

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12312:2018

ISO 11556:2005

Xuất bản lần 1

**GIẤY VÀ CÁC TÔNG –
XÁC ĐỊNH ĐỘ QUẢN KHI TREO MỘT MẪU THỬ THEO
PHƯƠNG THẲNG ĐỨNG**

Paper and board –

Determination of curl using a single vertically suspended test piece

HÀ NỘI – 2018

Lời nói đầu

TCVN 12312:2018 hoàn toàn tương đương với ISO 11556:2005

TCVN 12312:2018 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 06 Giấy và sản phẩm giấy biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Lời giới thiệu

Việc xuất hiện độ quăn của giấy và các tông có thể gây bất lợi cho quá trình gia công và do đó cần phải được đo lường. Độ quăn có thể xuất hiện ở giấy khi sản xuất hoặc có thể xuất hiện trong quá trình sử dụng giấy. Tiêu chuẩn này mô tả quy trình được sử dụng để xác định độ quăn của một tập giấy.

Giấy và các tông – Xác định độ uốn khi treo một mẫu thử theo phương thẳng đứng

Paper and board – Determination of curl using a single vertically suspended test piece

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra quy trình xác định độ uốn của giấy và các tông sử dụng một mẫu thử treo theo phương thẳng đứng và định nghĩa các thuật ngữ được sử dụng trong phép đo độ uốn.

Tiêu chuẩn này có thể được sử dụng để đo độ uốn bất kỳ khi:

- Đường uốn gần như tạo thành một cung tròn của một vòng tròn;
- Đường uốn đủ ổn định để duy trì không đổi trong thời gian cần thiết để cắt các mẫu thử và thực hiện các phép đo. Điều này chủ yếu bao gồm đường uốn của giấy hoặc các tông như nhận được hoặc sau khi tiếp xúc với điều kiện khí hậu không đổi, chẳng hạn như một phòng thử nghiệm hoặc cửa hàng in ấn.

CHÚ THÍCH 1 Việc lựa chọn khí hậu điều hoà và thời gian điều hoà phụ thuộc vào mục đích của thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 2 Đối với giấy tráng phủ một mặt hoặc giấy làm nhẵn có phết keo, cần thời gian ít nhất 24 h, sau khi sản xuất để giấy ổn định trước khi tiến hành bất kỳ phép thử độ uốn nào

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất 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 3649 (ISO 186), Giấy và các tông - Lấy mẫu để xác định chất lượng trung bình

TCVN 6725 (ISO 187), Giấy, các tông và bột giấy – Môi trường chuẩn để điều hòa và thử nghiệm, qui trình kiểm tra môi trường và điều hòa mẫu

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Độ uốn (curl)

Độ lệch so với một mặt phẳng

CHÚ THÍCH Phép đo có 3 yếu tố chính:

- Độ lớn;
- Góc của trục quán liên quan đến chiều dọc của giấy hoặc các tông;
- Mặt đường quán hướng tới

3.1.1

Độ lớn (magnitude)

Độ lệch đo được của một mẫu thử so với một mặt phẳng

CHÚ THÍCH 1 Độ lớn được thể hiện bằng số nghịch đảo đường cong của mẫu thử, tính bằng m^{-1}

CHÚ THÍCH 2 Bán kính đường cong của mẫu thử quán là khoảng cách từ cung tròn tới tâm của vòng tròn mà cung tròn là một phần của vòng tròn đó. Nghịch đảo bán kính ($1/R$) có giá trị là "0" cho một tờ giấy phẳng.

CHÚ THÍCH 3 Đặc tính quán của giấy và các tông phụ thuộc vào thời gian và độ lớn của đường quán bất kỳ nào được hiển thị có thể là tạm thời.

3.1.2

Góc của trục quán (angle of curl axis)

Ø (xem Phụ lục A)

Góc giữa trục quán và chiều dọc của giấy hoặc các tông, nhìn từ phía lõm

CHÚ THÍCH 1 Đối với một đường quán có trục vuông góc với chiều dọc, $\varnothing = 90^\circ$; một đường quán có trục song song với chiều dọc, $\varnothing = 0^\circ$. Khi trục của đường quán không vuông góc hoặc không song song với chiều dọc, đôi khi còn được gọi là "quán chéo" (có khi được gọi là "quán không đối xứng", "quán xoắn" hoặc "quán cuốn"). Đối với quán chéo, nếu chiều dọc được định vị theo hướng theo chiều kim đồng hồ từ trục quán, thì được coi như là một vòng quay dương (+), nhưng nếu theo hướng ngược chiều kim đồng hồ thì được coi là một vòng quay âm (-). Góc của trục quán có thể là dương hoặc âm giữa 0° đến 90° .

CHÚ THÍCH 2 Lưu ý rằng chiều quay trong quán chéo được báo cáo là theo chiều kim đồng hồ (+) hoặc ngược chiều kim đồng hồ (-) từ trục quán tới chiều dọc, không phải từ chiều dọc tới trục quán.

3.1.3

Mặt lõm (concave side)

Mặt mà giấy hoặc các tông quán hướng tới

CHÚ THÍCH Xem Phụ lục A.

3.2

Quần nhân tạo (induced curl)

Thay đổi của độ quần (3.1), gây ra bởi một số tác động tới một hoặc cả hai mặt của giấy hoặc các tông

CHÚ THÍCH Một đường quần thường được 'tạo ra' trên mẫu thử để chỉ ra khả năng có thể xử lý đối với giấy hoặc các tông trong tình huống cuối cùng.

3.3

Quần kép (double curl)

Quần trượt (flipper curl)

Một dạng quần có xu hướng xen kẽ giữa hai mặt khi thao tác nhẹ lên tờ giấy

CHÚ THÍCH Xu hướng này là một hiện tượng có thể được mô tả là hai khối quần được cân bằng chính xác trong cùng một tờ giấy hoặc các tông.

4 Nguyên tắc

Mẫu thử giấy hoặc các tông được đưa vào môi trường thử nghiệm mong muốn. Độ quần được đo trên mẫu thử treo theo trục quần thẳng đứng.

5 Thiết bị, dụng cụ

5.1 Dụng cụ cắt các mẫu thử một cách dễ dàng với đường kính hoặc kích thước được cài đặt. Đối với hình tròn, đường kính thông dụng là $112,8 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ (100 cm^2). Đối với các mẫu thử hình vuông, kích thước thông dụng là $(100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}) \pm 0,1 \text{ mm}$.

CHÚ THÍCH Khuôn cắt để tạo mẫu thử hình vuông và hình tròn có kích thước 100 cm^2 để định lượng giấy có sẵn trên thị trường.

5.2 Dụng cụ để kê mẫu thử trong quá trình đo, xem Phụ lục B.

5.3 Dụng cụ để đo dây cung và khoảng cách dây cung – cung tròn trong phạm vi 0,5 mm (ví dụ thước kẹp đã hiệu chỉnh, xem Phụ lục C).

5.4 Dụng cụ để đo góc quần, có độ chính xác đến 1° .

CHÚ THÍCH Các phương pháp tự động xác định độ quần và góc của trục quần có thể được sử dụng miễn là có độ chính xác tối thiểu như phương pháp mô tả trong tiêu chuẩn này.

6 Lấy mẫu

Nếu một lô giấy hoặc các tông đang được đánh giá độ quần thì chọn mẫu theo TCVN 3649 (ISO 186). Bảo quản mẫu tránh các thay đổi độ ẩm nếu độ quần sẽ được đo như mẫu đã nhận.

Nếu thử nghiệm được thực hiện trên một loại mẫu khác thì báo cáo nguồn gốc mẫu và quy trình lấy mẫu được sử dụng, nếu có thể. Đảm bảo rằng các mẫu thử là đại diện cho mẫu giấy hoặc các tông.

Sau khi lấy mẫu, cần phải cẩn thận để đảm bảo rằng tất cả các mẫu được giữ theo cùng một hướng tương đối.

7 Chuẩn bị mẫu thử

Chọn các mẫu không bị hư hỏng, không có nếp gấp hoặc nếp nhăn và tốt nhất là không có hình bóng nước. Trong phần diện tích mà các mẫu thử sẽ được cắt, đánh dấu nhẹ chiều dọc, nếu có thể, đánh dấu trên cùng một mặt của mỗi mẫu thử. Khi đánh dấu mẫu thử, cẩn thận không làm các dấu in có thể ảnh hưởng đến độ quán. Mặt này của mẫu thử sau đó sẽ được gọi là "mặt đánh dấu". Cắt mười mẫu thử, trong cùng một thời điểm, với dấu chiều dọc dọc theo đường tâm của mẫu thử.

Các mẫu thử hình tròn thường được ưu tiên hơn. Tuy nhiên, các mẫu thử vuông phù hợp với kích thước nêu trong 5.1 cũng được chấp nhận.

Điều rất quan trọng là một mặt được đánh dấu.

Mặt đánh dấu phải được nhận dạng bằng một đặc tính riêng biệt, chẳng hạn vết lưới, tráng phủ, dấu nước, làm bóng, v.v., nếu có thể. Nếu không thể nhận dạng được mặt này thì mặt đối diện với giấy gói của một ram giấy đóng kín hoặc mặt trên của tờ trên cùng của một tập giấy chưa đóng gói, nên chọn là mặt đánh dấu.

8 Cách tiến hành

8.1 Quy định chung

Quy trình được quy định trong 8.2, giả định rằng sử dụng thước kẹp đã hiệu chỉnh (xem Phụ lục C). Dụng cụ này có thể được sử dụng để đo độ dài dây cung và khoảng cách dây cung-cung tròn, từ đó tính được các thông số độ lớn đường quán (như nghịch đảo bán kính của đường cong). Về nguyên tắc, dụng cụ có thể được sử dụng trong công thức 9.1 để xác định độ quán của mẫu bất kỳ. Tuy nhiên, sẽ có những hạn chế thực tế do hình dạng của thiết bị đo. Ví dụ hình dạng quán có thể thu được được như trình bày trong Phụ lục A, cũng cho thấy độ dài dây cung (C) và khoảng cách dây cung-cung tròn (h).

CHÚ THÍCH Khoảng cách dây cung – cung tròn là khoảng cách tối đa từ dây cung đến cung tròn, được đo bằng một đường vuông góc với dây cung.

8.2 Phương pháp thực hiện

8.2.1 Đặt các mẫu thử vào môi trường thử nghiệm

Treo mẫu thử trong môi trường thử nghiệm bằng móc hoặc kẹp nhỏ đặt gần mép của mẫu thử dọc theo đường đánh dấu chiều dọc. Trong giới hạn thời gian yêu cầu, quan sát ước chừng trực quán và mặt lõm. Giữ mẫu thử trong môi trường đó, cẩn thận tháo mẫu thử và sử dụng ghim có đầu nhỏ, cố định mẫu ở giữa để giữ theo chiều dọc (xem 5.2) để mặt lõm đối diện với người tiến hành. Xoay mẫu

thử để trục quần thẳng đứng. Ở phía trên của mẫu thử, đánh dấu đường tâm của trục quần và sau đó, tại điểm này, cố định đỉnh của mẫu thử với giá đỡ bằng ghim khác.

Nếu xác định độ quần của giấy hoặc các tông mà không điều hoà mẫu (nghĩa là như khi nhận được) thì quy trình đưa mẫu vào đo cần được thực hiện càng nhanh càng tốt để giảm thiểu bất kỳ sự thay đổi đáng kể nào đối với độ quần.

CHÚ THÍCH 1 Cần cẩn thận khi lắp mẫu thử vào bất kỳ thiết bị treo hoặc giá đỡ nào để tránh làm mẫu thử bị uốn cong mà như vậy độ quần sẽ bị ảnh hưởng.

CHÚ THÍCH 2 Các mẫu thử có thể được đưa vào và đo theo chiều ngang bằng cách đặt các mẫu thử trên một mặt phẳng với mặt lõm bên trên, nếu có thể thì chỉ ra rằng các sai số thực nghiệm về trọng lực không ảnh hưởng đáng kể đến kết quả thử (các mẫu thử các tông nói chung là quá cứng để bị ảnh hưởng đáng kể bởi trọng lực.)

Trong trường hợp các mẫu thử hình vuông có đường quần chéo đáng kể, gây khó khăn trong đo lường thì kết quả nên được xử lý cẩn thận.

8.2.2 Đo độ dài dây cung và khoảng cách dây cung-cung tròn

Sử dụng mẫu thử tròn hoặc vuông. Bảo vệ các mẫu thử khỏi lực kéo trong quá trình đo. Sử dụng thước kẹp đã hiệu chỉnh, đo độ dài dây cung (C) qua tâm của mẫu thử đến 0,5 mm gần nhất và đo khoảng cách dây cung-cung tròn (h) đến 0,5 mm gần nhất.

Lặp lại quy trình với các mẫu thử còn lại.

CHÚ THÍCH 1 Để có được phép đo chính xác khi sử dụng thước kẹp đã được hiệu chỉnh, nên để thước kẹp đã được hiệu chỉnh được đỡ bằng một giá đỡ phòng thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 2 Kết quả thu được từ các mẫu thử có hình dạng khác nhau không nên so sánh với nhau.

8.2.3 Nhận dạng mặt mà giấy hoặc các tông quần hướng tới

Nếu một mặt có thể nhận dạng được thì ghi lại mặt còn lại mà mẫu thử đang quần về phía mặt đó. Nếu không thể nhận dạng được thì ghi lại xem quần về phía hay ngược phía với mặt đánh dấu.

8.2.4 Đo góc trục quần

Sử dụng dụng cụ được mô tả trong 5.4 cho mỗi mẫu thử, ghi lại số độ gần nhất của góc từ trục quần đến chiều dọc và xem góc này theo chiều kim đồng hồ (+) hoặc ngược chiều kim đồng hồ (-) như định nghĩa tại 3.1.2.

9 Tính kết quả

9.1 Độ lớn của đường quần

Độ lớn của đường quần (K) đối với mỗi mẫu thử, tính bằng nghịch đảo bán kính của đường cong theo Công thức:

$$K = \frac{1}{R} = \frac{8h}{C^2 + 4h^2} \times 1000$$

Trong đó:

- $\frac{1}{R}$ là nghịch đảo bán kính của đường cong, tính bằng m^{-1} ;
 C là độ dài dây cung, tính bằng milimet;
 h là khoảng cách dây cung-cung tròn, tính bằng milimet.

Nếu có thể, xác định độ lệch chuẩn và độ lệch chuẩn trung bình của độ lớn đường quỹ.

9.2 Góc trục quỹ

9.2.1 Tất cả các mẫu thử quỹ về cùng một mặt

9.2.1.1 Nếu tất cả các góc đều có cùng một dấu hiệu thì tính góc trung bình và độ lệch chuẩn và ghi lại các góc trung bình là dương hoặc âm.

9.2.1.2 Nếu một số góc đo là dương và một số góc là âm, nhưng tất cả các giá trị nhỏ hơn 20° thì xác định giá trị trung bình số học và độ lệch tiêu chuẩn và báo cáo giá trị trung bình số học là dương hay âm.

9.2.1.3 Nếu một số góc đo được là dương và một số góc là âm, và tất cả các góc vượt quá 70° thì lấy 180° trừ đi mỗi góc âm để cho các giá trị dương lớn hơn 90° . Kết hợp các giá trị dương đã tính được với các giá trị dương đo được và tính toán góc trung bình và độ lệch chuẩn. Nếu góc trung bình nhỏ hơn 90° thì lấy 180° trừ đi và báo cáo kết quả là góc âm.

9.2.1.4 Nếu một số góc là dương và một số góc là âm và một số nằm trong khoảng từ 20° đến 70° thì ghi lại phần quỹ của mỗi mẫu thử một cách riêng biệt.

9.3 Sự thay đổi đối với mặt mà giấy hoặc các tông quỹ về phía đó

Nếu một số mẫu thử quỹ theo đường này và một số quỹ theo đường khác thì ghi lại các phần quỹ của mỗi mẫu thử một cách riêng biệt.

CHÚ THÍCH Một phương pháp thay thế báo cáo dữ liệu cho các phần quỹ được đưa ra trong Phụ lục D.

10 Độ lặp lại và độ tái lập

Dựa trên dữ liệu từ bốn phòng thử nghiệm bốn loại giấy khác nhau và mười phép xác định cho mỗi loại giấy, các dữ liệu chính xác sau đây được đưa ra cho độ lớn đường quỹ.

10.1 Độ lặp lại

Chênh lệch giữa hai kết quả thử nghiệm tiến hành trong một phòng thử nghiệm là $2,2 m^{-1}$ ở xác suất 95 %, đối với các mẫu giấy khác nhau, sử dụng mẫu thử tròn hoặc vuông.

10.2 Độ tái lập

Chênh lệch giữa hai kết quả thử nghiệm tiến hành ở các phòng thử nghiệm khác nhau là $2,6 \text{ m}^2$ ở xác suất 95 %, đối với các mẫu giấy khác nhau, sử dụng mẫu thử tròn hoặc vuông.

11 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo phải bao gồm các thông tin sau:

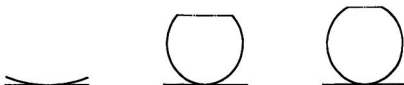
- a) Viện dẫn tiêu chuẩn này;
- b) Ngày và địa điểm thử nghiệm;
- c) Tất cả các thông tin để nhận dạng đầy đủ mẫu;
- d) Tất cả các thông tin để nhận dạng đầy đủ môi trường thử nghiệm;
- e) Ghi rõ giấy hoặc các tông được thử nghiệm như khi nhận được hay sau khi điều hòa các mẫu thử;
- f) Thời gian và môi trường điều hòa, nếu điều hòa mẫu;
- g) Hình dạng của các mẫu thử;
- h) Ghi rõ các mẫu thử được thử nghiệm trên một mặt phẳng thẳng đứng hay nằm ngang;
- i) Số lượng các mẫu thử được thử nghiệm;
- j) Độ lệch trung bình và độ lệch chuẩn của độ lớn đường quần, tính bằng m^2 ; nếu có thể,
- k) Độ lệch trung bình và độ lệch chuẩn của góc trục quần và xem đó là góc dương hay âm (xem 3.1.2 và 9.2.1), nếu có thể;
- l) Kết quả của các bộ phận quần của mỗi mẫu thử nếu không thể tính được độ lệch trung bình và độ lệch chuẩn của góc quần (xem 9.2.1 và 9.3);
- m) Ghi rõ các mẫu thử có thể quần theo cùng một mặt hay không, nếu chúng khác nhau, chúng quần theo hướng nào;
- n) Nhận diện mặt đánh dấu (xem đoạn cuối của Điều 7), nếu có thể;
- o) Ghi rõ các mẫu thử có bất kỳ xu hướng quần kép nào (xem 3.3);
- p) Bất kỳ sai khác nào so với quy trình quy định.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Minh hoạ về độ lớn và các kiểu quỹ

Các Hình từ A.1 đến A.5 chỉ có mục đích minh hoạ. Các hình chỉ ra những độ lớn của đường quỹ có thể nằm trong hoặc ngoài khả năng đo của thước kẹp kỹ thuật và các thông số đo để xác định độ lớn của đường quỹ. Các hình cũng hiển thị các kiểu quỹ có thể xảy ra.

A.1 Đo lường độ lớn đường quỹ

Có thể nằm trong khả năng đo của thước kẹp kỹ thuật

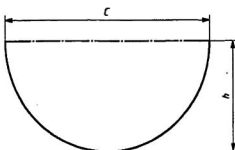
Có thể vượt quá khả năng đo của dụng cụ, bởi vì phần nhô ra không thể được định vị một cách chính xác

a) Đường quỹ rất nhỏ
(gần như phẳng)

b) Đường quỹ lớn

c) Đường quỹ quá cỡ

Hình A.1 – Đo độ lớn của đường quỹ

A.2 Các thông số đo để xác định độ lớn đường quỹ**CHÚ DẪN**

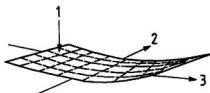
C Độ dài dây cung, tính bằng milimet;

h Khoảng cách dây cung- cung tròn, tính bằng milimet.

Hình A.2 – Các thông số xác định độ lớn đường quỹ

A.3 Các kiểu quần

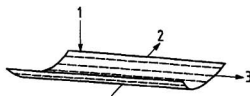
Nếu một đường quần đối xứng xuất hiện theo chiều dọc (MD) hoặc chiều ngang (CD) thì tùy thuộc vào kích thước của mẫu thử và các tính chất thử nghiệm, có thể xuất hiện các kiểu đường quần sau:



CHÚ DẪN

- 1 Mặt trên cùng
- 2 Chiều ngang (CD)
- 3 Chiều dọc (MD)

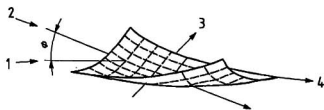
Hình A.3 – Đường quần trên cùng có trục vuông góc với chiều dọc
(xem Tài liệu tham khảo [2])



CHÚ DẪN

- 1 Mặt trên cùng
- 2 Chiều ngang (CD)
- 3 Chiều dọc (MD)

Hình A.4 – Đường quần trên cùng có trục song song với chiều dọc
(xem Tài liệu tham khảo [2])



CHÚ DẪN

- 1 Trục đường quân
- 2 Chiều dọc (MD)
- 3 Chiều ngang (CD)
- 4 Trục đường quân

CHÚ THÍCH Trong ví dụ này, trục chiều dọc ở hướng dương (chiều kim đồng hồ) so với trục quân

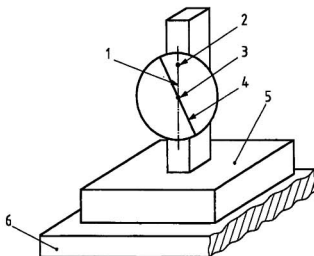
Hình A.5 – Đường quân chéo hoặc xoắn trên cùng

(xem Tài liệu tham khảo [2])

Phụ lục B

(Quy định)

Phương pháp đỡ mẫu thử trong suốt quá trình đo độ uốn
(minh họa cho các mẫu thử tròn)



CHÚ DẪN

- 1 Trực quản, phương thẳng đứng
- 2 Ghim trên cùng
- 3 Ghim ở giữa
- 4 Mẫu thử, đường kính 112,8 mm (chiều dọc được đánh dấu)
- 5 Gá đỡ bằng gỗ
- 6 Bàn dài

Hình B.1 – Dụng cụ đỡ mẫu thử trong quá trình đo độ uốn .

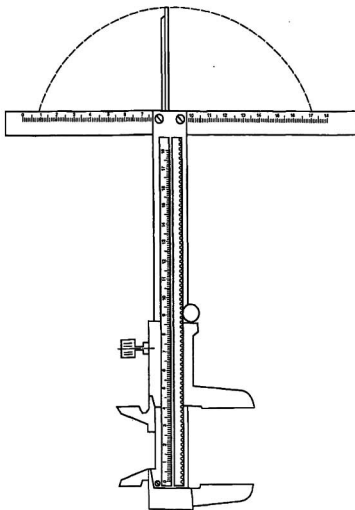
Phụ lục C

(Quy định)

Thước kẹp đã được hiệu chỉnh để xác định độ dài dây cung (C) và khoảng cách dây cung – cung tròn (h)

Dụng cụ đo tiêu chuẩn đã được hiệu chỉnh bằng cách cố định quy tắc vuông góc với dụng cụ đo.

Giá trị C được đo bằng cách sử dụng quy tắc. Giá trị h được đo bằng khoảng cách nhỏ ra cuối cùng, sử dụng thước kẹp.



Hình C.1 – Thước kẹp đã được hiệu chỉnh

Phụ lục D

(Tham khảo)

Các ví dụ về tính toán độ xoắn tương đối

D.1 Các giá trị độ xoắn thường khá ổn định và các đường xoắn nhẹ theo chiều dọc hoặc chiều ngang đôi khi do khách hàng chỉ định. Tuy nhiên, một đường cong chéo (xoắn xoắn) có thể không ổn định, không mong muốn và độc lập với các giá trị đường xoắn theo chiều dọc hoặc chiều ngang.

Các quy trình được mô tả trong tiêu chuẩn này cung cấp kỹ thuật tính toán độ lớn đường cong (K) tại một góc đo (ϕ). Sử dụng các giá trị này có thể tính toán được độ lớn của đường xoắn song song với chiều dọc, chiều ngang hoặc hướng chéo (45° tới chiều dọc).

D.2 Các giá trị xoắn và xoắn liên quan đến chiều dọc (K_x), chiều ngang (K_y) và hướng chéo (K_{xy}) có thể được tính từ công thức sau:

$$\begin{aligned}K_x &= K_\phi \sin^2 \phi \\K_y &= K_\phi \cos^2 \phi \\K_{xy} &= 2K_\phi \sin \phi \cos \phi\end{aligned}$$

Trong đó

ϕ là góc của trục xoắn như định nghĩa trong 3.1.2;

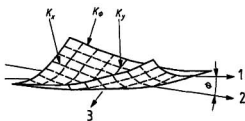
K_ϕ là độ lớn ở góc đo ϕ .

D.3 Trong trường hợp đã biết được giá trị xoắn theo chiều dọc, chiều ngang hoặc hướng chéo thì có thể xác định hướng của trục xoắn tối đa bằng cách sử dụng công thức sau:

$$\phi = -0,5 \tan^{-1} \frac{K_{xy}}{K_x - K_y}$$

với độ lớn của đường xoắn ở góc này được tính bởi công thức:

$$K_\phi = K_x \sin^2 \phi + K_y \cos^2 \phi + K_{xy} \sin \phi \cos \phi$$



CHÚ DẪN:

- 1 Trục quỹ
- 2 Chiều dọc (MD)
- 3 Chiều ngang (CD)

Hình D.1 – Mẫu thử xoắn hoặc quỹ

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] Curl and twist of paper and board – Theory and measurement – Lars-Erik Eriksson, Soren Cavlin, Christer Fellers and Leif Carlsson - Nordic Pulp and Paper Research Journal No. 2:1987 2, pp. 66-70.

[2] Curl in paper; A new approach to the evaluation of curl shape - Uesaka T. et al. – Japan Tappi 39 (10) Oct. 1985, pp 953-959.
