

XÂY DỰNG QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT KHUÔN MẪU

BUILDING TECHNOLOGY PROCESS OF MOLD PRODUCTION

Nguyễn Khắc Chinh, Trương Nguyên Hiền, Nguyễn Chương Đạo, Ngô Văn Giang
Khoa Cơ khí Chế tạo, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

TÓM TẮT

Dựa trên các nghiên cứu và khảo sát tổng quan về công nghệ khuôn mẫu, tác giả đã xây dựng Quy trình công nghệ ngành sản xuất khuôn mẫu gồm 5 lĩnh vực, 26 công nghệ tổng quan và 134 công nghệ thông số công nghệ. Quy trình này là tài liệu tham khảo, giúp các lãnh đạo có cái nhìn tổng quan trong việc hoạch định chính sách phát triển ngành khuôn mẫu, đồng thời giúp cho các đơn vị đào tạo xây dựng chương trình đào tạo phù hợp với thực tiễn phát triển ngành.

Từ khóa: Thiết kế; Gia công; Nhiệt luyện; Lắp ráp khuôn mẫu.

ABSTRACT

Based on the research and overview survey on mold technology, the author has built a List of mold manufacturing technologies including 5 fields, 26 general technologies and 134 technologies/ technological parameters. This list is a reference document, helping leaders have an overview in making policy making for the development of the mold industry, and at the same time helping training institutions to build training programs that are appropriate to reality industry development.

Keywords: Design; Process; Heat treatment; Assemble molds.

1. GIỚI THIỆU

Khuôn mẫu, được xem là “Nền tảng của nền công nghiệp”, đang phát triển theo hướng tập trung đầu tư và phát triển công nghệ. Khả năng tạo ra sản phẩm với số lượng lớn, thời gian sản xuất ngắn và mức độ ổn định cao, các sản phẩm khuôn mẫu là công cụ không thể thiếu trong rất nhiều ngành sản xuất công nghiệp, từ các sản phẩm đồ gia dụng đến các sản phẩm hàng không và điện tử hiện đại...

Quy trình công nghệ ngành sản xuất khuôn mẫu sẽ giúp trả lời các câu hỏi phục vụ quản lý nhà nước về phát triển ngành, phát

triển khoa học và công nghệ cũng như cung cấp nhiều thông tin quan trọng về ngành sản xuất khuôn mẫu.

Trong lĩnh vực đào tạo, quy trình này cũng cung cấp những thông tin cần thiết để xây dựng chương trình đào tạo phù hợp với nội dung, định hướng phát triển ngành công nghiệp khuôn mẫu.

2. HIỆN TRẠNG NGÀNH CÔNG NGHIỆP KHUÔN MẪU

Dưới áp lực cạnh tranh mạnh mẽ, doanh nghiệp cần tạo ra các sản phẩm có chất lượng

ngày càng cao, đa dạng về mẫu mã và chủng loại trong khi giá bán không tăng. Với vai trò là công cụ sản xuất quan trọng trong rất nhiều lĩnh vực, khuôn mẫu luôn được ưu tiên áp dụng các công nghệ tiên tiến để đáp ứng nhu cầu cạnh tranh. Thêm vào đó, sự phát triển mạnh của

các công nghệ mô phỏng cũng giúp rút ngắn quá trình đưa công nghệ mới vào thực tế sản xuất. Một số công nghệ sản xuất tiên tiến đang được áp dụng ở Việt Nam được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Một số công nghệ cốt lõi trong ngành sản xuất khuôn mẫu thế giới

Công nghệ	Đặc tính	Hiệu quả
Gia công tốc độ cao	Gia công tốc độ cao liên quan đến việc cắt kim loại ở tốc độ cao hơn so với gia công thông thường 5-10 lần. Tốc độ quay của trục chính trên các trung tâm gia công tốc độ cao phổ biến hiện nay từ 20.000 rpm đến 40.000 rpm.	Tăng năng suất; chi phí đầu tư thấp và nâng cao độ chính xác về kích thước, hình dạng, và bề mặt do các lực cắt giảm.
Gia công vật liệu siêu cứng	Gia công vật liệu siêu cứng (hard milling) liên quan đến việc gia công các phôi kim loại đã được định hình và nhiệt luyện. Công nghệ này cho phép gia công các phôi cứng ở tốc độ cao có độ chính xác cao.	Tăng năng suất thông qua việc giảm hoặc loại bỏ các hoạt động mài hoặc gia công tia lửa điện EDM.
Mô hình hóa dạng khối	Mô hình hóa dạng khối [1, 2] (solid modeling) cho phép mô phỏng các đối tượng trong không gian 3 chiều (3D). Một mô hình 3D có thể được xem từ nhiều góc khác nhau, và mô hình 3D hiện đang được sử dụng trong các chương trình dùng phần mềm CAD. Mô hình hóa cũng được sử dụng trong phần mềm CAM, tự động tạo đường dẫn dao cho các máy công cụ điều khiển số.	Mô hình dạng khối giúp quan sát đầy đủ và rõ ràng đối với một bộ phận linh kiện cũng như toàn bộ sản phẩm. Cho phép tiếp cận thông tin tốt hơn trong quá trình thiết kế, do đó rút ngắn thời gian thiết kế, đẩy nhanh quá trình sản xuất.
Gia công 5 trục	Trung tâm gia công kết hợp 5 chuyển động của dao và bàn máy, cho phép tiếp cận phôi ở nhiều góc độ khác nhau để tạo ra các biên dạng phức tạp với độ chính xác cao.	Cho phép tăng số lượng nguyên trong trên một lần gá, do đó làm giảm thời gian sản xuất và tăng độ chính xác gia công.
Gia công tự động	Gia công tự động là quy trình trong đó một phôi được đặt trên giá đỡ (work-holder) của một máy công cụ được lập trình sẵn và gia công mà không có sự giám sát của con người. Khi quy trình này kết thúc, máy tính sẽ gửi tín hiệu thông báo cho công nhân. Tùy thuộc vào việc lập trình, máy có thể chạy cho đến khi nhân viên trở lại nhà máy. Kỹ thuật này thường được sử dụng tại các nước có chi phí lao động cao.	Lợi ích của gia công tự động là chi phí trên máy ổn định, giảm chi phí lao động và chi phí nhà xưởng nhờ vào việc máy có thể chạy liên tục.



Quản lý dữ liệu và kiểm tra tự động	Quy trình này cho phép việc thu thập dữ liệu kiểm soát chất lượng thông qua các cảm biến để cấp dữ liệu cho hệ thống máy tính trong thời gian thực mà không mất thời gian xuống nhà xưởng. Quản lý dữ liệu tự động cho phép các nhà sản xuất khuôn mẫu theo dõi các vấn đề liên quan đến chất lượng trong hoạt động sản xuất và xác định các khu vực có vấn đề với máy móc hoặc người vận hành.	Đảm bảo chất lượng sản phẩm tại mỗi vị trí và toàn bộ quá trình làm việc. Dữ liệu kiểm soát chất lượng tự động cũng có thể được liên kết với các dữ liệu thiết kế và sản xuất, nhờ vậy có thể cải thiện được các hoạt động này.
Phần mềm quản lý sản xuất	Các chương trình phần mềm theo dõi toàn bộ các giai đoạn của quá trình sản xuất.	Cho phép theo dõi và điều chỉnh kế hoạch sản xuất, tăng năng suất và hiệu quả hoạt động.
Tạo mẫu nhanh	Tạo mẫu nhanh (Rapid prototyping) là một công nghệ được sử dụng để tạo ra các mô hình vật lý và các bộ phận nguyên mẫu từ dữ liệu CAD dạng 3D. Hệ thống tạo mẫu nhanh có thể tạo ra các mô hình nguyên mẫu hoặc một phần. Các vật liệu như chất lỏng, bột, hoặc tấm nhựa, gỗ, gốm, kim loại được xếp lớp với nhau để tạo thành các vật thể mong muốn, dựa trên mô hình trên máy tính.	Sản xuất các mô hình nguyên mẫu nhanh hơn để sản xuất các bộ phận và dụng cụ. Các công ty đang sử dụng công nghệ tạo mẫu nhanh cho một số mục đích, bao gồm cả việc kiểm tra sự phù hợp và chức năng lắp ráp, việc sản xuất các mô hình chức năng, giáo cụ trực quan cho kỹ thuật, mô hình nguyên mẫu của các dụng cụ.
Khối chức năng (Functional build)	Khối chức năng là một khái niệm về sản xuất các bộ phận trong khoảng dung sai để khi lắp ráp các bộ phận này sẽ dẫn đến một sản phẩm có kích thước trong dung sai mong muốn cho việc lắp ráp. Các khối chức năng đã được áp dụng để sản xuất khuôn dập bởi các nhà sản xuất khuôn mẫu Nhật Bản và hiện đang ngày càng được áp dụng ở các nước khác.	Giảm tới 50% chi phí thử nghiệm khuôn dập. Chi phí thử nghiệm chiếm tới 20% chi phí khuôn.
Cảm biến trong khuôn dập	Cảm biến được thêm vào khuôn dập để phát hiện các vấn đề xảy ra trong quá trình dập. Khoảng 20% khuôn dập tại thị trường Mỹ đang được tích hợp bộ cảm biến.	Ít gây thiệt hại cho các công cụ dập và tốn ít thời gian sửa chữa và bảo trì. Tăng năng suất thông qua việc giám sát kết quả dập.
Các hệ thống kênh dẫn nóng (hot runner) cho khuôn ép phun phân và loại bỏ việc tạo ra phần [3]	Các hệ thống kênh dẫn nóng cho phép phun nhựa vào khuôn để tạo thành các sản phẩm.	Tiết kiệm chi phí nguyên liệu và tăng chất lượng sản phẩm.

Với quy trình sản xuất và quá trình phát triển các công nghệ mới đang được áp dụng như trên, việc xác định chi tiết các công nghệ thành phần trong phần sau sẽ làm rõ thêm tình hình phát triển của các công nghệ trên thế giới và hiện trạng các công nghệ của Việt Nam hiện nay.

3. QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ NGÀNH SẢN XUẤT KHUÔN MẪU [4]

Theo các chuyên gia trong ngành, có 134 công nghệ, thông số công nghệ trong ngành sản xuất khuôn mẫu, trong đó có 26 công nghệ tổng quan và chi tiết quan trọng được xây dựng hồ sơ công nghệ. Đây là kết quả tham vấn bước đầu một số chuyên gia đầu ngành cơ khí và sản xuất khuôn mẫu để đảm bảo tính chính xác, đầy đủ và phù hợp của cây công nghệ.

Công nghệ khuôn mẫu có thể chia làm 05 lĩnh vực: Thiết kế, Gia công, Nhiệt luyện và xử lý bề mặt; Đo kiểm và Lắp ráp như hình 1.



Hình 1. Danh mục công nghệ khuôn mẫu tại Việt Nam

Công nghệ thiết kế được chia theo các công đoạn thiết kế bao gồm lấy mẫu, thiết kế, thẩm định thiết kế, thiết kế tối ưu, hoàn thiện thiết kế và mô phỏng, phân tích. Mặc dù hiện nay các công đoạn thiết kế được tích hợp nhiều trong các phần mềm thiết kế theo các mô đun chuyên biệt, việc phân tách công nghệ thiết kế theo các công đoạn là cần thiết để làm rõ các công nghệ chi tiết, phục vụ phân tích, đánh giá năng lực sản xuất - vận hành thiết kế nói chung và các yêu cầu đối với từng công nghệ thành phần, kể cả khi được tích hợp chung trong các phần mềm thiết kế. Đối với công nghệ thiết kế

[1, 2], có thể liệt kê 06 công nghệ thành phần chính để xây dựng các hồ sơ công nghệ chi tiết, bao gồm lấy mẫu, thiết kế, thẩm định thiết kế, thiết kế tối ưu, hoàn thiện thiết kế và mô phỏng, phân tích.



Hình 2. Quy trình thiết kế [1, 2]

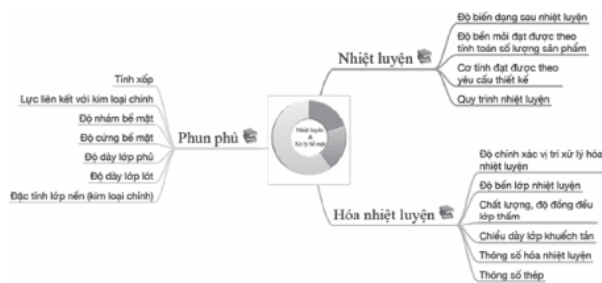
Công nghệ gia công ngành sản xuất khuôn mẫu được phân chia thành 04 công nghệ thành phần bao gồm: công nghệ tạo chương trình gia công (CAM), gia công không phoi, gia công cắt gọt và các dạng gia công đặc biệt khác. Việc bổ sung công nghệ tạo chương trình gia công là cần thiết trong phân công nghệ gia công do sự gia tăng nhanh chóng của các máy công cụ NC và CNC trong thời gian qua và xu hướng sẽ dần thay thế toàn bộ các máy công cụ truyền thống. Theo ý kiến các chuyên gia về mức độ quan trọng của các công nghệ gia công trong các công đoạn sản xuất khuôn mẫu, Cục Ứng dụng và Phát triển Công nghệ lựa chọn 11 công nghệ gia công chính để xây dựng các hồ sơ công nghệ chi tiết, bao gồm: Công nghệ tạo chương trình gia công, Đúc, Biến dạng dẻo, Phay, Tiện, Gia công lỗ, Gia công mặt phẳng, Gia công ngụy, Tia lửa điện, Cắt dây, Tia nước và các công nghệ gia công đặc biệt khác.

Công nghệ nhiệt luyện và xử lý bề mặt bao gồm 03 nhánh công nghệ chính là phun phủ, nhiệt luyện và hóa nhiệt luyện. Các công nghệ nhiệt luyện và xử lý bề mặt rất đa dạng và có mức độ quan trọng cao đối với sản xuất cơ

khí nói chung và sản xuất khuôn mẫu nói riêng. Tuy nhiên, theo đánh giá của các chuyên gia về năng lực sản xuất - vận hành nhiệt luyện cũng như cơ sở hạ tầng để đáp ứng yêu cầu nghiên cứu, phát triển trong ngành này, Cục Ứng dụng và Phát triển Công nghệ đã quyết định chỉ phân chia lớp công nghệ nhiệt luyện thành 03 công nghệ thành phần chính để xây dựng hồ sơ công nghệ chi tiết bao gồm phun phủ, nhiệt luyện và hóa nhiệt luyện và các thông số công nghệ kèm theo. Việc phân chia sâu về công nghệ nhiệt luyện có thể được sử dụng trong khi xây dựng các bản đồ công nghệ khác trong trường hợp cần đánh giá sâu hơn về công nghệ nhiệt luyện và xử lý bề mặt.



Hình 3. Quy trình gia công



Hình 4. Quy trình nhiệt luyện và xử lý bề mặt

Công nghệ đo kiểm đối với ngành sản xuất khuôn mẫu bao gồm 03 công nghệ thành phần chính là độ bền, hình dạng và tính chất vật lý. Do tính chất của sản phẩm khuôn mẫu

đồng nhất, nhiều ý kiến chuyên gia cho biết việc phân chia công nghệ đo kiểm là đầy đủ và không cần chi tiết thêm. Các công nghệ được xây dựng hồ sơ công nghệ chi tiết bao gồm đo kiểm độ bền, hình dạng và tính chất vật lý.



Hình 5. Quy trình đo kiểm



Hình 6. Quy trình lắp ráp

Lắp ráp là một công đoạn cuối cùng trong quy trình sản xuất khuôn mẫu và có mức độ quan trọng phụ thuộc vào máy móc, thiết bị gia công. Mức độ quan trọng của công nghệ lắp tỷ lệ thuận với mức độ phức tạp của sản phẩm khuôn mẫu. Chính vì vậy, Cục Ứng dụng và Phát triển Công nghệ không phân chia công nghệ thành phần đối với công nghệ lắp ráp và sử dụng các thông số công nghệ để so sánh và đánh giá năng lực sản xuất - vận hành. Công nghệ lắp ráp được xây dựng một hồ sơ công nghệ chi tiết duy nhất.

4. KẾT LUẬN

Khuôn mẫu là sản phẩm thuộc dạng sản xuất đơn chiếc, đặc thù này khiến sản phẩm

khuôn mẫu không bị ảnh hưởng nhiều bởi lợi thế kinh tế theo quy mô. Đây là ưu điểm để Việt Nam có thể có khả năng cạnh tranh với các nước, đặc biệt là Trung Quốc. Thị trường khuôn mẫu của Việt Nam cũng như trên thế giới đang tăng trưởng với tốc độ cao và có dung lượng đáng kể. Trình độ công nghệ của Việt Nam trong ngành không quá thấp và có khả năng phát triển để bắt kịp trình độ trung bình trên thế giới. Bên cạnh đó, hầu hết công nghệ sử dụng trong sản xuất khuôn mẫu là các công nghệ cơ khí và có tính chất điển hình. Chính vì vậy, quy trình công nghệ ngành sản xuất khuôn mẫu sẽ giúp trả lời các câu hỏi phục vụ quản lý nhà nước về phát triển ngành, phát triển khoa học và công nghệ cũng như cung cấp nhiều thông tin quan trọng cho doanh nghiệp về ngành sản xuất khuôn mẫu.

Trong lĩnh vực đào tạo, quy trình này cũng cung cấp những thông tin cần thiết để xây dựng chương trình đào tạo phù hợp với nội dung, định hướng phát triển ngành công nghiệp khuôn mẫu. ❖

Ngày nhận bài: **12/11/2022**

Ngày phản biện: **28/11/2022**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Hữu Lộc, Nguyễn Trọng Hữu; *Thiết kế mô hình ba chiều với Autodesk Inventor*. NXB. Tổng hợp TP. Hồ Chí Minh, 2006.
- [2]. Phạm Quang, Phương Hoa; *Hướng dẫn sử dụng Pro/Engineer 2001*. NXB. Giao thông Vận tải, 2003.
- [3]. Edmund Lindner and Peter Unger; *Gastrow Injection Molds 130 Proven Design*. Hanser Publishers, Munich, 2002.
- [4]. Phạm Minh Tâm, Nguyễn Thanh Bình; *Xây dựng danh mục ngành sản xuất khuôn mẫu*. Hội thảo Khoa học Khoa Cơ khí Chế tạo, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh lần thứ VI năm 2021.