

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

**TCVN 14308:2025
ISO/ASTM 52904:2019**

Xuất bản lần 1

**SẢN XUẤT BÔI ĐẮP – ĐẶC TÍNH VÀ HIỆU SUẤT QUÁ
TRÌNH – THỰC HÀNH CHO QUÁ TRÌNH BÔI ĐẮP
GIƯỜNG BỘT KIM LOẠI ĐỂ ĐÁP ỨNG CÁC ỨNG
DỤNG QUAN TRỌNG**

*Additive manufacturing – Process characteristics and performance – Practice for metal
powder bed fusion process to meet critical applications*

HÀ NỘI – 2025

Lời nói đầu

TCVN 14308:2025 hoàn toàn tương đương ISO/ASTM 52904:2019

TCVN 14308:2025 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 – Đặc tính và hiệu suất quy trình – Thực hành cho quá trình bồi đắp giường bột kim loại để đáp ứng các ứng dụng quan trọng

Additive manufacturing – Process characteristics and performance – Practice for metal powder bed fusion process to meet critical applications

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này mô tả việc vận hành và kiểm soát sản xuất các máy móc và quá trình sản xuất bồi đắp giường bột (PBF) kim loại nhằm đáp ứng các ứng dụng quan trọng như các chi tiết trong ngành hàng không thương mại và cấy ghép y tế. Các yêu cầu nêu trong tiêu chuẩn này áp dụng cho các chi tiết sản xuất và mẫu thử cơ học được tạo ra bằng quá trình sản xuất bồi đắp giường bột với tia laze và chùm điện tử.

1.2 Tiêu chuẩn này không đề cập đến tất cả các mối quan tâm về an toàn liên quan đến việc sử dụng tiêu chuẩn này, nếu có. Người sử dụng tiêu chuẩn này có trách nhiệm thiết lập các thực hành về an toàn, sức khỏe và môi trường phù hợp và xác định sự áp dụng của các hạn chế quy định trước khi sử dụng.

1.3 Tiêu chuẩn này được phát triển theo các nguyên tắc tiêu chuẩn hóa được công nhận quốc tế theo Quyết định về Nguyên tắc phát triển các tiêu chuẩn quốc tế, Hướng dẫn và Khuyến nghị do Ủy ban Hàng rào Kỹ thuật đối với Thương mại (TBT) của Tổ chức Thương mại Thế giới (WTO) ban hành.

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.

ASTM E8/E8M, *Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials* (Phương pháp kiểm tra độ bền kéo của vật liệu kim loại)

ASTM E11, *Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves* (Quy định kỹ thuật về lưới sàng và rây sàng)

ASTM E2910, *Guide for Preferred Methods for Acceptance of Product* (Hướng dẫn về các phương pháp ưu tiên cho việc chấp nhận sản phẩm)

ASTM F2924, *Specification for Additive Manufacturing Titanium-6 Aluminum-4 Vanadium with Powder Bed Fusion* (Quy định về sản xuất bồi đắp Titanium-6 Aluminum-4 Vanadium với sản xuất bồi đắp giường bột)

ASTM F2971, *Practice for Reporting Data for Test Specimens Prepared by Additive Manufacturing* (Thực hành báo cáo dữ liệu cho các mẫu thử được chuẩn bị bằng sản xuất bồi đắp)

ASTM F3049, *Guide for Characterizing Properties of Metal Powders Used for Additive Manufacturing Processes* (Hướng dẫn xác định các thuộc tính của bột kim loại được sử dụng cho các quá trình sản xuất bồi đắp)

ASTM F3122, *Guide for Evaluating Mechanical Properties of Metal Materials Made via Additive Manufacturing Processes* (Hướng dẫn đánh giá các tính chất cơ học của vật liệu kim loại được chế tạo qua các quá trình sản xuất bồi đắp)

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

ISO/ASTM 52921, *Terminology for Additive Manufacturing – Coordinate Systems and Test Methodologies* (Thuật ngữ cho sản xuất bồi đắp – Hệ tọa độ và phương pháp thử nghiệm)

ISO 4497, *Metallic powders – Determination of particle size by dry sieving* (Bột kim loại – Xác định kích thước hạt bằng phương pháp sàng khô)

ISO 6892-1, *Metallic materials – Tensile testing at ambient temperature* (Vật liệu kim loại – Kiểm tra độ bền kéo ở nhiệt độ phòng)

ISO 6892-2, *Metallic materials – Tensile testing – Part 2: Method of test at elevated temperature* (Vật liệu kim loại – Kiểm tra độ bền kéo – Phần 2: Phương pháp thử nghiệm ở nhiệt độ cao)

ISO 8573-1, *Compressed air – Part 1: Contaminants and purity Classes* (Không khí nén – Phần 1: Tạp chất và cấp độ tinh khiết)

TCVN ISO 9001, *Hệ thống quản lý chất lượng – Các yêu cầu*

ISO 9044, *Industrial Woven Wire Cloth – Technical Requirements and Testing* (Vải lưới công nghiệp – Yêu cầu kỹ thuật và kiểm tra)

ISO 13320, *Particle size analysis – Laser diffraction methods* (Phân tích kích thước hạt – Phương pháp tán xạ laze)

TCVN ISO 13485, *Trang thiết bị y tế – Hệ thống quản lý chất lượng – Yêu cầu đối với các mục đích chế định*

ANSI/ASQC C1-1996, *Specification of General Requirements for a Quality Program* (Quy định về yêu cầu chung cho một chương trình chất lượng)

AS9100, *Quality Management Systems – Requirements for Aviation, Space, and Defense Organizations* (Hệ thống quản lý chất lượng – Yêu cầu cho các tổ chức hàng không, vũ trụ và quốc phòng)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong quy định ASTM F2924, TCVN 14305 (ISO/ASTM 52900), ISO/ASTM 52921 và hướng dẫn ASTM E2910 sẽ được áp dụng và các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Người lập trình sản xuất (build programmer)

Người chịu trách nhiệm lập trình một chương trình chế tạo, bao gồm định hướng các chi tiết, sắp xếp các chi tiết và áp dụng các thông số sản xuất quan trọng.

3.2

Người vận hành máy (machine operator)

Người chịu trách nhiệm khởi động quá trình chế tạo và vận hành máy móc, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, việc nạp bột nguyên liệu đầu vào, lắp đặt tấm đế, lấy các chi tiết đã hoàn thành và thực hiện việc làm sạch máy móc và thay đổi bộ lọc định kỳ.

3.3

Tấm gạt bột (recoater blade)

Phần của máy tiếp xúc và phân phối bột nguyên liệu đầu vào trên khu vực tạo hình.

3.3.1

Tên gọi thay thế (discussion)

Tấm gạt bột cũng có thể được gọi là cào, lưỡi cào, con lăn hoặc bàn chải.

4 Nhận diện nguyên liệu PBF

4.1 Nguyên liệu được tiêu chuẩn này đề cập (tức là bột và chi tiết đã được đóng rắn/đầu vào và đầu ra của máy PBF) phải được xác định bằng các ký hiệu quy định, bao gồm nhưng không giới hạn ở các thông tin sau:

4.1.1 Tên hợp kim theo yêu cầu; nếu không có tên hợp kim, cần liệt kê thành phần hóa học.

4.1.2 Loại bột kim loại: nguyên sinh, đã qua sử dụng, hỗn hợp hoặc pha trộn.

4.1.3 Hoàn thiện bề mặt: Khi sản xuất xong, bề mặt được làm sạch bằng phương pháp phun cát, các kết cấu hỗ trợ được loại bỏ bằng gia công cơ khí hoặc làm sạch thủ công, theo các yêu cầu kỹ thuật hoặc kết hợp các phương pháp hoàn thiện trên.

4.1.4 Dung sai kích thước: Theo yêu cầu kỹ thuật hoặc theo khả năng đầu ra của máy PBF.

CHÚ THÍCH 1: Các mục 4.1.3 và 4.1.4 chỉ áp dụng cho các phần đã được đóng rắn.

5 Nguyên liệu đầu vào và Lô bột

5.1 Nhà cung cấp nguyên liệu phải đóng gói bột trong các thùng chứa có khả năng ngăn ngừa độ ẩm xâm nhập vào bên trong. Không được đặt bất kỳ vật liệu nào khác bao gồm túi hút ẩm, nhãn hoặc thẻ vào bên trong thùng chứa tiếp xúc với bột.

5.2 Tất cả nguyên liệu đầu vào phải có chứng chỉ phù hợp từ nhà cung cấp nguyên liệu xác nhận rằng nguyên liệu đáp ứng các yêu cầu của thông số kỹ thuật mua hàng.

5.3 Bột kim loại phải được mua từ nhà cung cấp nguyên liệu được phê duyệt theo hệ thống quản lý chất lượng (QMS - Quality Management Systems), danh sách nhà cung cấp được phê duyệt (ASL - Approved Supplier List) hoặc nhà cung cấp nguyên liệu theo yêu cầu của khách hàng. Bột phải được xác minh để đảm bảo phù hợp với thông số kỹ thuật nguyên liệu. Chứng nhận bên thứ ba của bột có thể được sử dụng. Hướng dẫn ASTM F3049, ISO 4497 và ISO 13320 cung cấp hướng dẫn về việc đo lường phân bố kích thước hạt.

5.4 Nhà sản xuất chi tiết phải có thông số kỹ thuật nguyên liệu đầu vào mà theo đó nguyên liệu có thể được đặt hàng và kiểm tra. Nguyên liệu đầu vào được sử dụng cho mục đích chứng nhận có thể yêu cầu bột tái sử dụng hạn chế, sao cho bột được sử dụng cho một quy trình sản xuất đạt chuẩn đến sản xuất khác vẫn giữ được sự đồng nhất càng nhiều càng tốt (ví dụ, bằng cách sử dụng nguyên liệu đầu vào nguyên sinh vì mục đích của chứng nhận là kiểm tra sự đồng nhất của hoạt động máy theo thời gian).

5.4.1 Thông số kỹ thuật nguyên liệu đầu vào phải bao gồm, nhưng không giới hạn, thành phần hóa học, phân bố kích thước hạt và phương pháp sản xuất.

5.5 Bột phải được lưu trữ trong môi trường bảo quản để ngăn ngừa ô nhiễm và hấp thụ độ ẩm.

5.6 Bột đã sử dụng là được phép (xem 7.1.1.4.1 về yêu cầu đối với bột đã sử dụng được xử lý bằng tấm gạt bột gôm). Tỷ lệ bột mới so với bột đã sử dụng phải được ghi lại và báo cáo cho mỗi lô sản xuất trong kế hoạch sản xuất (Điều 10). Các hệ thống cấp bột tự động có thể không cho phép đo lường và ghi lại tỷ lệ bột mới so với bột đã sử dụng chính xác trong kế hoạch sản xuất. Trong các hệ thống như vậy, nguyên liệu đầu vào phải được coi là bột đã sử dụng. Số lần tối đa mà bột đã sử dụng có thể được tiêu thụ cũng như số lần bất kỳ phần nào của lô bột có thể được xử lý trong buồng sản xuất phải được xác thực theo 7.3. Sau một chu kỳ sản xuất, bất kỳ bột đã sử dụng còn lại nào có thể được trộn với bột mới để duy trì lượng bột đủ lớn cho chu kỳ sản xuất tiếp theo. Các thuộc tính bột quan trọng ảnh hưởng đến chứng nhận theo 7.3 phải được phân tích thường xuyên. Tất cả bột đã sử dụng phải được sàng bằng sàng có kích thước lưới phù hợp để loại bỏ bất kỳ sự kết tụ nào. Tất cả các sàng bột được sử dụng để sản xuất các chi tiết phải có chứng nhận phù hợp với ISO 9044 hoặc Quy định ASTM E11.

6 Yêu cầu về nhân sự

6.1 Các yêu cầu về năng lực nhân sự theo TCVN ISO 13485 phải được áp dụng, bao gồm giáo dục, đào tạo, kỹ năng và kinh nghiệm phù hợp.

6.2 Quản lý sản xuất, người vận hành máy hoặc người lập trình sản xuất (như được định nghĩa trong Điều 3) phải được đào tạo bởi nhà sản xuất máy hoặc cơ quan đủ điều kiện về phần cứng và phần mềm máy PBF, khi phù hợp.

6.3 Đối với các máy được chứng nhận theo 7.3, nhà sản xuất máy phải cung cấp đào tạo liên tục khi các phiên bản phần cứng và phần mềm mới được mua và triển khai. Hồ sơ đào tạo như vậy phải được duy trì trong hồ sơ đào tạo của nhân viên theo hệ thống quản lý chất lượng tại chỗ (ví dụ: TCVN ISO 9001, TCVN ISO 13485, ASQC C1, AS 9100) để cung cấp cho khách hàng hoặc các cơ quan quản lý bên ngoài, hoặc cả hai.

6.4 Chỉ những người được đào tạo theo 6.1 và 6.2 mới được coi là nhân sự đủ điều kiện.

7 Chứng nhận

7.1 Kiểm tra trước sản xuất

7.1.1 Phần này mô tả các kiểm tra trước khi đi vào sản xuất được áp dụng cho tất cả các quy trình sản xuất không phân biệt mục đích của chúng (ví dụ, bảo trì định kỳ, chứng nhận máy/quá trình, tỷ lệ/hiệu chuẩn, ...). Các kiểm tra trước khi sản xuất phải bao gồm, nhưng không giới hạn:

7.1.1.1 Hồ sơ bảo trì - Kiểm tra hồ sơ bảo trì (xem 7.2.2) và tình trạng chứng nhận của máy (xem 7.3).

7.1.1.2 Lượng nguyên liệu đầu vào cần thiết - Xác minh rằng lượng nguyên liệu cần thiết để bắt đầu sản xuất

7.1.1.3 Đế in (còn được gọi là tấm nền chế tạo hoặc tấm khởi đầu) - Đảm bảo rằng số seri của đế in xuất khớp với số được chỉ định trong kế hoạch sản xuất (Điều 10). Đế in phải không có bất kỳ ô nhiễm bề mặt nào (bao gồm bụi bẩn, dầu hoặc mỡ) và không có bất kỳ khuyết tật nào dẫn đến sự không đồng nhất của lớp bột. Đế in cũng phải được kiểm tra trực quan và bị loại bỏ nếu có bất kỳ lỗi hoặc sự không đồng nhất nào. Đế in phải được lắp đặt trong máy PBF theo hướng dẫn QMS thích hợp.

7.1.1.4 Tấm gạt bột - Đảm bảo sự tương thích của vật liệu với nguyên liệu đầu vào và vật liệu đã được đóng rắn, sạch sẽ, không có bất kỳ hình thức khuyết tật nào dẫn đến sự không đồng nhất của giường bột, và sự đồng nhất của khoảng cách tấm gạt bột đến đế in ở tất cả các vị trí liên quan đến 10.1.2.2.

7.1.1.4.1 Trước khi khởi động một quy trình chế tạo của máy PBF, tấm gạt bột phải được kiểm tra. Người vận hành máy phải kiểm tra trực quan và xác minh rằng tấm gạt bột không bị vỡ, trầy xước, bụi bẩn hoặc biến dạng và được lắp đặt theo khuyến nghị của nhà sản xuất máy. Chỉ các vật liệu đạt điều kiện mới được sử dụng trên máy PBF theo 7.3. Thành phần hóa học của tấm gạt bột phải được ghi lại trong kế hoạch sản xuất. Các máy PBF với tấm gạt bột polyme phải được đánh giá để cho thấy polyme không làm ô nhiễm nguyên liệu đầu vào bằng cách phân tích và so sánh thành phần hóa học của bột đầu vào và của chi tiết đã được đóng rắn. Khi việc kiểm tra không khả thi do vị trí lắp đặt, các tấm gạt bột polyme nên được thay thế bằng tấm gạt bột mới sau khi hoàn thành mỗi sản xuất. Nguyên liệu đầu vào đã sử

dụng được xử lý bằng tấm gạt bột gốm không được xử lý tiếp. Phần này không áp dụng cho các máy PBF chỉ sử dụng con lăn để phân phối bột.

7.1.1.5 Hệ thống phụ trợ (ví dụ, khí bảo vệ, bộ lọc) - Đảm bảo loại đúng, chức năng chính xác và sạch sẽ của hệ thống phụ trợ (khí bảo vệ tối thiểu loại 4.8).

7.1.1.6 Nhiệt độ của chất làm mát và lưu lượng chất lỏng truyền nhiệt - Kiểm tra nhiệt độ chất làm mát và lưu lượng chất lỏng truyền nhiệt (nếu có, theo khuyến nghị của nhà sản xuất máy). Ghi lại nhiệt độ chất làm mát trong kế hoạch sản xuất trước mỗi chu kỳ sản xuất.

7.1.1.7 Môi trường buồng in - Đối với các máy có bộ lọc khí bảo vệ, không có sự hạn chế dòng chảy trong quá trình vận hành máy.

7.1.1.8 Khí bên ngoài - Loại khí và lưu lượng phải đáp ứng khuyến nghị của nhà sản xuất máy cho nguyên liệu đầu vào.

7.1.1.9 Nguyên liệu đầu vào và thông số máy và quy trình cơ bản - Đảm bảo rằng nguyên liệu đầu vào và các thông số (ví dụ, độ lệch tia, thông số tia, năng lượng đầu vào) là chính xác cho sản xuất.

7.1.1.10 Xác minh công suất tia - Hướng dẫn kiểm tra công suất tia laze hoặc chùm điện tử phải được xác định bởi Nhà sản xuất chi tiết và ghi lại trong tài liệu hệ thống quản lý chất lượng. Công suất tia laze hoặc chùm điện tử phải được đo và ghi lại trong kế hoạch sản xuất ngay trước khi bắt đầu sản xuất và sau khi hoàn thành tất cả các sản xuất.

7.1.1.11 Tập tin chi tiết, định hướng và vị trí - Tất cả tập tin phần liên quan đến hình học kỹ thuật số (ví dụ, STL, AMF) phải phù hợp với phiên bản dự kiến, định hướng chi tiết và vị trí trên đế in, như được nêu trong kế hoạch sản xuất.

7.1.1.12 Vật liệu gia công - Đảm bảo rằng vật liệu gia công được thêm vào các chi tiết theo kế hoạch sản xuất.

7.1.1.13 Sắp xếp các chi tiết - Sắp xếp các chi tiết trên đế in, như được hiển thị bởi phần mềm xử lý sản xuất PBF, phải được ghi lại (ví dụ bằng ảnh chụp màn hình).

7.2 Bảo trì phòng ngừa định kỳ (Công nhận bên thứ ba)

7.2.1 Các máy PBF phải trải qua bảo trì phòng ngừa (PM - preventive maintenance) bởi các kỹ thuật viên được đào tạo theo tần suất khuyến nghị của nhà sản xuất máy (ví dụ, tối thiểu mỗi sáu tháng hoặc sau một số giờ sản xuất nhất định). Các máy PBF mà bảo trì phòng ngừa đã bị hết hạn không được sử dụng để đáp ứng các yêu cầu nêu trên. Quy trình bảo trì phải xác nhận chức năng và hoạt động hiệu quả của từng thành phần máy chính ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm. Điều này bao gồm, nhưng không giới hạn bởi:

7.2.1.1 Công suất tia laze hoặc chùm điện tử - Đảm bảo rằng các đặc tính của tia trong phạm vi dung sai khuyến nghị của nhà sản xuất máy. Kiểm tra rằng đầu ra của tia laze hoặc chùm điện tử phù hợp với thiết lập của phần mềm theo khuyến nghị hoặc yêu cầu kỹ thuật của nhà sản xuất máy, tùy cái nào

ngghiêm ngặt hơn. Người sử dụng đồng hồ đo công suất nên xem xét độ không đảm bảo hiệu chuẩn cảm biến khi đo và theo dõi công suất laze. Các phép đo chất lượng tia toàn diện hơn có thể được áp đặt cho nhà cung cấp máy để chấp nhận máy, ví dụ, tốc độ bật/tắt, dao động công suất sau nhiều giờ hoạt động và sự sai lệch của tia trên bề in. Việc xác định tiêu chí được chấp nhận máy nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này.

7.2.1.2 Công suất tia tại bề in - Khi có thể, đo công suất tia laze hoặc chùm điện tử ở các vị trí trái, phải, trước và sau của bề in (tức là, các điểm cực của bề in), nhưng tối thiểu là ở giữa bề in tại công suất laze 100% hoặc theo yêu cầu cho chùm điện tử. Công suất tia laze hoặc chùm điện tử cho mỗi nguồn năng lượng phải nằm trong phạm vi khuyến nghị của nhà sản xuất máy hoặc yêu cầu kỹ thuật, cái nào nghiêm ngặt hơn, tại tất cả các vị trí đo.

CHÚ THÍCH 2: Các phép đo chất lượng tia và công suất được chỉ định trong 7.2.1.1 và 7.2.1.2 là để kiểm soát quy trình nhằm ngăn ngừa các thay đổi không mong muốn về mật độ năng lượng.

7.2.1.3 Xác minh vị trí tia - Đảm bảo rằng vị trí tia được chỉ định bởi phần mềm và vị trí thực tế của tia nằm trong phạm vi dung sai được khuyến nghị bởi nhà sản xuất máy hoặc trong phạm vi dung sai do Nhà sản xuất chi tiết chỉ định.

7.2.1.4 Chuyển động trục Z - Đảm bảo rằng chuyển động lớp điều khiển bằng phần mềm và thực tế nằm trong phạm vi khuyến nghị của nhà sản xuất máy hoặc yêu cầu kỹ thuật, dựa theo cái nào nghiêm ngặt hơn.

7.2.1.5 Cánh tay và động cơ tấm gạt bột - Căn chỉnh tấm gạt bột phải nằm trong phạm vi dung sai khuyến nghị của nhà sản xuất máy.

7.2.1.6 Khí nén - Khí nén cần thiết cho máy PBF phải được kiểm tra tại mỗi PM về bất kỳ sự ô nhiễm nào theo ISO 8573-1. Điều chỉnh đến áp suất phù hợp và kiểm tra tất cả các khớp nối và kết nối.

7.2.1.7 Oxy và chân không - Cảm biến oxy phải được thay thế theo lịch trình khuyến nghị của nhà sản xuất máy và hiệu chuẩn tại tối thiểu hai điểm nồng độ oxy. Chân không phải đáp ứng khuyến nghị của nhà sản xuất máy và phải có phương pháp hiệu chuẩn.

7.2.1.8 Căn chỉnh trường laze (LFA) - LFA trên các hệ thống laze đa tia phải được hiệu chuẩn theo khuyến nghị của nhà sản xuất máy. Nhà sản xuất máy đủ điều kiện phải cung cấp yêu cầu về dung sai cho căn chỉnh trường laze.

7.2.1.9 Bảo trì phòng ngừa khác được khuyến nghị - Đảm bảo rằng tất cả các bảo trì phòng ngừa khác được khuyến nghị, như được liệt kê trong hướng dẫn sử dụng hoặc tài liệu dịch vụ của máy, được thực hiện.

7.2.2 Hồ sơ hoạt động bảo trì phải được lập thành văn bản, ghi ngày, ký tên bởi các kỹ thuật viên đã được đào tạo trên tài liệu bảo trì phòng ngừa PBF và được phê duyệt bởi bộ phận đảm bảo chất lượng của Nhà sản xuất chi tiết. Biểu mẫu này phải được hiển thị bên ngoài máy PBF cho thấy ngày dịch vụ và

ngày dự kiến tiếp theo. Các hoạt động bảo trì phải được giám sát bằng cách sử dụng một quy trình được công nhận (ví dụ, Hướng dẫn ASTM E2910).

7.3 Chứng nhận máy, quá trình và chi tiết

7.3.1 Một kế hoạch sản xuất xác nhận đạt chuẩn (theo Điều 10) phải được tạo ra và sử dụng để xây dựng các mẫu thử nghiệm nhằm mục đích chứng nhận. Khi kế hoạch sản xuất đã được xác thực, các tham số được sử dụng kế hoạch sản xuất sẽ được ghi lại dưới dạng tham số cơ sở PBF, và thiết lập các tham số cho các quy trình sản xuất tiếp theo (xem 7.3.3).

7.3.2 Đế in (còn được gọi là tấm đế in hoặc tấm bắt đầu)_λ- Nhà sản xuất chi tiết phải có thông số kỹ thuật của đế in và tất cả các đế in sử dụng cho PBF phải tuân theo thông số kỹ thuật bao gồm các yêu cầu về độ hoàn thiện bề mặt, độ phẳng và độ song song. Các đế in có thể được làm lại bề mặt. Tất cả các đế phải có số sê-ri, mô tả ít nhất là vật liệu. Các vật liệu khác nhau (đế in so với thành phần) có thể được sử dụng miễn là chi tiết đáp ứng các yêu cầu về thành phần hóa học kỹ thuật. Khi một thành phần tiếp xúc trực tiếp với đế in (không có kết cấu hỗ trợ), khu vực bị ô nhiễm chéo trên các chi tiết phải được loại bỏ bằng các quá trình phù hợp (ví dụ, hóa học hoặc cơ học).

7.3.3 Các mẫu thử nghiệm (vật liệu đã hợp nhất) phải được đánh giá về thành phần hóa học, cấu trúc vi mô, độ xốp và các tính chất cơ học theo yêu cầu của một tiêu chuẩn phù hợp hoặc theo thỏa thuận giữa nhà sản xuất chi tiết và khách hàng. Thành phần hóa học của các mẫu thử nghiệm phải được xác minh so với yêu cầu thành phần hóa học như được chỉ định bởi thông số kỹ thuật vật liệu đã hợp nhất. Nhà sản xuất chi tiết phải chế tạo các mẫu thử nghiệm kéo theo ASTM E8, ASTM E8M hoặc ISO 6892 và các mẫu thử nghiệm bổ sung được đặt, ít nhất, ở năm vị trí trên đế in như được mô tả trong Hình 1. Các mẫu thử nghiệm kéo bổ sung được xây dựng theo hướng Z được khuyến khích, nhưng không yêu cầu. Hướng dẫn ASTM F3122 cung cấp hướng dẫn về việc đánh giá các tính chất cơ học của vật liệu kim loại được sản xuất bằng PBF. Khách hàng có thể yêu cầu các thử nghiệm kiểm tra xác nhận khác. Kết quả kiểm tra phải được gửi đến khách hàng để phê duyệt theo định dạng phù hợp với Thực hành ASTM F2971. Khi được phê duyệt, tất cả các tham số máy được sử dụng để tạo ra các mẫu thử nghiệm phải được cố định để thiết lập các tham số cơ sở của máy. Một chứng chỉ cho biết máy tuân thủ các tham số cơ sở phải được dán ở vị trí rõ ràng đối với các người vận hành máy, và phải có hiệu lực trong tất cả các chu kỳ sản xuất tiếp theo cho đến khi máy PBF yêu cầu một chứng nhận mới.

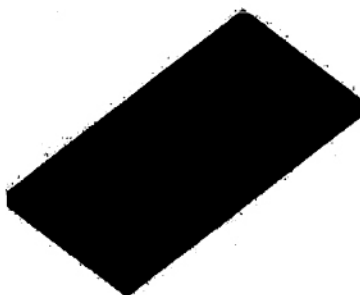
7.3.3.1 Nếu yêu cầu của khách hàng, phần đo của mẫu thử nghiệm kéo có thể để nguyên trạng thái sau khi sản xuất, với điều kiện là không có kết cấu hỗ trợ nào được thêm vào phần đo trong quá trình PBF.

7.3.3.2 Nhà sản xuất chi tiết và khách hàng phải đồng ý về phương pháp chứng minh sự nhất quán trên đế in đối với các hệ thống có nhiều nguồn năng lượng.

CHÚ THÍCH 3: Các phương pháp đã kiểm tra năm mẫu từ mỗi khu vực sản xuất được phủ bởi mỗi nguồn năng lượng đã được sử dụng thành công.

7.3.3.3 Một chi tiết đối chứng là chỉ báo của chất lượng sản xuất phải được sản xuất và đo kích thước như một phần của quy trình xác nhận. Một chi tiết đối chứng nên được bao gồm trong mỗi chu kỳ sản

xuất chế tạo. Để các mẫu thử nghiệm và chi tiết đối chứng đại diện cho các chi tiết trong tương lai, tất cả các hoạt động sau sản xuất, nếu có, trên các mẫu phải nhất quán với các chi tiết trong tương lai (ví dụ, xử lý nhiệt hậu kỳ).



HÌNH 1 - Ví dụ về các mẫu thử nghiệm kéo và các mẫu thử nghiệm bổ sung đặt ở năm vị trí trên một đế in

7.3.4 Trong các trường hợp các tham số quan trọng như công suất tia và tốc độ quét được thay đổi động trong quá trình sản xuất (ví dụ, dựa trên hình dạng phần hoặc đặc điểm của bề nóng chảy), việc sử dụng các tham số khác với những gì đã được sử dụng cho xác nhận theo điều 7 là được phép. Các sự lệch này phải được ghi lại theo QMS. Khi có sự khác biệt giữa các tham số được sử dụng cho xác nhận và các tham số được sử dụng trong các lô sản xuất, các mẫu thử nghiệm theo ASTM E8, ASTM E8M hoặc ISO 6892 đại diện cho hình dạng của thành phần phải được bao gồm và kiểm tra trong mỗi chu kỳ sản xuất.

7.3.5 Tối thiểu, nhà sản xuất phải thực hiện quy trình xác nhận ít nhất sáu tháng/ 1 lần hoặc khi xảy ra một trong các sự kiện sau:

7.3.5.1 Một máy hoặc các hệ thống con của nó có thể ảnh hưởng đến chất lượng chi tiết được di chuyển đến vị trí mới, bao gồm việc di chuyển trong cơ sở hiện tại.

7.3.5.2 Một máy được hiệu chuẩn lại hoặc sửa chữa và các sửa chữa liên quan đến bất kỳ bộ phận nào của máy (ví dụ, hệ thống cung cấp tia laze hoặc chùm điện tử, quang học, cung cấp vật liệu hoặc cơ chế định vị để).

7.3.5.3 Phần mềm máy, hệ điều hành hoặc bộ nhớ chỉ đọc được sửa đổi, thay đổi, nâng cấp hoặc cài đặt lại.

7.3.5.4 Máy được chuyển đổi để sử dụng với một loại hợp kim khác so với loại hợp kim gần đây nhất (ví dụ, từ hợp kim nền titan sang hợp kim dựa nền nhôm, hoặc từ hợp kim nền niken sang hợp kim nền titan). Điều này nhằm loại bỏ bất kỳ rủi ro ô nhiễm chéo nào.

7.3.6 Sau khi hoàn thành quy trình chứng nhận, một chứng chỉ chứng nhận cho từng máy và quy trình phải được ban hành và duy trì ở vị trí rõ ràng đối với các người vận hành máy.

7.3.7 Quá trình biến đổi nhiệt của một quy trình sản xuất bị ảnh hưởng bởi diện tích vật liệu đã hợp nhất tại mỗi lớp và khoảng thời gian nung chảy trong chu kỳ sản xuất. Chứng nhận chi tiết, bao gồm số lượng

chi tiết mỗi chu kỳ sản xuất, có thể được yêu cầu ngoài xác nhận máy và quy trình theo 7.3.4 và các yêu cầu cụ thể của khách hàng.

8 Kiểm soát phần mềm hệ điều hành máy

8.1 Nhà sản xuất chi tiết phải duy trì hồ sơ của tất cả phần mềm, CAD và các bố trí lồng ghép phần được sử dụng trong sản xuất các chi tiết, bao gồm:

8.1.1 Phiên bản phần mềm điều hành máy PBF, như đã được ghi trên kế hoạch sản xuất (Điều 10).

8.1.2 Tập CAD do khách hàng cung cấp hoặc tập CAD đã được khách hàng phê duyệt.

8.1.3 Các sửa đổi đối với các tập CAD của khách hàng, phải tuân theo Điều 12, và các tệp như AMF và STL được chuyển đổi từ tập CAD do khách hàng cung cấp.

8.1.4 Các tệp cắt lớp hoặc lớp sử dụng bởi các máy PBF.

8.1.5 Hồ sơ của lồng ghép các chi tiết và bố trí sản xuất ở dạng xem isometric (ví dụ: ảnh chụp màn hình).

8.1.6 Hồ sơ nhật ký sản xuất máy PBF.

8.2 Bất kỳ dữ liệu điện tử do khách hàng cung cấp, bản vẽ kích thước, tuyên bố công việc, tệp nhật ký máy PBF, hoặc sự kết hợp của chúng, phải được duy trì và lưu trữ. Nhiều chu kỳ sản xuất trong một lô sản xuất phải được ghi lại với số kế hoạch sản xuất duy nhất của chúng.

8.3 Các sản phẩm phần mềm kiểm soát sản xuất tự động hóa Điều 8 được khuyến khích nhưng không bắt buộc.

9 Công cụ phụ trợ và sự ô nhiễm

9.1 Thiết bị phụ trợ (ví dụ: lưới, công cụ cầm tay, công cụ điện, thùng chứa lưu trữ bột, hệ thống vận chuyển bột và cơ chế cung cấp cho máy) phải được làm sạch và duy trì theo cách để ngăn ngừa ô nhiễm chéo từ các loại nguyên liệu đầu vào khác nhau và từ bụi và vật thể lạ.

9.2 Cần đặc biệt chú ý với các công cụ được sử dụng trong vùng sản xuất của máy PBF để ngăn ngừa ô nhiễm với nguyên liệu đầu vào. Bất kỳ công cụ hoặc phụ kiện nào được sử dụng trong vùng sản xuất như xẻng, cò lê, phụ kiện hút bụi hoặc tương tự phải không gây ô nhiễm. Nguyên liệu đầu vào mới hoặc đã sử dụng không được dùng bàn chải polyme. Các chất tẩy rửa hoặc chất tẩy dầu chứa chiết xuất từ cam quýt không được sử dụng trên máy.

10 Kế hoạch sản xuất

10.1 Nhà sản xuất chi tiết phải có một kế hoạch sản xuất (còn được gọi là hồ sơ hoạt động sản xuất, bản kế hoạch kỹ thuật, hoặc đơn hàng công việc) chi tiết các bước cần thiết cho quy trình PBF. Kế hoạch sản xuất phải chứa trình tự các hoạt động PBF và ít nhất phải bao gồm các nội dung sau:

10.1.1 Hồ sơ của tất cả các kiểm tra trước sản xuất theo 7.1.

10.1.1.1 Vật liệu gia công thêm vào các chi tiết theo kế hoạch sản xuất.

10.1.1.2 Hồ sơ của các lồng ghép chi tiết trên để in (ví dụ: ảnh chụp màn hình).

10.1.1.3 Các chi tiết đối chứng được sử dụng để chỉ báo chất lượng sản xuất hoặc phù hợp với dung sai hình học.

10.1.2 Cài đặt máy PBF bao gồm số sê-ri của máy, các hệ thống con của nó và laze (nếu có).

10.1.2.1 Đảm bảo rằng đo công suất tia laze hoặc chùm điện tử được thực hiện và dữ liệu được ghi lại trên kế hoạch sản xuất. Các máy có công suất tia laze hoặc chùm điện tử không đáp ứng yêu cầu trong 7.2.1.1 và 7.2.1.2 không được phép xử lý chu kỳ sản xuất.

10.1.2.2 Đối với máy nạp thủ công, đảm bảo rằng để in được cài đặt và căn chỉnh theo hướng dẫn của nhà sản xuất máy hoặc hướng dẫn công việc. Đối với để in căn chỉnh tự động, đảm bảo không có lỗi xảy ra.

10.1.2.3 Không bắt đầu chu kỳ sản xuất cho đến khi hàm lượng oxy trong buồng sản xuất hoặc chân không, hoặc cả hai, đáp ứng yêu cầu của nguyên liệu đầu vào. Các cảm biến oxy phải được đặt ở vị trí để đo hàm lượng oxy chính xác nhất tại giường chi tiết.

10.1.3 Kiểm tra nguyên liệu đầu vào phù hợp với kế hoạch sản xuất.

10.1.4 Bắt đầu chu kỳ sản xuất, thời gian sản xuất và thời gian kết thúc sản xuất bao gồm thời gian làm mát.

10.1.5 Tất cả các xử lý nhiệt, bao gồm giải nhiệt, nén nóng đồng nhất (HIP), và các xử lý nhiệt khác.

10.1.5.1 Xử lý nhiệt có thể được thực hiện trước hoặc sau khi gỡ bỏ các hỗ trợ sản xuất và trước khi gia công. Nhà sản xuất chi tiết và khách hàng phải đồng ý về bất kỳ xử lý nhiệt bổ sung nào. Chỉ các nhà cung cấp trong danh sách nhà cung cấp được chấp thuận mới được thực hiện xử lý nhiệt.

10.1.5.2 Khi cần thiết, các chi tiết phải được giải nhiệt trong khi vẫn gắn trên đế in theo yêu cầu của nguyên liệu đầu vào và như được chỉ định trong kế hoạch sản xuất.

10.1.6 Nhiệt độ và độ ẩm môi trường (xem Điều 11).

10.2 Đặc điểm tia (bao gồm đường kính tia và công suất) phải duy trì trong phạm vi dung sai đã chỉ định trong suốt quá trình sản xuất. Điều này có thể được xác minh trong phần mềm điều hành máy hoặc bằng cách đo các đặc điểm đó trước và ngay khi kết thúc chu kỳ sản xuất. Nếu các đặc điểm tia không đáp ứng yêu cầu đã chỉ định, tất cả các chi tiết trong sản xuất đều không được chấp nhận.

10.3 Các sự cố không mong muốn trong quá trình sản xuất của máy PBF trong chu kỳ sản xuất phải được xác định là sản xuất thất bại trên kế hoạch sản xuất. Tất cả các chi tiết của các sản xuất thất bại phải bị loại bỏ. Hội đồng xem xét vật liệu (xem TCVN ISO 9001) có thể chấp nhận các thành phần bị loại bỏ mà không bị ảnh hưởng bởi sự gián đoạn sản xuất.

10.4 Sau khi kết thúc chu kỳ sản xuất, tất cả các nguyên liệu đầu vào chưa nung chảy phải được loại bỏ khỏi máy PBF và lưu trữ trong một thùng chứa phù hợp được dán nhãn rõ ràng là nguyên liệu đầu vào đã sử dụng. Sự không tuân thủ thực hành này sẽ yêu cầu một quy trình xác nhận để đảm bảo chất lượng chi tiết không bị ảnh hưởng. Các hệ thống nguyên liệu đầu vào tự động không được phép di chuyển nguyên liệu đầu vào từ buồng sản xuất trực tiếp trở lại cơ chế cung cấp mà không chứng minh trước rằng các hoạt động như vậy không ảnh hưởng xấu đến chất lượng chi tiết.

10.5 Khi có sẵn, việc loại bỏ bột sau sản xuất phải được thực hiện theo hướng dẫn của nhà sản xuất máy. Bột phải được loại bỏ bằng một quy trình phù hợp (ví dụ: khí nén trong một khoang kín, chải hoặc hút bụi). Các hoạt động phụ có thể được chỉ định trong kế hoạch sản xuất để tạo điều kiện cho việc loại bỏ bột lỏng từ bên trong các chi tiết. Tất cả bột lỏng thu thập được ngoài một khoang kín (ví dụ: hệ thống thu hồi bột) không được tái sử dụng. Các phương pháp làm sạch siêu âm hoặc sóng âm cụ thể cho hình dạng chi tiết có thể được chỉ định trong kế hoạch sản xuất.

11 Kiểm soát môi trường ngoài

11.1 Các máy PBF phải được vận hành trong một môi trường được kiểm soát để ngăn ngừa ô nhiễm từ các quy trình công nghiệp khác và các kỹ thuật sản xuất bột khác.

11.2 Các nhà điều hành máy và lưới sàng phải trang bị đồ bảo hộ bao gồm áo choàng, găng tay, mũ tóc, và mặt nạ phòng độc để ngăn ngừa ô nhiễm hữu cơ.

11.3 Nhiệt độ và độ ẩm phải được kiểm soát và ghi lại trên kế hoạch sản xuất (Điều 10). Các điều kiện phải tuân thủ các khuyến nghị của nhà sản xuất máy.

11.4 Các điều kiện lắp đặt máy phải được đảm bảo thực hiện mọi lúc.

12 Kiểm soát cấu hình dữ liệu kỹ thuật số

12.1 Nhà sản xuất chi tiết phải có phương pháp thủ công hoặc tự động để kiểm soát cấu hình tệp kỹ thuật nhằm đảm bảo rằng chỉ định tệp chính xác trên đơn hàng được xử lý qua PBF và, nếu cần, gia công cuối cùng.

12.2 Nhà sản xuất chi tiết phải thực hiện kiểm tra chất lượng để đảm bảo rằng các tệp kỹ thuật nhận được không bị thay đổi hoặc hư hỏng trong quá trình truyền, và rằng các tệp CAD không chứa lỗi toán học (ví dụ: bằng cách sử dụng phần mềm của bên thứ ba). Các kết cấu hỗ trợ thêm để hỗ trợ xử lý PBF không được coi là sự sửa đổi đối với hình dạng gốc.

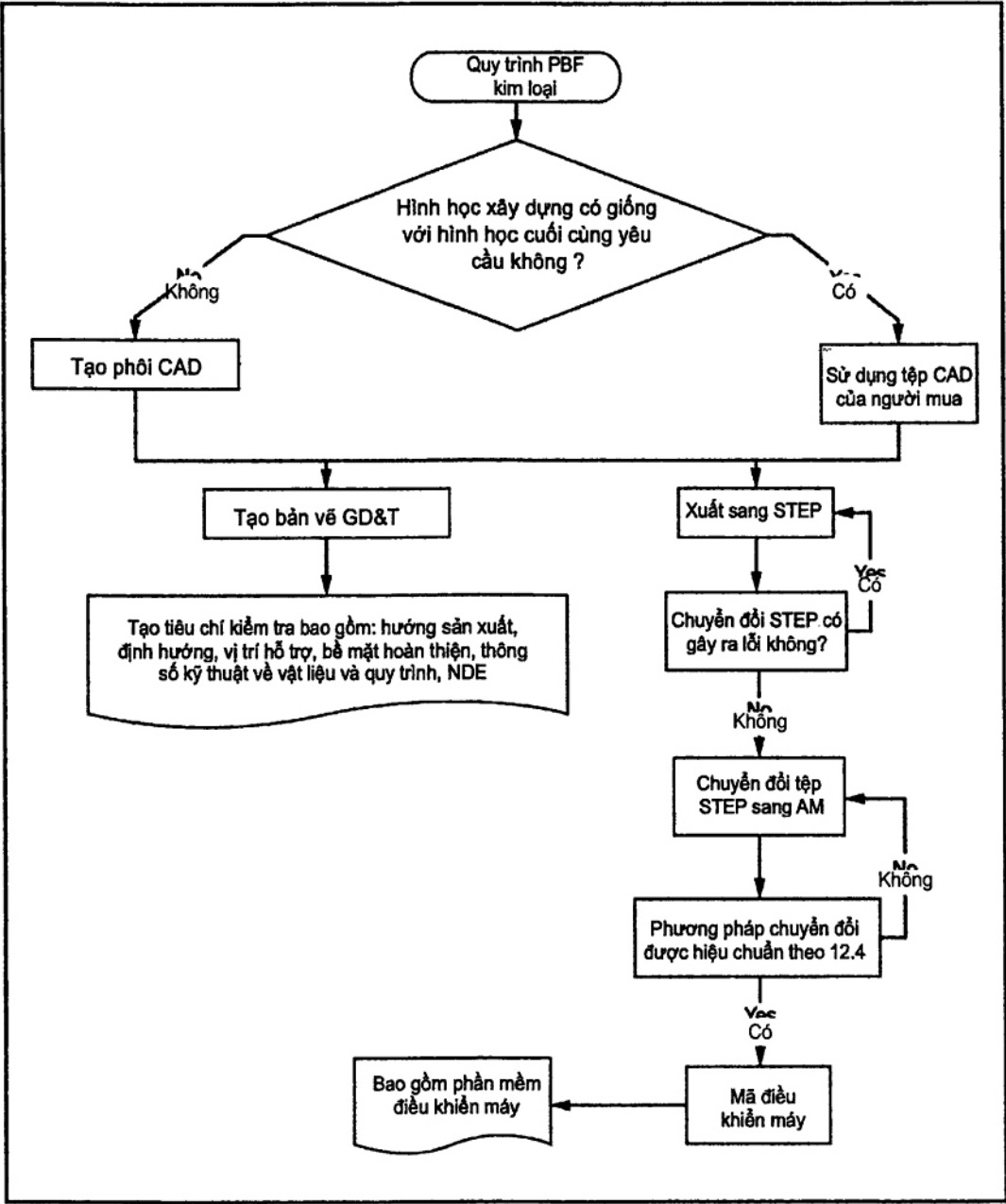
12.3 Nếu chi tiết sản xuất được xây dựng khác với hình dạng gốc nhận từ khách hàng, việc sửa đổi phải được thực hiện ở định dạng tệp kỹ thuật cho phép kiểm tra hình học của mẫu (xem Hình 2). Các tệp CAD đã sửa đổi phải được xác minh theo cách tương tự như 12.2.

12.4 Khi các tệp kỹ thuật như tệp CAD được chuyển đổi thành các bề mặt tam giác để phục vụ cho xử lý PBF, độ phân giải tam giác của các bề mặt phải lớn hơn độ phân giải của máy PBF được thể hiện trên phần tham chiếu trong 7.3.3.3.

12.5 Tất cả các chuyển đổi tệp CAD cần thiết để hỗ trợ xử lý PBF, bao gồm cả những chuyển đổi trong Điều 8, phải có kiểm soát cấu hình theo yêu cầu trong 12.1.

12.6 Hình 2 thể hiện sơ đồ kiểm soát cấu hình dữ liệu kỹ thuật số nơi định dạng tệp STEP được chuyển đổi từ CAD gốc, và một định dạng AM trung gian được sử dụng để lập trình các sản xuất.

CHÚ THÍCH 4: Các máy PBF với khả năng lập trình các sản xuất từ các tệp CAD gốc sẽ giảm đáng kể khả năng xảy ra lỗi kiểm soát cấu hình.



GD&T là viết tắt của Geometric Dimensioning and Tolerancing (Xác định Kích thước và Dung sai Hình học).

HÌNH 2 - Sơ đồ kiểm soát cấu hình dữ liệu kỹ thuật số, nơi định dạng tệp STEP được chuyển đổi từ CAD gốc, và định dạng AM trung gian được sử dụng để lập trình các sản xuất.

Phụ lục A

(tham khảo)

A1 Ví dụ về kế hoạch sản xuất

HÌNH A1.1 - Ví dụ về kế hoạch sản xuất

NGÀY BẮT ĐẦU CÔNG VIỆC		THÔNG TIN KHÁCH HÀNG	
NGÀY HOÀN THÀNH CÔNG VIỆC			
TỔNG SỐ GIỜ PBF		MÃ ĐƠN HÀNG	
NGÀY GIAO HÀNG PO		LIÊN HỆ	

		CHỮ VIẾT TẮT
KẾ HOẠCH ĐƯỢC XEM XÉT BỞI:		
BÁN HÀNG:		
HOẠT ĐỘNG:		
CHẤT LƯỢNG:		

SỐ CHI TIẾT	REV	SỐ LƯỢNG LÔ SẢN XUẤT	SỐ LƯỢNG CÔNG VIỆC SẢN XUẤT

			CHỮ VIẾT TẮT
TÊN TỆP SẢN XUẤT:			
SỐ SERIAL CỦA MÁY			
SỐ SERIAL CỦA LASE			
HỢP KIM NGUYÊN LIỆU ĐẦU VÀO			
THÔNG SỐ MÁY			
SỐ SERIAL CỦA NỀN TẢNG SẢN XUẤT			
TRẠNG THÁI NGUYÊN LIỆU (NGUYÊN SINH, ĐÃ SỬ DỤNG HOẶC TRỘN)			
XỬ LÝ NHIỆT	SR, ANN, HIP, STA, ...		
LOẠI VẬT LIỆU PHỦ LẠI			
CÔNG SUẤT LASE TRƯỚC SẢN XUẤT			
CÔNG SUẤT LASE SAU KHI SẢN XUẤT			
SỐ LÔ NGUYÊN LIỆU ĐẦU VÀO			
TỶ LỆ NGUYÊN LIỆU NGUYÊN SINH VÀ ĐÃ SỬ DỤNG			
TÊN TỆP NHẬT KÝ SẢN XUẤT			

HÌNH A1.1 - Ví dụ về kế hoạch sản xuất (tiếp theo)

HOÀN THÀNH VÀ KÝ TÊN CHO MỖI HOẠT ĐỘNG

SEQ #	CÁC HOẠT ĐỘNG THỰC HIỆN SẢN PHẨM	NGÀY	CHẤP NHẬN SỐ LƯỢNG	TỰ CHỌI SỐ LƯỢNG	CHỮ VIẾT TẮT
100	KIỂM TRA CÔNG VIỆC				
101	Nhận tệp công việc từ Kỹ thuật.				
102	Xác nhận bản sửa đổi tệp là chính xác và khớp với PO.				
103	Kiểm tra hướng sản xuất khớp với Kỹ thuật.				
104	Xác nhận các dấu hiệu và vị trí của bộ phận phù hợp với Kỹ thuật.				
105	Thiết lập chu kỳ sản xuất và kiểm tra chứng nhận máy là hợp lệ.				
106	Ghi lại số lượng chi tiết cho chu kỳ sản xuất.				
107	Xác nhận ảnh chụp màn hình thiết lập sản xuất khớp với lệnh làm việc.				
108	Xác nhận số lô bột khớp với lệnh làm việc.				
109	Xác nhận thiết lập máy được thực hiện theo hướng dẫn làm việc.				
110	Ghi lại tỷ lệ bột nguyên sinh và bột đã qua sử dụng ở trên.				
111	Xác minh chính xác quy trình cung cấp nguồn khí là đủ cho thời gian sản xuất.				
200	BẮT ĐẦU SẢN XUẤT				
201	Ghi lại thời gian bắt đầu sản xuất ở trên.				
202	Ghi lại công việc trong Nhật ký sản xuất máy hàng ngày.				
203	Đảm bảo rằng mức oxy trong buồng in được theo dõi liên tục.				
300	KẾT THÚC SẢN XUẤT				
301	Ghi lại thời gian kết thúc sản xuất ở trên.				
302	Ghi lại tổng số giờ sản xuất ở trên.				
303	Xem lại tệp nhật ký sản xuất và từ chối tất cả các chi tiết vì những gián đoạn sản xuất không mong muốn.				
304	Loại bỏ bột khỏi bánh chi tiết bằng hướng dẫn làm việc.				

HÌNH A1.1 - Ví dụ về kế hoạch sản xuất (tiếp theo)

305	Di chuyển để in sang hoạt động tiếp theo.				
306	Đo công suất laser bằng hướng dẫn làm việc.				
307	Ghi lại tên tệp nhật ký sản xuất ở trên.				
308	Xem lại quá trình giám sát để tìm bất thường trong sản xuất và chấp nhận các chi tiết bằng hướng dẫn làm việc.				
400	XỬ LÝ ĐỂ IN				
401	Đề lại các chi tiết trên để in nếu có thể.				
402	Quét sạch bột rời khỏi các chi tiết. Bột tiếp xúc với chổi polyme phải được loại bỏ.				
403	Kiểm tra trực quan xem có vật liệu lạ hoặc bất thường khi sản xuất không.				
404	Thực hiện kiểm tra kích thước trên chi tiết đối chứng.				
500	HẬU XỬ LÝ NHIỆT				
501	Thực hiện hậu xử lý nhiệt theo lệnh làm việc.				
502	Thực hiện kiểm tra kích thước trên chi tiết đối chứng.				
503	Thực hiện NDE nếu cần.				
SEQ #	HOẠT ĐỘNG THỰC HIỆN SẢN PHẨM				
600	HOẠT ĐỘNG PHỤ				
601	Tháo các chi tiết khỏi đế in nếu cần.				
602	Xử lý mẫu thử theo yêu cầu.				
603	Tháo kết cấu hỗ trợ nếu cần thiết.				
604	Các bộ phận máy theo yêu cầu của lệnh làm việc.				
700	NDE				
701	Thực hiện NDE theo yêu cầu của lệnh làm việc.				
800	BÁO CÁO DỮ LIỆU				
801	Tập hợp gói dữ liệu bao gồm, Giấy chứng nhận phù hợp với nguyên liệu đầu vào, thử nghiệm nguyên liệu, kết quả mẫu thử (thành phần hóa học và tính chất cơ học), thiết lập sản xuất, nhật ký sản xuất, báo cáo kiểm tra chi tiết đối chứng,				

	kiểm tra kích thước, báo cáo kiểm tra NDE.				
--	--	--	--	--	--

CHẤP NHẬN CUỐI CÙNG

#	SỐ CHỈ TIẾT NHẬN DẠNG	REV	TỔNG SỐ LƯỢNG ĐƯỢC CHẤP NHẬN	TỔNG SỐ LƯỢNG KHÔNG PHÙ HỢP	CHỮ VIẾT TẮT
1					

LƯU Ý
Nguyên liệu do khách hàng cung cấp phải được báo cáo trong các ghi chú.

LƯU Ý KIỂM TRA: (Mô tả bất kỳ sự không phù hợp nào)
Ký xác nhận cuối cùng:
