

## Đất xây dựng - Các phương pháp xác định thành phần hạt trong phòng thí nghiệm

### *Soils - Laboratory methods of determination of grain size distribution*

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định thành phần hạt của đất loại cát và đất loại sét trong phòng thí nghiệm, dùng cho xây dựng.

#### 1. Quy định chung

- 1.1. Thành phần hạt của đất là hàm lượng các nhóm hạt có độ lớn khác nhau ở trong đất được biểu diễn bằng tỉ lệ phần trăm so với khối lượng của mẫu đất khô tuyệt đối đã lấy để phân tích.
- 1.2. Xác định thành phần hạt là phân chia đất thành từng nhóm các cỡ hạt gần nhau về độ lớn và xác định hàm lượng phần trăm của chúng.
- 1.3. Thành phần hạt của đất cát được xác định bằng phương pháp sàng (rây), theo hai cách:
  - Không rửa bằng nước (rây khô) để phân chia các hạt có kích thước từ 10 đến 0,5mm
  - Có rửa nước (rây ướt), để phân chia các hạt có kích thước từ 10 đến 0,1mm.
- 1.4. Thành phần hạt của đất loại cát và đất loại sét được xác định bằng phương pháp tỉ trọng kể khi phân chia các hạt có kích thước từ 0,01 đến 0,002 mm và bằng phương pháp rây với các hạt lớn hơn 0,1mm.
- 1.5. Việc lấy mẫu đất thí nghiệm được thực hiện theo TCVN 2683: 1991 “Đất xây dựng. Phương pháp lấy, bao gói, vận chuyển và bảo quản mẫu”. Mẫu để xác định thành phần hạt cần được:
  - a) Nghiền nhỏ trong cối sứ bằng chày có đầu bọc cao su, để tách các hạt có kích thước lớn hơn 0,1mm;
  - b) Đun sôi trong nước sau khi đã được nghiền nhỏ và thay thế từng thành phần phức chất trao đổi của đất bằng ion  $\text{NH}_4^+$  để tách các hạt có kích thước nhỏ hơn 0,1mm.

Đối với đất có huyền phù (thể rắn) bị kết tủa, khi thí nghiệm phải đun sôi mẫu trong nước và thay thế từng phần phức chất trao đổi của đất bằng ion  $\text{Na}^+$

- 1.6. Thành phần hạt của đất được xác định từ các mẫu ở trạng thái khô gió, đã được nghiền nhỏ trong cối sứ bằng chày có đầu bọc cao su, hoặc trong máy nghiền không làm vỡ hạt.

#### **Chú thích:**

*Đối với bùn, đất than bùn vỡ than bùn, cho phép xác định thành phần hạt từ các mẫu có độ ẩm tự nhiên.*

- 1.7. Khi xác định thành phần hạt của đất cát bằng phương pháp rây có rửa nước, phải dùng nước máy, nước mưa hoặc nước sông đã được lọc sạch; còn khi xác định thành phần hạt của đất loại sét bằng phương pháp tỉ trọng kể, phải dùng nước cất.
- 1.8. Khi xác định thành phần hạt của đất bằng phương pháp tỉ trọng kể, phải giữ cho bình đựng huyền phù không bị rung, không chịu những tác động khác, không bị ảnh hưởng của nắng và nhiệt độ cao.

- 1.9. Các phép cân trên cân kỹ thuật phải được tiến hành với độ chính xác đến 0,01g; cân các mẫu đất có khối lượng 200g và lớn hơn cho phép tiến hành với độ chính xác đến 1g. Các phép cân trên cân phân tích phải được tiến hành với độ chính xác đến 0,001g.
- 1.10. Mỗi mẫu đất để xác định thành phần hạt chỉ cho phép tiến hành thí nghiệm một lần. Số lượng mẫu phân tích ao nhiệm vụ nghiên cứu quyết định. Đối với những công trình quan trọng, khi chọn cấp phối hạt, 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 nhóm hạt trên 10%, được phép dưới 3%.

## 2. Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm

- 2.1. Để xác định thành phần hạt của đất bằng phương pháp rây, cần dùng các dụng cụ và thiết bị sau đây:

- Cân kỹ thuật, có độ chính xác đến 0,01g;
- Bộ rây (có ngăn đáy) có kích thước lỗ: 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,25 và 0,1mm;
- Cối sứ và chày bọc cao su;
- Tủ sấy điều chỉnh được nhiệt độ;
- Bình hút ẩm có canxi clorua;
- Bát đựng đất;
- Quả lê bằng cao su (để dồn rửa hạt đất, hút nước);
- Dao con;
- Cân có độ chính xác đến 1g;
- Máy sàng lắc.

*Chú thích:* Cho phép sử dụng các bộ rây chuẩn của các nước phương Tây có kích thước tương đương.

- 2.2. Để xác định thành phần hạt của đất bằng phương pháp tỉ trọng kế, cần dùng những dụng cụ và thiết bị chỉ dẫn ở Điều 2.1 và những dụng cụ sau đây:

- Cân phân tích;
  - Tỉ trọng kế có thang từ 0,995 đến 1,030 và có giá trị của mỗi vạch chia là 0,001 (loại B) (hình 1) hoặc tỉ trọng kế có thang chia từ 0 đến 60 (loại A) (hình 2);
  - Bộ phận đun và làm lạnh bằng nước (hệ thống ống xoắn và bếp điện);
  - Các phễu có đường kính từ 2 đến 3cm và 14cm;
  - Các bình tam giác (hình 3) có dung tích 1000cm<sup>3</sup> các ống đo bằng thủy tinh có dung tích 1000cm<sup>3</sup> và đường kính 60 ± 2mm (hình 4);
- Nhiệt kế có độ chính xác 0,5<sup>o</sup>C;
- Que khuấy (hình 5);
  - Đồng hồ bấm giây;
  - Máy rửa;
  - Ống hút cỡ 5cm<sup>3</sup> và 50cm<sup>3</sup>;
  - Thước thẳng dài 20cm có vạch chia milimét.

## 3. Các phương pháp thí nghiệm ,

3.1. Xác định thành phần hạt của đất bằng phương pháp rây

3.1.1. Chuẩn bị mẫu thí nghiệm

- a) Để phân chia đất ra thành các nhóm hạt bằng phương pháp rây khô, cân dùng bộ rây có kích thước lỗ 10; 5; 2; 1; 0,5mm; bằng phương pháp rây ướt cân dùng lại bộ rây có lỗ 10; 5; 2; 1; 0,5 và thêm hai cỡ 0,25 và 0,1mm

Lắp các rây thành chồng (cột) theo thứ tự tăng dần kích thước của lỗ kể từ đáy trở lên

- b) Mẫu trung bình để phân tích được lấy theo phương pháp chia tư. Để lấy mẫu cân trộn đều đất đã khô gió (phơi khô trong không khí), rồi rải thành một lớp mỏng trên tờ giấy dầy hoặc trên tấm gỗ mỏng. Dùng dao con, rạch thành hai đường vuông góc chia bề mặt lớp đất ra thành bốn phần tương đương và sau đó gạt bỏ đất ở hai phần đối xứng ra ngoài. Đất ở hai phần còn lại được trộn đều và tiếp tục làm lại như trên cho đến khi nào khối lượng đất còn lại vào khoảng.

- 100 - 200 g đối với đất không chứa các hạt có kích thước lớn hơn 2mm.

- 300 - 900g đối với đất chứa đến 10% (theo khối lượng) các hạt có kích thước lớn hơn 2mm;

- 1000 - 2000g đối với đất chứa 10 đến 30% các hạt có kích thước lớn hơn 2mm;

- 2000 - 5000g đối với đất chứa trên 30% các hạt có kích thước 2mm.

*Chú thích: Hàm lượng các hạt lớn hơn 2mm được ước lượng bằng mắt. \_*

- c) Cân mẫu đất trung bình trên cân kỹ thuật với độ chính xác quy định ở Điều 1.9 của tiêu chuẩn này.

3.1.2. Tiến hành phân tích theo phương pháp rây khô:

- a) Lấy một mẫu đất trung bình và cân khối lượng của nó (theo các Mục b và c Điều 3.1.1). Đổ mẫu đất vào rây trên cùng và lắc bằng tay hoặc bằng máy qua bộ sàng tiêu chuẩn (Mục a Điều 3.1.1). Khi sàng mẫu đất có khối lượng lớn hơn 1000g thì nên đổ đất vào rây thành hai đợt.

Từng nhóm hạt còn lại trên các rây, bắt đầu từ rây trên cùng, được đổ vào cối sứ và nghiền thêm bằng chày có đầu bọc cao su, sau đó lại sàng qua chính rây đó, cho đến khi đạt yêu cầu.

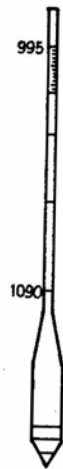
Để kiểm tra việc sàng lắc các nhóm hạt đất đã đạt yêu cầu hay chưa, cần rây đất lên trên mặt tờ giấy trắng; nếu thấy có các hạt đất rơi xuống tờ giấy thì đổ các hạt đó vào sàng tiếp cho đến khi kiểm tra không thấy một hạt đất nào rơi xuống giấy nữa mới thôi.

- b) Cân riêng từng nhóm hạt còn lại trên các rây và lọt xuống ngăn đáy. Lấy tổng khối lượng của tất cả các nhóm hạt và so sánh với khối lượng của mẫu đất trung bình lấy để phân tích. Nếu sai lệch của khối lượng quá 1% thì phải phân tích lại.

Khối lượng đất tổn hao khi dùng bộ rây được phân chia cho tất cả các nhóm hạt, theo tỉ lệ khối lượng của chúng.

- c) Hàm lượng của mỗi nhóm hạt (P), biểu diễn bằng phần trăm, được tính theo công thức (1):

$$P = \frac{m_h}{m} 100 \%$$



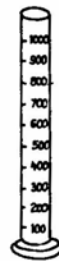
Hình 1 : Tỷ trọng kế loại B



Hình 2 : Tỷ trọng kế loại A



Hình 3 : Bình tam giác



Hình 4 : Ống đo



Hình 5 : Que khuấy

Trong đó:

$m_h$  - khối lượng nhóm hạt, tính bằng gam;

$m$  - khối lượng của mẫu trung bình lay để phân tích, tính bằng gam.

Kết quả tính toán được biểu diễn với độ chính xác đến 0,1% .

d) Trình bày các kết quả phân tích dưới dạng bảng số lượng chứa phần trăm trong đất của các nhóm hạt có kích thước lớn hơn 10; 10 đến 5; 5 đến 2; 2 đến 1; 1 đến 0,5 và nhỏ hơn 0,5mm.

Kết quả phân tích kèm theo chú thích về phương pháp xác định.

3.1.3. Tiến hành phân tích theo phương pháp rây ướt.

a) Lấy một mẫu đất trung bình, cân khối lượng của nó (theo các Mục b và c Điều 3.1.1) và đổ đất vào các bát nhỏ đã được cân trước. Dùng nước làm ẩm đất và nghiền đất bằng chày có đầu bọc cao su. Sau đó đổ nước vào đất, khuấy đục huyền phù và để lắng 10 đến 15 giây. Đổ nước có các hạt không lắng (thể vẫn) qua rây có lỗ 0,1mm.

Cứ tiến hành khuấy đục và đổ lên rây như vậy cho đến khi nước bên trên các hạt lắng xuống hoàn toàn trong mới thôi.

Dùng quả lê cao su bơm nước dội sạch các hạt còn lại trên rây vào bát, gạt đổ nước trong bát đi.

Sấy đất trong các bát cho đến trạng thái khô gió và cân bát với đất để tìm khối lượng của đất sau khi dội rửa các hạt nhỏ hơn 0,1mm qua rây.

Xác định khối lượng các hạt có kích thước nhỏ hơn 0,1mm theo hiệu số giữa khối lượng của mẫu trung bình lấy để phân tích và khối lượng của đất sau khi đã rửa đi các hạt có kích thước nhỏ hơn 0,1mm.

Sàng đã được rửa bỏ các hạt có kích thước nhỏ hơn 0,1mm qua bộ rây tiêu chuẩn (mục a Điều 3.1.1.) và kiểm tra việc sàng các nhóm hạt qua từng rây, như chỉ dẫn ở mục a, Điều 3.1.2. của tiêu chuẩn này.

b) Cân riêng từng nhóm hạt bị giữ lại trên các rây. Lượng đất tổn hao khi sàng được phải chia cho các nhóm hạt theo tỉ lệ khối lượng của chúng.

Tính hàm lượng phần trăm của mỗi nhóm hạt theo công thức (1).

c) Kết quả phân tích được trình bày dưới dạng bảng, trong đó ghi lượng chứa phần trăm các nhóm hạt có kích thước lớn hơn 10; 10 đến 5; 2 đến 1; 1 đến 0,5; 0,5 đến 0,25; 0,25 đến 0,1 và nhỏ hơn 0,1mm; đồng thời có chú thích về phương pháp xác định.

3.2. Xác định thành phần hạt của đất bằng phương pháp tỉ trọng kế là tiến hành đo mật độ của huyền phù bằng tỉ trọng kế đã được hiệu chỉnh trước, theo chỉ dẫn ở các Điều từ 1.1 đến 1.6 của Phụ lục thuộc tiêu chuẩn này.

3.2.1. Khi phân tích các mẫu đất có huyền phù không kết tủa, để rửa hạt và pha loãng huyền phù, đều phải dùng nước cất có thêm dung dịch  $\text{NH}_4\text{OH}$  nồng độ 25% theo liều lượng  $0,5\text{cm}^3$  cho một lít nước cất.

3.2.2. Cách chuẩn bị mẫu trung bình để phân tích.

a) Bằng phương pháp chia tư, lấy một mẫu đất 200g ở trạng thái khô gió và sàng qua bộ rây có kích thước lỗ 10; 5; 2; 1; 0,5mm.

Cân các nhóm hạt bị giữ lại các rây và nhóm hạt đã lọt xuống ngăn đáy. Nếu trong mẫu đất không có hạt lớn, thì không cần phải sàng qua các rây có lỗ 1mm và lớn hơn.

Đối với các mẫu đất nói trong phần chú thích của Điều 1.6 thì không tiến hành những công việc trên.

b) Cũng bằng phương pháp chia tư, lấy một mẫu đất trung bình đã lọt qua rây có kích thước lỗ 0,5mm, cho vào trong một bát đã biết khối lượng và cân bát có chứa đất để xác định khối lượng của đất có cơ hạt nhỏ hơn 0,5mm dùng vào phân tích.

Khối lượng của mẫu đất này được lấy vào khoảng:

20g đối với đất sét;

30g đối với đất sét pha;

40g đối với đất cát pha;

Đối với đất bùn, đất than bùn và than bùn, đã nói ở phần chú thích của điều 1.6, thì khối lượng của mẫu phân tích nên lấy lớn hơn nhưng trị số nêu trên, tùy theo độ ẩm tự nhiên của chúng.

Đồng thời với việc lấy mẫu trung bình để xác định thành phần hạt, phải lấy mẫu để xác định độ ẩm và khối lượng riêng của đất.

*Chú thích:* Cho phép lấy khối lượng riêng của đất theo số liệu ghi trong các sổ tay kỹ thuật về đất.

c) Kiểm tra sự ngưng keo (kết tủa) của huyền phù

Bằng phương pháp chia tư, lấy một mẫu đất có khối lượng vào khoảng 2g, dùng chày có đầu bọc cao su nghiền mẫu đất đó với 4 đến 6cm<sup>3</sup> nước cất trong bát, sau đó đổ thêm vào bát 14 đến 16cm<sup>3</sup> nước cất và đun sôi huyền phù trong khoảng thời gian từ 5 đến 10 phút. Đổ huyền phù trong bát vào một ống nghiệm hoặc vào một ống đo có dung tích từ 100 đến 150cm<sup>3</sup> và đổ thêm một lượng nước cất, sao cho thể tích của huyền phù lên đến khoảng 100cm<sup>3</sup> đối với đất sét, 70cm<sup>3</sup> đối với sét pha và 50cm<sup>3</sup> đối với đất cát pha.

Lắc huyền phù rồi để yên trong bình. Nếu sau thời gian đó huyền phù kết tủa và vật kết tủa sau khi đã rơi xuống đáy ống nghiệm (hoặc đáy ống đo) có kết cấu rời, dạng bông và dịch thể trên chất kết tủa trong suốt, thì coi đất là có kết tủa và có muối hoà tan, cần phải xử lý trước khi tiến hành phân tích.

d) Tiến hành xử lý đất có kết tủa và có muối hòa tan bằng phương pháp rửa.

Đem khối lượng đất dùng để phân tích cho vào phễu có lót giấy lọc. Rót nước cất đun sôi để nguội vào phễu có đất để lọc muối hòa tan vào trong bình tam giác 1000cm<sup>3</sup>. Trong quá trình rửa, chú ý giữ cho mặt dung dịch cao hơn mặt đất trong phễu 5mm.

Để kiểm tra việc rửa muối, cần lấy hai ống nghiệm, cho vào mỗi ống 2cm<sup>3</sup> dung dịch nước lọc qua phễu, rồi thêm vào ống nghiệm thứ nhất vài giọt HC10% và BaCl<sub>2</sub> 5% ống thứ hai vài giọt HNO<sub>3</sub> 10% và AgNO<sub>3</sub> 5%. Nếu cả hai ống không thấy hiện tượng kết tủa trắng, thì chứng tỏ đất đã được rửa sạch muối hòa tan.

Sau khi đã rửa xong, xác định lượng chứa muối hòa tan trong đất bằng cách đổ nước lọc qua phễu vào một ống có khắc độ để đo thể tích của nó. Sau đó lắc đều ống và lấy ra hai mẫu nước lọc có thể tích khoảng 100cm<sup>3</sup>. Đổ nước này vào bát, khô ở 105<sup>0</sup>C, để nguội trong bình hút ẩm và cân trên cân phân tích với độ chính xác tới 0,001g.

*Chú thích:* Khi đất chứa ít chất kết tủa và muối hòa tan hoặc công trình nghiên cứu không quan trọng có thể bỏ qua điều này. Trong trường hợp đó không cần ngâm mẫu đất và tiếp đó cũng không phải đun sôi, mà tiến hành cho qua rây ngay sau khi khuấy lắc trong nước.

e) Cho mẫu đất trung bình dùng để phân tích (loại không có kết tủa hoặc có kết tủa nhưng đã được rửa như điều 3.2.3.d) vào bình tam giác có dung tích từ 750 đến 1000cm<sup>3</sup>; dùng tia nước rửa sạch phần đất còn lại trong bát hoặc trên phễu lọc.

Đổ thêm nước vào bình tam giác, sao cho lượng nước tổng cộng gấp mười lần khối lượng của mẫu đất và ngâm mẫu đất trong một ngày đêm.

g) Cho thêm vào bình 1cm<sup>3</sup> dung dịch NH<sub>4</sub>OH nồng độ 25%, đập bình lại bằng một cái nút của bộ phận làm lạnh (hệ thống ống xoắn) hoặc đập bằng một cái phễu có đường kính từ 2 đến 3cm và đun sôi huyền phù trong thời gian 1 giờ.

Để nguội huyền phù cho đến nhiệt độ trong phòng, sau đó rót qua rây 0,1mm vào trong ống đo hình trụ có dung tích 1000cm<sup>3</sup>. Để rót, cần đặt phễu có đường kính 14cm trên miệng ống đo, rồi đặt rây vào miệng phễu.

*Chú thích:* Đối với đất có huyền phù kết tủa khi kiểm tra ngưng keo nhưng thuộc loại đất trong chú thích của mục d Điều 3.2.2, thì sau khi cho mẫu vào bình tam giác và thêm

nước theo quy định trên, cần tiến hành lắc đều và độ huyền phù vào ống đo qua rây 0,1mm; không phải ngâm trong 1 ngày đêm và cũng không phải đun sôi.

h) Rửa trôi các hạt trên rây 0,1mm bằng tia nước vào bát và dùng chày có đầu bọc cao su nghiền kĩ, sau đó đổ huyền phù mới tạo thành trong bát qua rây 0,1mm vào ống đo. Cứ tiếp tục nghiền phần đất đọng lại trong bát và đổ huyền phù qua rây cho đến khi phần nước ở trên các hạt (còn lại dưới đáy bát) hoàn toàn trong. Chú ý khi không nên dùng nhiều nước, để bảo đảm huyền phù qua rây vào ống đo gần tới 1000cm<sup>3</sup>.

Đổ dồn các hạt còn lại trên rây và các hạt lắng lại ở đáy bát vào một bát hay lọ thủy tinh có khối lượng biết trước, đun cho bốc hơi. Sau đó, đem sấy đến khối lượng không đổi, rồi cho qua rây có kích thước lỗ 0,25 và 0,1mm, Trường hợp phân tích loại đất đã nói trong chú thích của Điều 1.6 thì sàng các hạt đã được sấy đến khối lượng không đổi qua bộ rây có kích thước lỗ 10; 5; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,1mm.

Cho các hạt đã lọt qua rây có lỗ 0,1mm vào ống đo chứa huyền phù, để tiến hành phân tích bằng tỉ trọng kế.

Cân các nhóm hạt bị giữ lại trên các rây để xác định lượng chứa của chúng.

Đổ thêm nước vào ống đo (nếu cần) cho đúng 1000cm<sup>3</sup>

Khi phân tích loại đất có huyền phù kết tủa (có hiện tượng ngưng keo) thì trước lúc đổ thêm nước, phải cho vào ống đo 25cm<sup>3</sup> pirôphôtphat natri (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) có nồng độ 4% hoặc 6,7% (4% tính cho pirôphôtphat natri không ngâm nước; 6,7% tính cho pirôphôtphat natri ngâm nước).

### 3.2.3. Tiến hành phân tích bằng tỉ trọng kế.

a) Dùng que để khuấy huyền phù trong thời gian 1 phút (cứ 2 giây kéo lên đẩy xuống một lần), ghi điểm thời khuấy và sau 20 giây thận trọng thả tỉ trọng kế vào trong huyền phù. Phải để tỉ trọng kế nổi tự do, không được chạm vào thành ống đo

b) Tiến hành đọc đợt đầu mật độ của huyền phù theo mép trên của mặt khun qua 30 giây, 1 phút, 2 phút, và 5 phút từ khi thời khuấy và không lấy tỉ trọng kế ra khỏi ống đo. Thời gian đọc số trên tỉ trọng kế không được lâu quá 5 đến 7 giây.

**Chú thích:** Để tiện thao tác, khi đọc tỉ trọng kế loại B có thể đơn giản đi, tức là bỏ số 1 và chuyển dấu phẩy lùi về phải 3 số lẻ; trong trường hợp này gạch chia phần nghìn sẽ là số nguyên, còn số lẻ phần mười nghìn ước lượng bằng mắt sẽ và số lẻ phần mười.

c) Lấy tỉ trọng kế ra khỏi huyền phù và cho vào trong ống đựng nước cất.

Khuấy lại huyền phù lần thứ hai và cho tỉ trọng kế vào huyền phù để đọc mật độ của nó. Đọc tiếp tỉ trọng kế sau 15 phút; 30 phút; 1,5; 2; 3; và 4 giờ kể từ khi ngừng khuấy. Thời gian đọc có thể kéo dài và tùy theo yêu cầu mà quy định. Mỗi lần đọc nên thả tỉ trọng kế trước 5 đến 10 giây và hơi sâu hơn lần trước một chút. Sau mỗi lần đọc xong, lấy tỉ trọng kế ra khỏi huyền phù và nhúng vào ống đựng nước sạch, đo nhiệt độ và không khuấy lại.

d) Kiểm tra nhiệt độ của huyền phù với độ chính xác đến 0,5<sup>0</sup>C trong vòng 5 phút đầu (trước khi bắt đầu thí nghiệm) và sau mỗi lần đo mật độ của nó bằng tỉ trọng kế. Nếu nhiệt độ khác ±20<sup>0</sup>C thì phải ghi lại để hiệu chỉnh số đọc trên tỉ trọng kế theo bảng 1 của Phụ lục.

- e) Cần phải hiệu chỉnh số đọc mật độ huyền phù về chỉ tiêu không" của tỉ trọng kế, về chất làm phân tán và về chiều cao mặt khum theo các điều từ A.1.3 đến A.16 của Phụ lục A.

### 3.2.4. Chính lí các kết quả phân tích

- a) Tính lượng chứa muối hòa tan theo công thức (2):

$$P_m = \frac{m_m V (1 + 0,1 W)}{v \cdot m_1} \times 100 \quad \%$$

Trong đó:

$P_m$ - lượng chứa muối hòa tan, tính bằng phần trăm khối lượng;

$m_m$  - khối lượng bình quân của muối trong hai mẫu nước lọc lấy ra, tính bằng gam;

$v$ - thể tích bình quân của 2 mẫu nước lọc lấy ra, tính bằng centimet khối;

$V$ - tổng thể tích nước lọc, tính bằng gam;

$m_1$ - khối lượng mẫu đất trung bình ở trạng thái khô gió, được lấy để phân tích bằng tỉ trọng kế, tính bằng gam;

$W$ - độ ẩm của mẫu đất ở trạng thái khô gió, tính bằng phần trăm.

- b) Tính khối lượng chứa phần trăm các nhóm hạt có kích thước lớn hơn 10; 10 đến 5; 5 đến 2; 2 đến 1; 1 đến 0,5 và nhỏ hơn 0,5mm, theo Mục c Điều 3.1.2. Chú ý, khi tính khối lượng của mẫu đất ( $m$ ) lấy để phân tích thành phần hạt, phải có hiệu chỉnh về độ hút ẩm hoặc độ ẩm tự nhiên.

- c) Tính khối lượng phân hạt của mẫu đất trung bình lấy để phân tích ( $m_0$ ) bằng tỷ trọng kế theo công thức (S):

$$m_0 = \frac{m_1}{1 + 0,01 W} (1 - 0,01 P_m)$$

Trong đó:

$m_1$ - Khối lượng của, mẫu đất trung bình lấy để phân tích bằng tỉ trọng kế ở trạng thái khô gió (hoặc có độ ẩm tự nhiên trong trường hợp đất bùn, than bùn v.v...), tính bằng gam;

$W$ - lượng hút ẩm (hoặc độ ẩm tự nhiên), tính bằng phần trăm.

- d) Tính lượng chứa phần trăm ( $P$ ) của các nhóm hạt có kích thước nhỏ hơn 0,5mm và lớn hơn 0,25mm (hoặc lớn hơn 0,1mm) so với tổng khối lượng đất đem phân tích thành phần hạt, theo công thức (4):



$$P = \frac{m_h}{m_0} (100 - k)$$

Trong đó:

$m_h$  - khối lượng của nhôm hạt trên rây 0,25 (hoặc 0,1mm) đã được sấy khô đến giá trị không đổi, tính bằng gam;

$m_0$  - khối lượng phân hạt của mẫu đất trung bình lấy để phân tích bằng tỉ trọng kế, xác định theo Điều 3.2.5c, tính bằng gam;

K - lượng chứa tổng cộng của các nhóm hạt có kích thước lớn hơn 0,5mm, tính bằng phần trăm.

e) Tính toán đường kính (d) của các hạt bằng milimet theo toán đồ Stokes như chỉ dẫn ở mục 2 của Phụ lục, hoặc theo công thức (5):

$$d = \sqrt{\frac{1800 \cdot \eta \cdot H_R}{g (\rho - \rho_n) \cdot T}}$$

Trong đó:

$H_R$  - Cự li chìm lắng của các hạt kể từ bề mặt dịch the cho đến trọng tâm của bầu tỉ trọng kế ứng với số đọc đã hiệu chỉnh R trong thời gian T, tính bằng centimet;

$\eta$  - hệ số nhớt của nước tính bằng Poazơ, xác định theo bảng 2 của Phụ lục, phụ thuộc vào nhiệt độ;

g- gia tốc trọng trường, bằng 981 cm/s<sup>2</sup>;

$\rho$  - khối lượng riêng của hạt đất, tính bằng gam trên centimet khối

$\rho_n$  - khối lượng riêng của nước, lấy bằng 1 gam trên centimet khối;

T- thời gian chìm lắng kể từ lúc bắt đầu thổi khuấy huyền phù cho đến khi đọc được R, tính bằng giây.

f) Tính lượng chứa phân trăm (P) của các hạt có kích thước nhỏ hơn đường kính nào đó đã cho trước (xác định theo Mục e) của Điều 3.2:5, theo công thức (6) và (7)

- Đối với tỉ trọng kế loại B:

$$P' = \frac{\rho R'_B}{(\rho - \rho_n) m_0} (100 - K)$$

- Đối với tỉ trọng kế loại A:

$$P' = \frac{\rho (\rho_0 - 1) R'_A}{\rho_0 (\rho - 1)} (100 - K)$$

Trong đó:

$\rho_0$  - khối lượng riêng dùng để khắc độ, lấy bằng 2,65 gam trên cetimét khối

Các kí hiệu  $\rho, \rho_n, m_0, K$  giống như chỉ dẫn ở các điều trên  
 $R'_A, R'_B$  - số đọc đã hiệu chỉnh trên tỉ trọng kể loại A hoặc loại B.

Với tỉ trọng kể loại A, dùng công thức (8):

$$R'_A = R_A + m_A + n_A - c_A \quad (8)$$

$r_a$  - số đọc tỉ trọng kể loại A;

$n_A$  - Số hiệu chỉnh mặt cong và độ khắc theo tỷ trọng kể A;

$m_A$  - Số hiệu chỉnh nhiệt độ theo tỉ trọng kể A.

Với tỉ trọng kể loại B, dùng công thức (9):

$$R'_B = p_B + m_H + n_B - c_B \quad (9)$$

$R_B$  - Số đọc tỉ trọng kể loại B (đã đơn giản hóa);

$n_B$  - Số hiệu chỉnh mặt cong độ khắc theo tỉ trọng kể loại B (đã đơn giản hóa);

$m_B$  - Số hiệu chỉnh nhiệt độ theo tỉ trọng kể loại B (đã đơn giản hóa);

$c_B$  - Số hiệu chỉnh chất phân tán theo tỉ trọng kể B.

**Chú thích:** Trong các công thức trên sẽ lấy  $K: 0$  đối với trường hợp đất đem phân tích thành phần hạt không có các hạt lớn hơn 0,5mm.

Độ không đồng nhất của đất được biểu diễn bằng hệ số không đồng nhất  $U$  - là tỉ số giữa các đường kính hạt ứng với các lượng chứa 60 và 10% so với tổng khối lượng mẫu đất phân tích thành phần hạt, được xác định theo công thức (10):

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

g) Vẽ đường thành phần hạt trong hệ tọa độ nửa lôgarit: trên trục hoành biểu thị logarit của đường kính hạt và trên trục tung - lượng chứa phần trăm của hạt

Theo đường biểu diễn, xác định lượng chứa phần trăm của các nhóm hạt 0,5 đến 0,25; 0,25 đến 0,1; 0,1 đến 0,05; 0,05 đến 0,01; 0,01 đến 0,005 (hoặc 0,01 đến ảnh và nhỏ hơn 0,005mm (hoặc nhỏ hơn 0,002mm) tùy theo yêu cầu nghiên cứu.

h) Kết quả phân tích được trình bày dưới dạng bảng, trong đó nêu rõ lượng chứa phần trăm của các hạt có kích thước lớn hơn 10; từ 10 đến 5; từ 5 đến 2; từ 2 đến 1; từ 1 đến 0,5; từ 0,5 đến 0,25; từ 0,25 đến 0,1; từ 0,1 đến 0,05, từ 0,05 đến 0,01; từ 0,01 đến 0,005 (hoặc từ 0,01 đến 0,002) và nhỏ hơn 0,005 (hoặc nhỏ hơn 0,002mm).

Kèm theo kết quả phân tích phải có chú thích về độ hút ẩm (hoặc độ ẩm tự nhiên) của đất, về chất dùng để ổn định, phá kết tủa huyền phù, về quá trình rửa muối, v.v.

## Phụ lục A

### A.1. Hiệu chỉnh tỉ trọng kể

Có nhiều loại tỉ trọng kể. Thường dùng nhất là tỉ trọng kể loại A (đo khối lượng của các hạt trong dịch thể) và tỉ trọng kể loại B (đo khối lượng riêng của dịch thể). Trước khi sử dụng chúng cần phải tiến hành hiệu chỉnh.

- A.1.1. Xác định khoảng cách từ mặt dịch thể đến trọng tâm của khối nước do tỉ trọng kế choán chỗ  $H_R$  ứng với mỗi một vạch chia trên thang tỉ trọng kế làm riêng cho từng chiếc và từng ống đo.

Các trị số  $H_R$  dùng để xác định đường kính các hạt theo Mục c Điều 3.2.5 của tiêu chuẩn này.

- A.1.3. Khoảng cách  $H_R$  (cự li chìm lắng của các hạt đất), đo bằng cm, đối với mỗi vạch chia ở thang tỉ trọng kế, được tính theo công thức (1):

$$H_R = L_1 + (a - b) \quad (1)$$

Trong đó:

a - khoảng cách từ vạch chia cuối cùng đến trọng tâm của khối nước do bầu tỉ trọng kế choán chỗ, tính bằng centimet;

b - chiều cao dâng nước trong ống đo, khi tỉ trọng kế chìm xuống đến trọng tâm của khối nước bị bầu tỉ trọng kế choán chỗ, tính bằng centimet;

$L_1$  - khoảng cách từ vạch chia cuối cùng trên thang tỉ trọng kế đến các vạch chia phía trên tính bằng centimet;

- A.1.2.1. Đối với tỉ trọng kế loại B, khoảng cách  $L_1$  có thể xác định theo công thức.

$$L_1 = \frac{N - M}{N} L$$

Trong đó:

N - số vạch chia phần nghìn trên thang tỉ trọng kế kể từ vạch chia cuối cùng (thường 1.030 hoặc 1.050) đến vạch chia 1.000, là trị số không đổi đối với tỉ trọng kế đã cho.

M - số vạch chia phần nghìn trên thang tỉ trọng kế kể từ vạch chia 1.000 đến mặt huyền phù (là trị thay đổi-tùy theo độ chìm lắng của tỉ trọng kế). M luôn luôn bằng số đọc trên tỉ trọng kế;

L - chiều dài của thang khắc trên tỉ trọng kế kể từ vạch cuối (1.080 hoặc 1.050) đến vạch 1.000, tính bằng centimet, (là trị không đổi đối với tỉ trọng kế đã cho).

Trong công thức trên, trị số của M được lấy từ 1 đến 30.

Để thuận tiện cho việc dùng toán đồ sau này, nên lập sẵn biểu đồ quan hệ giữa  $H_R$  và M cho từng tỉ trọng kế và ống đo dùng trong phân tích.

- A.1. Chiều cao dâng nước trong ống đo khi tỉ trọng kế chìm xuống đến trọng tâm của khối nước bị bầu tỉ trọng kế choán chỗ (b), đo bằng cm, được xác định theo công thức (3):

$$b = \frac{V_b}{2 F}$$

Trong đó:

$V_b$  - thể tích của bầu tỉ trọng kế (tính đến vạch chia cuối cùng trên thang tỉ trọng kế), tính bằng centimet khối;

F - tiết diện ngang của ống đo, tính bằng centimet vuông.

Thể tích bầu tử trọng kế ( $V_b$ ) được xác định như sau:

Đổ 900 đến 920cm<sup>3</sup> nước cất có nhiệt độ 20<sup>0</sup>C vào trong một ống đo bằng thủy tinh có dung tích 1000cm<sup>3</sup>. Nhúng chìm tử trọng kế cho đến vạch cuối cùng và ghi độ dâng lên của mực nước. Hiệu giữa mực nước trong khi nhúng chìm tử trọng kế và khi không có tử trọng kế chính là bằng thể tích ( $V_b$ ) của bầu

Tiết diện ngang của ống đo (F) được xác định bằng cách đo chiều cao(H) từng đoạn ống, ghi thể tích  $V_b$  tương ứng của đoạn đó và tìm tiết diện của nó  $F = V/H$  Cần đo chiều cao (H) nhiều lần ở các đoạn khác nhau để tìm trị số tiết diện trung bình của ống đo.

- A.1.2.1. Khoảng cách từ vạch chia cuối cùng đến trọng tâm của khối nước do bầu choán chỗ (a) được xác định như sau:

Đổ 900cm<sup>3</sup> nước cất ở nhiệt độ 20<sup>0</sup>C vào trong ống đo bằng thủy tinh dùng để đựng huyền phù khi phân tích.

Dán một miếng giấy kẻ li lên mặt bầu. Nhúng tử trọng kế vào ống đo cho đến khi mực nước trong ống dâng lên đúng bằng nửa thể tích ( $V_b$ ) của bầu. Ghi chỗ tiếp xúc giữa mặt nước dâng lên và bầu, đó chính là trung tâm bầu. Đo khoảng cách từ vạch chia cuối cùng trên thang đến trung tâm bình tử trọng kế, được trị số a, tính bằng centimet.

- A.1.3. Xác định số hiệu chỉnh chỉ số "C" (tức là hiệu chỉnh độ khác) của tử trọng kế như sau:

Đổ đầy nước cất ở 20<sup>0</sup>C vào một ống đo và nhúng tử trọng kế vào nước Tiến hành đọc mật độ của nước, số đọc được là mật độ đơn vị.

Hiệu giữa vạch chia thang và số đọc lúc tử trọng kế đứng yên trong nước cất ở 20<sup>0</sup>C bằng số hiệu chỉnh đưa vào tính toán.

Cộng số hiệu chỉnh vào cho mỗi một số đọc trên thang tử trọng kế, nếu khi kiểm tra thấy tử trọng kế chỉ dưới 1.000 và trừ đi, nếu tử trọng kế chỉ trên 1.000

**Chú thích:** Để chính xác hơn, có thể hiệu chỉnh các độ khác của tử trọng kế bằng những dung dịch có mật độ lớn hơn mật độ của nước.

Pha chế các dung dịch axit hoặc muối ở 20<sup>0</sup>C có mật độ tương ứng với số đọc của tử trọng kế

Thả tử trọng kế vào các dung dịch và lấy các số đọc tương ứng. Sau mỗi lần đọc, lấy các dung dịch cho vào bình tử trọng và cân ở 20<sup>0</sup>C. Sau đó đổ nước cất, cũng vào bình tử trọng đó, và cân ở 20<sup>0</sup>C với độ chính xác tới 0,0001 gam

Số đọc chuẩn xác của tử trọng kế loại B (20<sup>0</sup>/20<sup>0</sup>C) được tính theo công thức (4):

$$R_B = \frac{m_d}{m_n}$$

Trong đó:

$m_d$  – khối lượng của dung dịch axit (hoặc muối) trong bình tử trọng ở 20<sup>0</sup>C, tính bằng gam;

$m_n$  - khối lượng của nước cất trong bình tử trọng ở 20<sup>0</sup>C, tính bằng gam.

Đối với mỗi dung dịch xác định ít nhất hai lần trị số  $R_B$

Sai số cho phép của hai lần xác định song song là 0,0002.

Số đọc chuẩn xác của tỉ trọng kế loại A tính theo công thức (5):

$$R_A = (R_B - 1) 1601 \times 5041 \quad (5)$$

Hệ số giữa số đọc thực đo khi thả tỉ trọng kế vào dung dịch và số đọc chuẩn xác là trị số hiệu chỉnh độ khắc.

- A.1.3. Trong tính toán phải hiệu chỉnh chiều cao mặt cong, nếu tỉ trọng kế được khắc theo mép dưới của mặt cong. (Nếu tỉ trọng kế khắc theo mép trên của mặt cong thì không phải hiệu chỉnh).

Thả tỉ trọng kế vào ống đo đựng đầy nước cất ở 20<sup>0</sup>C. Tiến hành đọc theo các số đọc theo mép dưới và mép trên của mặt cong. Hiệu các số đọc trên tỉ trọng kế đã đứng yên chính là số hiệu chỉnh chiều cao mặt cong. Cộng thêm số hiệu chỉnh vào cho mỗi một số đọc trên thang tỷ trọng kế khi đo mật độ của huyền phù.

*Chú thích:* Nếu kết hợp hiệu chỉnh mặt cong với hiệu chỉnh độ khắc và vẽ đường biểu diễn quan hệ số đọc tỉ trọng kế với các số hiệu đó để dùng trong tính toán.

- A.1.5. Khi trong phân tích có dùng chất làm phân tán đất, thì phải xác định số hiệu chỉnh cho chất phân tán này.

Đổ 950 cm<sup>3</sup> nước cất vào trong một ống đo thả tỉ trọng kế vào và tiến hành đọc theo mép trên của mặt cong.

Cho thêm chất phân tán vào ống đo với một lượng yêu cầu, sau đó đổ nước vào ống cho đến 1.000cm<sup>3</sup>, lắc hỗn hợp rồi thả tỉ trọng kế vào trong hỗn hợp đó và lại tiến hành đọc theo mép trên của mặt cong.

Hiệu giữa số đọc lần thứ hai và số đọc lần đầu chính là số hiệu chỉnh cho chất phân tán. Khi đo mật độ huyền phù thì mỗi một số đọc trên thang tỉ trọng kế phải được trừ đi giá trị hiệu chỉnh này.

- A.1.6. Hiệu chỉnh nhiệt độ

Nếu có sự sai khác giữa nhiệt độ dung dịch khi phân tích và nhiệt độ tỉ trọng kế khi hiệu chỉnh (20<sup>0</sup>C), thì cần phải hiệu chỉnh số đọc theo các trị số hiệu chỉnh nhiệt độ trong bảng 1.

**Bảng A.1- Bảng trị số hiệu chỉnh nhiệt độ**

Nhiệt độ dung dịch, °C	Số hiệu chỉnh tỉ trọng kế loại A	Số hiệu chỉnh tỉ trọng kế loại B	Nhiệt độ dung dịch, °C	Số hiệu chỉnh tỉ trọng kế loại A	Số hiệu chỉnh tỉ trọng kế loại B

10	-2,0	-0,0012			+0,0001
10,5	-1,9	-0,0012	20,5	+0,1	+0,0002
11,0	-1,9	-0,0011	21,0	+0,3	+0,0003
11,5	-1,8	-0,0011	21,5	+0,5	+0,0004
12,0	-1,8	-0,0011	22,0	+0,6	+0,0005
12,5	-1,7	-0,0010	23,0	+0,8	+0,0006
13,0	-1,6	-0,0010	23,5	+0,9	+0,0007
13,5	-1,5	-0,0009	24,0	+1,1	+0,0008
14,0	-1,4	-0,0009	24,5	+1,3	+0,0009
14,5	-1,3	-0,0008	25,0	+1,5	+0,0010
15,0	-1,2	-0,0008	25,5	+1,7	+0,0011
15,5	-1,1	-0,0007	26,0	+1,9	+0,0015
16,0	-1,0	-0,0006	26,5	+2,1	+0,0014
16,5	-0,9	-0,0006	27,0	+2,2	+0,0015
17,0	-0,8	-0,0005	27,5	+2,5	+0,0016
17,5	-0,7	-0,0004	28,0	+2,6	+0,0018
18,0	-0,5	-0,0003	28,5	+2,9	+0,0019
18,5	-0,4	-0,0003	29,0	+3,1	+0,0021
19,0	-0,3	-0,0002	29,5	+3,3	+0,0022
19,5	-0,1	-0,0001	29,5	+3,5	+0,0023
20,0	-0,0	-0,000	30,0	+3,7	

**Bảng A.2 – Hệ số của nước ứng với các nhiệt độ từ 10 đến 40°C**

Nhiệt độ °C	Hệ số nhớt, Poazơ	Nhiệt độ, °C	Hệ số nhớt, Poazơ
10	0,01308	26	0,00874
11	0,01272	27	0,00854
12	0,01236	28	0,00836
13	0,01208	29	0,00818
14	0,01171	30	0,00801
15	0,01140	31	0,00784
16	0,01111	32	0,00768
17	0,01086	33	0,00752
18	0,01056	34	0,00737
19	0,01050	35	0,00722
20	0,01005	36	0,00718
21	0,00981	37	0,00695
22	0,00958	38	0,00681
23	0,00936	39	0,00668
24	0,00914	40	0,00656

25	0,00894		
----	---------	--	--

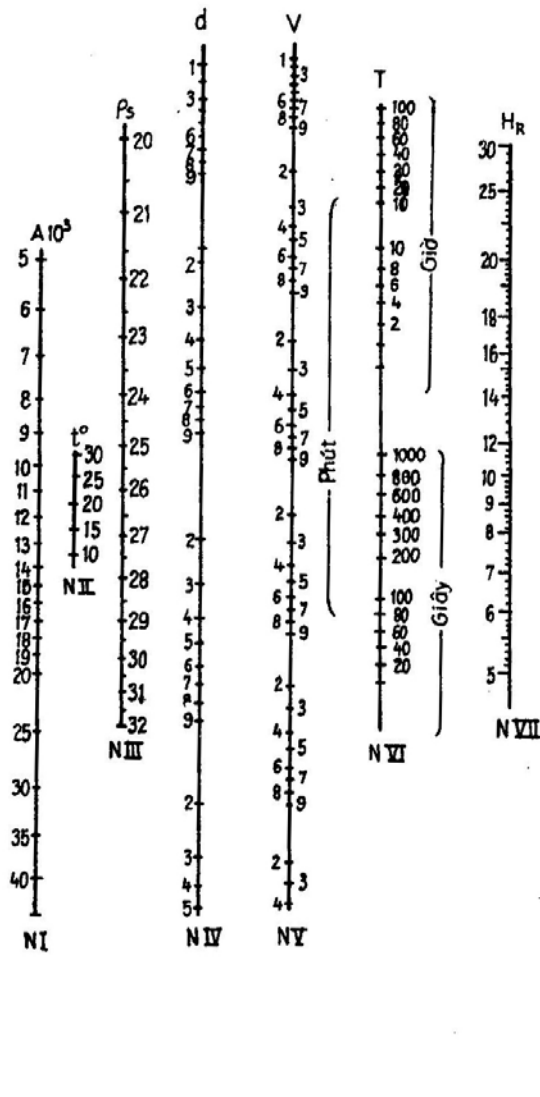
A.2. Quy tắc dùng toán đồ

A.2.1. Toán đồ Casagrande được thành lập theo công thức Stokes gồm 7 thang (xem hình vẽ). Kí hiệu các thang được trình bày trên hình vẽ.

Trước khi dùng toán đồ, phải tiến hành hiệu chỉnh nó bằng cách ghi lên phía phải của thang VII các trị số M, tức là mang trị M đặt đối diện với các trị  $H_R$  tương ứng với chúng (ở phía trái của thang) tính theo công thức ở Điều 2.1 phụ lục này.

A.2.2. Khi xác định đường kính của các hạt theo tính toán đồ thị thì dùng sơ đồ đọc trên tỷ trọng kế được tiến hành theo thứ tự sau đây:

- a) Đặt một cái thước lên thang III tại điểm ứng với khối lượng riêng của đất ( $\rho$ ) và trên thang II tại điểm ứng với nhiệt độ ( $t^{\circ}\text{C}$ ) của huyền phù. Tìm giao điểm của đường thẳng đó với thang I.
- b) Trên phía phải của thang VII tại điểm ứng với số đọc đã hiệu chỉnh trên tỷ trọng kế (với các số hiệu chỉnh cho nhiệt độ, cho mặt khum, cho đất phân tán), vạch một đường thẳng nối với một điểm trên thang VI ứng với thời gian đọc (T) và tìm giao điểm của đường thẳng đó với thang V (thang tốc độ chìm lắng của các hạt)
- c) Vạch một đường thẳng nối các điểm đã tìm được trên thang I và thang V để tìm giao điểm của nó với thang IV. Giao điểm này chính là đường kính hạt (d) cần phải xác định.



Biểu đồ Casagrande dùng để xác định đường kính hạt trong phân tích hạt bằng phương pháp tỉ trọng kế.