

THIẾT KẾ VÀ CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO KHUÔN DẬP LIÊN HỢP CHO CHI TIẾT LINH KIỆN Ô TÔ

DESIGN AND TECHNOLOGY OF PROGRESSIVE DIE FOR AUTOMOBILE PARTS

Đỗ Minh Tâm¹, Nguyễn Tấn Thịnh¹, Phạm Xuân Mai², Võ Văn Thanh¹

¹Công ty TNHH MTV Cơ Khí Chu Lai – Trường Hải (CMC); nguyentantinh@thaco.com.vn

²Trường Đại học Bách khoa Tp HCM; pmai_2002@yahoo.com

Tóm tắt - Khuôn liên hợp hiện đang được ứng dụng để sản xuất các linh kiện sản xuất bằng phương pháp gia công áp lực cho ô tô trên thế giới, ở Việt Nam chưa được các nhà sản xuất ứng dụng chế tạo linh kiện nội địa hóa vì gặp khó khăn về sản lượng và về công nghệ. Bài báo này giới thiệu thiết kế và công nghệ chế tạo khuôn liên hợp để sản xuất cụm treo xe tải, một trong các linh kiện của ô tô, góp phần nâng cao hàm lượng công nghệ và năng suất, hạ giá thành sản phẩm. Công nghệ chế tạo khuôn liên hợp là một công nghệ tiên tiến đã được công ty cổ phần ô tô Trường Hải ứng dụng thành công để chế tạo một số chi tiết xe tải, từ đó nâng cao tỷ lệ nội địa hóa của xe, giảm giá thành sản phẩm. Trên cơ sở này, nhóm tác giả tiến hành ứng dụng tiếp để sản xuất gia công tất cả các bộ khuôn dập liên hợp sau này cho các loại linh kiện tương tự của xe tải, xe khách và xe du lịch trong tương lai.

Từ khóa - khuôn liên hợp; xe tải; linh kiện ô tô; nội địa hóa.

1. Giới thiệu [1, 2]

1.1. Công nghệ dập liên hợp

Dập liên hợp là quá trình gia công các bước được thực hiện liên hợp trên một lần cấp phôi và tích hợp nhiều nguyên công dập tấm trên một hành trình của máy dập. Việc thiết kế cũng như chế tạo khuôn dập liên hợp là một quá trình phức tạp đòi hỏi người thiết kế phải nắm vững tất cả các nguyên công công nghệ trong dập tấm, đồng thời nắm vững các công nghệ gia công chế tạo tiên tiến hiện nay. Khuôn dập liên hợp (gọi tắt là khuôn liên hợp) đã được nghiên cứu và ứng dụng trong các ngành công nghiệp, đặc biệt là công nghiệp điện, điện tử, ô tô,... Khuôn liên hợp là khuôn dập bao gồm nhiều cặp chày cối được bố trí trên cùng một đế khuôn thực hiện các nguyên công dập tấm khác nhau (dập vuốt, uốn, dập nổi, dập cắt...) sau một hành trình của máy ép. Mỗi một vị trí làm việc (một cặp chày cối) thực hiện một hoặc nhiều bước công nghệ riêng biệt, nhờ cơ cấu cấp phôi tự động phôi được chuyển dịch liên hợp và tuần tự qua các vị trí để hoàn thành chi tiết cần chế tạo.

Một số yêu cầu khi thiết kế và chế tạo khuôn liên hợp:

- Bố trí các bước dập phải tối ưu.
- Khuôn phải được chế tạo rất chính xác.
- Khuôn liên hợp đòi hỏi phải có thiết bị tháo phôi cuộn, bộ nắn phôi, bộ cấp phôi tự động với các bước dịch chuyển phôi có độ chính xác cao.
- Vật liệu làm khuôn phải là thép hợp kim chất lượng cao vì việc sửa chữa và tháo lắp trên khuôn liên hợp là rất khó khăn.
- Lực dập và kích thước khuôn liên hợp lớn đòi hỏi máy ép phải đủ lớn để có thể thực hiện được.

Vì những lý do trên cho nên đòi hỏi đầu tư ban đầu rất lớn chỉ phù hợp với sản xuất loạt lớn.

Abstract - The progressive die is increasingly being used in pressure processing for automobiles today. However, in Vietnam, the automakers have not yet used this technology for localization of components because of difficulties in production and technology. This article introduces the design and technology of progressive die to produce suspension shackles, one of the localized automotive components, contributing to improving technology content and productivity, lowering product costs. Progressive die manufacturing technology is an advanced technology that has been successfully applied by Truong Hai automobile joint stock company to manufacture a number of truck parts, thereby increasing the localization rate of the car, reducing product price. On this basis, we are conducting applications to manufacture all of the later progressive die presses for the same types of trucks, bus and passenger cars in the future.

Key words - progressive die; truck; automobile part; localization.

Một số đặc điểm kỹ thuật, kinh tế:

- Về mặt kỹ thuật

+ Thực hiện những nguyên công phức tạp bằng những hành trình đơn giản của máy ép và chế tạo những chi tiết hình dạng rất phức tạp mà bằng những phương pháp gia công khác không thể hoặc chế tạo rất khó khăn.

+ Chế tạo được các chi tiết có tính lắp lẫn về kích thước tương đối cao.

+ Chế tạo các chi tiết có kết cấu bền, cứng, nhẹ với lượng tiêu hao vật liệu không lớn.

- Về mặt kinh tế

+ Tiết kiệm nguyên vật liệu, phế liệu tương đối ít.

+ Năng suất của thiết bị cao nhờ sử dụng cơ khí hóa và tự động hóa qua 1 quy trình sản xuất.

+ Thao tác máy đơn giản, không cần thợ bậc cao.

+ Sản xuất hàng khối, giá thành thấp.

+ Việc ứng dụng công nghệ dập có thể đạt được hiệu quả khi giải quyết các vấn đề kỹ thuật ở tất cả các giai đoạn của khâu chuẩn bị sản xuất.

+ Thiết kế kết cấu/ hình dạng của chi tiết hợp lý, có tính công nghệ, cho phép chế tạo chúng kinh tế nhất.

+ Sử dụng nguyên liệu có cơ tính và tính chất công nghệ cần thiết đối với từng loại biến dạng.

+ Thiết kế và áp dụng qui trình công nghệ dập đúng về kỹ thuật và hợp lý về kinh tế, bảo đảm nhận được chi tiết yêu cầu và phù hợp qui mô sản xuất.

+ Chọn kết cấu khuôn hợp lý, bảo đảm chế tạo chi tiết có chất lượng và độ chính xác cần thiết đồng thời đạt năng suất cao, độ cứng vững tốt và an toàn khi làm việc.

6. Tấm lót cối: Tấm giữ chân các chốt dẫn hướng phối.

7. Tấm đế dưới: Liên kết nửa đế dưới của khuôn. Vật liệu thường dùng: SS400.

8. Tấm chân: Tấm nâng đỡ nửa khuôn dưới với tấm đế dưới của khuôn.

9. Tấm đế: Nâng đỡ nửa khuôn dưới và liên kết với đế dưới của máy dập.

10. Dẫn hướng: Dẫn hướng đảm bảo đồng tamacho khuôn trên và khuôn dưới.

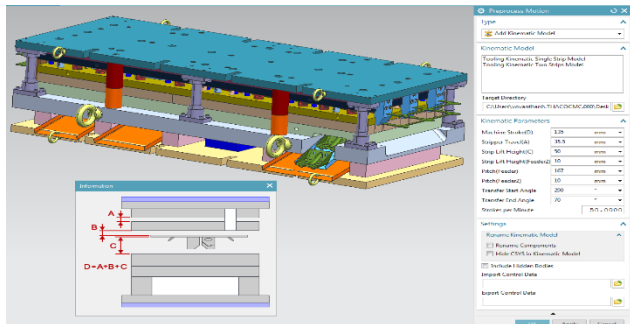
11. Lò xo.

12. Chày: Cắt biên dạng và đột lỗ. Vật liệu sử dụng: SKD11 xử lý nhiệt 58-62 HRC.

2.3. Mô phỏng khuôn

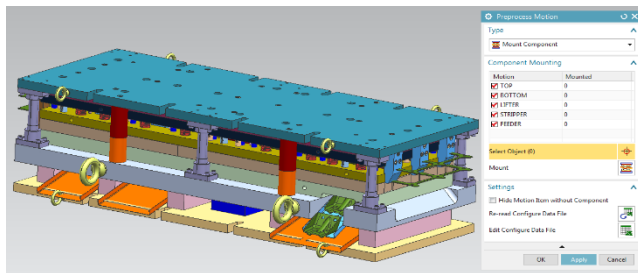
Với việc ứng dụng phần mềm NX Unigraphics về thiết kế khuôn liên hợp qua các bước sau:

Bước 1: Chuyển qua môi trường Progressive die khuôn liên hợp, lựa chọn các thông số ban đầu cho khuôn.



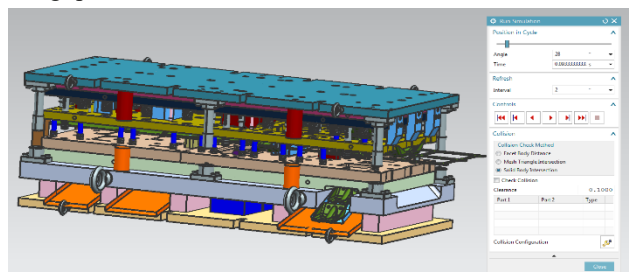
Hình 5a. Progressive die khuôn liên hợp

Bước 2: Lựa chọn các thông số mô phỏng, lựa chọn các bộ phận khuôn (Mount component) và chi tiết khuôn phù hợp khi mô phỏng.



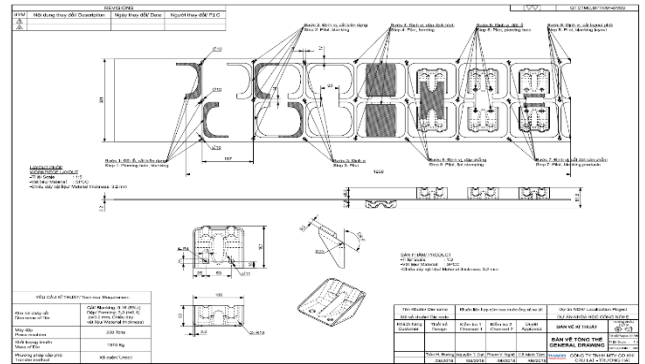
Hình 5b. Mount component khuôn liên hợp

Bước 3: Thực hiện chạy mô phỏng (Run simulation), trong quá trình thực hiện qui trình ta chú ý các chuyển động và thao tác thực hiện của khuôn để phát hiện các lỗi bất cập và sửa chữa cho phù hợp để phát hiện cái lỗi có thể gặp trong quá trình khuôn làm việc.

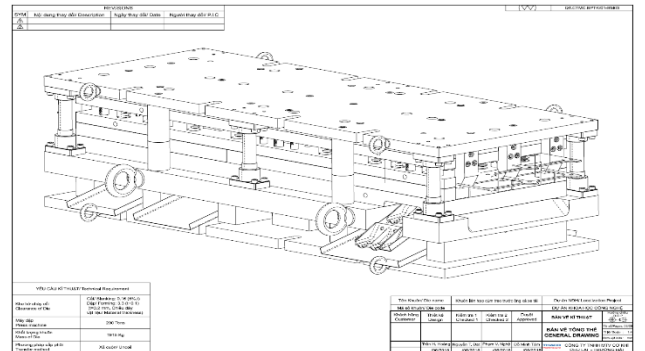


Hình 5c. Run simulation khuôn liên hợp

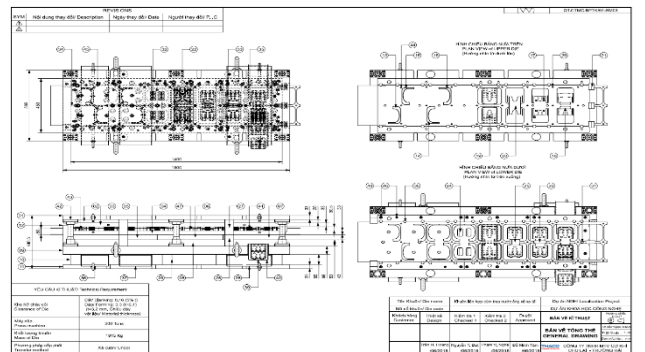
Bộ bản vẽ khuôn liên hợp thiết kế như Hình 6a, b, c.



Hình 6a. Lay-out bố trí băng phôi của khuôn



Hình 6b. Tổng thể khuôn thiết kế



Hình 6c. Chi tiết các thông số kích thước khuôn

3. Nghiên cứu công nghệ chế tạo khuôn liên hợp [4, 5, 7]

3.1. Thiết kế nguyên công và bước gia công

Các chi tiết khuôn mẫu yêu cầu độ chính xác cao nên ta chọn phương pháp gia công trên máy CNC:

3.1.1. Thiết kế nguyên công cho từng chi tiết

a. Chi tiết tấm đỉnh

Chi tiết này sử dụng 4 nguyên công:

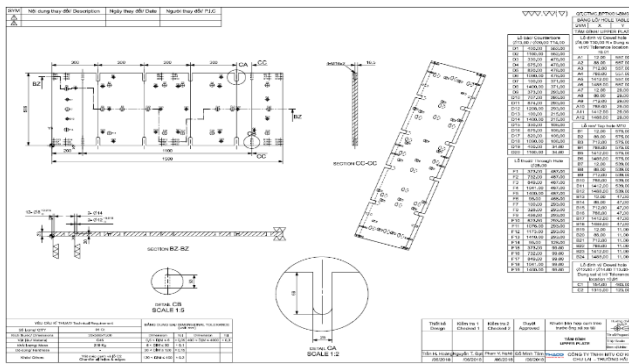
- Nguyên công 1: Gia công khoan lỗ, phay lỗ, phay rãnh bắt bu lông bàn máy và vát mép lỗ, cạnh.

- Nguyên công 2: Lật mặt chi tiết lại. Gia công khoan, phay, vát mép các lỗ và các cạnh.

- Nguyên công 3: Gia công khoan 2 lỗ móc cầu.

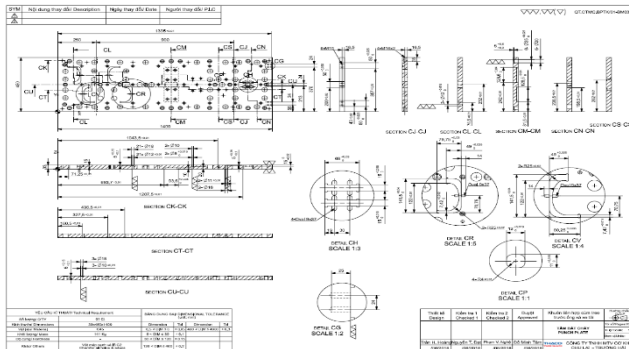
- Nguyên công 4: Lật chi tiết lại và gia công 2 lỗ bắt móc cầu còn lại.

Chọn máy: Chi tiết có kích thước lớn 1500x586 mm nên ta chọn máy phay cỡ trung OKK và máy khoan cần NRD2000.



Hình 7a. Chi tiết tấm định

b. Chi tiết tấm bắt chày



Hình 7b. Chi tiết tấm bắt chày

Chi tiết này sử dụng 4 nguyên công:

- Nguyên công 1: Gia công khoan lỗ, phay lỗ, doa lỗ định vị, lỗ lắp chày đột, phay biên dạng lắp ghép chày và vát mép lỗ, cạnh biên dạng.

- Nguyên công 2: Lật chi tiết và gia công phay biên dạng lắp ghép chày dập định hình, vát mép lỗ và cạnh biên dạng. Sử dụng đầu phay ngang gia công biên dạng lắp ghép chày cắt.

- Nguyên công 3: Gia công khoan 2 lỗ móc cầu.

- Nguyên công 4: Lật chi tiết và gia công khoan 2 lỗ ren bắt móc cầu còn lại.

Chọn máy: Chi tiết có kích thước lớn 1400x420 mm nên ta chọn máy phay giường MVR30Ex và máy khoan cần NRD2000.

c. Chi tiết tấm kẹp phôi

Chi tiết này sử dụng 4 nguyên công:

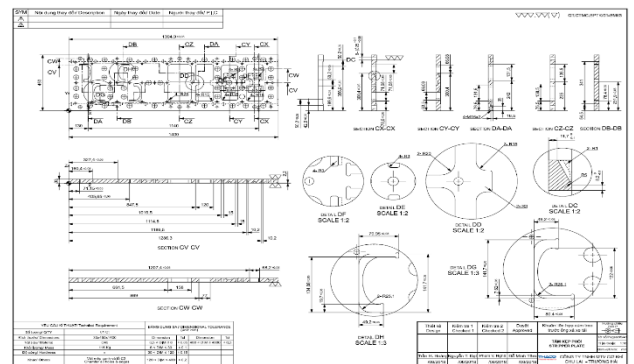
- Nguyên công 1: Gia công khoan lỗ, phay lỗ, doa lỗ dẫn hướng chốt định vị, lỗ dẫn hướng chày đột, lỗ dẫn hướng trụ. Phay biên dạng dẫn hướng chày và vát mép lỗ, cạnh biên dạng.

- Nguyên công 2: Lật chi tiết và gia công khoan, phay lỗ lắp lò xo. Vát mép lỗ, cạnh biên dạng. Sử dụng đầu phay ngang gia công phay biên dạng trượt chày cắt layout.

- Nguyên công 3: Gia công khoan 2 lỗ móc cầu.

- Nguyên công 4: Lật chi tiết và gia công khoan 2 lỗ ren bắt móc cầu còn lại.

Chọn máy: Chi tiết có kích thước lớn 1400x420 mm nên ta chọn máy phay giường MVR30Ex và máy khoan cần NRD2000.



Hình 7c. Chi tiết tấm kẹp phôi

d. Chi tiết chày cắt 1

Chi tiết này sử dụng 3 nguyên công để gia công:

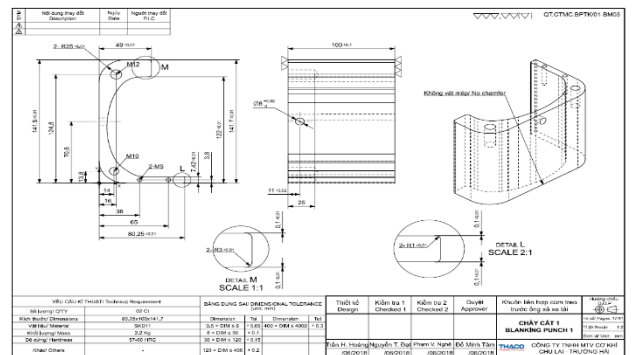
- Nguyên công 1: Gia công khoan và taro các lỗ bắt bulong M5, M10 và M12 mặt trên.

- Nguyên công 2: Cắt dây biên dạng chày cắt.

- Nguyên công 3: Gia công cắt dây lỗ định vị Ø8.

Chọn máy để gia công khoan: Chi tiết có kích thước lớn 147,7x80,25 mm nên ta chọn máy phay DMC1150V (BT40).

Chọn máy để gia công cắt dây: Ứng với chi tiết chày cắt ứng với độ chính xác yêu cầu ta chọn máy cắt dây EZ50S.



Hình 7d. Chi tiết chày cắt 1

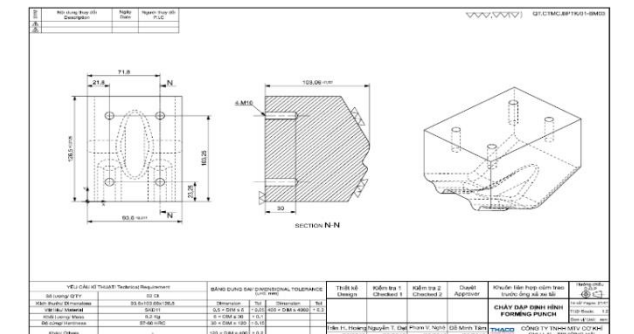
e. Chi tiết chày dập định hình

Chi tiết này sử dụng 2 nguyên công để gia công:

- Nguyên công 1: Gia công khoan các lỗ bắt bu long M10 mặt trên.

- Nguyên công 2: Gia công phay bề mặt làm việc.

Chọn máy: Chi tiết có kích thước lớn 126,5x93,6 mm nên ta chọn máy DMC1150V(BT40).



Hình 7e. Chi tiết chày dập định hình

f. Chi tiết tấm cối

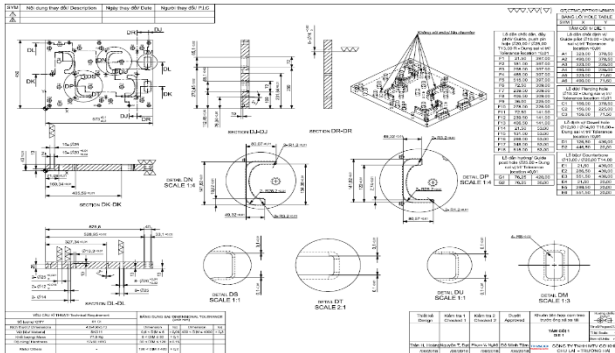
Chi tiết này sử dụng 3 nguyên công để gia công:

- Nguyên công 1: Gia công khoan lỗ, doa lỗ làm gốc gia công cho nguyên công sau, phay hốc lắp khối đẩy và vát mép lỗ, biên dạng lắp khối mặt A.

- Nguyên công 2: Gia công khoan lỗ, vát mép lỗ mặt B.

- Nguyên công 3: Gia công cắt dây biên dạng rãnh thoát, lỗ thoát côn, lỗ định vị và lỗ dẫn hướng.

Chọn máy: Chi tiết có kích thước lớn 573x450 mm nên ta chọn máy DMC1150V(BT40) cho nguyên công 1 và 2. Chọn máy để gia công cắt dây: Ứng với chi tiết chày cắt ứng với độ chính xác yêu cầu ta chọn máy cắt dây EZ50S.

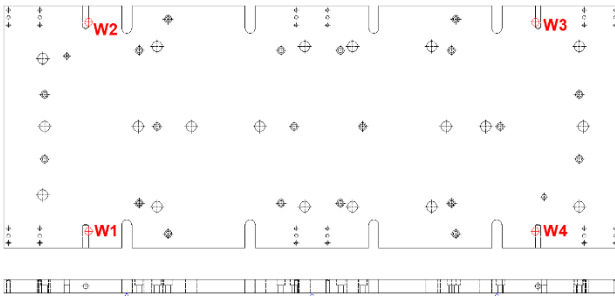


Hình 7e. Chi tiết chày tấm cối

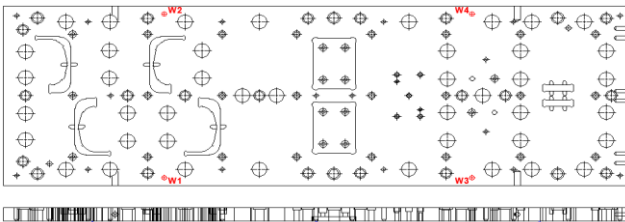
3.1.2. Thiết lập sơ đồ nguyên lý định vị và kẹp chặt cho từng nguyên công

- Định vị bằng các gối: Định vị 3 bậc tự do.

- Sử dụng kẹp chặt ở 4 vị trí của chi tiết



Hình 7f. Định vị kẹp chặt chi tiết tấm định



Hình 7g. Định vị kẹp chặt chi tiết tấm kẹp phối

Lượng dư gia công cơ có thể xác định bằng phương pháp tra bảng hoặc bằng phương pháp tính toán.

3.2. Tính toán chế độ cắt và phương án chạy dao

3.2.1. Tính toán, chế độ cắt cho khoan, doa

Công thức tính chế độ cắt cho mũi khoan:

$$\text{Tốc độ vòng quay: } n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi D} \quad (\text{vòng/ phút})$$

Với V_c – Tốc độ cắt (m/ phút).

D – Đường kính mũi khoan (mm).

Tốc độ khoan: $F = n \cdot z \cdot f_z$ (mm/ phút).

Với n – Tốc độ vòng quay (vòng/ phút).

Z – số lưỡi cắt của mũi khoan.

F_z – bước tiến dao trên răng (mm/ răng).

3.2.2. Tính toán chế độ cắt gia công bề mặt

Công thức tính chế độ cắt cho mũi phay:

$$\text{Tốc độ vòng quay: } n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi D} \quad (\text{vòng/ phút})$$

Với V_c – Tốc độ cắt: (m/ phút).

D – Đường kính mũi phay (mm).

Tốc độ ăn dao ngang: $F = n \cdot z \cdot f_z$ (mm/ phút).

Với n – Tốc độ vòng quay (vòng/ phút).

Z – số lưỡi cắt của mũi khoan.

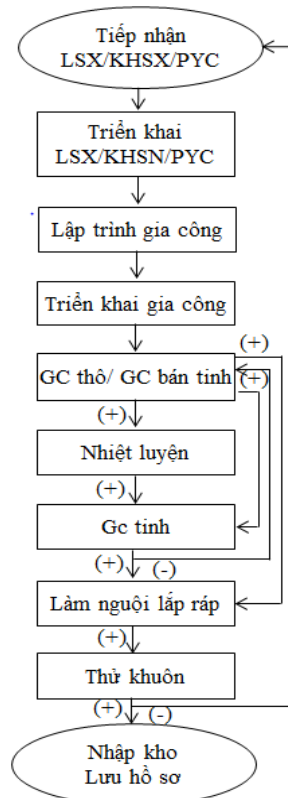
F_z – bước ăn dao ngang trên ren (mm/ ren).

3.3. Thiết kế đồ gá

Các tấm định, để có kích thước lớn nên ta dùng các vấu kẹp để kẹp chặt, định vị mặt đáy. Còn các tấm chày, cối gia công 2 nguyên công nên nguyên công đầu chọn cơ cấu kẹp chặt bằng vấu kẹp để tạo các lỗ bu lông, nguyên công 2 sử dụng các lỗ bu lông này để bắt các tấm đồ gá, sử dụng cơ cấu kẹp chặt bằng vấu kẹp để kẹp hệ thống.

4. Quy trình triển khai gia công khuôn liên hợp

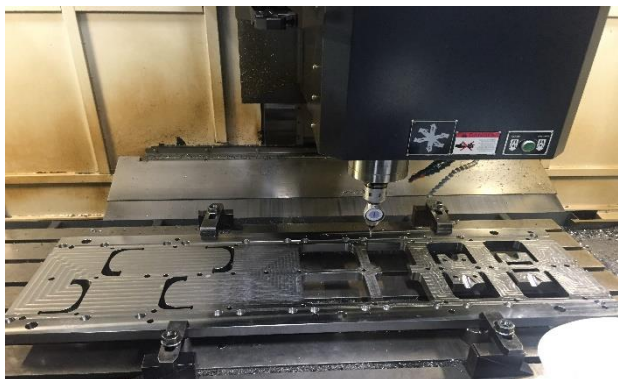
Quy trình triển khai gia công được thực hiện như Hình 8:



Hình 8. Quy trình triển khai gia công khuôn liên hợp

5. Một số hình ảnh khuôn liên hợp thiết kế, chế tạo

Trên cơ sở thiết kế và công nghệ gia công khuôn liên hợp cho chi tiết cùm treo trước ống xả xe tải điển hình thành công, chúng tôi đã tiến hành ứng dụng để sản xuất hàng loạt các loại khuôn của chi tiết này cho tất cả xe tải các loại. Điều này cho phép giảm giá thành và nâng cao năng suất và sản lượng, trong tương lai.



Hình 9a. Khuôn liên hợp trong quá trình gia công



Hình 9b. Khuôn liên hợp đã hoàn chỉnh

6. Kết luận và hướng phát triển

Xe tải các loại là những sản phẩm chủ lực của công ty cổ

phần ô tô Trường Hải. Trong hội nhập khu vực ASEAN, từ năm 2018, xe tải các loại phải có tỷ lệ nội địa hóa cao, giá thành cạnh tranh được với các loại xe tải khác của khu vực.

Khuôn liên hợp hiện đang ngày càng được ứng dụng để sản xuất các linh kiện sản xuất bằng phương pháp gia công áp lực cho ô tô trên thế giới, ở Việt Nam chưa được các nhà sản xuất ứng dụng chế tạo linh kiện nội địa hóa vì gặp khó khăn về sản lượng và về công nghệ.

Công nghệ chế tạo khuôn liên hợp là công nghệ tiên tiến đã được Thaco ứng dụng thành công để chế tạo một số chi tiết xe tải, từ đó nâng cao tỷ lệ nội địa hóa của xe, giảm giá thành sản phẩm.

Trên cơ sở này, nhóm tác giả đang tiến hành ứng dụng tiếp để sản xuất gia công tất cả các bộ khuôn dập liên hợp sau này cho các loại linh kiện tương tự của xe tải, xe khách và xe du lịch trong tương lai.

Bài báo này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài nghiên cứu khoa học “*Nghiên cứu thiết kế chế tạo khuôn mẫu cho một số chi tiết ô tô tải*” do Công ty TNHH MTV Cơ khí Chu Lai – Trường Hải chủ trì.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Siemens Industry, NX Progressive Die Design, The fastest and most complete progressive die design process, graphit.hu/.../nx_progressive_die_design_easyform.pdf
- [2] HÖLZEL Stanz- und Feinwerktechnik GmbH: Progressive die making, www.hoelzel-stanz.de.
- [3] Gunter et al: Die & Mould manufacturing technology, Hanser publisher, 2001.
- [4] Nguyễn Đức Minh, Đinh Văn Duy: Kết quả bước đầu trong nghiên cứu công nghệ dập liên tục tại Viện IMI, *Tạp chí Tự động hóa ngày nay*, 2009.
- [5] Nguyễn Tấn Tiến, Phạm Văn Nghệ: *Đề tài KC.05-16 “Nghiên cứu thiết kế công nghệ dập vô xe ô-tô”*, giai đoạn 2001-2003.
- [6] Phạm Xuân Mai: *Ứng dụng kỹ thuật ngược (Reverse Engineering) trong thiết kế ô tô*. Thaco New, 11/2011.
- [7] Nguyễn Thị Thu, Nguyễn Đức Trung, *Nghiên cứu thiết kế khuôn dập liên tục*, NXB Bách khoa, 2013.
- [8] Lê Trung Kiên, Th.s. Lê Gia Bảo: “*Thiết kế chế tạo khuôn dập*” – NXB Bách khoa, 2015.

(BBT nhận bài: 04/3/2019, hoàn tất thủ tục phản biện: 02/5/2019)