

**TCVN 9101:2011  
ISO 26602:2009**

Xuất bản lần 1

**GÓM MỊN (GÓM CAO CẤP, GÓM KỸ THUẬT CAO CẤP) –  
VẬT LIỆU SILIC NITRUA DÙNG CHO VIÊN BI Ồ LĂN**

*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Silicon nitride  
materials for rolling bearing balls*



## Lời nói đầu

**TCVN 9101:2011** hoàn toàn tương đương với ISO 26602:2009.

**TCVN 9101:2011** do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC206 *Gốm cao cấp* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.



## **Gốm mịn (gốm cao cấp, gốm kỹ thuật cao cấp) – Vật liệu silic nitrua dùng cho viên bi ổ lăn**

*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Silicon nitride materials for rolling bearing balls*

### **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu đối với vật liệu silic nitrua đã được xử lý trước dùng cho viên bi ổ lăn.

Tiêu chuẩn này đưa ra sự phân loại xác định các đặc tính lý học và cơ học của viên bi ổ lăn đã được xử lý trước bằng vật liệu silic nitrua. Những vật liệu này được phân ra thành ba loại theo đặc tính kỹ thuật và vi cấu trúc. Phương pháp chuẩn bị mẫu và quan sát vi cấu trúc được nêu trong Phụ lục A.

CHÚ THÍCH: Sản phẩm silic nitrua nghĩa là khối lượng vật liệu được nung kết mà thành phần chính là vật liệu silic nitrua.

### **2 Tài liệu viện dẫn**

Các tài liệu viện dẫn sau đây là rất cần thiết khi 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 bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

ISO 14704, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Test method for flexural strength of monolithic ceramics at room temperature* [Gốm mịn (gốm cao cấp, gốm kỹ thuật cao cấp) – Phương pháp thử đối với độ bền uốn của gốm monolithic tại nhiệt độ phòng].

ISO 14705, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Test method for hardness of monolithic ceramics at room temperature* [Gốm mịn (gốm cao cấp, gốm kỹ thuật cao cấp) – Phương pháp thử đối với độ cứng của gốm monolithic tại nhiệt độ phòng].

ISO 15732, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Test method for fracture toughness of monolithic ceramics at room temperature by single edge precracked beam*

*(SEPB) method [Gốm mịn (gốm cao cấp, gốm kỹ thuật cao cấp) – Phương pháp thử đối với độ bền nứt của gốm monolithic tại nhiệt độ phòng bằng phương pháp chiếu rọi trước khi nứt từng cạnh (SEPB)].*

ISO 17561, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Test method for elastic modulus of monolithic ceramics at room temperature by sonic resonance [Gốm mịn (gốm cao cấp, gốm kỹ thuật cao cấp) – Phương pháp thử đối với môđun đàn hồi của gốm monolithic tại nhiệt độ phòng bằng cộng hưởng âm].*

ISO 17562, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Test method for linear thermal expansion of monolithic ceramics by push-rod technique [Gốm mịn (gốm cao cấp, gốm kỹ thuật cao cấp) – Phương pháp thử đối với nở nhiệt tuyến tính của gốm monolithic bằng kỹ thuật push-rod.]*

ISO 18754, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Determination of density and apparent porosity [Gốm mịn (gốm cao cấp, gốm kỹ thuật cao cấp) – Xác định khối lượng riêng và độ xốp biểu kiến.]*

ISO 20501, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Weibull statistics for strength data [Gốm mịn (gốm cao cấp, gốm kỹ thuật cao cấp) – Thống kê Weibull về dữ liệu độ bền.]*

ISO 20507, *Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) – Vocabulary [Gốm mịn (gốm cao cấp, gốm kỹ thuật cao cấp) – Từ vựng].*

ASTM F 2094, *Standard specification for silicon nitride bearing balls (Yêu cầu kỹ thuật đối với vòng bi ổ lăn silic nitrua.)*

### **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong ISO 20507 và các thuật ngữ, định nghĩa sau.

#### **3.1**

**Độ bền rạn nứt** (fracture resistance)

$K_{I, IFR}$

Độ bền rạn nứt được đo theo phương pháp rạn ấn lõm (IF) được quy định trong Phụ lục của ASTM F 2094.

#### **3.2**

**Loại vật liệu** (material class)

Kết hợp cụ thể về các tính chất cơ, lý của vật liệu silic nitrua.

**3.3****Bi đã được xử lý trước** (preprocessed ball)

Đơn vị nén của vật liệu từ lô vật liệu trước khi tạo hình và hoàn thiện.

**3.4****Lô vật liệu** (material lot)

Số lượng vật liệu thô xác định sẵn sàng để tạo hình và nén hình dáng viên và/hoặc các hạng mục thử nghiệm.

**3.5****Thể bao trong** (Inclusion)

Vùng mà khác với vi cấu trúc silic nitrua thông thường.

**3.6****Độ dai phá hủy** (fracture toughness)

$K_{I,SEP}$

Hệ số cường độ ứng suất tới hạn đo được theo phương pháp chiếu rọi trước khi nứt từng cạnh (SEP) được quy định trong ISO 15732.

**4 Các đặc tính cơ lý**

Dải đặc tính cơ học và lý học đặc trưng của viên bi đã được xử lý trước được nêu trong Bảng 1. Các đặc tính cơ, lý được xác định theo 6.1 đến 6.4. Các giá trị đối với độ dẫn nhiệt, điện trở riêng và nhiệt dung riêng do các bên liên quan thỏa thuận.

**Bảng 1 – Các đặc tính cơ, lý**

<b>Đặc tính</b>	<b>Nhỏ nhất</b>	<b>Lớn nhất</b>
Khối lượng riêng (g/cm <sup>3</sup> )	3,0	3,6
Môđun đàn hồi (GPa)	270	330
Hệ số Poisson	0,23	0,29
Hệ số giãn nở nhiệt, $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (dải áp dụng: từ nhiệt độ phòng đến 500 °C)	2,0	3,7

**5 Phân loại vật liệu**

Các vật liệu silic nitrua dùng cho viên bi ổ lăn được chia thành ba loại theo đặc tính cơ học và lý học của vật liệu (xem Phụ lục B).

## **6 Thử nghiệm**

### **6.1 Khối lượng riêng**

Sử dụng viên bi đã được xử lý trước làm mẫu thử.

Phép thử được tiến hành theo ISO 18754.

### **6.2 Môđun đàn hồi**

Mẫu thử phải được tạo thành từ cùng lô vật liệu như bi đã được xử lý trước.

Phép thử được tiến hành theo ISO 17561.

### **6.3 Hệ số Poisson**

Mẫu thử phải được tạo thành từ cùng lô vật liệu như bi đã được xử lý trước.

Phép thử được tiến hành theo ISO 17561.

### **6.4 Hệ số giãn nở nhiệt**

Mẫu thử phải được tạo thành từ cùng lô vật liệu như bi đã được xử lý trước.

Phép thử được tiến hành theo ISO 17562

### **6.5 Độ bền uốn và môđun Weibull**

Mẫu thử phải được tạo thành từ cùng lô vật liệu như bi đã được xử lý trước.

Giá trị trung bình đối với độ bền uốn tại nhiệt độ phòng và môđun Weibull được xác định theo ISO 14704 và ISO 20501. Hoặc có thể sử dụng phương pháp thử 3 điểm hoặc 4 điểm đối với độ bền uốn.

### **6.6 Độ cứng**

Phần đánh bóng của bi đã được xử lý trước được sử dụng để thử nghiệm.

Giá trị trung bình đối với độ cứng Vickers được xác định theo ISO 14705. Lực thử là HV5, HV10 hoặc HV20.

### **6.7 Độ bền rạn ấn lõm**

**6.7.1** Phần đánh bóng của vòng bi đã được xử lý trước phải được sử dụng đối với phương pháp rạn ấn lõm (IF). Phải tiến hành hoàn thiện bề mặt để tránh ứng suất dư.

**6.7.2** Giá trị trung bình đối với độ bền rạn nứt trong phương pháp rạn ấn lõm (IF) được xác định theo Phụ lục của ASTM F 2094.

Nếu cần thiết, mẫu thử đối với phương pháp chiếu rọi trước khi nứt từng cạnh (SEPB) phải được tạo thành từ lô vật liệu tương tự như bi đã được xử lý trước. Giá trị trung bình đối với độ dai



phá hủy được xác định bằng phương pháp chiếu rọi trước khi nứt từng cạnh (SEPB) được xác định theo ISO 15732.

## 6.8 Vi cấu trúc

Phần đánh bóng của bi đã được xử lý trước được sử dụng để kiểm tra vi cấu trúc. Quan sát và chuẩn bị mẫu phải được tiến hành theo quy định tại Phụ lục A.

## 7 Phân loại vật liệu

Theo giá trị thu được từ thử nghiệm trên mẫu vật liệu, lô vật liệu được phân loại thành loại 1, loại 2 hoặc loại 3 (xem Bảng B.1).

## 8 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm thông tin sau:

- a) Viện dẫn tiêu chuẩn này;
- b) Ngày thử nghiệm;
- c) Lô bột thô;
- d) Kết quả thử nghiệm:
  - 1) Khối lượng riêng;
  - 2) Môđun đàn hồi;
  - 3) Hệ số Poisson;
  - 4) Hệ số giãn nở nhiệt;
  - 5) Độ bền rạn nứt trung bình và môđun Weibull trung bình;
  - 6) Độ cứng Vickers (điều kiện thử, độ cứng trung bình);
  - 7) Độ dai phá hủy trung bình và độ bền rạn nứt (phương pháp thử, độ dai phá hủy trung bình hoặc độ bền rạn nứt);
  - 8) Vi cấu trúc (kích cỡ và số lỗ và thể bao trong);
- e) Loại vật liệu;
- f) Bất kỳ thông tin nào liên quan đến việc đánh giá.

## Phụ lục A

(Quy định)

### Quy trình quan sát vi cấu trúc

CHÚ THÍCH: Phụ lục này miêu tả phương pháp tổng thể đối với phương pháp quan sát và chuẩn bị mẫu đối với viên bi silic nitrua. Tuy nhiên, do không có quy trình ISO được tiêu chuẩn hóa chính thức và phương pháp cụ thể để quan sát vi cấu trúc, một số đặc điểm đánh giá có thể cần được thỏa thuận giữa các bên liên quan

#### A.1 Chuẩn bị mẫu

Chuẩn bị viên bi silic nitrua bằng cách cắt, nghiền và mài bằng đá mài. Phần này phải được đánh bóng sử dụng một trong hai phương pháp sau.

- a) Sau khi đánh bóng thô bằng bột kim cương có đường kính nhỏ hơn 50  $\mu\text{m}$ , phần này phải được đánh bóng hóa học bằng bột ăn mòn như nhôm hoặc kim cương có kích cỡ nhỏ hơn hoặc bằng 1  $\mu\text{m}$ .
- b) Sau khi đánh bóng thô bằng bột kim cương có đường kính nhỏ hơn 50  $\mu\text{m}$ , phần này phải được đánh bóng hóa học bằng bột mài mòn như oxit xeri, oxit crom hoặc oxit sắt.

Trong trường hợp khác, phần này phải được đánh bóng cho đến khi các vết xước nghiền biến mất, và sau đó được làm sạch bằng siêu âm.

#### A.2 Quan sát

Mẫu phải được đặt trên bàn soi kính hiển vi quang học. Khu vực quan sát và phần chia phải được xác định giữa các bên liên quan. Các lỗ và thể bao trong phải được xem xét với độ phóng đại

gấp 100 đến 200 lần. Phải xác định số lượng và kích cỡ của các lỗ và thể bao trong tìm thấy và phải xác nhận kích cỡ lỗ và kích cỡ thể bao trong bằng kích cỡ lớn nhất trong mẫu. Ngoài ra, nếu cần thiết có thể xác định kích cỡ và số lượng lỗ và thể bao trong bằng cách quét kính hiển vi điện tử (SEM), hoặc hình ảnh điện tử thứ cấp hoặc hình ảnh điện tử phản xạ.

#### A.3 Chú ý bổ sung

Phần được quan sát phụ thuộc vào kích cỡ của viên bi và điều kiện ứng dụng của ổ lăn; có thể được các bên liên quan xác định.

Sự biến đổi màu sắc là vấn đề rất khó xác định rõ ràng và có thể cần phải có sự thảo luận giữa nhà cung cấp và khách hàng. Nếu dung lượng xốp được yêu cầu, cần áp dụng phương pháp

theo ISO 4505 đối với kim loại cứng. Quan sát vi cấu trúc tại độ phóng đại thấp hơn có thể hữu ích đối với hoạt động rà soát các khuyết tật và vết nứt có thể nhìn thấy được.

**Phụ lục B**

(Quy định)

**Phân loại vật liệu đối với vật liệu silic nitrua**

Bảng B.1 trình bày yêu cầu kỹ thuật về các đặc tính lý học và cơ học và vi cấu trúc của vật liệu bi ồ lăn silic nitrua theo ba nhóm, loại 1, 2 và 3.

**Bảng B.1 – Phân loại vật liệu**

	<b>Loại 1</b>	<b>Loại 2</b>	<b>Loại 3</b>
1. Độ bền uốn trung bình (MPa) <sup>a</sup>			
a) Phương pháp thử 4 điểm			
i) Độ bền trung bình: 40 mm (khẩu độ uốn)	min. 760	min. 660	min. 480
30 mm (khẩu độ uốn)	min. 800	min. 700	min. 530
ii) Môđun Weibull	min. 12	min. 9	min. 7
b) Phương pháp thử 3 điểm			
i) Độ bền trung bình: 40 mm (khẩu độ uốn)	min. 894	min. 798	min. 595
30 mm (khẩu độ uốn)	min. 915	min. 817	min. 629
ii) Môđun Weibull	min. 12	min. 9	min. 7
2. Độ cứng Vicker trung bình (GPa) <sup>b</sup>	min. 14,2	min. 13,3	min. 12,7
3. Độ bền rạn ấn lõm trung bình (MPa $\sqrt{m}$ ) K <sub>I,IFR</sub> (độ bền rạn ấn lõm)	min. 6,0	min. 5,0	min. 5,0
4. Vi cấu trúc			
a) cỡ lỗ (µm)	max. 10	max. 10	min. 25
b) thể bao trong (số lượng/cm <sup>2</sup> )			
Kích thước (µm) > 25 đến ≤ 50	≤ 4	≤ 8	≤ 16
> 50 đến ≤ 100	≤ 1	≤ 2	≤ 4
> 100 đến ≤ 200	0	≤ 1	≤ 2
> 200	0	0	≤ 1
CHÚ THÍCH: Nếu yêu cầu xác định độ dai phá hủy nhanh đúng của vật liệu thử, độ bền rạn ấn lõm được tính ở trên là số không tương đương. K <sub>I,SEPB</sub> nên được xác định bằng phương pháp chiếu rọi trước khi nứt đơn cạnh (ISO 15732) hoặc phương pháp tương đương.			
<sup>a</sup> có thể sử dụng cả hai phương pháp thử.			
<sup>b</sup> Lực thử phải là HV5, HV10 hoặc HV20.			

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] ISO 4505, *Hardmetals – Metallographic determination of porosity and uncombined carbon* (Kim loại cứng – Xác định độ xốp và cacbon không liên kết của kim loại và hợp kim).
- [2] NIIHARA, K., MORENA, R. and HASSELMAN, D.P.H. Evaluation of  $K_{IC}$  of brittle solids by the indentation method with low crack-to-indent ratios, *J.Mater. Sci.*, 1, 1982, pp. 13 – 16
-