

Tiêu chuẩn thí nghiệm

# Xác định tỷ trọng hạt

**AASHTO T 100-06<sup>1</sup>**

**ASTM D 854-00**

## LỜI NÓI ĐẦU

- Việc dịch ấn phẩm này sang tiếng Việt đã được Hiệp hội Quốc gia về đường bộ và vận tải Hoa kỳ (AASHTO) cấp phép cho Bộ GTVT Việt Nam. Bản dịch này chưa được AASHTO kiểm tra về mức độ chính xác, phù hợp hoặc chấp thuận thông qua. Người sử dụng bản dịch này hiểu và đồng ý rằng AASHTO sẽ không chịu trách nhiệm về bất kỳ chuẩn mức hoặc thiệt hại trực tiếp, gián tiếp, ngẫu nhiên, đặc thù phát sinh và pháp lý kèm theo, kể cả trong hợp đồng, trách nhiệm pháp lý, hoặc sai sót dân sự (kể cả sự bất cẩn hoặc các lỗi khác) liên quan tới việc sử dụng bản dịch này theo bất cứ cách nào, dù đã được khuyến cáo về khả năng phát sinh thiệt hại hay không.
- Khi sử dụng ấn phẩm dịch này nếu có bất kỳ nghi vấn hoặc chưa rõ ràng nào thì cần đối chiếu kiểm tra lại so với bản tiêu chuẩn AASHTO gốc tương ứng bằng tiếng Anh.



## Tiêu chuẩn thí nghiệm

**Xác định tỷ trọng hạt****AASHTO T 100-06<sup>1</sup>****ASTM D 854-00****1 PHẠM VI ÁP DỤNG**

- 1.1 Tiêu chuẩn này bao gồm việc xác định tỷ trọng hạt của đất bằng dụng cụ pycnometer. Khi đất bao gồm các hạt lớn hơn sàng 4.75 mm (No.4) thì theo phương pháp được trình bày trong Tiêu chuẩn T85. Khi đất cả các hạt lớn hơn và nhỏ hơn sàng 4.75 mm thì dùng các thí nghiệm phù hợp để tiến hành thí nghiệm riêng cho các phần. Tỷ trọng hạt sẽ là giá trị trung bình của cả hai giá trị (Chú thích 1). Khi giá trị tỷ trọng hạt dùng cho tính toán có liên quan đến một phần xác định theo tỷ trọng kế, với phần đó xác định từ thí nghiệm phân tích thành phần hạt theo AASHTO T 88 thì có ý là thí nghiệm tỷ trọng hạt sẽ thực hiện với phần đất lọt qua sàng 2.00 mm (No.10).
- 1.2 Điều sau áp dụng cho tất cả các giới hạn quy định trong tiêu chuẩn này: Với mục các xác định tuân theo các quy định trong tiêu chuẩn, các giá trị quan sát hay các giá trị tính toán sẽ được làm tròn đến “đơn vị gần nhất” ở bên phải của số dùng để thể hiện giá trị giới hạn và khi làm tròn cần tuân theo Tiêu chuẩn R 11.

**Chú thích 1** – Tỷ trọng trung bình cân được nên tính theo công thức sau:

$$G_{avg} = \frac{1}{\frac{R_1}{100G_1} + \frac{P_1}{100G_2}} \quad (1)$$

trong đó:

$G_{avg}$  = tỷ trọng hạt trung bình cân được của đất bao gồm cả các hạt lớn hơn và nhỏ hơn sàng 4.75 mm (No.4).

$R_1$  = phần trăm của các hạt nằm trên sàng 4.75 mm,

$P_1$  = phần trăm của các hạt lọt qua sàng 4.75 mm,

$G_1$  = tỷ trọng hạt đo được của phần hạt đất nằm trên sàng 4.75 mm được xác định theo Tiêu chuẩn AASHTO T 85,

$G_2$  = tỷ trọng hạt đo được của phần hạt đất lọt qua sàng 4.75 mm được xác định theo thí nghiệm này.

- 1.3 Các giá trị theo hệ đơn vị SI được xem là tiêu chuẩn.
- 1.4 *Tiêu chuẩn này có thể liên quan đến các vật liệu, thao tác, và thiết bị có hại. Tiêu chuẩn này không đặt mục tiêu giải quyết tất cả các vấn đề về an toàn trong quá trình sử dụng. Là trách nhiệm của bất kỳ ai sử dụng tiêu chuẩn này phải thiết lập các thao tác về an toàn và sức khỏe phù hợp và quy định áp dụng các hạn chế trước khi sử dụng. Xem thêm Phần 5.4.1 về các cảnh báo cụ thể.*

---

## 2 TÀI LIỆU VIỆN DẪN

### 2.1 Tiêu chuẩn AASHTO:

- M 92, Các sàng bằng lưới thép cho mục đích thí nghiệm,
- M 145, Phân loại đất và hỗn hợp đất cấp phối cho mục đích xây dựng đường,
- M 146, Các thuật ngữ liên quan đến đất nền, cấp phối đất và vật liệu đắp,
- M 231, Các dụng cụ cân dùng trong thí nghiệm vật liệu,
- R 11, Tiêu chuẩn chỉ ra các vị trí của các con số được xem là số có nghĩa trong các giá trị giới hạn chỉ định,
- T 85, Tỷ trọng hạt và mức độ hút nước của các cốt liệu thô,
- T 88, Phân tích thành phần hạt của đất.

### 2.2 Tiêu chuẩn ASTM:

- C 127, Phương pháp thí nghiệm xác định độ chặt, độ chặt tương đối (Tỷ trọng) và độ hút nước của cốt liệu thô,
- D 653, Các thuật ngữ tiêu chuẩn liên quan đến Đất, Đá và các chất lỏng,
- D 2487, Tiêu chuẩn phân loại đất cho mục đích xây dựng (Hệ thống tiêu chuẩn phân loại thống nhất),
- D 4753, Các hướng dẫn tiêu chuẩn để đánh giá, chọn lựa và quy định về cân, các khối lượng chuẩn dùng cho đất, đá và các thí nghiệm với vật liệu xây dựng,
- D 6026, Các thực hành tiêu chuẩn về các số có nghĩa cho các số liệu địa kỹ thuật,
- E 1, Quy định về các nhiệt kế của ASTM.

---

## 3 ĐỊNH NGHĨA

- 3.1 Tỷ trọng hạt – là tỷ số giữa khối lượng trong một đơn vị thể tích của một vật liệu ở một nhiệt độ nói rõ và khối lượng trong cùng thể tích của nước lọc không có khí ở nhiệt độ nói rõ (theo định nghĩa ở E 1547).

---

## 4 Ý NGHĨA VÀ SỬ DỤNG

- 4.1 Tỷ trọng hạt của đất được sử dụng ở hầu hết các phương trình để thể hiện các mối quan hệ giữa các pha khí, nước và hạt rắn ở trong một lượng thể tích của vật liệu.
- 4.2 Thuật ngữ hạt rắn được sử dụng trong địa kỹ thuật công trình là muốn nói đến các hạt khoáng vật xuất hiện tự nhiên và không tan trong nước. Do vậy, tỷ trọng của các vật liệu có chứa các vật liệu ngoài (ví dụ như xi măng, vôi, v.v.), chứa các vật liệu tan trong nước (ví dụ như clorua natri), và đất chứa các vật chất có tỷ trọng nhỏ hơn một thì cần các xử lý đặc biệt hoặc các định nghĩa chỉ định đối với tỷ trọng hạt.

---

## 5 DỤNG CỤ VÀ THIẾT BỊ

- 5.1 Thiết bị thí nghiệm bao gồm:

5.1.1 *Pycnometer* – Hoặc là ống nghiệm có thể tích ít nhất là 100 mL hoặc là chai có nút đậy với thể tích ít nhất là 50 mL (Chú thích 2). Vật liệu của nút phải tương tự như vật liệu của chai, với kích thước và hình dạng sao cho có thể dễ dàng đậy nút đến một độ sâu cố định ở cổ chai và cần có một lỗ nhỏ ở giữa để cho phép khí hoặc nước thừa thoát ra ngoài.

**Chú thích 2** – Việc sử dụng bình thể tích hay chai có nút chỉ là do sở thích cá nhân, nhưng nói chung bình thể tích nên sử dụng khi mẫu đất lớn hơn cỡ để có thể dùng chai có nắp do kích cỡ lớn nhất của hạt trong mẫu. Yêu cầu dùng bình thể tích với thể tích 500 mL cho các mẫu đất sét với các độ ẩm tự nhiên của chúng. (Xem Mục 8.2)

5.1.2 *Cân* – Hoặc dùng cân M 231 cấp hạng G 1 cùng với việc dùng bình thể tích hoặc M 231 cấp hạng B cùng với việc dùng chai có nắp.

5.1.3 *Tủ sấy* – Tủ sấy khô được khống chế bằng nhiệt kế có khả năng duy trì nhiệt độ ở  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ).

5.1.4 *Nhiệt kế* - Có khả năng đo được nhiệt độ trong khoảng tiến hành thí nghiệm, chúng được chia độ ở  $0.5^\circ\text{C}$  ( $1^\circ\text{F}$ ) và đáp ứng được các yêu cầu của ASTM E 1 hay có thể dùng các dụng cụ nhiệt kế khác có cùng độ chính xác và độ nhạy.

## 6 CÁC YÊU CẦU CHUNG VỀ CÂN

6.1 Khi sử dụng bình thể tích để xác định tỷ trọng hạt, tất cả các khối lượng được xác định đến 0.01 g. Khi sử dụng chai có nút để xác định tỷ trọng hạt, tất cả các khối lượng được xác định đến 0.001 g.

## 7 HIỆU CHUẨN PYCNOMETER

7.1 Pycnometer cần phải sạch, khô, được cân và ghi lại khối lượng. Pycnometer được đổ đầy nước lọc (Chú thích 3) ở nhiệt độ trong phòng. Xác định khối lượng của pycnometer và nước lọc sau đó ghi lại ( $W_a$ ). Đưa nhiệt kế vào nước và xác định nhiệt độ  $T_i$  đến vạch chia độ nhỏ nhất.

**Chú thích 3** – Dầu hỏa thường là tốt hơn nước lọc cho tất cả các loại đất và có thể sử dụng thay thế cho nước lọc đối với các mẫu đất được sấy khô.

7.2 Từ khối lượng  $W_a$  được xác định ở nhiệt độ đo được  $T_i$ , thiết lập bảng các giá trị  $W_a$  ứng với các nhiệt độ  $T_i$  khác nhau, các nhiệt độ này thường ở dải phổ biến khi xác định khối lượng  $W_b$  sau này (Chú thích 4). Các giá trị của  $W_a$  sẽ được tính như sau:

$$W_a (\text{ở } T_x) = (\text{khối lượng thể tích của nước ở } T_x / \text{khối lượng thể tích nước ở } T_i) \times (W_a (\text{ở } T_i) - W_f) + W_f \quad (2)$$

trong đó:

$W_a$  = khối lượng của pycnometer và nước theo gam;

$W_f$  = khối lượng của pycnometer theo gam;

$T_i$  = nhiệt độ quan sát được của nước, theo độ C,

$T_x$  = bất kỳ nhiệt độ mong muốn nào khác, theo độ C.

**Chú thích 4** – Phương pháp này cho các trình tự thuận tiện nhất cho các phòng thí nghiệm thực hiện các xác định với cùng pycnometer. Nó được áp dụng tương tự cho một lần xác định duy nhất. Đưa pycnometer và các chất bên trong về một số nhiệt độ chỉ định khi cân các khối lượng  $W_a$  và  $W_b$  cần khá nhiều thời gian. Việc chuẩn bị các bảng khối lượng  $W_a$  cho các nhiệt độ có thể có khi xác định khối lượng  $W_b$  sẽ thuận tiện hơn nhiều. Điều quan trọng nhất là các khối lượng  $W_a$  và  $W_b$  đều dựa vào nhiệt độ của nước và được xác định ở cùng nhiệt độ. Các giá trị về khối lượng riêng tương đối của nước ở nhiệt độ từ 18 đến 30°C được đưa ra trong Bảng 1.

**Bảng 1** - Khối lượng riêng tương đối của nước và hệ số chuyển đổi K cho các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ, độ C	Khối lượng riêng tương đối của nước	Hệ số hiệu chỉnh
18	0.9986244	1.0004
19	0.9984347	1.0002
20	0.9982343	1.0000
21	0.9980233	0.9998
22	0.9978019	0.9996
23	0.9975702	0.9993
24	0.9973286	0.9991
25	0.9970770	0.9988
26	0.9968156	0.9986
27	0.9965451	0.9983
28	0.9962652	0.9980
29	0.9959761	0.9977
30	0.9956780	0.9974

## 8 MẪU

- 8.1 Đất được sử dụng trong thí nghiệm xác định tỷ trọng có thể ở độ ẩm tự nhiên hoặc được sấy khô. Khối lượng mẫu khi sấy khô tối thiểu là 25 g khi sử dụng bình thể tích và tối thiểu là 10 g khi sử dụng chai có nút đậy.
- 8.2 Mẫu ở độ ẩm tự nhiên – Khi mẫu chứa độ ẩm tự nhiên, khối lượng của đất  $W_o$  được làm khô bằng tủ sấy được xác định ở cuối thí nghiệm bằng cách cho nước bay hơi ở nhiệt độ  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ) (Chú thích 5). Các mẫu đất sét ở độ ẩm tự nhiên sẽ được làm phân tán trong nước lọc trước khi cho vào bình 500 mL bằng cách sử dụng các dụng cụ khuấy như quy định trong T 88 (Chú thích 6).
- 8.3 Mẫu sấy khô bằng tủ sấy – Khi dùng mẫu sấy khô bằng tủ sấy thì mẫu cần được làm khô ít nhất là 12 giờ trong tủ sấy duy trì ở nhiệt độ  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{C}$ ) cho đến khối lượng không đổi (Chú thích 5), sau đó để nguội đến nhiệt độ trong phòng, cân và cho vào pycnometer hay cho vào pycnometer rồi mới cân. Cho nước lọc vào pycnometer sao cho mẫu đất bị ngập hoàn toàn. Mẫu được ngâm tối thiểu là 12 giờ.

**Chú thích 5** – Làm khô một số loại đất ở  $110^\circ\text{C}$  có thể làm mất ẩm ở dạng hợp chất hoặc gây ra thủy phân, trong các trường hợp như vậy nếu muốn có thể làm khô ở áp suất giảm thấp và độ nhỏ hơn.

**Chú thích 6** – Thể tích tối thiểu của vữa sét có thể chuẩn bị bằng các thiết bị khuấy được quy định theo T 88 là dùng bình 500 mL.

## 9 TRÌNH TỰ

9.1 Thêm nước lọc vào mẫu được chuẩn bị trong Mục 8 cho đến mức ngập mẫu và tối đa là ba phần tư bình thể tích và khoảng một nửa khi dùng chai (Chú thích 7).

9.2 Đưa các túi khí trong đất ra ngoài bằng một trong các phương pháp sau: (1) hút chân không bình với giá trị 13.33 kPa (100 mm Hg) nhỏ hơn giá trị áp suất tuyệt đối hoặc (2) đun nhẹ ít nhất 10 phút đồng thời xoay bình để trợ giúp việc thoát khí. Việc hút chân không bình có thể thực hiện bằng cách nối bình trực tiếp vào bơm chân không hoặc sử dụng bình hình chuông. Một số loại đất bị sôi mạnh khi giảm áp suất. Trong các trường hợp như vậy, nhất thiết phải giảm áp ở tốc độ chậm hơn hoặc dùng bình lớn hơn (Chú thích 8). Các mẫu được đun nóng sau đó sẽ được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng.

**Chú thích 7** – Nếu sử dụng phương pháp chân không để làm thoát khí, lượng nước lọc yêu cầu có thể được đưa vào theo từng lớp, mỗi một lớp sẽ chịu áp lực chân không cho đến khi mẫu ngừng thoát khí.

**Chú thích 8** – Khi sử dụng chân không một phần thì lắc nhẹ bình theo từng đợt trong quá trình thoát khí. (A) Các mẫu ở độ ẩm tự nhiên có tính dẻo cao có thể yêu cầu từ sáu đến tám giờ để làm thoát khí; các mẫu có tính dẻo thấp có thể yêu cầu từ 4 đến 6 giờ để đuổi khí. (B) Các mẫu làm khô bằng tủ sấy có thể yêu cầu từ 2 đến 4 giờ để làm thoát khí.

9.3 Cho nước lọc vào pycnometer cho đến mức được hiệu chuẩn, làm sạch và làm khô bình phía ngoài bằng vải lau sạch và khô. Xác định khối lượng của pycnometer và đất bên trong được  $W_b$ , và đo nhiệt độ theo độ C được  $T_x$  theo như nội dung được mô tả trong Mục 7.

## 10 TÍNH TOÁN VÀ BÁO CÁO

10.1 Tính toán tỷ trọng của đất với nước ở nhiệt độ  $T_x$  như sau:

$$\text{Tỷ trọng, ở nhiệt độ } T_x = W_o / [W_o + (W_a - W_b)] \quad (3)$$

trong đó:

$W_o$  = khối lượng mẫu đất được làm khô bằng tủ sấy theo gam

$W_a$  = khối lượng của pycnometer với nước bên trong ở nhiệt độ  $T_x$  (Chú thích 9) theo gam,

$W_b$  = khối lượng của pycnometer cùng với đất và nước bên trong ở nhiệt độ  $T_x$  theo gam,

$T_x$  = nhiệt độ của chất đựng bên trong pycnometer khi xác định khối lượng  $W_b$  tính theo độ C.

**Chú thích 9** – Giá trị này nên lấy từ bảng các giá trị của  $W_a$  được chuẩn bị theo Mục 7.2 với các nhiệt độ thường xuất hiện khi cân khối lượng  $W_b$ .

- 10.2 10.2. Ngoại trừ có các yêu cầu khác, các giá trị tỷ trọng báo cáo cần dựa vào nhiệt độ của nước ở 20°C. Giá trị dựa vào nhiệt độ nước ở 20°C sẽ được tính từ các giá trị ứng với nhiệt độ của nước đo được  $T_x$  theo công thức sau:

$$\text{Tỷ trọng ở nhiệt độ } 20^\circ\text{C} = K \times \text{Tỷ trọng ở nhiệt độ } T_x \quad (4)$$

trong đó:

$K$  = số có được bằng cách chia khối lượng riêng tương đối của nước ở nhiệt độ  $T_x$  cho khối lượng riêng tương đối của nước ở 20°C. Các giá trị ứng với các nhiệt độ khác nhau được cho ở Bảng 1.

- 10.3 Khi cần báo cáo giá trị tỷ trọng ứng với nhiệt độ nước ở 4°C thì giá trị tỷ trọng đó có thể được tính bằng cách nhân giá trị tỷ trọng ở nhiệt độ  $T_x$  với khối lượng riêng tương đối ở nhiệt độ  $T_x$ .
- 10.4 Khi bất kỳ phần nào của mẫu đất ban đầu bị loại ra trong quá trình chuẩn bị mẫu thì sẽ báo cáo đối với phần đất được tiến hành thí nghiệm.
- 10.5 Khi sử dụng bình thể tích để xác định các giá trị tỷ trọng thì các kết quả được báo cáo chính xác đến 0.01.
- 10.6 Khi sử dụng chai có nút đậy để xác định tỷ trọng thì các kết quả sẽ được báo cáo chính xác đến 0.001.

## 11 ĐỘ CHÍNH XÁC VÀ ĐỘ LỆCH

- 11.1 Các tiêu chuẩn để đánh giá mức độ chấp nhận được cho các kết quả thí nghiệm xác định tỷ trọng có được từ phương pháp thí nghiệm này cho các hạt lọt qua sàng 4.75 mm (No. 10) được đưa ra trong Bảng 2 (Chú thích 10):

**Bảng 2** - Các kết quả thí nghiệm tỷ trọng

Đất và loại đất	Độ lệch chuẩn <sup>a</sup>		Khoảng chấp nhận được của hai kết quả (phần trăm đối với giá trị trung bình) <sup>a</sup>	
	ASTM <sup>b</sup> Lọt sàng 4.75 mm (No.4)	AASHTO <sup>c</sup> Lọt sàng 2.00 mm (No.10)	ASTM <sup>b</sup> Lọt sàng 4.75 mm (No.4)	AASHTO <sup>c</sup> Lọt sàng 2.00 mm (No.10)
Độ chính xác khi một người thí nghiệm				
Đất dính	0.021	0.02	0.06	0.05
Đất không dính	d	d	d	d
Độ chính xác khi nhiều người thí nghiệm				
Đất dính	0.056	0.04	0.16	0.11
Đất không dính	d	d	d	d

<sup>a</sup> Các số này thể hiện tương ứng theo các giới hạn (SI) và (D2S) như được mô tả trong tiêu chuẩn thực hành ASTM C 670 về chỉ định độ chính xác cho các thí nghiệm đối với các vật liệu xây dựng.

<sup>b</sup> Các giá trị này thể hiện các giá trị độ lệch chuẩn chỉ định bởi nhóm ASTM về vật liệu.

- ° Các giá trị này thể hiện các giá trị độ lệch chuẩn chỉ định bởi nhóm AASHTO về vật liệu.
- đ Hiện chưa có các tiêu chuẩn để chỉ định các giá trị độ lệch chuẩn cho đất không dính

**Chú thích 10** – Các số ở trong Cột 2 là các độ lệch chuẩn được nhận thấy là phù hợp cho các vật liệu ở Cột 1. Các số ở Cột 3 là các giới hạn không nên vượt quá của hiệu các kết quả được thực hiện bởi các thí nghiệm được tiến hành hợp lý.

---

<sup>1</sup> Ngoại trừ các yêu cầu về nhiệt kế, độ chính xác báo cáo, kích cỡ và khối lượng tối thiểu và phần dụng cụ làm khô bị xóa bỏ, phương pháp thí nghiệm này tương tự như ASTM D 854–00.