

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 14310-1:2025

ISO/ASTM 52936-1:2023

Xuất bản lần 1

**SẢN XUẤT BỒI ĐÁP VẬT LIỆU POLYME – CÁC NGUYÊN
TẮC CHẤT LƯỢNG – PHẦN 1: NGUYÊN TẮC CHUNG
VÀ CHUẨN BỊ MẪU THỬ CHO QUÁ TRÌNH PBF-LB**

*Additive manufacturing of polymers – Qualification principles – Part 1: General
principles and preparation of test specimens for PBF-LB*

HÀ NỘI – 2025

Lời nói đầu

TCVN 14310-1:2025 hoàn toàn tương đương ISO/ASTM 52936-1:2023

TCVN 14310-1:2025 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 261
Sản xuất bồi đắp biên soạn, Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam đề nghị,
Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia thẩm định, Bộ Khoa học
và Công nghệ công bố.

Sản xuất bồi đắp vật liệu polyme – Các nguyên tắc chất lượng – Phần 1: Nguyên tắc chung và chuẩn bị mẫu thử cho quá trình PBF-LB

Additive manufacturing of polymers – Qualification principles – Part 1: General principles and preparation of test specimens for PBF-LB

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các nguyên tắc chung cần tuân theo khi chuẩn bị các mẫu thử bằng nguyên liệu nhựa nhiệt dẻo thông qua công nghệ sản xuất bồi đắp giường bột bằng laze (PBF-LB/P), thường được biết đến với tên gọi là thiêu kết bằng laze. Quá trình PBF-LB/P được sử dụng để in các mẫu thử theo từng lớp, trong đó năng lượng nhiệt chọn lọc làm nóng chảy các vùng trong giường bột. Tiêu chuẩn này cung cấp cơ sở để thiết lập các điều kiện thiêu kết có thể lặp lại và báo cáo được. Mục đích của nó là thúc đẩy tính đồng nhất trong việc mô tả các thông số quá trình chính, hướng sản xuất cho quá trình thiêu kết và cũng để thiết lập thực hành thống nhất trong việc báo cáo các điều kiện thiêu kết.

Tiêu chuẩn này không quy định quy trình thử nghiệm.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì chỉ áp dụng phiên bản đã 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, nếu có.

TCVN 11609 (ISO 3167), *Chất dẻo – Mẫu thử đa mục đích*

ISO 20753, *Plastics – Test specimens (Chất dẻo – Mẫu thử)*

TCVN 14305 (ISO/ASTM 52900), *Sản xuất bồi đắp – Nguyên tắc chung – Cơ sở và từ vựng*

ISO/ASTM 52921, *Standard terminology for additive manufacturing – Coordinate systems and test methodologies (Thuật ngữ tiêu chuẩn cho sản xuất bồi đắp – Hệ tọa độ và phương pháp kiểm tra)*

ISO/ASTM 52925, *Additive manufacturing of polymers – Feedstock materials – Qualification of materials for laser-based powder bed fusion of parts (Sản xuất bồi đắp polyme – Nguyên liệu đầu vào – Chứng nhận nguyên liệu cho quá trình bồi đắp giường bột bằng laze)*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN 14305 (ISO/ASTM 52900) và các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Bước sóng laze (laser wavelength)

Bước sóng tại cường độ đỉnh của tia laze

CHÚ THÍCH 1: Bước sóng laze được biểu thị bằng nanomet.

3.2

Công suất laze (laser power)

Công suất của tia laze tại mỗi quá trình vận hành xác định.

CHÚ THÍCH 1: Công suất laze được biểu thị bằng watt.

CHÚ THÍCH 2: Công suất laze có thể khác nhau khi tạo ra đường viền (outline) của mẫu thử và khi quét chi tiết.

3.3

Chế độ laze (laser mode)

Tham số chỉ ra loại sóng đứng điện từ khác nhau được sản xuất trong buồng laze đang được sử dụng trong ứng dụng cụ thể.

3.4

Bán kính chùm laze (beam radius)

Bán kính của chùm laze tại điểm tương tác với giường bột.

CHÚ THÍCH 1: Bán kính chùm được biểu thị bằng micron.

3.5

Tốc độ quét (scan speed)

Tốc độ di chuyển của điểm tiêu cự của tia laze trên bề mặt các chi tiết được in.

CHÚ THÍCH 1: Tốc độ quét được biểu thị bằng milimét trên giây.

CHÚ THÍCH 2: Một thuật ngữ đồng nghĩa là tốc độ chùm.

CHÚ THÍCH 3: Tốc độ quét có thể khác nhau khi tạo ra đường viền (outline) của mẫu thử và khi quét chi tiết.

3.6

Nhiệt độ gia nhiệt trước (preheating temperature)

Nhiệt độ mà buồng in được làm nóng trước khi bắt đầu chu kỳ in.

CHÚ THÍCH 1: Nhiệt độ gia nhiệt trước được biểu thị bằng độ Celsius.

3.7

Thời gian gia nhiệt trước (preheating time)

Thời gian cần thiết để lớp bột đạt đến *nhệt độ gia nhiệt trước* (3.6).

CHÚ THÍCH 1: Thời gian gia nhiệt trước được biểu thị bằng phút.

CHÚ THÍCH 2: Do cần phải có nhiệt độ ổn định trên toàn bộ buồng in, thời gian gia nhiệt trước có thể khá lâu, thường là hơn 30 min.

3.8

Đường viền (contour)

Đường mà tia laze đi theo khi tạo ra đường viền của mỗi lớp.

3.9

Quét (hatching)

Các đường laze song song gần nhau được sử dụng để làm nóng chảy vật liệu chính trong mỗi lớp.

3.10

Nhiệt độ làm nguội (cool-down temperature)

Nhiệt độ của giường bột khi các chi tiết được lấy ra khỏi giường bột.

CHÚ THÍCH 1: Nhiệt độ làm nguội được đo tại trung tâm bề mặt của giường bột.

4 Chuẩn bị mẫu thử

4.1 Tổng quan

Chuẩn bị mẫu thử để thu thập dữ liệu nhằm mục đích so sánh với dữ liệu thu được từ các mẫu thử PBF-LB/P khác, cũng như để sử dụng trong trường hợp tranh chấp, phải tuân theo các điều khoản từ 4.2 đến 4.5. Các điều kiện cụ thể cần thiết để chuẩn bị mẫu thử một cách lặp lại và cung cấp kết quả có thể so sánh khác nhau tùy thuộc vào từng loại nguyên liệu sử dụng. Những điều kiện này phải được thỏa thuận giữa các bên liên quan.

4.2 Kích thước của mẫu thử

Kích thước mẫu thử phải tuân theo TCVN 11609 (ISO 3167) hoặc ISO 20753. Nếu được thỏa thuận giữa khách hàng và nhà cung cấp, theo TCVN 11609 (ISO 3167) hoặc ISO 20753, có thể sử dụng mẫu thử tỷ lệ nhỏ hơn (chiều dài ngắn hơn), ví dụ như trong các trường hợp mẫu được sản xuất theo hướng Z (xem ISO/ASTM 52921) hoặc khi lượng nguyên liệu mẫu có số lượng nhỏ.

4.3 Điều kiện và chuẩn bị nguyên liệu

Trước khi xử lý, lô bột của nguyên liệu nhiệt dẻo phải được điều chỉnh theo yêu cầu của tiêu chuẩn nguyên liệu liên quan, hoặc theo khuyến nghị của nhà sản xuất nếu không có tiêu chuẩn nào quy định vấn đề này.

Để tránh sự ngưng tụ độ ẩm trên nguyên liệu, tránh việc tiếp xúc với môi trường trong khi nguyên liệu đang ở nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của thiết bị sản xuất bồi đắp giường bột.

Trong trường hợp sử dụng hỗn hợp bột nguyên sinh và bột đã sử dụng, tỷ lệ bột nguyên sinh so với bột tái sử dụng phải được xác định trước qua các nghiên cứu về bột để xác định số vòng lặp tối đa của bột đã sử dụng. Lịch sử lô bột phải được ghi chép cho mỗi bộ mẫu thử theo tiêu chuẩn ISO/ASTM 52925, số lần tái sử dụng, phần khối lượng của hỗn hợp với nguyên liệu nguyên sinh.

4.4 Sản xuất mẫu thử

4.4.1 Cài đặt máy

Tệp dữ liệu (AMF, STL, ...) chứa hình học của mẫu sẽ được sử dụng để xác định lộ trình in. Số lượng mẫu thử in trong một lần chạy nên cao đủ để cho phép phân tích thống kê hợp lý nhưng vẫn giống với mật độ in thực tế thường dùng trong quá trình đã cho. Ví dụ, nếu 15 mẫu thử có thể vừa vận trong buồng in, hãy thiết kế hình học lớp bột để có 5 mẫu thử trên mỗi mức và lặp lại trên mỗi 3 mức. Việc chuẩn bị mẫu thử cùng với các chi tiết khác cho mục đích khác chỉ được phép khi kiểm tra ảnh hưởng của các chi tiết khác đối với mẫu thử. Cài đặt máy theo các điều kiện được quy định trong tiêu chuẩn nguyên liệu liên quan hoặc theo thỏa thuận giữa các bên liên quan nếu không có tiêu chuẩn quy định vấn đề này.

Trước khi bắt đầu chu kỳ in, buồng in phải được làm nóng trước trong giới hạn cho phép đến nhiệt độ hoạt động lý tưởng để đảm bảo nhiệt độ ổn định trên toàn bộ buồng.

Có thể sử dụng bất kỳ định hướng vuông góc nào được đề cập trong ISO/ASTM 52921, nhưng trong trường hợp có tranh chấp, định hướng mẫu thử sẽ là "XYZ" theo ISO/ASTM 52921.

Các tham số hoạt động như loại quét, khoảng cách giữa các đường quét, độ lệch đường viền phải được báo cáo. Đồng thời, bán kính chùm tia laze, công suất laze và tốc độ quét cho quét và đường viền cũng phải được báo cáo.

4.4.2 Xử lý mẫu thử

Để cho mục đích đánh giá chất lượng, quá trình chuẩn bị mẫu thử phải được thực hiện trong một lần duy nhất. Việc dừng chu kỳ in và khởi động lại sau đó là không được phép. Trong trường hợp có sự gián đoạn trong quá trình, tất cả các mẫu thử trong buồng phải bị loại bỏ và không được sử dụng cho bất kỳ đánh giá chất lượng nào sau đó.

Sau khi hoàn thành chu kỳ in, các mẫu thử phải duy trì trong lớp bột bao chi tiết cho đến khi đạt được nhiệt độ làm nguội (xem 3.10). Quá trình làm nguội này có thể diễn ra bên trong buồng in hoặc bên ngoài, nhưng để duy trì điều kiện quá trình nhất quán, nên thực hiện bên trong máy hoặc sử dụng thiết bị đặc biệt để đảm bảo môi trường khí trơ và tỷ lệ làm nguội chậm. Khi nhiệt độ làm nguội đã đạt, hãy lấy các mẫu thử ra khỏi lớp bột.

4.5 Làm sạch, xử lý và lưu trữ mẫu thử

Khi các mẫu thử được lấy ra khỏi máy in, bột bám dính phải được làm sạch khỏi các mẫu thử một cách cẩn thận để thu hồi bột đạt yêu cầu từ quá trình in. Việc làm sạch cuối cùng của các chi tiết nên được thực hiện theo cách (ví dụ như phun cát) phù hợp với các chi tiết đang được sản xuất. Các mẫu thử phải được lưu trữ theo tiêu chuẩn thử nghiệm liên quan.

5 Báo cáo về việc chuẩn bị mẫu thử

Báo cáo nên bao gồm các thông tin sau:

- a) tham chiếu đến tiêu chuẩn này, nghĩa là: TCVN 14310-1:2025 (ISO/ASTM 52936-1:2023);
- b) ngày, giờ và địa điểm sản xuất mẫu thử;
- c) mô tả đầy đủ về nguyên liệu sử dụng (loại, ký hiệu, nhà sản xuất, lô bột);
- d) trong trường hợp hỗn hợp với nguyên liệu đã sử dụng, lịch sử của lô bột nếu thích hợp (xem 4.3);
- e) tỷ lệ phần trăm của nguyên liệu đã sử dụng và nguyên liệu nguyên sinh trong trường hợp hỗn hợp bột;
- f) chi tiết về bất kỳ điều kiện nào của nguyên liệu thực hiện trước khi in;
- g) loại mẫu thử được sản xuất và tiêu chuẩn liên quan;
- h) chi tiết về máy bồi đắp giường bột bằng laze (nhà sản xuất, loại, phiên bản phần mềm, ...);
- i) điều kiện xử lý:
 - 1. bước sóng laze, tính bằng nanomet,
 - 2. chế độ laze,
 - 3. các công suất laze sử dụng khi tạo đường viền, tính bằng watt,
 - 4. các công suất laze sử dụng khi quét, tính bằng watt,
 - 5. bán kính chùm tia, tính bằng milimét,
 - 6. độ lệch đường viền, tính bằng milimét,
 - 7. loại quét,
 - 8. khoảng cách giữa các đường quét, tính bằng milimét,
 - 9. tốc độ quét khi tạo đường viền, tính bằng milimét trên s,
 - 10. tốc độ quét khi quét, tính bằng milimét trên s,
 - 11. nhiệt độ gia nhiệt trước, tính bằng độ Celsius,
 - 12. thời gian gia nhiệt trước, tính bằng min,

13. nhiệt độ làm nguội, tính bằng độ Celsius,
14. loại khí trơ, nếu sử dụng,
15. độ dày lớp, tính bằng milimét,
16. định hướng mẫu thử theo ISO/ASTM 52921,
17. vị trí của mẫu thử theo ISO/ASTM 52921,
18. các tham số quá trình của người dùng trong chu kỳ in trong trường hợp hệ thống AM với quyền truy cập hạn chế để thay đổi tham số quá trình,

j) mật độ mẫu thử và phương pháp kiểm tra mẫu thử, nếu yêu cầu từ khách hàng;

k) tất cả các chi tiết liên quan đến chất lượng khác cần được ghi lại (ví dụ: số lượng mẫu thử đã in, số lượng mẫu thử giữ lại, phương tiện đo, bất kỳ xử lý nào sau sản xuất).
