



TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10103:2013

ISO 11963:2012

Xuất bản lần 1

**CHẤT DẺO –
TẤM POLYCARBONAT –
KIỂU LOẠI, KÍCH THƯỚC VÀ ĐẶC TÍNH**

*Plastics – Polycarbonate sheets –
Types, dimensions and characteristics*

HÀ NỘI – 2013

Lời nói đầu

TCVN 10103:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 11963:2012.

TCVN 10103:2013 do Tiểu ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC61/SC11 Sản phẩm bằng chất dẻo biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Chất dẻo – Tấm polycacbonat –

Kiểu loại, kích thước và đặc tính

Plastics – Polycarbonate sheets –

Types, dimensions and characteristics

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu cho tấm đùn phẳng, cứng polycacbonat (PC) sử dụng cho các ứng dụng chung. Tiêu chuẩn này đặc biệt áp dụng cho các tấm poly(p,p'-isopropyliden-diphenyl cacbonat). Tấm có thể có màu hoặc không màu và có thể trong suốt, mờ hoặc đục. Tấm cũng có thể có lớp bảo vệ đặc biệt chịu thời tiết trên một mặt hoặc cả hai mặt.

Tiêu chuẩn này chỉ áp dụng đối với tấm có độ dày lớn hơn hoặc bằng 1,5 mm.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn là rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng 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.

TCVN 4501-1 (ISO 527-1), *Chất dẻo – Xác định tính chất kéo – Phần 1: Nguyên tắc chung.*

TCVN 4501-2 (ISO 527-2), *Chất dẻo – Xác định tính chất kéo – Phần 2: Điều kiện thử đối với chất dẻo đúc và đùn.*

TCVN 6039-1 (ISO 1183-1), *Chất dẻo – Các phương pháp xác định khối lượng riêng của chất dẻo không xốp – Phần 1: Phương pháp ngâm, phương pháp pyknomet lỏng và phương pháp chuẩn độ.*

TCVN 7790-1 (ISO 2859-1), *Quy trình lấy mẫu để kiểm tra sự phân bố - Phần 1: Chương trình lấy mẫu được xác định theo giới hạn chất lượng chấp nhận (AQL) để kiểm tra từng lô.*

TCVN 7790-10 (ISO 2859-10), *Quy trình lấy mẫu để kiểm tra sự phân bố - Phần 10: Giới thiệu bộ TCVN 7790 (ISO 2859) về lấy mẫu để kiểm tra định tính.*

ISO 62:2008, *Plastics – Determination of water absorption* (Chất dẻo – Xác định độ hấp thụ nước).

TCVN 10103:2013

ISO 75-1, *Plastics – Determination of temperature of deflection under load – Part 1: General test method* (Chất dẻo – Xác định nhiệt độ biến dạng dưới tác dụng của tải trọng – Phần 1: Phương pháp thử chung).

ISO 75-2:2004, *Plastics – Determination of temperature of deflection under load – Part 2: Plastics and ebonite* (Chất dẻo – Xác định nhiệt độ biến dạng dưới tác dụng của tải trọng – Phần 2: Chất dẻo và ebonit).

ISO 179-1:2010, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 1: Non-instrumented impact test* (Chất dẻo – Xác định tính chất va đập Charpy – Phần 1: Phép thử va đập không sử dụng thiết bị).

ISO 291, *Plastics – Standard atmospheres for conditioning and testing* (Chất dẻo – Môi trường chuẩn để điều hòa và thử).

ISO 306:2004, *Plastics – Thermoplastic materials – Determination of Vicat softening temperature (VST)* (Chất dẻo – Vật liệu nhựa nhiệt dẻo – Xác định nhiệt độ hóa mềm Vicat (VST)).

ISO 489:1999, *Plastics – Determination of refractive index* (Chất dẻo – Xác định chỉ số khúc xạ).

ISO 877-1, *Plastics – Methods of exposure to solar radiation – Part 1: General guidance* (Chất dẻo – Phương pháp tiếp xúc với bức xạ mặt trời – Phần 1: Hướng dẫn chung).

ISO 877-2, *Plastics – Methods of exposure to solar radiation – Part 2: Direct weathering and exposure behind window glass* (Chất dẻo – Phương pháp tiếp xúc với bức xạ mặt trời – Phần 2: Phơi trực tiếp và phơi sau kính).

ISO 877-3, *Plastics – Methods of exposure to solar radiation – Part 3: Intensified weathering using concentrated solar radiation* (Chất dẻo – Phương pháp tiếp xúc với bức xạ mặt trời – Phần 3: Phơi dưới thời tiết khắc nghiệt sử dụng bức xạ mặt trời hội tụ).

ISO 2818, *Plastics – Preparation of test specimens by machining* (Chất dẻo – Chuẩn bị mẫu thử bằng máy).

ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance* (Chất dẻo – Phương pháp phơi trong nguồn sáng phòng thí nghiệm – Phần 1: Hướng dẫn chung).

ISO 4892-2, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps* (Chất dẻo – Phương pháp phơi trong nguồn sáng phòng thí nghiệm – Phần 2: Đèn Xenon).

ISO 7391-1, *Plastics – Polycarbonate (PC) moulding and extrusion materials – Part 1: Designation system and basis for specifications* (Chất dẻo – Vật liệu polycarbonat (PC) đúc và đùn – Phần 1: Hệ thống ký hiệu và cơ sở để đưa ra các yêu cầu kỹ thuật).

ISO 8256:1990, *Plastics – Determination of tensile-impact strength* (Chất dẻo – Xác định độ bền va đập kéo đứt).

ISO 11359-2, *Plastics – Thermomechanical analysis (TMA) – Part 2: Determination of coefficient of linear thermal expansion and glass transition temperature* (Chất dẻo – Phương pháp phân tích cơ nhiệt (TMA) – Phần 2: Xác định hệ số giãn nở nhiệt tuyến tính và nhiệt độ hóa thủy tinh).

ISO 13468-1, *Plastics – Determination of the total luminous transmittance of transparent materials – Part 1: Single-beam instrument* (Chất dẻo – Xác định hệ số truyền ánh sáng tổng của vật liệu trong suốt – Phần 1: Thiết bị chùm sáng đơn).

ISO 14782, *Plastics – Determination of haze for transparent materials* (Chất dẻo – Xác định độ mờ của vật liệu trong suốt).

IEC 60093, *Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating material* (Phương pháp đo điện trở suất khối và điện trở suất bề mặt của vật liệu cách điện rắn).

CIE 15, *Colorimetry* (Phép so màu).

CIE 85, *Solar spectral irradiance* (Bức xạ phổ mặt trời).

3 Thành phần

3.1 Các loại PC sau đây hay được sử dụng để đùn tấm PC:

Nhựa nhiệt dẻo ISO 7391-PC, E, 61-09

(xem ISO 7391-1 về giải thích các hệ thống ký hiệu đối với PC).

3.2 Tấm có thể có chất màu, chất phụ gia, chất trợ gia công và chất ổn định (ví dụ chất hấp thụ UV) với phần khối lượng tổng cộng lên đến 5 %.

3.3 Tấm thuộc loại được quy định trong Điều 4 có thể có lớp bảo vệ (trên một hoặc cả hai mặt) với hàm lượng chất hấp thụ UV cao hơn của chất nền. Thành phần của lớp bảo vệ (ví dụ polycarbonat và chất hấp thụ UV hoặc PMMA và chất hấp thụ UV hoặc các vật liệu khác) và các kỹ thuật ứng dụng (ví dụ đùn đồng thời, phủ, tráng, phủ nóng chảy, nhúng) không được quy định trong tiêu chuẩn này.

4 Yêu cầu

4.1 Tấm che

Bề mặt của tấm khi giao nhận phải được bảo vệ bằng một màng chất dẻo hoặc giấy, hoặc kết hợp cả hai.

4.2 Ngoại quan

Các yêu cầu liên quan đến các khuyết tật và chất lượng về mặt quang học phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan.

4.3 Màu sắc

Trừ khi có quy định khác, các chất màu phải phân bố đồng nhất và đều trên toàn bộ vật liệu. Đối với các yêu cầu tới hạn, mức độ đồng nhất phải được quy định bởi các bên liên quan.

4.4 Kích thước

4.4.1 Điều kiện của phép đo

Các phép đo phải được thực hiện dưới các điều kiện tiêu chuẩn ở nhiệt độ $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối $(50 \pm 10)\%$. Đối với các phép đo được thực hiện dưới các điều kiện môi trường, cho phép có các thay đổi về kích thước gây ra bởi sự khác nhau về nhiệt độ và độ ẩm tại địa điểm thử so với nhiệt độ và độ ẩm tương đối này.

4.4.2 Chiều dài và chiều rộng

Chiều dài và chiều rộng của tấm phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan. Dung sai chiều dài và chiều rộng phải theo quy định như trong Bảng 1.

Bảng 1 – Dung sai chiều dài và chiều rộng

Chiều dài hoặc chiều rộng mm	Dung sai
Đến 1 000	$+3_0\text{ mm}$
Từ 1 001 đến 2 000	$+6_0\text{ mm}$
Từ 2 001 đến 3 000	$+9_0\text{ mm}$
3 001 trở lên	$+0,3_0\%$

4.4.3 Sai lệch so với độ vuông góc

Chênh lệch Δl giữa chiều dài hai đường chéo của tấm hình chữ nhật phải nhỏ hơn $3,5 \times 10^{-3} \times b$ (trong đó b là chiều rộng của tấm được đo vuông góc với hướng đùn, tính bằng milimét), nhưng không được nhỏ hơn 2 mm.

4.4.4 Độ dày

Dung sai độ dày của tấm phải theo quy định như trong Bảng 2.

Bảng 2 – Dung sai độ dày

Độ dày, d mm	Dung sai %
$1,5 \leq d \leq 5$	± 10
$5 < d$	± 5

4.5 Độ co

Độ co tối đa (xem 5.5.3) phải theo quy định như trong Bảng 3.

Bảng 3 – Độ co tối đa

Độ dày, d mm	Độ co tối đa %
$1,5 \leq d \leq 5$	10
$5 < d$	5

4.6 Các tính chất cơ bản

Các tính chất cơ học, nhiệt và quang học cơ bản của tấm trong suốt, không màu phải theo như quy định trong Bảng 5. Đối với các cấp độ khác, các tính chất được yêu cầu phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan.

4.7 Tính chịu thời tiết

Các yêu cầu bất kỳ về tính chịu thời tiết tự nhiên hoặc thời tiết nhân tạo phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan nếu có yêu cầu.

4.8 Các tính chất khác

Các tính chất khác của tấm trong suốt, không màu cần thiết cho các ứng dụng đặc biệt phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan. Ví dụ về phương pháp thử cho các tính chất này được nêu trong Bảng 4.

Bảng 4 – Giá trị đặc trưng của các tính chất cho tấm trong suốt, không màu

	Đơn vị	Phương pháp thử	Giá trị đặc trưng
Khối lượng riêng	g/cm ³	TCVN 6039-1 (ISO 1183-1)	1,2
Hệ số giãn nở nhiệt tuyến tính	K ⁻¹	ISO 11359-2	65×10^{-6}
Hệ số khúc xạ, n_D^{20}		ISO 489:1999, phương pháp A	1,59
Độ mờ (3 mm)	%	ISO 14782	1
Điện trở suất bề mặt	Ω	IEC 60093	10^{15}
Độ hấp thụ nước (điều hòa sơ bộ 50 °C/24 h; thời gian ngâm trong nước: 24 h)	mg	ISO 62:2008, phương pháp 1	16

Đối với các cấp độ khác, các tính chất được yêu cầu phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan.

5 Phương pháp thử

5.1 Quy định chung

5.1.1 Lấy mẫu

Quy trình lấy mẫu phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan. Quy trình được mô tả trong TCVN 7790-1 (ISO 2859-1) và TCVN 7790-10 (ISO 2859-10) được chấp nhận rộng rãi và hay được sử dụng. Vì vậy, đây là các quy trình được khuyến cáo sử dụng để lấy mẫu.

5.1.2 Điều hòa và thử mẫu

Điều hòa trong 48 h và quá trình thử mẫu phải được tiến hành ở nhiệt độ $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ và độ ẩm tương đối $(50 \pm 10)\%$ theo ISO 291, ngoại trừ đối với nhiệt độ hóa mềm Vicat và nhiệt độ biến dạng dưới tác dụng của tải trọng (xem 5.5.1 và 5.5.2).

5.1.3 Chuẩn bị mẫu thử

Mẫu thử phải được chuẩn bị theo quy trình mô tả trong ISO 2818 khi có thể áp dụng được. Nếu cần phải gia công tấm để giảm độ dày đến kích thước yêu cầu, đối với phương pháp thử nhất định thì một mặt phải được giữ nguyên.

Với tấm PC được phủ trên một mặt thì mặt phủ phải được giữ lại, không gia công. Với tấm PC được phủ trên hai mặt thì phải chuẩn bị hai nhóm mẫu. Một nhóm giữ lại một mặt phủ và nhóm kia giữ lại mặt phủ còn lại. Hai nhóm phải được thử riêng biệt.

5.2 Màu sắc

Sự chênh lệch về màu sắc giữa vật liệu tham chiếu (chuẩn) và mẫu thử phải được xác định bằng cách sử dụng thiết bị so màu theo thỏa thuận giữa các bên liên quan: ví dụ dữ liệu CIELAB (CIE 15) có thể được sử dụng.

5.3 Kích thước

5.3.1 Chiều dài và chiều rộng của tấm phải được đo chính xác đến 1 mm.

5.3.2 Độ dày của tấm phải được đo chính xác đến 0,05 mm trừ đi lớp màng hoặc giấy che mà không làm phá hủy bề mặt. Các phép đo phải được thực hiện tại các điểm cách mép tấm không nhỏ hơn 100 mm.

Bảng 5 – Yêu cầu của các tính chất cơ bản

	Đơn vị	Phương pháp thử	Kiểu mẫu thử	Giá trị yêu cầu	Điều
Tính chất cơ học					
Ứng suất kéo tại giới hạn chảy, σ_y	MPa	TCVN 4501-2 (ISO 527-2)/1A/50 TCVN 4501-2 (ISO 527-2)/1B/50	1A 1B	≥ 55	5.4.1
Modul đàn hồi kéo, E_t	MPa	TCVN 4501-2 (ISO 527-2)/1A/1	1A 1B	$\geq 2\ 200$	5.4.1
Độ giãn dài danh nghĩa khi đứt, ε_{tB}	%	TCVN 4501-2 (ISO 527-2)/1A/50 TCVN 4501-2 (ISO 527-2)/1B/50	1A 1B	≥ 60	5.4.1
Độ bền va đập Charpy (khía, bán kính khía 0,25 mm, độ dày ≥ 4 mm)	kJ/m ²	ISO 179-1/1eA	1	≥ 6	5.4.2
Độ bền va đập kéo đứt (khía đôi; độ dày < 4 mm)	kJ/m ²	ISO 8256:2004, phương pháp A	1	≥ 150	5.4.2
Tính chất nhiệt					
Nhiệt độ hóa mềm Vicat	°C	ISO 306:2004, phương pháp B50		≥ 145	5.5.1
Nhiệt độ biến dạng dưới tác dụng của tải trọng (độ dày ≥ 3 mm)	°C	ISO 75-2:2004, phương pháp A		≥ 130	5.5.2
Tính chất quang học					
Hệ số truyền ánh sáng, τ_t (380 nm đến 780 nm)		ISO 13468-1			5.6
Độ dày, t	$1,5\text{ mm} \leq t < 4\text{ mm}$			≥ 85	
	$4\text{ mm} \leq t < 6\text{ mm}$			≥ 82	
	$6\text{ mm} \leq t < 12\text{ mm}$			≥ 80	
	$12\text{ mm} \leq t$			≥ 75	

5.4 Tính chất cơ học

5.4.1 Tính chất kéo phải được xác định theo TCVN 4501-1 (ISO 527-1) và TCVN 4501-2 (ISO 527-2), sử dụng mẫu thử loại 1A hoặc 1B. Tốc độ thử đối với phép thử ứng suất kéo tại giới hạn chảy và độ giãn dài danh nghĩa khi đứt phải là 50 mm/min và đối với phép thử modul đàn hồi kéo là 1 mm/min.

5.4.2 Khi độ dày của tấm lớn hơn hoặc bằng 4 mm thì độ bền va đập Charpy khía phải được xác định theo ISO 179-1:2010, phương pháp 1eA (mép), sử dụng thanh khía (80 mm x 10 mm x d mm, khía V, bán kính 0,25 mm), trong đó d là độ dày của tấm.

Nếu độ dày của tấm nhỏ hơn 4 mm thì độ bền va đập kéo đứt phải được xác định có sử dụng mẫu khía V đôi (bán kính khía 1 mm) theo ISO 8256:2004 (mẫu thử loại 1, phương pháp A).

TCVN 10103:2013

Độ bền va đập khía phải được xác định với mẫu thử được lấy song song và vuông góc với hướng đùn.

CHÚ THÍCH Cần thiết phải có hai phép thử khác nhau vì khi xác định độ bền va đập khía theo ISO 179-1 (Charpy), tấm PC đùn thể hiện sự chuyển dịch dai/giòn ở trong khoảng độ dày xấp xỉ 2,5 mm và 3,5 mm, dẫn đến độ lệch lớn trong các phép đo được thực hiện trong khoảng độ dày này.

5.5 Tính chất nhiệt

5.5.1 Nhiệt độ hóa mềm Vicat phải được xác định theo ISO 306:2004, phương pháp B50, ấn vào bề mặt được giữ nguyên. Tốc độ gia nhiệt là 50 °C/h.

Trước khi thử, mẫu thử phải được điều hòa ở 120 °C ± 2 °C trong 3 h và để nguội đến nhiệt độ phòng trong tủ hút ẩm.

5.5.2 Nhiệt độ biến dạng dưới tác dụng của tải trọng phải được xác định theo ISO 75-1 và ISO 75-2:2004, phương pháp A. Trước khi thử, mẫu thử phải được điều hòa ở 120 °C ± 2 °C trong 3 h và được để nguội đến nhiệt độ phòng trong tủ hút ẩm.

Nếu độ dày tấm nhỏ hơn 3 mm, không phải áp dụng yêu cầu này.

5.5.3 Sự thay đổi kích thước ở nhiệt độ nâng cao (độ co) phải được xác định theo phương pháp mô tả trong Phụ lục A của tiêu chuẩn này.

5.6 Tính chất quang học

Hệ số truyền ánh sáng τ_t phải được xác định theo ISO 13468-1 bằng cách sử dụng một quả cầu hội tụ trên mẫu thử có độ dày được giữ nguyên.

5.7 Tính chịu thời tiết

5.7.1 Thử với thời tiết tự nhiên

Tính năng chịu thời tiết tự nhiên, khi cần phải được xác định theo ISO 877-1, ISO 877-2 và ISO 877-3.

5.7.2 Thử với thời tiết nhân tạo

Tính chịu thời tiết nhân tạo khi có yêu cầu phải được tiến hành theo ISO 4892-1 và ISO 4892-2 với đèn xenon được lọc, với sự phân bố cường độ phổ được khuyến nghị bởi CIE 85 ở nhiệt độ chuẩn đen là 65 °C ± 3 °C, ở độ ẩm tương đối (65 ± 5) % với chu kỳ ướt/khô là 18 min/102 min.

Tiêu chí đạt/không đạt phải được xác định bởi tính chịu thời tiết nhân tạo phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan.

CHÚ THÍCH 1 Do cơ chế phân rã quang hóa đặc biệt của PC, kết quả của tính chịu thời tiết nhân tạo phụ thuộc rất nhiều vào nguồn sáng, đặc biệt là khoảng UV. Không sử dụng ánh sáng có bước sóng nhỏ hơn 300 nm.

CHÚ THÍCH 2 Có mối tương quan rất tốt giữa thử với thời tiết tự nhiên và gia tốc được quy định bởi quy trình xác định ngay cả khi phơi nhiễm lâu dài.

6 Phản ứng với lửa

Phép thử phản ứng với lửa khi có yêu cầu phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan. Trước hết, các quy định của quốc gia mà nhà cung cấp và khách hàng ở đó phải được xem xét đến.

7 Sử dụng tiếp xúc với thực phẩm

Nếu tấm PC có sử dụng tiếp xúc với thực phẩm thì các yêu cầu đặc biệt phải theo thỏa thuận giữa các bên liên quan trong tất cả các trường hợp. Các quy định của quốc gia mà nhà cung cấp và người sử dụng sản phẩm được đặt tại đó phải được xem xét đến trước tiên.

8 Thử lại và loại bỏ

Nếu có xảy ra hư hỏng thì vật liệu phải được thử lại theo thỏa thuận giữa các bên liên quan.

Phụ lục A

(quy định)

Xác định sự thay đổi kích thước ở nhiệt độ nâng cao (độ co)

A.1 Cắt hai mẫu thử vuông cạnh 150 mm (một cạnh song song với hướng đùn) từ tấm mẫu, trong khoảng tương đương cách đều nhau dọc theo chiều rộng của mẫu. Đánh dấu hướng đùn trên từng mẫu và dùng compa đánh dấu một hình tròn kích thước $100 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$. Sấy khô mẫu ở 90°C trong 24 h và để nguội đến nhiệt độ phòng trong tủ hút ẩm ở 18°C đến 28°C (trong trường hợp có tranh chấp, sử dụng nhiệt độ $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$). Đo đường kính đường tròn, song song và vuông góc với hướng đùn, chính xác đến 0,05 mm.

A.2 Đặt mẫu thử nằm ngang trên một tấm phẳng và để chúng trên một đĩa trong tủ sấy tại nhiệt độ được kiểm soát ở $190^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Để tránh dính mẫu cần sử dụng tấm có phủ một lớp chống dính, ví dụ polytetrafluetylen. Thời gian gia nhiệt, phụ thuộc vào chiều dày của tấm phải theo quy định trong Bảng A.1

Bảng A.1 – Thời gian gia nhiệt

Độ dày, d mm	Thời gian min
$1,5 \leq d \leq 5$	60
$5 < d$	75

Trong suốt quá trình gia nhiệt, nước có trong tấm có thể tạo thành bọt (một chút thì cho phép) và mẫu có thể sủi bọt. Trong trường hợp này, phải lập lại phép thử, bổ sung thêm giai đoạn sấy sơ bộ, sử dụng điều kiện sau:

Nhiệt độ sấy sơ bộ: 90°C

Thời gian sấy sơ bộ, tính theo giờ: $2 \times d^2$, trong đó d là độ dày của mẫu, tính bằng milimét

A.3 Để mẫu nguội đến nhiệt độ phòng trong tủ hút ẩm ở 18°C đến 28°C (trong trường hợp có tranh chấp, sử dụng nhiệt độ $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ và đo đường kính của hình tròn, song song và vuông góc với hướng đùn, chính xác đến 0,05 mm.

A.4 Tính sự thay đổi đường kính (độ co) S của từng mẫu là phần trăm so với giá trị ban đầu, theo công thức:

$$S = \frac{l_0 - l}{l_0} \times 100$$

trong đó

l_0 là đường kính sau khi sấy;

l là đường kính sau khi gia nhiệt.
