

# TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

## TCVN 9350:2012

ĐẤT XÂY DỰNG - PHƯƠNG PHÁP PHÓNG XẠ XÁC ĐỊNH ĐỘ ẨM VÀ ĐỘ CHẶT CỦA ĐẤT TẠI HIỆN TRƯỜNG

*Soils - Nuclear method for determination of moisture content and density of soil in situ*

### Lời nói đầu

TCVN 9350:2012 được chuyển đổi từ TCXDVN 301:2003 theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm a khoản 1 Điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCVN 9350:2012 do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

## ĐẤT XÂY DỰNG - PHƯƠNG PHÁP PHÓNG XẠ XÁC ĐỊNH ĐỘ ẨM VÀ ĐỘ CHẶT CỦA ĐẤT TẠI HIỆN TRƯỜNG

*Soils - Nuclear method for determination of moisture content and density of soil in situ*

### 1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định nhanh khối lượng thể tích tự nhiên, khối lượng thể tích khô, độ ẩm và độ chặt tại hiện trường của đất dính và rời được đầm chặt hoặc ở trạng thái tự nhiên của lớp bề mặt bằng thiết bị phóng xạ.

1.2 Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc kiểm tra chất lượng và nghiệm thu công tác đầm nện đất tại các công trường xây dựng. Phạm vi hiệu quả của kết quả thí nghiệm cho phương pháp phóng xạ là 30 cm chiều dày lớp đất.

### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 4201:2012, Đất xây dựng - Phương pháp xác định độ chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm.

TCVN 4196:2012, Đất xây dựng - Phương pháp xác định độ ẩm và độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm.

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này có sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa sau:

#### 3.1

Khối lượng thể tích khô của đất (Dry unit weight)

Khối lượng của phần cốt đất trên đơn vị thể tích đất ( $\gamma_k$ , g/cm<sup>3</sup>).

#### 3.2

Khối lượng thể tích tự nhiên của đất (Unit weight)

Khối lượng tổng cộng của phần cốt đất và nước trên đơn vị thể tích đất tự nhiên ( $\gamma_w$ , g/cm<sup>3</sup>).

#### 3.3

Khối lượng thể tích ẩm (Moisture density)

Khối lượng của nước trên đơn vị thể tích đất. Giá trị này khác với độ ẩm ( $m$ , g/cm<sup>3</sup>).

CHÚ THÍCH: Khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm được dùng trong tiêu chuẩn này là đại lượng để mô tả các thí nghiệm nhằm phân biệt với các đại lượng dẫn xuất của chúng là khối lượng thể tích khô và độ ẩm.

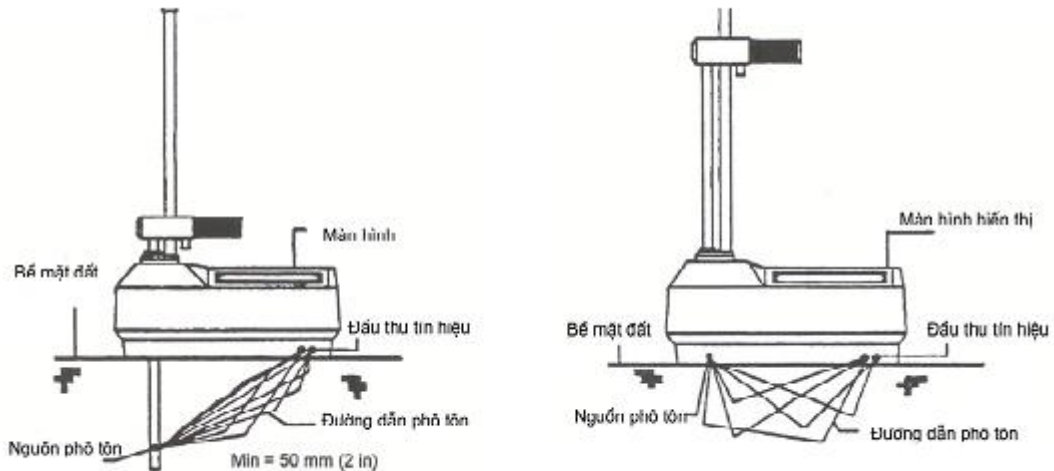
### 3.4

Hệ số đầm chặt (K) của đất (Degree of compaction)

Tỷ số giữa khối lượng thể tích khô của đất tại hiện trường và khối lượng thể tích khô lớn nhất.

## 4 Nguyên lý của phương pháp phóng xạ

### 4.1 Đo khối lượng thể tích tự nhiên (Hình 1)



a) Sơ đồ nguyên lý đo truyền trực tiếp

b) Sơ đồ nguyên lý đo tán xạ ngược

Hình 1 - Sơ đồ nguyên lý đo

Phương pháp dựa trên sự yếu dần của tia Gamma xuất phát từ một nguồn Gamma (thường ở đầu dò di động) do ảnh hưởng của tán xạ Compton và hấp thụ điện - quang. Cường độ của tia Gamma khi tới đầu thu (thường được gắn cố định ở bản đáy của máy) tỷ lệ thuận với mật độ điện tử. Tương tác giữa tia Gamma và nguyên tử vật liệu càng mạnh thì vật liệu bị chiếu tia càng đặc chắc. Điều này cho ta biết khối lượng thể tích tự nhiên của đất thông qua việc xác định cường độ tia Gamma khi truyền qua môi trường đất trên cơ sở so sánh với một biểu giá trị chuẩn thích hợp.

Theo nguyên tắc này, có hai cách đo khối lượng thể tích tự nhiên:

#### a) Phương pháp phóng xạ truyền trực tiếp

- Nguồn tia Gamma được gắn ở đầu dò di động và được đưa xuống dưới sâu vào vị trí cần đo;
- Đầu thu tia Gamma được gắn cố định vào bản đáy của máy;
- Tia Gamma thu được ở đầu thu từ nguồn phát sau khi đã đi qua môi trường vật liệu cần đo;

#### b) Phương pháp tán xạ ngược

- Nguồn tia Gamma được gắn ở đầu dò thường đặt ở vị trí dưới bản đáy của máy;
- Đầu thu tia Gamma được gắn cố định vào bản đáy của máy;
- Tia Gamma thu được ở đầu thu từ nguồn phát sau khi đã đi vào môi trường vật liệu cần đo và tán xạ ngược trở lại bề mặt tiếp xúc giữa môi trường cần đo và máy.

### 4.2 Đo khối lượng thể tích ẩm

Phương pháp dựa trên sự giảm tốc của Neutron xuất phát từ một nguồn Neutron nhanh do va chạm, chủ yếu với các hạt nhân Hydro. Bằng cách đo số lượng các Neutron bị làm chậm do quá

trình tương tác với nguyên tử Hydro khi đi qua môi trường vật liệu có thể xác định số lượng nguyên tử Hydro có trong vật liệu. Trên cơ sở số đếm nguyên tử Hydro này cho ta biết lượng nước có mặt trong khối đất, thông qua so sánh với một biểu chuẩn (với giả định nước là nguồn Hydro chủ yếu trong đất).

**CHÚ THÍCH:** Cả nguồn Nơtron cũng như đầu thu thường được cố định ở các vị trí gần bản đế của máy và cách biệt với thiết bị đo dung trọng tự nhiên. Do đó, mặc dù việc đo khối lượng thể tích ẩm và đo khối lượng thể tích tự nhiên được tiến hành riêng rẽ, thiết bị đo thường được thiết kế sao cho cả hai thí nghiệm được tiến hành đồng thời, bất kể khối lượng thể tích tự nhiên được xác định bằng phương pháp trực tiếp hay tán xạ ngược.

## 5 Phương pháp xác định

### 5.1 Khái quát

Để xác định được hệ số đầm chặt, cần xác định được hai thông số: khối lượng thể tích khô tại hiện trường và khối lượng thể tích khô lớn nhất của đất:

- Khối lượng thể tích khô lớn nhất: xác định theo TCVN 4201:2012;
- Khối lượng thể tích tự nhiên, khối lượng thể tích khô và độ ẩm tại hiện trường được xác định bằng phương pháp phóng xạ.

### 5.2 Thiết bị thí nghiệm

#### 5.2.1 Các bộ phận chính của máy

- Máy đo phóng xạ bề mặt đã lập được đường chuẩn dùng để đo khối lượng tự nhiên, khối lượng thể tích ẩm. Máy bao gồm: nguồn phóng xạ được bảo vệ bảo đảm an toàn trong quá trình sử dụng và bảo quản, các đầu thu và thiết bị đọc, pin điện, cần nguồn có thể kéo ra được để đưa vào lỗ khoan trong đất.
- Các khối chuẩn làm bằng vật liệu thích hợp dùng để kiểm tra vận hành của máy và để lập các điều kiện số đếm tiêu chuẩn phát sinh. Các khối chuẩn sẽ được đánh số cùng với số máy và sẽ không được đổi giữa các máy với nhau.
- Dụng cụ để chuẩn bị khu vực thí nghiệm bao gồm dụng cụ để san phẳng bề mặt đất ở chỗ thí nghiệm như xẻng, cuốc, dao cắt, cọc thép và búa hoặc mũi khoan thích hợp để tạo lỗ thí nghiệm cho phương pháp truyền trực tiếp đo dung trọng tự nhiên...

#### 5.2.2. Các bộ phận liên quan

- Hộp đựng máy khi vận chuyển;
- Sổ theo dõi để ghi số liệu hiệu chuẩn và sự ổn định của kết quả thí nghiệm;

Kết quả lập đường chuẩn: có thể được thể hiện ở dạng biểu đồ và được lưu trữ trong bộ nhớ của hệ thống đọc;

- Sổ tay hướng dẫn sử dụng của nhà sản xuất, chứng chỉ hiệu chuẩn.

Một số đặc trưng cơ bản của thiết bị đo được trình bày ở Bảng 1.

Bảng 1 - Một số đặc trưng kỹ thuật của thiết bị dùng để đo độ chặt tại hiện trường

Số TT	Các đặc tính của máy	Giới hạn cho phép
1	Nguồn phát xạ Gamma	10 mCi (370 mBq) Xesi 137
2	Nguồn Nơtron	50 mCi ( $1,85 \times 10^{-3}$ mBq) Americium 241/Be
3	Mức phóng xạ tại tay cầm	< 0,1 mrem/h
4	Tính năng đo	Đo được khối lượng thể tích khô, độ ẩm và hệ số độ chặt K
5	Phạm vi đo	Khối lượng thể tích từ 1,120 g/cm <sup>3</sup> đến 2,73 g/cm <sup>3</sup> Độ ẩm: từ 0 đến 0,64 g/cm <sup>3</sup>

6	Độ chính xác	Khối lượng thể tích: < 0,003 4 g/cm <sup>3</sup> Độ ẩm: < 0,005 g/cm <sup>3</sup>
7	Nhiệt độ sử dụng	Từ âm 10 °C đến dương 70 °C

5.2.3 Các máy phóng xạ chỉ có chức năng đo khối lượng thể tích tự nhiên cũng có thể được dùng để làm thí nghiệm này, miễn là nó đáp ứng được các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

5.2.4 Yêu cầu về an toàn và sử dụng thiết bị

- Thiết bị hạt nhân dùng cho phương pháp này là nguồn phát ra các tia phóng xạ, nên trước khi sử dụng máy cần phải có hiểu biết về các nguy hiểm của nó và phải tuân thủ đúng các quy định của Nhà nước về an toàn lao động đối với các loại thiết bị này;
- Các nguồn phóng xạ và cần nguồn của máy phải được bảo vệ bảo đảm an toàn trong quá trình sử dụng và bảo quản;
- Hạn chế thời gian sử dụng máy tới mức tối thiểu để giảm bớt ảnh hưởng phóng xạ;
- Việc vận hành thiết bị này phải do các kỹ thuật viên có chuyên môn thực hiện và phải có các dụng cụ chuyên dùng kèm theo;
- Việc xử lý và sửa chữa phải do các kỹ thuật viên chuyên môn tiến hành và có các dụng cụ chuyên dùng.

5.2.5 Hiệu chuẩn và ổn định thiết bị trước khi thí nghiệm

Máy phải được hiệu chuẩn lại sau mỗi lần sửa chữa lớn mà có thay nguồn, đầu thu hoặc các bộ phận chính khác.

a) Xây dựng đường chuẩn

Cần tiến hành xây dựng các loại đường chuẩn sau:

- Đường chuẩn đo khối lượng thể tích tự nhiên;
- Đường chuẩn đo khối lượng thể tích ẩm;

Việc xây dựng đường chuẩn như trên cần lặp lại ba tháng một lần khi việc thí nghiệm được tiến hành liên tục, với một số đường chuẩn cụ thể trong một thời gian dài hơn thời gian trên theo Phụ lục A.

b) Hiệu chuẩn máy

- Tiến hành hiệu chuẩn máy đo trên các khối chuẩn cho mỗi phương pháp đo khi bắt đầu và kết thúc mỗi ngày làm việc. Thủ tục này cũng phải được lặp lại sau 8 h làm việc liên tục, nhưng nếu có thể được thì nên lặp lại thường xuyên hơn;
- Duy trì ghi chép các số liệu này thường xuyên. Khi máy bị tắt thì phải lặp lại thủ tục tiêu chuẩn hoá;
- Tiến hành hiệu chuẩn theo quy trình ở B.1 Phụ lục B.

c) Ổn định máy:

Tiến hành kiểm tra sự ổn định của máy cho mỗi phương pháp đo ít nhất một tháng một lần khi máy được sử dụng thường xuyên hàng ngày và ít nhất ba tháng một lần cho các trường hợp khác. Trình tự ổn định máy tuân theo các bước ở B.2.

5.3 Quy trình đo

5.3.1 Quy định chung

- Những quy định sau đây được chia ra tùy theo phương pháp vận hành máy để đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất. Việc đo bổ sung khối lượng thể tích ẩm đối với các máy có trang bị thêm tính năng này có thể tiến hành đồng thời khi đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất.
- Khi khối lượng thể tích ẩm tính bằng khối lượng nước trên đơn vị thể tích được yêu cầu riêng, thì làm theo quy trình thí nghiệm bằng phương pháp tán xạ ngược, bỏ qua các thao tác liên quan

đến khối lượng thể tích tự nhiên và nguồn Gamma dùng đo khối lượng thể tích tự nhiên nằm ở vị trí hộp bảo vệ.

### 5.3.2 Quy trình đo khối lượng thể tích tự nhiên bằng phương pháp truyền trực tiếp

a) Hiệu chuẩn máy đo theo trình tự ở Phụ lục B.

b) Chọn và chuẩn bị chỗ để xác định khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm:

- Không thí nghiệm đồng thời gần vị trí máy khác ít nhất 7 m và cách bất kỳ một công trình nào ít nhất 1,5 m.

- Khi phải làm thí nghiệm cách vách hào hay một công trình nào đó dưới 1,5 m để có thể xét đến ảnh hưởng của hiện tượng phản xạ, điều quan trọng là phải tiến hành hiệu chuẩn máy (xem ở Phụ lục B) trong khoảng 10 mm cách điểm thí nghiệm với máy đặt theo hướng máy khi thí nghiệm. Giữ cho máy nằm cách bất kỳ một tia chiếu đứng nào ít nhất 150 mm.

c) Dọn sạch nơi thí nghiệm, làm phẳng bề mặt.

d) Dùng ống dẫn hướng và khoan tạo một lỗ đến độ sâu thích hợp để cho nguồn vào. Độ sâu của lỗ phải lớn hơn độ sâu của điểm định xác định khối lượng thể tích tự nhiên. (Xem hướng dẫn của nhà sản xuất để xác định độ sâu thích hợp). Đánh dấu bề mặt đất để đặt máy chính xác so với vị trí lỗ đặt nguồn.

e) Đặt máy vào chỗ thí nghiệm, để máy phải tiếp xúc hoàn toàn với mặt đất. Đế của máy phải sạch, không được dùng tay để lau bản đế của máy.

f) Đưa nguồn vào trong lỗ đến độ sâu lựa chọn theo hướng dẫn của nhà sản xuất.

g) Kéo máy quay theo hướng sao cho nguồn phóng xạ áp sát vào thành hố và gần nhất với đầu thu được gắn trong máy.

h) Thao tác theo hướng dẫn của nhà sản xuất để đọc được khối lượng thể tích tự nhiên và cả khối lượng thể tích ẩm nếu yêu cầu. Cả hai giá trị này cần được đọc sau khoảng thời gian đo ít nhất 1 min, dùng bộ phận định thời gian đặt sẵn trong máy.

Nếu thí nghiệm được lặp lại ở một vị trí lân cận theo chiều thẳng đứng và kết quả được xác định theo giá trị trung bình thì đỉnh của thí nghiệm thứ hai sẽ ngang với độ sâu đã chọn để đưa nguồn vào trong thí nghiệm thứ nhất.

i) Lấy số đọc hiện trường của khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm ở từng vị trí thí nghiệm và ghi lại nếu cần thiết.

Hiệu chỉnh giá trị hiện trường nếu thấy cần thiết bằng đường chuẩn đã lập sẵn. Một số máy có gắn bộ vi xử lý lưu trữ các đường chuẩn của người sử dụng để có thể tự động hiệu chỉnh số liệu hiển thị.

k) Kéo nguồn trở về hộp bảo vệ, đóng cửa hộp. Dùng bộ thiết bị đo phóng xạ Gamma để kiểm tra độ phóng xạ của môi trường. Độ phóng xạ này phải nằm trong giới hạn cho phép của nhà sản xuất.

### 5.3.3 Quy trình đo khối lượng thể tích tự nhiên và độ ẩm bằng phương pháp tán xạ ngược

a) Theo trình tự các bước nêu ở 5.3.2 a); 5.3.2 b); 5.3.2 c); 5.3.2 e);

b) Theo sách hướng dẫn của nhà sản xuất để đọc khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm, cả hai giá trị này cần được đọc sau khoảng thời gian đo ít nhất 1 min bằng bộ định thời gian gắn sẵn trong máy;

Khi cần thiết, có thể xoay máy xung quanh trục của cần nguồn và làm thêm một số lần đo. Thông thường giữa hai lần đo, máy được xoay một góc 180° và tính giá trị trung bình của hai lần đo;

Nếu muốn tăng phạm vi vùng đất cần kiểm tra có thể lặp lại thí nghiệm ngay tại vùng kề bên (theo chiều thẳng đứng hoặc nằm ngang) và tính giá trị trung bình của hai kết quả;

c) Lấy số đọc khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm tại vị trí thí nghiệm và ghi lại nếu cần;

Hiệu chỉnh giá trị hiện trường nếu thấy cần thiết bằng đường chuẩn. Một số máy có gắn bộ vi xử lý lưu trữ các đường chuẩn của người sử dụng để có thể tự động hiệu chỉnh số liệu hiển thị;

d) Kéo nguồn trở về hộp bảo vệ, đóng cửa hộp. Dùng bộ thiết bị đo phóng xạ Gamma để kiểm tra độ phóng xạ của môi trường. Độ phóng xạ này phải nằm trong giới hạn cho phép của nhà sản xuất.

#### 5.4 Tính toán, chỉnh lý kết quả đo

##### 5.4.1 Khối lượng thể tích khô

Khối lượng thể tích khô  $\gamma_k$  tính bằng gam trên xentimet khối ( $\text{g/cm}^3$ ) được xác định theo công thức sau:

a) Khi xác định bằng máy phóng xạ

$$\gamma_k = \gamma_w - m \quad (1)$$

trong đó:

$\gamma_w$  là khối lượng thể tích tự nhiên của đất, xác định bằng máy phóng xạ, tính bằng gam trên xentimet khối ( $\text{g/cm}^3$ );

$m$  là khối lượng thể tích ẩm, tức khối lượng nước trên đơn vị thể tích đất, xác định bằng máy phóng xạ, tính bằng gam trên xentimet khối ( $\text{g/cm}^3$ ).

b) Khi xác định độ ẩm trong phòng thí nghiệm

$$\gamma_k = \frac{100\gamma_w}{100+W} \quad (2)$$

trong đó:

$\gamma_w$  là khối lượng thể tích tự nhiên của đất, xác định bằng máy phóng xạ, tính bằng gam trên xentimet khối ( $\text{g/cm}^3$ );

$W$  là độ ẩm của đất, xác định bằng phương pháp xác định độ ẩm trong phòng thí nghiệm theo TCVN 4196:2012, tính bằng phần trăm (%).

##### 5.4.2 Độ ẩm

Tính độ ẩm  $W$  (%) theo công thức:

$$W = \frac{100m}{\gamma_w - m} \quad (3)$$

trong đó:

$\gamma_w$  là khối lượng thể tích tự nhiên của đất, xác định bằng máy phóng xạ, tính bằng gam trên xentimet khối ( $\text{g/cm}^3$ );

$m$  là khối lượng thể tích ẩm của đất, tức là khối lượng nước trên đơn vị thể tích đất, xác định bằng phương pháp phóng xạ, tính bằng gam trên xentimet khối ( $\text{g/cm}^3$ ).

##### 5.4.3 Hệ số độ chặt K

- Sau khi xác định được khối lượng thể tích khô tại hiện trường và khối lượng thể tích khô lớn nhất của đất, hệ số độ chặt K được xác định theo công thức:

$$K = \frac{\gamma_k}{\gamma_{k \max}} \quad (4)$$

trong đó:

K là hệ số đầm chặt;

$\gamma_k$  là khối lượng thể tích khô của đất tại hiện trường, tính bằng gam trên xentimét khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$\gamma_{k\max}$  là khối lượng thể tích khô lớn nhất của đất được xác định bằng thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn trong phòng thí nghiệm, tính bằng gam trên xentimét khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

- Một số máy đo tại hiện trường, sẽ tự động tính toán và cho ra giá trị hệ số độ chặt K.

## 6 Báo cáo thí nghiệm

Báo cáo thí nghiệm phải có các thông tin sau:

- a) Mục đích của thí nghiệm;
- b) Kiểu máy và số hiệu của máy đo phóng xạ sử dụng tại hiện trường;
- c) Phương pháp đo đã sử dụng;
- d) Khối lượng thể tích tự nhiên của đất tại hiện trường, tính bằng gam trên xentimét khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) chính xác tới  $0,01\text{g}/\text{cm}^3$ ;
- e) Kết quả độ ẩm của đất (%) chính xác tới  $0,01\%$  (nếu có);
- f) Kết quả khối lượng thể tích khô của đất, bằng gam trên xentimét khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), chính xác tới  $0,01\text{g}/\text{cm}^3$  (nếu có).

## Phụ lục A

(Quy định)

### Phương pháp lập đường chuẩn

#### A.1 Đường chuẩn để đo khối lượng thể tích tự nhiên

A.1.1 Lập đường chuẩn để đo khối lượng thể tích tự nhiên của nhà sản xuất. Việc này được tiến hành theo ASTM D 2922. Việc này phải được kiểm tra lại hai mươi bốn tháng một lần bằng cách dùng ít nhất ba khối có khối lượng thể tích chuẩn như đã mô tả trong ASTM D 2922.

A.1.2 Lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường để xác định khối lượng thể tích tự nhiên của đất. Việc lập đường chuẩn cho mỗi máy đo phóng xạ được tiến hành theo điểm này, cho mỗi cách đo phải được tiến hành cho từng thí nghiệm và cho từng độ sâu thí nghiệm nếu dùng cách đo trực tiếp. Phương thức lập đường chuẩn tùy thuộc vào tính chất của thí nghiệm và được phân loại như sau:

##### A.1.2.1 Thí nghiệm để so sánh

Thí nghiệm này không yêu cầu phải lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường nếu kết quả thu được chỉ để so sánh và áp dụng cho một vị trí nhất định. Trong báo cáo chỉ cần nêu rõ thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp thí nghiệm so sánh và không lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường.

##### A.1.2.2 Thí nghiệm xác định giá trị tuyệt đối

Tiến hành thí nghiệm ban đầu trước khi dùng máy phóng xạ ở bất kỳ vị trí nào hoặc khi có sự thay đổi đáng kể về loại đất. Để làm việc này, cần chọn một vị trí thích hợp và tiến hành ít nhất ba thí nghiệm dung trọng bằng máy phóng xạ, sau đó làm một số thí nghiệm hiện trường bằng các phương pháp khác (như phương pháp dao vòng, thay thế cát...). Nếu kết quả thí nghiệm hiện trường thay đổi trong phạm vi nhỏ hơn  $3\%$  so với kết quả đo bằng máy phóng xạ thì việc hiệu chỉnh lại đường chuẩn của nhà sản xuất là không cần thiết. Khi sự chênh lệch lớn hơn  $3\%$  thì cần hiệu chỉnh lại đường chuẩn của nhà sản xuất.

##### A.1.2.3 Thí nghiệm theo yêu cầu cho đất đầm nén

Khi dùng máy phóng xạ để thí nghiệm đối với đất đầm nén, cần thiết tiến hành lập đường chuẩn ban đầu tại chỗ bằng thí nghiệm một hộp chứa như nêu dưới đây với đất được chế bị ở khối lượng thể tích bằng giới hạn dưới của khối lượng thể tích tự nhiên yêu cầu  $\pm 2\%$ .

### A.1.3 Lập đường chuẩn để xác định khối lượng thể tích tự nhiên

Cần ít nhất năm thí nghiệm lập đường chuẩn riêng rẽ đối với loại đất đã chọn như mô tả dưới đây với các khối lượng thể tích tự nhiên khác nhau của đất, sao cho bao trùm hết giới hạn cần biết và càng rải đều càng tốt. Có hai phương pháp lựa chọn:

#### a) Lập đường chuẩn bằng phương pháp hộp chứa

- Chọn một hộp chứa thích hợp có thành cứng và đáy không biến dạng khi có đất vào và đầm nén, có kích thước đủ lớn để không phải thay đổi tốc độ đầm nếu nó bị phình ra;

**CHÚ THÍCH:** Các hộp có kích thước đáy khoảng 500 mm dài, 380 mm rộng là thích hợp đối với các loại máy hiện đang được dùng (1990). Với phương pháp truyền trực tiếp, độ sâu của thùng phải thích ứng với độ sâu của mẫu mà ở đó sẽ tiến hành lập đường chuẩn đất; trong trường hợp này độ sâu của hộp phải bằng 450 mm với phương pháp tán xạ ngược thì độ sâu tối thiểu là 230 mm là thích hợp.

- Đặt hộp rỗng sạch lên trên một nền phẳng cứng. Đo kích thước bên trong của hộp đến sai số 1 mm và tính dung tích bên trong của hộp. Xác định khối lượng hộp rỗng, nếu các số liệu này được dùng để tính tổng khối lượng đất cho vào hộp.

- Chuẩn bị một khối đất đã chọn trong hộp, sao cho đất có khối lượng thể tích nằm trong khoảng khối lượng thể tích yêu cầu (xem chú thích). Mép trên của khối đất vừa bằng với mép trên của hộp. Từ tổng khối lượng đất đã cho vào hộp và dung tích của hộp tính ra khối lượng thể tích tự nhiên của đất.

**CHÚ THÍCH:** Khi cho đất vào hộp phải cẩn thận sao cho khối lượng thể tích của đất không bị tăng giảm đáng kể. Trường hợp đối với thí nghiệm truyền trực tiếp thì độ sâu của hộp phải thích ứng với độ sâu của đất thí nghiệm. Sự biến đổi trong phương pháp chuẩn bị, chứ không phải khối lượng thể tích tự nhiên tổng quát, có thể cho số liệu sai; do đó phải rất coi trọng khâu chuẩn bị. Nếu có gì nghi ngờ trong khi lập đường chuẩn thì phải kiểm tra lại bằng một phương pháp khác đã được chấp nhận.

- Trong vòng một giờ sau khi đã đổ đầy đất vào hộp, tiến hành đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất bằng máy phóng xạ theo cách đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất tại hiện trường và phù hợp với phương pháp vận hành được xác lập đường chuẩn.

#### b) Lập đường chuẩn bằng phương pháp thí nghiệm tại chỗ

- Chọn một phạm vi đủ để tiến hành ít nhất năm thí nghiệm và ở đó đất có khối lượng thể tích càng gần với dung trọng của vị trí thí nghiệm càng tốt.

- Đo tại chỗ khối lượng thể tích tự nhiên của đất bằng máy phóng xạ theo đúng cách đã mô tả cho đo khối lượng thể tích tự nhiên của đất tại hiện trường và phù hợp với phương pháp vận hành được xác lập đường chuẩn.

- Tiến hành tại mỗi điểm thí nghiệm định chuẩn nêu trên một phương pháp thí nghiệm hiện trường thích hợp như phương pháp thay thế cát hoặc dao vòng... để xác định khối lượng thể tích tự nhiên.

#### c) Rút ra đường chuẩn

- Vẽ đồ thị quan hệ giữa giá trị khối lượng thể tích tự nhiên của đất thu được từ các thí nghiệm tại chỗ khác nhau, hoặc từ các kích thước hộp đựng và khối lượng đất trong hộp, theo các số đo khối lượng thể tích tự nhiên đo được bằng máy phóng xạ.

- Tính đường bình phương nhỏ nhất gần đúng nhất từ các số liệu và thu được khối lượng thể tích tự nhiên của đất đã hiệu chỉnh, xác định theo công thức:

$$\gamma_{nc} = b \cdot \gamma_w \pm a \quad (A.1)$$

trong đó:

$\gamma_{nc}$  là khối lượng thể tích tự nhiên đã hiệu chỉnh, tính bằng gam trên xentimét khối ( $g/cm^3$ );

b là độ dốc được bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất;



a là khoảng cắt tính được bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất;

$\gamma_w$  là khối lượng thể tích tự nhiên của đất xác định bằng máy phóng xạ, tính bằng gam trên xentimét khối ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).

Dùng kết quả phân tích để hiệu chỉnh đường chuẩn của nhà sản xuất, nếu đường chuẩn này được cài đặt trong hệ thống của máy.

A.1.4 Lặp lại việc xây dựng đường chuẩn ba tháng một lần khi việc thí nghiệm được tiến hành liên tục, với một số đường chuẩn cụ thể trong một thời gian dài hơn thời gian trên.

A.2 Lập đường chuẩn để đo khối lượng thể tích ẩm

A.2.1 Đường chuẩn để đo khối lượng thể tích ẩm của nhà sản xuất. Việc này phải được tiến hành ngay từ đầu theo đúng ASTM D 3017. Cứ 24 tháng một lần đường chuẩn của nhà sản xuất phải được cơ quan có trách nhiệm về thiết bị hạt nhân kiểm tra lại.

A.2.2 Lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường để đo khối lượng thể tích ẩm. Việc lập đường chuẩn cho mỗi loại thiết bị theo điều này được tiến hành tùy thuộc vào tính chất của thí nghiệm và được phân loại như sau:

A.2.2.1 Thí nghiệm để so sánh

Thí nghiệm này không yêu cầu phải lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường nếu kết quả thu được chỉ để so sánh và áp dụng cho một vị trí nhất định. Trong báo cáo chỉ cần nêu rõ thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp thí nghiệm so sánh và không lập đường chuẩn ban đầu tại hiện trường.

A.2.2.2 Thí nghiệm xác định giá trị tuyệt đối

Tiến hành thí nghiệm ban đầu trước khi dùng máy phóng xạ ở bất kỳ vị trí nào hoặc khi có sự thay đổi đáng kể về loại đất. Để làm việc này, cần chọn một vị trí thích hợp và tiến hành ít nhất hai thí nghiệm bằng máy phóng xạ theo trình tự nêu ở B.2.3, ở các khối lượng thể tích ẩm khác nhau rải ra trong phạm vi sẽ sử dụng. Đối với mỗi lần đo bằng máy phóng xạ, cần xác định lượng nước có trong đơn vị thể tích đất bằng một lần đo khối lượng thể tích tự nhiên tiêu chuẩn và đồng thời xác định độ ẩm theo phương pháp mô tả ở TCVN 4196:2012. Nếu kết quả thí nghiệm độ ẩm và khối lượng thể tích sai khác so với số đo bằng máy phóng xạ nhỏ hơn  $0,01 \text{ g}/\text{cm}^3$  nước, và một số kết quả thí nghiệm có giá trị lớn hơn còn một số nhỏ hơn kết quả của máy phóng xạ, thì sự hiệu chỉnh đường chuẩn của nhà sản xuất là không cần thiết. Khi sự chênh lệch lớn hơn  $0,01 \text{ g}/\text{cm}^3$  nước thì cần hiệu chỉnh lại đường chuẩn đất như nêu ở B.2.3. Cần tiến hành hai thí nghiệm lập đường chuẩn mẫu đất bằng phương pháp hộp chứa hoặc bằng thí nghiệm tại hiện trường.

**CHÚ THÍCH:** Các thí nghiệm tại chỗ có thể cho kết quả với độ phân tán vốn đã vượt quá  $0,01 \text{ g}/\text{cm}^3$  nước. Do đó cần thiết phải tiến hành thí nghiệm nhiều lần để có hiệu quả đáng tin cậy. Khi có nghi ngờ nào đó thì toàn bộ công việc lập đường chuẩn phải tiến hành lại theo như mô tả ở A.2.3.

A.2.2.3 Thí nghiệm theo yêu cầu cho đất đầm nén

Khi dùng máy phóng xạ để thí nghiệm đối với đất đầm nén, cần thiết tiến hành lập đường chuẩn ban đầu tại chỗ bằng thí nghiệm một hộp chứa như nêu ở A.2.3 dưới đây với đất được chế bị ở giới hạn trên của độ ẩm yêu cầu và ở khối lượng thể tích tự nhiên tối đa có thể đạt được ứng với độ ẩm đó, với khối lượng đất ướt chênh lệch  $\pm 2 \%$ .

A.2.3 Lập đường chuẩn đất đo khối lượng thể tích ẩm

Trình tự giống như mô tả ở A.1.3, chỉ khác ở chỗ là ít nhất phải làm ba thí nghiệm lập đường chuẩn trên loại đất được chọn với các khối lượng thể tích ẩm khác nhau, bao trùm khoảng giá trị khối lượng thể tích ẩm sẽ dùng.

A.2.3.1 Lập đường chuẩn bằng phương pháp hộp chứa

a) Chọn một (hoặc nhiều) hộp chứa thích hợp có thành cứng và đáy không biến dạng khi có đất vào và đầm nén, có kích thước đủ lớn để không phải thay đổi tốc độ đếm nếu nó bị phình ra.

**CHÚ THÍCH:** Các hộp có kích thước đáy khoảng 600 mm dài, 460 mm rộng và sâu 450 mm là thích hợp đối với các loại máy hiện đang được dùng.

b) Cho đất vào hộp như nêu ở bước 2,3 của A.1.3.1, sao cho đất có khối lượng thể tích tự nhiên và khối lượng thể tích ẩm đồng nhất.

c) Tiến hành đo bằng máy phóng xạ như mô tả ở bước 4 của A.1.3 a).

d) Tính khối lượng thể tích tự nhiên của khối đất từ thể tích bên trong của hộp và khối lượng của đất ướt. Sau đó lấy một mẫu đại diện đất ướt trong hộp để xác định độ ẩm theo TCVN 4196:2012.

e) Tính khối lượng thể tích ẩm, tức khối lượng nước có trong một đơn vị thể tích đất.

#### A.2.3.2 Lập đường chuẩn bằng phương pháp thí nghiệm tại chỗ

Tiến hành theo trình tự như mô tả ở A.1.3 b). Sau khi đo bằng máy phóng xạ thì tính khối lượng thể tích ẩm của đất ở cùng chỗ đó bằng một thí nghiệm khác (phương pháp dao vòng, thay thế cát...) và tính độ ẩm tại chỗ của đất theo TCVN 4196:2012.

#### A.2.3.3 Rút ra đường chuẩn

a) Dùng hai tập giá trị khối lượng thể tích ẩm, tức tốc độ đếm hoặc số đo khối lượng thể tích ẩm xác định theo đường chuẩn máy hiện tại và kết quả thu được từ các phương pháp thí nghiệm khác để có được đường chuẩn yêu cầu.

b) Quan hệ thích hợp nhất đối với khối lượng thể tích ẩm là đường thẳng. Sử dụng kết quả phân tích để điều chỉnh lại đường chuẩn của nhà sản xuất khi nó được cài đặt trong máy.

c) Khi các điểm của đường chuẩn mới nằm đồng nhất về một phía của định chuẩn cũ, thì có thể có nước liên kết hoá học trong đất. Một số loại máy có cả thiết bị cho phép điều chỉnh thường xuyên kết quả để dùng trong những trường hợp như vậy.

A.2.4 Lập lại đường chuẩn đất để đo khối lượng thể tích ẩm cứ ba tháng một lần khi thí nghiệm được tiến hành liên tục với một đường chuẩn cụ thể trong một thời gian dài hơn khoảng thời gian này.

## **Phụ lục B**

(Quy định)

### **Quy trình hiệu chuẩn và ổn định máy**

#### B.1 Quy trình hiệu chuẩn

B.1.1 Bật máy và để một lúc cho máy đạt trạng thái ổn định theo chỉ dẫn của nhà sản xuất.

Khoảng thời gian này thường không ít hơn 15 min. Nếu máy dùng liên tục hoặc thỉnh thoảng có ngắt quãng ngắn trong ngày thì không nên tắt máy.

- Máy phải được đặt cách các máy khác 7 m và cách ít nhất 1,5 m với bất kỳ công trình lớn nào có ảnh hưởng tới việc đọc máy;

- Khi phải dùng máy trong hào hẹp hoặc cách tường nhà hoặc cấu trúc lớn dưới 1,5 m thì trước mỗi thí nghiệm phải xét đến ảnh hưởng bức xạ của chúng bằng cách xác định tốc độ đếm tiêu chuẩn trên khối chuẩn đặt trong khoảng 10 mm tại mỗi điểm sẽ thí nghiệm. Máy phải được đặt cùng chiều như khi thí nghiệm. Giữ cho máy nằm cách ít nhất 150 mm đối với bất kỳ một tia chiếu thẳng đứng nào.

B.1.2 Đặt máy lên khối chuẩn và kiểm tra để chắc chắn nguồn gamma xác định khối lượng thể tích tự nhiên được đặt đúng vị trí. Đối với mỗi loại thí nghiệm (đo khối lượng thể tích tự nhiên hoặc khối lượng thể tích ẩm) phải lặp lại ít nhất bốn lần tốc độ đếm chuẩn cách nhau 1 min và tính giá trị trung bình.

Hoặc nếu máy có sẵn thì đọc một số đo trong khoảng thời gian 4 min hoặc lâu hơn cũng được.

Số đọc này có thể coi là số chuẩn kiểm tra.



		(m)	W(%)	m (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_k$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{kmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	$W_{tur}$	K

Tư vấn giám sát      Người thí nghiệm      Người kiểm tra      Hà Nội, ngày tháng năm 20...  
 Phòng LASXD...      Cơ quan duyệt

**Phụ lục D**  
(Tham khảo)

**Một số loại máy đo phóng xạ sử dụng ở Việt Nam**

Bảng D.1 - Một số loại máy đo phóng xạ sử dụng ở Việt Nam

Loại máy	TROXLER 3440	MC-3-82 No.113082 Portaprobe	MC-1DR Portaprobe
Hãng sản xuất	TROXLER electronic Laboratories INC. USA (Mỹ)	USA(Mỹ)	USA (Mỹ)
Năm sản xuất	1998	-	-
Tính năng	Đo khối lượng thể tích khô và độ ẩm, %	Xác định khối lượng thể tích và độ ẩm trên hiện trường để kiểm tra độ chặt của vật liệu.	Xác định khối lượng thể tích và độ ẩm trên hiện trường để kiểm tra độ chặt của vật liệu.
Phạm vi đo, g/cm <sup>3</sup>	Khối lượng thể tích: 1,120 đến 2,73  Khối lượng thể tích ẩm: 0 đến 0,64	Khối lượng thể tích: 1,120 đến 2,73  Khối lượng thể tích ẩm: 0 đến 0,64	Khối lượng thể tích: 1,120 đến 2,73  Khối lượng thể tích ẩm: 0 đến 0,64
Độ chính xác, g/cm <sup>3</sup>	Đo bề mặt: ± 0,003 4  Đo sâu: ± 0,008  Đo độ ẩm: ± 0,005	Đo bề mặt: ± 0,008  Đo sâu: ± 0,004  Đo độ ẩm: ±0,004	Đo bề mặt: ± 0,004  Đo sâu: ± 0,004  Đo độ ẩm: ± 0,004

Nhiệt độ sử dụng, °C	Từ âm 10 đến 70	Từ 0 đến 60	Từ 0 đến 75
Loại nguồn sử dụng	DC: 12 V đến 14 V AC: 110/220V	8 Pin AANICADS nối tiếp.	Hộp 6 pin kiềm loại 6D
Bộ nhớ	Chứa 450 kết quả thí nghiệm. Có thể nạp các số liệu trên qua máy tính.	Chứa 128 kết quả thí nghiệm. Có thể nạp các số liệu trên qua máy tính.	
Nguồn tia Gamma	10 mCi (370 mBq) Xesi-137	10 mCi (370 mBq) Xesi-137	10 mCi (370 mBq) Xesi-137
Nguồn neutron	50 mCi (1,85x10 <sup>-3</sup> mBq) Americium 241/Be	50 mCi (1,85x10 <sup>-3</sup> mBq) Americium 241/Be	50 mCi (1,85x10 <sup>-3</sup> mBq) Americium 241/Be
Bao học bảo vệ	-	-	Hai lớp bọc CPN 131
Mức phóng xạ tại tay cầm	< 0,1 mrem/hr	< 0,5 mrem/hr (5 mSv/hr)	< 0,5 mrem/hr (5 mSv/hr)
Kích thước máy dài x rộng x cao, mm	(376x231 x 183)	(358 x 240 x 579)	(358 x 240 x 579)
Trọng lượng, kg	13,1	13,6	13,6
Kích thước hộp máy, mm	(745 x 353 x 428)	(660x381 x 419)	(660x381 x 419)

### THƯ MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

ASTM 2922 - 91, Standard test methods for density of soil and soil - Aggregate in place by nuclear methods (shallow depth).

ASTM D 3017 - 88, Standard test method for water content of soil and rock in place by nuclear methods (shallow depth).

### MỤC LỤC

Lời nói đầu

1 Phạm vi áp dụng

2 Tài liệu viện dẫn

3 Thuật ngữ và định nghĩa

4 Nguyên lý của phương pháp phóng xạ

5 Phương pháp xác định

6 Báo cáo thí nghiệm

Phụ lục A (Quy định) Phương pháp lập đường chuẩn

Phụ lục B (Quy định) Quy trình hiệu chuẩn và ổn định máy

Phụ lục C (Tham khảo) Kết quả thí nghiệm kiểm tra độ chặt của đất tại hiện trường bằng phương pháp phóng xạ

Phụ lục D (Tham khảo) Một số loại máy đo phóng xạ sử dụng ở Việt Nam

Thư mục tài liệu tham khảo