳng. Dụng cụ để chuẩn độ là buret, nếu có nhiều phép chuẩn độ, sử dụng buret tự động sẽ thuận lợi hơn. Bình định mức là dụng cụ để pha dung dịch gốc có nồng độ chính xác, nó còn được sử dụng để pha các dung dịch mẫu phân tích v.v... Để lấy các dung dịch đậm, pha chế các dung dịch có nồng độ không cần chính xác sử dụng ống đong thuận lợi hơn.

### **16.7.3.2. Làm sạch dụng cụ thủy tinh**

Dụng cụ thủy tinh sạch có thể quan sát bằng mắt thường, đó là trong suốt không bám các chất bẩn, khi tráng bằng nước, bề mặt thủy tinh không đọng lại các giọt nước. Nhất thiết phải làm sạch chúng trước khi phân tích.

- Đối với các chất vô cơ, sử dụng các axit hoặc bazơ phù hợp, sử dụng các chất oxy hoá đối với các chất khử, ví dụ các axit có tính oxy hoá cao như  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ , v.v...;

sử dụng các chất khử đối với các chất oxy hoá, sử dụng các chất tạo phức, ví dụ sử dụng axit oxalic để loại  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{4+}$  v.v... Đối với các chất hữu cơ, sử dụng các dung môi phù hợp.

Các hỗn hợp rửa sau đây có thể áp dụng cho mọi loại đối tượng:

- Hỗn hợp sunfocromic, là hỗn hợp gồm axit sunfuric đặc, hoà tan thêm 5%  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Dùng hỗn hợp này tráng lên bề mặt thủy tinh, ngâm để qua đêm sau đó rửa lại bằng nước, tráng bằng nước cất, nếu cần làm khô nhanh, tráng bằng axeton, sau đó thổi bằng dòng không khí.

- Hỗn hợp kiềm - pemanganat được điều chế bằng cách hoà tan 5 gam  $\text{KMnO}_4$  trong 1 lít dung dịch kiềm kali 10% cũng là một hỗn hợp rửa rất tốt.

### 16.7.3.3. Hiệu chỉnh dụng cụ đo thể tích

Để phép phân tích có kết quả chính xác, tin cậy, các nhà phân tích cần quan tâm tới dung tích của dụng cụ thủy tinh. Người ta thường xác định dung tích của các dụng cụ đo bằng phương pháp cân trọng lượng nước cất chứa trong chúng. Từ các kết quả trọng lượng của nước cất chứa trong các dụng cụ đo, áp dụng các hiệu chỉnh tương ứng với nhiệt độ của môi trường, tìm được dung tích thực của dụng cụ. Có ba đại lượng hiệu chỉnh chính.

#### a) Hiệu chỉnh tỷ trọng theo nhiệt độ (hiệu chỉnh A)

Tỷ trọng của nước lớn nhất là ở  $3,98^\circ\text{C}$  và xem là bằng 1, nhưng các phép đo thường tiến hành trong môi trường có nhiệt độ cao hơn và đương nhiên, tỷ trọng giảm khi nhiệt độ tăng, vì vậy trọng lượng 1 lít nước nhỏ hơn 1kg (bảng 16.2).

Thí dụ: ở  $30^\circ\text{C}$  trọng lượng của 1 lít nước sẽ bị giảm 4,3 gam. Dầu + có ý nghĩa phải cộng thêm 4,3 gam để có được 1000 gam/lít.

#### b) Hiệu chỉnh đối với lực đẩy của không khí (hiệu chỉnh B)

Theo định luật Acsimet trọng lượng của vật thể trong không khí bị giảm bằng khối lượng của thể tích không khí mà vật chiếm, đại lượng này xấp xỉ  $1,2 \cdot 10^{-3}$ .

**Bảng 16.2 - Hệ số hiệu chỉnh tỷ trọng theo nhiệt độ**

Nhiệt độ, $^\circ\text{C}$	Hệ số hiệu chỉnh	Nhiệt độ, $^\circ\text{C}$	Hệ số hiệu chỉnh
15	+0,0010	25	+0,0030
18	+0,0014	28	+0,0037
20	+0,0018	30	+0,0043
22	+0,0022		

*c) Hiệu chỉnh theo độ giãn nở của thủy tinh (hiệu chỉnh C)*

Dụng cụ thủy tinh khi chế tạo có dung tích xác định ở 20°C. Khi tăng hoặc giảm nhiệt độ làm cho thủy tinh cũng giãn nở hoặc co lại. Đại lượng này thường nhỏ, khoảng  $2,5 \cdot 10^{-5}$  g/độ.

**Bảng 16.3 - Tổng hợp các hiệu chỉnh dụng cụ thủy tinh: tỷ trọng theo nhiệt độ(A), lực đẩy không khí (B), hệ số giãn nở thủy tinh (C)**

Nhiệt độ	Hiệu chỉnh A	Hiệu chỉnh B	Hiệu chỉnh C	Tổng các hiệu chỉnh	1000 - (A+B+C)
15	0,87	1,07	0,13	2,07	997,93
16	1,03	1,07	0,10	2,20	997,80
17	1,20	1,07	0,08	2,35	997,65
18	1,38	1,06	0,05	2,49	997,51
19	1,57	1,06	0,03	2,66	997,34
20	1,77	1,05	0,00	2,82	997,18
21	1,98	1,05	-0,03	3,00	997,00
22	2,20	1,05	-0,05	3,20	996,80
23	2,43	1,04	-0,08	3,39	996,61
24	2,67	1,04	-0,10	3,61	996,39
25	2,92	1,03	-0,13	3,82	996,18
26	3,18	1,03	-0,15	4,06	995,94
27	3,45	1,03	-0,18	4,30	995,70
28	3,73	1,02	-0,20	4,55	995,45
29	4,02	1,02	-0,23	4,81	995,14
30	4,32	1,01	-0,25	5,08	994,92

Tác giả Alexev đã đưa ra các hiệu chỉnh tổng cộng của dụng cụ đo ở bảng 16.3. Căn cứ vào các số liệu của tác giả, hiệu chỉnh tổng cộng từ nhiệt độ 15°C - 30°C đều mang dấu + có nghĩa là khi tăng thêm 1°C, phải tăng thêm một lượng hiệu chỉnh nhất định, khoảng  $2 \cdot 10^{-4}$ g/độ. Cột cuối cùng cho ta trọng lượng thực của 1lít nước cất, tính theo gam ở nhiệt độ đã cho.

**16.7.3.4. Thực hành xác định dung tích pipet**

Rửa sạch pipet không cần sấy khô, tráng pipet hai lần bằng nước cất sẽ dùng để kiểm tra thể tích của pipet. Đo nhiệt độ của nước cất, hút nước vào pipet theo đúng vạch giới hạn và cho chảy vào cốc cân đã cân trước có trọng lượng  $G_1$ . Chú ý không được thổi giọt dung dịch cuối cùng đọng ở pipet mà chấm nhẹ vào thành cốc cân,

đặt cốc cân và đem cân trên cân phân tích, có trọng lượng  $G_2$ . Từ đó  $G_2 - G_1$  sẽ là trọng lượng của nước cất chứa trong pipet.

Tính thể tích thực của pipet: Thông thường trên mỗi dụng cụ đo thể tích đều ghi dung tích của nó được quy về  $20^\circ\text{C}$ . Giả sử pipet ghi là 10ml ở  $20^\circ\text{C}$ , điều đó có nghĩa, pipet đã được kiểm định ở  $20^\circ\text{C}$  đúng 10 ml và có trọng lượng của nước cất là 9,9718 gam (bảng 16.3).

Khi cân 10 ml nước ở  $24^\circ\text{C}$  được  $G_2 - G_1 = 9,9500\text{g}$ . Theo bảng 2 ở  $24^\circ\text{C}$  sau khi hiệu chỉnh lượng cân của 10ml nước là 9,9639g, như vậy thực tế pipet 10ml có dung tích nhỏ hơn yêu cầu là:  $9,9639 - 9,9500 = 0,0139 \approx 0,0139\text{ml}$ . Vậy dung tích thực của pipet là:  $10 - 0,0139 = 9,9861\text{ml}$ .

Một cách tính đơn giản hơn: ta lấy  $9,9500/0,99639 = 9,986 \text{ ml}$ .

#### **16.7.4. Các thiết bị sử dụng trong phân tích khối lượng**

##### **16.7.4.1. Tủ sấy**

Tủ sấy là thiết bị được sử dụng rất rộng rãi trong các phòng thí nghiệm. Tủ sấy thường có nhiệt độ nhỏ hơn  $200^\circ\text{C}$ , có tác dụng sau:

Dùng để làm khô các dụng cụ thủy tinh.

Loại nước hydrat hoá hoặc nước hút ẩm của một số muối hoặc chất hút ẩm.

Làm khô mẫu trước khi nung, làm khô một số mẫu phân tích.

Nguyên lý cấp nhiệt cho tủ sấy là sử dụng sợi đốt niken-crom, có bộ phận điều chỉnh nhiệt độ mong muốn. Người phân tích cần phải cấp điện cho tủ sấy đúng ( $220\text{V}$  hoặc  $110 \text{ V}$ ), đồng thời đặt nhiệt độ sấy cần thiết.

Tuyệt đối cấm sấy các chất dễ cháy, nổ trong tủ sấy.

##### **7.4.2. Lò nung**

Trong phòng thí nghiệm hoá phân tích, có nhiều loại lò nung, tuy nhiên người ta chia ra làm ba loại chính tùy theo nhiệt độ tối đa có thể đạt của chúng.

Loại lò nung có thể đạt  $800^\circ\text{C} - 1000^\circ\text{C}$ . Loại này thường dùng sợi đốt niken-crom quấn xung quanh một hộp làm bằng vật liệu chịu lửa (silicat), còn gọi là lò “muf”. Để điều chỉnh nhiệt độ, người ta sử dụng cặp nhiệt điện (tạo ra một dòng điện rất nhỏ), nối với các rơ le cần thiết và một nguồn cung cấp điện áp. Đây là loại lò nung phổ thông nhất vì nó dễ trang bị, tuy nhiên nó cũng có hạn chế về nhiệt độ, một số hợp chất không thể phân hủy ở nhiệt độ này.

Loại lò nung đạt  $1100 - 1200^\circ\text{C}$ . Là loại lò “muf” thông thường nhưng các vật liệu chế tạo lò cũng đặc biệt hơn để chịu nhiệt độ cao hơn. Sợi đốt cho loại lò này là

hợp kim đặc biệt ví dụ hợp kim Tantan. Để tăng cường hiệu quả nung các nhà chế tạo cố gắng sắp xếp để sợi đốt gần với vật nung hơn.

Loại lò nung có nhiệt độ 1350°C - 1400°C. Đây là loại có đẳng cấp về nhiệt độ hoàn toàn khác hai loại trên. Lúc này không thể dùng các sợi đốt thông thường, phải dùng các thanh đốt bằng vật liệu là hợp chất silic, đó là các thanh cacbua silic. Vật nung thường được xếp vào ống hình trụ đặt giữa các thanh cacbua silic. Hình 16.8 là một vài các thiết bị phân tích trọng lượng.

Lò nung là thiết bị quan trọng hàng đầu trong phân tích, nó được sử dụng vào các mục đích sau:

+ Nung các sản phẩm phản ứng, đưa chất phân tích về dạng cân, thí dụ chuyển  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  về dạng  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , đưa  $\text{Al}(\text{OH})_3$  về  $\text{Al}_2\text{O}_3$  v.v...

+ Phân hủy mẫu theo phương pháp kiềm chảy, đó là các mẫu không tan trong các axit vô cơ, thí dụ các mẫu silicat, đối với các mẫu này, phá mẫu theo lối kiềm chảy là một cách dễ làm và rất có hiệu quả.



*Hình 16.8 - Lò nung trong phân tích trọng lượng*

Lò nung là thiết bị dễ sử dụng, tuy nhiên phải tuân theo các quy tắc sau:

Nung trước chén nung trong điều kiện tương tự khi nung mẫu đến trọng lượng không đổi.

Làm khô mẫu bằng các thiết bị phù hợp (tủ sấy hoặc bếp điện) và đưa vào chén nung đã biết trọng lượng.

Sử dụng chén nung đúng loại, phù hợp về nhiệt độ và yêu cầu của chất phân tích. Tùy theo nhiệt độ cần thiết để phân hủy mẫu, chọn chén nung có nhiệt độ cho phép

phù hợp. Thí dụ chén sứ chỉ được nung đến  $1000^{\circ}\text{C}$ , chén thạch anh chịu được đến  $1200^{\circ}\text{C}$  v.v... Chén nung cũng phải phù hợp với chất phân tích, tránh nung các chất có thể bị nhiễm bẩn do chén nung gây ra hoặc ngược lại chất phân tích có thể làm hỏng chén nung, đặc biệt là các chén nung bằng kim loại quý (Au, Pt).

Tuyệt đối tránh:

Nung các hoá chất khi phân hủy tạo thành các chất độc hại cho lò nung và người sử dụng, thí dụ nung các muối nitrat, các muối Hg v.v...

Làm đổ hoá chất đặc biệt là các chất kiềm ra lò nung. Chúng ta biết rằng, “muf” lò làm bằng vật liệu silicat, dễ dàng bị phá hủy bởi kiềm. Nếu điều này xảy ra, lò nung xem như bị hỏng hoàn toàn do ở nhiệt độ cao kiềm làm chảy “muf” lò, đồng thời với việc phóng điện làm đứt sợi đốt.

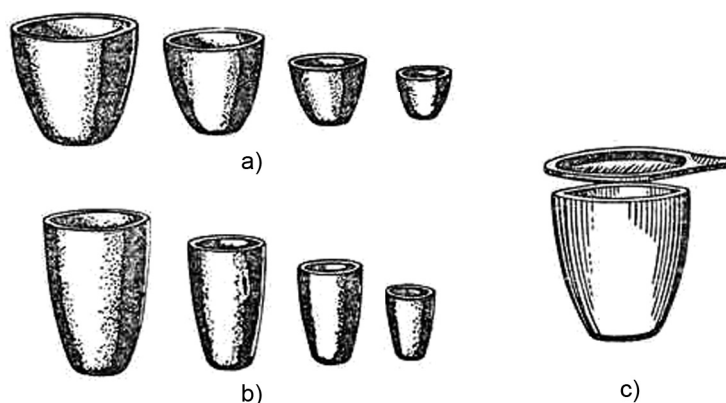
### 16.7.4.3. Chén nung

Có thể chia chén nung được sử dụng trong phòng thí nghiệm thành hai loại chính là chén nung hệ silicat và chén nung kim loại.

- Chén nung hệ silicat bao gồm chén sứ và chén thạch anh:

Chén sứ có thành phần ngoài oxit silic từ thạch anh có thêm oxit nhôm từ cao lanh. Chén có thể chịu nhiệt độ tới  $1000^{\circ}\text{C}$ , bền với các axit vô cơ, bền cơ học tốt. Tuy nhiên nó chịu kiềm kém, không thể sử dụng chén sứ để thực hiện phản ứng kiềm chảy.

Chén thạch anh có thành phần là  $\text{SiO}_2$  nóng chảy cho nên rất bền với axit, hơn nữa nó có thể chịu nhiệt tới  $1200^{\circ}\text{C}$ . Cũng như chén sứ, chén thạch anh không chịu được kiềm đặc biệt là phương pháp kiềm chảy. Một số kim loại nóng chảy làm hỏng chén thạch anh như là Al, Cu, Ag, v.v...



**Hình 16.9 - Chén nung**  
a- Chén sứ thấp; b- chén sứ cao; c- chén platin

Chén nung kim loại gồm 5 loại chính:

- *Chén sắt* chịu cơ học tốt, không chịu axit, tuy nhiên chịu kiềm tốt, thường được sử dụng cho mục đích kiềm chảy. Sắt có nhiệt độ nóng chảy  $1539^{\circ}\text{C}$  cho nên nó hoàn toàn đáp ứng được cho phản ứng kiềm chảy. Tuy nhiên ở nhiệt độ cao sắt bị phá hủy, hình thành các lớp oxit, một phần tan trong kiềm, vì vậy đối với các chén mỏng thường sử dụng một lần.

- *Chén niken* có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn nhiệt độ nóng chảy của sắt không nhiều ( $1455^{\circ}\text{C}$ ), tuy nhiên niken bền hơn sắt ở nhiệt độ cao, có thể dùng lại được.

- *Chén vàng* có nhiệt độ nóng chảy tương đối cao ( $1000^{\circ}\text{C}$ ), trở đối với các hoá chất, sử dụng cho phản ứng kiềm chảy, tuy nhiên cũng cần tránh các hoá chất độc hại làm hỏng chén, đó là nước cường thủy, đặc biệt các kim loại có khả năng tạo hợp kim.

*Chén bạc* chịu axit kém hơn chén vàng (Ag tan trong  $\text{HNO}_3$ , trong khi Au chỉ tan trong cường thủy). Chén bạc cũng được sử dụng để thực hiện phản ứng kiềm chảy, tuy nhiên nhiệt độ chịu được đến  $900^{\circ}\text{C}$ . Những điều cần tránh đối với chén vàng cũng áp dụng đối với chén bạc.

- *Chén Platin* là chén tốt nhất trong các chén kim loại, nó có thể chịu nhiệt độ tới  $1770^{\circ}\text{C}$ , nó chịu các axit vô cơ rất tốt, kể cả HF, cho nên người ta thực hiện phản ứng xác định thành phần Silic trong các mẫu silicat khi cho tác dụng với HF trong bát Pt. Tuy nhiên nó bị tan trong nước cường thủy, vì vậy có 4 điểm cần tránh khi sử dụng chén platin:

Không cho chén Pt tiếp xúc với nước cường thủy.

Không nung các kim loại Cu, Fe, Bi, Pb, và hợp chất của nó trong chén Pt vì chúng tạo hợp kim với Pt khi nung ở nhiệt độ cao.

Không thực hiện phản ứng kiềm chảy có chất oxy hoá trong chén Pt vì nó cũng bị hoà tan trong điều kiện đó.

Không đốt chén Pt trên ngọn lửa có nhiều muội than, khi đó tạo cacbua Pt làm hỏng chén.

## 16.8. CÁC CÂU HỎI

1. Mẫu phân tích là gì? Tại sao phải lấy mẫu phân tích?
2. Hãy nêu các yêu cầu của việc lấy mẫu phân tích và cách lấy mẫu?
3. Các phương pháp xác định độ pH?
4. Nêu nguyên tắc và phương trình phản ứng của phương pháp xác định hàm lượng clorua?

5. Nêu nguyên tắc và phương trình phản ứng của phương pháp xác định hàm lượng sunfat trong nước?
6. Trong quá trình rửa kết tủa sunfat, làm thế nào để nhận biết kết tủa đã được rửa sạch?
7. Nêu nguyên tắc của phương pháp xác định chỉ số permanganat?
8. Quy tắc sử dụng cân phân tích trong phòng thí nghiệm?
9. Tại sao không cần thổi vào pipet để lấy tới giọt dung dịch cuối cùng còn lại trong pipet?
10. Tại sao phải tráng pipet, buret bằng dung dịch mẫu thử (hoặc dung dịch tiêu chuẩn) trước khi dùng các dụng cụ này để đo lường các thể tích cần dùng, trong khi đó không cần tráng cốc hoặc bình nón chuẩn độ bằng các dung dịch trên?



## Chương 17

# THÍ NGHIỆM HÓA NƯỚC XÂY DỰNG, NƯỚC THẢI

### 17.1. PHƯƠNG PHÁP LẤY MẪU

*(Tham khảo phần thí nghiệm hóa nước dùng cho bê tông và vữa).*

### 17.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ pH

*(Tham khảo phần II - Thí nghiệm hóa nước dùng cho bê tông và vữa).*

### 17.3. XÁC ĐỊNH ĐỘ KIỀM, CACBONIC TỰ DO, CACBONIC ẮN MÒN

#### 17.3.1. Xác định độ kiềm

##### 17.3.1.1. Định nghĩa

Độ kiềm của mẫu nước được tính bằng số mili đương lượng gam axit clohydric cần thiết để giảm độ pH của 1lít mẫu nước đến giá trị 8,3 (đối với độ kiềm tự do) hoặc giá trị 4,5 (độ kiềm toàn phần). Nếu mẫu ban đầu có giá trị pH dưới 4,5 thì độ kiềm bằng không.

##### 17.3.1.2. Nguyên tắc

Sử dụng phương pháp chuẩn độ axit- bazơ (phương pháp trung hòa) bằng dung dịch HCl tiêu chuẩn 0,1N với chỉ thị phenolphtalein (để xác định độ kiềm tự do) hoặc chỉ thị metyl da cam (để xác định độ kiềm toàn phần).

##### 17.3.1.3. Hóa chất

- Máy đo pH hoặc chỉ thị màu hỗn hợp hoặc giấy đo pH;
- Dung dịch HCl tiêu chuẩn 0,1N;
- Dung dịch chỉ thị phenolphtalein 0,5%: hòa tan 0,5 g phenolphtalein trong 100 ml rượu etylic;
- Dung dịch chỉ thị metyl da cam 0,1%: hòa tan 0,1 g metyl da cam trong 100 ml nước cất.

##### 17.3.1.4. Dụng cụ

- Buret, pipet;
- Bình tam giác, dung tích 250 ml.

### 17.3.1.5. Cách tiến hành

- Kiểm tra sơ bộ giá trị pH của dung dịch mẫu cần phân tích. Nếu giá trị pH của mẫu lớn hơn 8,3 thì xác định độ kiềm tự do, nếu giá trị pH nhỏ hơn thì tiến hành xác định độ kiềm toàn phần.

- Xác định độ kiềm tự do (DKTD): Dùng pipet lấy chính xác 100 ml dung dịch mẫu nước cần phân tích vào bình tam giác dung tích 250 ml, thêm 2 - 3 giọt chỉ thị phenolphthalein 0,1%, chuẩn độ bằng dung dịch tiêu chuẩn HCl 0,1N cho đến khi dung dịch mất màu. Ghi thể tích dung dịch tiêu chuẩn HCl 0,1N tiêu thụ ( $V_1$ ).

- Xác định độ kiềm toàn phần (DKTP): Dùng pipet lấy chính xác 100 ml dung dịch mẫu nước cần phân tích vào bình tam giác dung tích 250 ml, thêm 2-3 giọt chỉ thị metyl da cam. Chuẩn độ bằng dung dịch tiêu chuẩn HCl 0,1N cho đến khi dung dịch chuyển từ màu vàng sang màu da cam. Ghi thể tích dung dịch tiêu chuẩn HCl 0,1N tiêu thụ ( $V_2$ ).

### 17.3.1.6. Tính kết quả

Độ kiềm tự do (DKTD) và Độ kiềm toàn phần (DKTP) tính bằng mgdl/l theo công thức sau:

$$DKTD = V_1 N \frac{1000}{V}; \quad DKTP = V_2 N \frac{1000}{V}$$

Trong đó:

$V_1$  là thể tích dung dịch axit clohydric HCl 0,1N dùng khi chuẩn độ với chỉ thị màu phenolphthalein, ml;

$V_2$  là thể tích dung dịch axit clohydric HCl 0,1N dùng khi chuẩn độ với chỉ thị màu metyl da cam, ml;

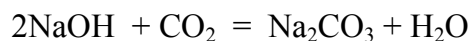
N là nồng độ đương lượng của axit clohydric;

V là thể tích nước lấy để thí nghiệm, ml.

## 17.3.2. Xác định cacbonic tự do

### 17.3.2.1. Nguyên tắc

Chuẩn độ lượng cacbonic bằng natri hydroxit (NaOH) với chỉ thị phenolphthalein. Phương trình:



Sử dụng tartrat để che sắt (III) và  $\text{Ca}^{2+}$  trong trường hợp mẫu thử có độ cứng cao.

### 17.3.2.2. Hóa chất

- Dung dịch NaOH tiêu chuẩn 0,1N;

- Kali tartrat tinh khiết;

- Dung dịch chỉ thị phenolphtalein 0,5%: Hòa tan 0,5 g phenolphtalein trong 100 ml rượu etylic.

#### **17.3.2.3. Dụng cụ**

- Bình cầu dung tích 250 ml có nút cao su hai lỗ, một lỗ lắp buret, một lỗ lắp ống thủy tinh;

- Pipet, buret;

- Bình tam giác dung tích 250 ml hoặc 500 ml.

#### **17.3.2.4. Cách tiến hành**

Tùy thuộc vào hàm lượng cacbonic tự do có trong mẫu, dùng pipet lấy chính xác 100 ml hoặc 200 ml dung dịch mẫu nước cần phân tích vào bình tam giác, thêm 0,3 - 0,5 kali tartrat (khi nước có sắt), 0,2 ml phenolphtalein và chuẩn độ bằng dung dịch NaOH tiêu chuẩn 0,1N đến khi dung dịch có màu hồng bền. Để tránh mất CO<sub>2</sub>, khi đổ nước vào bình, cần thao tác nhanh và đậy bình bằng nút kín. Làm thí nghiệm song song để lấy kết quả trung bình.

#### **17.3.2.5. Tính kết quả**

Hàm lượng cacbonic tự do (mg/l) theo công thức sau:

$$\text{CO}_2_{\text{tự do}} = V_1 \cdot N \cdot 0,044 \cdot 1000 \cdot \frac{1000}{V}$$

Trong đó:

V<sub>1</sub> là thể tích dung dịch NaOH 0,1N tiêu tốn khi chuẩn độ, ml;

N là nồng độ đương lượng của dung dịch NaOH;

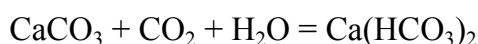
0,044 là mili đương lượng gam của CO<sub>2</sub>;

V là thể tích nước lấy để thí nghiệm, ml.

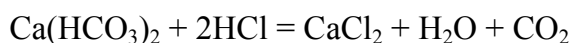
### **17.3.3. Xác định cacbonic ăn mòn**

#### **17.3.3.1. Nguyên tắc**

Lượng bicacbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) có trong mẫu nước được gọi là cacbonic ăn mòn. Lượng này được tạo ra bởi phản ứng giữa CaCO<sub>3</sub> trong nước và lượng CO<sub>2</sub> tiềm ẩn.



Do vậy bản chất của phương pháp là xác định Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> mang tính kiềm thông qua phản ứng trung hòa với HCl, sử dụng chỉ thị metyl da cam với khoảng đổi màu từ pH từ 5,0 đến 8,5.



### **17.3.3.2. Hóa chất**

- Dung dịch HCl 0,1 N tiêu chuẩn;
- Dung dịch chỉ thị metyl da cam 0,1%: hòa tan 0,1g metyl da cam trong 100ml nước cất.

### **17.3.3.3. Dụng cụ thí nghiệm**

- Bình nón dung tích 250 ml;
- Buret loại 25 ml, có độ chia chính xác đến 0,1ml;
- Pipet loại 100ml.

### **17.3.3.4. Cách tiến hành**

Dùng pipet lấy 100 ml dung dịch mẫu đã bão hòa canxi cacbonat vào bình nón dung tích 250 ml, thêm 2 - 3 giọt chỉ thị metyl da cam và chuẩn độ bằng dung dịch HCl 0,1N tiêu chuẩn cho đến khi màu của dung dịch chuyển từ vàng sang đỏ da cam. Ghi lại thể tích dung dịch HCl tiêu chuẩn ( $V_3$ ).

### **17.3.3.5. Tính kết quả**

Hàm lượng cacbonic ăn mòn (mg/l) tính bằng mg/l theo công thức sau:

$$CO_2 \text{ ăn mòn} = (V_3 - V_2)N.0,022.1000.\frac{1000}{V}$$

Trong đó:

- $V_3$  là thể tích dung dịch HCl 0,1 N dùng khi chuẩn độ mẫu nước bão hòa canxi cacbonat, ml;
- $V_2$  là thể tích dung dịch HCl 0,1 N dùng khi chuẩn độ độ kiềm toàn phần, ml;
- N là nồng độ đương lượng của HCl;
- 0,022 là mili đương lượng gam của  $CO_2$ ;
- V là thể tích nước lấy để thí nghiệm, ml.

## **17.4. XÁC ĐỊNH ĐỘ CỨNG TOÀN PHẦN (ĐỘ CỨNG TỔNG), ĐỘ CỨNG CACBONAT, ĐỘ KHÔNG CACBONAT, CÁC ION BICACBONAT, CANXI, MANHE**

### **17.4.1. Xác định độ cứng toàn phần**

Nước tự nhiên có chứa các loại muối  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$  của các kim loại canxi và magiê. Nước có chứa ít muối canxi và magiê gọi là nước mềm, nước chứa nhiều muối canxi và magiê gọi là nước cứng. Có mấy loại độ cứng sau:

- Độ cứng tạm thời: phụ thuộc vào hàm lượng các muối  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  và  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  tan trong nước. Khi đun sôi, hai muối này chuyển thành  $\text{CaCO}_3$  và  $\text{MgCO}_3$  và giải phóng  $\text{CO}_2$ , khi đó nước mất hẳn độ cứng tạm thời.

- Độ cứng vĩnh cửu: tùy thuộc vào lượng các muối sunfat và clorua của canxi và magiê. Độ cứng này không thay đổi khi đun nóng.

- Độ cứng toàn phần là tổng độ cứng tạm thời và độ cứng vĩnh cửu. Khi phân tích nước, độ cứng toàn phần và độ cứng tạm thời được xác định trực tiếp bằng thí nghiệm, sau đó suy ra độ cứng vĩnh cửu. Độ cứng toàn phần và độ cứng tạm thời được tính bằng số miligam CaO có trong 1 lít nước.

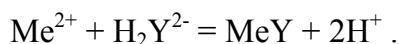
Mẫu nước để phân tích độ cứng phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- + Không có màu và chất lơ lửng (nếu có, phải lọc và pha loãng);
- + Không có phản ứng kiềm với phenolphthalein (nếu có phải trung hoà bằng HCl);
- + Không có ion sắt.

#### **17.4.1.1. Nguyên tắc**

Độ cứng toàn phần của nước được tính bằng số gam ion kim loại kiềm thổ (sau đây ký hiệu là:  $\text{Me}^{2+}$ ) quy đổi thành CaO có trong 1000ml.

Tại giá trị pH = 10, ion kim loại  $\text{Ca}^{2+}$  và  $\text{Mg}^{2+}$  phản ứng tạo phức với  $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$  (EDTA) theo phương trình:



#### **17.4.1.2. Hóa chất**

- Dung dịch EDTA 0,05 M tiêu chuẩn: được chuẩn bị một trong 2 cách sau:

\* *Cách 1:*

- Hóa chất liên quan:

+ Dung dịch NaOH 10%: hòa tan 10 g NaOH trong 90 ml nước cất, bảo quản dung dịch trong bình nhựa;

+ Chỉ thị rắn murexit: nghiền trộn hỗn hợp gồm 1g murexit và 50 g NaCl trong cối thủy tinh, bảo quản trong chai thủy tinh tối màu;

+ Dung dịch EDTA chưa rõ nồng độ: Hòa tan 18,613 g EDTA, trong cốc dung tích 250 ml, bằng nước cất, chuyển định lượng dung dịch thu được vào bình định mức dung tích 1000 ml, thêm nước đến vạch mức, lắc đều, để ổn định nồng độ trong khoảng thời gian khoảng 1 giờ sau đó tiến hành xác định độ chuẩn bằng dung dịch  $\text{Ca}^{2+}$ ;

+ Dung dịch  $\text{Ca}^{2+}$ : cân chính xác 5,005 g  $\text{CaCO}_3$  tinh khiết vào cốc dung tích 100ml, hòa tan bằng HCl (1+1), đun sôi nhẹ vài phút, để nguội chuyển vào bình định mức dung tích 1000 ml, thêm nước đến vạch, lắc đều. Để ổn định 1 giờ.

- Tiến hành xác định nồng độ dung dịch EDTA: dùng pipet lấy 20 ml dung dịch  $\text{Ca}^{2+}$  vào cốc thủy tinh dung tích 250 ml, thêm nước cất đến thể tích khoảng 10 ml, thêm tiếp 15 ml NaOH 10% và khoảng 0,1g murexit, chuẩn độ bằng dung dịch EDTA vừa pha cho đến khi dung dịch chuyển từ màu đỏ thẫm sang xanh tím. Ghi lại thể tích dung dịch EDTA tiêu tốn ( $V_3$ ). Tiến hành lặp lại 3 lần để lấy kết quả trung bình.

Độ chuẩn T của dung dịch EDTA theo công thức:

$$T = \frac{20}{V_3} \times 0,0028$$

Trong đó:

$V_3$ : là thể tích EDTA tiêu thụ, tính bằng mililit;

T độ chuẩn của dung dịch EDTA, được tính bằng gCaO/ml.

\* *Cách 2*: Sử dụng EDTA pha từ ống Fixanal. Khi đó, độ chuẩn  $T = 0,0028$

- Chỉ thị rắn eriocrom T đen (ETOO) nghiền trộn hỗn hợp gồm 1g ETOO và 50 g NaCl trong cối thủy tinh, bảo quản trong chai thủy tinh.

- Dung dịch đệm pH = 10: Hòa tan 65 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  trong khoảng 500 ml nước cất, thêm 350 ml  $\text{NH}_4\text{OH}$ , thêm tiếp nước đến thể tích 1000 ml.

#### **17.4.1.3. Dụng cụ**

- Pipet loại 25 ml hoặc 50 ml hoặc 100ml;
- Buret loại 25 ml có vạch chia chính xác đến 0,1 ml;
- Bình tam giác dung tích các loại 50 ml; 100 ml hoặc 250 ml.

#### **17.4.1.4. Tiến hành**

- Tùy theo độ cứng của mẫu, dùng pipet lấy hoặc 25 ml hoặc 50 ml hoặc 100ml mẫu vào bình tam giác, thêm tiếp 15 ml dung dịch đệm pH = 10 và khoảng 0,1 - 0,2 g chỉ thị ETOO, chuẩn độ bằng dung dịch EDTA tiêu chuẩn cho đến khi dung dịch chuyển từ màu đỏ nho sang xanh nước biển. Ghi lại thể tích dung dịch EDTA tiêu thụ (V). Làm mẫu trắng để hiệu chỉnh.

*Chú ý: nếu độ kiềm của mẫu nước lớn, cần thêm HCl 0,1 M để điều chỉnh về pH = 7 - 8 sau đó mới thêm dung dịch đệm, thêm chất chỉ thị ETOO, dung dịch có màu đỏ nho. Trong quá trình chuẩn độ, nếu sự chuyển màu không rõ ràng, tức là trong dung dịch có mặt các ion cản thì cần tiến hành chuẩn độ lại mẫu nước khác bằng cách thêm vài giọt dung dịch dung dịch KCN 5 %, sau đó thêm chất chỉ thị và tiến hành chuẩn độ như trên.*

#### **17.4.1.5. Tính kết quả**

Độ cứng toàn phần (độ Đức) được tính theo công thức sau:

$$\text{Độ cứng toàn phần} = V_1 T \cdot 100 \cdot \frac{1000}{V}$$

Trong đó:

$V_1$  – Thể tích dung dịch EDTA dùng khi chuẩn độ, ml;

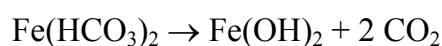
T – Độ chuẩn của dung dịch EDTA theo CaO g/ml;

V – Thể tích nước lấy để thí nghiệm, ml.

#### **17.4.2. Độ cứng cacbonat**

##### **17.4.2.1. Nguyên tắc**

Độ cứng cacbonat của nước biểu diễn theo độ Đức, với quy ước 1 Độ Đức = 10 mgCaO/lít và được xác định trên mẫu sau khi đã loại bỏ độ cứng tạm thời bằng cách đun sôi, phân hủy  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  và  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  hoặc  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  nếu có theo các phương trình sau:



Sau đó, chuẩn độ lượng  $\text{HCO}_3^{2-}$  theo như xác định cacbonat ăn mòn.

##### **17.4.2.2. Hóa chất**

- Dung dịch HCl 0,1N tiêu chuẩn: pha từ ống fixanal;
- Dung dịch chỉ thị metyl da cam 0,1%: hòa tan 0,1g metyl da cam trong 100 ml nước cất, bảo quản trong lọ thủy tinh;
- Đá bọt.

##### **17.4.2.3. Dụng cụ**

- Pipet, buret;
- Bình tam giác dung tích 250 ml.

##### **17.4.2.4. Tiến hành**

Dùng pipet lấy 100 ml mẫu cho vào bình tam giác dung tích 250 ml, thêm vào vài hạt đá bọt và đun trên bếp đến khi thu được thể tích còn khoảng 1/3 thể tích ban đầu. Làm nguội bình tam giác và lọc tách phần kết tủa sử dụng giấy lọc chảy

chậm, hứng phần nước lọc vào một bình tam giác khác. Rửa phần cặn vài lần bằng nước cất đun sôi để nguội rồi gộp với phần nước lọc có trong bình tam giác. Loại bỏ phần cặn.

Thêm vài giọt dung dịch chỉ thị metyl da cam vào phần nước lọc, dùng dung dịch HCl 0,1N tiêu chuẩn độ đến khi dung dịch chuyển từ màu vàng sang đỏ cam. Ghi lại thể tích tiêu thụ ( $V_4$ )

#### **17.4.2.5. Tính kết quả**

Độ cứng cacbonat tính theo độ Đứcc (1độ Đứcc = 10mg CaO/l) tính bằng công thức:

$$DCC = (V_2 - V_4) \times N \times 0,02804 \times 100 \frac{1000}{V}$$

Trong đó:

DCC: độ cứng cacbonat;

$V_2$ : là thể tích dung dịch HCl 0,1N sử dụng để chuẩn độ lượng kiềm toàn phần (17.3.1.4), tính bằng mililít;

$V_4$ : thể tích dung dịch HCl 0,1N tiêu tốn trong thí nghiệm, tính bằng mililít;

V: Thể tích mẫu nước lấy để thí nghiệm, tính mililít.

*Ghi chú: có thể quy đổi độ cứng tính theo độ Đứcc sang các độ cứng khác theo bảng 2 của TCXD 81:1981.*

### **17.4.3. Độ cứng không cacbonat**

#### **17.4.3.1. Nguyên tắc**

Độ cứng không cacbonat (DCKC) của nước tính theo độ Đứcc là hiệu số giữa độ cứng toàn phần và độ cứng cacbonat.

#### **17.4.3.2. Tiến hành**

Xác định độ cứng toàn phần và độ cứng cacbonat theo các mục 17.3.4 và 17.4.2 của tài liệu này

#### **17.4.3.3. Tính kết quả**

(Học viên tự lập công thức và so sánh với công thức tại 2.8 của TCXD 81:1981).

### **17.4.4 Xác định ion bicarbonat**

Lượng ion bicarbonat và cacbonat được tính toán dựa vào độ kiềm toàn phần (DKTP) và độ kiềm tự do (DKTD) thu được tại mục 17.1.4 của tài liệu này và dựa trên tính toán tại bảng 3 của TCXD 81:1981.

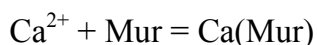


### 17.4.5. Xác định lượng ion canxi ( $\text{Ca}^{2+}$ )

#### 17.4.5.1. Nguyên tắc

Trong môi trường pH = 12, ion canxi phản ứng tạo phức với murexit phức chất màu đỏ thẫm (CaMu). Phức này kém bền hơn so với phức CaY, vì vậy khi sử dụng EDTA ( $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$ ) để chuẩn độ,  $\text{Ca}^{2+}$  tách khỏi phức Ca(Mur) và tạo thành CaY, tại điểm tương đương, dung dịch chuyển từ màu đỏ thẫm sang xanh tím.

Phương trình phản ứng:



#### 17.4.5.2. Hóa chất

- Dung dịch EDTA 0,05M được pha theo như 17.4.1.2 của tài liệu này;
- Dung dịch NaOH 10%: hòa tan 100g NaOH vào 800 ml nước cất, để nguội và thêm nước cất đến thể tích 1000 ml;
- Chỉ thị murexit: nghiền trộn murexit và NaCl theo tỷ lệ (1+50), bảo quản trong chai thủy tinh.

#### 17.4.5.3. Dụng cụ thí nghiệm

- Pipet, buret;
- Cốc thủy tinh dung tích 100 ml.

#### 17.4.5.4. Tiến hành thử

Tùy thuộc vào lượng  $\text{Ca}^{2+}$  có trong mẫu, dùng pipet lấy các thể tích mẫu nước vào cốc thủy tinh theo bảng 17.1.

**Bảng 17.1 - Thể tích mẫu cần lấy**

Hàm lượng $\text{Ca}^{2+}$	Thể tích mẫu cần lấy để xác định
Đến 300mg/l	100 ml
Từ lớn hơn 300 mg/l đến 500mg/l	50 ml
Lớn hơn 500 mg/l	25 ml

Sau đó, thêm nước cất đến thể tích 100 ml, thêm tiếp 15 ml NaOH 10% và khoảng 0,02 g murexit, rồi chuẩn độ bằng dung dịch EDTA 0,05 M tiêu chuẩn. Cho đến khi dung dịch chuyển từ màu đỏ thẫm sang xanh tím. Ghi thể tích dung dịch EDTA tiêu tốn ( $V_5$ ).

#### 17.4.5.5. Tính toán kết quả thử nghiệm

Học viên tự lập công thức từ PT phản ứng được ghi tại 17.4.5.1 của tài liệu này và so sánh với công thức tại mục 17.2.10.5 của TCXD 81:1981.

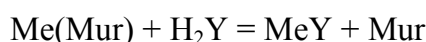
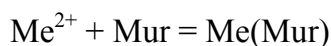
#### 17.4.6. Xác định lượng ion magiê ( $Mg^{2+}$ )

##### 17.4.6.1. Nguyên tắc

Trong môi trường pH = 10, ion canxi và magiê phản ứng tạo phức với ETOO phức chất màu đỏ nho (Me(Mu)). Phức này kém bền hơn so với phức CaY và MgY, vì vậy khi sử dụng EDTA ( $H_2Y$ ) để chuẩn độ,  $Ca^{2+}$  và  $Mg^{2+}$  tách khỏi phức Me(Mur) và tạo thành CaY, MgY, tại điểm tương đương, dung dịch chuyển từ màu đỏ nho sang xanh nước biển.

Lượng ion magiê có trong mẫu được tính toán từ lượng dung dịch EDTA dùng để chuẩn độ tổng lượng ion Canxi và magiê ( $V_6$ ) và lượng EDTA dùng để chuẩn độ lượng ion canxi ( $V_5$ - thu được tại thí nghiệm theo như 17.4.5.4 của tài liệu này) từ cùng một thể tích mẫu nước.

Phương trình phản ứng:



##### 17.4.6.2. Hóa chất

- Dung dịch EDTA 0,05 M pha theo như 17.4.1.2 của tài liệu này;
- Trietanolamin hydroclorua-;
- Hydroxilamin hydroclorua.

##### 17.4.6.3. Dụng cụ thí nghiệm

- Pipet, buret;
- Cốc thủy tinh dung tích 250 ml.

##### 17.4.6.4. Tiến hành thử

Tùy thuộc vào tổng hàm lượng  $Me^{2+}$  có trong mẫu, dùng pipet lấy các thể tích mẫu nước vào cốc thủy tinh theo bảng 17.2.

**Bảng 17.2 - Thể tích mẫu cần lấy**

Hàm lượng $Me^{2+}$	Thể tích mẫu cần lấy để xác định
Đến 300mg/l	100 ml
Từ lớn hơn 300 mg/l đến 500mg/l	50 ml
Lớn hơn 500 mg/l	25 ml

Sau đó, thêm nước cất đến thể tích 100 ml, (nếu mẫu có chứa  $\text{Fe}^{3+}$ ;  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  thì thêm vào 0,5g trietanolamin hydroclorua và 0,1g Hydroxilamin hydroclorua) thêm tiếp 15 ml dung dịch đệm đun nóng đến nhiệt độ khoảng  $40^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ , thêm khoảng 0,02 g ETOO, rồi chuẩn độ bằng dung dịch EDTA 0,05 M tiêu chuẩn. cho đến khi dung dịch chuyển từ màu đỏ nho sang xanh nước biển. Ghi thể tích dung dịch EDTA tiêu tốn ( $V_6$ ).

#### **17.4.6.5. Tính toán kết quả thử nghiệm**

Học viên tự lập công thức từ PT phản ứng tại 17.6.1 của tài liệu này và so sánh với công thức tại mục 17.2.11.5 của TCXD 81:1981.

### **17.5. XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG NITƠ**

#### **17.5.1. Xác định nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )**

##### **17.5.1.1. Nguyên tắc**

Trong môi trường axit, ion  $\text{NO}_2^-$  tạo hợp chất diazo màu hồng với hỗn hợp axit sunfanilic và naphtilamin, có cực đại hấp thụ tại bước sóng  $\lambda = 520\text{nm}$ . Màu hồng của hợp chất tỷ lệ với lượng ion  $\text{NO}_2^-$ . So sánh hoặc đo cường độ màu của hợp chất để định lượng  $\text{NO}_2^-$  trong mẫu.

##### **17.5.1.2. Hóa chất**

- Dung dịch axit sunfanilic 0,6%: Hòa tan 6 g axit sunfanilic vào 750 ml nước cất đun sôi, thêm 250 ml axit acetic băng.

- Dung dịch naphtilamin 0,6%: Hòa tan 12 g naphtilamin bằng 1000 ml axit acetic băng rồi thêm nước đến thể tích 1000ml. Dung dịch dùng trong 2 - 3 tháng.

- Dung dịch gốc  $\text{NO}_2^-$  0,1mg/l; hòa tan 0,1497g  $\text{NaNO}_2$  (đã sấy khô ở nhiệt độ  $105^{\circ}\text{C}$ ) vào nước, chuyển vào bình định mức dung tích 1000 ml, thêm 1 ml clorofoc, thêm nước đến vạch mức, lắc đều. Bảo quản trong chai thủy tinh ở nhiệt độ khoảng  $4^{\circ}\text{C}$ , thời hạn sử dụng: 1 tháng.

- Dung dịch  $\text{NO}_2^-$  làm việc 0,01mg/l: Dùng pipet lấy 100 ml dung dịch gốc  $\text{NO}_2^-$  0,1mg/l vào bình định mức dung tích 1000 ml, thêm nước đến vạch mức, lắc đều. Dung dịch này dùng để pha các dung dịch có hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  từ 0,1 đến 0,6mg/l và sử dụng cho việc xây dựng đường chuẩn của máy đo màu quang phổ.

- Dung dịch  $\text{NO}_2^-$  làm việc 0,005 mg/l: Dùng pipet lấy 50 ml dung dịch  $\text{NO}_2^-$  làm việc 0,01mg/l vào bình định mức dung tích 1000 ml, thêm nước đến vạch mức, lắc đều. Dung dịch này dùng để pha các dung dịch có hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  từ 0,020 đến 0,025 mg/l lập thang màu tiêu chuẩn khi không có máy đo màu quang điện.

### **17.5.1.3. Dụng cụ, thiết bị**

- Bình định mức dung tích 1000 ml; 100 ml;
- Bình tam giác dung tích 250 ml;
- Máy đo màu quang phổ;
- Bình trụ đo màu.

### **17.5.1.4. Cách tiến hành**

Tùy điều kiện của PTN, tiến hành theo một trong 2 cách sau:

*Cách 1:* áp dụng đối với PTN có máy đo màu quang phổ.

- Xây dựng đồ thị chuẩn: Dùng buret lấy vào 7 bình định mức dung tích 50 ml lần lượt các thể tích: 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 và 3 ml dung dịch làm việc  $0,01\text{mgNO}_2^-/\text{ml}$  (sau khi định mức, hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  trong các bình này tương ứng sẽ là 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 và 0,6 mg/l) Pha loãng bằng nước đến thể tích khoảng 40 ml, thêm 1 ml dung dịch sunfanilic 0,6%, lắc đều. Để yên 5 phút, sau đó thêm tiếp 1 ml dung dịch naphtilamin nữa, lắc đều. Sau 40 phút, lấy ra đo mật độ quang trên máy đo màu. Từ giá trị mật độ quang và hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  có trong từng bình, thiết lập đồ thị chuẩn.

- Phân tích mẫu thực tế: Dùng pipet lấy 25 ml mẫu nước vào bình định mức dung tích 50 ml pha loãng bằng nước cất đến thể tích khoảng 40 ml và tiến hành lần lượt các thao tác giống như xây dựng đồ thị chuẩn (từ “thêm 1 ml dung dịch sunfanilic 0,6%,” ... đến “đo mật độ quang”. từ giá trị mật độ quang thu được, sử dụng đồ thị chuẩn để suy ra hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  có trong bình.

*Cách 2:* áp dụng đối với PTN không có máy đo màu quang phổ.

- Xây dựng thang màu chuẩn: Dùng buret lấy vào 7 ống Nettle lần lượt các thể tích: 0; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 và 2,5 ml dung dịch làm việc  $0,005\text{mgNO}_2^-/\text{ml}$  (sau khi định mức, hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  trong các bình này tương ứng sẽ là 0; 0,002; 0,003; 0,010; 0,015; 0,020 và 0,025 mg/l). Pha loãng bằng nước đến thể tích 50 ml, thêm 1 ml dung dịch sunfanilic 0,6%, lắc đều. Để yên 5 phút, sau đó thêm tiếp 1 ml dung dịch naphtilamin nữa, lắc đều. Sau 40 phút, dùng để làm thang màu chuẩn so sánh.

- Phân tích mẫu thực tế: Dùng pipet lấy 50 ml mẫu nước vào ống Nettle và tiến hành lần lượt các thao tác giống như xây dựng thang màu chuẩn (từ “thêm 1 ml dung dịch sunfanilic 0,6%,”... đến “lắc đều”. Sử dụng đồ thang màu chuẩn để so sánh và suy ra hàm lượng  $\text{NO}_2^-$  có trong mẫu thử.

## **17.5.2. Xác định nitrat ( $\text{NO}_3^-$ )**

### **17.5.2.1. Nguyên tắc**

Trong môi trường axit sunfuaric, ion  $\text{NO}_3^-$  phản ứng với natri salicilat tạo thành muối của axit nitrosalicilic màu vàng có cực đại hấp thụ tại bước sóng  $\lambda = 410\text{nm}$ .

Màu của hợp chất tỷ lệ với lượng ion  $\text{NO}_3^-$ . So sánh hoặc đo cường độ màu của hợp chất để định lượng  $\text{NO}_3^-$  trong mẫu.

#### **17.5.2.2. Hóa chất**

- Axit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đậm đặc;
  - Dung dịch natri salicilat 0,5%: Hòa tan 5 g natri salicilat trong 100 ml nước cất;
  - Dung dịch natri hydroxit 10N: Hòa tan 400 g NaOH trong 800 ml nước cất, sau khi nguội, thêm nước đến thể tích 1000 ml;
  - Dung dịch gốc  $\text{NO}_3^-$  0,1mg/ml; hòa tan 0,1631g  $\text{KNO}_3$  (đã sấy khô ở nhiệt độ  $105^\circ\text{C}$ ) vào nước, chuyển vào bình định mức dung tích 1000 ml, thêm 1 ml clorofoc, thêm nước đến vạch mức, lắc đều. Chỉ pha dung dịch trước khi sử dụng;
  - Dung dịch  $\text{NO}_3^-$  làm việc 0,01mg/ml: Dùng pipet lấy 10 ml dung dịch gốc  $\text{NO}_3^-$  0,1mg/ml vào bình định mức dung tích 100 ml, thêm nước đến vạch mức, lắc đều. Dung dịch này dùng để pha các dung dịch có hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  từ 0,1 đến 2,0mg/l và sử dụng cho việc xây dựng đường chuẩn của máy đo màu quang phổ.
- Các dung dịch có hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  từ 0,04 đến 2,0mg/l lập thang màu tiêu chuẩn khi không có máy đo màu quang điện.

#### **17.5.2.3. Dụng cụ, thiết bị**

- Bình định mức dung tích 1000 ml; 100 ml; 10 ml;
- Máy đo màu quang phổ;
- Bình trụ đo màu.

#### **17.5.2.4. Cách tiến hành**

Tùy điều kiện của PTN, tiến hành theo một trong 2 cách sau:

*Cách 1:* áp dụng đối với PTN có máy đo màu quang phổ.

- Xây dựng đồ thị chuẩn: Dùng buret lấy vào 6 chén sứ lần lượt các thể tích: 0; 0,5; 1; 2; 5 và 10 ml dung dịch làm việc 0,1mg $\text{NO}_3^-$ /ml, thêm nước đến thể tích khoảng 10 ml rồi làm bay hơi trên bếp cách thủy đến khô. Để nguội chén, thêm 1 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Dùng đũa thủy tinh khuấy đều thành và đáy chén để hòa tan hết cặn, để yên 10 phút nữa. Chuyển toàn bộ hỗn hợp ra cốc thủy tinh, tráng rửa chén. Sau đó chuyển phần dung dịch trong cốc vào bình định mức dung tích 50 ml. Thêm vào 7 ml NaOH 10N, thêm nước cất đến vạch mức, lắc đều. Sau 10 phút kể từ lúc thêm NaOH, đo mật độ quang của dung dịch trên máy đo màu. Từ giá trị mật độ quang và hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  có trong từng bình, thiết lập đồ thị chuẩn.
- Phân tích mẫu thực tế: Dùng pipet lấy 10 ml mẫu nước vào chén sứ và tiến hành lần lượt các thao tác giống như xây dựng đồ thị chuẩn (từ “làm bay hơi trên bếp cách

thủy” ... đến “đo mật độ quang”. Từ giá trị mật độ quang thu được, sử dụng đồ thị chuẩn để suy ra hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  có trong mẫu.

*Cách 2:* áp dụng đối với PTN không có máy đo màu quang phổ.

- Xây dựng thang màu chuẩn: Dùng buret lấy vào 10 chén sứ lần lượt các thể tích: 0; 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 và 10,0 ml dung dịch làm việc  $0,01\text{mgNO}_3^-/\text{ml}$ , thêm nước đến thể tích khoảng 10 ml rồi làm bay hơi trên bếp cách thủy đến khô. Để nguội chén, thêm 1 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Dùng đũa thủy tinh khuấy đều thành và đáy chén để hòa tan hết cặn, để yên 10 phút nữa. Chuyển toàn bộ hỗn hợp ra cốc thủy tinh, tráng rửa chén. Sau đó chuyển phần dung dịch trong cốc vào ống Nettle dung tích 50 ml. Thêm vào 7 ml NaOH 10N, thêm nước cất đến vạch đo, lắc đều. Sau 10 phút kể từ lúc thêm NaOH, dùng để làm thang màu chuẩn so sánh.

- Phân tích mẫu thực tế: Dùng pipet lấy 10 ml mẫu nước vào vào chén sứ và tiến hành lần lượt các thao tác giống như xây dựng đồ thị chuẩn (từ “làm bay hơi trên bếp cách thủy” ... đến “lắc đều”. Sử dụng đồ thang màu chuẩn để so sánh và suy ra hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  có trong mẫu thử.

### **17.5.3. Xác định hàm lượng amoni ( $\text{NH}_4^+$ )**

#### **17.5.3.1. Nguyên tắc**

Trong môi trường kiềm, amoniac ( $\text{NH}_3$ ) và ion amoni ( $\text{NH}_4^+$ ) tạo với kali iodua thủy ngân (thuốc thử Nettle) hợp chất có màu vàng nâu. Cường độ màu của hợp chất tỷ lệ với hàm lượng amoni và amoniac So sánh hoặc đo cường độ màu của hợp chất để định lượng  $\text{NH}_3$  và  $\text{NH}_4^+$  trong mẫu.

#### **17.5.3.2. Hóa chất**

-  $\text{Hg}_2\text{I}_2$ ; KI và NaOH.

- Dung dịch thuốc thử Nettle: Hòa tan hỗn hợp gồm: 100 g  $\text{Hg}_2\text{I}_2$ ; 70 g KI và 160 g NaOH trong 500 ml nước cất, sau khi nguội, thêm nước đến thể tích 1000 ml. Để lắng sau 4 giờ và lọc để lấy phần dung dịch trong.

- Dung dịch natri kali tartrat 50%: hòa tan 50 g  $\text{KNC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  trong 80 ml nước cất, thêm nước cất đến thể tích 100 ml.

- Dung dịch NaOH 15 %: Hòa tan 15 g NaOH trong 80 ml nước, làm nguội và thêm nước cất đến thể tích 100 ml.

- Dung dịch làm việc  $\text{NH}_4^+$  0,1mg/ml; hòa tan 0,2965g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  vào nước, chuyển vào bình định mức dung tích 1000 ml, thêm nước đến vạch mức, lắc đều. Chỉ pha dung dịch trước khi sử dụng. Dung dịch này dùng để pha các dung dịch có hàm lượng  $\text{NH}_4^+$  từ 0,05 đến 2,0mg/l và sử dụng cho việc xây dựng đường chuẩn dành cho máy so màu quang điện.

- Dung dịch  $\text{NH}_4^+$  làm việc 0,005mg/ml: Dùng pipet lấy 50 ml dung dịch gốc  $\text{NH}_4^+$  0,1mg/ml vào bình định mức dung tích 1000 ml, thêm nước đến vạch mức, lắc đều. Dung dịch này dùng để pha các dung dịch có hàm lượng  $\text{NH}_4^+$  từ 0,05 đến 2,0mg/l và sử dụng cho việc xây dựng thang màu chuẩn.

Các dung dịch có hàm lượng  $\text{NH}_4^+$  từ 0,04 đến 2,0mg/l lập thang màu tiêu chuẩn khi không có máy đo màu quang điện.

### **17.5.3.3. Dụng cụ, thiết bị**

- Bình định mức dung tích 1000 ml; 100 ml; 50 ml;
- Máy đo màu quang phổ;
- Bình trụ đo màu.

### **17.5.3.4. Cách tiến hành**

Tùy điều kiện của PTN, tiến hành theo một trong 2 cách sau:

*Cách 1:* áp dụng đối với PTN có máy đo màu quang phổ.

- Xây dựng đồ thị chuẩn: Dùng buret lấy vào các bình định mức dung tích 50 ml lần lượt các thể tích: 0; 0,5; 1; 2; 4; 6; 8; 10...40 ml dung dịch làm việc 0,005 mg  $\text{NH}_4^+$ /ml, thêm nước đến thể tích khoảng 45 ml, thêm vào 1-2 giọt dung dịch natri kali tartrat, lắc đều. Thêm tiếp 1 ml thuốc thử Nettle, lắc đều. Sau 10 phút đo mật độ quang của dung dịch trên máy đo màu. Từ giá trị mật độ quang và hàm lượng  $\text{NH}_4^+$  có trong từng bình, thiết lập đồ thị chuẩn.

- Phân tích mẫu thực tế: Dùng pipet lấy 25 ml mẫu nước vào bình định mức dung tích 50 ml, tiến hành lần lượt các thao tác giống như xây dựng đồ thị chuẩn (từ “thêm nước đến thể tích 45 ml ”... đến “đo mật độ quang”. Từ giá trị mật độ quang thu được, sử dụng đồ thị chuẩn để suy ra hàm lượng  $\text{NH}_4^+$  có trong mẫu.

*Cách 2:* áp dụng đối với PTN không có máy đo màu quang phổ.

- Xây dựng thang màu chuẩn: Dùng buret lấy vào các ống trụ Nettle lần lượt các thể tích: 0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0...20 ml dung dịch làm việc 0,005mg $\text{NH}_4^+$ /ml, thêm nước đến thể tích khoảng 45 ml, thêm vào 1-2 giọt dung dịch natri kali tartrat, lắc đều. Thêm tiếp 1 ml thuốc thử Nettle, lắc đều. Sau 10 phút dùng để làm thang màu chuẩn so sánh.

- Phân tích mẫu thực tế: Dùng pipet lấy 25 ml mẫu nước vào ống trụ Nettle và tiến hành lần lượt các thao tác giống như xây dựng thang màu chuẩn (từ “thêm nước cất”... đến “lắc đều”. Sử dụng đồ thang màu chuẩn để so sánh và suy ra hàm lượng  $\text{NH}_4^+$  có trong mẫu thử.

## 17.6. XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG SẮT (III) ( $\text{Fe}^{3+}$ )

### 17.6.1. Nguyên tắc

Trong môi trường kiềm amoniac, ion sắt (III) tạo với thuốc thử axit sunfosalixylic một phức chất màu vàng, cường độ màu tỷ lệ với nồng độ sắt có trong dung dịch. Đo độ hấp thụ quang của dung dịch phức màu vàng ở bước sóng  $\lambda = 420 \text{ nm} - 430 \text{ nm}$ .

### 17.6.2. Hóa chất

- Dung dịch axit sunfosalicilic 10%: hòa tan 100 g axit sunfosalicilic trong 1000 ml nước cất;

- Dung dịch  $\text{NH}_3$  đậm đặc;

- Dung dịch HCl (1+1);

- Dung dịch tiêu chuẩn gốc  $\text{Fe}^{3+}$  ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,2 \text{ mg/ml}$ ): Hoà tan 0,20 g sắt (III) oxit đã sấy khô ở  $100^\circ\text{C} - 110^\circ\text{C}$  vào cốc đã có sẵn 50 ml dung dịch HCl (1+1), đun sôi nhẹ tới tan trong. Chuyển dung dịch vào bình định mức dung tích 1000 ml, thêm nước tới vạch mức, lắc đều;

- Dung dịch tiêu chuẩn làm việc  $\text{Fe}^{3+}$  ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,02 \text{ mg/ml}$ ): Lấy 25 ml dung dịch tiêu chuẩn gốc vào bình định mức dung tích 250 ml, thêm nước cất tới vạch mức lắc đều.

### 17.6.3. Dụng cụ, thiết bị

- Pipet, buret;

- Bình định mức dung tích 100 ml; 250 ml;

- Máy đo màu.

### 17.6.4. Cách tiến hành

- Xây dựng đường chuẩn: Lấy 11 bình định mức dung tích 100 ml, lần lượt cho vào mỗi bình một thể tích dung dịch tiêu chuẩn sắt (III) oxit làm việc ( $C_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,02 \text{ mg/ml}$ ) theo thứ tự sau: 0 ml; 1 ml; 2 ml; 4 ml; 6 ml; 8 ml; 10 ml; 12 ml; 16 ml; 20 ml; 25 ml, pha loãng đến khoảng 50 ml, thêm tiếp 10 ml dung dịch axit sunfosalixylic 10%, sau đó vừa lắc đều bình vừa nhỏ từng giọt amoni hydroxit đậm đặc đến khi dung dịch xuất hiện màu vàng, cho dư từ 3 ml đến 4 ml amoni hydroxit nữa, thêm nước tới vạch định mức, lắc đều.

Sau 15 phút - 20 phút, đo độ hấp thụ quang của dung dịch mẫu ở bước sóng  $\lambda = 420 \text{ nm} - 430 \text{ nm}$ . Dung dịch so sánh là dung dịch mẫu trắng (lấy từ thí nghiệm trắng).

Từ lượng sắt (III) oxit có trong mỗi bình và giá trị độ hấp thụ quang tương ứng xây dựng đường chuẩn.



- Phân tích mẫu thực tế: dùng pipet lấy 50 ml mẫu nước vào bình định mức dung tích 100 ml, pha loãng đến khoảng 70 ml, thêm tiếp 10 ml dung dịch axit sunfosalixylic 10% và tiến hành các thao tác nhỏ từng giọt amoni hydroxit đậm đặc đến khi dung dịch xuất hiện màu vàng, cho dư từ 3 ml đến 4 ml amoni hydroxit nữa, thêm nước tới vạch định mức, lắc đều.

Sau 15 phút - 20 phút, đo độ hấp thụ quang của dung dịch mẫu ở bước sóng  $\lambda = 420 \text{ nm} - 430 \text{ nm}$  với dung dịch so sánh là mẫu trắng. Từ giá trị độ hấp thụ quang đo được, dựa vào đường chuẩn tìm được hàm lượng sắt (III) oxit.

## 17.7. XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG MANGAN

### 17.7.1. Nguyên tắc

Oxy hoá  $\text{Mn}^{2+}$  không màu thành  $\text{MnO}_4^-$  màu tím hồng bằng kali peiodat ( $\text{KIO}_4$ ) hoặc axit peiodic ( $\text{HIO}_4$ ), loại trừ ảnh hưởng của ion sắt (III) bằng axit photphoric. Xác định mangan oxit bằng phương pháp đo màu ở bước sóng 525 nm.

### 17.7.2. Hóa chất

- Dung dịch  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (1+1);
- Kali peiodat hoặc axit peiodic;
- Dung dịch  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;
- Dung dịch tiêu chuẩn gốc  $\text{Mn}^{2+}$  ( $\text{MnO} = 1 \text{ mg/ml}$ ): Sấy  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  tinh khiết đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ  $250 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  thu được mangan sunfat khan. Cân 2,1287 g  $\text{MnSO}_4$  khan (đã được loại nước ở trên), hoà tan trong nước cất pha thành 1000 ml;
- Dung dịch tiêu chuẩn làm việc  $\text{Mn}^{2+}$  ( $\text{MnO} = 0,1 \text{ mg/ml}$ ): Hút 100 ml dung dịch tiêu chuẩn gốc vào bình định mức 1 lít, thêm nước tới vạch mức, lắc đều.

### 17.7.3. Dụng cụ thiết bị

- Cốc thủy tinh dung tích 100 ml;
- Bình định mức dung tích 100 ml;
- Máy đo màu.

### 17.7.4. Cách tiến hành

- Xây dựng đồ thị chuẩn: Lấy 11 cốc thủy tinh chịu nhiệt dung tích 100 ml, lần lượt cho vào mỗi cốc một thể tích dung dịch tiêu chuẩn làm việc  $\text{Mn}^{2+}$  ( $C_{\text{MnO}} = 0,1 \text{ mg/ml}$ ) theo thứ tự sau: 0 ml; 1 ml; 2 ml; 5 ml; 7 ml; 10 ml; 12 ml; 15 ml; 20 ml; 25 ml; 30 ml, pha loãng đến khoảng 50 ml, thêm tiếp 10 ml  $\text{H}_3\text{PO}_4(1 + 1)$

và 1,5 g kali peiodat hoặc axit peiodic. Đun sôi trên bếp cách thủy đến khi màu tím xuất hiện (nếu màu tím không xuất hiện, giảm nồng độ axit bằng cách thêm từ từ từng giọt NH<sub>4</sub>OH 25 %). Tiếp tục đun sôi khoảng 30 phút, để nguội đến nhiệt độ phòng, chuyển dung dịch trong 11 cốc thủy tinh sang 11 bình định mức dung tích 100 ml tương ứng, thêm nước đến vạch mức, lắc đều. Đo độ hấp thụ quang của dung dịch ở bước sóng 525 nm. Dung dịch so sánh là dung dịch mẫu trắng (lấy từ thí nghiệm trắng). Từ lượng MnO có trong mỗi bình và giá trị độ hấp thụ quang tương ứng xây dựng đồ thị chuẩn.

- Phân tích mẫu: Dùng pipets lấy 50 ml mẫu nước cho vào cốc thủy tinh chịu nhiệt dung tích 100 ml, tiến hành các thao tác như xây dựng đường chuẩn từ “thêm 10 ml H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (1 + 1) và 1,5 g kali peiodat hoặc axit peiodic...” đến “đo độ hấp thụ quang của dung dịch ở bước sóng 525 nm”. Từ giá trị độ hấp thụ quang thu được, dựa vào đường chuẩn xác định được hàm lượng MnO.

Làm song song một thí nghiệm trắng để hiệu chỉnh kết quả.

#### 17.7.5. Tính kết quả

Hàm lượng mangan oxit (quy đổi theo MnO) được tính bằng phần trăm, theo công thức:

$$\%MnO = x100 \frac{m_1}{m}$$

Trong đó:

$m_1$  là lượng mangan oxit tìm được trên đường chuẩn, tính bằng gam;

$m$  là khối lượng mẫu tương ứng với thể tích mẫu lấy để xác định mangan oxit, tính bằng gam.

Chênh lệch cho phép giữa hai kết quả xác định song song không lớn hơn 0,04 %.

### 17.8. XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG OXY HÒA TAN (DO) VÀ NHU CẦU OXY HÓA HỌC (COD)

#### 17.8.1. Xác định hàm lượng oxy hòa tan (DO)

Tất cả các sinh vật quý hiếm khí đều cần oxy cho quá trình hô hấp để sống. Các sinh vật trên cạn sử dụng oxy không khí, còn các sinh vật sống trong nước lấy oxy từ oxy hòa tan trong nước.

Oxy tan trong nước rất ít, độ bão hòa của oxy trong nước sạch ở 0 °C khoảng 14 - 15 ppm. Nhiệt độ càng tăng độ tan của oxy vào nước càng giảm. Trong nước có các loại thực vật sống, do quá trình quang hợp giải phóng ra oxy thì ở những vùng đó lượng oxy trong nước nhiều trên mức bão hòa có thể tới 200% còn gọi là siêu bão hòa.

\* DO trong nước được điều chỉnh bởi:

Sự trao đổi giữa không khí và nước.

Oxi được giải phóng do quá trình quang hợp của các thực vật sống trong nước (Hai quá trình này làm cho độ hoà tan của oxi đạt bão hoà và siêu bão hoà).

Do động vật, thực vật và các sinh vật phân hủy tiêu thụ quá trình này làm giảm DO trong nước.

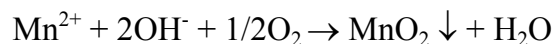
\* Giá trị DO biến đổi theo nhịp điệu ngày và đêm: cực đại vào giữa trưa và cực tiểu vào ban đêm.

\* Giá trị DO biến đổi theo chiều sâu của nước, oxy thường hoà tan nhiều ở lớp nước mặt (tầng quang hợp).

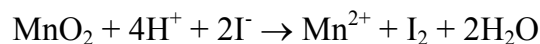
\* Căn cứ vào giá trị DO có thể biến mức độ ô nhiễm của nguồn nước, trong nước thải có chứa nhiều hợp chất hữu cơ thì DO giảm đáng kể. Hàm lượng oxy trong nước sạch vào khoảng 5-6 mg/l, thấp hơn giá trị này là nước bị ô nhiễm.

#### **17.8.1.1. Nguyên tắc**

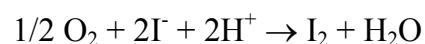
Để xác định DO người ta thường dùng phương pháp Winkler còn gọi là phương pháp iot. Phương pháp này dựa trên nguyên tắc oxi tan trong nước oxi hoá định lượng Mn(II) thành MnO<sub>2</sub> trong môi trường kiềm.



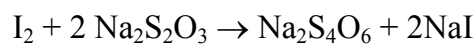
MnO<sub>2</sub> tạo ra sẽ oxi hoá I<sup>-</sup> giải phóng ra I<sub>2</sub> trong môi trường axit:



Cộng hai phương trình ta được:



Lượng I<sub>2</sub> thoát ra tương đương với lượng oxi hoà tan trong nước. Chuẩn độ lượng I<sub>2</sub> thoát ra bằng dung dịch chuẩn Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> với chất chỉ thị hồ tinh bột ta sẽ tính được lượng DO:



Để đảm bảo độ chính xác kết quả phân tích, cần chú ý mấy điểm sau:

- Tránh hấp thụ thêm không khí vào nước trong quá trình lấy mẫu và bảo quản mẫu.

- Cần cố định lượng DO có trong nước, tránh mất oxi trong quá trình vận chuyển do khuếch tán và sự thay đổi nhiệt độ cũng như sự di động của các vi khuẩn hiếu khí có trong nước, bằng cách cứ 300 ml mẫu thêm vào 0,7 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> đặc, 1 ml NaNO<sub>3</sub> và giữ ở nơi tối với nhiệt độ từ 0-5<sup>o</sup>C.

- Trước khi phân tích cần xử lý mẫu để loại trừ ảnh hưởng của các chất oxi hoá (Fe<sup>3+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>...) có khả năng oxi hoá I<sup>-</sup> thành I<sub>2</sub> làm cho kết quả phân tích cao hơn giá

trị thực và các chất khử ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^-$  ...) có khả năng khử  $\text{I}_2$  thành  $\text{I}^-$  làm cho kết quả phân tích thấp hơn giá trị thực.

#### **17.8.1.2. Cách tiến hành**

Mẫu nước được lấy cẩn thận thật đầy vào chai chuyên dụng (gọi là chai BDD) có dung tích 300 ml. Để yên, thêm ngay 1 ml dung dịch  $\text{MnSO}_4$  (chuẩn bị bằng cách hoà tan 100 gam  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  trong 200 ml nước cất đun đã sôi để đuổi hết oxy hoà tan, nếu dung dịch vẫn vẫn đục thì lọc) và 1 ml dung dịch KI trong KOH (chuẩn bị bằng cách hoà tan 100g KOH và 50g KI trong 200 ml nước cất để đun sôi). Khi thêm nên dùng pipet để đưa thuốc thử vào lớp nước sâu trong chai.

Chai chứa mẫu sau khi cố định, nút chặt và dốc ngược xuôi nhiều lần để trộn đều. Để yên tới khi kết tủa  $\text{MnO}_2$  lắng xuống khoảng nửa chai. Thêm 1ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đặc và 1 ml  $\text{H}_3\text{PO}_4$  đặc (để che  $\text{Fe(III)}$ ), đậy nút và đảo trộn vài lần tới khi kết tủa tan hết.

Lấy 100 ml dung dịch cho vào bình nón dung tích 250 ml, thêm khoảng 5 giọt dung dịch chất chỉ thị hồ tinh bột, chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn natri thiosunfat  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , nồng độ  $C_1$  (0,01 M) tới khi dung dịch chuyển màu, hết  $V_1$  ml.

#### **17.8.2. Xác định nhu cầu ôxy hoá học (COD - Chemical Oxygen Demand)**

##### **17.8.2.1. Nguyên tắc**

Các chất vô cơ và hữu cơ trong mẫu được oxy hoá bằng  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  trong dung dịch  $\text{H}_2\text{SO}_4$  50%, có xúc tác  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  khi đun hồi lưu mẫu nước. Ảnh hưởng của  $\text{Cl}^-$  được loại trừ bằng  $\text{HgSO}_4$ . Lượng dư  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  được chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn amoni sắt (II) sunfat, sử dụng chỉ thị feroin (phức  $\text{Fe(II)-o. phenantrolin}$ ) hoặc chỉ thị diphenyl amoni sunfonat (dung dịch chuyển từ tím đỏ sang xanh tím).

Kết quả COD không mô tả quan hệ với BOD (nhu cầu oxy sinh hoá) của nước thải hoặc với tổng hàm lượng các bon hữu cơ (TOC).

Phương pháp này có thể ứng dụng xác định COD trong mẫu nước thải công nghiệp và mỹ phẩm có hàm lượng các bon hữu cơ lớn hơn 50 mg/l. Đối với những mẫu có hàm lượng các bon thấp như những mẫu nước thải bề mặt cần sử dụng phương pháp phân tích COD nồng độ thấp.

##### **17.8.2.2. Hoá chất**

- Dung dịch feroin: Hoà tan 1,48g 1,10 phenantrolin với 0,70 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  trong 100 ml  $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$  loãng;

- Dung dịch  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{I}_2$   $\text{Fe(II)}$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dùng để chuẩn độ chưa có nồng độ chính xác; dung dịch chất chỉ thị hồ tinh bột;

- Các hoá chất cần thiết khác, sinh viên tự pha từ tinh thể  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đặc,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  đặc,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HgSO}_4$ .

#### **17.8.2.3. Lấy mẫu và bảo quản**

Mẫu được lấy vào chai thủy tinh (trường hợp không có chất hữu cơ có thể lấy mẫu vào chai nhựa) sau đó axit hoá mẫu bằng axit sunfuric đến  $\text{pH} < 2$  và giữ ở  $4^\circ\text{C}$  đến khi phân tích.

#### **17.8.2.4. Cách tiến hành**

Lấy 50,0 ml mẫu cần phân tích (hoặc lượng mẫu ít hơn thì pha loãng đến 50 ml bằng nước cất) vào bình cầu 1 cổ dung tích 250 ml để đun hồi lưu, thêm 1 g  $\text{HgSO}_4$ , vài viên đá bọt. Thêm 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  đặc, lắc mạnh đến khi  $\text{HgSO}_4$  tan hết. Đặt bình cầu vào bát có đá và thêm chậm (đồng thời lắc mạnh) 25 ml  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  nồng độ  $C_0$  (0,005 M). Sau đó thêm 5 ml dung dịch  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  5 % pha trong  $\text{H}_2\text{SO}_4$  vào bình cầu đã được làm lạnh, lắc đều. Lắp sinh hàn hồi lưu và đun hồi lưu trong 2h (với một số mẫu nước thải có thể rút ngắn thời gian).

Để nguội bình cầu và rửa sinh hàn bằng 25 ml nước cất. Nếu dùng bình cầu đáy tròn cần chuyển dung dịch vào bình nón 250 ml, rửa bình cầu 3 - 4 lần bằng nước cất và để nguội dung dịch đến nhiệt độ phòng. Thêm 8 - 10 giọt dung dịch chỉ thị ferroin vào dung dịch và chuẩn độ  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dư bằng dung dịch chuẩn  $\text{Fe(II)}$  0,025 M đến khi dung dịch chuyển từ màu xanh lá cây sang hơi đỏ hết  $V_2$  ml.

Cần tiến hành phép phân tích với mẫu trắng tương tự như trên.

#### **17.8.2.5. Tính kết quả**

Học viên tự thiết lập công thức tính hàm lượng DO, COD trong mẫu phân tích (mg/lít).

### **17.8.3. Xác định độ axit**

#### **17.8.3.1. Nguyên tắc**

Độ axit là lượng axit trong nước có phản ứng trung hoà với bazơ theo chất chỉ thị phenolphthalein, được tính bằng số mili đương lượng  $\text{H}^+$  có trong 1 lít nước.

#### **17.8.3.2. Cách tiến hành**

Lấy 50 ml mẫu nước vào bình nón dung tích 250 ml, thêm 2 - 3 giọt dung dịch chất chỉ thị phenolphthalein 0,1 % và chuẩn độ bằng dung dịch chuẩn  $\text{NaOH}$  nồng độ  $C_{\text{NaOH}}$  đến khi xuất hiện màu hồng nhạt, hết  $V_{\text{ml}}$ .

#### **17.8.4. Xác định cặn toàn phần, muối hoà tan, chất lơ lửng, cặn sau khi nung**

*\* Dụng cụ, thiết bị:*

- Bình định mức 500 ml;
- Tủ sấy;
- Lò nung;
- Bình hút ẩm;
- Bát sứ, chén sứ, chén bạch kim;
- Phễu lọc;
- Giấy lọc không tro.

*(Xác định cặn toàn phần, muối hoà tan, chất lơ lửng – Tham khảo TN hóa nước dùng cho bê tông và vữa.)*

#### **17.8.5. Cặn sau khi nung (cặn cố định)**

##### **17.8.5.1. Cách tiến hành**

Bát có cặn toàn phần sau khi sấy khô được chuyển vào chén nung rồi cho vào lò nung ở 600°C để đốt cháy hết các chất hữu cơ đến tro trắng. Để nguội, cho bát vào bình hút ẩm. Cân bát sau khi nguội hẳn.

##### **17.8.5.2. Tính kết quả**

Học viên tự thiết lập công thức và tính toán kết quả.

### **17.9. MỘT SỐ KỸ THUẬT PHÂN TÍCH**

(Tham khảo TN hóa nước dùng cho bê tông và vữa).

#### **17.10. CÁC CÂU HỎI**

1. Độ kiềm là gì? Nguyên tắc của phương pháp xác định độ kiềm.
2. Hãy nêu phương trình phản ứng của phép xác định hàm lượng CO<sub>2</sub> ăn mòn.
3. Nêu nguyên tắc của phương pháp xác định hàm lượng CO<sub>2</sub> tự do.
4. Hãy nêu phương pháp xác định độ cứng của nước.
5. Hãy nêu nguyên tắc và phương trình phản ứng của phương pháp xác định độ cứng cacbonat.
6. Nguyên tắc xác định lượng Ca<sup>2+</sup> và Mg<sup>2+</sup> trong nước.
7. Nêu nguyên tắc của phương pháp xác định hàm lượng oxy hoà tan (CO).
8. Nêu nguyên tắc của phương pháp xác định hàm lượng oxy hóa học (COD).

## Chương 18

# KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG BÊ TÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP KHÔNG PHÁ HỦY

Phương pháp nghiên cứu không phá hủy ngày nay đã trở thành một lĩnh vực khoa học ứng dụng phục vụ cho việc nghiên cứu kiểm tra các chỉ tiêu liên quan đến chất lượng vật liệu, đến độ tin cậy của sản phẩm và sự an toàn của công trình trong khai thác sử dụng. Do vậy phương pháp nghiên cứu không phá hủy có ý nghĩa kinh tế kỹ thuật to lớn.

Nghiên cứu không phá hủy ngược với nghiên cứu phá hủy là nó cho biết các thông tin về đặc tính của đối tượng nghiên cứu mà không làm hỏng cấu trúc của nó và có thể làm lại các phép thử nhiều lần.

Trong xây dựng, phương pháp nghiên cứu không phá hủy bê tông và kết cấu bê tông ngày càng được sử dụng rộng rãi. Đặc biệt nó được sử dụng trong các trường hợp sau:

- + Kiểm tra chất lượng và phát hiện các khuyết tật của các sản phẩm bê tông trong quá trình sản xuất;
- + Xác định các đặc trưng về độ bền, độ đồng nhất, mật độ, độ ẩm của bê tông trong cấu kiện kết cấu công trình;
- + Đánh giá số lượng và sự phân bố cốt thép trong kết cấu;
- + Nghiên cứu thực nghiệm, ví dụ như theo dõi sự thay đổi đặc tính của bê tông theo tuổi hoặc chịu ảnh hưởng của các yếu tố tác động từ bên ngoài.

Ưu điểm chính của phương pháp nghiên cứu không phá hủy có thể thấy là không có tác động phá hủy trên đối tượng nghiên cứu, cho kết quả nhanh, sử dụng thiết bị với dụng cụ đo đơn giản, đồng thời cho phép lặp lại nhiều lần phép thử trong giai đoạn xây dựng cũng như trong thời gian khai thác sử dụng sau này.

Tuy nhiên phương pháp nghiên cứu không phá hủy cũng đòi hỏi các yêu cầu rất chặt chẽ và bài bản cả về lý thuyết và thực nghiệm. Nó là phương pháp gián tiếp dựa trên các quan hệ thực nghiệm giữa đại lượng vật lý đo được và các tính chất đặc trưng của vật liệu hoặc kết cấu. Vì vậy, chỉ trên cơ sở hiểu biết sâu sắc lý thuyết của phương pháp thì mới làm cho phương pháp phát triển và thực nghiệm là cần thiết để làm giảm sai số trong kết quả nghiên cứu.

Nghiên cứu không phá hủy là một trong các lĩnh vực khoa học ứng dụng phát triển nhanh chóng do đã lợi dụng được các thành tựu mới của lý thuyết và thực nghiệm ở nhiều lĩnh vực gần gũi như toán ứng dụng, cơ học, âm học, điện tử, quang học...

Tùy theo đại lượng vật lý đo được cũng như đại lượng đặc tính bê tông cần xác định (nghiên cứu), để phân nhóm các phương pháp nghiên cứu không phá hủy. Các nhóm cơ bản có thể thấy như sau:

Các phương pháp thí nghiệm không phá hủy thí nghiệm bê tông.

### **18.1. PHÂN LOẠI PHƯƠNG PHÁP TRÊN CƠ SỞ VẬT LÝ**

- \* Phương pháp âm và siêu âm:
  - + Phương pháp cộng hưởng;
  - + Phương pháp xung siêu âm.
- \* Phương pháp cơ học: xác định độ cứng bề mặt:
  - + Phương pháp bật nảy (súng bật nảy);
  - + In vết lõm;
  - + Phương pháp đóng nhỏ.
- \* Phương pháp phóng xạ:
  - + Phương pháp bức xạ giữ chậm và phương pháp bức xạ  $\gamma$ ;
  - + Phương pháp Nơtron.
- \* Phương pháp điện từ:
  - + Phương pháp hấp thụ xung điện từ;
  - + Phương pháp cảm ứng điện từ.
- \* Phương pháp kết hợp:
  - + Vận tốc siêu âm và bật nảy (hoặc in vết lõm);
  - + Vận tốc siêu âm và hệ số suy giảm sóng siêu âm;
  - + Vận tốc siêu âm và hấp thụ bức xạ  $\gamma$ .

### **18.2. PHÂN LOẠI PHƯƠNG PHÁP TRÊN CƠ SỞ TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG**

- \* Độ ẩm bê tông:
  - + Phương pháp Nơtron;
  - + Phương pháp hấp thụ sóng điện từ.
- \* Tính chất đàn hồi ( $E_d$ ,  $v_d$ ):
  - + Phương pháp xung siêu âm;
  - + Phương pháp cộng hưởng.



\* Khuyết tật:

- + Phương pháp xung siêu âm;
- + Phương pháp phóng xạ.

\* Mức độ ảnh hưởng của tác động hoá lý đến bê tông:

- + Phương pháp xung siêu âm;
- + Phương pháp phóng xạ;
- + Phương pháp cộng hưởng.

\* Cường độ bê tông:

- + Phương pháp bật nảy;
- + Phương pháp xung siêu âm;
- + Phương pháp siêu âm và bật nảy.

\* Cốt thép:

- + Phương pháp cảm ứng điện từ;
- + Phương pháp phóng xạ.

Tập trung vào một số vấn đề chính trong kiểm tra chất lượng bê tông như: Xác định cường độ chịu nén của bê tông, độ đồng nhất về cường độ của bê tông... Bài này giới thiệu một số phương pháp thí nghiệm không phá hủy thông dụng hiện nay:

- + Phương pháp xung siêu âm;
- + Phương pháp độ cứng bề mặt (súng bật nảy);
- + Phương pháp siêu âm kết hợp bật nảy.

## Chương 19

# PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐỘ CỨNG BỀ MẶT BÊ TÔNG BẰNG THIẾT BỊ BẬT NẢY

Khi khảo sát chất lượng và cường độ bê tông thông qua đặc trưng độ cứng của lớp bề mặt của cấu kiện. Người ta đã dùng các loại thiết bị từ đơn giản như búa bi có trọng lượng từ 300 đến 400g, súng bi (viên bi được lắp vào đầu của thiết bị). Sau khi thử, người ta đo đường kính các vết lõm để lại dưới lớp giấy than. Thông qua biểu đồ chuẩn xác định được quan hệ giữa đường kính vết lõm với cường độ bê tông. Đến nay, thiết bị được thiết kế theo nguyên lý bật nảy va chạm, gọi là súng bật nảy (súng thử cường độ bê tông Schmidt).

Tiêu chuẩn TCVN 9334:2012 (TCXD 162: 2004) “Bê tông nặng - Phương pháp xác định cường độ nén bằng súng bật nảy” (Heavy weight concrete – Method for determination of compressive strength by rebound hammer).

### 19.1. PHẠM VI ÁP DỤNG

Không áp dụng tiêu chuẩn này cho các trường hợp sau:

- Đối với bê tông có cường độ nén dưới 10 MPa và trên 50 MPa;
- Đối với bê tông dùng các loại cốt liệu lớn có kích thước trên 40 mm ( $D_{max} > 40\text{mm}$ );
- Đối với bê tông bị nứt, rỗ hoặc có các khuyết tật;
- Đối với bê tông bị phân tầng hoặc là hỗn hợp của nhiều loại bê tông khác nhau;
- Đối với bê tông bị hoá chất ăn mòn và bê tông bị hỏa hoạn;
- Không được dùng tiêu chuẩn này thay thế yêu cầu đúc mẫu và thử mẫu nén.

### 19.2. TIÊU CHUẨN VIỆN DẪN

TCVN 6025: 1995 – Phân mức theo cường độ nén;

TCVN 3105: 1993 – Hỗn hợp bê tông nặng và bê tông nặng lấy mẫu, chế tạo và bảo dưỡng mẫu thử;

TCVN 3118: 1993 – Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén;

TCXD 239: 2006 – Bê tông nặng – Chỉ dẫn đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình.

### 19.3. CÁC YÊU CẦU CHUNG

- Phải xây dựng biểu đồ quan hệ thực nghiệm R-n;
- Đánh giá sai số của quan hệ thực nghiệm R-n.

Sai số của quan hệ R-n được đánh giá bởi đại lượng độ lệch bình phương trung bình  $S_T$ , theo công thức:

$$S_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (R_{ci}^n - R_{ci}^{tb})^2}{N-1}} \quad (19.1)$$

Trong đó:

$R_{ci}^n$  và  $R_{ci}^{tb}$  - cường độ trung bình của bê tông trong tổ mẫu thứ  $i$ , được xác định trên máy nén và bằng thiết bị bật nảy;

$N$  - số tổ mẫu được thí nghiệm để xây dựng biểu đồ quan hệ R-n.

a) Quan hệ R-n phải có hệ số hiệu dụng  $F$  không nhỏ hơn 2 và độ lệch bình phương trung bình  $S_T$  không vượt quá 12% cường độ trung bình  $R_c^n$  của tất cả các tổ mẫu được thí nghiệm trên máy nén khi xây dựng biểu đồ quan hệ:

$$R_c^n = \frac{\sum_{i=1}^N R_{ci}^n}{N} \quad (19.2)$$

$$F = \frac{S_0^2}{S_T^2} \geq 2; S_T \leq 0,12R_c^n \quad (19.3)$$

$$S_0^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (R_{ci}^n - R_c^n)^2}{N-1} \quad (19.4)$$

Trong đó:

$S_0$  - độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông xác định bằng phương pháp nén của  $N$  tổ mẫu.

Nếu  $F < 2$  hoặc  $\frac{S_T}{R_c^n} \cdot 100 > 12\%$  thì không sử dụng biểu đồ quan hệ đó để kiểm tra

mà phải xác định tại phương trình quan hệ chuẩn R-n.

Người được giao nhiệm vụ kiểm tra bằng súng bật nảy cần đảm bảo các điều kiện sau:

Được đào tạo có chứng chỉ cả lý thuyết và thực hành về kiểm tra bằng súng bật nảy.

Được cơ quan có thẩm quyền cấp bằng hoặc chứng chỉ trình độ chuyên môn trong lĩnh vực thí nghiệm không phá hủy.

#### **19.4. CÁC YÊU CẦU ĐỐI VỚI SÚNG BẬT NẢY**

- Súng bật nẩy phải được kiểm tra định kỳ 6 tháng/lần hoặc cộng dồn sau 1000 lần bắn

- Quy định vị trí bắn và góc bắn;
- Quy định về độ ẩm;
- Quy định về tuổi của bê tông.

#### **19.5. KIỂM TRA, ĐÁNH GIÁ CƯỜNG ĐỘ VÀ ĐỘ ĐỒNG NHẤT CỦA BÊ TÔNG Ở HIỆN TRƯỜNG**

- Các bước tiến hành.

- Số lượng sản phẩm kiểm tra > 10% nhưng không ít hơn ba sản phẩm.

- Quy định về vùng thử:

+ Đối với cấu kiện: > 6 vùng (phải có ở vùng chịu nén và gần các gối tựa);

+ Mỗi vùng thử 16 điểm.

- Kiểm tra đánh giá độ đồng nhất của bê tông:

+ Độ đồng nhất của bê tông được đặc trưng bằng độ lệch bình phương trung bình S và hệ số biến động cường độ bê tông V;

+ Việc kiểm tra, đánh giá độ đồng nhất bê tông đối với cấu kiện, kết cấu riêng lẻ hoặc lô cấu kiện, kết cấu được tiến hành theo Phụ lục 19B;

+ Độ đồng nhất của cường độ bê tông trong cấu kiện, kết cấu riêng lẻ hoặc lô cấu kiện, kết cấu ở thời điểm kiểm tra được coi là không đạt yêu cầu, nếu hệ số biến động của cường độ bê tông V vượt quá 20%. Việc sử dụng những cấu kiện, kết cấu này phải được phép của cơ quan thiết kế.

- Đánh giá cường độ bê tông của các cấu kiện, kết cấu:

+ Việc đánh giá cường độ bê tông được thực hiện bằng cách so sánh cường độ trung bình của cấu kiện, kết cấu ( $R_k$ ) hoặc lô cấu kiện, kết cấu ( $R_l$ ) nhận được khi thí nghiệm so với cường độ trung bình yêu cầu của bê tông ( $R_{yc}$ ). Cường độ trung bình yêu cầu của bê tông được xác định theo hệ số biến động của cường độ bê tông V và số vùng kiểm tra P trên cấu kiện, kết cấu riêng lẻ hay số vùng kiểm tra N với lô cấu kiện, kết cấu.

+ Cường độ bê tông của cấu kiện, kết cấu hoặc lô cấu kiện, kết cấu là đạt yêu cầu, nếu thỏa mãn các điều kiện sau:

Khi kiểm tra cấu kiện, kết cấu riêng lẻ:  $R_k \geq R_{yc}$ ;

Khi kiểm tra toàn bộ cấu kiện, kết cấu trong lô:  $R_l \geq R_{yc}$ ;

Khi kiểm tra chọn lọc các cấu kiện, kết cấu trong lô:  $R_k \geq R_{yc}$ .

## PHỤ LỤC

### Phụ lục 19A

#### XÁC ĐỊNH PHƯƠNG TRÌNH QUAN HỆ R-N VÀ VÍ DỤ XÂY DỰNG BIỂU ĐỒ QUAN HỆ R-N

Phương trình có dạng hàm tuyến tính hoặc hàm mũ:

a) Nếu  $R_{\max} - R_{\min} \leq 200 \text{ daN/cm}^2$  phương trình có dạng tuyến tính:

$$R = a_0 + a_1 \cdot n .$$

b) Nếu  $R_{\max} - R_{\min} \geq 200 \text{ daN/cm}^2$  phương trình có dạng hàm mũ:

$$R = b_0 \cdot e^{b_1 n} .$$

## Phụ lục 19B

### XÁC ĐỊNH ĐỘ LỆCH BÌNH PHƯƠNG TRUNG BÌNH S VÀ HỆ SỐ BIẾN ĐỘNG CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG V

\* Khi tiến hành kiểm tra trên cấu kiện, kết cấu riêng lẻ

Độ lệch bình phương trung bình  $S_{CK}$  và hệ số biến động  $V_{CK}$  xác định theo công thức:

$$V_{CK} = K_{CK} \cdot \frac{S_{CK}}{R_{CK}} \cdot 100\% \quad (19B.1)$$

Trong đó:

$K_{CK}$  – hệ số được lấy bằng 0,9;

$R_{CK}$  – cường độ trung bình của bê tông cấu kiện, kết cấu riêng lẻ;

$S_{CK}$  - độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông.

$$S_{CK} = \sqrt{(S_{CK}^{bn})^2 + (S_T)^2} \quad (19B.2)$$

$$S_{CK}^{bn} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^P (R_i - R_{CK})^2}{P - 1}} \quad (19B.3)$$

Trong đó:

$S_{CK}^{bn}$  – độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông xác định bằng thiết bị bật nảy cho cấu kiện, kết cấu riêng lẻ;

$R_i$  – cường độ bê tông trung bình của vùng i trên cấu kiện, kết cấu riêng lẻ;

P – số vùng kiểm tra trên cấu kiện, kết cấu riêng lẻ;

$S_T$  – độ lệch bình phương trung bình của biểu đồ quan hệ R-n xác định theo công thức (19.1).

\* Khi kiểm tra toàn bộ hay chọn lọc lô cấu kiện, kết cấu:

$$V_i = K_1 \cdot \frac{S_i}{R_1} \cdot 100\% \quad (19B.4)$$

$$S_i = \sqrt{(S_i^{bn})^2 + (S_T)^2} \quad (19B.5)$$

$$R_1 = \frac{\sum_{m=1}^M R_{im}}{M} \quad (19B.6)$$

$$R_{im} = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N} \quad (19B.7)$$

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^P R_j}{P} \quad (19B.8)$$

$$S_i^{bn} = \frac{\sqrt{\sum_{m=1}^M (S_m^{bn})^2}}{M} \quad (19B.9)$$

Trong đó:

$S_i^{bn}$  – độ lệch bình phương trung bình của cường độ bê tông xác định bằng thiết bị bật nảy cho tất cả các lô;

$R_j$  – cường độ trung bình của bê tông trong một cấu kiện;

$R_i$  – cường độ trung bình của bê tông ở một vùng cấu kiện;

$R_j$  – cường độ trung bình của bê tông ở một lô cấu kiện;

$R_R$  – cường độ trung bình của bê tông ở tất cả các lô;

$P$  – số vùng kiểm tra trên một cấu kiện;

$n$  – số cấu kiện kiểm tra trong một lô;

$M$  – số lô được kiểm tra;

$N$  – số vùng kiểm tra trong một lô ( $N = p.n$ ).

**Phụ lục 19C**  
**HỆ SỐ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ ẨM VÀ TUỔI**

\* Hệ số ảnh hưởng của độ ẩm ( $C_a$ ):

Trị số bật nảy n	15	20	25	30	36
Chế độ bảo dưỡng					
Bảo hoà nước	1,2	1,15	1,10	1,05	1,00
Tiêu chuẩn	1.00				

Ảnh hưởng của độ ẩm tới cường độ bê tông xác định theo công thức:

$$R^{bn} = C_a \cdot R_i$$

Trong đó:

$R^{bn}$  – cường độ trung bình của cấu kiện bê tông được thí nghiệm bằng súng bật nảy có tính đến hệ số ảnh hưởng;

$R_i$  – cường độ trung bình của cấu kiện bê tông được thí nghiệm bằng súng bật nảy chưa tính đến hệ số ảnh hưởng.

\* Hệ số ảnh hưởng của độ tuổi ( $C_t$ ):

Hàm lượng xi măng	250 ÷ 350 (kg/m <sup>3</sup> )	450 ÷ 550 (kg/m <sup>3</sup> )
Tuổi (ngày - đêm)		
14 - 56	1,0	1,0
100	0,98	0,97
200	0,96	0,95
300	0,95	0,95

Ảnh hưởng của độ tuổi tới cường độ bê tông xác định theo công thức:

$$R^{bn} = C_t \cdot R_i$$



## Phụ lục 19D

### TÍNH NĂNG VÀ PHẠM VI SỬ DỤNG CỦA MỘT SỐ LOẠI SÚNG BẬT NẢY THÔNG DỤNG

TT	Tên súng	Năng lượng va đập (Nm)	Tính năng sử dụng
1	Schmidt-n	2,205	Kiểm tra bê tông các công trình dân dụng
2	Schmidt -l	0,735	Kiểm tra bê tông của các loại cấu kiện mỏng
3	Schmidt -m	29,43	Kiểm tra bê tông của những kết cấu khối lớn mặt đường bê tông và đường sân bay
4	Schmidt -nr	2,205	Kiểm tra bê tông các công trình dân dụng
5	Schmidt -na	2,205	Kiểm tra bê tông của kết cấu dưới nước
6	Schmidt -lr	0,735	Kiểm tra bê tông của các loại cấu kiện mỏng
7	digi Schmidt	2,205	Như loại N, có thêm màn hình hiện thị kết quả

## Chương 20

# THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP XUNG SIÊU ÂM

### 20.1. KHÁI NIỆM VỀ PHƯƠNG PHÁP SIÊU ÂM

Trong dải tần số: Dưới 16 Hz người ta gọi là vùng hạ âm. Từ 16 Hz ÷ 20 kHz người ta gọi là vùng âm thanh (tai người nghe được). Từ trên 20 kHz người ta gọi là vùng siêu âm. Siêu âm là những dao động cơ học đàn hồi truyền đi trong môi trường vật chất với tần số dao động từ 20 kHz trở lên.

Do tần số dao động cao, bước sóng ngắn nên siêu âm có hai đặc điểm cơ bản khi được khai thác và sử dụng trong kỹ thuật:

+ Sự phát và truyền sóng qua các môi trường vật chất tuân theo các quy luật quang hình học; do đó có thể lợi dụng các hiện tượng phản xạ, khúc xạ, nhiễu xạ... để tập trung năng lượng của sóng siêu âm vào một phạm vi nhỏ hẹp. Thật vậy, nếu nguồn phát qua khe hở có kích thước là  $D$  thì góc mở nhiễu xạ  $\sigma$  được xác định bằng:  $\sin \sigma = 1,22\lambda/D$  (trong đó thì  $\lambda$  là chiều dài bước sóng); cho nên khi bước sóng càng ngắn thì góc mở càng nhỏ, năng lượng sẽ tập trung rất tốt.

+ Do tập trung được năng lượng tối đa, nên có thể tạo ra một hiệu ứng mới là dao động của các hạt trong môi trường có sóng siêu âm truyền qua sẽ có biên độ dao động lớn.

Dựa trên những đặc điểm cơ bản đó của sóng siêu âm, đã hình thành phương pháp khảo sát đánh giá chất lượng của vật liệu bê tông.

Sóng siêu âm truyền qua môi trường phức tạp như vật liệu bê tông, loại vật liệu hỗn hợp được tạo thành từ nhiều vật liệu thành phần như đá, sỏi, cát, xi măng..., là quá trình thực hiện các hiện tượng phản xạ, khúc xạ, nhiễu xạ, khuếch tán siêu âm trong các môi trường vật liệu thành phần đó. Tất cả các hiện tượng đó xảy ra đồng thời và được đặc trưng bằng sự khuếch tán năng lượng của quá trình truyền sóng. Mức độ khuếch tán năng lượng và thời gian lan truyền sóng siêu âm ở đây căn bản tùy thuộc vào chất lượng của môi trường; vì thế, trên cơ sở kết quả nhận được có thể đánh giá chất lượng môi trường bê tông mà sóng siêu âm truyền qua.

Phương pháp được dùng có hiệu quả trong nghiên cứu tính chất của vật liệu bê tông là phương pháp xung lượng.

Trong thực tế sóng xung có thể tạo ra bằng ba biện pháp: va chạm, nổ và biến đổi điện âm. Các biện pháp va chạm và nổ thông thường tạo ra loại xung mạnh hơn biến đổi điện âm, nhưng các loại xung này có dải tần số rộng và trường sóng có sức hỗ dẫn bé, do đó không cho khả năng đo trên những khoảng đo lớn hơn 300 mm. Ngoài ra, tạo xung bằng các biện pháp va chạm hoặc nổ thường dẫn đến sự phá hoại cấu trúc vật liệu. Trong khi đó, biện pháp tạo xung bằng biến đổi điện âm dù có năng lượng không lớn so với va chạm và nổ, nhưng lại có thể tạo ra các dao động có tần số xác định, tần số đó hoàn toàn có thể đảm bảo được giá trị xung để có đủ sức hỗ dẫn truyền sâu vào môi trường khảo sát.

Khi việc nghiên cứu tiến hành trên cơ sở số đo của các tham số:

- + Tốc độ (hay thời gian) truyền sóng;
- + Mức khuếch tán năng lượng siêu âm trong môi trường;
- + Độ tập trung sóng khi ra khỏi môi trường.

Thì sẽ có được các kết luận về chất lượng và giá trị của cường độ bê tông hoàn toàn chính xác.

Nghiên cứu vật liệu và kết cấu bê tông bằng phương pháp xung siêu âm có thể giải quyết những vấn đề kỹ thuật sau:

- + Xác định cường độ và độ đồng nhất của bê tông;
- + Xác định các hằng số đàn hồi động của bê tông;
- + Phát hiện các khuyết tật hình thành trong quá trình chế tạo và làm việc của vật liệu và kết cấu;
- + Xác định chiều dày của lớp bê tông bị phá hoại dưới ảnh hưởng của các tác nhân hóa – lý;
- + Khảo sát quá trình ninh kết của xi măng và các vật liệu dính kết khác.

Ứng dụng các đặc trưng vật lý của sóng siêu âm truyền trong các môi trường vật chất khác nhau, có vận tốc khác nhau: Vận tốc siêu âm truyền trong không khí là 340m/s; truyền trong nước là 1497m/s; truyền trong bê tông 2000m/s ÷ 5000 m/s; truyền trong thép là 5850m/s.

Thực tế cho thấy, khi chỉ nghiên cứu một yếu tố cơ bản về tốc độ (thời gian) truyền âm qua môi trường cũng có thể nhận được những kết quả đánh giá đủ độ chính xác cần thiết.

Giới thiệu tiêu chuẩn **TCVN 9357:2012(TCXD 225:1998)** – Bê tông nặng - Phương pháp thử không phá hoại - Đánh giá chất lượng bê tông bằng vận tốc xung siêu âm. (*Normal concrete - Nondestructive methods - Assessment of concrete quality using ultrasonic pulse velocity*).

## 20.2. PHẠM VI ÁP DỤNG

Tiêu chuẩn này hướng dẫn phương pháp xác định vận tốc xung siêu âm để đánh giá các tính chất của bê tông, bê tông cốt thép và bê tông cốt thép ứng suất trước.

Tiêu chuẩn này được áp dụng trong các trường hợp sau:

- Xác định độ đồng nhất của bê tông trong một cấu kiện hoặc giữa nhiều cấu kiện (Điều 8);
- Xác định sự hiện diện và dự đoán sự phát triển của vết nứt, xác định các lỗ rỗng và các khuyết tật khác (Điều 9);
- Xác định sự thay đổi đặc tính của bê tông theo thời gian (Điều 10);
- Kiểm tra chất lượng bê tông dựa trên mối quan hệ giữa vận tốc xung siêu âm và cường độ (Điều 11);
- Xác định mô đun đàn hồi tĩnh và hệ số Poisson động của bê tông (Điều 12).

Để đảm bảo độ tin cậy của phương pháp, cần thiết lập trước mối quan hệ giữa vận tốc xung siêu âm với đặc tính của loại bê tông cần đánh giá dựa trên các mẫu đúc sẵn hoặc trong quá trình thi công (Điều 11, điều 12).

Tiêu chuẩn này áp dụng cho bê tông có cường độ không lớn hơn 60 MPa.

Tiêu chuẩn này có thể áp dụng cho bê tông có cường độ lớn hơn 60 MPa. Khi đó cần cân nhắc một số yếu tố có ảnh hưởng tới mối quan hệ giữa vận tốc xung và cường độ như loại và hàm lượng xi măng, các phụ gia, loại và cỡ cốt liệu, các điều kiện dưỡng hộ, tuổi của bê tông và thậm trọng khi xử lý kết quả.

## 20.3. TÀI LIỆU VIỆN DẪN

## 20.4. THUẬT NGỮ VÀ ĐỊNH NGHĨA

## 20.5. NGUYÊN LÝ

Xung của dao động dọc được tạo ra nhờ một bộ phận biến đổi điện âm - sau đây gọi tắt là đầu dò - được giữ tiếp xúc với một mặt của phần bê tông cần kiểm tra. Sau khi đi qua chiều dài L đã biết của bê tông, xung dao động được chuyển thành tín hiệu điện nhờ đầu dò thứ hai. Thời gian truyền T của xung đo được nhờ các mạch điện đếm thời gian. Vận tốc xung V (Km/s hoặc m/s) được tính bằng công thức:

$$V = \frac{L}{T} \quad (20.1)$$

Trong đó:

L là chiều dài đường truyền (Km hay m), được gọi là đáy đo

T là thời gian cần thiết (s) để xung dao động truyền qua hết chiều dài L.

Xung dao động của siêu âm được sử dụng nhiều hơn so với âm vì hai lý do sau:

- a) Cho xung có đỉnh nhọn;
- b) Phát ra năng lượng cực đại theo phương truyền của xung.

Khi xung được truyền vào bê tông, nó bị phản xạ nhiều lần tại các mặt tiếp giáp giữa các loại vật liệu khác nhau nằm trong bê tông và tạo ra một hệ thống tổng hợp các sóng ứng suất, trong đó bao gồm cả sóng dọc và sóng ngang lan truyền trong bê tông.

## 20.6. CÁC THIẾT BỊ ĐO

### Tổng quát:

Các bộ phận chủ yếu của thiết bị bao gồm: bộ phận tạo xung điện, 1 đôi đầu dò, bộ phận khuếch đại và bộ phận thiết bị điện đếm thời gian giữa hai thời điểm: thời điểm lúc xung bắt đầu dò phát và thời điểm xung bắt đầu dò thu - lúc mặt trước của xung đầu tiên chạm tới đầu thu. Có 2 loại thiết bị điện đếm thời gian và hiển thị kết quả đếm, một loại dùng màn hiển sóng và hiển thị xung nhận được trên một thang đo thời gian thích hợp, loại kia dùng bộ đếm thời gian và hiển thị bằng số đọc trực tiếp.

Các đặc trưng kỹ thuật;

Khoảng đo 100mm ÷ 3000mm; độ chính xác ±1%;

Xung có độ nét (độ phân giải cao);

Khoảng cách giữa các xung phải phù hợp;

Máy hoạt động ổn định trong môi trường;

Đầu dò.

Loại đầu dò: Thường được chế tạo từ tinh thể áp điện của muối set nhet; gốm áp điện; tinh thể thạch anh; từ giảo...

Thông thường Tần số của đầu dò từ 20 kHz ÷ 150kHz:

- Khoảng đo dài: dùng đầu dò tần số thấp 10 kHz ÷ 20kHz;

- Khoảng đo ngắn: dùng đầu dò tần số cao 100 kHz ÷ 150kHz;

- Khoảng đo trung bình: dùng đầu dò tần số 50 kHz ÷ 60kHz..

Xác định thời điểm đến của mặt trước xung.

(Tín hiệu)/(nhiều) > 1.

Hiển thị trên màn hiển sóng.

Thiết bị hiển thị số.

Chỉnh 0 cho thiết bị đo thời gian bằng cách áp 2 đầu dò vào nhau để có mốc “0”.

Sau đó đo trên mẫu chuẩn (bằng thủy tinh hữu cơ) đã biết trước thời gian truyền trong nó.

Kiểm tra độ chính xác của phép đo thời gian trên 2 mẫu chuẩn. Sai số được ghi trên mẫu chuẩn trong phạm vi ( $\pm 0,5\%$ ;  $\pm 0,2\mu s$ ). Độ chính xác của phép đo độ dài:  $\pm 1\%$ .

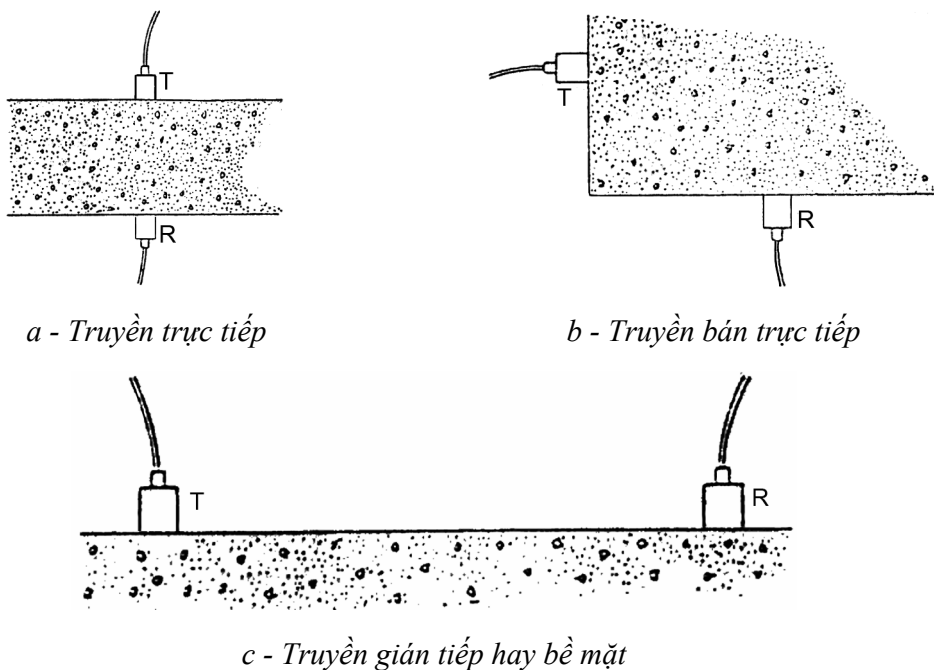
## 20.7. XÁC ĐỊNH VẬN TỐC XUNG

Cách bố trí đầu dò.

Để thực hiện được việc đo vận tốc xung có 3 cách đặt đầu dò như sau:

- Hai đầu dò đặt trên 2 mặt đối diện ( truyền trực tiếp );
- Hai đầu dò đặt trên 2 bề mặt vuông góc ( truyền bán trực tiếp );
- Hai đầu dò đặt trên cùng 1 bề mặt ( truyền gián tiếp hoặc truyền bề mặt ).

Ba cách bố trí đầu dò này được thể hiện trong các hình 20.1a, 20.1b, 20.1c.



**Hình 20.1** - Phương pháp truyền và nhận xung

T: Đầu dò phát; R: Đầu dò thu.

- Xác định vận tốc xung khi truyền trực tiếp;
- Xác định vận tốc xung khi truyền bán trực tiếp;
- Xác định vận tốc xung khi truyền gián tiếp;
- Đầu dò – Tiếp xúc âm, môi trường tiếp xúc, đầu dò đặc biệt.

## 20.8. CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN VIỆC ĐO VẬN TỐC XUNG

- Độ ẩm: điều kiện dưỡng hộ (thủy hoá xi măng), lượng nước tự do trong lỗ rỗng;
- Nhiệt độ của bê tông;
- Chiều dài đường truyền (khoảng đo):

$$L_{\min}=100\text{mm đối với bê tông có cốt liệu 1 - 2;}$$

$$L_{\min}=150\text{mm đối với bê tông có cốt liệu 2 - 4.}$$

- Hình dạng và kích thước mẫu;
- Ảnh hưởng của cốt thép: nên tách thép (xem TCXD 240: 2000).
- + Trục thép song song với đường truyền:

$$V_b = \frac{2aV_t}{\sqrt{4a^2 + (tV_t - L)^2}} \quad (20.2)$$

$$V_b = kV_m \quad (20.3)$$

$$K = 1 - \frac{L_t}{L}(1 - \gamma) \quad (20.4)$$

Từ (20.3), (20.4) ta có:

$$K = \gamma + 2\frac{a}{L}\sqrt{1 - \gamma^2};$$

$$\gamma = \frac{V_b}{V_t}$$

- + Trục thép vuông góc với phương truyền:  
Đường kính thép < 20mm – Không bị ảnh hưởng.

## 20.9. ĐỘ ĐỒNG NHẤT CỦA BÊ TÔNG

- Hệ thống điểm đo phân bố đều theo mạng lưới
- Độ đồng nhất được đánh giá thống kê qua hệ số biến động

## 20.10. XÁC ĐỊNH CÁC KHUYẾT TẬT

- Quy định chung: quy mô khuyết tật bên trong bê tông được thực hiện bởi các chuyên gia có kinh nghiệm;
- Thiết bị hiện đại, có hiển thị hình dạng sóng;
- Dò tìm lỗ rỗng;
- Hình vẽ;

- Chiều sâu vết nứt bề mặt:

$$c = 150 \sqrt{\frac{4t_1^2 - t_2^2}{t_2^2 - t_1^2}} = \frac{L}{2} \sqrt{\left(\frac{t_t}{t_0}\right)^2 - 1} \quad (20.5)$$

$$c = \frac{y}{2} \sqrt{\left(\frac{3T_2^2 + 2T_3^2}{T_2 T_3}\right)^2 - 25} \quad (20.6)$$

- Chiều dày lớp bê tông chất lượng kém:

$$t = \frac{x_b}{2} \sqrt{\frac{V_b - V_h}{V_b + V_h}} \quad (20.7)$$

## 20.11. SỰ THAY ĐỔI TÍNH CHẤT CỦA BÊ TÔNG

## 20.12. QUAN HỆ GIỮA VẬN TỐC XUNG VÀ CƯỜNG ĐỘ

- Đường chuẩn với các mẫu đúc;
- Đường chuẩn với các mẫu khoan;
- Kết hợp vận tốc xung với các phép đo khác: siêu âm – bật nảy; siêu âm – phóng xạ  $\gamma$ .

## 20.13. XÁC ĐỊNH MÔ ĐUN ĐÀN HỒI VÀ HỆ SỐ POISSON ĐỘNG

$$E_d = \rho V^2 \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)} \quad (20.8)$$

$$\frac{E_d}{\rho} = 4n^2 L^2 \cdot 10^{-6} \quad (20.9)$$

$$\frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)} = \frac{4n^2 L^2 \cdot 10^{-6}}{V^2} \quad (20.10)$$

## 20.14. BÁO CÁO KẾT QUẢ

- Nêu đầy đủ các thông tin về cấu kiện kiểm tra;
- Kết quả kiểm tra theo mục đích và yêu cầu.



## **PHỤ LỤC**

**Phụ lục 20A:** PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH HỆ SỐ CHUYỂN ĐỔI VẬN TỐC XUNG XÁC ĐỊNH THEO PHƯƠNG PHÁP GIÁN TIẾP SANG VẬN TỐC XUNG XÁC ĐỊNH BẰNG PHƯƠNG PHÁP TRỰC TIẾP.

**Phụ lục 20B:** PHƯƠNG PHÁP XÂY DỰNG ĐƯỜNG CHUẨN V-R

## **Chương 21**

# **PHƯƠNG PHÁP SIÊU ÂM KẾT HỢP BẬT NẢY**

Tiêu chuẩn TCVN 9335:2012(TCXD 171:1989) “Bê tông nặng – Phương pháp không phá hủy - xác định cường độ nén sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy”.

### **21.1. PHẠM VI ÁP DỤNG**

Tiêu chuẩn này hướng dẫn xác định cường độ nén của bê tông bằng phương pháp sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng thử bê tông loại bật nảy.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các loại cấu kiện, kết cấu bê tông của công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp trong trường hợp:

- Không xây dựng được biểu đồ chuẩn dùng để xác định cường độ nén của bê tông bằng phương pháp không phá hoại;
- Không có mẫu khoan lấy từ các loại cấu kiện, kết cấu xây dựng để xác định cường độ bê tông.

Không áp dụng tiêu chuẩn này cho các trường hợp sau:

- Đối với bê tông có cường độ nén dưới 10MPa và trên 35MPa;
- Đối với bê tông dùng các loại cốt liệu lớn, có kích thước trên 70mm ( $D_{max} > 70\text{mm}$ );
- Đối với vùng bê tông bị nứt, rỗ hoặc có các khuyết tật;
- Đối với bê tông bị phân tầng hoặc là hỗn hợp của nhiều loại bê tông khác nhau;
- Đối với bê tông có chiều dày theo phương thí nghiệm nhỏ hơn 100mm.

### **21.2. TÀI LIỆU VIỆN DẪN**

### **21.3. NGUYÊN TẮC CHUNG**

**21.3.1.** Phương pháp xác định cường độ nén của tiêu chuẩn này dựa trên mối tương quan giữa cường độ nén của bê tông (R) với hai số đo đặc trưng của phương pháp không phá hoại là vận tốc xuyên (v) của siêu âm và độ cứng bề mặt của bê tông qua trị số (n) đo được trên súng thử bê tông loại bật nảy (quan hệ R -v, n). Ngoài ra, còn sử dụng những số liệu kỹ thuật có liên quan đến thành phần bê tông.

**21.3.2.** Cường độ nén của bê tông được xác định bằng biểu đồ hoặc bảng tra thông qua vận tốc siêu âm và trị số bật nảy đo được trên bê tông cần thử. Giá trị này bằng cường độ nén của một loại bê tông quy ước gọi là bê tông tiêu chuẩn. Một số thành phần đặc trưng của bê tông tiêu chuẩn được quy định như sau:

- Xi măng poóc lăng PC30
- Hàm lượng xi măng  $350 \text{ kg/m}^3$
- Cốt liệu lớn: Đá dăm với  $D_{\max} = 40\text{mm}$
- Cốt liệu nhỏ: Cát vàng có  $M_n$  từ 2,0 đến 3,0

**21.3.3.** Nếu bê tông cần thử có thành phần khác với bê tông tiêu chuẩn thì cường độ nén của bê tông được hiệu chỉnh bằng các hệ số ảnh hưởng.

**21.3.4.** Để xác định được cường độ nén của bê tông cần thử, phải có những số liệu kỹ thuật liên quan đến thành phần bê tông thử loại xi măng, hàm lượng xi măng sử dụng cho  $1\text{m}^3$  bê tông, loại cốt liệu lớn và đường kính lớn nhất của nó ( $D_{\max}$ ).

**21.3.5.** Trong trường hợp có mẫu lưu, cần sử dụng kết hợp mẫu lưu để xác định cường độ nén của bê tông. Số mẫu lưu sử dụng không ít hơn 6 mẫu.

**21.3.6.** Khi không có đầy đủ những số liệu kỹ thuật liên quan đến thành phần bê tông cần thử thì kết quả thu được chỉ mang tính chất định tính.

## **21.4. THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐO**

- Những quy định về thiết bị sử dụng để xác định vận tốc siêu âm được nêu trong tiêu chuẩn TCVN9357:2012 (TCXD 225:1998); Những quy định về thiết bị sử dụng để xác định độ cứng bề mặt của bê tông được nêu trong tiêu chuẩn TCVN9334:2012 (TCXD 162:2004).

- Công tác chuẩn bị và tiến hành đo siêu âm và độ cứng bề mặt phải tuân theo tiêu chuẩn TCVN9357:2012 (TCXD 225:1998) và TCVN9334:2012 (TCXD 162:2004).

## **21.5. XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ BÊ TÔNG CỦA CẤU KIỆN VÀ KẾT CẤU XÂY DỰNG**

**21.5.1.** Xác định cường độ bê tông của cấu kiện và kết cấu xây dựng được tiến hành theo 5 bước sau đây:

**21.5.1.1.** Xem xét bề mặt của cấu kiện, kết cấu để phát hiện các khuyết tật của bê tông (nứt, rỗ, trơ cốt thép).

**21.5.1.2.** Xác định những số liệu kỹ thuật có liên quan đến thành phần bê tông dùng để chế tạo cầu kiện kết cấu xây dựng: Loại xi măng, hàm lượng xi măng ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), loại cốt liệu lớn và đường kính lớn nhất của cốt liệu ( $D_{\max}$ ).

**21.5.1.3.** Lập phương án thí nghiệm, chọn số lượng cầu kiện, kết cấu cần kiểm tra và số vùng kiểm tra trên cầu kiện và kết cấu đó theo tiêu chuẩn TCXD 162:2004.

**21.5.1.4.** Chuẩn bị và tiến hành đo bằng máy siêu âm và súng bật nảy theo chỉ dẫn ở mục 2.

**21.5.1.5.** Tính toán cường độ bê tông từ các số liệu đo.

**21.5.2.** Cường độ nén của cầu kiện, kết cấu bê tông ( $R$ ) là giá trị trung bình của cường độ bê tông ở các vùng kiểm tra.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^k R_i}{k} \text{ (daN/cm}^2\text{)} \quad (21.1)$$

Trong đó:

$k$  – Số vùng kiểm tra trên cầu kiện, kết cấu;

$R_i$  – Cường độ nén của vùng kiểm tra thứ  $i$ ;

$R_i$  – Được xác định theo công thức:

$$R_i = C_0 \cdot R_0 \text{ (daN/cm}^2\text{)} \quad (21.2)$$

$R_0$  – Cường độ nén của vùng kiểm tra thứ  $i$  tương ứng với vận tốc siêu âm  $v_i$  và trị số bật nảy  $n_i$  đo được trong vùng đó;

$C_0$  – Hệ số ảnh hưởng dùng để xét đến sự khác nhau giữa thành phần của bê tông vùng thử và bê tông tiêu chuẩn.

$C_0$  được xác định theo công thức:

$$C_0 = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \quad (21.3)$$

Trong đó:

$C_1$  – Hệ số ảnh hưởng của mác xi măng sử dụng để chế tạo cầu kiện kết cấu xây dựng;

$C_2$  – Hệ số ảnh hưởng của hàm lượng xi măng sử dụng cho  $1\text{m}^3$  bê tông;

$C_3$  – Hệ số ảnh hưởng của loại cốt liệu lớn sử dụng để chế tạo cầu kiện, kết cấu;

$C_4$  – Hệ số ảnh hưởng của đường kính lớn nhất của cốt liệu sử dụng để chế tạo cầu kiện, kết cấu xây dựng.

## **21.6. CÂU HỎI**

**Câu 1:** Các phương pháp thí nghiệm không phá huỷ thí nghiệm bê tông.

**Câu 2:** Nguyên lý hoạt động và phạm vi áp dụng của máy siêu âm.

**Câu 3:** Các bước tiến hành kiểm tra đánh giá chất lượng bê tông trên công trình.

**3.1.** Phương pháp siêu âm xác định cường độ nén của bê tông (TCXD 225:1998).

**3.2.** Phương pháp sử dụng súng bật nảy xác định cường độ nén của bê tông (TCXD 162:2004).

**3.3.** Phương pháp kết hợp máy siêu âm và súng bật nảy để xác định cường độ bê tông (TCXD 171:1989).

**3.4.** Phương pháp điện từ xác định chiều dày lớp bê tông bảo vệ và vị trí cốt thép (TCXD 240:2000).

## Chương 22

# PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ KÉO NHỎ CỦA BÊ TÔNG

[Dựa trên TCVN 9490:2012 (ASTM C900-06)  
Bê tông - Phương pháp xác định cường độ kéo nhỏ]

### 22.1. PHẠM VI ÁP DỤNG

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định cường độ kéo nhỏ của bê tông bằng cách đo lực cần thiết để kéo nhỏ chi tiết chèn ra khỏi mẫu thử bê tông hoặc kết cấu bê tông. Việc chèn thanh kim loại có thể thực hiện khi đổ hỗn hợp bê tông hoặc khi bê tông đã đóng rắn.

Phương pháp thử nghiệm này không cung cấp quy tắc thống kê để ước tính các đặc tính cường độ khác.

- *Công dụng của Phương pháp thử:*

Cường độ kéo nhỏ được dùng để xác định cường độ tại hiện trường của bê tông đã đạt đến mức quy định hay chưa để có thể:

- (1) tiến hành kéo cáp (đối với bê tông dự ứng lực kéo căng sau);
- (2) tháo ván khuôn và cột chống; hoặc
- (3) kết thúc bảo dưỡng.

Ngoài ra, thí nghiệm kéo nhỏ chi tiết chèn sau có thể được sử dụng để đánh giá cường độ bê tông trên kết cấu công trình.

Cường độ kéo nhỏ biểu thị cường độ của bê tông trong khu vực hình nón cụt được giới hạn bởi đầu chèn và vòng kê. Cho nên nó cũng cho biết chất lượng bê tông vùng bề mặt của kết cấu và có thể hữu ích trong việc đánh giá lớp bê tông bảo vệ cốt thép.

Trong trường hợp để kiểm tra cường độ đã đạt mức quy định hay chưa (như quy định để tháo khuôn, tháo cột chống, v.v...) thì kéo chi tiết chèn tới giá trị lực quy định.

### 22.2. CÁC TIÊU CHUẨN CÓ LIÊN QUAN

- ASTM C670, *Practice for preparing precision and bias statements for test methods for construction materials* (Hướng dẫn thực hành xử lý, biểu thị độ chính xác và hiệu chỉnh đối với các phương pháp thử vật liệu xây dựng).

- ASTM E4, Practice for force verification of testing machines (Hướng dẫn thực hành kiểm tra lực của thiết bị thử nghiệm).

- ASTM E74, *Practice of calibration of force-measuring instruments for verifying the force indication of testing machines* (Hướng dẫn thực hành hiệu chỉnh dụng cụ đo lực để kiểm tra hiển thị lực của thiết bị thử nghiệm).

### 22.3. NGUYÊN TẮC

Dùng giắc kéo để kéo chi tiết đã được chèn trong bê tông (có thể chèn khi đúc đổ - chèn trước hoặc chèn sau khi bê tông đã hóa rắn - chèn sau). Cường độ kéo nhỏ được xác định thông qua lực lớn nhất để kéo chi tiết chèn ra khỏi bê tông. Lực kéo nhỏ này phản ánh cường độ chịu nén của bê tông.

### 22.4. THIẾT BỊ, DỤNG CỤ

**22.4.1.** Hệ thống thiết bị cho phương pháp này đòi hỏi phải có ba yếu tố cơ bản sau: dụng cụ để chèn chi tiết chèn, hệ thống gia tải và hệ thống đo tải trọng (Một giắc kéo thủy lực hướng tâm có đồng hồ đo áp lực đã hiệu chỉnh theo Phụ lục 22A và vòng kê.

Để chèn chi tiết sau khi bê tông đã đóng rắn cần có thêm máy khoan lõi, đĩa mài để làm phẳng bề mặt, máy phay để cắt rãnh và dụng cụ mở rộng để mở rộng lỗ chèn.

**22.4.1.1.** Chi tiết chèn trước được làm bằng kim loại không phản ứng với xi măng. Bộ chèn bao gồm một đầu hình trụ và một trục cố định chiều sâu. Trục này được gắn vào vị trí trung tâm (xem Hình 22.1). Đầu trục được tạo ren để có thể di chuyển và thay thế bằng trục khỏe hơn để kéo, hoặc nó là một phần của chi tiết chèn, có chức năng như trục kéo. Thành phần kim loại của chi tiết chèn trước và phần đính kèm phải giống nhau và có khả năng chống ăn mòn điện hóa trong môi trường xi măng.

**22.4.1.2.** Hệ thống gia tải bao gồm một vòng kê được đặt trên bề mặt bê tông (xem Hình 22.1 và Hình 22.2) và thiết bị gia tải có dụng cụ đo tải trọng để dàng gắn vào trục kéo.

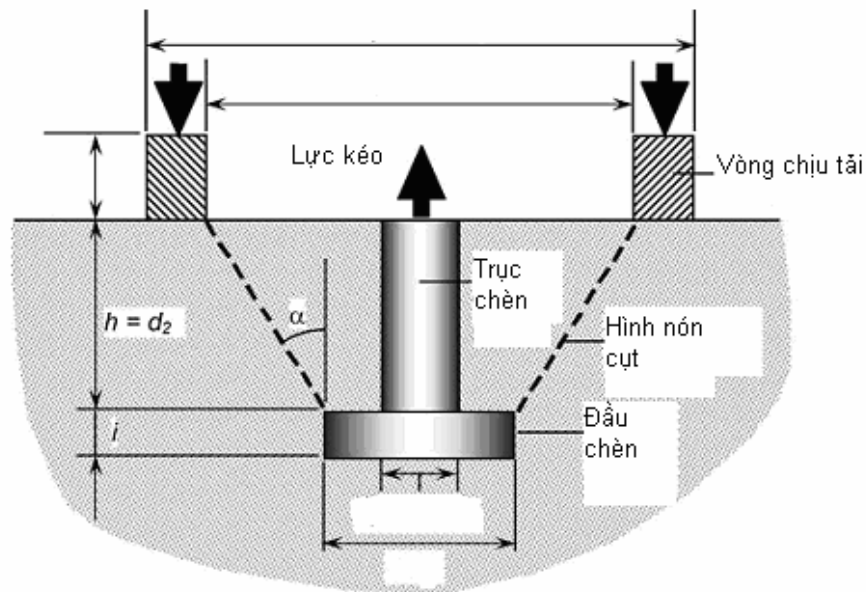
**22.4.1.3.** Thiết bị thử gồm bộ hướng tâm để đảm bảo rằng vòng kê luôn nằm ở tâm bộ chèn và tải trọng được cấp dọc theo trục kéo, vuông góc với vòng kê và phân bố đồng đều trên toàn bộ bề mặt.

#### **22.4.2. Kích thước được xác định như sau (xem Hình 22.1)**

**22.4.2.1.** Đường kính đầu chèn ( $d_2$ ) là cơ sở để xác định cấu hình thí nghiệm. Chiều dày của các đầu chèn và cường độ xoắn của kim loại phải đủ để ngăn chặn hiện tượng xoắn của chi tiết chèn trong quá trình thí nghiệm. Mặt bên của đầu chèn phải phẳng nhẵn (Chú thích 2). Đường kính đầu chèn lớn hơn hoặc bằng 2/3 kích thước danh nghĩa của hạt cốt liệu lớn nhất.

CHÚ THÍCH 1: Đường kính chi tiết chèn điển hình là 25 mm và 30 mm, cũng có thể được sử dụng loại đường kính lớn hơn. Các thí nghiệm đã chỉ ra rằng khi kích thước danh nghĩa lớn nhất của hạt cốt liệu gấp 1,5 lần đường kính đầu chèn thì không có ảnh hưởng đáng kể đến mối quan hệ với cường độ. Kích cỡ hạt cốt liệu lớn hơn có thể dẫn đến làm tăng phân tán các kết quả thí nghiệm vì các hạt lớn có thể làm cản trở khi rút côn hình nón cụt.

CHÚ THÍCH 2: Chi tiết chèn trước có thể được phủ một lớp ngăn cách để giảm thiểu liên kết với bê tông, và chúng có thể được vuốt thon về một phía để giảm thiểu ma sát trong quá trình thí nghiệm. Nếu các trục chèn đã được tháo bỏ trước khi thực hiện thí nghiệm, đầu chèn nên được sử dụng các biện pháp, chẳng hạn như khóa chữ V, để ngăn chặn hiện tượng quay trong bê tông. Để phòng ngừa chuyển động quay của đầu chèn, tất cả các phần cứng có ren cần được kiểm tra trước khi chèn, để đảm bảo rằng nó quay tự do và có thể dễ dàng tháo bỏ. Một đoạn khóa ren được đề nghị sử dụng để ngăn chặn sự rời lỏng của đầu chèn ra khỏi trục trong khi chèn và trong quá trình rung của bê tông xung quanh.

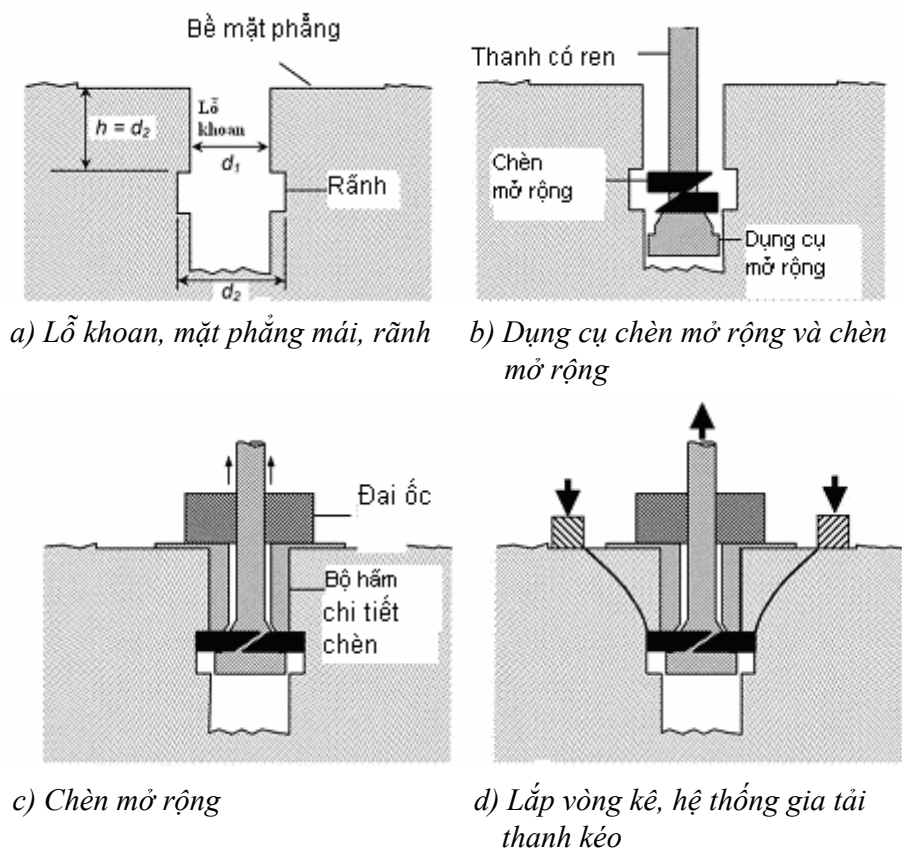


**Hình 22.1** - Sơ đồ mặt cắt ngang thí nghiệm kéo nhỏ đối với trường hợp chèn trước

Chi tiết chèn sau phải được thiết kế sao cho chúng thích hợp với các lỗ khoan và có thể kéo dài để phù hợp với các rãnh đã được cắt đến độ sâu định trước (xem Hình 22.2).

**22.4.2.2.** Đối với chèn trước, chiều dài của trục chèn kéo phải như thế nào đó để khoảng cách từ đầu chèn đến bề mặt bê tông ( $h$ ) bằng đường kính của đầu chèn ( $d_2$ ). Đường kính của trục chèn ở đầu ( $d_1$ ) không được vượt quá  $0,6 d_2$ .





**Hình 22.2** - Sơ đồ thử nghiệm kéo nhỏ đối với trường hợp chèn sau

**22.4.2.3.** Đối với chi tiết chèn sau, các rãnh để tiếp nhận chi tiết chèn sẽ được cắt sao cho khoảng cách giữa bề mặt chịu lực của rãnh và bề mặt bê tông bằng với đường kính đầu chèn sau khi đã mở rộng ( $d_2$ ). Sự khác biệt giữa các đường kính của các rãnh cắt dưới ( $d_2$ ) và lỗ khoan ( $d_1$ ) phải đủ để ngăn chặn sự hư hỏng cục bộ và đảm bảo bê tông hình nón cụt được tách ra trong khi thí nghiệm (xem Chú thích 3). Các chi tiết chèn sẽ phải chịu tải đồng đều trên toàn bộ diện tích chịu tải của rãnh.

**CHÚ THÍCH 3:** Đường kính lỗ 18 mm và đường kính rãnh 25 mm đã được sử dụng thành công.

**22.4.2.4.** Vòng kê có đường kính trong ( $d_3$ ) bằng (2,0 ÷ 2,4) lần đường kính đầu chèn ( $d_2$ ), và có đường kính ngoài ( $d_4$ ) ít nhất bằng 1,25 lần đường kính trong. Chiều dày của vòng ( $t$ ) ít nhất bằng 0,4 lần đường kính đầu chèn kéo.

**22.4.2.5.** Sai lệch kích thước của chi tiết chèn, vòng kê và chiều sâu chèn là  $\pm 2\%$  trong một hệ thống nhất định.

**CHÚ THÍCH 4:** Giới hạn đối với kích thước và cấu hình chèn thí nghiệm kéo và thiết bị có thể khuyến cáo sử dụng hệ thống khác.

**22.4.2.6.** Thiết bị gia tải phải có đủ khả năng gia tải và có tải trọng vượt quá tải trọng lớn nhất dự kiến.

*CHÚ THÍCH 5: Bơm thủy lực cấp tải liên tục cho kết quả thí nghiệm đồng đều hơn so với máy bơm cấp tải không liên tục.*

**22.4.2.7.** Đồng hồ đo lực kéo có khoảng chia độ không quá 5% giá trị lực trong phạm vi dự định sử dụng.

**22.4.2.8.** Đồng hồ đo có giá trị lớn nhất vượt giá trị tải trọng lớn nhất trong quá trình thí nghiệm.

**22.4.2.9.** Thiết bị kéo phải được hiệu chỉnh theo quy định của Phụ lục 22A ít nhất mỗi năm một lần và sau tất cả các lần sửa chữa (nếu có). Hiệu chỉnh thiết bị kéo bằng cách sử dụng máy thử theo quy định trong ASTM E4 hoặc bộ chất tải theo quy định trong ASTM E74. Lực kéo đo được dựa trên mối quan hệ hiệu chỉnh phải trong vòng  $\pm 2\%$  lực được đo bằng các máy thử hoặc bộ thử tải.

## **22.5. CHUẨN BỊ THỬ**

**22.5.1.** Các vị trí thí nghiệm phải tách ra để có khoảng cách rõ ràng giữa các chi tiết chèn ít nhất bằng bảy lần đường kính đầu chèn. Khoảng cách giữa chi tiết chèn và các mép của kết cấu bê tông phải bằng ít nhất 3,5 lần đường kính đầu chèn. Chi tiết chèn sẽ được đặt như thế nào đó để cốt thép ở bên ngoài bề mặt hình nón nhiều hơn một đường kính cốt thép, hoặc kích thước hạt cốt liệu lớn nhất, chọn thông số lớn hơn.

*CHÚ THÍCH 6: Nên sử dụng máy dò cốt thép để tránh cốt thép khi lập kế hoạch xác định các vị trí thí nghiệm khi chèn sau. Thực hiện theo hướng dẫn sử dụng của nhà sản xuất đối với việc vận hành thiết bị đó.*

**22.5.2.** Khi kết quả thí nghiệm kéo được sử dụng để đánh giá cường độ hiện trường nhằm mục đích cho phép bắt đầu các hoạt động xây dựng quan trọng, chẳng hạn như tháo ván khuôn hoặc tiến hành kéo thép trong bê tông dự ứng lực kéo căng sau, ít nhất phải thí nghiệm kéo riêng lẻ năm lần như sau:

**22.5.2.1.** Cứ mỗi 115 m<sup>3</sup>, đối với đồ bê tông, hoặc một phần tương ứng, hoặc

**22.5.2.2.** Cứ mỗi 470 m<sup>2</sup>, đối với các tấm hoặc các bức tường, hoặc một phần tương ứng bằng diện tích bề mặt của một mặt.

*CHÚ THÍCH 7: Nhiều hơn số lượng tối thiểu chi tiết chèn cần được cung cấp trong trường hợp kết quả thí nghiệm không hợp lệ hoặc thí nghiệm bắt đầu trước khi cường độ bê tông đã phát triển đầy đủ.*

**22.5.2.3.** Chi tiết chèn được bố trí tại các khu vực quan trọng của kết cấu tùy theo điều kiện vận hành và yêu cầu chịu lực của kết cấu.

**22.5.3.** Khi thí nghiệm kéo nhỏ được sử dụng cho các mục đích khác, số lượng các thí nghiệm được xác định theo quy định riêng.

## **22.6. CÁC BƯỚC TIẾN HÀNH THỬ**

### **22.6.1. Đặt chèn trước**

**22.6.1.1.** Lắp chèn kéo có thể sử dụng bu lông hoặc bằng các phương pháp được chấp nhận khác, miễn là bảo đảm chèn vững chắc, đúng vị trí của nó trước khi đổ bê tông. Tất cả sẽ được chèn nhúng vào cùng một chiều sâu, Trục của mỗi chi tiết chèn phải vuông góc với bề mặt bê tông sẽ được hình thành.

**22.6.1.2.** Ngoài ra, theo quy định của phép thử, các chi tiết chèn được cho vào bề mặt bê tông nằm ngang. Các chi tiết chèn sẽ được nhúng vào bê tông tươi đảm bảo độ sâu đồng nhất và trục của nó phải vuông góc với bề mặt phẳng của bê tông. Việc lắp đặt chi tiết chèn phải được thực hiện hoặc giám sát bởi nhân viên đã được các nhà sản xuất hoặc đại diện của nhà sản xuất đào tạo.

*CHÚ THÍCH 8: Kinh nghiệm cho thấy rằng lực kéo có giá trị thấp hơn và thay đổi nhiều hơn khi chèn các chi tiết chèn bằng tay so với khi các chi tiết chèn được đặt trước trong ván khuôn.*

**22.6.1.3.** Khi đo cường độ kéo nhỏ của bê tông, phải tháo bỏ tất cả bộ phận được sử dụng cho việc đảm bảo định vị chi tiết chèn. Trước khi lắp đặt hệ thống cấp tải, phải loại bỏ tất cả các mảnh vỡ hoặc những bất thường của bề mặt để đảm bảo bề mặt phẳng vuông góc với trục của chi tiết chèn.

### **22.6.2. Đặt chèn sau**

**22.6.2.1.** Bề mặt thử được lựa chọn phải phẳng và thích hợp cho việc khoan lỗ và cắt rãnh. Khoan một lỗ vuông góc với bề mặt để cung cấp một điểm tham khảo cho các hoạt động tiếp theo và để thích ứng với việc chèn mở rộng và các bộ phận phối hợp liên quan. Không được phép sử dụng khoan va đập.

**22.6.2.2.** Sử dụng một đĩa mài để tạo phẳng cho bề mặt (nếu cần thiết), các công cụ khác hỗ trợ cho quá trình chuẩn bị thí nghiệm và để vòng kê được đồng tâm trong quá trình thí nghiệm. Bề mặt phải vuông góc với trục của lỗ khoan.

**22.6.2.3.** Sử dụng công cụ phay để cắt rãnh có đường kính và ở độ sâu thích hợp trong các lỗ khoan. Các rãnh đồng tâm với các lỗ khoan.

*CHÚ THÍCH 9: Để kiểm soát tính chính xác của các hoạt động này, nên được sử dụng một hệ thống hỗ trợ để giữ thiết bị ở vị trí thích hợp trong các bước tiếp sau.*

**22.6.2.4.** Nếu sử dụng nước để làm mát, phải loại bỏ nước tự do tại lỗ khoan khi đã hoàn thành việc khoan và cắt rãnh. Cần phải bảo vệ không để nước xâm nhập vào các lỗ khoan cho đến khi hoàn thành thí nghiệm.

**CHÚ THÍCH 10:** *Nước thấm vào mẫu thử có thể ảnh hưởng đến việc đo cường độ kéo nhỏ, vì vậy, nước phải được loại bỏ ra khỏi lỗ khoan ngay sau khi hoàn thành việc khoan, mài, và cắt. Nếu thí nghiệm không được hoàn thành ngay sau khi chuẩn bị lỗ, không được phép để nước vào lỗ trước khi hoàn tất các thí nghiệm.*

**22.6.2.5.** Dùng dụng cụ mở rộng để định vị vòng chèn sau vào rãnh và mở rộng vòng chèn sau tới kích thước thích hợp.

### **22.6.3. Cách đặt vòng kê**

Vòng kê được đặt quanh trục chèn kéo, nối trục kéo với thiết bị thủy lực và xiết cho thiết bị thủy lực tỳ khít vào bề mặt đỡ. Cần đảm bảo vòng kê được đặt trùng tâm với chi tiết chèn và nằm bằng phẳng trên bề mặt bê tông.

### **22.6.4. Tiến hành kéo**

Tốc độ gia tải phải đồng đều sao cho mức tăng ứng suất trên bề mặt đạt mức  $(70 \pm 30)$  kPa/s (Chú thích 11). Nếu chèn để thử nghiệm đến vỡ của bê tông, tải được cấp đồng đều theo tốc độ quy định cho đến khi xảy ra vỡ bê tông. Ghi số đọc tối đa đến chính xác đến gần một nửa vạch chia của đồng hồ đo. Nếu chèn để thử nghiệm chỉ với một tải trọng quy định để kiểm tra xem mức tối thiểu của cường độ hiện trường đã đạt chưa, tải được cấp đồng đều theo tốc độ quy định cho đến khi đạt mức yêu cầu thì dừng. Duy trì tải quy định đó ít nhất 10 giây.

**Bảng 22.1 – Ước đoán thời gian hoàn thành thử nghiệm kéo phụ thuộc vào tải trọng kéo**

Tải trọng kéo, kN	Thời gian tối thiểu, s	Thời gian tối đa, s
10	14	33
20	29	67
30	43	100
40	57	133
50	71	167
60	86	200
70	100	233
80	114	267
90	129	300
100	143	333

CHÚ THÍCH 11: *Tốc độ gia tải được quy định trong điều khoản của tốc độ ứng suất danh nghĩa để phù hợp với kích cỡ khác nhau của hệ thống thử kéo. Xem Phụ lục XI đối với công thức liên quan với tốc độ ứng suất danh nghĩa bình thường và tải trọng kéo. Đối với một hệ thống thí nghiệm kéo, trong đó  $d_2 = 25$  mm và  $d_3 = 55$  mm, tốc độ ứng suất quy định tương ứng với tốc độ cấp tải khoảng  $(0,5 \pm 0,2)$  kN/s. Nếu hệ thống này được sử dụng, những dao động của thời gian để hoàn thành một thí nghiệm tải kéo khác nhau theo ước đoán sẽ như trong Bảng 22.1.*

#### **22.6.5. Các tình huống từ chối**

Một kết quả thử nào đó có thể bị từ chối nếu gặp một hoặc một số điều kiện sau:

**22.6.5.1.** Đầu lớn của hình nón cụt không phải là một vòng tròn hoàn chỉnh có đường kính như đường kính trong của vòng kê;

**22.6.5.2.** Khoảng cách từ bề mặt đến đầu chèn (h trong Hình 22.1 hoặc Hình 22.2) không bằng đường kính của chi tiết chèn;

**22.6.5.3.** Đường kính của các rãnh trong thí nghiệm chèn sau không bằng giá trị thiết kế;

**22.6.5.4.** Đường kính chèn mở rộng trong thí nghiệm chèn sau không bằng giá trị thiết kế; hoặc

**22.6.5.5.** Nhìn thấy thanh gia cố trong khu vực hư hỏng sau khi lấy hình nón ra.

#### **22.7. TÍNH KẾT QUẢ**

**22.7.1.** Chuyển đổi số đọc thành lực kéo trên cơ sở dữ liệu hiệu chỉnh.

**22.7.2.** Tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của lực kéo đại diện cho các thí nghiệm của việc đổ bê tông đã thực hiện.

#### **22.8. BÁO CÁO THỬ NGHIỆM**

**22.8.1.** Báo cáo gồm các thông tin sau:

**22.8.1.1.** Kích thước của chi tiết chèn và vòng kê (sơ đồ hoặc kích thước cụ thể).

**22.8.1.2.** Đánh dấu vị trí thử trên bê tông.

**22.8.1.3.** Ngày và thời gian thí nghiệm kéo.

**22.8.1.4.** Đối với các thí nghiệm kéo đến phá hủy, cần báo cáo tải trọng kéo tối đa của các thí nghiệm kéo riêng lẻ, độ lệch trung bình và độ lệch chuẩn, kN.

Đối với các thí nghiệm chỉ kéo đến tải trọng quy định, cần báo cáo các tải trọng kéo áp dụng trong mỗi lần thử, kN.

**22.8.1.5.** Mô tả các bất thường trên bề mặt không tương ứng với vòng hoạt động tại vị trí thí nghiệm;

**22.8.1.6.** Những bất thường trong mẫu thử bị vỡ và trong chu trình gia tải;

**22.8.1.7.** Phương pháp bảo dưỡng bê tông được sử dụng và độ ẩm của bê tông trong quá trình thí nghiệm;

**22.8.1.8.** Các thông tin khác trong công việc có thể có ảnh hưởng đến cường độ kéo nhỏ.

## **22.9. ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ ĐỘ LỆCH**

### **22.9.1. Độ chính xác của các thử nghiệm đơn**

Dựa trên các dữ liệu được tóm lược trong ACI 228.1R<sup>(14)</sup> đối với thử nghiệm kéo chèn trước với mức chôn sâu khoảng 25 mm, hệ số sai lệch trung bình của thí nghiệm được thực hiện trên bê tông có kích thước hạt cốt liệu lớn nhất 19 mm của một người làm, sử dụng cùng một thiết bị thử nghiệm là 8%. Do đó, phạm vi các kết quả thử riêng lẻ, thể hiện bằng % trung bình, không được vượt quá các giá trị ghi trong Bảng 22.2.

**Bảng 22.2 – Phạm vi chấp nhận kết quả thử nghiệm**

Số mẫu thử	Phạm vi chấp nhận (% trung bình)
5	31
7	34
10	36

Giá trị thay đổi trong thí nghiệm kéo chèn sau giống nhau về hình học như đối với thử chèn trước cũng tương tự.

**CHÚ THÍCH 12:** *Nếu các kết quả thí nghiệm vượt quá phạm vi chấp nhận, cần thực hiện nghiên cứu thêm. Những kết quả thí nghiệm bất thường do quy trình không đúng hoặc sự cố thiết bị. Người sử dụng cần nghiên cứu nguyên nhân tiềm năng bên ngoài và loại bỏ những kết quả thử có thể nằm ngoài phạm vi xác định. Nếu không có nguyên nhân rõ ràng, các giá trị vượt trội đó có thể là sự khác biệt thực sự trong cường độ bê tông tại các vị trí thí nghiệm. Những khác biệt này có thể do sự thay đổi tỷ lệ hỗn hợp, mức độ đầm chặt, hoặc điều kiện bảo dưỡng.*

**22.9.2.** Các dữ liệu về độ chính xác của nhiều người thực hiện chưa có.

**22.9.3.** Độ lệch của phương pháp này chưa được đánh giá nhiều vì phương pháp thử kéo nhỏ chỉ được thực hiện theo các điều khoản của phương pháp thử này.

## PHỤ LỤC

### Phụ lục 22A

#### HƯỚNG DẪN HIỆU CHỈNH HỆ THỐNG THỦY LỰC GIA TẢI KÉO

**22A.1.** Mục tiêu của quy trình hiệu chỉnh là thiết lập mối quan hệ giữa số đọc của hệ thống đo lực kéo và lực kéo dọc trục được sử dụng để kéo chi tiết chèn. Mối quan hệ này được thiết lập bằng cách sử dụng các phương pháp tiên tiến như được chỉ ra trong Hình 22A.1. Nói chung, hiệu chỉnh được thực hiện bằng cách so sánh số đọc của hệ thống cấp tải kéo với lực được đo bằng một máy thử nghiệm đã được xác minh theo quy định của ASTM E4 hoặc đo với ô thử tải loại A đã được hiệu chỉnh theo quy định trong ASTM E74. Khoảng thời gian giữa các lần xác minh bằng máy thử hoặc hiệu chỉnh ô thử tải được quy định trong ASTM E4 hoặc ASTM E74.

**22A.2.** Vị trí của hệ thống cấp tải kéo trên thiết bị đo lực. Căn tất cả các thành phần để các lực kéo đồng tâm với hệ thống cấp tải và hệ thống đo lực. Sử dụng ghế hình cầu hoặc phương tiện tương tự khác để giảm thiểu tác động uốn trong hệ thống gia tải.

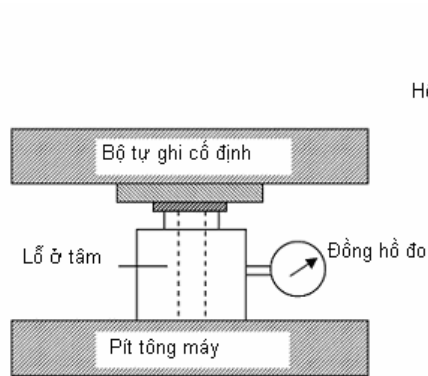
*CHÚ THÍCH 22A.1: Khi máy thử nén được sử dụng để đo lực, các blocc chịu tải cần được bảo vệ để tránh bị hư hại.*

**22A.3.** Sử dụng hệ thống cấp tải kéo, áp dụng tăng tải trọng trên phạm vi hoạt động, ghi lại số đọc và lực tương ứng được đo bằng các máy kiểm tra hoặc ô thử tải. Hãy đọc tại khoảng 10 cấp tải phân bố trong phạm vi hoạt động của hệ thống kéo tải.

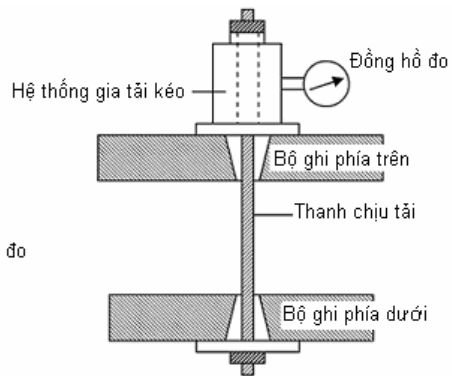
*CHÚ THÍCH 22A.2: Các giá trị thấp của lực cần tránh trong quá trình hiệu chỉnh bởi vì những ảnh hưởng của ma sát có thể dẫn đến những sai sót đáng kể. Các nhà sản xuất cần cung cấp phạm vi hoạt động của hệ thống gia tải khi kéo.*

**22A.4.** Sử dụng các số đọc thu được trong quá trình hiệu chỉnh để tính toán phương trình hồi quy thích hợp bằng cách sử dụng phương pháp đường cong diện tích nhỏ nhất.

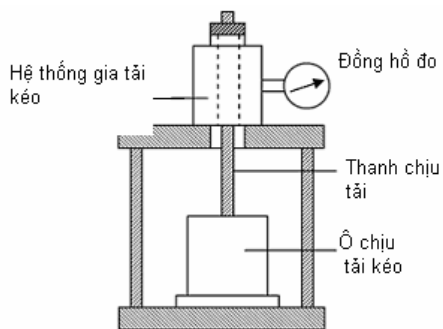
*CHÚ THÍCH 22A.3: Phụ lục X2 cung cấp ví dụ để minh họa cho sự phát triển phương trình hiệu chỉnh. Các thông tin bổ sung được cung cấp trong ASTM E74.*



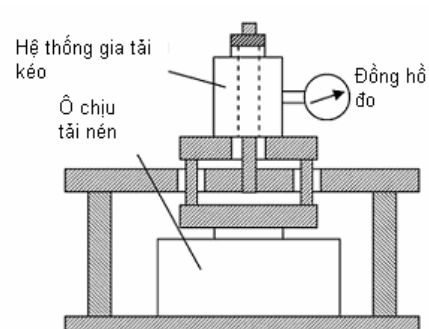
a) Hiệu chỉnh bằng máy thử nén



b) Hiệu chỉnh bằng máy thử kéo



c) Hiệu chỉnh bằng ô chịu tải kéo



d) Hiệu chỉnh bằng ô chịu tải nén

**Hình 22A.1** - Sơ đồ các phương pháp chấp nhận để hiệu chỉnh hệ thống đo tải kéo  
(Nên sử dụng tấm thép cán nguội dày ít nhất là 13 mm)

**22A.5.** Sự khác biệt giữa lực tính theo phương trình hồi quy và lực đo bằng máy thử hoặc ô thử tải không được lớn hơn  $\pm 2\%$  lực đo trong phạm vi hoạt động. Nếu độ sai lệch này không được đáp ứng, hệ thống tải kéo đó không được sử dụng cho đến khi yêu cầu này được thỏa mãn.



## Phụ lục 22B

### HƯỚNG DẪN TÍNH ỨNG SUẤT

**22B.1.** khi tính toán ứng suất mong muốn, tính ứng suất danh nghĩa bình thường trên bề mặt nứt hình nón bằng cách chia lực kéo cho diện tích hình nón cụt và nhân với sin của góc nửa đỉnh. Sử dụng các phương trình sau:

$$\left( f_n = \frac{P}{A} \times \sin\alpha \right) \quad (22B.1)$$

$$\left( \sin\alpha = \frac{d_3 - d_2}{2S} \right) \quad (22B.2)$$

$$\left( A = \pi S \times \frac{d_3 + d_2}{2} \right) \quad (22B.3)$$

$$\left( S = \sqrt{h_2 + \left( \frac{d_3 + d_2}{2} \right)^2} \right) \quad (22B.4)$$

Trong đó:

$f_n$ : ứng suất danh nghĩa trung bình, MPa;

$P$ : Lực kéo, N;

$\alpha$ : góc đỉnh hình nón cụt, hoặc  $\tan^{-1} (d_3 - d_2)/2 h$ ;

$A$ : diện tích bề mặt nứt, mm<sup>2</sup>;

$d_2$ : đường kính của đầu chèn kéo, mm;

$d_3$ : đường kính trong của vòng kê hoặc đường kính lớn của hình nón cụt, mm;

$h$ : chiều cao của hình nón cụt, từ đầu chèn đến bề mặt lớn, mm;

$S$ : chiều dài nghiêng của hình nón cụt, mm.

#### 22B.2. Tính kết quả

Tính toán trên cho giá trị trung bình của ứng suất bình thường trên bề mặt nứt vỡ giả định. Bởi vì trạng thái ứng suất trên hình nón cụt không đồng đều, nên ứng suất bình thường được tính là giá trị ảo. Các giá trị ứng suất bình thường tính được rất hữu ích khi so sánh cường độ kéo thu được với các thí nghiệm hình học khác nhau nằm trong giới hạn của phương pháp thử.

## Phụ lục 22C

### VÍ DỤ MINH HỌA QUÁ TRÌNH HIỆU CHỈNH

**22C.1.** Phụ lục này cung cấp ví dụ để minh họa cho sự phát triển các phương trình hiệu chỉnh để chuyển đổi số đọc trên hệ thống cấp tải sang lực tác động lên chi tiết chèn. Bảng 22C.1 cho thấy dữ liệu thu được bằng cách sử dụng quy trình trong phụ lục. Cột đầu tiên là số đọc và cột thứ hai chỉ lực đo được.

**Bảng 22C.1 – Ví dụ về số liệu hiệu chuẩn và số dư hồi quy**

Số đọc, kN	Lực đo được, kN	Số dư, kN
2,0	1,6	0,03
5,0	4,8	0,09
10,0	10,5	- 0,16
15,0	15,8	- 0,02
20,0	21,2	0,03
25,0	26,7	- 0,03
30,0	32,0	0,12
35,0	37,4	0,16
40,0	42,8	0,21
45,0	48,6	- 0,14
50,0	54,2	- 0,30
55,0	59,4	- 0,06
60,0	64,5	0,29

**22C.2.** Hình 22C.2 là đồ thị thể hiện các dữ liệu trong bảng 22C.1 có đường thẳng phù hợp nhất với dữ liệu. Đường thẳng phù hợp sử dụng chương trình máy tính thông dụng để vẽ đồ thị và phân tích thống kê. Phương trình của đường thẳng được thể hiện trong bảng kết quả trên đồ thị và là như sau:

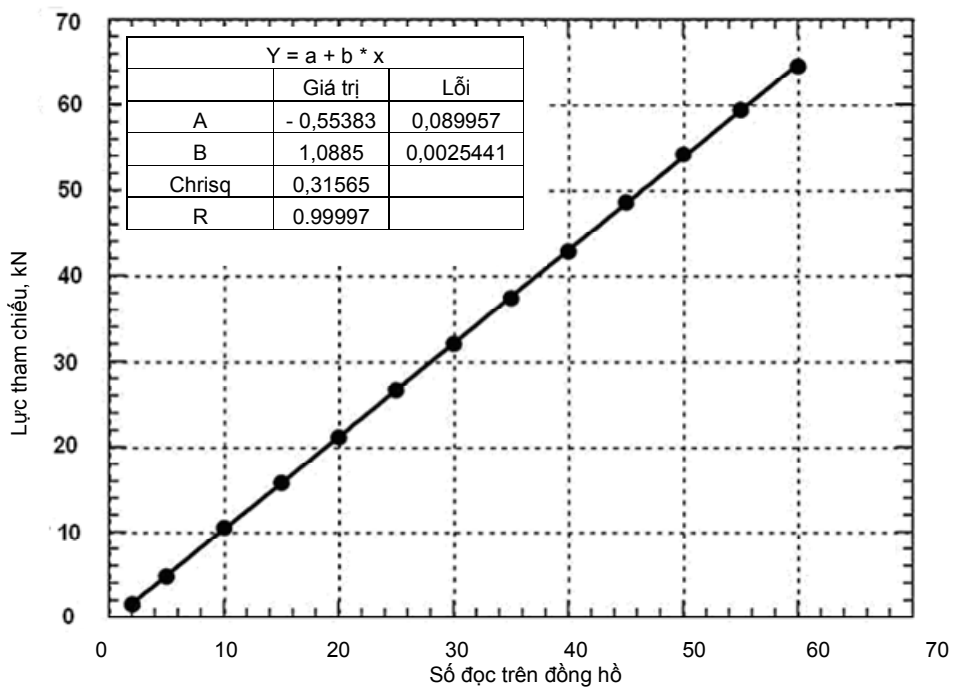
$$P \text{ (kN)} = -0,55 + 1,089 G \text{ (kN)} \quad (22C.1)$$

Trong đó:

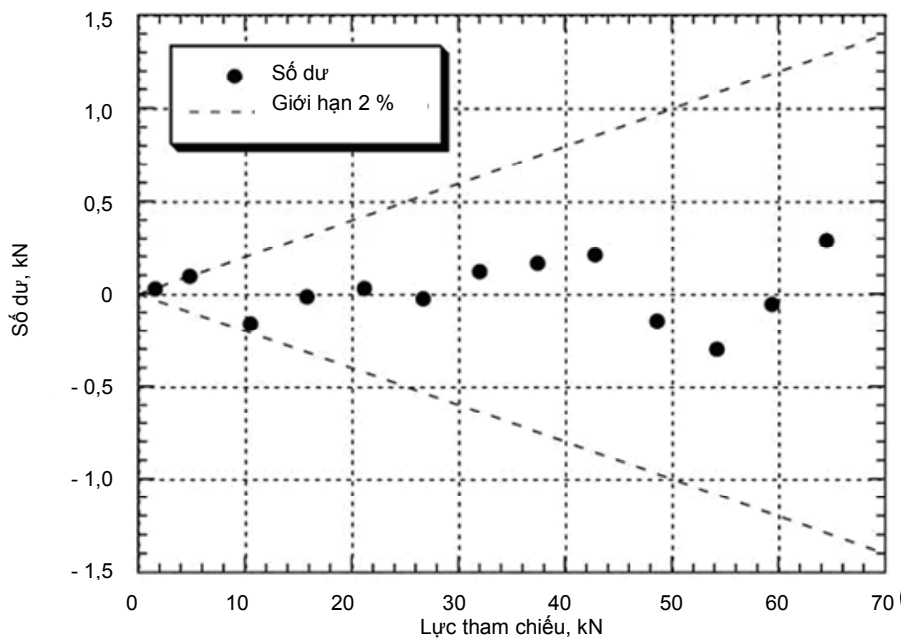
P: lực kéo ước tính, kN;

G: lực kéo được chỉ ra trên đồng hồ đo của hệ thống gia tải kéo, kN.

Cột “lỗi” trong Bảng ở trong Hình 22C.1 là độ lệch chuẩn của phân bị chặn ước tính và độ dốc. Các giá trị thấp của độ lệch chuẩn liên quan với độ dốc và phân bị chặn cho thấy phân bị chặn không phải là số không và có độ dốc không bằng 1,00.



**Hình 22C.1** - Đồ thị dữ liệu hiệu chuẩn từ bảng 22C.1 và đường thẳng phù hợp nhất



**Hình X2.2** - Số dư của phương trình phù hợp tốt nhất-Fit như là hàm số của lực đo.

**22C.3.** Hình 22C.2 là đồ thị của các số dư của đường phù hợp tốt nhất như là hàm của lực đo. Các số dư được hiển thị trong cột thứ ba của Bảng 22C.1 và chúng là những khác biệt giữa lực ước tính dựa trên phương trình phù hợp tốt nhất và lực đo (Cột 2 trong Bảng 22C.1). Trong Hình 22C.2 cũng thể hiện giới hạn  $\pm 2\%$ . Từ đó có thể thấy rằng, ngoại trừ ba điểm đầu tiên, các số dư là tốt trong dung sai cho phép. Như vậy, mối quan hệ hiệu chỉnh cho thiết bị này đáp ứng các yêu cầu, cấp lực kéo lớn hơn khoảng 10 kN.

**22C.4.** Hình 22C.2 cho thấy rằng các số không phân bố ngẫu nhiên nhưng xuất hiện để có sự thay đổi định kỳ theo mức của lực. Điều này cho thấy rằng phương trình hiệu chỉnh thực không phải là một đường thẳng. Tuy nhiên, bởi vì các số dư cũng dưới mức  $\pm 2\%$ , điều đó có nghĩa là không cần thiết phải cố gắng để phương trình phù hợp với mức cao hơn (đa thức), và đường thẳng là đủ. Các thảo luận bổ sung về phương trình phù hợp cao hơn được cung cấp trong ASTM E 74.

## **22.10. CÂU HỎI**

1. Nêu nguyên tắc xác định cường độ kéo nhỏ và các ứng dụng của nó.
2. Có bao nhiêu cách chèn chi tiết để kéo và yêu cầu chủ yếu của việc chèn?

## **22.11. YÊU CẦU THỰC HÀNH**

1. Nắm được cách chèn các chi tiết kéo.
2. Biết cách đặt vòng kê.
3. Biết cách kéo nhỏ.

## Chương 23

# **BÊ TÔNG - XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ KÉO BỀ MẶT VÀ CƯỜNG ĐỘ BẮM DÍNH BẰNG KÉO TRỰC TIẾP (Giới thiệu TCVN 9491:2012)- ASTM C1583/C1583M – 04 Standard test method for tensile strength of concrete surfaces and the bond strength or tensile strength of concrete repair and overlay materials by direct tension (pull-off method)**

### 23.1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển chung của ngành xây dựng, công tác nghiên cứu, thử nghiệm kiểm tra, đánh giá chất lượng bê tông và bê tông cốt thép trong các công trình xây dựng cũng đã có nhiều tiến bộ. Tuy nhiên, công tác kiểm định chủ yếu vẫn dựa vào các phương pháp truyền thống thông qua mẫu thử lấy ở hiện trường đưa về phòng thí nghiệm (tạo mẫu đối với công trình xây mới, khoan phá lấy mẫu đối với công trình cũ). Phương pháp truyền thống trên không đảm bảo đánh giá đầy đủ, toàn diện chất lượng công trình, không xác định được độ bền lâu và không dự đoán được khả năng công trình có đáp ứng tuổi thọ theo thiết kế hay không.

Ở các nước tiên tiến và phát triển, xu thế áp dụng các phương pháp thử nghiệm không phá hủy đang được phát triển mạnh mẽ giúp cho công tác quản lý chất lượng công trình xây dựng được đổi mới theo hướng kiểm soát nhanh, khoa học, chính xác, đạt hiệu quả cao. Khi áp dụng đúng, hệ thống thử nghiệm này cho phép thử nhanh và cung cấp kết quả ngay tại hiện trường. Bằng các thiết bị thử tiên tiến giúp cho việc xác định các chỉ tiêu kỹ thuật chất lượng của các kết cấu xây dựng được sát với trạng thái làm việc thực tế, cho phép đánh giá được độ bền lâu, tuổi thọ của công trình xây dựng và cảnh báo các nguy cơ mất an toàn trong quá trình xây dựng cũng như trong quá trình vận hành sử dụng công trình.

Các phương pháp thí nghiệm không phá hủy (NDT) được sử dụng để xác định các tính năng của bê tông đã đóng rắn và đánh giá tình trạng của bê tông tại các móng sâu, cầu, tòa nhà, mặt đường, đập, và công trình bê tông khác.

Thí nghiệm như thế nào được coi là thí nghiệm không phá hủy (NDT)?

Theo ACI 228.2R-98, thí nghiệm không phá hủy được xác định là thí nghiệm không gây hư hại đáng kể về cấu trúc bê tông.

Các phương pháp thí nghiệm không phá hủy (NDT) được áp dụng đối với kết cấu bê tông theo 4 mục đích cơ bản như sau:

- Kiểm soát chất lượng công trình mới;
- Khắc phục các sự cố của công trình mới;
- Đánh giá tình trạng của bê tông cũ nhằm mục đích sửa chữa;
- Bảo đảm chất lượng sửa chữa bê tông.

Trong tài liệu: “Hướng dẫn kỹ thuật - Các phương pháp thí nghiệm không phá hủy (NDT) để đánh giá tình trạng làm việc của bê tông trong kết cấu” (*Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures*) do Hội công nghiệp bê tông Việt Nam chuyển dịch từ báo cáo ACI 228.2R-98 (tái thông qua năm 2004) của Hội bê tông Mỹ (ACI) có trình bày các phương pháp thí nghiệm không phá hủy để đánh giá điều kiện làm việc của bê tông và thép gia cường trong các kết cấu bê tông cốt thép. Các phương pháp được trình bày trong báo cáo này bao gồm:

- Quan sát bằng mắt (hay còn gọi là thị sát);
- Các phương pháp sóng ứng suất, phương pháp hạt nhân, các phương pháp điện và điện từ, ảnh nhiệt hồng ngoại và radar xuyên đất.

Còn các phương pháp đánh giá cường độ nén tại chỗ được trình bày trong tài liệu ACI 228.1R.

Trong bài này, chúng tôi sẽ giới thiệu chi tiết Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9491:2012 là tiêu chuẩn quốc gia hoàn toàn tương đương với tiêu chuẩn ASTM C1583 "*Bê tông - Xác định cường độ kéo bề mặt và cường độ bám dính bằng kéo trực tiếp (phương pháp kéo đứt)*".

Với phương pháp này, cường độ kéo đứt thu được có thể sử dụng trong các mục đích sau đây:

- Để đánh giá cường độ kéo tại chỗ giữa một lớp phủ sửa chữa và lớp nền;
- Để đánh giá cường độ kéo tại chỗ của bê tông hoặc vật liệu khác;
- Để đánh giá hiệu quả của các phương pháp chuẩn bị nền dựa trên Cường độ kéo của lớp nền trước khi áp dụng một loại vật liệu trong sửa chữa hoặc phủ lớp vật liệu mới lên bề mặt;
- Để ước lượng cường độ nén tại chỗ của nền bê tông bằng cách sử dụng các mối quan hệ gần đúng giữa Cường độ kéo  $f_t$  (MPa) và cường độ nén  $f_c$  (MPa) dưới đây:

$$F_t = \frac{F_c}{10}$$

## 23.2. TIÊU CHUẨN TCVN 9491:2012

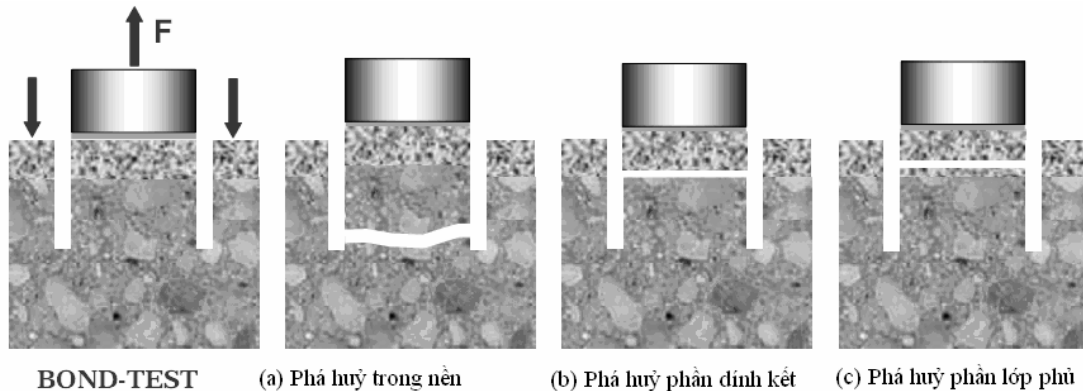
### 23.2.1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này được sử dụng để xác định một hoặc nhiều thông số sau đây (có thể ứng dụng trong thử nghiệm tại hiện trường hoặc ở phòng thí nghiệm):

- Cường độ kéo gần bề mặt của nền nhằm xác định việc chuẩn bị bề mặt trước khi sửa chữa hay phủ vật liệu mới đã đảm bảo chưa;
- Cường độ bám dính của lớp sửa chữa hoặc lớp vật liệu phủ với nền;
- Cường độ kéo của lớp sửa chữa hoặc lớp phủ, hoặc chất dính kết được dùng trong sửa chữa, sau khi đã ứng dụng chúng lên bề mặt.

### 23.2.2. Nguyên lý

Một đĩa được gắn kết với một nền đã được chuẩn bị để kiểm tra, sau đó dùng thiết bị kéo thích hợp (như thiết bị **BOND-TEST** hãng GI - Germany Instrument) kéo đĩa này ra khỏi bề mặt. Trước khi kéo, một phần nhân đã được cắt xung quanh đĩa (xem Hình 23.1).



Hình 23.1

Độ bền kéo đứt  $f_p$  được tính bằng cách chia lực kéo đứt  $F$  cho diện tích mặt cắt ngang của một phần lõi để thu được theo công thức sau:

$$F_p = \frac{4F}{\pi d^2}$$

Trong đó:

$d$  là đường kính của phần lõi.

Sau khi kéo đứt sẽ có các dạng phá hoại như sau:

- Đứt ở nền (a) chỉ ra rằng độ bền của mối liên kết mới lớn hơn độ bền kéo đứt của bản thân nền.

- Đứt tại mối dán (b) cung cấp thước đo độ bền bám dính giữa lớp phủ và nền (độ bền kéo đứt của nền lớn hơn độ bền kéo của mối dán giữa vật liệu sửa chữa và nền).

- Đứt trong các lớp phủ (c) cho thấy rằng các lực liên kết của mối dán giữa vật liệu sửa chữa và nền lớn hơn độ bền kéo của bản thân lớp phủ.

Cần lưu ý trong quá trình thử nghiệm, điều quan trọng là phải đảm bảo lực kéo luôn vuông góc với bề mặt, nếu không, sẽ được kết quả kiểm tra thấp và thất thường.

### **23.2.3. Sai lệch**

Tùy thuộc kích thước đĩa sử dụng để gắn với nền mà có sự sai lệch của kết quả đo:

- Đối với đĩa 75 mm, hệ số sai lệch của kết quả kiểm tra khoảng 8 đến 10% đối với bê tông có kích thước hạt cốt liệu lớn nhất bằng 38 mm;

- Đối với đĩa 50 mm đĩa, hệ số đó là 14 đến 16%.

### **23.2.4. Tóm tắt phương pháp thử**

**23.2.4.1.** Phép thử này được thực hiện trên bề mặt nền bê tông cũ đã được xử lý trước khi phủ lên nó lớp bê tông mới để sửa chữa hoặc vật liệu phủ hay trên bề mặt lớp bê tông sửa chữa hoặc vật liệu phủ sau khi đã hoàn thành công việc sửa chữa.

**23.2.4.2.** Tạo mẫu thử bằng cách khoan vuông góc vào bề mặt nền, sao cho lõi khoan được giữ nguyên vẹn và liên kết với nền. Gắn đĩa thép lên bề mặt trên của lõi khoan vừa tạo ra.

**23.2.4.3.** Dùng thiết bị kéo thích hợp để kéo đĩa thép đã gắn cho đến khi đứt rời ra. Ghi lại tải trọng tại thời điểm đứt rời và các kiểu phá hủy mẫu thử để tính toán ứng suất kéo.

### **23.2.5. Ý nghĩa và sử dụng**

**23.2.5.1.** Phép thử này được dùng để xác định cường độ kéo bề mặt của nền, qua đó xác định việc chuẩn bị bề mặt trước khi tiến hành sửa chữa đã đảm bảo chưa.

**23.2.5.2.** Khi phép thử này được thực hiện trên bề mặt bê tông sửa chữa hoặc lớp phủ, nó sẽ cho phép xác định cường độ bám dính đối với nền hoặc cường độ kéo của bản thân lớp phủ hay của nền, so sánh giữa chúng.

**23.2.5.3.** Phương pháp này cũng có thể được dùng để đánh giá cường độ dính kết của vật liệu dán.

**23.2.5.4.** Khi phép thử này được thực hiện trên bề mặt của vật liệu đã áp dụng lên nền, cường độ đo được phụ thuộc vào cơ chế phá vỡ với ứng suất nhỏ nhất. Vì vậy, phép thử này không có khả năng cho biết trước cường độ nào sẽ đo được bởi



phép thử này. Vì lý do đó, dạng phá hủy phải được ghi lại đối với mỗi kết quả thử riêng lẻ và các kết quả này chỉ được lấy trung bình khi có cùng dạng phá hủy giống nhau xảy ra.

#### **23.2.6. Thiết bị, dụng cụ**

Các thiết bị dụng cụ chủ yếu trong phép thử này gồm:

**23.2.6.1.** Máy khoan để tạo mẫu thử;

**23.2.6.2.** Mũi khoan kim cương đường kính trong danh nghĩa 50 mm;

**23.2.6.3.** Đĩa thép đường kính danh nghĩa 50 mm, chiều dày tối thiểu 25 mm;

**23.2.6.4.** Thiết bị gia tải kéo với đồng hồ đo có lực kéo danh nghĩa 22 kN, có thể gia tải theo tốc độ quy định, Thiết bị gia tải bao gồm giá ba chân hoặc vòng kê để truyền tải lên bề mặt gối đỡ.

Yêu cầu đối với thiết bị gia tải để:

a) Trong phạm vi làm việc, sai lệch giữa lực kéo hiển thị và lực đo bởi thiết bị đã hiệu chuẩn phải nằm trong khoảng  $\pm 2\%$  và thiết bị gia tải kéo phải được hiệu chuẩn ít nhất mỗi năm một lần hoặc sau khi có sửa chữa và điều chỉnh.

Có thể tham khảo Sơ đồ hiệu chuẩn xem TCVN 9490:2012 (ASTM C900).

b) Kẹp dùng để nối đĩa thép với thiết bị gia tải kéo, phải được thiết kế để chịu được lực kéo tối đa của máy mà không bị biến dạng và có khả năng truyền lực song song với trục của mẫu thử hình trụ không gây uốn hoặc làm xoắn vặn mẫu thử.

**23.2.6.5.** Các dụng cụ thông dụng khác

#### **23.2.7. Vật liệu gắn đĩa thép**

Vật liệu dùng để gắn đĩa thép với bề mặt mẫu thử là nhựa epoxy. Nhựa epoxy phải là loại hồ hoặc gel đóng rắn nhanh thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật nêu trong ASTM C881/C881M đối với loại IV, cấp 3, cho phép dùng loại có thời gian tạo gel ngắn. Trong thực tế, có thể sử dụng nhựa epoxy đóng rắn nhanh.

#### **23.2.8. Yêu cầu về lựa chọn vị trí thử**

**23.2.8.1.** Mỗi vị trí thử phải đảm bảo thu được ba kết quả riêng lẻ có dạng phá hủy giống nhau.

**23.2.8.2.** Khu vực thí nghiệm tại hiện trường phải đủ rộng để ứng dụng các phương pháp thi công sửa chữa hoặc phủ lớp vật liệu mới giống như quy mô thực tế, bao gồm cả việc chuẩn bị bề mặt, đều có thể áp dụng trong việc tạo mẫu thí nghiệm. Nơi tiến hành thí nghiệm phải có kích thước nhỏ nhất là (1 × 1) m và được chọn sao cho là đại diện cho điều kiện thực của bề mặt cần kiểm tra.

**23.2.8.3.** Nếu lớp bê tông bảo vệ có chiều dày nhỏ hơn 20 mm thì không tạo mẫu ở bên trên các thanh cốt thép của lớp cốt thép gần bề mặt.

**CHÚ THÍCH:** *Vị trí cốt thép có thể xác định bằng máy dò kim loại hoặc theo khuyến cáo của người sản xuất.*

**23.2.8.4.** Khoảng cách từ tâm đến tâm của các mẫu thử liên kế phải đạt ít nhất bằng hai lần đường kính đĩa thép. Khoảng cách từ tâm của mẫu thử đến cạnh hở của kết cấu phải đạt ít nhất bằng một lần đường kính đĩa thép.

### **23.2.9. Chuẩn bị bề mặt để thử**

Tùy thuộc yêu cầu thử mà có cách chuẩn bị bề mặt khác nhau.

#### **23.2.9.1. Chuẩn bị để xác định cường độ kéo của nền**

**23.2.9.1.1.** Loại bỏ các chất nhiễm bẩn, phần bê tông bị phá hủy, liên kết yếu để tạo bề mặt nền sạch, chắc chắn.

**23.2.9.1.2.** Chuẩn bị bề mặt bằng phương pháp giống như phương pháp sẽ được dùng trong sửa chữa hoặc phủ theo quy mô thực tế.

Điều này có nghĩa là: Biện pháp sửa chữa sẽ là phủ lớp bê tông mới, thì trong phương án sửa chữa dự định xử lý bề mặt như thế nào thì chuẩn bị bề mặt để thực hiện kiểm tra theo Tiêu chuẩn này sẽ thực hiện giống như thế.

**23.2.9.1.3.** Bề mặt sau khi xử lý phải có cùng điều kiện về độ khô và độ sạch như được quy định đối với thực tế của công việc.

**23.2.9.2.** Chuẩn bị bề mặt để xác định cường độ bám dính hoặc cường độ kéo của bê tông sửa chữa hay vật liệu phủ.

Chuẩn bị bề mặt như 23.2.8.1.

### **23.2.10. Công tác chuẩn bị thử**

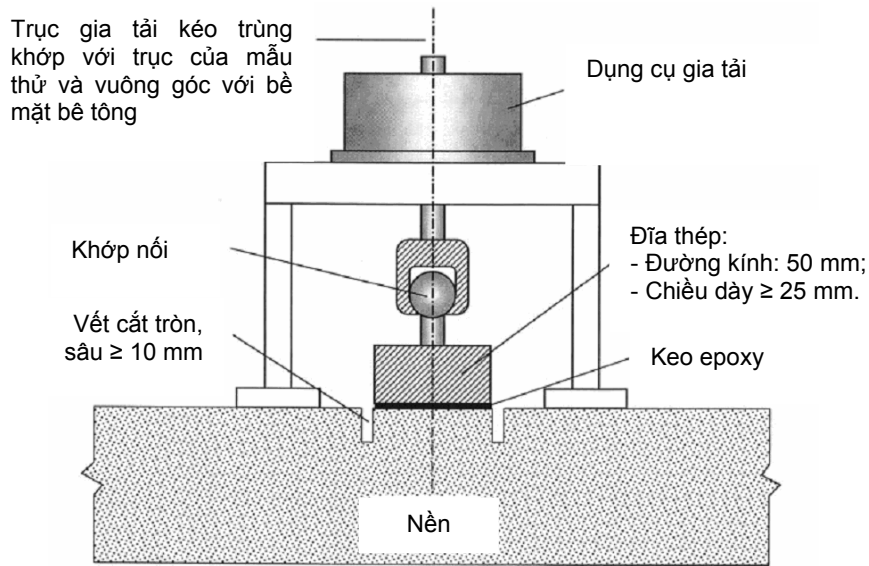
Quá trình chuẩn bị để thử gồm các bước công việc như sau:

**23.2.10.1.** Dùng thiết bị khoan, khoan tạo mẫu vuông góc với bề mặt. Đối với phép thử bê tông nền, khoan ít nhất đến độ sâu 10 mm. Đối với phép thử bê tông sửa chữa hay lớp vật liệu phủ, khoan ít nhất đến dưới 10 mm ở phía dưới lớp tiếp giáp giữa lớp phủ và bê tông. Mẫu thử phải còn nguyên vẹn và gắn với nền. Đo đường kính mẫu thử theo hai hướng vuông góc với nhau. Ghi giá trị trung bình cộng của đường kính chính xác đến 0,2 mm.

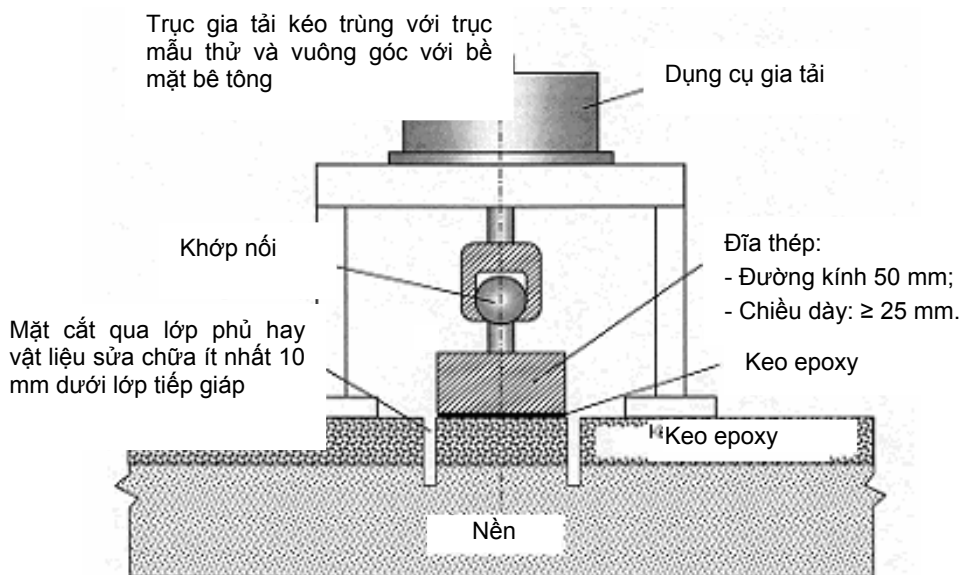
**23.2.10.2.** Sau khi khoan phải loại bỏ nước và các chất bẩn, làm khô mẫu thử, dùng máy thổi thổi hết bụi bám.

**23.2.10.3.** Dán đĩa thép lên mặt trên mẫu thử bằng keo epoxy loại đóng rắn nhanh. Phải đảm bảo đĩa thép đồng tâm với mẫu thử và trục của đĩa song song với trục của mẫu thử. Bảo dưỡng mẫu thử đã dán đĩa thép theo hướng dẫn của người sản xuất keo. Không được để keo dán chảy xuống bề mặt xung quanh mẫu thử. Nếu điều này xảy ra thì loại mẫu thử đó và chuẩn bị mẫu thử khác. Nếu nhiệt độ ngoài trời dưới 20 °C thì có thể đun nóng đĩa thép từ từ lên đến nhiệt độ không quá 50 °C để tăng khả năng chảy lan của chất keo và tăng nhanh sự đóng rắn. Không đun mẫu thử trực tiếp trên ngọn lửa.

Có thể xem cách thực hiện các công đoạn này ở Hình 23.2 và Hình 23.3.



**Hình 23.2 - Kiểm tra nền**



**Hình 23.3 - Kiểm tra lớp phủ**

### **23.2.11. Các bước tiến hành thử**

23.2.11.1. Dùng kẹp gắn đĩa thép vào máy gia tải.

23.2.11.2. Gia tải lên mẫu thử sao cho lực tác động song song và trùng khớp với trục mẫu thử.

Yêu cầu khi kéo phải luôn đảm bảo hướng tâm, không bị uốn

23.2.11.3. Gia tải với tốc độ không đổi sao cho ứng suất kéo tăng với tốc độ  $(35 \pm 15)$  kPa/s.

23.2.11.4. Ghi tải trọng phá hủy mẫu và dạng phá hủy. Ghi dạng phá hủy như (a) ở nền, (b) ở mối dán giữa nền và bê tông sửa chữa hoặc vật liệu phủ, (c) ở trong vật liệu phủ hay bê tông sửa chữa, hoặc (d) mối dán giữa đĩa thép với vật liệu phủ hay bê tông sửa chữa và keo epoxy.

Nếu phá hủy xảy ra ở mối dán giữa đĩa thép với keo epoxy thì phải loại kết quả đó và làm lại phép thử khác. Các dạng phá hủy khác nhau được mô tả trong Hình 23.1.

23.2.11.5. Báo cáo kết quả cường độ bám dính khi phá hủy xảy ra ở mối dán giữa nền và bê tông sửa chữa hay vật liệu phủ. Cường độ kéo khi sự phá hủy xảy ra ở nền hoặc ở vật liệu sửa chữa. Tính cường độ bám dính hoặc cường độ kéo theo công thức sau:

$$\text{Cường độ bám dính hoặc kéo} = \frac{\text{Lực kéo (N)}}{\text{Diện tích mẫu thử (mm}^2\text{)}}$$

Sai lệch cho phép 0,29 MPa.

23.2.11.6. Tính riêng lẻ từng mẫu thử, lấy chính xác đến 0,01 MPa.

Kết quả thử nghiệm của mẫu là giá trị trung bình cộng của các mẫu thử, lấy chính xác đến 0,01 MPa.

23.2.11.7. Ghi chép điều kiện thời tiết và nhiệt độ bề mặt trong quá trình thí nghiệm.

### **23.2.12. Báo cáo thử nghiệm**

Báo cáo kết quả bao gồm các nội dung sau:

23.2.12.1. Mục đích thử nghiệm.

23.2.12.2. Đánh giá nền trước khi ứng dụng bê tông sửa chữa hoặc vật liệu phủ, đánh giá việc chuẩn bị nền, cường độ của vùng gần bề mặt nền.

23.2.12.3. Xác định dạng phá hủy và cường độ tương ứng khi bê tông sửa chữa hoặc vật liệu phủ được dán với nền; hoặc

23.2.12.4. Xác định dạng phá hủy và cường độ tương ứng khi keo được dán với nền.

23.2.12.5. Nhận dạng tất cả các vật liệu được dùng trong thử nghiệm.

23.2.12.6. Điều kiện thí nghiệm, như vị trí thử, điều kiện thời tiết và nhiệt độ bề mặt.

23.2.12.7. Dạng phá hủy và cường độ kéo hay cường độ bám dính đối với mỗi phép thử riêng lẻ, lấy chính xác đến 0,01 MPa.

Một số hình ảnh thử nghiệm:



Kiểm soát chất lượng liên kết giữa lớp phủ chống mòn đã có và sàn bê tông:

- Khoan tạo mẫu để dán đĩa 75mm được thể hiện trong hình bên trái;
- Tiến hành kéo đứt bằng thiết bị kéo thể hiện trong hình giữa;
- Kiểu phá hủy (dạng b) giữa lớp phủ và nền thể hiện trong hình bên phải với cường độ kéo đứt 1,8 MPa.



*Kiểm tra trên lớp lát granít*



*Sự kết dính sau khi sửa chữa*

### **23.3. PHẦN THỰC HÀNH - TIẾN HÀNH THỰC HÀNH TRÊN NỀN BÊ TÔNG**

#### **23.3.1. Lựa chọn vị trí**

Tuân thủ các bước thực hiện như mục 23.2.7.

### **23.3.2. Chuẩn bị bề mặt**

Theo 23.2.8.1.

### **23.3.3. Chuẩn bị để thử**

Theo 23.2.9.

### **23.3.4. Tiến hành thử**

Theo 23.2.10.

### **23.3.5. Báo cáo kết quả**

Theo 23.2.11.

## **23.4. CÂU HỎI**

Câu hỏi 1. Mục đích và ý nghĩa của thí nghiệm kéo đứt?

Câu hỏi 2. Những yếu tố ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm?

## **23.5. YÊU CẦU THỰC HÀNH**

Yêu cầu nắm được các bước chuẩn bị thí nghiệm, biết dán đĩa và tiến hành kéo.

## Chương 24

### **PHƯƠNG PHÁP THỬ SỬ DỤNG ĐẦU DÒ WINDSOR ĐỂ XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN CỦA BÊ TÔNG**

Hiện nay, ở nước ta, việc đánh giá cường độ của bê tông chủ yếu vẫn đang thông qua mẫu lưu được đúc đồng thời với quá trình thi công bê tông. Nói chung, kết quả này không phản ánh đầy đủ bản chất của bê tông đã được đúc đổ trong kết cấu công trình do điều kiện dưỡng hộ mẫu bê tông trong phòng thí nghiệm khác với quá trình dưỡng hộ của bê tông trong kết cấu của công trình.

Để đánh giá sát với thực tế hơn, người ta đã xây dựng một số phương pháp xác định cường độ của bê tông trên công trình như:

- Phương pháp xác định cường độ nén bằng súng bật nảy - TCVN 9334:2012;
- Đánh giá chất lượng bê tông - Phương pháp xác định vận tốc xung siêu âm - TCVN 9357:2012;
- Phương pháp không phá hoại sử dụng kết hợp máy đo siêu âm và súng bật nảy để xác định cường độ nén - TCVN 9335:2012;
- Phương pháp xác định cường độ kéo nhỏ - TCVN 9490:2012 (ASTM C900-06);

Dưới đây chúng tôi giới thiệu sơ lược "Phương pháp thử sử dụng đầu dò Windsor để xác định cường độ chịu nén của bê tông".

#### **24.1. PHẠM VI ÁP DỤNG**

Phương pháp này được áp dụng để xác định cường độ chịu nén của bê tông trên kết cấu công trình.

#### **24.2. NGUYÊN TẮC**

Phương pháp thử dựa trên việc xác định độ xuyên sâu vào trong bê tông của các đầu dò khi được bắn vào bê tông bằng một lực quy định. Khả năng đâm xuyên của chúng có liên quan với một vài tính chất của bê tông, trong đó có cường độ chịu nén. Bê tông có cường độ càng cao độ xuyên sâu của đầu dò càng nhỏ (đo bằng đồng hồ đo độ xuyên sâu (Hình 24.3) hoặc phần còn lại của đầu dò tính từ bề mặt bê tông đến đuôi đầu dò càng lớn (đo bằng thước kẹp thông thường)...

### 24.3. HỆ THỐNG THỬ NGHIỆM

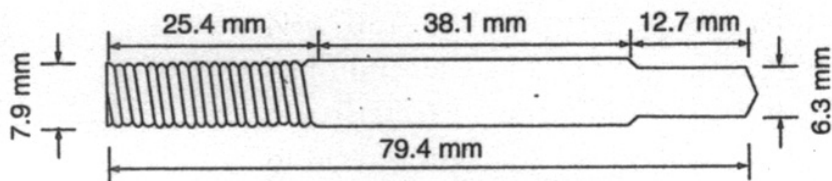
\* Súng bắn phù hợp với ASNI A10.3.



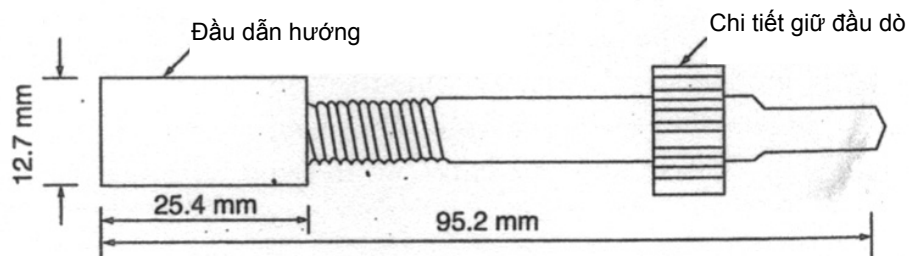
*Hình 24.1 - Súng bắn đầu dò*

\* Các đầu dò làm bằng thép hợp kim, Có hai loại đầu dò, lực xuyên thấp và tiêu chuẩn. Loại lực xuyên thấp dùng cho các loại bê tông có cường độ đến 19,4 MPa. Đầu dò tiêu chuẩn dùng cho các loại bê tông có cường độ lớn hơn 19,4 MPa. Hiện tại đã có thêm loại đầu dò mạ bạc vừa mới được thiết kế để dùng cho bê tông tính năng cao có cường độ lên đến 110 MPa; Các đầu dò được chế tạo bằng hợp kim cường độ cao, đặc biệt có xử lý nhiệt và ủ để đạt được độ cứng Rockwell C.48.

Cấu tạo đầu dò và cách lắp vào bộ phận dẫn hướng được thể hiện ở Hình 24.2.



Đầu dò trước khi lắp vào súng



Đầu dò đã được lắp vào đầu dẫn hướng

*Hình 24.2 - Đầu dò và cách lắp*



Đầu dò mạ vàng có diện tích tiết diện lớn hơn Đầu dò mạ bạc 56 %. Nó được khuyến cáo để dùng cho bê tông nhẹ, khối lượng riêng nhỏ hơn  $2003 \text{ kg/m}^3$ .

Đầu dò mạ bạc được khuyến cáo dùng cho loại bê tông nặng có khối lượng riêng lớn hơn  $2003 \text{ kg/m}^3$ .

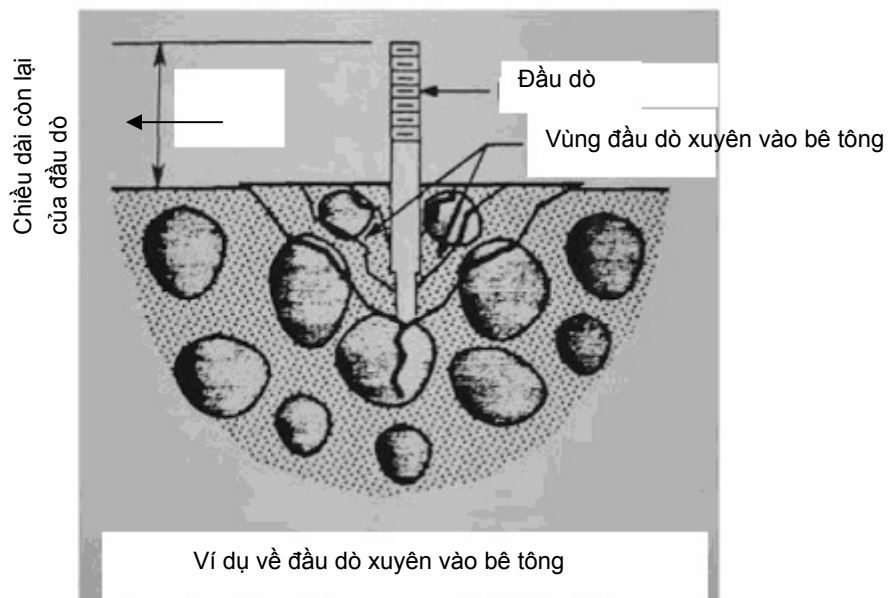
\* Dụng cụ đo chiều dài: thước kẹp hoặc đồng hồ đo có độ chính xác đến  $0,5 \text{ mm}$ ;



**Hình 24.3** - Ví dụ về đồng hồ đo độ xuyên sâu

\* Dụng cụ định vị và dẫn hướng cho đầu dò, có thể là đơn cho một đầu dò hoặc là một tam giác đều cho 3 đầu dò ở ba góc.

Hình ảnh về sự đâm xuyên của đầu dò thể hiện ở hình 24.4.



**Hình 24.4** - Ví dụ về sự xuyên của đầu dò

#### 24.4. CHUẨN BỊ MẪU THỬ

- Yêu cầu chọn vùng bê tông kiểm tra sao cho đầu dò không đâm xuyên quá nửa chiều dày và định vị chắc chắn trong bê tông sau khi bắn;
- Các vị trí bắn đầu dò cách nhau không nhỏ hơn 175 mm, cách mép cấu kiện không dưới 100 mm;
- Tối thiểu có ba vị trí thử cho một lần thử;
- Các vị trí thử phải được làm phẳng;
- Tránh chỗ có cốt thép. Vị trí của cốt thép có thể xác định theo thiết kế hoặc bằng máy dò kim loại.

#### 24.5. CÁCH TIẾN HÀNH

Vùng để thử phải được làm sạch bụi và bằng phẳng. Tránh các chỗ có rỗ tổ ong, độ xốp cao hoặc có hiện tượng bong dộp. Vùng bắn đầu dò phải có diện tích lớn hơn diện tích tiết diện của dưỡng định hướng.

Đặt dưỡng định hướng hoặc hình tam giác đều có cạnh bằng 178 mm, ba lỗ ở ba góc lên bề mặt bê tông đã được làm phẳng.

Lắp đầu dò vào thiết bị bắn, đặt đầu nòng súng lên dưỡng định hướng và bắn đầu dò vào bê tông, giữ nòng súng ở vị trí vuông góc với bề mặt dưỡng định hướng.

Sau khi bắn xong, tháo bỏ chi tiết giữ đầu dò và kiểm tra xem đầu dò có được định vị chắc chắn trong bê tông hay không.

*Lưu ý:*

- Kiểm tra cẩn thận sự hoạt động của súng
- Đeo kính bảo hộ khi bắn đầu dò vào bê tông

Đo chiều dài phần còn lại không xuyên vào bê tông (tính từ bề mặt bê tông đến đầu mút của đầu dò) của mỗi đầu dò bằng dụng cụ đo độ dài.

Nếu Ba đầu dò được bắn vào bê tông qua mỗi góc của tam giác thì dùng bộ lấy trung bình để đo chiều dài phần còn lại bình quân không xuyên vào bê tông.

*Lưu ý:* Người cung cấp thiết bị cũng đồng thời cung cấp bộ lấy trung bình cơ học gồm hai đĩa hình tam giác. Một đĩa dùng làm chuẩn có ba chân trượt trên ba đầu dò và dùng lại tại bề mặt bê tông. Đĩa còn lại lắp ở đầu còn lại của ba đầu dò. Khoảng cách giữa hai đĩa tạo ra sự bình quân cơ học về chiều dài của ba đầu dò và được đo bằng dụng cụ đo độ dài thông qua lỗ ở tâm đĩa phía trên.

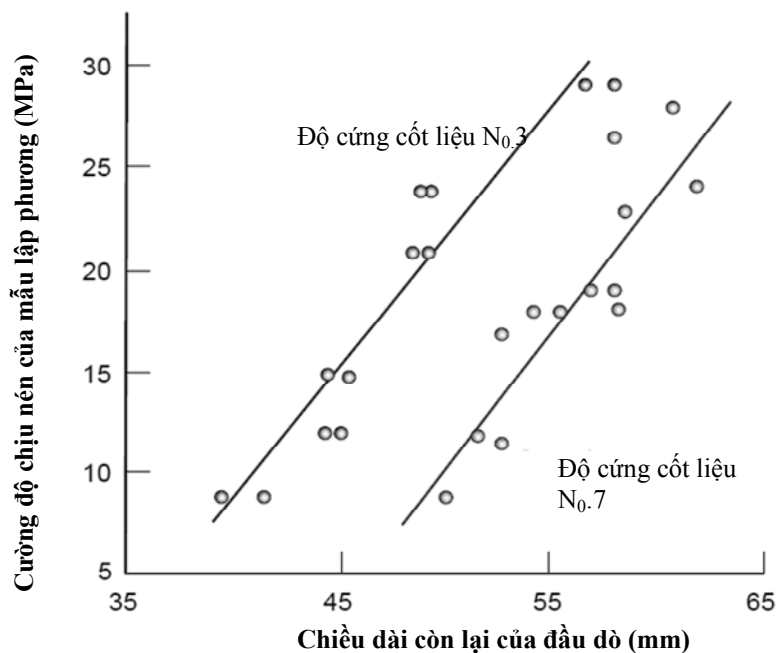
Đối với kết cấu có bề mặt cong có thể bắn và đo riêng rẽ từng đầu dò.

## 24.6. BÁO CÁO KẾT QUẢ

- Vị trí thử trong công trình và loại cấu kiện;
- Hỗn hợp bê tông bao gồm cả loại cốt liệu;
- Tình trạng bề mặt trước khi thử;
- Loại súng bắn và mức lực sử dụng để thử;
- Kích thước đầu dò;
- Chiều dày cấu kiện bê tông;
- Chiều dài phần còn lại của đầu dò và giá trị trung bình.

## 24.7. XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN

Để xác định cường độ chịu nén sau khi tiến hành thí nghiệm có thể dựa vào đồ thị biểu diễn quan hệ giữa cường độ chịu nén của mẫu tiêu chuẩn và chiều dài còn lại của đầu dò khi bắn vào tấm bê tông được chế tạo theo cấp phối giống như mẫu chuẩn ứng với độ cứng Moh của cốt liệu nằm trong khoảng giữa 3 và 7 (Hình 24.5).



Hình 24.5 - Biểu đồ thể hiện quan hệ giữa cường độ chịu nén và độ dài phần còn lại của đầu dò.

Hoặc dựa theo các Bảng chỉ dẫn quan hệ giữa chiều dài còn lại của đầu dò và cường độ chịu nén của bê tông theo độ cứng Moh của cốt liệu kèm theo thiết bị đã được cung cấp. Bảng này được xây dựng dựa trên các kết quả thực nghiệm ở phòng thí nghiệm.

**Bảng tra cường độ ứng với đầu dò lực đâm xuyên thấp**

Chiều dài còn lại của đầu dò, mm	Cường độ bê tông, MPa, ứng với độ cứng Moh của cốt liệu				
	N <sub>0</sub> . 3	N <sub>0</sub> . 4	N <sub>0</sub> . 5	N <sub>0</sub> . 6	N <sub>0</sub> . 7
28,125	3,62197	-	-	-	-
28,75	4,31187	-	-	-	-
29,375	5,00177	3,1045	-	-	-
30,000	5,5192	3,16297	-	-	-
30,625	6,20191	4,1394	-	-	-
31,25 )	6,899	4,65682	-	-	-
31,875	1,41642	5,17425	-	-	-
32,5	8,10632	5,69167	3,1045	-	-
33,125	8,6237	6,2091	3,62197	-	-
33,75	9,14117	6,72652	4,1394	-	-
34,375	9,6586	7,41642	4,8293	-	-
35	10,3485	7,93385	5,34672	-	-
35,625	10,8659	8,45127	6,03662	2,7596	-
36,25	11,3833	8,9687	6,72652	3,4495	-
36,3875	11,9007	9,6586	7,2439	4,1394	-
37,5 9	12,7631	10,3485	7,9338	4,8293	-
38,125	13,2805	10,8659	8,6237	5,5192	-
38,75	13,798	11,5558	9,14117	6,2091	3,104
39,375	14,3154	12,0732	9,83107	6,899	3,79445
40	14,8328	12,7631	10,5209	7,5889	4,4843
40,625	15,5227	13,4530	11,0384	8,2788	5,1742
41,25	16,0401	13,9704	11,7283	8,9687	6,03662
41,875	16,5576	14,4879	12,4182	9,6586	6,72652
42,5	17,2475	15,1778	12,9356	10,3485	7,41642
43,125	17,7649	15,6952	13,6255	11,0384	8,10632

Chiều dài còn lại của đầu dò, mm	Cường độ bê tông, MPa, ứng với độ cứng Moh của cốt liệu				
	N <sub>0. 3</sub>	N <sub>0. 4</sub>	N <sub>0. 5</sub>	N <sub>0. 6</sub>	N <sub>0. 7</sub>
43,75	18,2823	16	14,3154	11,7283	8,79622
44,375	18,9722	16,9025	14,8328	12,4182	9,6586
45	19,4590	17,5924	15,5227	13,1081	10,3485
45,625	20,0071	18,2623	16,2126	13,798	11,0384
46,25	20,097	18,7997	16,7300	14,4879	11,9007
46,875	21,2144	19,3172	17,4199	15,1776	12,5906
47,5	21,7318	20,0071	18,1098	15,8677	13,2805
48,125	22,4317	20,5245	18,6273	16,5576	14,1429
48,75	22,9391	21,2144	19,3172	17,2475	14,8328
49,375	23,4566	21,7218	20,0071	17,9374	15,5227
50	23,9740	22,4217	20,5245	18,6273	16,3851
50,625	24,4914	23,1116	21,2144	19,3172	17,0750
51,25	25,1813	23,6290	21,9043	20,0071	17,7649
51,875	25,8712	24,1465	22,4217	20,697	18,6273
52,5	26,5611	24,8364	23,1116	21,3869	19,3172
53,125	27,0785	25,3538	23,8015	22,0768	20,0071
53,75	27,596	26,0437	24,3189	22,7667	20,8694
54,375	28,1134	26,5611	25,0089	23,4566	21,5593
55	28,6308	27,2510	25,6987	24,1465	22,4217
55,625	29,3207	27,9409	26,2162	24,8364	23,1116
56,25	30,0106	28,4583	26,9091	25,5263	23,9740
56,875	30,4280	28,9758	27,596	26,2162	24,6639
57,5	31,0455	29,6657	28,1134	26,9061	25,3538
58,125	31,5629	30,1831	28,8033	27,596	26,2162
58,75	32,0803	30,8730	29,4932	28,2859	26,9061

Chiều dài còn lại của đầu dò, mm	Cường độ bê tông, MPa, ứng với độ cứng Moh của cốt liệu				
	N <sub>0. 3</sub>	N <sub>0. 4</sub>	N <sub>0. 5</sub>	N <sub>0. 6</sub>	N <sub>0. 7</sub>
59,375	32,7702	31,3904	30,0106	28,9758	27,596
60	33,2876	32,0803	30,7005	29,6657	28,4583
90,625	33,8051	32,7702	31,3904	30,3556	29,1482
61,25	34,495	33,2876	32,2528	31,0455	30,0106
61,875	-	33,8051	32,7702	31,7365	30,7005
62,5	-	34,495	33,2876	32,4253	31,5629

**Bảng tra cường độ ứng với đầu dò lực đâm xuyên tiêu chuẩn**

Chiều dài cũn lại của đầu dũ, mm	Cường độ bê tông, MPa, ứng với độ cứng Moh của cốt liệu				
	N <sub>0. 3</sub>	N <sub>0. 4</sub>	N <sub>0. 5</sub>	N <sub>0. 6</sub>	N <sub>0. 7</sub>
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
35	20,697	-	-	-	-
35,625	21,9043	-	-	-	-
36,25	22,9391	-	-	-	-
36,3875	24,1465	-	-	-	-
37,5 9	25,3535	20,697	-	-	-
38,125	26,3886	21,9043	-	-	-
38,75	27,596	23,1116	-	-	-
39,375	28,8033	24,3189	-	-	-
40	29,8381	25,5263	21,0419	-	-
40,625	31,0455	26,7336	22,2492	-	-
41,25	32,2526	27,9409	23,4566	-	-
41,875	33,2876	29,1482	24,8364	-	-
42,5	34,495	30,3556	26,0437	20,697	-
43,125	35,7023	31,5629	27,2510	22,0768	-
43,75	36,7371	32,7702	28,6308	23,4566	-

Chiều dài cũn lại của đầu dũ, mm	Cường độ bê tông, MPa, ứng với độ cứng Moh của cốt liệu				
	N <sub>0</sub> . 3	N <sub>0</sub> . 4	N <sub>0</sub> . 5	N <sub>0</sub> . 6	N <sub>0</sub> . 7
44,375	37,9455	33,9775	29,8381	24,8364	-
45	39,1518	35,1849	31,0455	26,2162	20,697
45,625	40,1866	36,3922	32,4253	27,596	22,2492
46,25	41,394	37,5995	33,6326	28,9758	23,6290
46,875	42,6013	38,8068	34,8399	30,3556	25,1813
47,5	43,6361	40,0142	36,2197	31,7354	26,7336
48,125	44,8435	41,2215	37,4270	33,1152	28,2853
48,75	46,0508	42,4288	38,6344	34,495	29,6657
49,375	47,0856	43,6361	40,0142	35,8748	31,2179
50	48,293	44,8435	41,2215	37,2546	32,7702
50,625	49,5003	46,0508	42,4288	38,6344	34,3225
51,25	50,5351	47,2581	43,8086	40,0142	35,7023
51,875	51,7425	48,4654	45,0159	41,394	37,2546
52,5	52,9498	49,6728	46,2233	42,7738	38,8068
53,125	53,9846	50,8801	47,6031	44,1536	40,3591
53,75	55,192	52,0874	48,8104	45,5334	41,7389
54,375	56,3993	53,2947	50,0177	46,9132	43,2912
55	57,4341	54,5021	51,3975	48,293	44,8435
55,625	58,6415	55,7094	52,6048	49,6728	46,3957
56,25	59,8488	56,9167	53,8122	51,0526	47,7755
56,875	60,6638	58,1240	55,0195	52,4324	49,3278
57,5	62,091	59,3314	56,3993	53,8122	50,8801
58,125	63,2983	60,5387	57,6066	55,192	52,4324
58,75	64,3331	61,7460	58,8139	56,5718	53,8122
59,375	65,5405	62,9533	60,9137	57,9516	55,3644

Chiều dài cũn lại của đầu dũ, mm	Cường độ bê tông, MPa, ứng với độ cứng Moh của cốt liệu				
	N <sub>0. 3</sub>	N <sub>0. 4</sub>	N <sub>0. 5</sub>	N <sub>0. 6</sub>	N <sub>0. 7</sub>
60	66,7478	64,1607	61,4011	59,3314	56,9167
90,625	67,7826	65,3680	62,6084	60,7112	58,4690
61,25	68,99	66,5753	63,9882	62,091	59,8488
61,875	-	67,2678	65,1955	63,4708	61,4011
62,5	-	66,99	66,4208	64,8506	62,9533
63,125	-	-	67,7826	66,2304	64,5056
63,75	-	-	68,99	67,6102	65,8854
64,375	-	-	-	68,99	67,4377
65	-	-	-	-	68,99

Các yếu tố ảnh hưởng đến quan hệ giữa khả năng đâm xuyên của đầu dò và cường độ chịu nén

- + Độ cứng của cốt liệu;
- + Mức độ cacbonat hóa (do thay đổi đặc tính vật lý và hóa học của bê tông);
- + Tuổi của bê tông (do có thể do các vi nứt phát sinh trong bê tông).

## 24.8. XÁC ĐỊNH ĐỘ CỨNG CỦA CỐT LIỆU LỚN (SCT7)

### 24.8.1. Phạm vi áp dụng

Để thu được kết quả chính xác hơn khi sử dụng Phương pháp thử sử dụng đầu dò Windsor để xác định cường độ chịu nén của bê tông cần phải biết Độ cứng moh của cốt liệu. Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định độ cứng Moh của cốt liệu lớn bằng cách so sánh độ cứng của nó với 9 khoáng vật đã biết độ cứng moh.

### 24.8.2. Tài liệu liên quan

- Windsor Probe Test System Operating Instructions, NDT Windsor Systems Inc, Chicago, Illinois (Hướng dẫn vận hành hệ thống thử nghiệm đầu dò Windsor, Hệ thống thử nghiệm không phá hủy, Chicago, Illinois).

- On-Site Concrete Testing, NDT Windsor Systems Inc. (Kiểm tra bê tông trên công trường, Hệ thống thử nghiệm không phá hủy).

- James Non-Destructive Testing Systems, Chicago, Illinois (Hệ thống thử nghiệm không phá hủy James, Chicago, Illinois).



- Mohs Mineral Test Kit Documentation (Bộ Kit kiểm tra độ cứng Moh của khoáng vật).

### **24.8.3. Thiết bị**

Bộ Kit thử độ cứng: có 9 khoáng vật được đánh số từ 9 đến 1, có độ cứng giảm dần, số 9 là loại cứng nhất, số 1 là loại mềm nhất.

### **24.8.4. Mẫu thử**

Mẫu thử là cốt liệu tự nhiên cần kiểm tra độ cứng. Chúng phải được làm sạch, loại bỏ các tạp chất lạ và lấy mẫu đại diện. Ưu tiên lựa chọn hạt cốt liệu có bề mặt phẳng.

### **24.8.5. Cách tiến hành**

**24.8.5.1.** Lựa chọn mẫu thử đại diện cho cốt liệu cần kiểm tra có bề mặt phẳng nhất có thể. Điều này giúp việc xác định độ cứng dễ dàng hơn. Lý tưởng nhất là lấy được cốt liệu trực tiếp từ hỗn hợp hoặc từ kết cấu bê tông cần kiểm tra cường độ chịu nén. Khi thử để đánh giá bê tông cũ, cần phải làm thế nào lấy được cốt liệu từ trong bê tông đó.

**24.8.5.2.** Dùng khoáng số 9 trong bộ Kit thử độ cứng rạch lên bề mặt hạt cốt liệu kiểm tra và kiểm tra bằng mắt xem bề mặt hạt cốt liệu đó có vết xước do bị rạch không. Nếu vết xước có thể lau mất thì tiếp tục thử như trên với khoáng số 8 của bộ Kit. Tiếp tục thử với các khoáng có độ cứng giảm dần của bộ Kit cho đến khi tìm thấy khoáng làm xước bề mặt hạt cốt liệu kiểm tra. Độ cứng của khoáng đó trong bộ Kit là độ cứng của cốt liệu cần kiểm tra. Độ cứng này của cốt liệu được dùng để đánh giá cường độ chịu nén của bê tông.

An toàn và thân thiện.

Hệ thống này không đòi hỏi người sử dụng có kỹ năng cao và kết quả nhất quán có thể thu được bởi nhân viên giám sát công trường hoặc kỹ thuật viên hiện trường. Thực tế, những người sử dụng có thể là: nhà thầu, kỹ sư, kiến trúc sư, nhân viên thí nghiệm, nhà sản xuất bê tông trộn sẵn, chủ đầu tư, nhân viên quản lý, ... Đã được sử dụng rộng rãi trong kiểm tra bê tông tại hiện trường thi công theo phương pháp truyền thống, bê tông phun cũng như bê tông đúc sẵn; trong sản xuất các tấm bê tông nằm ngang hoặc thẳng đứng; trong đồ sàn bình thường và trên cao, v.v...

## **24.9. CÂU HỎI**

1. Phương pháp thử sử dụng đầu dò Windsor dựa trên nguyên tắc nào?
2. Những yếu tố nào ảnh hưởng đến kết quả thử?
3. Nêu nguyên tắc xác định độ cứng của cốt liệu?

## **24.10. YÊU CẦU THỰC HÀNH**

Biết cách chuẩn bị bề mặt, lắp đầu dò và bắn nó vào bê tông, biết sử dụng dưỡng định hướng và tra bảng xác định cường độ.

## Chương 25

# XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN KHỐI XÂY BẰNG KÍCH THỦY LỰC

### 25.1. PHẦN LÝ THUYẾT

#### 25.1.1. Kiểm tra cường độ chịu nén khối xây bằng lấy mẫu ở hiện trường

(1) *Cắt lấy mẫu thử khối xây (240 x 370 mm) và xử lý mẫu thử*

Cắt lấy mẫu thử ngay ở thân tường trên hiện trường (thường là cắt ở phía dưới bề cửa sổ). Kích thước các mẫu thử phải to hơn kích thước quy định. Dùng bao cói gói mẫu thử đưa về phòng thí nghiệm. Gia công mẫu thử cho bằng kích thước quy định (240 x 370 mm), dùng vữa xi măng trát cho bằng phẳng phía trên, phía dưới mẫu thử.

(2) *Thí nghiệm nén và xác định cường độ:*

Mẫu thử được xử lý xong đưa vào máy nén để thử nghiệm nén dọc trục. Khi thử nghiệm đọc lấy tải trọng tối đa  $N$  của mẫu thử đã chịu được.

$$\text{Cường độ chịu nén thực tế của thể xây } f_m = N / A$$

Trong đó:

$A$  là diện tích mặt cắt chịu nén của mẫu thử.

Cần chú ý rằng:  $f_m$  không phải là cường độ thiết kế  $f$  của khối xây, giữa 2 cường độ tồn tại mối quan hệ như sau đây:

$$f = f_m(1 - 1,645\delta_t) / \gamma_t$$

Trong đó:

$\delta_t$  - hệ số biến dị,  $\delta_t = 0,17$ ;

$\gamma_t$  - hệ số phân hạng tính nặng vật liệu,  $\gamma_t = 1,5$ .

#### 25.1.2. Kiểm tra cường độ chịu nén của khối xây bằng kích lệch

(1) *Quá trình thử nghiệm*

Theo chiều thẳng đứng của thân tường, cứ cách 5 hàng gạch đục 1 khe nằm ngang tương đương với kích dẹt (rộng 240 mm, cao 70 ÷ 130 mm), tại mỗi khe kẹp

vào một cái kích dầu bẹt và cố định bằng tay kéo tự cân bằng. Dùng bơm lắc tay để gia tải phân cấp cho thể xây giữa các khe cho đến khi thể xây bị nén phá hỏng, ghi lại trị tải trọng phá hỏng N này.

(2) *Xác định cường độ chịu nén của khối xây:*

$$f'_m = N' / (k' \cdot A)$$

Trong đó:

$f'_m$  – Trị xác định cường độ chịu nén của khối xây (MPa);

A - Diện tích mặt cắt khối xây chịu nén ( $\text{mm}^2$ );

N - Tải trọng phá hỏng khi thử nghiệm (N);

$k'$  - Hệ số tính đổi cường độ tương ứng với mẫu thử hiệu chuẩn, tính theo công thức sau:

$$k = 1,29 + 0,67 \sigma_0$$

Trong đó:

$\sigma_0$  – trị ứng suất nén do tải trọng tạo ra trên khối xây thử nghiệm, khi  $\sigma_0 \geq 0,6 \text{ MPa}$ , lấy  $\sigma_0 = 0,6 \text{ MPa}$ .

### **25.1.3. Kiểm tra cường độ chịu cắt của khối xây bằng phương pháp kích ra**

Lựa chọn lấy chỗ ở gần cửa của khối xây gạch để làm chỗ thử nghiệm, sau đó đục thành khe trên thể xây, hai miệng khe cự ly  $l = 500 \text{ mm}$ , sửa sang lại miệng khe cho phẳng phiu, lót vữa, đệm bằng thép bản, khi thử nghiệm dùng kích đẩy bật khối xây ở phía trước của mép cửa ra, trị tải trọng tối đa V khi bị đẩy bật ra được ghi lại, cường độ chịu cắt thực tế  $f_{v,m}$  của khối xây là:

$$f_{v,m} = V / A$$

Trong đó

A – diện tích mặt cắt ngang bộ phận bị đẩy ra.

Trị thiết kế cường độ chịu cắt  $f_{v,d}$  của khối xây gạch tính theo công thức sau:

$$f_{v,d} = f_{v,m} (1 - 1,645 \delta_t) / \gamma_t$$

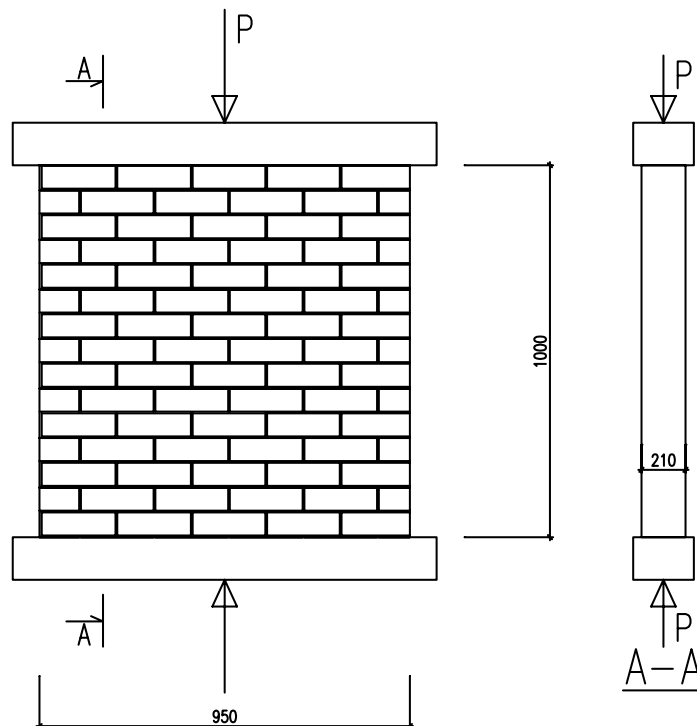
$$(\gamma_t = 1,50; \delta_t = 0,20).$$

### **25.1.4. Kiểm tra cường độ chịu nén khối xây trong phòng thí nghiệm**

- Xây tấm tường trong phòng thí nghiệm. Kích thước các khối xây tuân thủ theo EN 1052-1:1998; cụ thể như sau:

- + Chiều dài khối xây  $\geq 2$  lần chiều dài viên gạch;
- + Chiều cao khối xây  $\geq 5$  lần chiều cao viên gạch và  $\geq 1000\text{mm}$ ;
- + Chiều dày khối xây  $\geq$  chiều dày viên gạch ( $t_s =$  chiều dày viên gạch).
- Mẫu sau khi xây được bảo dưỡng trong Phòng thí nghiệm tuân thủ theo EN 1052-1:1998 (đủ 28 ngày bảo dưỡng trong phòng thí nghiệm).
- Quy trình thí nghiệm tuân thủ theo EN 1052-1:1998 - Phương pháp xác định cường độ chịu nén của khối xây:
  - + Đặt mẫu vào khung gia tải, đảm bảo bề mặt đỉnh và đáy mẫu thí nghiệm tiếp xúc đều với bề mặt khung nén;
  - + Gia tải đều vào đỉnh và đáy mẫu thí nghiệm; nén với tốc độ gia tải: từ  $0,15 \text{ N/mm}^2/\text{phút}$  đến  $1,25 \text{ N/mm}^2/\text{phút}$ ; từ lúc gia tải tới khi mẫu phá hủy nằm trong khoảng thời gian 15 đến 30 phút;
  - Các thông số đo đạc:
    - + Kích thước mặt cắt ngang của mẫu với sai số:  $\pm 1\text{mm}$ .
    - + Tải trọng nén lớn nhất  $F_{i,\max}$  với sai số:  $\pm 1\text{kN}$ .
    - + Tải trọng nén tại thời điểm xuất hiện vết nứt.
    - + Thời gian từ lúc bắt đầu gia tải đến khi đạt lực nén lớn nhất.

#### Sơ đồ thí nghiệm xác định cường độ nén khối xây



### Kết quả thí nghiệm xác định cường độ nén khối xây

STT	Mẫu thí nghiệm	Lực nén khi xuất hiện vết nứt $F_{i \max}$ (N)	Diện tích mặt cắt ngang mẫu $A_i$ ( $\text{mm}^2$ )	Cường độ nén khối xây $f_i$ $f_i = F_{i \max}/A_i$ ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

#### 25.1.5. Thiết bị

- Khung gia tải;
- Kích thủy lực;
- Thước đo;
- Và các thiết bị phụ trợ khác.

### 25.2. PHẦN THỰC HÀNH

#### 25.2.1. Công tác chuẩn bị

- Kiểm tra tình trạng bơm, kích thủy lực, đồng hồ áp lực đảm bảo hoạt động bình thường, còn hạn kiểm định.
- Kiểm tra các đồng hồ đo chuyển vị, đảm bảo còn hạn kiểm định, hoạt động bình thường.

#### 25.2.2. Kiểm tra mẫu thí nghiệm

- Kích thước hình học mẫu;
- Kiểm tra độ phẳng mặt tiếp xúc với khung gia tải nén;
- Kiểm tra các khuyết tật trên mẫu (nếu có).

#### 25.2.3. Công tác lắp đặt

- Đặt mẫu vào khung gia tải, đảm bảo bề mặt đỉnh và đáy mẫu thí nghiệm tiếp xúc đều với bề mặt khung nén.
- Lắp hệ bơm kích thủy lực vào khung gia tải, đảm bảo các yêu cầu sau:
  - + Mặt phẳng tiếp xúc giữa mặt kích và mặt khung phải bằng phẳng và tiếp xúc toàn bộ;
  - + Kích phải được kê, chèn chắc chắn.
- Gia lực thử (khoảng 10% lực dự kiến ban đầu) để kiểm tra sự ổn định của mô hình thí nghiệm.

#### 25.2.4. Công tác thử tải

Gia tải đều vào đỉnh và đáy mẫu thí nghiệm; nén với tốc độ gia tải: từ 0,15 N/mm<sup>2</sup>/phút đến 1,25 N/mm<sup>2</sup>/phút; từ lúc gia tải tới khi mẫu phá hủy nằm trong khoảng thời gian 15 đến 30 phút.

#### 25.2.5. Công tác ghi chép số liệu

Số liệu được ghi nhận tại mỗi cấp tải và có thể ghi chép theo biểu mẫu kèm theo; tại mỗi cấp tải quan sát bề mặt cấu kiện để xác định vết nứt (nếu có).

TÊN ĐƠN VỊ THÍ NGHIỆM, BIỂU TƯỢNG (NẾU CÓ)

Địa chỉ: Tel: Fax:

Các thông tin khác

### KẾT QUẢ KIỂM TRA CƯỜNG ĐỘ CHỊU NÉN KHỐI XÂY

1. Khách hàng:	2. Công trình:
3. Mẫu thí nghiệm: <b>Cấu kiện... Hạng mục... Công trình...</b>	4. Chỉ tiêu thí nghiệm: <b>Xác định cường độ chịu nén khối xây</b>
5. Thiết bị thí nghiệm: <b>Kích thủy lực, khung gia tải</b>	6. Tiêu chuẩn phương pháp thử và đánh giá: <b>EN 1052-1:1998</b>
	7. Ngày thí nghiệm:

### KẾT QUẢ

STT	Cấu kiện	Cấp tải	Lực nén	Thời gian	Ghi chú
1					

*Hà Nội, ngày tháng năm*

**Cán bộ thí nghiệm**

**Phòng chuyên môn**

**Cơ quan kiểm tra**

### 25.3. CÂU HỎI

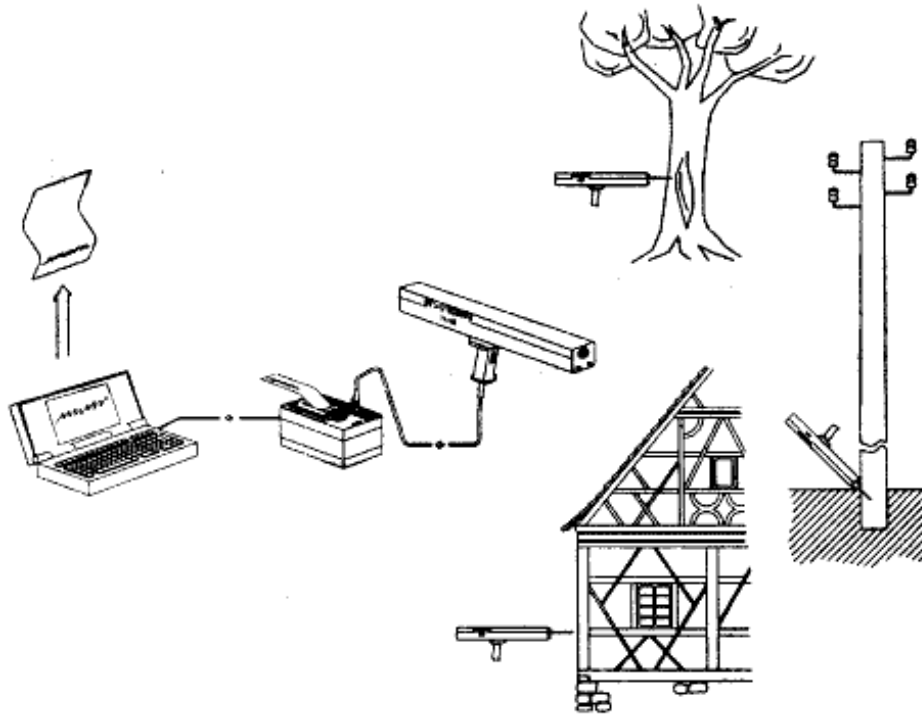
1. Các phương án xác định cường độ chịu nén khối xây bằng kích thủy lực?
2. Trình tự xác định cường độ chịu nén khối xây bằng kích thủy lực tại hiện trường?
3. Trình tự xác định cường độ chịu nén khối xây bằng kích thủy lực trong phòng thí nghiệm?
4. Tốc độ và thời gian gia tải nén khối xây bao nhiêu là hợp lý?
5. Kích thước khối xây để xác định cường độ chịu nén trong phòng thí nghiệm?
6. Những thiết bị gì để xác định cường độ chịu nén khối xây trong phòng thí nghiệm, cách thức tiến hành?



## Chương 26

# THÍ NGHIỆM XÁC ĐỊNH CƯỜNG ĐỘ GỖ VÀ KHUYẾT TẬT BẰNG PHƯƠNG PHÁP XUYÊN TÍNH

### 26.1. PHẦN LÝ THUYẾT



*Mô tả phương pháp xác định*

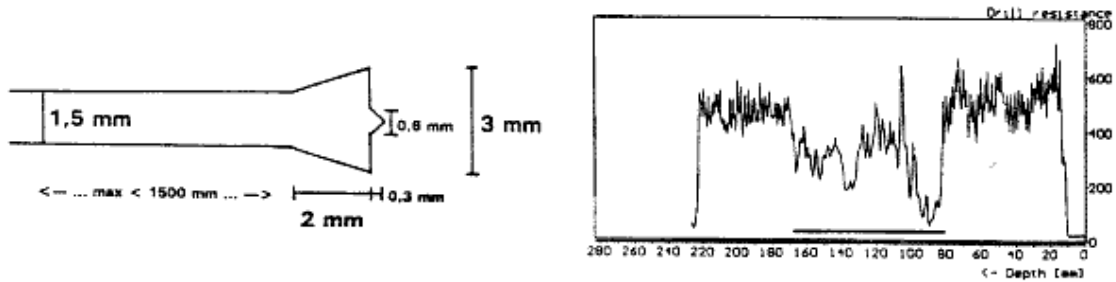
Trong số các phương pháp kiểm tra tính chất gỗ mà không làm phá hủy vật liệu, phương pháp Xuyên tĩnh (hay còn gọi là hệ thống resistograph (RST)) đã được áp dụng trong nhiều năm để đánh giá các thành phần bằng gỗ trên thế giới, và rất hiệu quả trong việc xác định, đánh giá chất lượng loại vật liệu này. Đây là một phương pháp thử nghiệm gần như không phá hủy gỗ, vì loại mũi khoan được sử dụng có đường kính chỉ khoảng 3 mm, là đường kính quá nhỏ để gây ra bất kỳ thiệt hại cho cấu trúc gỗ, và do đó ảnh hưởng của nó có thể được coi là không đáng kể đến vật liệu gỗ. Kim xuyên qua gỗ đến độ sâu đáng kể, cho phép thu thập

thông tin đáng tin cậy liên quan về các điều kiện hiện tại của gỗ thông qua các đồ thị xuyên tĩnh. So sánh phương pháp này với các phương pháp kiểm tra thông thường khác và kỹ thuật thay thế, khuyết tật hiện sinh trong gỗ có thể được đánh giá với một mức độ chính xác cao hơn, ngay cả khi bề mặt của gỗ dường như là nguyên vẹn.

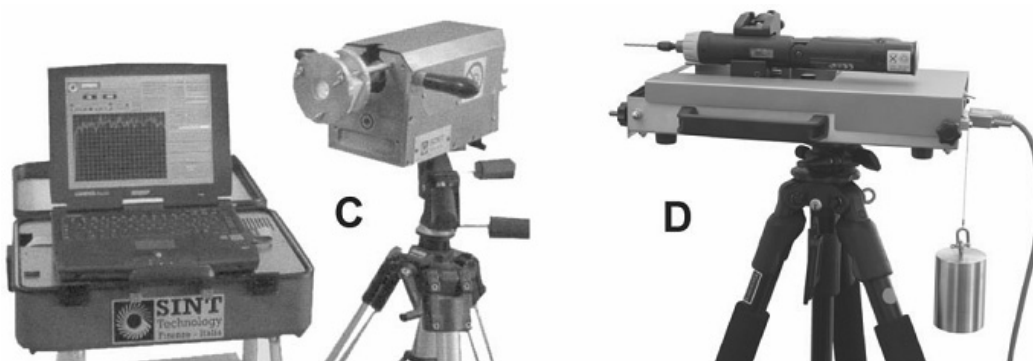
Với tốc độ xâm nhập liên tục vào phần lấy mẫu của mũi khoan đã được hiển thị một cách tự động vào biểu đồ trong suốt thời gian khoan. Ngoài ra một thiết bị điện tử kết nối với các thiết bị đo lường kỹ thuật số lưu trữ thông tin khả năng xuyên tĩnh của gỗ. Trong khi khoan, năng lượng cần thiết được đo tùy thuộc vào độ sâu kim khoan.

Bằng cách đó, bất cứ vị trí nào của gỗ đều có thể xác định được thông tin về cấu trúc, các khuyết tật bên trong các cấu kiện bằng gỗ. Các dữ liệu thu được được ghi lại bằng điện tử và sau đó truyền, đánh giá và xử lý với phần mềm cụ thể trên máy tính. Đây là một công cụ chính xác mang lại kết quả đáng tin cậy.

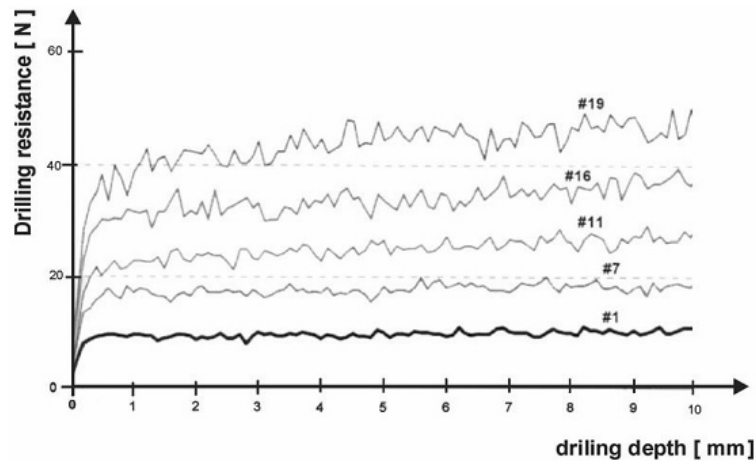
## 26.2 PHÂN THỰC HÀNH



*Cấu tạo mũi khoan và sơ đồ biểu thị kết quả*



*Thiết bị xác định khả năng xuyên tĩnh của gỗ*

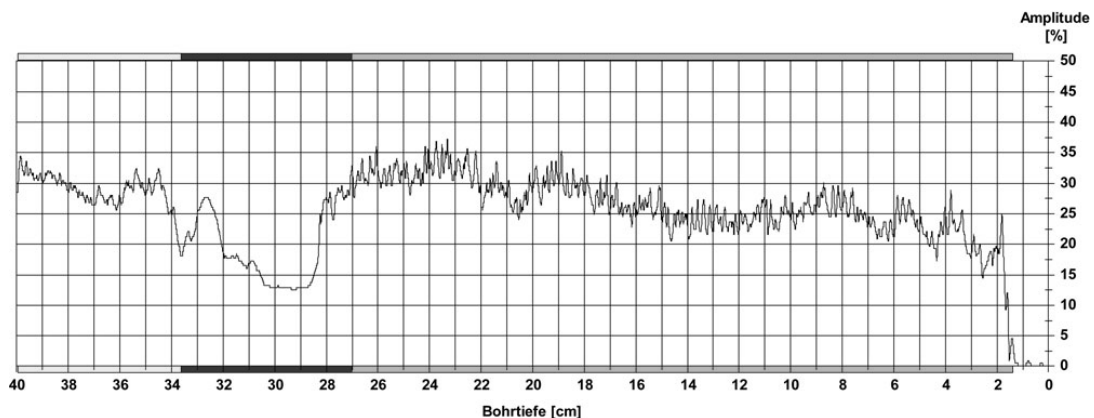


*Biểu đồ hiển thị khả năng chống Xuyên tĩnh của gỗ và chiều sâu mũi khoan*

Máy DRMS được trang bị hai động cơ chính xác: một động cơ khoan có thể giữ khoan ở một tốc độ khoan liên tục được xác định trước và một động cơ đảm bảo một tỷ lệ thâm nhập gỗ được xác định trước.

### 26.3. XỬ LÝ KẾT QUẢ VÀ GHI PHIẾU

Phương pháp kháng khoan có nhiều ưu điểm vì nó đáng tin cậy, nhanh chóng, và ít phá hoại; nó cho phép đo nhanh chạy tại chỗ và trong phòng thí nghiệm và có thể được sử dụng ngay cả trên giàn giáo. Về những hạn chế phương pháp như công cụ cắt, các vấn đề bụi gỗ, và thiếu sự so sánh giữa khả năng chống xuyên tĩnh, độ bền và độ cứng của gỗ.



Ví dụ về đồ thị khoan của một mẫu gỗ. Chiều sâu mũi khoan ban đầu từ 0 - 27 cm, đồ thị hình Sin vì mũi khoan qua các vị trí vòng năm khác nhau có phần gỗ Dác và gỗ Lõi, nên năng lượng tiêu hao để khoan qua các phần gỗ này khác nhau. Ở chiều sâu 27 - 34cm, Năng lượng tiêu hao ít hơn, nguyên nhân là do phần gỗ này chất lượng bị suy giảm (do rỗng ruột, hoặc sâu mục...).

## PHỤ LỤC

### MÁY XUYÊN TĨNH IML-RESI F-SERIES



Máy xác định Xuyên tĩnh gỗ IML-RESI F-Series có thể được sử dụng bất cứ nơi nào và cho kết quả thử nghiệm đáng tin cậy.

- Máy khoan không dây, dễ di chuyển, thao tác;
- Hiển thị kết quả đo ngay tại hiện trường;
- Đồ thị đường xuyên tĩnh hiển thị ngay trên giấy;
- Kết nối với các thiết bị điện tử khác thông qua Bluetooth để chia sẻ dữ liệu;
- Trọng lượng nhẹ, thuận tiện cho việc thao tác ở những nơi khó khăn;
- Vỏ bằng thép không gỉ;
- Có sử dụng bộ chuyển đổi nên đo được kết quả ở góc khoan dưới 45°.

Các IML-RESI F-Series có hai phiên bản dùng cho các mục đích xác định khác nhau:

- Kiểm tra cây đứng;
- Gỗ xây dựng.

**Kiểm tra cây đứng: Máy IML-RESI F-Series**

Tên thiết bị	Kí hiệu
IML-RESI F300 (Tree Care and Tree Inspection) Chiều sâu khoan 300 mm	3100800-3S
IML-RESI F400 (Tree Care and Tree Inspection) Chiều sâu khoan 400 mm	3100800-4S
IML-RESI F500 (Tree Care and Tree Inspection) Chiều sâu khoan 500 mm	3100800-5S

**Kiểm tra Gỗ xây dựng: Máy IML-RESI F-Series**

Tên thiết bị	Kí hiệu
IML-RESI F150 (Construction Wood) Chiều sâu khoan 150 mm	3100150
IML-RESI F400 (Construction Wood) Chiều sâu khoan 400 mm	3100900-3S
IML-RESI F500SX (Tree Care and Tree Inspection) Chiều sâu khoan 480 mm	3100900-4S
IML-RESI F500 (Construction Wood) Chiều sâu khoan 500 mm	3100900-5S

#### **26.4. CÂU HỎI KIỂM TRA**

1. Nêu đặc điểm và phạm vi ứng dụng của việc xác định tính chất gỗ bằng phương pháp xuyên tĩnh?
2. Nêu Nguyên lý, phương pháp xác định tính chất gỗ bằng phương pháp xuyên tĩnh?

## Chương 27

# BÊ TÔNG - XÁC ĐỊNH CHIỀU DÀY CỦA KẾT CẤU BÊ TÔNG DẠNG BẢN BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHẢN XẠ XUNG VÀ ĐẬP

### 27.1. GIỚI THIỆU PHƯƠNG PHÁP

Phương pháp này dùng để xác định chiều dày của bản bê tông, mặt đường bê tông, bản mặt cầu, tường hoặc các kết cấu dạng bản khác bằng phương pháp phản xạ xung và đập.

Phương pháp này bao gồm hai quy trình sau:

- *Quy trình A: Đo vận tốc sóng xung P:*

Quy trình này đo thời gian cần thiết để sóng xung P sinh ra bởi sự va đập điểm, trong thời gian ngắn, dịch chuyển giữa hai đầu thu đặt tại khoảng cách đã biết dọc theo bề mặt kết cấu. Tốc độ sóng xung P được tính bằng cách chia khoảng cách giữa hai đầu thu cho thời gian dịch chuyển.

- *Quy trình B: Thí nghiệm phản xạ xung và đập:*

Quy trình này đo tần số của sóng xung P sinh ra bởi sự va đập điểm, trong thời gian ngắn được phản xạ giữa hai mặt đại diện song song với nhau của bản bê tông. Chiều dày bản được tính từ tần số đo này và tốc độ sóng xung P thu được theo quy trình A.

Cả hai quy trình A và B phải được thực hiện tại mỗi điểm cần đo chiều dày nếu không có quy định khác.

Khi áp dụng phương pháp phản xạ xung và đập theo tiêu chuẩn TCVN 9489:2012, người sử dụng phải tự có trách nhiệm thiết lập các nguyên tắc về an toàn và bảo vệ sức khỏe cũng như khả năng áp dụng phù hợp với các giới hạn quy định trước khi đưa vào sử dụng.

### 27.2. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Trở kháng âm (Acoustic impedance) là tích số của tốc độ sóng xung P và mật độ được sử dụng trong các tính toán về các đặc tính phản xạ sóng ứng suất tại các mặt giới hạn.

Phổ biên độ (Amplitude spectrum) là đồ thị của biên độ tương ứng với tần số có được từ dạng sóng khi sử dụng kỹ thuật biến đổi Fourier.

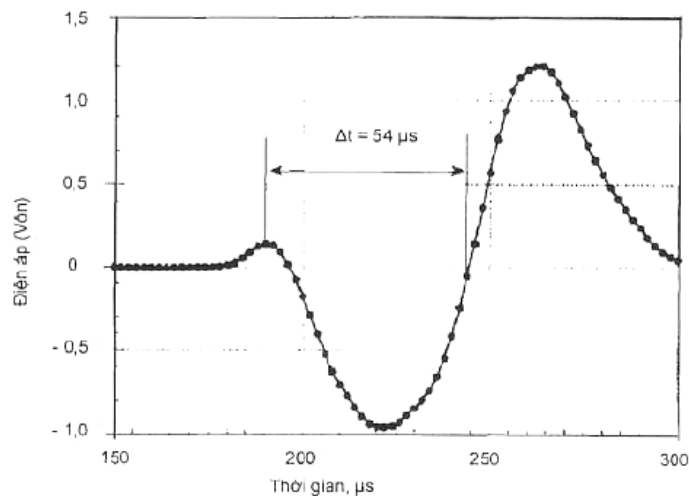
Biến đổi Fourier (Fourier transtorm) là kỹ thuật số được sử dụng để chuyển các dạng sóng kỹ thuật số từ miền thời gian sang miền tần số.

Các cực trị trong biên độ phổ tương ứng với các tần số trội trong dạng sóng.

Phương pháp phản xạ va đập (IMPact-echo methods) là phương pháp thí nghiệm không phá hủy nhận tín hiệu đã gửi dựa trên việc sử dụng va đập cơ học trong thời gian ngắn để tạo sóng ứng suất nhanh và sử dụng bộ chuyển đổi thu tín hiệu bằng rộng đặt cạnh điểm va đập.

Các dạng sóng được chuyển đổi thành tần số và phổ biên độ hình thành được phân tích để có các tần số trội trong sự phản hồi của kết cấu đối với va đập. Các tần số này được sử dụng để xác định chiều dày của kết cấu hay sự hiện diện của các khuyết tật.

Khoảng thời gian va đập (IMPact duration) là khoảng thời gian mà đầu va đập gây ra các sóng ứng suất khi tiếp xúc với bề mặt thí nghiệm. Nó cũng được coi như thời gian tiếp xúc.



**Hình 27.1** – Hình phóng to của phân sóng bề mặt của dạng sóng cho thấy chiều rộng của tín hiệu sóng bề mặt tương ứng với thời gian tiếp xúc của sự va đập

Khoảng thời gian va đập là yếu tố then chốt quyết định sự thành công của hai quy trình thí nghiệm theo tiêu chuẩn TCVN 9489:2012. Các khoảng thời gian va đập sẽ được khuyến cáo trong tiêu chuẩn này. Trong thực tế, khoảng thời gian va đập phụ thuộc vào loại đầu va đập và điều kiện của bề tông tại vị trí va đập. Các bề mặt nhẵn, cứng sẽ cho khoảng thời gian va đập ngắn hơn so với các bề mặt nhám và mềm, Người sử dụng nên kiểm tra xem các khoảng thời gian va đập có

nằm trong các khoảng khuyến cáo hay không. Đo gần đúng khoảng thời gian va đập có thể có được từ một phần của dạng sóng tương ứng với sự tới của sóng bề mặt. Hình 27.1 minh họa ví dụ về phần sóng bề mặt của dạng sóng và chỉ ra khoảng thời gian tiếp xúc gần đúng.

Sóng xung P (P-Wave) là sóng ứng suất giãn (dọc hay chính) gây nên sự dịch chuyển của hạt song song với hướng lan truyền sóng. Sóng này tạo các ứng suất bình thường (kéo hay nén) khi lan truyền.

Vận tốc sóng xung P (P-wave speed) là vận tốc sóng xung P lan truyền qua môi trường rắn bán vô hạn.

Vận tốc sóng xung P chính là tốc sóng xung nén đo được theo ASTM C597.

Tần suất lấy mẫu (Sampling frequency) là mức mà tại đó các điểm có dạng sóng được ghi nhận; nghịch đảo của khoảng lấy mẫu được thể hiện bằng Hz hay số mẫu/giây (cũng được gọi là mức lấy mẫu).

Chu kỳ lấy mẫu (Sampling period) là thời gian của dạng sóng bằng số điểm trong dạng sóng nhân với khoảng lấy mẫu.

Khoảng lấy mẫu (Sampling interval) là khoảng chênh lệch thời gian giữa hai điểm sát nhau bất kỳ trong dạng sóng.

Sóng bề mặt (Surface wave) là sóng ứng suất mà trong đó sự dịch chuyển của hạt dạng elip và biên độ của sự chuyển động của hạt giảm nhanh theo chiều sâu. Nó cũng được biết dưới tên sóng Rayleigh hay sóng R (Rayleigh wave - R-wave).

Dạng sóng (waveform) là tín hiệu nhận được từ một đầu thu biểu thị bằng đồ thị của điện thế theo thời gian.

Vận tốc sóng xung P biểu kiến trong bản là thông số bằng 0,96 lần vận tốc sóng xung P:

$$C_{p,plate} = 0,96C_p \quad (27.1)$$

Trong đó:

$C_{p,plate}$  là vận tốc sóng xung P biểu kiến trong bản, m/s;

$C_p$  là vận tốc sóng xung P trong bê tông xác định theo quy trình A, m/s.

Thông số này được sử dụng để tính chiều dày trong các phép đo phản xạ va đập ở các bản bê tông. Vận tốc sóng xung P trong vật liệu bê tông được chuyển thành vận tốc sóng xung P biểu kiến trong bản và được sử dụng để tính chiều dày bản theo công thức:

$$T = \frac{C_{p,plate}}{2f} \quad (27.2)$$



Trong đó:

T là chiều dày bản, m;

f là tần số của kiểu chiều dày sóng xung P của bản có được từ phổ biên độ, Hz.

Bản (Plate) là mọi kết cấu khối hộp có kích thước cạnh ít nhất gấp sáu lần chiều dày.

Các kích thước cạnh tối thiểu là cần thiết để giúp cho các loại tấm bản dao động, tránh khỏi sự phiền phức khi nhận diện các tần suất kiểu độ dày trong phổ biên độ. Các kích thước cạnh tối thiểu và chu kỳ lấy mẫu hợp lý có tính tương quan.

### **27.3. Ý NGHĨA VÀ SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHẢN XẠ XUNG VÀ ĐẬP**

Phương pháp thử này có thể sử dụng để thay thế hay kết hợp với phương pháp khoan lấy mẫu để xác định độ dày các loại sàn, bản bê tông mặt đường, bản mặt cầu, tường hay kết cấu dạng bản khác. Có mức độ nào đó về sai số hệ thống trong độ dày tính được do bản chất gián đoạn của các tín hiệu số khi sử dụng kỹ thuật số. Lỗi sai số hệ thống tuyệt đối phụ thuộc vào chiều dày tấm bản, khoảng lấy mẫu và chu kỳ lấy mẫu.

Do vận tốc sóng có thể thay đổi từ điểm này đến điểm khác trong kết cấu do sự khác biệt về tuổi bê tông hay sự không ổn định của các mẻ bê tông khác nhau, nên vận tốc sóng cần được đo (quy trình A) tại mỗi điểm mà tại đó cần xác định chiều dày (Quy trình B).

Các chiều dày lớn nhất và nhỏ nhất đo được có thể bị hạn chế bởi cấu tạo của thiết bị đo (các đặc tính phản hồi của bộ chuyển đổi tín hiệu thu và đầu va đập chuyên dụng). Các giới hạn sẽ được nhà sản xuất thiết bị quy định và không được sử dụng các thiết bị này vượt các giá trị cho phép. Nếu thiết bị thí nghiệm được người sử dụng tự lắp đặt thì các hạn chế độ dày sẽ được thiết lập và quy định thành văn bản.

Phương pháp này không áp dụng cho các kết cấu có các lớp phủ trên như bản cầu có lớp phủ bê tông atphan hay bê tông xi măng poóc lăng. Phương pháp này dựa trên sự giả định rằng tấm bản có cùng vận tốc sóng xung P theo chiều sâu.

Quy trình A được thực hiện trên bề mặt bê tông khô vì độ ẩm bề mặt cao có thể ảnh hưởng đến kết quả đo.

Quy trình B có thể áp dụng cho bản bê tông đặt trên nền đất, sỏi, bê tông atphan thấm nước hay bê tông xi măng poóc lăng gầy, với điều kiện có sự khác biệt về trở kháng âm giữa bản bê tông và lớp nền hoặc có nhiều lỗ rỗng tại bề mặt tiếp xúc giữa bản bê tông và nền tấm để làm xuất hiện các phản xạ đo được. Nếu các điều kiện này không được đáp ứng, thì dạng sóng sẽ có biên độ thấp và phổ biên độ sẽ không

có cực trị trội ở tần số tương ứng với độ dày (phương trình 27.2). Nếu mặt tiếp xúc giữa bê tông và nền là nhám thì phổ biên độ sẽ có cực trị thay cho nhọn của bề mặt tiếp xúc nhẵn.

Các quy trình mô tả nêu trên không bị ảnh hưởng bởi tiếng ồn giao thông hay sự rung tần số thấp của kết cấu gây ra bởi sự di chuyển bình thường của các phương tiện giao thông trên kết cấu.

Các quy trình trên không áp dụng trong trường hợp có cản (nhiều) cơ học gây ra bởi thiết bị va đập (máy búa đóng cọc...) trên kết cấu.

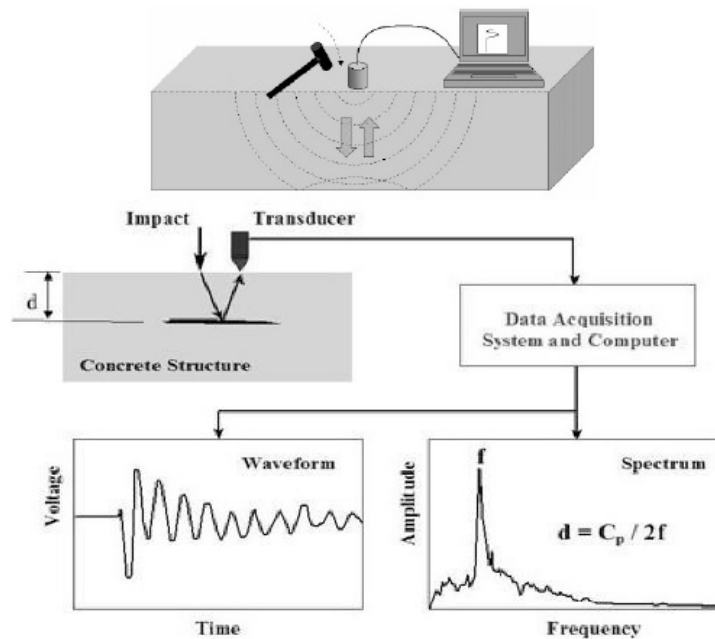
Quy trình A không áp dụng trong trường hợp nhiễu điện biên độ lớn được gây ra bởi chẳng hạn như máy phát điện hay các nguồn khác có ảnh hưởng đến hệ thống thu nhận dữ liệu.

## 27.4. QUY TRÌNH A – ĐO VẬN TỐC SÓNG XUNG P

### 27.4.1. Nguyên lý của phương pháp

Sử dụng sự va đập lên bề mặt bê tông để tạo các sóng ứng suất nhanh. Các sóng này lan truyền dọc theo bề mặt bê tông và qua hai đầu thu tín hiệu đặt trên cùng đường thẳng với điểm va đập và tại các khoảng cách cách nhau đã biết.

Sự chênh lệch về thời gian của tín hiệu sóng xung P (sóng ứng suất với vận tốc lớn nhất) khi đến tại mỗi đầu thu được sử dụng để xác định vận tốc sóng xung P bằng cách lấy khoảng cách đã biết giữa hai đầu thu tín hiệu chia cho thời gian truyền tín hiệu.



**Hình 27.2** - Nguyên lý và sơ đồ thí nghiệm bằng phương pháp phản xạ xung va đập

### 27.4.2. Thiết bị, dụng cụ

Phương pháp phản xạ xung va đập bao gồm 3 thiết bị chủ yếu:

- Đầu va đập;
- Các đầu thu tín hiệu chính xác cao;
- Hệ thống thu nhận dữ liệu.

Ngoài ra, các bộ phận phụ trợ bao gồm bộ định vị, máy tính và các cáp và đầu nối.

#### 27.4.2.1. Đầu va đập

Đầu va đập phải có dạng cầu hay chỏm cầu. Nó sẽ tạo ra khoảng thời gian va đập ( $30 \pm 1Q$ )  $\mu\text{s}$  với năng lượng đủ để tạo sự dịch chuyển bề mặt do sóng xung P mà có thể ghi nhận bởi hai đầu thu. Đầu va đập sẽ được định vị để tạo sự va đập lên điểm trên đường thẳng đi qua hai đầu thu ở khoảng cách ( $150 \pm 10$ ) mm từ đầu thu thứ nhất.

Các bi thép cứng có đường kính (5 đến 8) mm được gắn trên các thanh lò xo thép để có thể tạo các va đập thích hợp.

#### 27.4.2.2. Các đầu thu tín hiệu

Hai đầu thu bằng rộng đáp ứng sự dịch chuyển vuông góc với bề mặt. Các đầu thu này cần phải có khả năng đo được các dịch chuyển nhỏ tương ứng với sự tới của sóng xung P gây ra bởi sự va đập dịch chuyển dọc theo bề mặt. Diện tích tiếp xúc nhỏ giữa pin điện áp và bề mặt bê tông là cần thiết để ghi nhận chính xác sự tới của sóng xung P. Sử dụng vật liệu thích hợp để kết nối đầu thu với bê tông.

Đầu thu sự dịch chuyển thông dụng được làm từ pin điện áp hình côn có đường kính đầu (tiếp xúc) đo là 1,5 mm và đầu cuối rộng có gắn khối đồng thích hợp. Tấm chì dày khoảng 0,25 mm là vật liệu kết nối thích hợp cho loại đầu thu như thế.



Loại hình trụ



Loại một đầu dạng súng



Loại hai đầu để đo vận tốc

**Hình 27.3** - Các đầu thu tín hiệu

Các đầu thu thích hợp nên được công bố bằng văn bản trước về khả năng đo chính xác đối với các chiều dày bản theo phương pháp này.

#### **27.4.2.3. Thiết bị định vị**

Bộ định vị (bộ gá) cần bảo đảm giữ được các đầu thu ở khoảng cách nhau cố định. Bộ định vị này không được cản trở khả năng của đầu thu đã dịch chuyển của bề mặt. Nó được chế tạo để giảm thiểu khả năng truyền sóng xung P qua nó nhằm ngăn ngừa ảnh hưởng đến việc đo thời gian dịch chuyển của sóng xung P. Các đầu thu sẽ được đặt cách nhau khoảng 300 mm. Đo và ghi nhận khoảng cách thực giữa các tâm của các đầu thu với độ chính xác tới 1 mm.

Sự chính xác của phép đo bị ảnh hưởng nếu khoảng cách giữa các mũi của hai đầu thu không được biết chính xác. Bộ định vị nên được thiết kế và chế tạo bằng các vật liệu phù hợp nhất để giảm thiểu sự mất ổn định của khoảng cách giữa các đầu thu do sự thay đổi nhiệt độ.

#### **27.4.2.4. Hệ thống thu nhận dữ liệu**

Bao gồm phần cứng và phần mềm để thu nhận, ghi và xử lý dữ liệu đầu ra của hai đầu thu. Hệ thống này có thể là một máy tính xách tay có thể ghi dữ liệu ở hai kênh hoặc có thể là một máy xách tay phân tích dạng sóng ở hai kênh.

Tần suất lấy mẫu của mỗi kênh sẽ là 500 kHz hoặc cao hơn (khoảng thời gian lấy mẫu là 2  $\mu$ s hoặc ít hơn). Hệ thống sẽ có khả năng khởi động từ tins hiệu của một trong các kênh ghi.

Dải điện áp và sự chuyển điện áp của hệ thống thu nhận dữ liệu sẽ trùng hợp với độ nhạy của các đầu thu sao cho sự tới của sóng xung p được xác định chính xác.

Hệ thống hiển thị sẽ bao gồm các con trỏ (trên màn hình), bao gồm cả số liệu về thời gian và điện áp của các điểm ở mỗi dạng tương ứng với sự tới của sóng xung P.

Hệ thống thu nhận dữ liệu sẽ hoạt động bởi nguồn điện mà không tạo ra các nhiễu điện đo được bởi các đầu thu và hệ thống thu nhận dữ liệu trong trường hợp hệ thống được đặt ở độ nhạy điện áp yêu cầu để đo các sự tới của sóng xung p.

#### **27.4.2.5. Cáp và đầu nối**

Để nối các đầu thu tín hiệu với hệ thống thu nhận dữ liệu. Các đầu nối cần có chất lượng cao và nối chặt với cáp. Cáp phải được bọc để giảm nhiễu điện.

#### **Thiết bị kiểm tra chức năng**

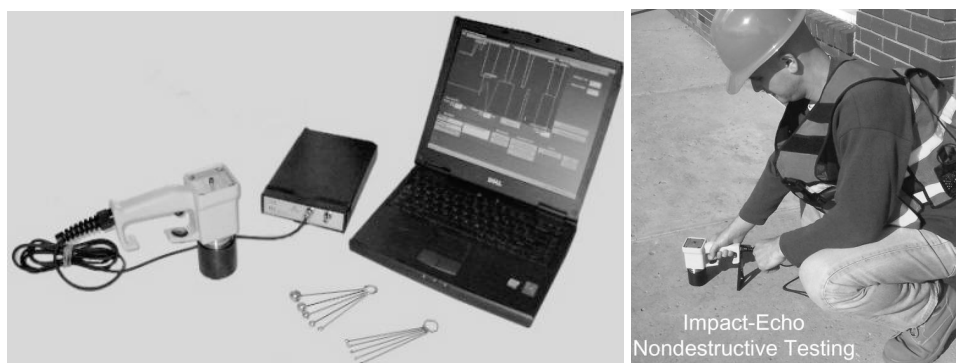
Thiết bị dùng để kiểm tra tất cả các bộ phận của hệ thống thí nghiệm hoạt động ổn định trước khi bắt đầu tiến hành thí nghiệm.

Thiết bị có thể bao gồm cả một mẫu thử tham khảo mà sự phản ứng va đập của các mẫu này được xác định trước và có thể được so sánh với số liệu đầu ra của hệ thống thí nghiệm.

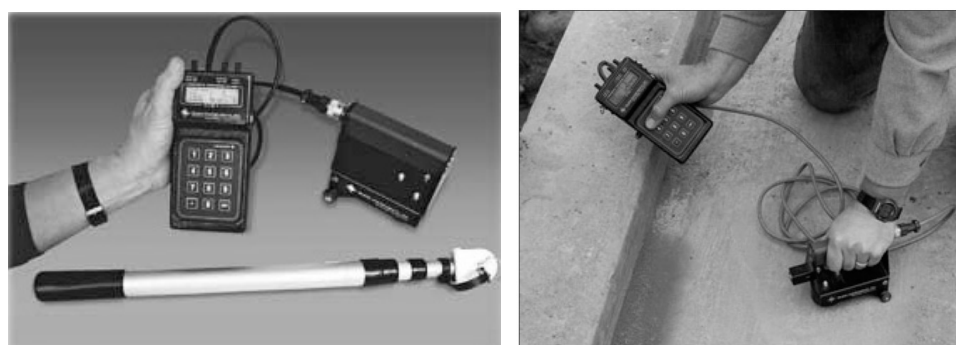
Một số thiết bị được minh họa trên Hình 27.4.



a) Thiết bị DOC-500

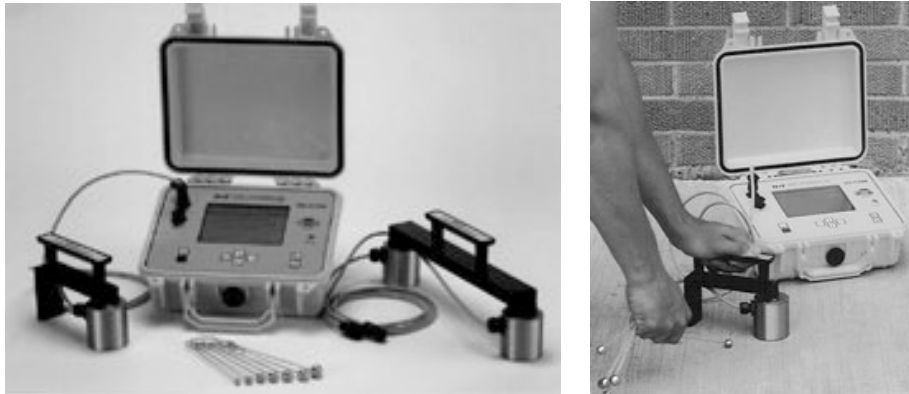


b) Thiết bị IEI-C System



c) Thiết bị CTG-IT

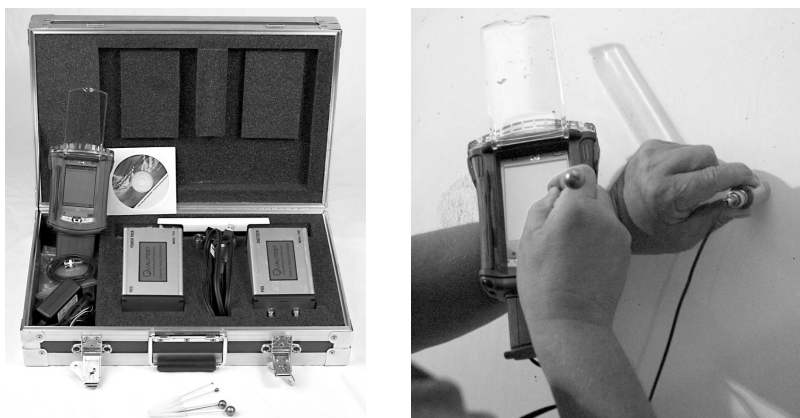
**Hình 27.4** – Một số thiết bị thí nghiệm phản xạ xung và đập



d) Thiết bị C-570



e) Thiết bị IEI-B



f) Thiết bị PIES

**Hình 27.4** – Một số thiết bị thí nghiệm phân xạ xung và đập (Kết thúc)

### 27.4.3. Chuẩn bị bề mặt thí nghiệm

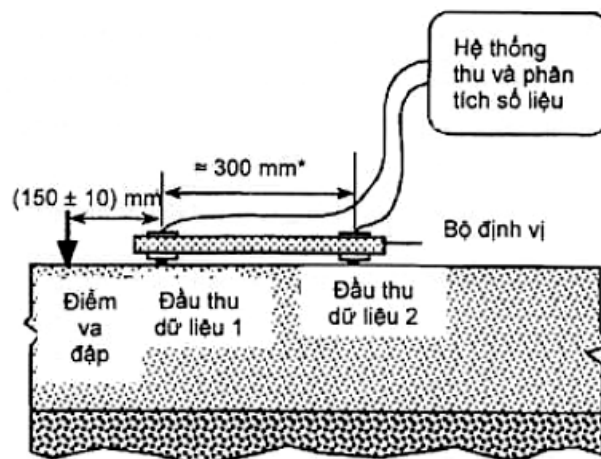
Bề mặt thí nghiệm cần phải khô. Bụi và các mảnh vỡ nhỏ cần được loại bỏ khỏi bề mặt nơi mà vận tốc sóng xung P được xác định.

Nếu bề mặt thí nghiệm quá nhám thì khó đạt được tiếp xúc tốt giữa đầu thu tín hiệu và bê tông, bề mặt bê tông nên được mài nhẵn để có tiếp xúc tốt. Loại bỏ bụi bẩn trước khi kết nối đầu thu với bề mặt bê tông.

Độ nhám của bề mặt có thể gây ra các vấn đề khi trực tiếp khi thí nghiệm mặt được cao tốc có kết cấu nhám hay các bề mặt có khe, rãnh. Tại các kết cấu mới, các thành phần dưỡng hộ bê tông cần loại bỏ tại vị trí thí nghiệm để các đầu thu tiếp xúc tốt với bề mặt thí nghiệm và đạt được va đập nhanh.

### 27.4.4. Cách tiến hành

Sơ đồ bố trí thí nghiệm theo Quy trình A được thể hiện trong Hình 27.5.



\* Đo khoảng cách thực giữa các tâm đầu thu dữ liệu chính xác đến 1 mm

**Hình 27.5** – Sơ đồ bố trí thí nghiệm theo quy trình A

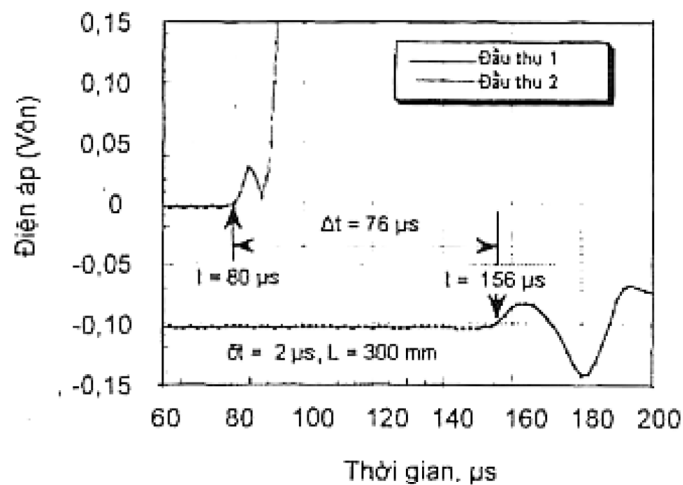
Lắp thiết bị (các đầu thu, bộ định vị, đầu va đập). Kiểm tra sự hoạt động ổn định của hệ thống thí nghiệm. Đặt thiết bị lên bề mặt bê tông và đặt đầu va sao cho vị trí điểm va đập trùng với đường nối hai tâm của hai đầu thu ở khoảng cách  $(150 \pm 10)$  mm cách đầu thu thứ nhất. Nếu thí nghiệm trên bề mặt nhiều khe, rãnh, thì thí nghiệm song song các rãnh, sao cho đường qua các tâm đầu thu và đầu va không cắt rãnh. Nếu có vết nứt, thì đặt thiết bị sao cho không có vết nứt nào cắt đường chạy qua điểm va và các tâm đầu thu.

Khởi động và đặt hệ thống thu nhận dữ liệu với các thông số thu nhận dữ liệu đúng (tần suất lấy mẫu, dải điện áp, mức khởi động, độ trễ,...).

*Lưu ý:* Đối với một số hệ thống, nên đặt các thông số thu nhận dữ liệu sao cho có khoảng 100 điểm được ghi nhận trước điểm thu thứ nhất (trigger point). Các thông số sơ bộ trước điểm thu thứ nhất này sẽ cho phép đánh giá giá trị đường cơ sở ở dạng sóng trước khi sóng xung P tới. Do nhiễu điện, tín hiệu có thể dao động trước sự tới của sóng xung P, và biết trước biên độ của các dao động này sẽ giúp nhận diện sự tới của sóng xung P.

Thực hiện va đập. Kiểm tra các dạng sóng thu nhận được. Nếu các dạng sóng từ hai đầu thu tín hiệu chấp nhận được, thì lưu các số liệu để dùng cho các phân tích tiếp theo sau. Nếu các sóng xung tới P không thể nhận biết chắn chắn, thì thí nghiệm lại ở cùng vị trí hay di chuyển đến vị trí khác để có sự tiếp xúc tốt hơn giữa các đầu thu và bê tông.

Hình 27.6 là một ví dụ minh họa sự đặt đúng của các dạng sóng với các mũi tên chỉ vào các điểm tương ứng với các sự tới của sóng xung P ở mỗi dạng sóng. Trong trường hợp này các sóng xung tới P tại các vị trí đầu thu được nhận biết rõ bởi sự tăng của các dạng sóng cao hơn các mức nền. Vận tốc sóng xung P tính được là  $0,3/(0,000076) = 3950$  m/s, và đó là giá trị hợp lý.



**Hình 27.6** – Ví dụ các dạng sóng thu được khi sử dụng Quy trình A (chỉ phần đầu của các dạng sóng được thể hiện)

#### 27.4.5. Phân tích số liệu và tính toán

- Xuất hiện trên màn hình của hệ thống thu nhận dữ liệu (máy vi tính) là các dạng sóng từ hai đầu thu, do vậy chúng được dựng đồ thị theo cùng một trục thời gian.
- Nhận biết thời gian tới của sóng xung P trực tiếp trong mỗi dạng sóng. Sự tới của sóng xung P được nhận biết tại điểm thứ nhất khi điện áp thay đổi từ giá trị đường nền (xem Hình 27.6).



Sử dụng con trỏ để hiển thị các chỉ số đọc về điện áp  $C_p$  và thời gian tại các điểm tương ứng với các sự tới của sóng xung P. Xác định khoảng chênh lệch thời gian,  $\Delta t$ , giữa sự tới của sóng xung P tại mỗi dạng sóng. Sự chênh lệch thời gian này là thời gian dịch chuyển (truyền sóng). Việc đo tự động sự tới của sóng xung p ở các dạng sóng cho phép có các dạng sóng ổn định (không chứa nhiễu) trước khi sóng xung P tới.

- Sử dụng thời gian dịch chuyển (truyền sóng) đã đo,  $\Delta t$ , và khoảng cách đã đo giữa các đầu thu, L, để tính vận tốc sóng xung P:

$$C_p = \frac{L}{\Delta t} \quad (27.3)$$

- Thực hiện hai lần đo thí nghiệm tại mỗi vị trí thí nghiệm. Nếu thời gian dịch chuyển đã đo là như nhau trong cả hai trường hợp, thì tiến hành thí nghiệm tiếp các điểm khác. Nếu hai thời gian dịch chuyển này khác nhau bởi một khoảng thời gian lấy mẫu hay nhiều hơn, thì thực hiện thí nghiệm lần 3 và chấp nhận thời gian dịch chuyển lặp lại là giá trị đúng. Nếu hai trong ba số đo không giống nhau, thì cần kiểm tra để bảo đảm các đầu thu có tiếp xúc tốt với bề mặt và lặp lại thí nghiệm.

- Tính vận tốc sóng xung tới P biểu kiến theo phương trình (27.1).

- Quy trình thay thế - Trong các thí nghiệm mà độ chính xác tối đa của đo chiều dày đo là không quan trọng, thì vận tốc sóng xung P biểu kiến trong bê tông, được chấp nhận xác định bằng hiệu chỉnh trực tiếp với chiều dày đã đo ở các điểm trong kết cấu. Xác định chiều dày của kết cấu, xác định tần suất chiều dày tại cùng điểm phù hợp với Quy trình B, và sử dụng phương trình (27.2) để tính vận tốc sóng biểu kiến. Người mua dịch vụ thí nghiệm và công ty thí nghiệm sẽ phải thỏa thuận với nhau cho phép hay không cho phép thực hiện quy trình thay thế này. Hai bên sẽ phải thỏa thuận tiếp về số lượng và vị trí của các điểm hiệu chỉnh và phương pháp xác định chiều dày bê tông. Khi sử dụng quy trình thay thế này, thì không áp dụng quy trình quy định trong Điều 15 .

## 27.5. QUY TRÌNH B – THÍ NGHIỆM PHẢN XẠ VÀ ĐẬP

### 27.5.1. Nguyên lý phương pháp thử

Va đập tại bề mặt bê tông gây các sóng ứng suất, trong đó sóng xung P có ý nghĩa quan trọng nhất. Sóng xung P lan truyền vào trong bản bê tông và bị phản xạ tại mặt đối diện.

Phản xạ nhiều lần của sóng xung P giữa các bề mặt bản bê tông làm tăng sự cộng hưởng chiều dày đo nhanh với tần số liên quan đến chiều dày bản.

Đầu thu dữ liệu được đặt sát với diêm va đập và ghi nhận sự dịch chuyển bề mặt gây ra bởi sự tới của các sóng phản xạ. Kết quả ở đầu thu ghi được như dạng sóng theo thời gian.

Các dạng sóng thu nhận được được chuyển thành dạng tần số bằng cách sử dụng phương pháp biến đổi Fourier và thu được phổ biên độ. Cộng hưởng chiều dày sinh ra một cực trị trội trong phổ mà có thể dễ nhận biết. Giá trị tần số của cực trị này được sử dụng kết hợp với vận tốc sóng xung P biểu kiến thu được từ Quy trình A, để tính chiều dày của bàn bằng phương trình (27.2).

### **27.5.2. Thiết bị, dụng cụ**

#### **27.5.2.1. Đầu va đập**

Đầu va đập nên có hình cầu hay chòm cầu. Nó phải tạo đủ năng lượng lên bản bê tông cứng sao cho có được phổ biên độ xác định tốt với cực trị đơn trội. Khoảng thời gian va,  $t_c$ , cần nhỏ hơn so với thời gian dịch chuyển của sóng xung P, như sau:

$$t_c < \frac{2T}{C_p} \quad (27.4)$$

Các bi thép cứng có đường kính 8 đến 16 mm được gắn trên các thanh lò xo thép và các đầu va cơ học hình chòm cầu được sử dụng thích hợp cho mặt đường cao tốc thông dụng bằng bê tông.

#### **27.5.2.2. Đầu thu**

Đầu thu băng rộng ghi nhận sự dịch chuyển vuông góc với bề mặt. Đầu thu này cũng giống như đầu thu mô tả trong Quy trình A.

#### **27.5.2.3. Hệ thống thu nhận dữ liệu**

Hệ thống thu nhận dữ liệu để thu nhận, ghi nhận và xử lý số liệu đầu ra của đầu thu. Hệ thống này có thể giống như hệ thống mô tả trong Quy trình A.

Tần suất lấy mẫu điển hình là trong khoảng 500 kHz (khoảng thời gian  $2\mu s$ ) và 250 kHz (khoảng thời gian  $4\mu s$ ).

Số lượng điểm hình của các điểm lấy số liệu để ghi nhận dạng sóng là 1024 hoặc 2048.

Khoảng thời gian điển hình của dạng sóng ghi được (chu kỳ lấy mẫu) là  $4096 \mu s$  hoặc  $8192 \mu s$ .

Chu kỳ lấy mẫu là tích số của số lượng các điểm ghi nhận và khoảng thời gian lấy mẫu. Giá trị nghịch đảo của chu kỳ lấy mẫu xác định khoảng tần số trong phổ biên độ có được theo phương pháp biến đổi nhanh Founer. Chu kỳ lấy mẫu  $4096 \mu s$

tương ứng khoảng tần số 244 Hz và chu kỳ lấy mẫu 8192  $\mu$ s tương ứng 122 Hz. Khoảng tần số nhỏ hơn cho phép đo chiều dày chính xác hơn, Tuy nhiên, chu kỳ lấy mẫu nên được chọn có xem xét đến kích thước cạnh của bản bê tông so với chiều dày của bản. Nếu kích thước cạnh nhỏ hơn của bản lớn hơn ít nhất 20 lần chiều dày, thì có thể sử dụng chu kỳ lấy mẫu 8192  $\mu$ s. Nếu kích thước cạnh nhỏ hơn của bản lớn hơn ít nhất 10 lần chiều dày, thì có thể sử dụng chu kỳ lấy mẫu 4096 $\mu$ s. Đối với kích thước cạnh nhỏ hơn, sử dụng chu kỳ lấy mẫu ngắn hơn, sẽ gây ra sự không chính xác của đo chiều dày đo được. Các hạn chế này là cần thiết để bảo đảm rằng dạng sóng không bao gồm sự dịch chuyển liên quan đến các loại rung khác mà có thể gây nhiễu đến khả năng nhận biết tần số chiều dày của bản trong phổ biên độ.

Dải điện áp để thu nhận số liệu nên sao cho biên độ của dạng sóng là đủ để cho phép kiểm tra bằng mắt các đặc tính chủ yếu của nó, chẳng hạn như tín hiệu sóng bề mặt và các dao động tiếp theo sau.

Dải điện áp quá cao có thể làm xuất hiện dạng sóng với biên độ nhỏ làm nó khó kiểm tra. Dải điện áp quá thấp có thể gây mất một phần tín hiệu thu. Bộ số hóa với ít nhất 12 bit chuyển đổi được khuyến cáo sử dụng.

Phần mềm được cung cấp để thu nhận, ghi nhận, hiển thị và phân tích số liệu. Phần mềm sẽ tính phổ biên độ từ dạng sóng ghi nhận được. Phổ biên độ sẽ hiển thị ngay lập tức sau khi dạng sóng được ghi nhận. Phần mềm để xác định tần số chiều dày cũng cho phép dùng con trỏ thủ công.

Hệ thống thu nhận dữ liệu sẽ hoạt động bằng nguồn năng lượng không gây ra nhiều điện được đo bởi đầu thu và hệ thống thu nhận dữ liệu khi mà hệ thống này được đặt ở dải điện áp sử dụng để thí nghiệm.

#### ***27.5.2.4. Cáp và đầu nối***

Như mô tả ở Quy trình A.

#### ***27.5.2.5. Thiết bị kiểm tra chức năng***

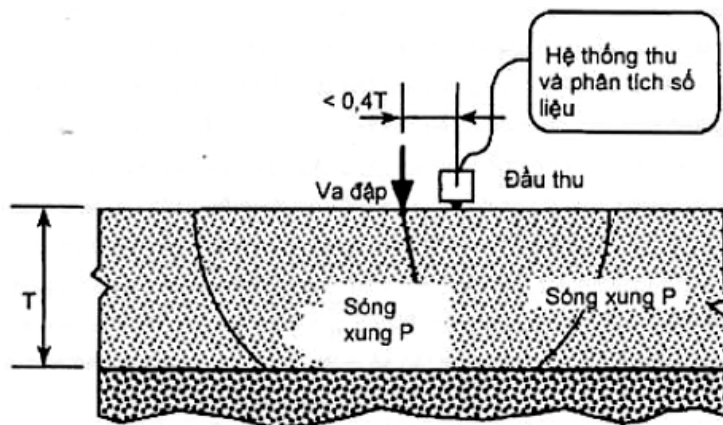
Như mô tả ở Quy trình A.

#### **27.5.3. Chuẩn bị bề mặt thử**

- Loại bỏ bụi bẩn và các mảnh vỡ nhỏ khỏi bề mặt ở nơi cần xác định chiều dày.
- Nếu bề mặt thí nghiệm rất nhám thì khó có tiếp xúc tốt giữa đầu thu và bê tông, nên mài bề mặt sao cho có tiếp xúc tốt.

#### **27.5.4. Cách tiến hành**

- Sơ đồ thử nghiệm phản xạ va đập ở tấm bản được thể hiện trên Hình 27.7.



*Hình 27.7 – Sơ đồ thử nghiệm phản xạ va đập ở tấm bản*

- Đặt đầu thu lên bề mặt bê tông tại nơi cần đo độ dày. Đặt bộ va đập để tạo va đập ở khoảng cách ít hơn 0,4 lần độ dày bản (quy ước) cách đầu thu.

- Hệ thống thu nhận với các thông số thu nhận dữ liệu chính xác (lần suất lấy mẫu dài điện áp, độ trễ, mức khởi động..., được chuẩn bị sẵn sàng. Việc thu nhận số liệu được bắt đầu bởi tín hiệu đầu thu hay bởi bộ va đập hoạt động. Nếu cần thiết, thiết lập các thông số thu nhận số liệu bằng các thí nghiệm thử sơ bộ.

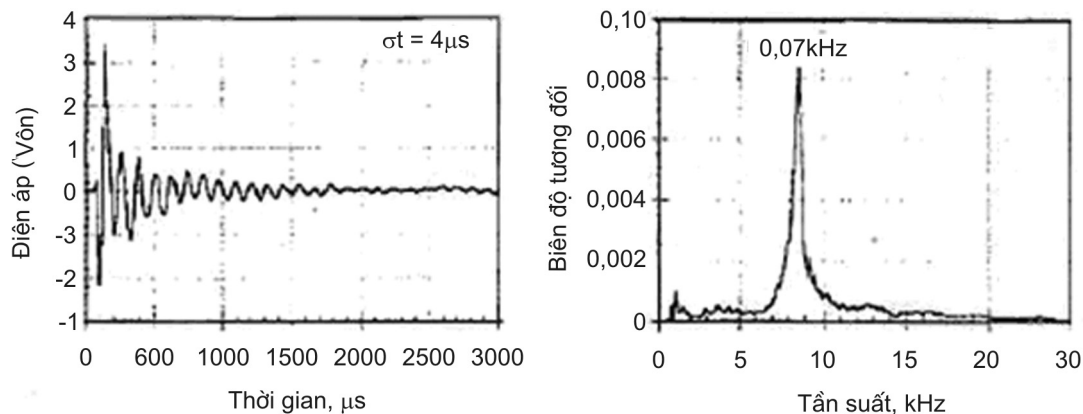
Đối với một số hệ thống, khuyến cáo đặt các thông số tiếp nhận số liệu sao cho khoảng 100 điểm được ghi nhận trước điểm khởi động (điểm thu thứ nhất). Phần đầu của dạng sóng cho thông tin về thời gian tiếp xúc của sự va đập và có thể giúp nhận biết các dạng sóng lỗi do tiếp xúc kém, nhiễu điện, hay các yếu tố khác.

Thực hiện sự va đập. Kiểm tra dạng sóng thu nhận được và phổ biên độ tương ứng. Để đánh giá khả năng thích hợp của dạng sóng, cần phải kiểm tra xem liệu phần của dạng sóng tương ứng với sóng bề mặt là dạng đúng hay không và sóng bề mặt có được theo sau bởi dao động chu kỳ tương ứng với các đa phản xạ giữa mặt ranh giới của bản bê tông. Phổ biên độ của dạng sóng thích hợp sẽ có cực trị trội đơn ở tần số phù hợp với độ dày bản bê tông.

Hình 27.8 cho ví dụ về dạng sóng theo thời gian thích hợp và phổ biên độ tương ứng của nó trong thí nghiệm bản bê tông. Khoảng thời gian lấy mẫu là  $4 \mu s$  và số lượng các điểm ở dạng sóng hoàn thành (không thể hiện) là 2048.

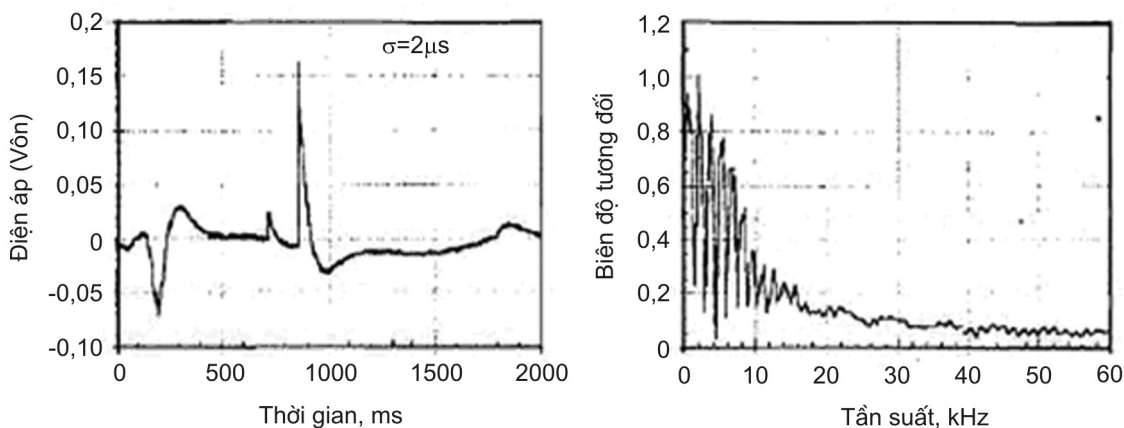
- Nếu dạng sóng và phổ biên độ chấp nhận được, thì lưu lại dạng sóng và phổ biên độ ban đầu đó. Lặp lại thí nghiệm để kiểm tra các kết quả. Nếu các kết quả được lặp lại và ổn định, thì chuyển đến các điểm đo tiếp sau. Nếu dạng sóng và phổ biên độ không phù hợp, thì cần kiểm tra lại bề mặt thí nghiệm xem có bị rác bụi hay không và xem lại đầu thu dữ liệu có tiếp xúc tốt với bề mặt bê tông hay không. Cũng cần kiểm tra xem bề mặt điểm va đập có phẳng và có rác, bụi không, đồng thời xem

lại kích thước chính xác của đầu đo sử dụng. Lặp lại thí nghiệm cho đến khi dạng sóng và phổ biên độ thu được thật ổn định.



**Hình 27.8** – Dạng sóng và phổ biên độ thí nghiệm phản xạ chấp nhận của bản bê tông dày 250 mm

Hình 27.9 thể hiện ví dụ các kết quả thí nghiệm phản xạ và đập sai. Đồ thị dạng sóng thiếu sự dao động theo chu kỳ và phổ biên độ không có cực trị đơn trội.



**Hình 27.9** – Dạng sóng không thể hiện các dao động theo chu kỳ và phổ biên độ không có cực trị trội đơn

#### 27.5.5. Phân tích các số liệu

- Xác định tần số của cực trị biên độ cao trong phổ biên độ.
- Tính chiều dày của bản theo phương trình (27.2).

#### 27.6. BÁO CÁO THỬ NGHIỆM

Báo cáo các thông số dữ liệu được sử dụng. Các thông số này bao gồm:

- Khoảng thời gian lấy mẫu;

- Dải điện thế;
- Độ phân giải điện áp;
- Số lượng các điểm trong đồ thị dạng sóng;
- Khoảng tần số trong phổ biên độ;
- Vị trí mỗi điểm thí nghiệm trên kết cấu, điều kiện bề mặt thí nghiệm và nó có được mài hay không;
- Đối với các bản bê tông nằm trên nền, cần phải báo cáo chi tiết loại vật liệu nền nếu biết;
- Vận tốc sóng xung P;
- Chiều dày bản.

Nếu quy trình thay thế được sử dụng để xác định vận tốc sóng xung P thì cần báo cáo số liệu hiệu chỉnh trước khi tiến hành thí nghiệm và việc sử dụng các số liệu này như thế nào để tính chiều dày bản.

### **27.7. VÍ DỤ THỰC HÀNH**

Xác định chiều dày bản bê tông và so sánh với chiều dày đo được bằng phương pháp đo trực tiếp.

### **27.8. CÂU HỎI**

1. Sự khác nhau giữa phương pháp phản xạ xung va đập và xung siêu âm?
2. Phạm vi áp dụng của phương pháp phản xạ xung va đập?
3. Tại sao phải thực hiện theo quy trình A và B ở cùng một điểm?
4. Các thành phần chính của thiết bị dùng để thí nghiệm theo phương pháp phản xạ xung va đập?

Sai số của phương pháp phản xạ xung va đập là bao nhiêu so với đo trực tiếp từ mẫu khoan?

# MỤC LỤC

	Trang
<i>Lời nói đầu</i>	3
<b>Chương 1. Đại cương về vật liệu xây dựng</b>	
1.1. Khái niệm và phân loại vật liệu xây dựng	5
1.2. Các loại vật liệu xây dựng chính	6
<b>Chương 2. Giới thiệu về các tính chất cơ lý cơ bản của vật liệu xây dựng</b>	
2.1. Các tính chất vật lý	10
2.2. Các tính chất cơ học	15
2.3. Nội dung ôn tập	19
<b>Chương 3. Phương pháp thí nghiệm các tính chất cơ lý của bê tông</b>	
3.1. Lý thuyết	20
3.2. Hướng dẫn quy trình thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của hỗn hợp bê tông và bê tông nặng	22
3.3. Biểu mẫu báo cáo kết quả thử nghiệm (xem trang 68)	67
3.4. Nội dung ôn tập	67
<b>Chương 4. Phương pháp thí nghiệm các tính chất cơ lý của vữa</b>	
4.1. Lý thuyết	69
4.2. Hướng dẫn quy trình xác định các tính chất cơ lý của hỗn hợp vữa và vữa (theo TCVN 3121:2003)	70
4.3. Biểu mẫu báo cáo kết quả thử nghiệm (xem trang 85)	84
4.4. Nội dung ôn tập	84
<b>Chương 5. Phương pháp thí nghiệm các tính chất cơ lý của xi măng</b>	
5.1. Giới thiệu chung về xi măng	86
5.2. Các mức quy định đối với các tính chất của xi măng theo tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam	89
	619

5.3. Hướng dẫn quy trình thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của xi măng	91
5.4. Giá định vị phải được giữ gìn sạch sẽ, bảo dưỡng định kì và gói cầu quay được dễ dàng	109
5.5. Nội dung ôn tập	109
<b>Chương 6. Phương pháp thí nghiệm các tính chất cơ lý của cốt liệu dùng cho bê tông và vữa</b>	
6.1. Cốt liệu nhỏ cho bê tông và vữa	112
6.2. Cốt liệu lớn cho bê tông	115
6.3. Hướng dẫn quy trình thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của cốt liệu	119
6.4. Biểu mẫu báo cáo kết quả thử nghiệm (xem trang 145, 146)	144
6.5. Nội dung ôn tập	144
<b>Chương 7. Phương pháp thí nghiệm các tính chất cơ lý của gạch xây đất sét nung</b>	
7.1. Giới thiệu chung về gạch xây đất sét nung	147
7.2. Các mức quy định đối với các tính chất của gạch xây đất sét nung theo tiêu chuẩn hiện hành của Việt Nam	149
7.3. Hướng dẫn quy trình thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của gạch xây đất sét nung (theo TCVN 6355:2009)	150
7.4. Biểu mẫu báo cáo kết quả thí nghiệm (xem trang 159)	158
7.5. Nội dung ôn tập	158
<b>Chương 8. Phương pháp thí nghiệm các tính chất cơ lý của vật liệu ốp lát</b>	
8.1. Giới thiệu chung về vật liệu ốp lát	160
8.2. Các mức quy định đối với các tính chất của vật liệu ốp lát	163
8.3. Hướng dẫn quy trình thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của vật liệu ốp lát	169
8.4. Biểu mẫu báo cáo kết quả thí nghiệm (xem trang 191)	190
8.5. Nội dung ôn tập	190
<b>Chương 9. Phương pháp thí nghiệm các tính chất cơ lý của vật liệu lợp</b>	
9.1. Giới thiệu chung về vật liệu lợp	192



9.2. Các mức quy định đối với các tính chất của vật liệu lợp	195
9.3. Hướng dẫn quy trình thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của vật liệu lợp	198
9.4. Biểu mẫu báo cáo kết quả thí nghiệm (xem trang 208)	206
9.5. Nội dung ôn tập	206
<b>Chương 10. Phương pháp thí nghiệm các tính chất cơ lý của gạch block bê tông</b>	
10.1. Giới thiệu chung về gạch block bê tông	209
10.2. Các mức quy định đối với các tính chất của gạch block bê tông	210
10.3. Hướng dẫn quy trình thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của gạch block bê tông (theo TCVN 6477:2011)	211
10.4. Biểu mẫu báo cáo kết quả thí nghiệm (xem trang 216)	215
10.5. Nội dung ôn tập	215
<b>Chương 11. Phương pháp thí nghiệm các tính chất cơ lý của gạch bê tông tự chèn</b>	
11.1. Giới thiệu chung về gạch bê tông tự chèn	217
11.2. Các mức quy định đối với các tính chất của gạch bê tông tự chèn	218
11.3. Hướng dẫn quy trình thí nghiệm xác định các tính chất cơ lý của gạch bê tông tự chèn (theo TCVN 6476:1999)	219
11.4. Biểu mẫu báo cáo kết quả thí nghiệm (xem trang 222)	221
11.5. Nội dung ôn tập	221
<b>Chương 12. Phương pháp thí nghiệm các tính chất của phụ gia hóa học dùng cho bê tông</b>	
12.1. Giới thiệu chung về phụ gia hóa học dùng cho bê tông	223
12.2. Các yêu cầu đối với phụ gia hóa học dùng cho bê tông	224
12.3. Hướng dẫn quy trình thí nghiệm xác định các tính chất của phụ gia hóa học theo TCVN 8826:2011	228
12.4. Nội dung ôn tập	235
<b>Chương 13. Thí nghiệm thép và kim loại hàn</b>	
Phần mở đầu	237
13.1. Các tính chất cơ lý của vật liệu kim loại	238
13.2. Phương pháp thử kéo kim loại	242
	621

13.3. Phương pháp thử uốn kim loại nguyên và mối hàn	250
13.4. Phương pháp thử nén ống thép nguyên và ống thép có mối hàn	254
13.5. Phương pháp thử kéo mối hàn	258
13.6. Phương pháp thử kéo ống thép nguyên và ống thép hàn	263
13.7. Phương pháp thử độ cứng kim loại	267
13.8. Phương pháp xác định độ dai va đập ở nhiệt độ thường	274
13.9. Phương pháp xác định giới hạn chảy quy ước	278
13.10. Phương pháp xác định mô đun đàn hồi e	282
13.11. Phương pháp thử uốn và uốn lại thép cốt bê tông	288
Tài liệu tham khảo	294
Đề bài kiểm tra cuối khóa	295

#### **Chương 14. Thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý của đất trong phòng thí nghiệm**

14.1. Khái niệm chung về đất xây dựng và các chỉ tiêu tính chất cơ lý cơ bản	317
14.2. Phương pháp xác định độ ẩm của đất	326
14.3. Phương pháp xác định khối lượng thể tích của đất	332
14.4. Phương pháp xác định khối lượng thể tích hạt của đất	339
14.5. Phương pháp xác định giới hạn dẻo và giới hạn chảy của đất xây dựng trong phòng thí nghiệm	346
14.6. Phương pháp xác định thành phần hạt của đất	360
14.7. Phương pháp nén một trục không nở hông	378
14.8. Phương pháp xác định sức chống cắt bằng thiết bị cắt phẳng	393
14.9. Phương pháp xác định các đặc trưng đầm chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm	406
14.10. Xác định chỉ số cbr của đất, đá dăm trong phòng thí nghiệm	419

#### **Chương 15. Thí nghiệm tại hiện trường xác định tính chất cơ lý của đất**

15.1. Mục đích, yêu cầu	432
15.2. Đối tượng và thời gian	432
15.3. Chuyên đề 1: Các thí nghiệm hiện trường xác định một số tính chất vật lý	433
15.4. Chuyên đề 2: Phương pháp ngoài trời xác định các đặc trưng độ bền của đất	445

15.5. Chuyên đề 3: Phương pháp ngoài trời xác định các đặc trưng biến dạng của đất	465
Tài liệu tham khảo chương 13	479
<b>Chương 16. Thí nghiệm hóa nước dùng cho bê tông và vữa</b>	
16.1. Phương pháp lấy mẫu	480
16.2. Các phương pháp xác định chỉ số pH	484
16.3. Xác định lượng clorua ( $\text{Cl}^-$ )	486
16.4. Xác định lượng sunfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	488
16.5. Xác định cặn không tan, muối hòa tan, cặn toàn phần	489
16.6. Xác định chỉ số pemanganat (hàm lượng chất hữu cơ)	491
16.7. Một số kỹ thuật phân tích	492
16.8. Các câu hỏi	507
<b>Chương 17. Thí nghiệm hóa nước xây dựng, nước thải</b>	
17.1. Phương pháp lấy mẫu	509
17.2. Các phương pháp xác định chỉ số pH	509
17.3. Xác định độ kiềm, cacbonic tự do, cacbonic ăn mòn	509
17.4. Xác định độ cứng toàn phần (độ cứng tổng), độ cứng cacbonat, độ không cacbonat, các ion bicacbonat, canxi, manhe	512
17.5. Xác định hàm lượng nitơ	519
17.6. Xác định hàm lượng sắt (III) ( $\text{Fe}^{3+}$ )	524
17.7. Xác định hàm lượng mangan	525
17.8. Xác định hàm lượng oxy hòa tan (DO) và nhu cầu oxy hóa học (COD)	526
17.9. Một số kỹ thuật phân tích	530
17.10. Các câu hỏi	530
<b>Chương 18. Kiểm tra chất lượng bê tông bằng phương pháp không phá hủy</b>	
18.1. Phân loại phương pháp trên cơ sở vật lý	532
18.2. Phân loại phương pháp trên cơ sở tính chất của bê tông	532
<b>Chương 19. Phương pháp xác định độ cứng bề mặt bê tông bằng thiết bị bật nảy</b>	
19.1. Phạm vi áp dụng	534
19.2. Tiêu chuẩn viện dẫn	534
	623

19.3. Các yêu cầu chung	535
19.4. Các yêu cầu đối với súng bật nảy	536
19.5. Kiểm tra, đánh giá cường độ và độ đồng nhất của bê tông ở hiện trường	536
Phụ lục 19A	537
Phụ lục 19B	538
Phụ lục 19C	540
Phụ lục 19D	541
<b>Chương 20. Thí nghiệm xác định cường độ bê tông bằng phương pháp xung siêu âm</b>	
20.1. Khái niệm về phương pháp siêu âm	542
20.2. Phạm vi áp dụng	544
20.3. Tài liệu viện dẫn	544
20.4. Thuật ngữ và định nghĩa	544
20.5. Nguyên lý	544
20.6. Các thiết bị đo	545
20.7. Xác định vận tốc xung	546
20.8. Các yếu tố ảnh hưởng đến việc đo vận tốc xung	547
20.9. Độ đồng nhất của bê tông	547
20.10. Xác định các khuyết tật	547
20.11. Sự thay đổi tính chất của bê tông	548
20.12. Quan hệ giữa vận tốc xung và cường độ	548
20.13. Xác định mô đun đàn hồi và hệ số poisson động	548
20.14. Báo cáo kết quả	548
Phụ lục 20A	549
Phụ lục 20B	549
<b>Chương 21. Phương pháp siêu âm kết hợp bật nảy</b>	
21.1. Phạm vi áp dụng	550
21.2. Tài liệu viện dẫn	550
21.3. Nguyên tắc chung	550
21.4. Thiết bị và phương pháp đo	551
21.5. Xác định cường độ bê tông của cấu kiện và kết cấu xây dựng	551
21.6. Câu hỏi	553

## **Chương 22. Phương pháp xác định cường độ kéo nhỏ của bê tông**

22.1. Phạm vi áp dụng	554
22.2. Các tiêu chuẩn có liên quan	554
22.3. Nguyên tắc	555
22.4. Thiết bị, dụng cụ	555
22.5. Chuẩn bị thử	558
22.6. Các bước tiến hành thử	559
22.7. Tính kết quả	561
22.8. Báo cáo thử nghiệm	561
22.9. Độ chính xác và độ lệch	562
Phụ lục 22A	563
Phụ lục 22B	565
Phụ lục 22C	566
22.10. Câu hỏi	568
22.11. Yêu cầu thực hành	568

## **Chương 23. Bê tông - xác định cường độ kéo bề mặt và cường độ bám dính bằng kéo trực tiếp**

23.1. Mở đầu	569
23.2. Tiêu chuẩn TCVN 9491:2012	571
23.3. Phần thực hành - tiến hành thực hành trên nền bê tông	577
23.4. Câu hỏi	578
23.5. Yêu cầu thực hành	578

## **Chương 24. Phương pháp thử sử dụng đầu dò windsor để xác định cường độ chịu nén của bê tông**

24.1. Phạm vi áp dụng	579
24.2. Nguyên tắc	579
24.3. Hệ thống thử nghiệm	580
24.4. Chuẩn bị mẫu thử	582
24.5. Cách tiến hành	582
24.6. Báo cáo kết quả	583
24.7. Xác định cường độ chịu nén	583
24.8. Xác định độ cứng của cốt liệu lớn (SCT7)	588

24.9. Câu hỏi	590
24.10. Yêu cầu thực hành	590
<b>Chương 25. Xác định cường độ chịu nén khối xây bằng kích thủy lực</b>	
25.1. Phần lý thuyết	591
25.2. Phần thực hành	594
25.3. Câu hỏi	596
<b>Chương 26. Thí nghiệm xác định cường độ gỗ và khuyết tật bằng phương pháp xuyên tĩnh</b>	
26.1. Phần lý thuyết	597
26.2. Phần thực hành	598
26.3. Xử lý kết quả và ghi phiếu	599
26.4. Câu hỏi kiểm tra	601
<b>Chương 27. Bê tông - xác định chiều dày của kết cấu bê tông dạng bản bằng phương pháp phản xạ xung và đập</b>	
27.1. Giới thiệu phương pháp	602
27.2. Các khái niệm cơ bản	602
27.3. Ý nghĩa và sử dụng phương pháp phản xạ xung và đập	605
27.4. Quy trình A – đo vận tốc sóng xung P	606
27.5. Quy trình B – thí nghiệm phản xạ va đập	613
27.6. Báo cáo thử nghiệm	617
27.7. Ví dụ thực hành	618
27.8. Câu hỏi	618