

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC**

**THIẾT KẾ- CHẾ TẠO BỘ KHUÔN ÉP NHỰA (VỎ NHỰA CỦA ĐẦU SẠC ĐIỆN
THOẠI) PHỤC VỤ NGÀNH CÔNG NGHIỆP NHỰA VÀ ĐÀO TẠO MÃ SỐ:
ĐH2016-TN02-09**

Chủ nhiệm đề tài: ThS. Vũ Như Nguyệt

THÁI NGUYÊN, THÁNG 5 NĂM 2019

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP ĐẠI HỌC**

**THIẾT KẾ- CHẾ TẠO BỘ KHUÔN ÉP NHỰA (VỎ NHỰA CỦA ĐÀU SẠC ĐIỆN
THOẠI) PHỤC VỤ NGÀNH CÔNG NGHIỆP NHỰA VÀ ĐÀO TẠO MÃ SỐ:
ĐH2016-TN02-09**

**Xác nhận của tổ chức chủ trì
KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG**

**Chủ nhiệm đề tài
(ký, họ tên)**

PGS.TS. Vũ Ngọc Pi

THÁI NGUYÊN, THÁNG 5 NĂM 2019

DANH SÁCH THÀNH VIÊN THAM GIA ĐỀ TÀI

1. Chủ nhiệm đề tài: ThS. Vũ Như Nguyệt, khoa Cơ Khí, trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp.
2. Thành viên chính: ThS. Phan Văn Nghi, khoa Cơ Khí, trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp.
3. Thành viên: ThS. Nguyễn Thuận, khoa Cơ Khí, trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp.
4. Kỹ thuật viên: ThS. Nguyễn Thái Bình, khoa Cơ Khí, trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp.
5. Thư ký khoa học: ThS. Hoàng Văn Quyết, khoa Cơ Khí, trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp.

MỤC LỤC

| | |
|---|-----------|
| DANH MỤC BẢNG BIỂU | iv |
| DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT | iv |
| THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU | v |
| MỞ ĐẦU | 1 |
| 1. Tính cấp thiết của đề tài | 1 |
| 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu | 2 |
| 3. Mục tiêu nghiên cứu | 2 |
| 4. Cách tiếp cận vấn đề | 2 |
| 5. Phương pháp nghiên cứu | 3 |
| 6. Phạm vi nghiên cứu | 3 |
| 7. Nội dung nghiên cứu | 3 |
| 8. Cấu trúc báo cáo | 3 |
| Chương 1: TỔNG QUAN VỀ KHUÔN ÉP NHỰA..... | 5 |
| 1.1. Giới thiệu | 5 |
| 1.2. Các thuật ngữ chuyên môn cơ bản | 5 |
| 1.3. Các kiểu khuôn phổ biến | 8 |
| CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ THIẾT KẾ KHUÔN ÉP NHỰA..... | 14 |
| 2.1. Các nguyên tắc để thiết kế khuôn ép nhựa..... | 14 |
| 2.1.1. Dòng đồng hướng..... | 14 |
| 2.1.2 Cân bằng dòng | 14 |
| 2.1.3 Phân bố áp suất | 14 |
| 2.1.4 Ứng suất trượt cực đại | 15 |
| 2.1.5 Vị trí đường hàn và đường nối | 15 |
| 2.2. Tiến trình thiết kế | 15 |

| | |
|--|----|
| 2.2.1. Tiến trình thiết kế sản phẩm | 15 |
| 2.2.2. Tiến trình thiết kế khuôn | 16 |
| 2.2.3. Tiến trình thiết kế hệ thống kênh dẫn | 18 |
| 2.2.4. Tiến trình thiết kế hệ thống làm nguội | 19 |
| 2.2.5. Tiến trình thiết kế các bộ phận khác | 19 |
| 2.3. Các yêu cầu kỹ thuật đối với chi tiết của bộ khuôn | 19 |
| 2.3.1. Độ chính xác về hình dáng hình học | 19 |
| 2.3.2. Độ chính xác về kích thước | 19 |
| 2.3.3. Đặc tính cơ học của các chi tiết trong khuôn | 20 |
| 2.3.4. Độ nhám bề mặt | 20 |
| 2.4. Tính số lòng khuôn | 20 |
| 2.4.1. Số lòng khuôn tính theo số lượng lô sản phẩm | 21 |
| 2.4.2. Số lòng khuôn tính theo năng suất phun của máy | 21 |
| 2.4.3. Số lòng khuôn tính theo năng suất làm dẻo của máy | 21 |
| 2.4.4. Số lòng khuôn tính theo lực kẹp khuôn của máy | 22 |
| 2.4.5. Số lòng khuôn theo kích thước tấm gá đặt trên máy ép | 22 |
| 2.5. Tính toán lực kẹp khuôn | 22 |
| 2.6. Tính toán áp suất trung bình của lòng khuôn | 23 |
| 2.7. Mô phỏng phân tích dòng chảy của nhựa (CAE) | 25 |
| 2.7.1. Lý thuyết về phần tử hữu hạn khi chia lưới sản phẩm | 26 |
| 2.7.2. Độ nhớt của chất lỏng | 27 |
| 2.7.3. Lý thuyết về truyền nhiệt | 28 |
| 2.7.4. Thông số đầu vào của việc phân tích dòng chảy (CAE) trong công nghệ | |

ép phun 28

| | |
|--|------------------------------|
| 2.7.5. Kết quả của việc phân tích mô phỏng dòng chảy | 31 |
| 2.7.6. Sai số giữa kết quả phân tích CAE với thực tế ép sản phẩm. | 31 |
| Chương 3: THIẾT KẾ KHUÔN ÉP NHỰA | 34 |
| 3.1. Thiết kế sản phẩm nhựa theo phương pháp thiết kế ngược có trợ giúp của CAD, CMM. | 34 |
| 3.2. | Thiết kế khuôn ép nhựa 38 |
| CHƯƠNG 4: CHẾ TẠO KHUÔN ÉP NHỰA | 54 |
| 4.1. Giới thiệu công nghệ chế tạo khuôn ép nhựa có kết hợp CAE: | 54 |
| 4.2. Lập trình gia công khuôn với hỗ trợ của phần mềm Unigraphics- NX 11. 57 | |
| 4.2.1. Các bước lập trình cơ bản trên phần mềm | 57 |
| 4.2.2. Các chi tiết cần gia công của bộ khuôn | 60 |
| CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC | 75 |
| KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ | 76 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | 77 |

DANH MỤC BẢNG BIỂU

| TT | Kí hiệu | Nội dung cụ thể | Trang |
|----|---------|--------------------------------------|-------|
| 1 | Bảng 1 | Một số lực kẹp khuôn tiêu chuẩn | 21 |
| 2 | Bảng 2 | So sánh giá một số vật liệu | 72 |
| 3 | Bảng 3 | Mác vật liệu của một số nước | 73 |
| 4 | Bảng 4 | Các loại vật liệu làm khuôn ép nhựa. | 73 |

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

| TT | Chữ viết tắt | Nội dung cụ thể |
|----|--------------|---|
| 1 | CAD | Computer Aided Design |
| 2 | CAE | Computer-aided engineering |
| 3 | CAM | Computer Aided Manufacturing |
| 4 | CAD/CAM | Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing |
| 5 | CNC | Computer Numerical Control |
| 6 | 3D | Three dimensional surface |
| 7 | FEM | Finite Element Method |
| 8 | CMM | Coordinate Measuring Machine |
| 9 | CAT | Computer Assisted Typesetter |
| 10 | PDM | Programming Development Manager |
| 11 | CAPP | Computer-aided process planning |
| 12 | KBE | Knowledge-based engineering, |
| 13 | RE | Reverse engineering |
| 14 | CIMS | Coordinated Incident Management System |
| 15 | ERP | Enterprise resource planning |

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

Đơn vị: ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: Thiết kế- chế tạo bộ khuôn ép nhựa (vỏ nhựa của đầu sạc điện thoại) phục vụ ngành công nghiệp nhựa và đào tạo.
- Mã số: ĐH2016- TN02- 09.
- Chủ nhiệm đề tài: ThS. Vũ Như Nguyệt
- Tổ chức chủ trì: Trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên.
- Thời gian thực hiện: Từ 15/9/2016 đến 14/9/2018. Xin gia hạn đến 14/6/2019.

2. Mục tiêu:

Ứng dụng lí thuyết và kỹ thuật CAD/CAM để thiết kế và chế tạo bộ khuôn ép nhựa phục vụ ngành công nghiệp nhựa, đó là khuôn ép nhựa đầu nối giữa dây điện và đầu sạc của điện thoại. Bộ khuôn này có giá thành thấp hơn thiết bị cùng loại nhập ngoại, có chất lượng đảm bảo và có khả năng thương mại hóa. Đặc biệt kết quả của đề tài là mô hình mẫu để sinh viên nắm bắt về công nghiệp nhựa, góp phần nâng cao chất lượng đào tạo của khoa Cơ Khí, trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp.

3. Tính mới và sáng tạo:

- a. Thiết kế bề mặt khuôn ép nhựa và các bộ phận khác dựa trên phương pháp thiết kế ngược có trợ giúp của máy đo CMM và phần mềm CAD.
- b. Xây dựng chương trình gia công trên phần mềm và kiểm tra độ chính xác thông số hình học để giảm chi phí chế tạo thử.
- c. Giảm giá thành so với đặt sửa chữa hay chế tạo ở nước ngoài, với việc nghiên cứu thay thế vật liệu SKD11 bằng C45 để góp phần giảm giá thành bộ khuôn.
- d. Sản phẩm của đề tài được đưa vào giảng dạy học phần thuộc khối kiến thức chuyên ngành chế tạo máy để nâng cao chất lượng đào tạo.

4. Kết quả nghiên cứu:

Bộ khuôn ép nhựa cho đầu sạc điện thoại- nối củ sạc và dây sạc của bộ sạc pin cho điện thoại của một số công ty sản xuất nhựa. Bộ khuôn được sửa chữa hay

thiết kế mới có giá thành hạ và thời gian ngắn để phục vụ nhu cầu của công ty sản xuất các sản phẩm nhựa của điện thoại.

5. Sản phẩm:

5.1. Sản phẩm khoa học:

a. 01 bài báo đăng tạp chí nước ngoài.

Vu Nhu Nguyet, Do Duc Trung (2019); “Optimization Milling Process When Machining C45 Steel by Ball Nose Mill for Minimum Tool Wear using Taguchi Method”; *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET)*, Volume 6, Issue 1, pp. 476- 479.

b. 01 bài báo đăng tạp chí trong nước.

Vu Nhu Nguyet, Ngo Minh Tuan, Nguyen Thuan (2018), “Influence of Tool Path Strategies on Machining Time Using the Nose Tool when Milling 3D Surfaces”, *Journal of Science and Technology*, Thai Nguyen University, 192 (16), pp. 67 - 71.

5.2. Sản phẩm ứng dụng: Bộ khuôn ép nhựa.

6. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng, tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu:

Bộ khuôn ép nhựa được chuyển giao đến cơ sở sản xuất và sử dụng đem lại hiệu quả kinh tế cho công ty cổ phần Nhựa Hiệp Hòa Việt Nam, Đông Anh, Hà Nội.

Ngày 06 tháng 5 năm 2019.

Tổ chức chủ trì

KT. HIỆU TRƯỞNG

PHÓ HIỆU TRƯỞNG

Chủ nhiệm đề tài

(ký, họ và tên)

PGS.TS. Vũ Ngọc Pi

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information:

Project title: Design and manufacture of plastic injection molds (plastic case of phone charger) for plastic industry and training.

Code number: DH2016- TN02- 09.

Coordinator: Vu Nhu Nguyet.

Implementing institution: TNU - Thai Nguyen University of Technology.

Duration: from September of 2016 to September of 2018.

2. Objective(s):

The target of this project is the CAD/CAM theory and engineering application to design and manufacture plastic injection molds for plastic industry, which is plastic injection molds connecting a wire and a charging head of Smart phones. This mold has a lower cost than imported equipment of the same types, guaranteed quality and commercial ability. In particular, the results of the thesis are a model for students to understand about the plastic industry. This contributes to improve the training quality of the Faculty of Mechanical Engineering, Thai Nguyen University of Technology.

3. Creativeness and innovativeness:

- a. Design of plastic injection mold surfaces and other parts based on design methods with helping of CMM and CAD softwares.
- b. Develop processing programs on softwares and check the accuracy of geometric parameters to reduce trial production costs.
- c. Reduce costs compared to the oversea repairing or manufacturing.
- d. The product of this project is included in the training for the manufacturing engineering subjects to improve quality of training.

4. Research results:

Set of plastic injection molds for phone chargers of some plastic manufacturing companies. The mold repaired or newly designed has low costs and short time to serve the needs of the company producing plastic products of the smart phone.

5. Products:

- 5.1. Scientific products:

a. 01 article published in a foreign journal.

Vu Nhu Nguyet, Do Duc Trung (2019); “Optimization Milling Process When Machining C45 Steel by Ball Nose Mill for Minimum Tool Wear using Taguchi Method”; *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET)*, Volume 6, Issue 1, pp. 476- 479.

b. 01 article published in the country.

Vu Nhu Nguyet, Ngo Minh Tuan, Nguyen Thuan (2018), “Influence of Tool Path Strategies on Machining Time Using the Nose Tool when Milling 3D Surfaces”, *Journal of Science and Technology*, Thai Nguyen University, 192 (16), pp. 67 - 71.

5.2. Product application: Plastic injection mold.

6. Technology transfer ways, application institutions, impacts and benefits of research results:

The plastic injection molds are delivered to production and use facilities to bring economic efficiency to Hiep Hoa Plastic Joint Stock Company Vietnam, Dong Anh, Hanoi.

MỞ ĐẦU

Nội dung phần này giới thiệu các cơ sở lý luận của đề tài. Phần thứ nhất, sẽ giới thiệu tóm tắt nghiên cứu tổng quan về các kết quả nghiên cứu liên quan ở trong và ngoài nước, từ đó thấy được tính cấp thiết của đề tài. Phần thứ hai (mục 2,3,4,5,6) trình bày mục tiêu; cách tiếp cận; phương pháp nghiên cứu, phạm vi nghiên cứu được đặt ra cho đề tài. Cấu trúc nội dung của báo cáo sẽ được trình bày trong phần thứ ba (mục 8).

1. Tính cấp thiết của đề tài

Ngày nay, ngành công nghiệp sản xuất khuôn mẫu nói chung và khuôn nhựa nói riêng đang được các nước trên thế giới đầu tư, phát triển mạnh mẽ nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm, hạ giá thành, tăng sức cạnh tranh trên thị trường.

Hiện nay, rất nhiều công nghệ sản xuất nhựa tiên tiến đang được áp dụng tại Việt Nam. Từ năm 2005, nhiều nhà sản xuất nhựa tại Việt Nam đã đầu tư đáng kể vào việc nâng cấp trang thiết bị sản xuất và máy móc của họ để cải thiện sản phẩm nhựa của họ về chất lượng và thiết kế, từ đó nâng cao khả năng cạnh tranh tại thị trường trong nước và quốc tế. Ví dụ, một vài công ty lớn đang sản xuất sản phẩm nhựa chất lượng với công nghệ cao sử dụng thiết bị tiên tiến và máy móc nhập khẩu từ Đức, Italy và Nhật Bản. Xu hướng này sẽ tiếp tục khi mà ngành công nghiệp nhựa Việt Nam phấn đấu để duy trì khả năng cạnh tranh của mình và mở rộng năng lực thâm nhập trên thị trường thế giới. Các thiết bị, máy móc của các doanh nghiệp sản xuất nhựa thì bộ khuôn thường phải sửa chữa thường xuyên vì mòn, sai hỏng bề mặt do quá trình thao tác sai của công nhân, mà đặt sửa chữa ở nước ngoài thì giá thành cao. Theo phân tích của nhóm tác giả thì với điều kiện kinh tế kỹ thuật ở Việt Nam hoàn toàn có khả năng chế tạo khuôn ép nhựa hay sửa chữa đảm bảo chất lượng mà giá thành lại hạ.

Theo khảo sát và nhu cầu của một số công ty là thành viên của công ty Sam Sung thì một tháng cần ép vỏ nhựa của chỗ nối giữa dây điện và đầu sạc đến vài chục nghìn hoặc vài trăm nghìn sản phẩm, mà một số công đoạn như lắp đầu sạc vào khuôn là do người công nhân làm đôi khi không tránh khỏi sai sót nên bề mặt khuôn nhanh bị hỏng dẫn đến sản phẩm không đạt chất lượng và khuôn ép phải sửa chữa hoặc thay thế, và cứ mỗi tháng có khoảng 10 khuôn bị hỏng cần sửa chữa. Khi sửa chữa thì gặp vấn đề là một số công ty trong nước đòi hỏi giá thành cao vì sản xuất đơn chiếc; còn nếu gửi sang nước ngoài sửa chữa thì thời gian dài và không đáp ứng được nhu cầu sản xuất.

Cho nên, đề tài tập trung vào nghiên cứu và ứng dụng công nghệ CAD/CAM để thiết kế, chế tạo nhằm mục tiêu sửa chữa một số bộ khuôn ép nhựa trong các máy móc của ngành công nghiệp nhựa để đảm bảo tính ổn định, sửa chữa kịp thời

và giảm chi phí (so với sản phẩm của nước ngoài) cho các doanh nghiệp sản xuất nhựa. Đặc biệt là đề tài rất cần thiết cho sinh viên, kỹ sư ngành chế tạo máy nắm bắt và làm chủ được công nghệ mới.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

-Nghiên cứu và chế tạo khuôn ép nhựa góp phần nâng cao chất lượng sản phẩm nhựa, tạo hướng đi mới trong sản xuất các sản phẩm nhựa.

-Việc áp dụng các tài liệu, kiến thức đã học được vào quá trình nghiên cứu giúp sinh viên tích lũy được kinh nghiệm và cảm thấy tự tin hơn sau khi ra trường.

-Bộ bản vẽ thiết kế (bản chung, bản vẽ chế tạo) có thể ứng dụng ngay vào sản xuất thực tế.

3. Mục tiêu nghiên cứu

- Thiết kế lại bộ khuôn ép chi tiết nhựa của chỗ nối giữa dây điện và đầu sạc với hỗ trợ của CAD và CAE.

- Mô phỏng quá trình gia công các chi tiết trên phần mềm với hỗ trợ của CAM.

- Chế tạo 01 bộ khuôn ép đầu nhựa nối củ sạc và dây sạc của bộ sạc pin cho điện thoại được chuyển giao đến cơ sở sản xuất với giá thành giảm hơn so với bộ khuôn được đặt thiết kế, chế tạo ở Hàn Quốc hay một số nước khác.

Các mục tiêu cụ thể là:

- Các chi tiết khuôn sử dụng sau một thời gian có hỏng và cần thay thế hoặc sửa chữa, vì vậy cần một phương pháp là tái tạo bản vẽ chế tạo theo kỹ thuật ngược dựa trên sự hỗ trợ của CAD để đưa ra bản vẽ chế tạo chi tiết là mục tiêu đầu tiên của đề tài.

- Kết quả của mục tiêu thứ nhất là dữ liệu thiết kế, đây là dữ liệu quan trọng để xây dựng các quỹ đạo chạy dao và chạy thử gia công trên phần mềm hỗ trợ. Điều này không những giảm được chi phí chế thử mà còn tăng độ chính xác hình dáng hình học của bề mặt chi tiết.

- Đặc biệt, báo cáo tổng kết đề tài được dùng làm tài liệu tham khảo cho sinh viên và kỹ sư ngành kỹ thuật cơ khí; giúp họ hình thành được những bước làm cụ thể khi ứng dụng công nghệ CAD/CAM để mô phỏng hay gia công những chi tiết máy tương tự hoặc phức tạp hơn trong học tập hoặc thực tế sản xuất.

- Phân tích và đề xuất các khuyến nghị cho các chi tiết khác.

4. Cách tiếp cận vấn đề

- Khảo sát các chi tiết của bộ khuôn ép nhựa và tham khảo các lý thuyết thiết kế đã có, phân tích ưu nhược điểm để đề xuất cách thiết kế các các bộ phận hay chi tiết của khuôn ép nhựa.
- Ứng dụng các kiến thức công nghệ chế tạo máy để lựa chọn quy trình công nghệ gia công chi tiết phù hợp.
- Mô phỏng quá trình chế tạo trên phần mềm Unigraphics NX, phân tích ưu nhược điểm và những vấn đề cần khắc phục, sửa chữa trước khi đưa vào sản xuất.
- Chế tạo các chi tiết của bộ khuôn.
- Phạm vi nghiên cứu: Thiết kế và chế tạo bộ khuôn ép nhựa nổi củ sạc và dây sạc của bộ sạc pin cho điện thoại.

5. Phương pháp nghiên cứu

Đề tài được thực hiện sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:

- Nghiên cứu lý thuyết: Sử dụng các kiến thức căn bản về thiết kế cơ khí nhằm xây dựng cách thức tiến hành tính toán thiết kế kích thước, thiết kế để xây dựng được bản vẽ chế tạo các chi tiết của bộ khuôn ép nhựa.
- Nghiên cứu thực nghiệm: Khảo sát, phân tích và đánh giá mô hình trên phần mềm; gia công chi tiết trong cơ sở sản xuất.

6. Phạm vi nghiên cứu

Đề tài chỉ tập trung nghiên cứu về tính toán thiết kế ngược bộ khuôn dựa trên lý thuyết thiết kế khuôn ép nhựa và phạm vi ứng dụng trong các doanh nghiệp phụ trợ của các công ty sản xuất điện thoại.

7. Nội dung nghiên cứu

- Cơ sở lý thuyết về khuôn ép nhựa để trình bày được cấu tạo của bộ khuôn.
- Trên cơ sở lý thuyết thiết kế khuôn ép nhựa tiến hành thiết kế khuôn ép phun cho chi tiết đầu nhựa nổi củ sạc và dây sạc của bộ sạc pin cho điện thoại.
- Dựa trên các cơ sở lý thuyết máy công cụ, dụng cụ cắt và công nghệ chế tạo máy để phân tích, lựa chọn quy trình công nghệ chế tạo lòng khuôn.
- Ứng dụng phần mềm CAD/CAM/CAE để hỗ trợ cho việc thiết kế, phân tích thiết kế và chế tạo khuôn ép nhựa.

8. Cấu trúc báo cáo

Nội dung báo cáo tổng kết đề tài bao gồm các nội dung chính như sau.

Trong *chương 1*, các kiến thức nền tảng lý thuyết về khuôn ép nhựa để hiểu, biết rõ các khái niệm cơ bản về khuôn ép nhựa và phân biệt được kiểu, loại khuôn

giúp cho việc phân tích, lựa chọn dạng khuôn phù hợp cho dạng sản phẩm nhựa tương ứng.

Chương 2 trình bày cơ sở lý thuyết thiết kế khuôn ép nhựa có ứng dụng và trợ giúp của CAE để thiết lập tiến trình thiết kế khuôn ép nhựa, tạo tiến trình thiết kế khuôn giúp cho người thiết kế hình thành được tư duy phân tích thiết kế và tối ưu hóa thiết kế.

Chương 3 trình bày rõ tiến trình thiết kế bộ khuôn ép nhựa cho chỗ nối giữa dây điện và đầu sạc của điện thoại. Kết quả là dữ liệu thiết kế bộ khuôn ép nhựa.

Nội dung *chương 4* trình bày tiến trình công nghệ gia công khuôn và ứng dụng phần mềm CAD/CAM khi lập trình gia công khuôn. Kết quả là bộ khuôn theo đúng yêu cầu kỹ thuật của bản thiết kế ở chương trước.

Các kết quả đạt được trình bày cụ thể trong *Chương 5*, cùng các kết luận và kiến nghị của đề tài.

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ KHUÔN ÉP NHỰA

1.1. Giới thiệu

Khuôn là một dụng cụ để định hình một sản phẩm nhựa. Nó được thiết kế sao cho có thể được sử dụng cho 1 số lượng chu trình yêu cầu.

Kích thước và kết cấu của khuôn phụ thuộc vào kích thước và hình dáng của sản phẩm. Số lượng sản phẩm yêu cầu cũng là một yếu tố rất quan trọng để xem xét bởi vì yêu cầu sản xuất loạt nhỏ không cần đến loại khuôn nhiều lòng khuôn hoặc loại khuôn có kết cấu phức tạp.

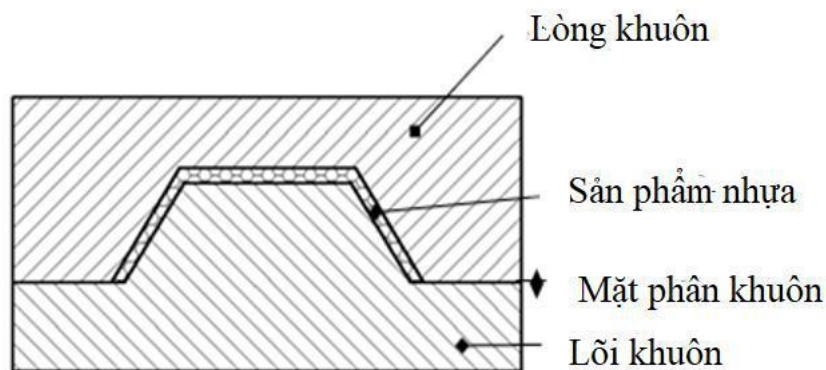
Những yếu tố bổ sung này có ảnh hưởng rất lớn đến khuôn và giá thành sản phẩm.

1.2. Các thuật ngữ chuyên môn cơ bản

- Khuôn là một cụm gồm nhiều chi tiết lắp với nhau, ở đó nhựa được phun vào, được làm nguội, rồi đẩy sản phẩm ra.

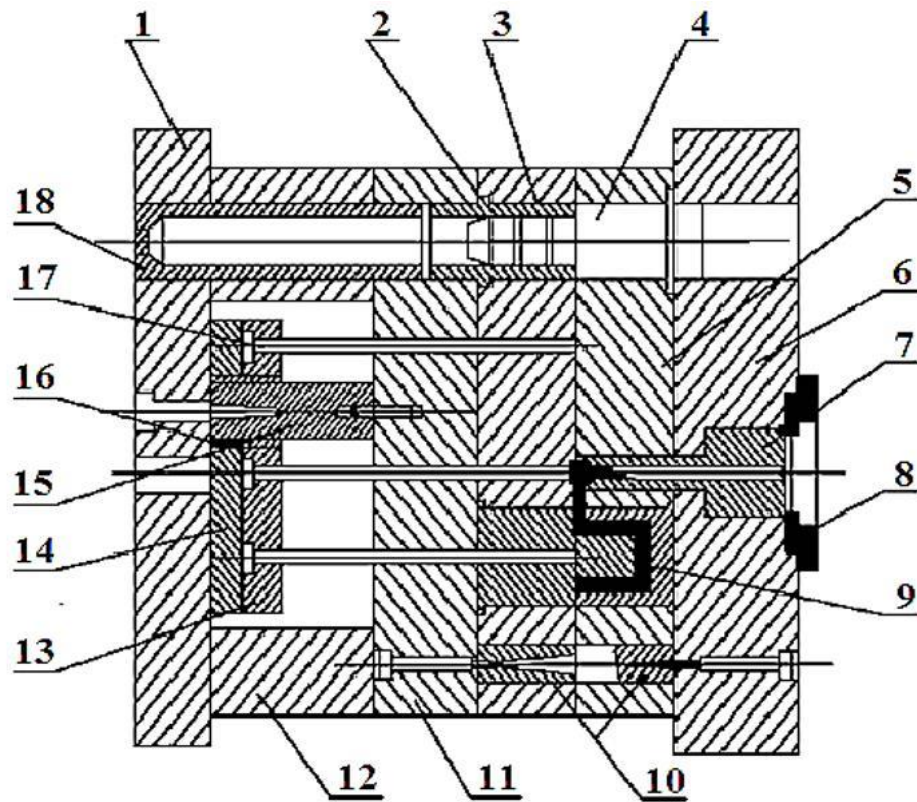
- Sản phẩm được tạo hình giữa hai phần của khuôn, khoảng trống giữa hai phần đó được điền đầy bởi nhựa và nó sẽ mang hình dạng của sản phẩm.

Một phần là phần lõm vào sẽ xác định hình dạng bên ngoài của sản phẩm được gọi là lòng khuôn, phần xác định hình dạng bên trong của sản phẩm được gọi là lõi.(H1.1)



Hình 1.1. Cơ bản về khuôn.

- Phần tiếp xúc lõi và lòng khuôn được gọi là đường phân khuôn.
- Ngoài lõi và lòng khuôn còn có các bộ phận khác và chức năng của chúng được chỉ ra trong Hình 2.2.



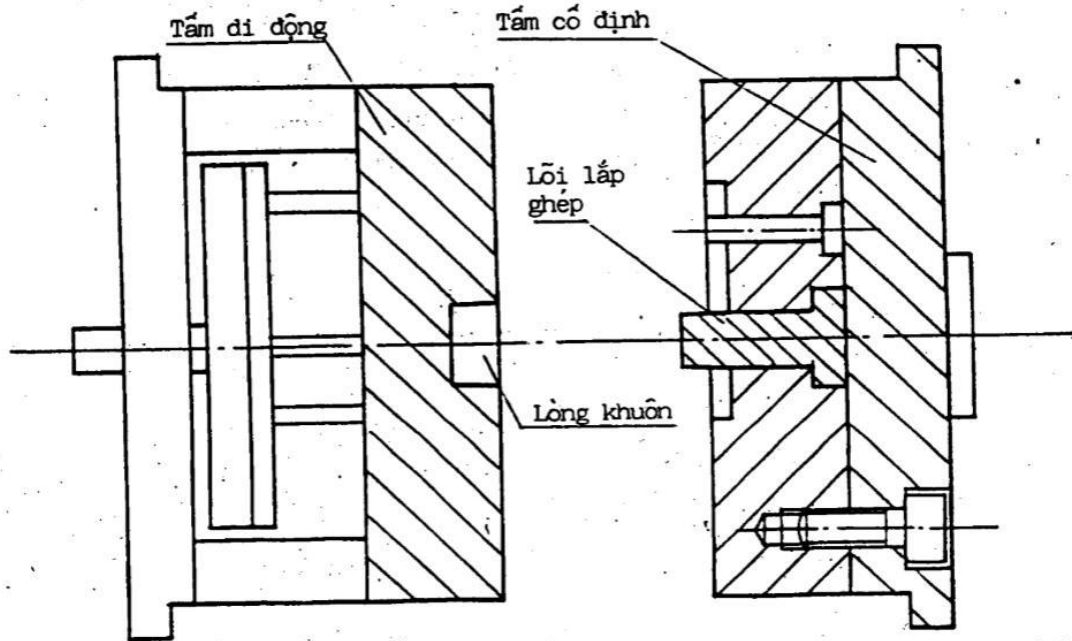
Hình 2.2. Các bộ phận cơ bản của khuôn

Phần chú thích

1. Tấm kẹp sau
2. Bạc dẫn hướng
3. Tấm lõi khuôn
4. Chốt dẫn hướng
5. Tấm lòng khuôn
6. Tấm kẹp trước
7. Bạc cuông phun
8. Vòng định vị
9. Sản phẩm
10. Bộ định vị
11. Tấm đỡ
12. Khối đỡ
13. Tấm giữ

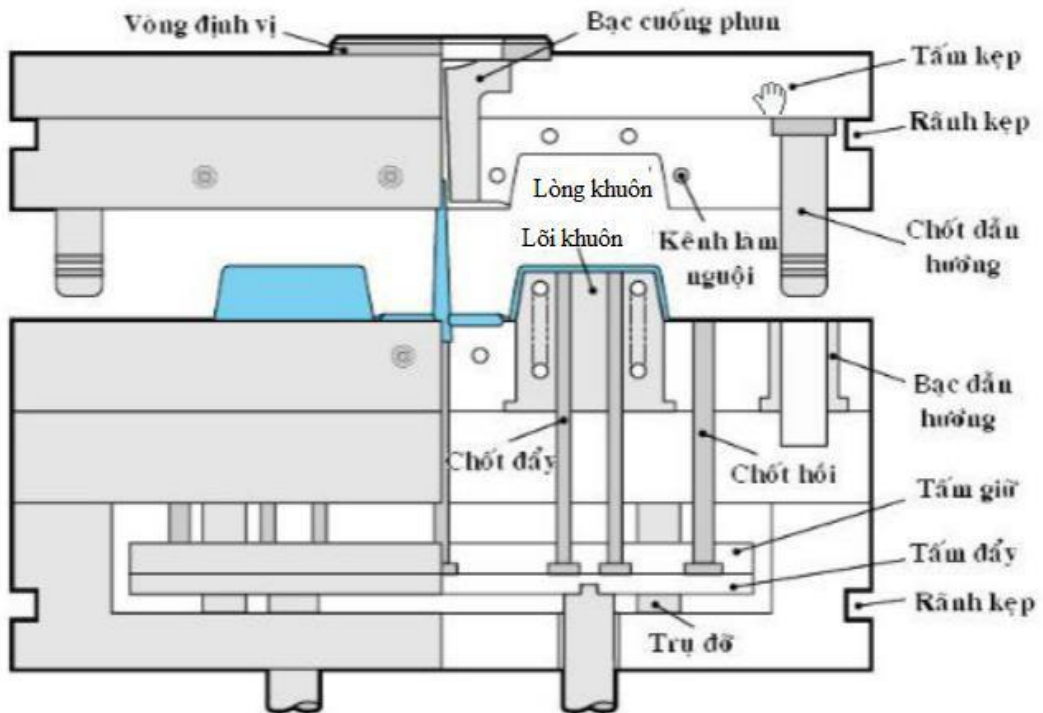
14. Tấm đẩy
15. Chốt đỡ
16. Bạc dẫn hướng chốt
17. Chốt hồi về
18. Bạc cuống phun

1. Tấm kẹp phía trước: kẹp phần cố định của khuôn vào máy ép phun
2. Tấm khuôn phía trước: là phần cố định của khuôn tạo thành phần trong và phần ngoài của sản phẩm.
3. Tấm khuôn sau: Là phần chuyển động của khuôn, tạo nên phần trong và phần ngoài của sản phẩm.
4. Tấm kẹp phía sau: kẹp phần chuyển động của khuôn vào máy ép phun
5. Tấm đỡ: Giữ cho mảnh ghép của khuôn không bị rơi ra ngoài
6. Khối đỡ: Dùng làm phần ngăn giữa tấm đỡ và tấm kẹp phía sau để cho tấm đẩy hoạt động được.
7. Tấm giữ: Giữ chốt đẩy vào tâm đẩy
8. Tấm đẩy: Đẩy chốt đẩy đồng thời với quá trình đẩy
9. Vòng định vị: đảm bảo vị trí thích hợp của vòi phun với khuôn
10. Chốt dẫn hướng: Dẫn phần chuyển động đến phần cố định của khuôn (để liên kết chính xác 2 phần của khuôn)
11. Bạc dẫn hướng: Để tránh mài mòn nhiều hoặc làm hỏng tấm khuôn sau (có thể thay thế được)
12. Bạc mở rộng: Dùng làm bạc kẹp để tránh mài mòn, hỏng tấm kẹp phía sau khối ngăn và tấm đỡ.
13. Bộ định vị: Đảm bảo cho sự phù hợp giữa phần cố định và phần chuyển động của khuôn
14. Chốt hồi về: Làm cho chốt đẩy có thể quay trở lại khi khuôn đóng lại
15. Chốt đẩy: Dùng để đẩy sản phẩm ra khỏi khuôn khi khuôn mở
16. Bạc dẫn hướng chốt: Để tránh hao mòn và hỏng chốt đỡ, tấm đẩy và tấm giữ do chuyển động mạnh giữa chúng



Hình 1.4. Khuôn hai tấm có 1 lòng khuôn.

Đối với khuôn hai tấm có nhiều lòng khuôn cần quan tâm đến việc thiết kế kênh dẫn và miệng phun sao cho nhựa có thể điền đầy các lòng khuôn cùng một lúc.

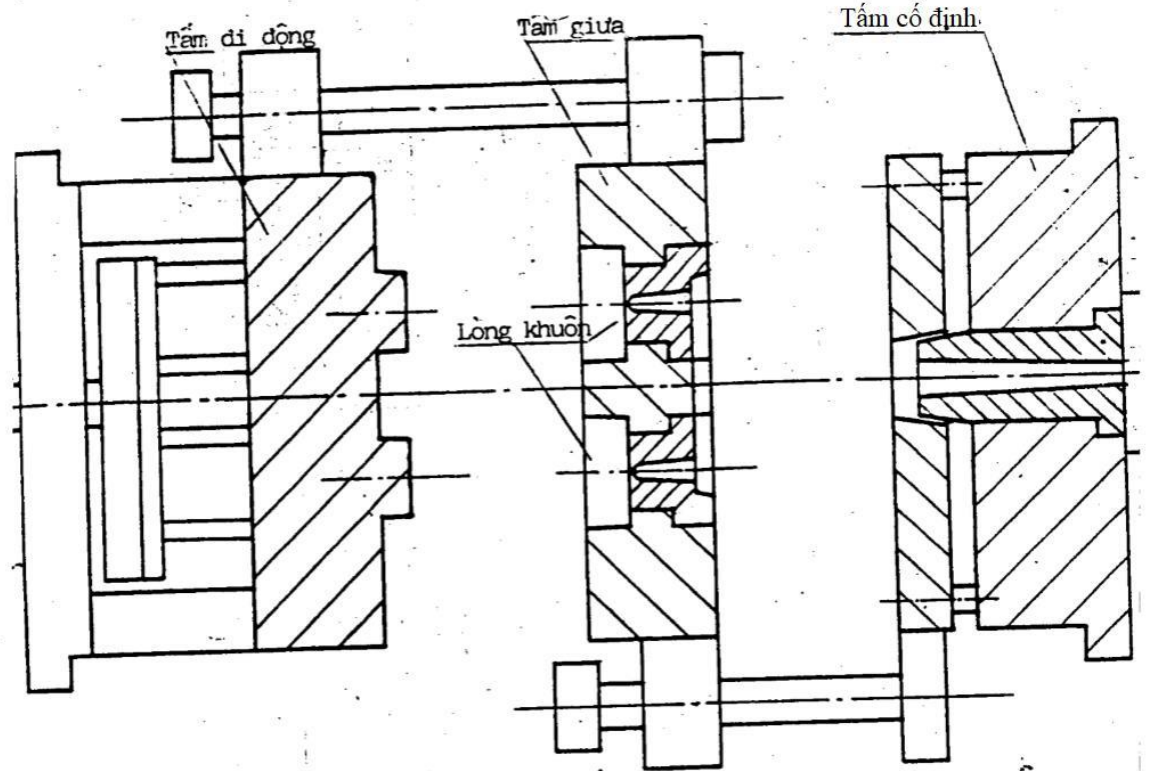


Hình 1.5. Khuôn hai tấm có kênh làm nguội.

b. Khuôn ba tấm.

Phương pháp dùng 2 tấm rất thông dụng trong hệ thống khuôn. Tuy nhiên, đối

với sản phẩm loại lớn không bố trí được miệng khuôn ở tâm, hoặc sản phẩm có nhiều miệng phun hoặc khuôn nhiều lòng khuôn cần nhiều miệng phun ở tâm, thì kết cấu khuôn có thể thay bằng nhiều hệ thống khuôn 3 tấm như minh họa Hình 2.6.



Hình 1.6. Khuôn ba tấm

Hệ thống này gồm khuôn sau, khuôn trước và hệ thống thanh đỡ. Nó tạo ra 2 chỗ mở khi khuôn mở. Một chỗ mở để lấy sản phẩm ra và chỗ mở kia để lấy kênh nhựa ra. Nhược điểm của hệ thống khuôn 3 tấm là khoảng cách giữa vòi phun của máy và lòng khuôn rất dài. Nó làm giảm áp lực khi phun khuôn và tạo ra nhiều phế liệu của hệ thống kênh nhựa. Để khắc phục điều này, một hệ thống khuôn không có kênh nhựa đã được phát triển.

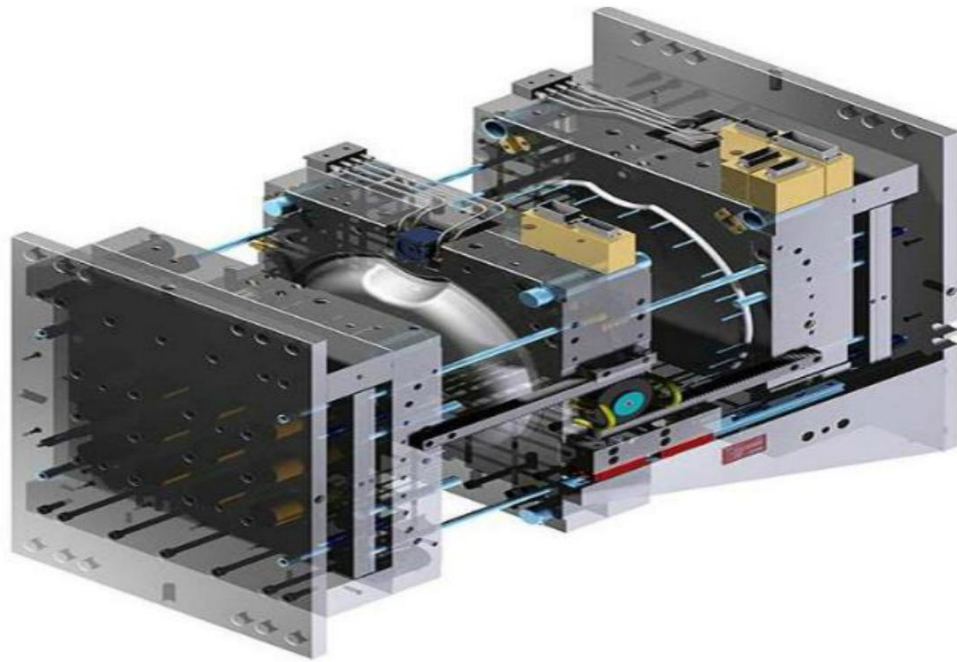
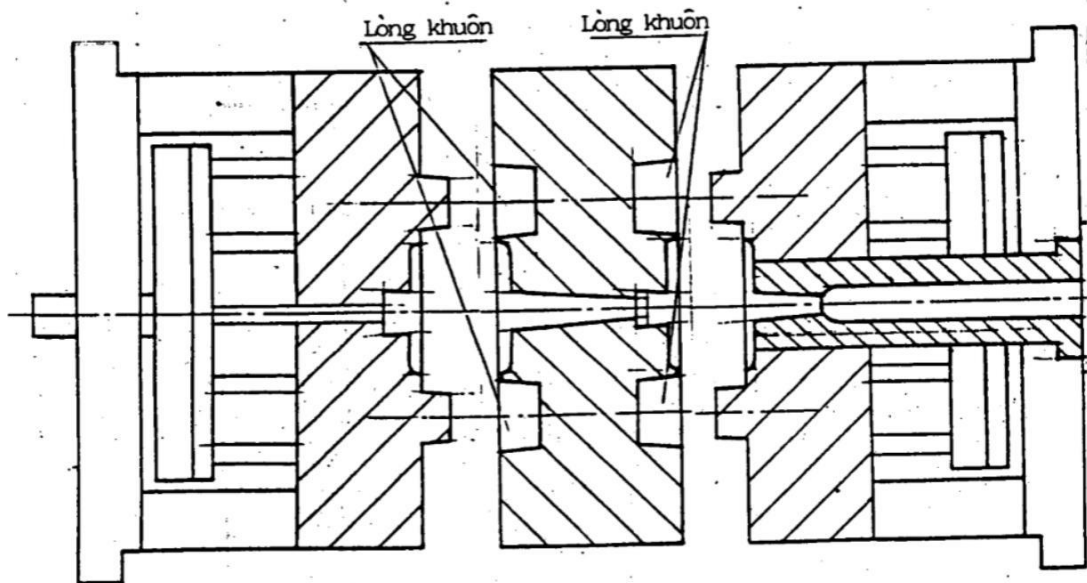
Hệ thống không có kênh nhựa này rất giống kết cấu khuôn 2 tấm, chỉ khác là có những thiết bị làm nóng ở hệ thống kênh nhựa để giữ cho vật liệu nhựa ở độ dẻo vừa phải.

Cần có một bộ điều khiển riêng biệt để điều khiển nhiệt độ của kênh nhựa cũng như của điểm nhựa nóng. Ưu điểm của hệ thống này là không có phế liệu ở hệ thống kênh nhựa và độ dày của khuôn có thể giảm đáng kể so với khuôn 3 tấm.

c. Khuôn nhiều tầng

Khi yêu cầu 1 số lượng sản phẩm lớn và để giữ giá sản phẩm thấp, hệ thống khuôn nhiều tầng như hình 1.7 được chế tạo để giữ lực kẹp của máy thấp (nghĩa là

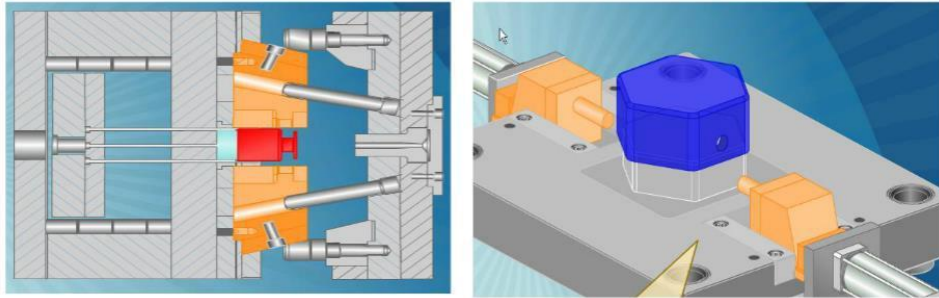
sử dụng cho loại máy có kích thước nhỏ) với loại hệ thống khuôn này chúng ta có 1 hệ thống đẩy cỡ mỗi mặt của khuôn.



Hình 1.7. Khuôn nhiều tầng

d. Khuôn có lõi mặt bên.

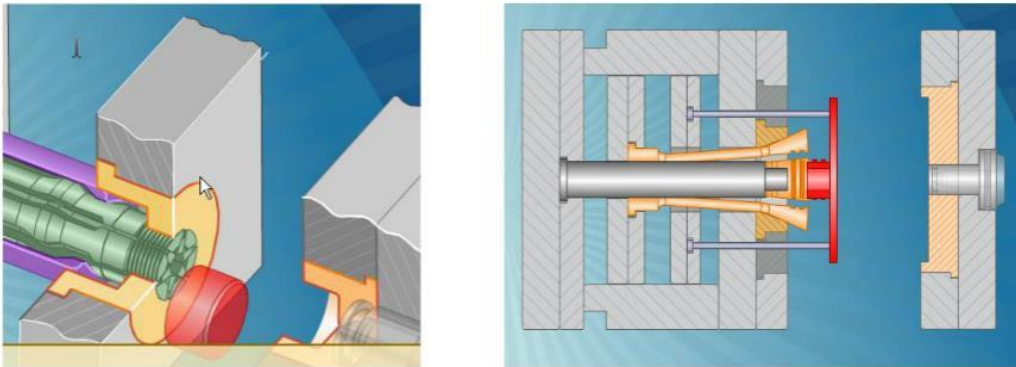
Khi khuôn được thiết kế và đường phân khuôn đã cố định, thường có một số phần của sản phẩm không tháo ra được theo hướng mở của khuôn. Trong trường hợp đó cần đến các lõi mặt bên. Có nhiều cách thiết kế lõi mặt bên bao gồm kết cấu cam chốt xiên, chốt có mặt cam, chốt dẹt, chốt xiên, chốt xiên kép, cam, chốt tháo có lõi côn, trượt theo hướng cam.



Hình 1.8. Khuôn có kết cấu tháo lõi bằng chốt xiên.

e. Khuôn cho sản phẩm có ren

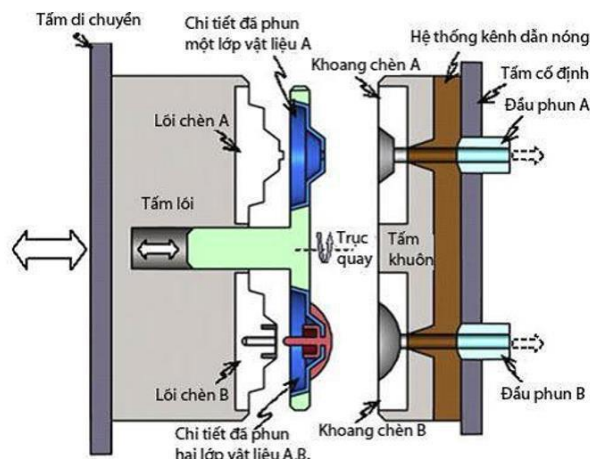
Bề mặt ren có ren trong và ren ngoài, nên có nhiều cách tháo ren như tháo ren cưỡng bức, tháo ren bằng chốt gấp, tháo ren bằng thanh răng, tháo ren bằng tay, tháo ren bằng chốt nhỏ.



Hình 1.9. Kết cấu phân tháo ren bằng chốt nhỏ.

f. Khuôn cho sản phẩm nhiều màu.

Khuôn ép ra các sản phẩm này trải qua nhiều giai đoạn cấp nhựa các màu sắc, mỗi giai đoạn sử dụng một bộ phận khuôn riêng tuy nhiên các quá trình này cần liên tục đến khi hoàn chỉnh một sản phẩm.



Hình 1.10. Sản phẩm nhựa có nhiều màu sắc.

Sau khi tìm hiểu các loại khuôn ép nhựa, do sản phẩm nhựa nổi củ sọc và dây sọc của bộ sọc pin cho điện thoại cần sản lượng lớn, việc tháo sản phẩm là do công nhân thực hiện, nhựa chỗ nổi lượng rất nhỏ tức là thời gian hoàn thành sản phẩm rất nhanh. Nên, chọn kết cấu khuôn kiểu hai tấm để kết cấu đơn giản, giảm nhiều thời gian phụ và tiết kiệm không gian lắp khuôn trên máy ép nhựa, cũng như không cần thiết kế hệ thống đẩy.

Vậy, kết luận lại là các bộ phận cơ bản của khuôn ép nhựa nổi củ sọc và dây sọc của bộ sọc pin cho điện thoại là:

1. Tấm kẹp dưới: kẹp phần cố định của khuôn vào máy ép phun
2. Tấm khuôn dưới: là phần cố định của khuôn tạo thành phần trong và phần ngoài của sản phẩm.
3. Tấm khuôn trên: Là phần chuyển động của khuôn, tạo nên phần trong và phần ngoài của sản phẩm.
4. Tấm kẹp trên: kẹp phần chuyển động của khuôn vào máy ép phun
5. Vòng định vị: đảm bảo vị trí thích hợp của vòi phun với khuôn, chi tiết này chọn theo tiêu chuẩn và mua sẵn, nên không thiết kế và chế tạo trong đề tài.
6. Chốt dẫn hướng: Dẫn phần chuyển động đến phần cố định của khuôn (để liên kết chính xác 2 phần của khuôn) , chi tiết này chọn theo tiêu chuẩn và mua sẵn, nên không thiết kế và chế tạo trong đề tài.
7. Bạc dẫn hướng: Để tránh mài mòn nhiều hoặc làm hỏng tấm khuôn sau (có thể thay thế được) , chi tiết này chọn theo tiêu chuẩn và mua sẵn, nên không thiết kế và chế tạo trong đề tài.
8. Bộ định vị: Đảm bảo cho sự phù hợp giữa phần cố định và phần chuyển động của khuôn, chi tiết này chọn theo tiêu chuẩn và mua sẵn, nên không thiết kế và chế tạo trong đề tài.
9. Bạc cuống phun: nối vòi phun với kênh nhựa với nhau qua tấm kẹp phía trên và tấm khuôn trên, chi tiết này chọn theo tiêu chuẩn và mua sẵn, nên không thiết kế và chế tạo trong đề tài.
10. Hệ thống làm mát.
11. Kênh dẫn nhựa.
12. Hệ thống thoát khí.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ THIẾT KẾ KHUÔN ÉP NHỰA

2.1. Các nguyên tắc để thiết kế khuôn ép nhựa

Khi thiết kế khuôn ép nhựa, cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Làm cho dòng đồng hướng
- Làm cân bằng dòng
- Phân bố đều áp suất trong khuôn
- Ứng suất trượt cực đại
- Kiểm soát vị trí đường hàn, đường nối
- Tránh nghẽn dòng

2.1.1. Dòng đồng hướng

Hướng của dòng chảy có ảnh hưởng đến sự co rút sản phẩm theo các hướng, dẫn đến sự co rút sản phẩm theo các hướng khác nhau. Khi thiết kế sản phẩm nên bố trí cho dòng nhựa chảy theo cùng một hướng và cùng trên một đường thẳng.

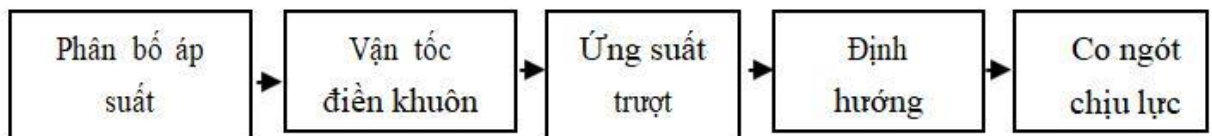
2.1.2 Cân bằng dòng

Dòng chảy được gọi là cân bằng khi các điểm cuối cùng của khuôn được điền đầy trong cùng một thời gian. Cân bằng dòng làm cho định hướng đồng đều, co rút đồng đều, ít bị ứng suất nội và cong vênh sản phẩm. Điều đó cũng làm giảm chi phí do sử dụng ít nguyên liệu.

Vì vậy, khi thiết kế sản phẩm phải chú ý sao cho tất cả các dòng chảy (flowpath) cân bằng, có nghĩa là điền đầy với cùng áp suất và thời gian.

2.1.3 Phân bố áp suất

Phân bố áp suất có ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm do:



Sơ đồ 2.1. Phân bố áp suất có ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm

Như vậy, muốn sản phẩm tốt phải tạo cho phân bố áp suất đều từ đầu dòng đến cuối dòng chảy.

2.1.4 Ứng suất trượt cực đại

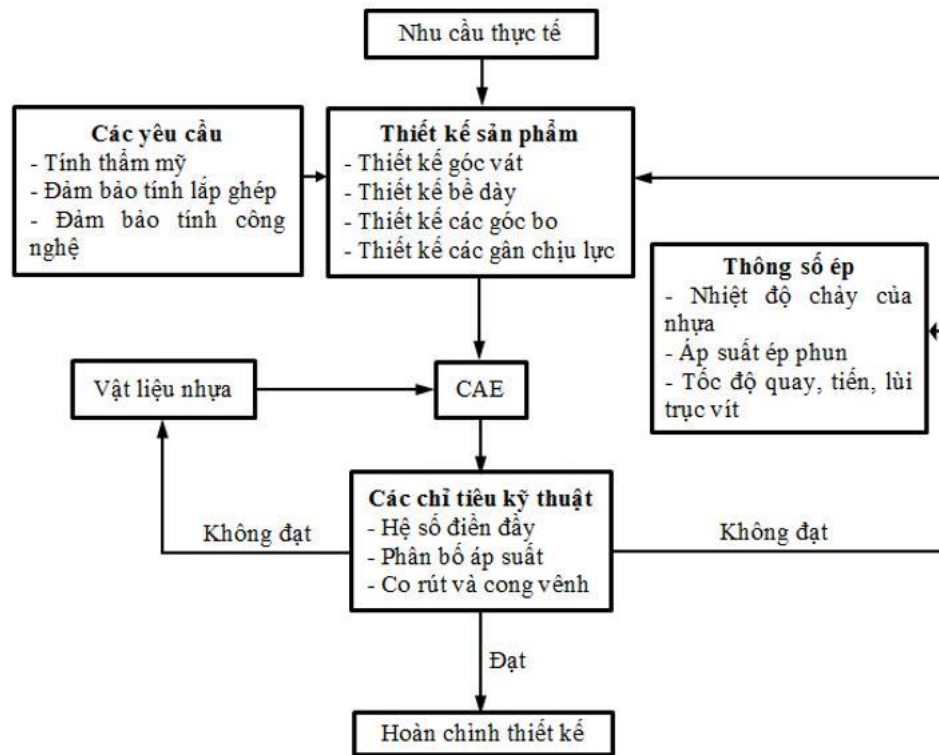
Khi ép phun, ứng suất trượt không vượt quá một giá trị cho phép, giá trị này phụ thuộc vào vật liệu ép phun.

2.1.5 Vị trí đường hàn và đường nối

Đường hàn hay đường nối hình thành do sự gặp nhau của các dòng nhựa khác nhau khi chảy trong khuôn, có cả vùng dày lẫn vùng mỏng, nhựa sẽ điền đầy vùng dày trước điều này dẫn đến nghẽn dòng tại vùng mỏng.

2.2. Tiến trình thiết kế

2.2.1. Tiến trình thiết kế sản phẩm



Sơ đồ 2.2. Tiến trình thiết kế sản phẩm nhựa

Trong quá trình phân tích sản phẩm, nếu áp suất cần cho quá trình điền đầy cao hay xuất hiện các khuyết tật như: sản phẩm không được điền đầy, bị bavaria, xuất hiện đường hàn... Thì không nên sửa đổi ngay hình học sản phẩm mà nên ưu tiên thay đổi các thông số ép hay chọn lại vật liệu nhựa.

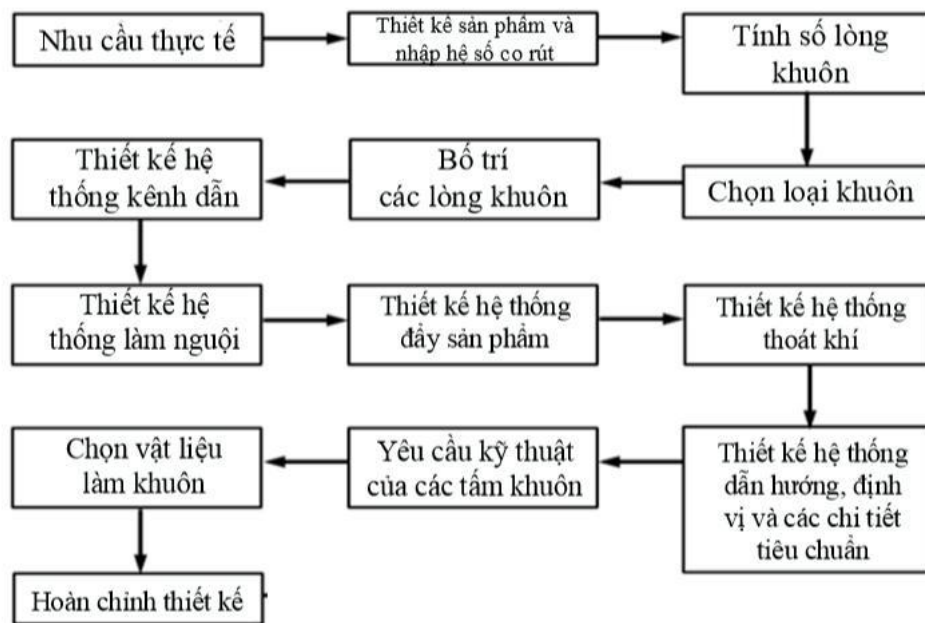
Nếu việc thay đổi các thông số gia công vẫn không cải thiện được các vấn đề trên thì mới nghĩ đến việc thay đổi hình học của chi tiết. Vì khi thay đổi hình học sản phẩm có thể sẽ ảnh hưởng đến nhiều chi tiết lắp khác có liên quan, đồng thời phải xem xét đến tính thẩm mỹ và độ bền của chi tiết.

2.2.2. Tiến trình thiết kế khuôn

Trong quá trình thiết kế khuôn, các bước trên không nhất thiết tiến hành độc lập mà phải phối hợp linh hoạt với nhau để đạt kết quả tốt nhất.

Trong thực tế sản xuất, quy trình thiết kế khuôn được tiến hành như sau:

Nhận bản vẽ (giấy hoặc file 2D, 3D) > Layout > Thuyết minh phương án > Xử lý sản phẩm > Tách khuôn ra các thành phần > Xử lý lõi khuôn > Tạo bản vẽ lắp ráp > Tạo bản vẽ chi tiết > Thiết kế và chế tạo bản vẽ điện cực dùng EDM > Duyệt > Kiểm tra bản vẽ > Phát hành bản vẽ > Xuất file.



Sơ đồ 2.3. Trình tự thiết kế

Công việc, các số liệu đặt hàng như thiết kế từng phần, số lượng, vật liệu sản phẩm như sau:

- Số liệu về máy phun nhựa như: Áp lực phun, lực kẹp, lượng nhựa một lần phun, kích thước các tấm, khoảng mở lớn nhất và nhỏ nhất.
- Loại khuôn: khuôn bình thường, khuôn có cắt sau
- Các kết cấu cơ khí: Độ dày các tấm, phân bố các lỗ
- Độ co rút: Xác định tính chất vật liệu, độ dày thành chi tiết ...
- Vật liệu khuôn: Loại vật liệu của từng chi tiết, độ cứng, độ bóng.
- Lòng khuôn và lõi: Liên khối hoặc lắp ghép, lắp ghép thứ cấp và thiết kế lắp ghép.
- Bố trí các lòng khuôn: Số lòng khuôn, sự bố trí, vị trí.

- Thiết kế hệ thống phun: Trực tiếp hoặc gián tiếp, thiết kế bạc phun.
- Mặt cắt ngang của kênh dẫn nhựa: Tròn, hình thang, kênh dẫn nhựa nóng hoặc kênh có cách nhiệt.
- Hệ thống miệng phun: Màng, vòng, đường phun, lưới, bản, flash, chậu, chốt ngàm, định vị miệng phun ...
- Điều khiển nhiệt: Thiết kế đường nước, số lớp ...
- Hệ thống tháo khuôn: Chốt đẩy, tấm đẩy, vòng đẩy, ...
- Dẫn hướng và định tâm: Định vị bằng côn, trụ dẫn, chốt vòng định vị, ...
- Sự thoát khí: Rãnh dẫn, rãnh thoát, chốt, màng mỏng, ...
- Các chi tiết ghép nối: bu lông dài, bộ kích động thủy lực mặt bên, máy dẫn động bằng hệ thống không có ren, ...

Thiết kế khuôn đúng phương pháp là phải có một trình tự, có tổ chức, có danh mục kiểm tra từng bước một cách có hệ thống của các qui tắc thiết kế cơ bản hướng dẫn cho người thiết kế trước khi bắt đầu thiết kế. Điều rất cần thiết trong thiết kế khuôn là phải tham khảo ý kiến của người sử dụng, người làm khuôn, phòng kiểm tra chất lượng và người đóng gói khuôn, ... Việc lựa chọn miệng phun, thoát khí, phương pháp tháo khuôn điều rất quan trọng.

Điều quan trọng trong việc thiết kế khuôn là phải luôn có sự tin cậy hoàn toàn rằng khuôn sẽ làm việc đúng như định trước. Nếu có nghi ngờ gì thì phải giải quyết trước khi thiết kế khuôn vì điều chỉnh trên bản vẽ sẽ dễ hơn rất nhiều so với sửa bộ khuôn thực tế.

Trước khi chấp nhận một đơn đặt hàng để chế tạo khuôn, khách hàng cùng với kỹ sư chịu trách nhiệm chính về thiết kế chế tạo bộ khuôn đó phải thảo luận với nhau về thiết kế từng phần, về chất lượng vật liệu khuôn, về gia công tinh các bề mặt, các yêu cầu về dung sai và về mọi thông tin khác.

Các thông tin liên quan đến máy và bộ khuôn sẽ được lắp lên là điều quan trọng nhất trong thiết kế khuôn.

Sau khi đã có số liệu về máy, về loại sản phẩm, người thiết kế có thể bắt đầu phân tích kiểu khuôn sẽ thiết kế. Ở giai đoạn này nên tham khảo ý kiến với phòng sản xuất về máy nào, hoặc phương pháp gia công nào nên sử dụng trong bản thiết kế này. Những gợi ý về thiết kế cơ khí cũng nảy sinh trong quá trình thảo luận.

Độ co của vật liệu sản phẩm phụ thuộc vào dạng vật liệu sử dụng, cũng cần được thảo luận với khách hàng.

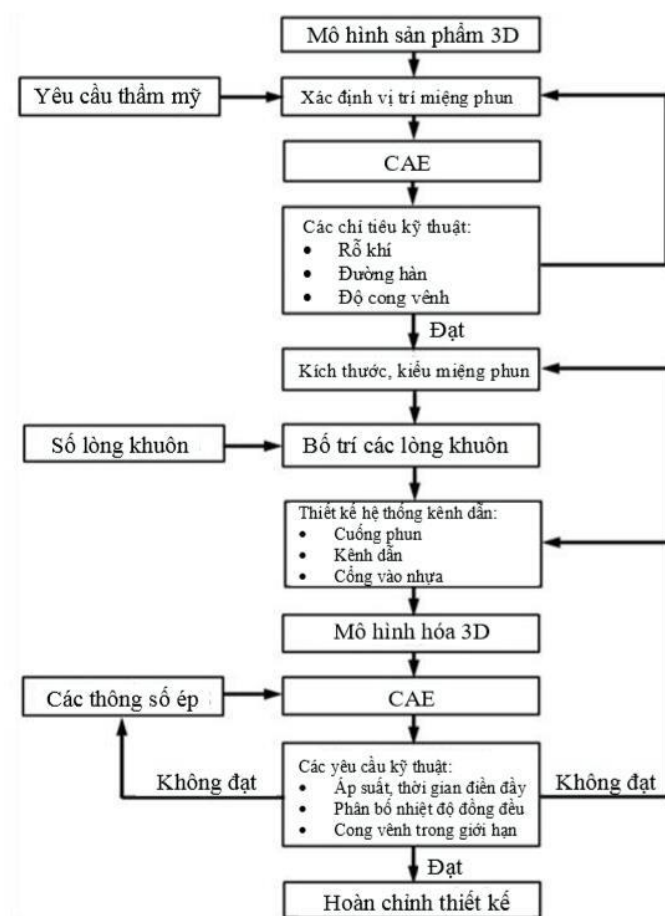
Để khuôn đạt chi tiêu kinh tế, cần sử dụng mọi chi tiết tiêu chuẩn hóa như: Các chi tiết lắp ghép, đầu nối, các chi tiết phụ trợ cho khuôn và các phụ tùng thay thế.

Cấu trúc khuôn phụ thuộc nhiều vào số lượng sản phẩm cần thiết. Thông thường trước khi bắt đầu thiết kế khuôn, nhà thiết kế phải có những thông tin sau:

- Một bản vẽ sản phẩm rõ ràng, quan tâm đến vật liệu được phun vào khuôn.
- Kiểu máy gia công sẽ dùng để nhà thiết kế có thể đảm bảo việc lắp ráp khuôn.
- Số lượng lòng khuôn.

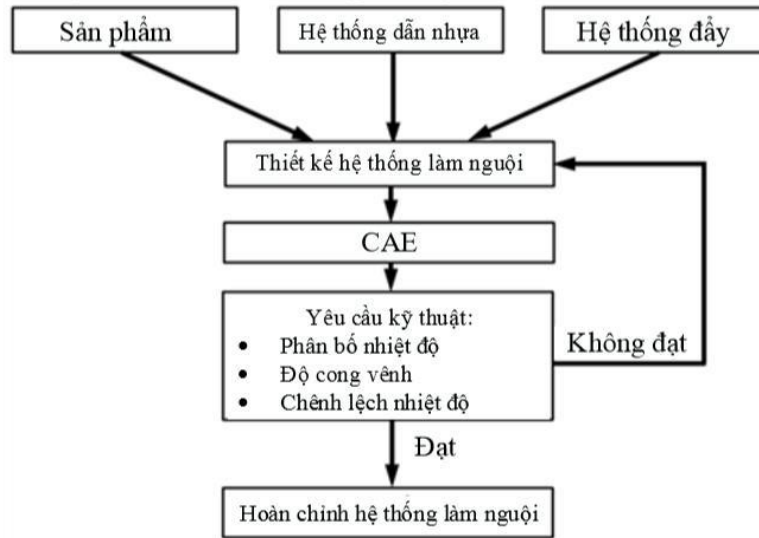
Nhà thiết kế khuôn cần có sự trao đổi với nhà thiết kế sản phẩm về chỗ đặt đường phân khuôn, chỗ đặt miệng phun, chỗ đặt chốt đẩy. Khi thiết kế khuôn phải đặc biệt chú ý đảm bảo cho sản phẩm không dính vào mặt không mong muốn của khuôn. Sau khi trao đổi, nhà thiết kế bắt tay vào việc thiết kế khuôn với những thông tin có trong bản vẽ sản phẩm.

2.2.3. Tiến trình thiết kế hệ thống kênh dẫn



Sơ đồ 2.4. Tiến trình thiết kế hệ thống kênh dẫn

2.2.4. Tiến trình thiết kế hệ thống làm nguội



Sơ đồ 2.5. Tiến trình thiết kế hệ thống làm nguội

2.2.5. Tiến trình thiết kế các bộ phận khác

- a. Hệ thống đẩy
- b. Hệ thống thoát khí
- c. Hệ thống dẫn hướng.

2.3. Các yêu cầu kỹ thuật đối với chi tiết của bộ khuôn

2.3.1. Độ chính xác về hình dáng hình học

Nâng cao độ chính xác về hình dáng nhằm đảm bảo sản phẩm được sản xuất ra có chất lượng cao, không cong vênh, có mỹ thuật theo yêu cầu của người thiết kế sản phẩm, đáp ứng yêu cầu của người tiêu dùng.

Độ chính xác về hình dáng còn góp phần vào quá trình nâng cao năng suất sản xuất sản phẩm (như khuôn có góc nghiêng chính xác, bề mặt đạt độ nhám theo thiết kế thì sản phẩm sẽ đạt chất lượng cao và nhựa dễ dàng chảy vào cũng như dễ lấy ra khỏi khuôn, ...) đồng thời cũng nâng cao tuổi thọ của khuôn.

2.3.2. Độ chính xác về kích thước

Đối với những khuôn nhựa kỹ thuật cao, độ chính xác về mặt kích thước rất quan trọng. Thông thường các sản phẩm nhựa này được lắp với nhau hoặc lắp với các phần khác, do đó các chi tiết khuôn ở phần tạo hình cho việc lắp ráp này cần được chế tạo rất chính xác.

Độ chính xác cao của chi tiết sẽ làm cho các phần khuôn lắp với nhau một cách dễ dàng, các phần sẽ nằm đúng vị trí, việc định vị hai phần khuôn với nhau

được thực hiện một cách chính xác và hoàn hảo, các mặt phân khuôn ăn khớp với nhau, sản phẩm nhựa được tạo ra sẽ không bị bavia cũng như không bị biến dạng do độ dày mỏng khác nhau của sản phẩm (do khoảng tạo hình giữa chày và cối không đều) gây ra.

2.3.3. Đặc tính cơ học của các chi tiết trong khuôn

Độ cứng của các chi tiết trong khuôn có liên quan chặt chẽ đến các yếu tố khác như khả năng chống mài mòn, khả năng chịu lực ép, không bị biến dạng...

- Khả năng chống mài mòn: Mức độ chống mài mòn của khuôn tùy thuộc vào loại nhựa dùng để ép, chế độ làm việc lâu dài của khuôn. Để nâng cao khả năng chống mài mòn của khuôn thì bề mặt cần nhiệt luyện, thấm Nitơ, Cacbon, hay mạ Crôm, ...
- Khả năng chịu lực ép không bị biến dạng: Trong suốt quá trình làm việc, khuôn nhựa luôn bị lực ép (lực kẹp khuôn, áp lực phun) dồn vào những bề mặt của bộ phận khuôn. Do đó, kết cấu khuôn phải đủ bền để tránh gây biến dạng làm hư khuôn.

Ngoài ra, độ cứng cũng góp phần làm cho chi tiết dễ đánh bóng, chống hoen rỉ khi làm việc trong môi trường ẩm ướt.

2.3.4. Độ nhám bề mặt

Chỉ tiêu về độ nhám bề mặt rất quan trọng với các chi tiết tạo hình sản phẩm (phần chày, phần cối, các miếng ghép, ...). Để sản phẩm trong suốt, bằng phẳng thì độ bóng của chi tiết phải như tấm gương (độ nhám bề mặt $Ra < 0,05$). Độ nhám đạt được do thành phần Crôm, độ tinh khiết cũng như độ cứng cần thiết của vật liệu làm khuôn. Do vậy, khi chọn vật liệu để chế tạo các chi tiết tạo hình, phải quan tâm nhiều đến thành phần Crôm, khả năng đạt độ cứng đến mức cần thiết và độ biến dạng ít sau khi nhiệt luyện.

2.4. Tính số lòng khuôn

Thông thường, có thể tính số lòng khuôn cần thiết trên khuôn theo các cách sau:

- Tính theo số lượng lô sản phẩm
- Tính theo năng suất phun của máy
- Tính theo năng suất làm dẻo của máy
- Tính theo lực kẹp khuôn của máy
- Tính theo kích thước bàn kẹp của máy ép

2.4.1. Số lòng khuôn tính theo số lượng lô sản phẩm

$$n = \frac{L \times K \times t_c}{t_m}$$

$$K = 1/(1-k)$$

Trong đó:

n: Số lòng khuôn tối thiểu trên khuôn

L: Số sản phẩm trong một lô sản phẩm

K: Hệ số do phế phẩm (%)

K: Tỷ lệ phế phẩm (tùy từng công ty) (%)

t_c : Thời gian chu kỳ ép phun của một sản phẩm (s)

t_m : Thời gian yêu cầu phải hoàn thành 1 lô sản phẩm (ngày)

2.4.2. Số lòng khuôn tính theo năng suất phun của máy

Năng suất phun của máy cũng là nhân tố ảnh hưởng đến số lòng khuôn. Điều đó thể hiện qua công thức sau:

$$n = 0.8 \times \frac{S}{W}$$

Trong đó:

n: Số lòng khuôn tối đa trên khuôn

S: Năng suất phun của máy (g/lần phun)

W: Trọng lượng của sản phẩm (g)

2.4.3. Số lòng khuôn tính theo năng suất làm dẻo của máy

Số lòng khuôn tính theo năng suất làm dẻo của máy được tính theo công thức sau:

$$n = \frac{P}{X \times W}$$

Trong đó:

n: Số lòng khuôn tối đa trên khuôn

P: Năng suất làm dẻo của máy (g/phút)

X: Tần số phun (ước lượng) trong mỗi phút (1/phút)

W: Trọng lượng của sản phẩm (g)

2.4.4. Số lòng khuôn tính theo lực kẹp khuôn của máy

Số lòng khuôn tính theo lực kẹp khuôn của máy được tính theo công thức sau:

Trong đó:
$$n = \frac{S \times P}{F_p}$$

n: Số lòng khuôn tối đa trên khuôn

S: Diện tích bề mặt trung bình của sản phẩm theo hướng đóng khuôn (mm²)

P: Áp suất trong khuôn (Mpa)

2.4.5. Số lòng khuôn theo kích thước tấm gá đặt trên máy ép

Sau khi tính được số lòng khuôn thỏa mãn các điều kiện trên, tiến hành thiết kế sơ bộ (ước lượng) kích thước bao của tấm khuôn, xem bộ khuôn sau khi hoàn thành có thể gá lên máy ép đó hay không? Nếu không thì sắp xếp lại cách bố trí lòng khuôn hoặc giảm số lòng khuôn (tính lại xem có kịp thời gian giao hàng không) hoặc tìm máy ép khác (tính lại số lòng khuôn với máy ép mới).

2.5. Tính toán lực kẹp khuôn

Trong một khuôn thì áp suất cần thiết dùng để điền khuôn và nén ép sẽ là áp suất bên trong lòng khuôn. Áp suất trung bình tác động vuông góc vào lòng khuôn đến đường giáp mí khuôn là tổng lượng áp suất được dùng để kẹp khuôn không gây ra hiện tượng bavia. Áp suất kẹp khuôn cần phải thắng được lực kẹp.

Áp suất lòng khuôn tác động lên mặt khuôn có độ cứng cao của khuôn. Diện tích của sản phẩm dùng trong tính toán lực kẹp khuôn là diện tích hình chiếu. Đó là phần diện tích của sản phẩm được nhìn từ bề mặt của khuôn. Cũng có thể tính diện tích của sản phẩm bằng diện tích của đường giáp mí của sản phẩm với khuôn. Tính toán diện tích của mẫu đơn giản sau đó nhân lên theo chiều dài và chiều rộng, phương pháp này lấy phần diện tích cơ sở là 1 inch².

Áp suất lòng khuôn trung bình trên mỗi inch² của diện tích hình chiếu được nhân với diện tích hình chiếu bằng với áp suất cần thiết để giữ hai nửa khuôn lại với nhau.

Tất cả các khuôn đều được tính toán lực kẹp khuôn. Diện tích của cổng phun cũng được thêm vào vì cổng phun tồn tại đường giáp mí sản phẩm với khuôn và

dùng theo hướng mở khuôn. Hệ thống công phun, nếu ngắn thì không ảnh hưởng đến tính toán lực kẹp khuôn. Tuy nhiên, nếu sản phẩm nhỏ và hệ thống công phun lớn thì diện tích công phun được cộng vào diện tích hình chiếu.

Tuy nhiên, kết quả tính toán lực kẹp khuôn chỉ là lực kẹp khuôn ước lượng. Lực kẹp khuôn ước lượng này rất quan trọng đối với người cài đặt máy, người này phải xác định kích thước máy cần dùng để ép một sản phẩm nào đó. Người cài đặt máy cần thêm vào 10÷20% lực kẹp khuôn ước lượng để đảm bảo rằng khi gia công không bị hiện tượng bavaria. Một điểm quan trọng nữa là lực kẹp khuôn ước lượng này có thể được dùng làm điểm khởi động. Nếu trong quá trình ép khuôn tạo bavaria thì cần phải tăng lực kẹp lên khuôn. Nếu khuôn chạy tốt thì không cần phải giảm lực khuôn xuống nữa.

Lực kẹp khuôn quá lớn sẽ gây ra một số vấn đề: tiêu tốn năng lượng máy, gây ra hao mòn khuôn và máy, giảm thoát khí của khuôn và có thể làm kéo dài chu kỳ ép. Trong điều kiện cuối thì đúng cho trường hợp ngâm kẹp bằng khay. Với những lý do trên thì trong quá trình cài đặt lực kẹp khuôn cần tối thiểu lực kẹp.

Việc tối ưu lực kẹp khuôn có thể được xác định thông qua một số lần ép thử nghiệm. Bắt đầu với lực kẹp khuôn ước lượng sau đó giảm từ từ cho đến khi bavaria xuất hiện rồi tăng lực khuôn lên 10 ÷ 20% để chắc chắn sản phẩm ép đạt chất lượng tốt.

Một ứng dụng nữa của lực kẹp khuôn ước lượng là để bảo vệ khuôn. Lực kẹp khuôn chỉ phụ thuộc vào sản phẩm. Ví dụ: với sản phẩm tính toán có lực kẹp khuôn là 100 tấn mà cài đặt 300 tấn thì lực kẹp khuôn này sẽ làm hỏng khuôn.

2.6. Tính toán áp suất trung bình của lòng khuôn

Áp suất trung bình qua lòng khuôn phụ thuộc vào một số yếu tố sau. Hai yếu tố quan trọng nhất là loại vật liệu và độ nhớt lúc nhựa chảy lỏng. Một yếu tố chính nữa là tỉ lệ độ dày và chiều dài của dòng chảy trong lòng khuôn (tỉ lệ L/T). Tỉ lệ này được xác định bằng chiều dài từ công phun đến cuối sản phẩm chia cho bề dày trung bình.

Thông thường thì áp suất trung bình của các loại nhựa thường là 2-tấn/inch². Với vật liệu khó chảy (có độ nhớt cao) thì áp suất này là 4÷6 tấn/inch². Điều này có nghĩa là áp suất lòng khuôn trung bình từ 8000÷12000 Psi. Các loại vật liệu khó chảy là polycarbonate, polysulfone, polymide. Khi tính toán lực kẹp khuôn thì cần dựa trên loại vật liệu gia công.

Một số lực kẹp khuôn tiêu chuẩn được đưa ra trong bảng sau. Một số loại nhựa đặc biệt có thể lấy từ nhà sản xuất.

| Viết tắt | Tên đầy đủ | Maximum L/T Ratio (0.040 inch) | Tonnage require (tons/inch ²) |
|----------|----------------------------------|--------------------------------|---|
| ABS | Acrylonitrile-Butadien-Stvrence | 50-200:1 | 2.5-4 |
| CAB | Cellulose Acetate Butvrate | 300-40:1 | 1-2 |
| HDPE | High Density Polyethylene | 200-250 | 1.5-3 |
| HIPS | High Impact Polyethylene | 200-250 | 2-3 |
| LDPE | Low Density Pelyethylene | 250-300 | 1-2 |
| PA-6 6 | Polyamide Nylon 661 | 150-300 | 4-5 |
| PA-6 | Polyamide Nylon 61 | 150-300 | 4-5 |
| PBT | Polybutylene Tereph Thalate | 150-200 | 3-5 |
| PC | Poly Carbonate | 30-100 | 3-5 |
| PEI | Polyether Imide | 70-140 | 4-6 |
| PET | Polyether (Filled) Terephthelate | 80-200 | 4-6 |
| PMMA | Polymethyl Methaerylate | 130-150 | 2-4 |
| POM | Polyoxymethylene (Acetal) | 100-200 | 3-5 |
| PP | Polypropylene | 200-300 | 1-3 |
| PPO | Polyphenylene Oxide (Modified) | 100-200 | 2-3 |
| PPS | Polyphenylene Sulfide (Filled) | 150-180 | 2-3 |
| PS | Polystyrene (Erystal) | 200-250 | 1-3 |
| PSI | Poly Sulfone | 60-120 | 4-6 |
| PVC | Polyvinyl Chloride | 100-200 | 2-3 |
| PVC | Polyvinyl Chloride (Plasticized) | 200-300 | 1.5-3 |
| TPER | Thermoplastic Polyurethane | 200-250 | 1-2 |

Bảng 1. Một số loại lực kẹp khuôn tiêu chuẩn

Mặt khác, đối với các loại nhựa dễ chảy thì lực kẹp cần phải lớn hơn giá trị trung bình, các loại nhựa này là nylon, acetal, polybutylen telephthalate. Các loại nhựa này có tốc độ kết tinh trở lại cao và nguội nhanh. Do đó, trong quá trình phun phải phun với tốc độ cao. Phun với tốc độ cao sẽ làm cho áp suất trong lòng khuôn cao do đó dễ gây ra hiện tượng bavia. Các loại nhựa này dễ tạo bavia do có độ nhớt quá thấp.

Một yếu tố khác ảnh hưởng đến áp suất trung bình của lòng khuôn là sự giới hạn của dòng chảy. Với các sản phẩm thành mỏng hoặc có tỉ lệ L/T cao thì áp suất điền khuôn cao hơn. Áp suất lực kẹp khuôn cao thì cần lực kẹp khuôn cao hơn

2.7. Mô phỏng phân tích dòng chảy của nhựa (CAE).

Giới thiệu về CAE: CAE là tên gọi tắt của kỹ thuật phân tích có trợ giúp máy vi tính (Computer-Aided Engineering). Lợi dụng khả năng phân tích và tính toán chính xác, nhanh chóng của máy vi tính, để hiểu mô hình nguyên lý của hệ thống (Theoretical Model), đồng thời kết hợp chức năng đồ họa vi tính (Computer Graphics), giúp người sử dụng thu được kết quả phân tích nhanh chóng, và sử dụng kết quả để sửa đổi tối ưu hóa tham số thiết kế và ép phun.

CAE kết hợp đồ họa, thiết kế có trợ giúp máy vi tính (Computer-Aided Design/Draft, CAD) và chế tạo có sự trợ giúp của máy vi tính (Computer-Aided Manufacturing, CAM).

Lợi ích của CAE:

Phân tích CAE dựa vào đặc tính trình tự của hệ thống, kết hợp lý luận mô hình để tiến hành phân tích, kết quả có ý nghĩa vật lý, là Know-Why mà không phải là Know-How của kinh nghiệm truyền thống, do đó có thể hệ thống hóa và khoa học hóa tham số ép phun và các loại thiết kế đối với trình tự trạng thái và chất lượng sản phẩm, đạt đến mục tiêu ép phun một cách khoa học (Scientific Molding).

Do tính tin cậy của kết quả CAE, có thể chỉ ra vấn đề tiềm ẩn trong quá trình ép phun và thiết kế, đề ra sửa đổi thiết kế và hướng giải quyết trở ngại và phương án khả thi, có thể tránh điểm mù kinh nghiệm.

CAE ở giai đoạn thiết kế có thể thực hiện trên máy vi tính đối với các phương án sửa đổi thiết kế tiến hành đánh giá (Evaluate), nhận định (Verify) và tối ưu hóa (Optimize), giảm thời gian, giá thành thử khuôn, sửa khuôn thực tế, rút ngắn chu trình thử sai thực tế, rút ngắn thời gian phát triển sản phẩm (Product Development Time) và thời gian đưa ra thị trường (Time-to-Market), giảm hao phí, thời gian và tiền bạc trong các công đoạn.

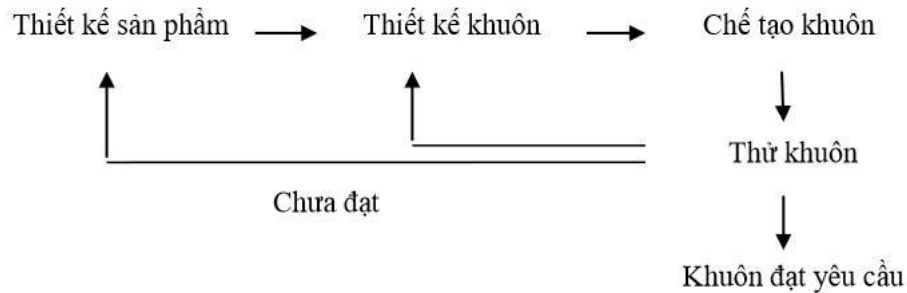
CAE có thể trợ giúp người ép phun dự đoán và nắm bắt thông số ép phun đối với ảnh hưởng chất lượng sản phẩm, tìm ra hướng xử lý (Processing Window) và tối ưu hóa thông số ép phun.

CAE có thể chỉ ra các nhân tố chủ yếu ảnh hưởng chất lượng ép phun, từ đó cung cấp tham số sửa đổi thiết kế, tham số ép phun và chỉ tiêu định lượng.

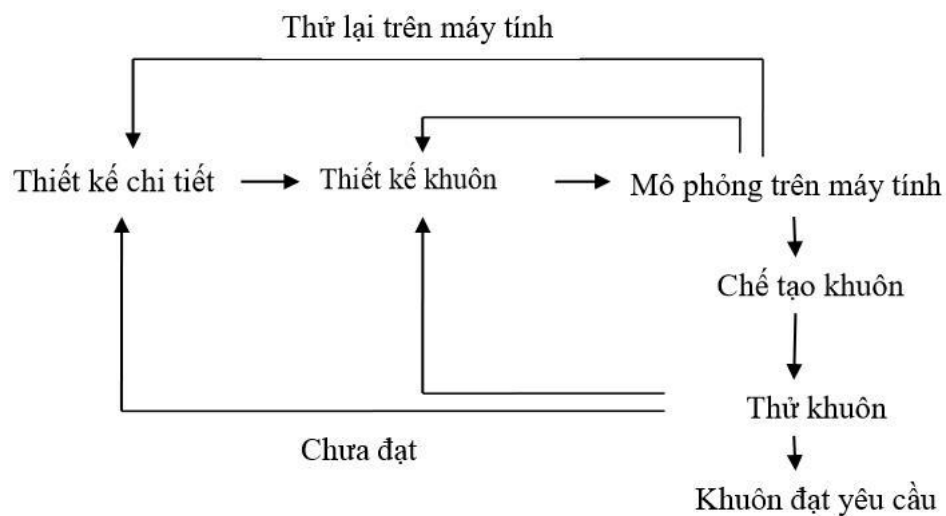
CAE có thể mở “hộp đen” ép phun, với phương pháp sinh động và cụ thể hiển thị tham số gia công và thiết kế đối với trình tự trạng thái và ảnh hưởng chất lượng sản phẩm, có thể giúp người sử dụng nhanh chóng tích lũy kinh nghiệm thiết kế và ép phun, có giúp đỡ tương đối lớn về bồi dưỡng nhân viên.

CAE có thể giúp người sử dụng nhanh chóng nắm bắt vật liệu mới, quy trình mới, thiết kế mới và phương pháp ép phun, có hiệu quả và nhanh chóng tích lũy kinh nghiệm thiết kế chuẩn và hiểu biết về ép phun.

CAE cho phép người thiết kế và chế tạo khuôn rút ngắn được thời gian thiết kế cũng như chi phí trong việc sản xuất khuôn. Quy trình dưới đây so sánh các bước thực hiện:



Sơ đồ 2.7. Quy trình thiết kế không có CAE



Sơ đồ 2.8. Quy trình thiết kế có CAE

Có thể thấy, trên quy trình thiết kế chế tạo khuôn truyền thống, việc thử khuôn được tiến hành sau khi đã chế tạo xong khuôn và quá trình thử cần phải được tiến hành trên khuôn thật, nên khi có lỗi phải sửa khuôn hoặc làm lại khuôn mới để khắc phục lỗi.

2.7.1. Lý thuyết về phần tử hữu hạn khi chia lưới sản phẩm

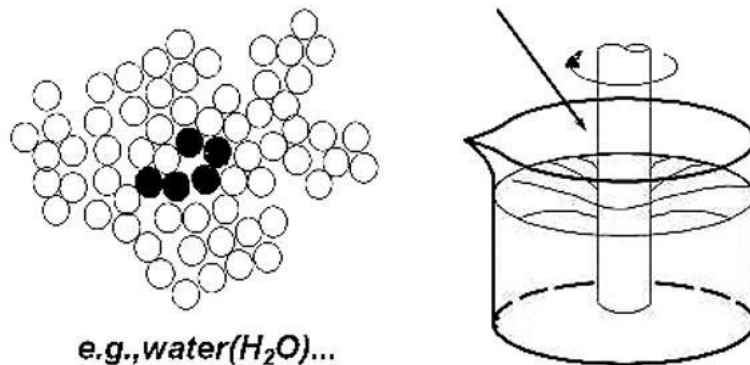
Phương pháp phần tử hữu hạn (Finite Element Method - FEM) là một phương pháp gần đúng để giải một số lớp bài toán biên. Theo phương pháp phần tử hữu hạn, trong cơ học, vật thể được chia thành những phần tử nhỏ có kích thước hữu hạn, liên kết với nhau tại một số hữu hạn các điểm trên biên (gọi là các điểm nút).

Các đại lượng cần tìm ở nút sẽ là ẩn số của bài toán (gọi là các ẩn số nút). Tải trọng trên các phần tử cũng được đưa về các nút.

Trong mỗi phần tử, đại lượng cần tìm được xấp xỉ bằng những biểu thức đơn giản và có thể biểu diễn hoàn toàn qua các ẩn số nút. Dựa trên nguyên lý năng lượng, có thể thiết lập được các phương trình đại số diễn tả quan hệ giữa các ẩn số nút và tải trọng nút của một phần tử. Tập hợp các phần tử theo điều kiện liên tục sẽ nhận được hệ phương trình đại số đối với các ẩn số nút của toàn vật thể.

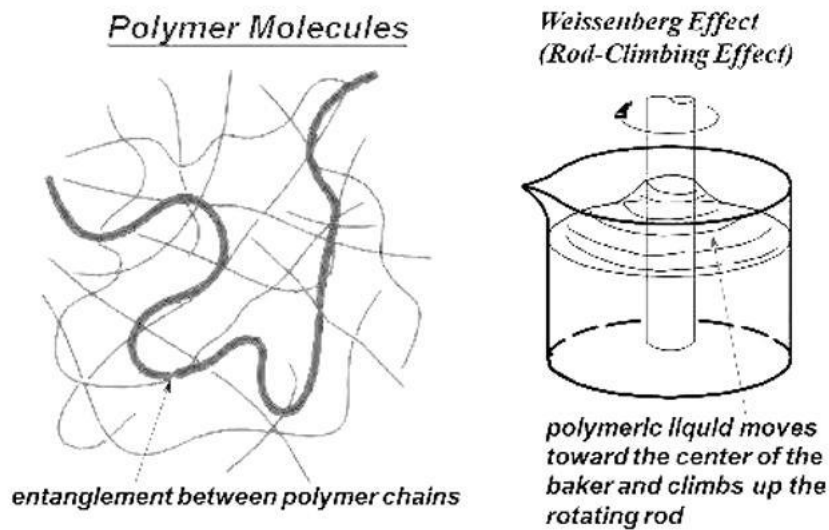
2.7.2. Độ nhớt của chất lỏng

Độ nhớt của một chất lưu là thông số đại diện cho ma sát trong của dòng chảy. Khi các dòng lưu chất liền kề có tốc độ chuyển động khác nhau, ngoài sự va đập giữa các phần tử vật chất còn có sự trao đổi xung lượng giữa chúng. Những phần tử trong dòng chảy có tốc độ cao sẽ làm tăng động năng của dòng có tốc độ chậm và ngược lại phần tử vật chất từ các dòng chảy chậm sẽ làm giảm động năng của dòng chảy nhanh. Kết quả là giữa các lớp này xuất hiện một ứng suất tiếp tuyến τ gây nên ma sát.



Hình 2.9. Phân bố của nước quanh trục quay

Đối với nước độ nhớt rất nhỏ nên những phần tử nước gần trục quay sẽ bị văng ra theo lực ly tâm.



Hình 2.10. Phân bố của nhựa quanh trục quay

Đối với vật liệu nhựa độ nhớt rất lớn, nhựa di chuyển đến trung tâm của trục quay và di chuyển lên trên trục quay.

Dòng chảy của nhựa trong kênh dẫn là phi Newton vì độ nhớt của nhựa thay đổi tùy theo nhiệt độ.

Dòng chảy trong kênh dẫn có sự chuyển pha vì khi nhựa chảy vào kênh thì phần tiếp giáp bề mặt tấm khuôn sẽ gặp nhiệt độ thấp và bị hóa rắn. Nếu tốc độ phun lớn thì có thể coi như không có dòng chuyển pha.

Độ nhớt của nhựa phụ thuộc vào nhiệt độ, tốc độ dòng chảy không giống nhau trong lòng khuôn và kênh dẫn, dòng chảy trong khuôn là chảy rối.

2.7.3. Lý thuyết về truyền nhiệt

Các hiện tượng truyền nhiệt đã được biết và sử dụng hàng ngày từ lâu. Tuy nhiên, các hiện tượng đó chỉ được hiểu biết một cách muộn màng. Ở thế kỉ XIX, một thời gian dài nhiệt được coi là một chất lỏng hơi đặc biệt và lửa được coi là một nguyên tố. Joseph Fourier đã công bố vào năm 1822 một lí thuyết giải thích về sự dẫn nhiệt.

Nghiệm của phương trình nhiệt được đặc trưng bởi sự tiêu tán dần của nhiệt độ ban đầu do một dòng nhiệt truyền từ vùng ấm hơn sang vùng lạnh hơn của một vật thể. Một cách tổng quát, nhiều trạng thái khác nhau và nhiều điều kiện ban đầu khác nhau sẽ đi đến cùng một trạng thái cân bằng.

2.7.4. Thông số đầu vào của việc phân tích dòng chảy (CAE) trong công nghệ ép phun

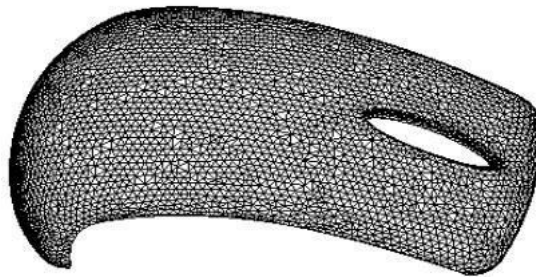
Các thông số đầu vào của bài toán phân tích dòng chảy

Chi tiết được thiết kế từ một số phần mềm và chuyển về định dạng file mà phần mềm CAE hỗ trợ ví dụ: .STL, .STEP, .IGS...

Chọn dạng bài toán cần phân tích.

Chọn phương pháp ép phun.

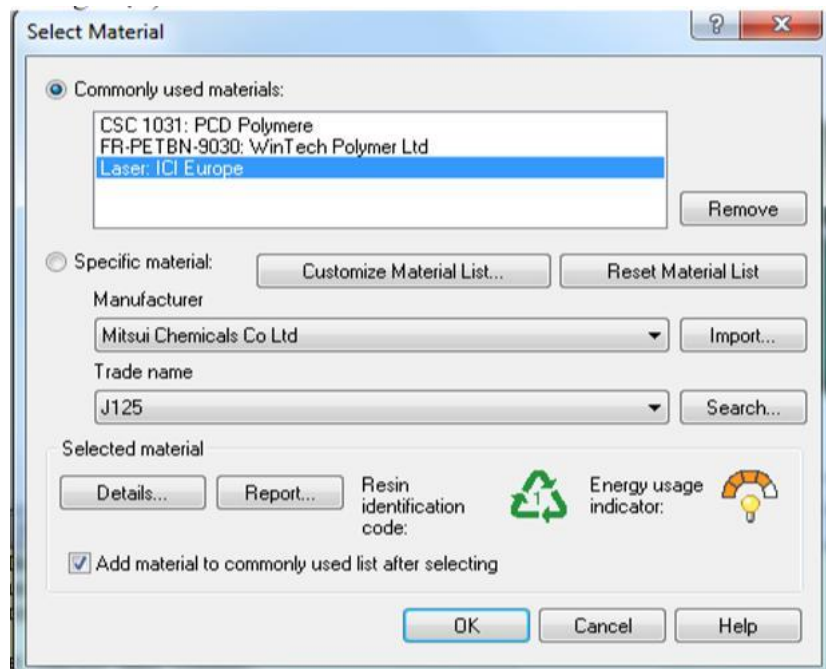
Chia lưới mô hình (Mesh).



Hình 2.11. Sản phẩm sau khi được chia lưới

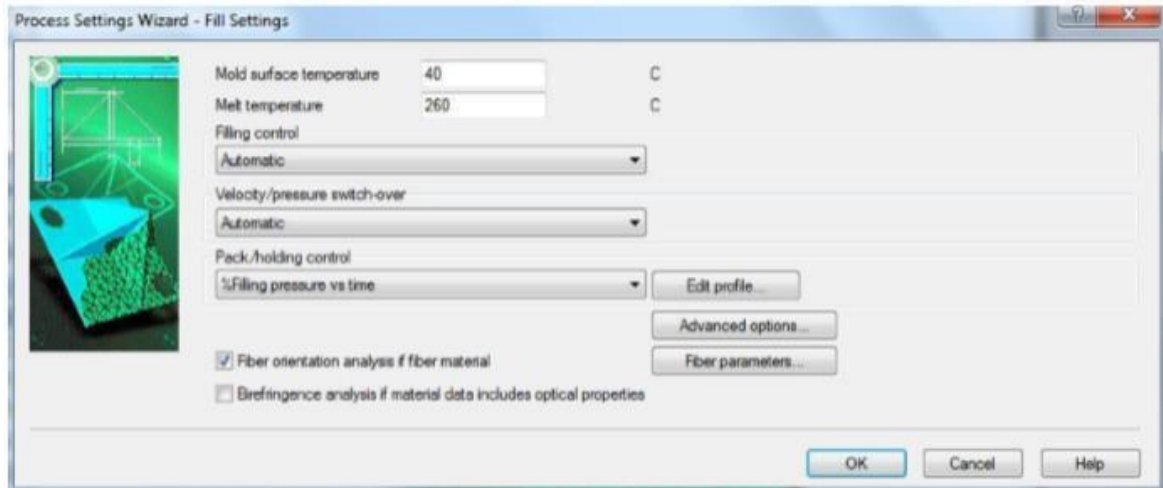
Thiết lập hệ thống bơm keo: công suất, kênh dẫn và vị trí miệng phun so với kính thước đã định.

Chọn loại vật liệu nhựa và vật liệu khuôn (chọn nhà sản xuất và tên thương hiệu).

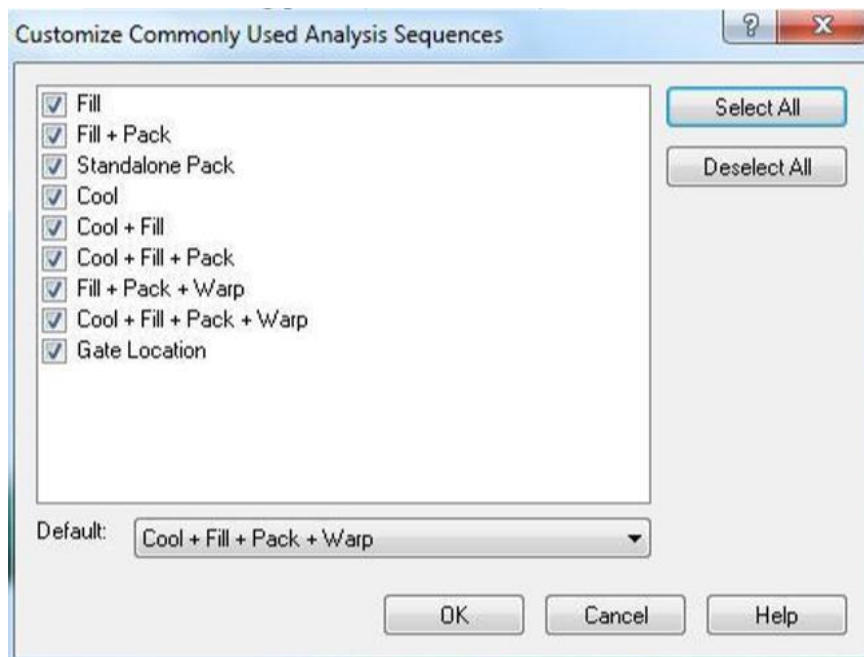


- Việc chọn vật liệu này càng phù hợp với vật liệu thực tế thì kết quả phân tích càng chính xác.

- Chọn vị trí miệng phun (set injection locations).
- Chọn chế độ ép phun: chọn các thông số ép phun như
- + Nhiệt độ khuôn (mold temperature).
- + Nhiệt độ nhựa (melt temperature)...



- Chọn chức năng phân tích:
- + Quá trình điền đầy (Fill).
- + Quá trình dòng chảy toàn bộ (Flow).
- + Quá trình làm nguội (Cool).
- + Quá trình co rút (Shrinkage).
- + Quá trình cong vênh (Wrap).
- + Quá trình hình thành ứng suất sản phẩm (Stress).
- + Vị trí miệng phun (Gate location).



2.7.5. Kết quả của việc phân tích mô phỏng dòng chảy

- Phân tích dòng chảy có thể dự đoán: vị trí tiếp giáp hai dòng chảy, vị trí có bọt khí, áp suất phun, lực khóa khuôn, phân bố nhiệt độ...
- Phân tích giai đoạn nén có thể biết được: độ co rút thể tích, phân bố độ dày...
- Phân tích quá trình làm lạnh có thể dự đoán: thời gian làm lạnh, sự chênh lệch nhiệt độ bề mặt khuôn, phân bố lượng truyền nhiệt, hiệu quả việc làm mát.
- Phân tích cong vênh có thể dự đoán biến dạng cong vênh, tìm ra nguyên nhân cong vênh.
- Có thể tính được tốc độ đóng rắn của nhựa nhiệt rắn, tính toán điền đầy nhựa và phân tích đóng rắn trong khuôn, vị trí tiếp giáp, phân bố độ chuyển hóa, phân bố tốc độ dòng chảy, áp suất chuyển dời.
- Mô phỏng tình hình ép phun có trợ khí của thể khí/nhựa, tốc độ thẩm thấu của khí, độ dày của bề mặt, dòng chảy nhựa, đồng thời có thể dự đoán việc làm lạnh và biến dạng.

Kết quả phân tích và thực tế ép không giống nhau hoàn toàn. Nguyên nhân của việc khác nhau này thông thường nằm ở quá trình phân tích CAE không đúng, ngoài ra thì các sai số của quá trình chế tạo khuôn, của máy ép cũng là nguyên nhân gây ra sự khác nhau.

2.7.6. Sai số giữa kết quả phân tích CAE với thực tế ép sản phẩm.

Giữa kết quả phân tích CAE trên máy tính và trên thực tế sẽ không chính xác hoàn toàn mà vẫn có sự khác nhau vì nhiều nguyên nhân:

- Nguyên nhân chủ quan:

- + Do chia lưới quá lớn hoặc do cách chia lưới.
- + Do người sử dụng phần mềm chưa chuẩn xác: trong quá trình điều khiển chương trình người sử dụng có thể thao tác sai ở một số nơi như cách đặt vị trí miệng phun vào sản phẩm không chính xác hay cách đặt hệ thống làm mát chưa đúng ...
- + Do các thông số ép trong thực tế và trong phần mềm không giống nhau.
- + Vật liệu và tính chất của vật liệu trong phần mềm không giống với thực tế (do khác nhà sản xuất, khác thương hiệu, thành phần hóa học khác nhau),...

- Nguyên nhân khách quan:

- + Do sai số của phần mềm.
- + Sai số của máy ép,...

Tuy vậy, việc ứng dụng CAE vào thiết kế và chế tạo cũng giúp phần nào dự đoán được kết quả, từ đó giảm thiểu tối đa hao phí trong sản xuất sản phẩm, đồng thời có thể nâng cao chất lượng sản phẩm.

Kết luận chương 2: Dựa trên cơ sở lý thuyết đã tổng hợp ở trên và kỹ thuật CAD/CAE/CAM thì hoàn toàn có đủ dữ liệu và công cụ trợ giúp để thiết kế khuôn ép nhựa của đầu nối dây điện và đầu sạc điện thoại để đáp ứng mục tiêu thứ nhất của đề tài là bộ khuôn hoàn chỉnh với các bản vẽ chế tạo chi tiết.

Vậy, tiến trình thiết kế bộ khuôn ép nhựa có ứng dụng CAD và CAE theo các bước dưới đây:

- Thiết kế chi tiết nhựa theo nhu cầu thực tế mới hoặc nhu cầu sửa chữa.
- Chọn kiểu, loại khuôn để chọn được các bộ phận cơ bản của khuôn.
- Theo sản lượng sản phẩm nhựa để lựa chọn, tính toán số lòng khuôn và bố trí các lòng khuôn theo tính chất cân bằng dòng hay áp suất.
- Thiết kế cả bộ khuôn, với việc chọn bộ khuôn từ thư viện của các phần mềm có chức năng CAD- Mold Wizard.
- Thiết kế kênh dẫn nhựa.
- Thiết kế hệ thống làm mát.
- Thiết kế hệ thống thoát khí.

- Thiết kế hệ thống dẫn hướng và định vị khuôn.
- Phân tích dòng chảy của nhựa bằng trợ giúp của CAE để lựa chọn miệng phun và vị trí phun nhựa hợp lý. Phân tích hệ thống làm mát để tối ưu hóa kênh làm mát.
- Chọn vật liệu khuôn và tính sức bền khuôn.
- Mô phỏng động học khuôn.
- Hoàn chỉnh thiết kế: Bản vẽ chế tạo các chi tiết của bộ khuôn.

Vậy, chương tiếp theo là trình bày các bước cụ thể thiết kế khuôn ép nhựa và đạt được dữ liệu thiết kế trên phần mềm CAD và các bản vẽ thiết kế các chi tiết cơ bản của bộ khuôn ép nhựa.

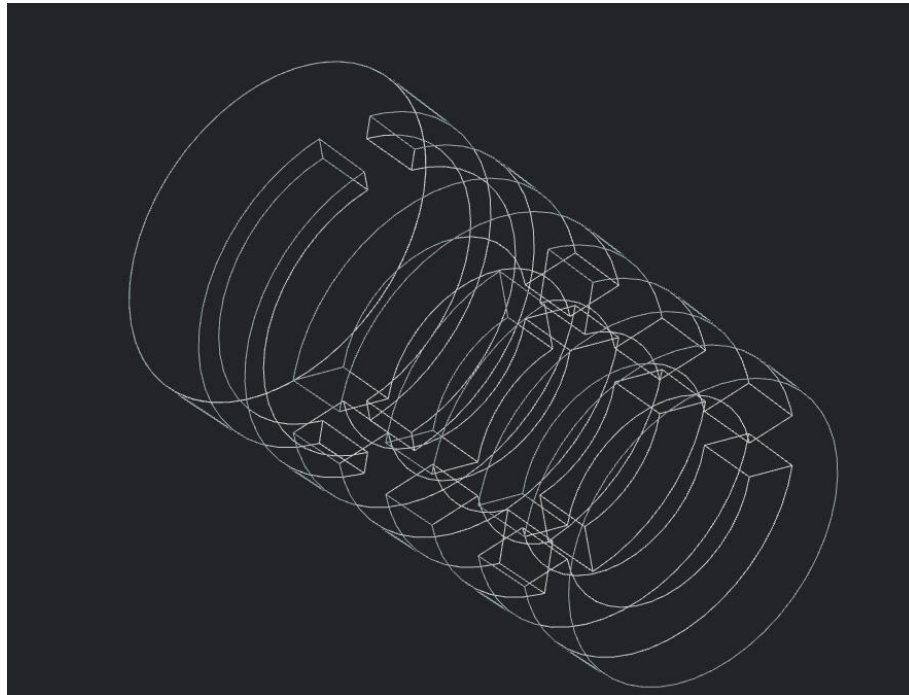
Chương 3: THIẾT KẾ KHUÔN ÉP NHỰA

3.1. Thiết kế sản phẩm nhựa có trợ giúp của CAD, CMM.

Vì khuôn ép nhựa là bộ khuôn đã hỏng, cần sửa chữa thay thế hoặc làm mới, mà không được thay đổi hình dáng, kích thước cũng như chất lượng của chi tiết nhựa được ép ra. Nên, cần có phương pháp dựng lại bản vẽ chi tiết để có lòng khuôn đạt yêu cầu.

Dựa vào chi tiết nhựa được ép ra của bộ khuôn cũ để xây dựng lại bản vẽ 3D nhờ máy đo CMM, để lấy dữ liệu các điểm mà không đo được bằng các thước đo thông thường.

Được kết quả như bảng tọa độ dưới đây:



Hình 3.1. Mô hình dạng lưới của đầu nối dây điện và đầu sạc điện thoại.

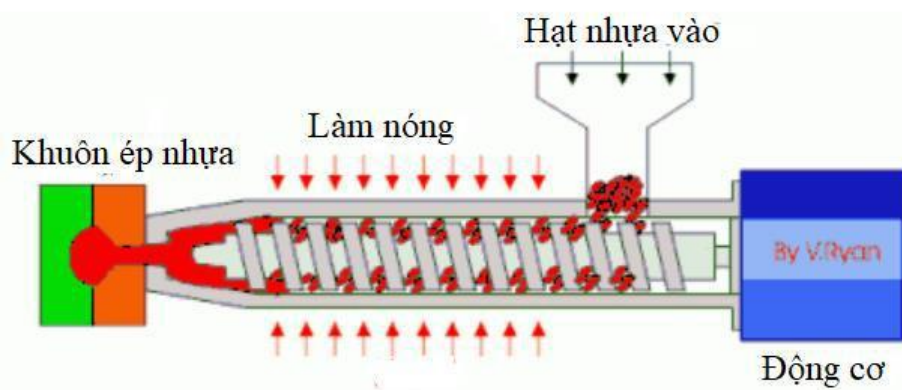
Từ dữ liệu đo được ở máy CMM thì chuyển sang mô đun CAD của phần mềm NX để làm dữ liệu cơ sở để xây dựng lại bản vẽ chi tiết thông qua một số công cụ của phần mềm.

Vật liệu nhựa của chỗ nối dây điện và đầu sạc điện thoại thường dùng là các loại vật liệu sau: Nhựa ABS có tính chất như rất cứng, rắn nhưng không giòn, cân bằng tốt giữa độ bền kéo, va đập, độ cứng bề mặt, độ rắn, độ chịu nhiệt các tính chất ở nhiệt độ thấp và các đặc tính về điện trong khi giá cả tương đối rẻ. Tính chất đặc

trung của ABS là độ chịu va đập và độ dai. Có rất nhiều ABS biến tính khác nhau nhằm cải thiện độ chịu va đập, độ dai và khả năng chịu nhiệt. Khả năng chịu va đập không giảm nhanh ở nhiệt độ thấp. Độ ổn định dưới tải trọng rất tốt, ABS chịu nhiệt tương đương hoặc tốt hơn Acetal, PC.. ở nhiệt độ phòng. Khi không chịu va đập, sự hư hỏng xảy ra do uốn nhiều hơn giòn. Tính chất vật lý ít ảnh hưởng đến độ ẩm mà chỉ ảnh hưởng đến sự ổn định kích thước của ABS. Thường sử dụng phương pháp ép phun, độ co ngót thấp nên sản phẩm rất chính xác. Phun nhanh có thể dẫn đến sự định hướng của polymer nóng chảy và ứng suất đáng kể mà trong trường hợp đó cần tăng nhiệt độ khuôn. Nhựa ABS có thể làm dạng tấm, profile đùn, màng. ABS có gia cường sợi thủy tinh thích hợp cho đùn thổi.

Thông số gia công:

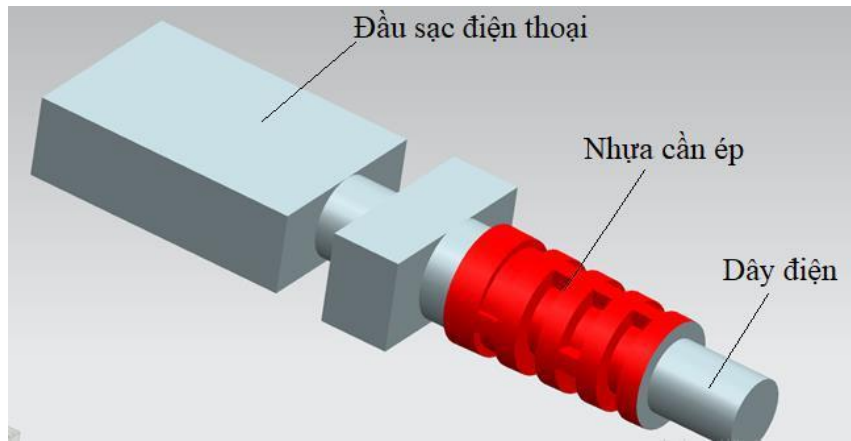
- Nhiệt độ nguyên liệu: 200-280⁰C.
- Nhiệt độ khuôn: 40 – 85⁰C.
- Áp suất phun: 600 – 1800 bar.



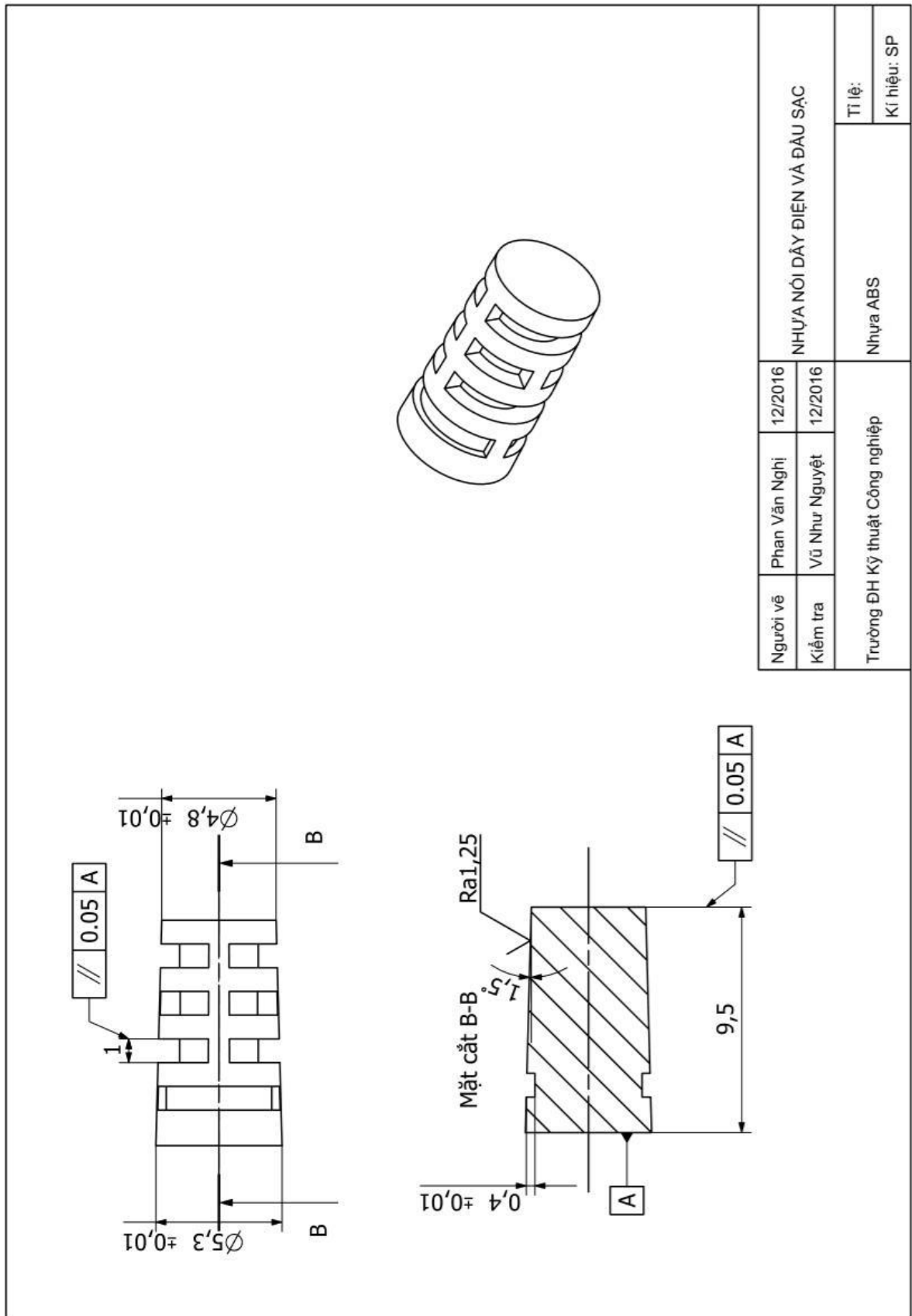
Hình 3.2. Các vùng gia nhiệt của nhựa, Nhựa được làm nóng đến 280⁰C, cùng với nhiệt độ khuôn đến 85⁰C.

Sau khi đã có thông tin về vật liệu và cơ sở dữ liệu từ máy đo CMM và phần mềm, ta được bản vẽ của sản phẩm nhựa được ép ra cùng với yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm nhựa sau khi được ép của bộ khuôn này như sau:

Vậy, phần nhựa cần ép là vị trí che phủ phần chỗ nối dây điện và đầu cắm sạc điện của điện thoại như hình, nên khuôn cần thiết kế lòng khuôn có bề mặt để định vị phần dây điện và phần đầu cắm sạc để phần nhựa được che phủ đúng vị trí cần thiết là vùng màu đỏ.

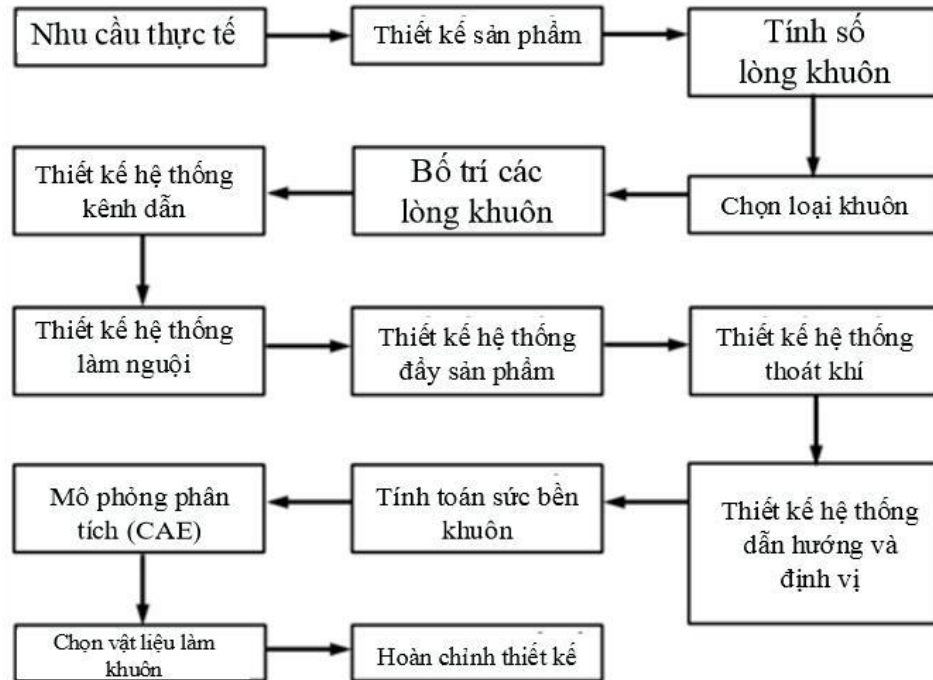


Hình 3.3. Bản vẽ 3D mô tả vị trí cản ép nhựa

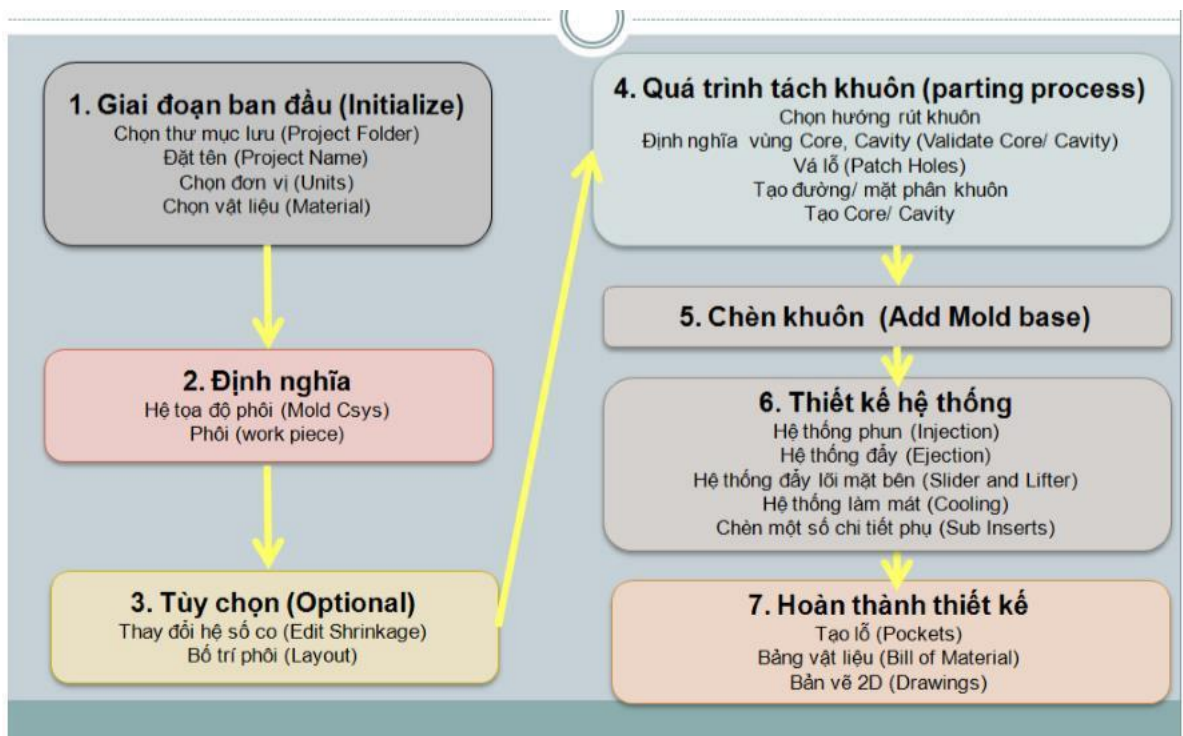


Hình 3.4. Bản vẽ phần nhựa được ép.

3.2. Thiết kế khuôn ép nhựa



Hình 3.5. Tiến trình thiết kế khuôn ép nhựa



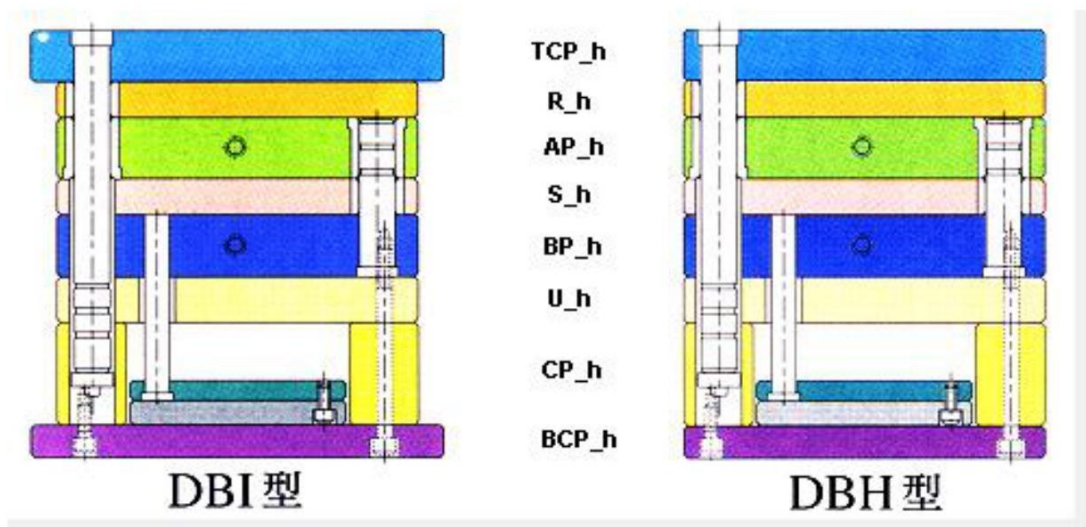
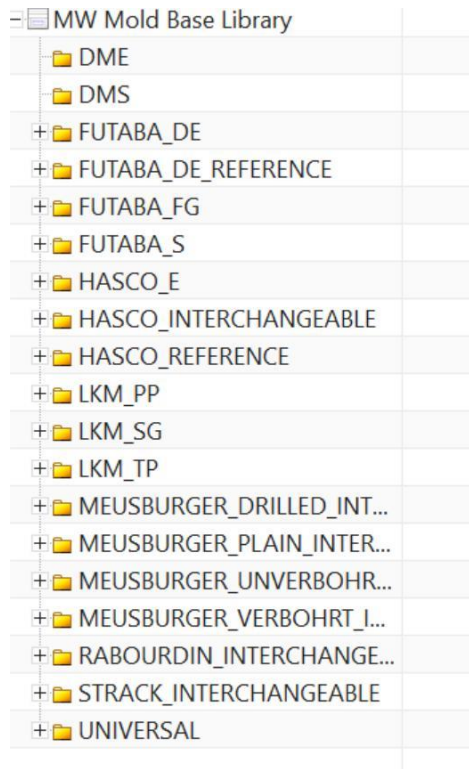
Hình 3.6. Tiến trình thiết kế khuôn ép nhựa với trợ giúp của phần mềm CAD/CAM

Thiết kế sản phẩm với sự trợ giúp của CAD hay công nghệ tạo mẫu nhanh, nên việc thiết kế các sản phẩm nhựa không phải là vấn đề khó khăn như vài thập kỷ trước. Mà hầu hết các đồ dùng gia đình, thiết bị trong các ngành công nghiệp, nông

nghiệp, y tế... đều là sản phẩm nhựa. Do đó, sự cần thiết của chế tạo khuôn ép nhựa đã đặt yêu cầu cho các nhà kỹ thuật nghiên cứu các phần mềm ứng dụng để trợ giúp công việc này như CATIA, CREO, UNIGRAPHICS NX,...

3.2.1. Chọn loại khuôn:

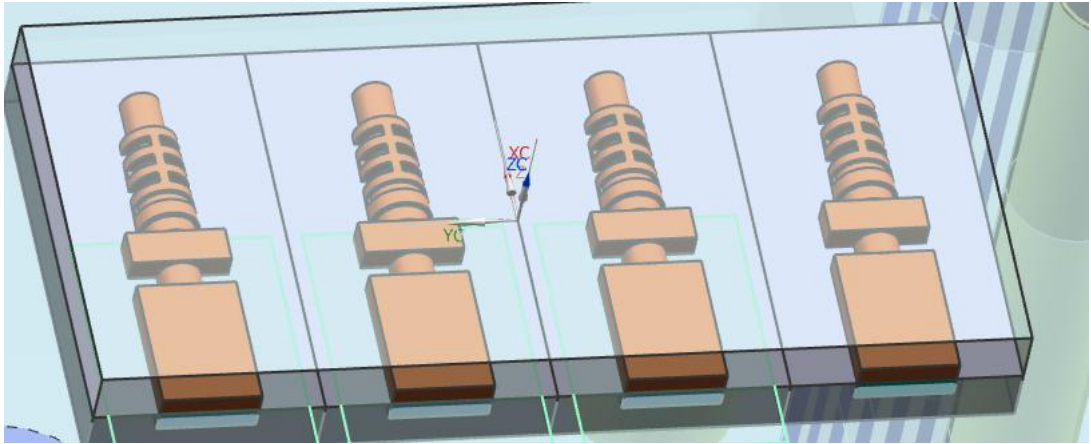
Trong phần mềm NX có hỗ trợ đưa ra các loại khuôn tiêu chuẩn của một số hãng sản xuất nổi tiếng như sau, làm cơ sở chọn khuôn cho các công ty hiện nay.



Hình 3.7. Các dữ liệu khuôn trong thư viện của phần mềm
Các kích thước của bộ khuôn được chọn phù hợp với lòng khuôn đã thiết kế.

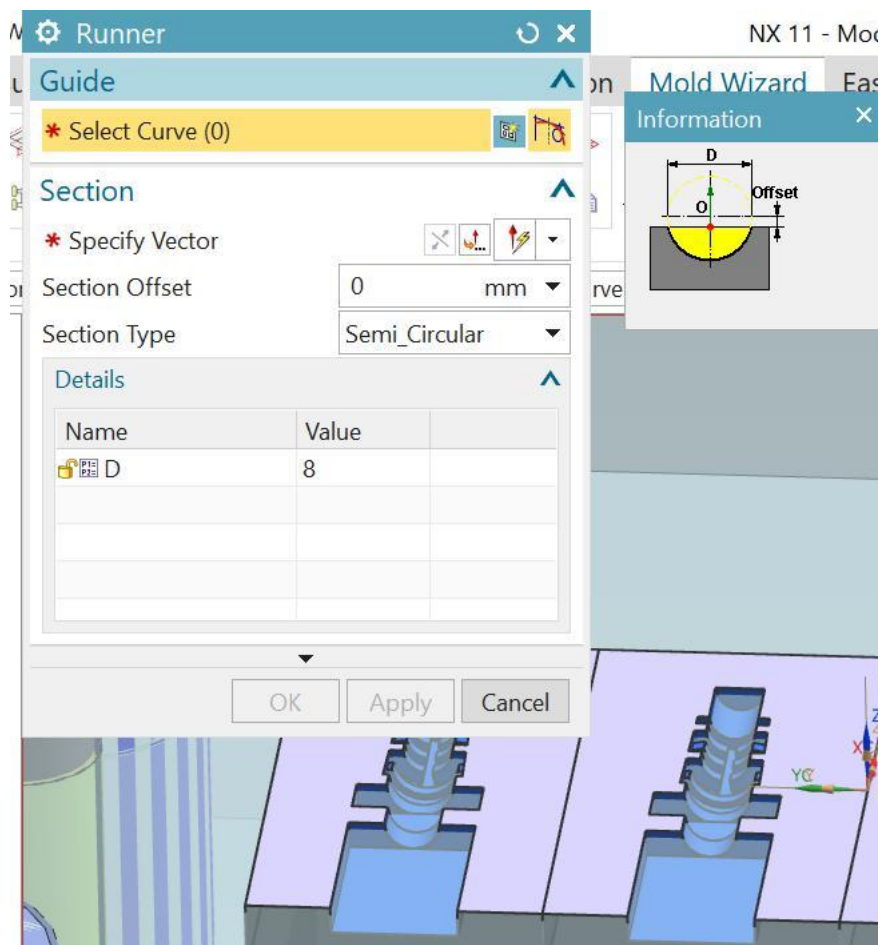
3.2.2. Bố trí các lòng khuôn: Có vài cách thức để lựa chọn

Bố trí theo hàng, lựa chọn kiểu Rectangle với chế độ cân bằng Balance hoặc tuyến tính Linear; Kiểu Circular: Bố trí theo đường tròn đồng tâm.



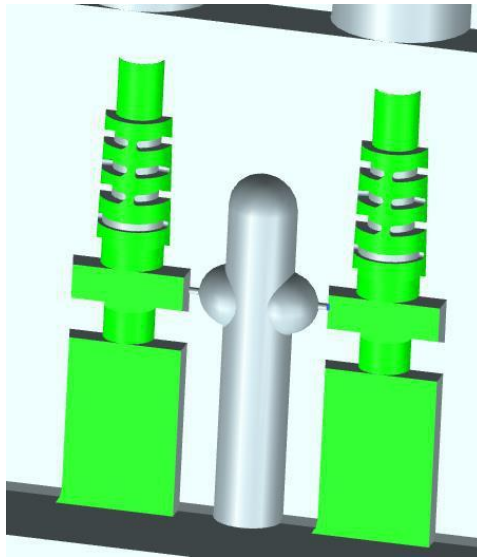
Hình 3.8. Tạo các lòng khuôn theo sản lượng cần thiết

3.2.3. Thiết kế hệ thống kênh dẫn nhựa:



Hình 3.9. Thiết kế hệ thống kênh dẫn nhựa.

Chọn kênh dẫn nhựa kiểu Semi circular, chọn biên dạng kênh dẫn nhựa rồi chọn chỗ bố trí kênh dẫn nhựa được kết quả như hình ảnh.



Hình 3.10. Kết quả một kiểu kênh dẫn nhựa.

3.2.4. Thiết kế hệ thống làm nguội: Làm nguội sản phẩm là cần thiết để sản phẩm kịp thời được nguội để sau thời gian ngắn lấy được sản phẩm ra khỏi khu vực khuôn ép nhựa để tiếp tục ép sản phẩm mới.



Hình 3.11. Các kiểu hệ thống làm nguội trong thư viện.

Pattern channel: Thiết kế các kênh làm mát nằm trên một mặt phẳng, các kênh nằm trên một mặt phẳng mà người thiết kế tự lựa chọn cho phù hợp với việc làm nguội sản phẩm.

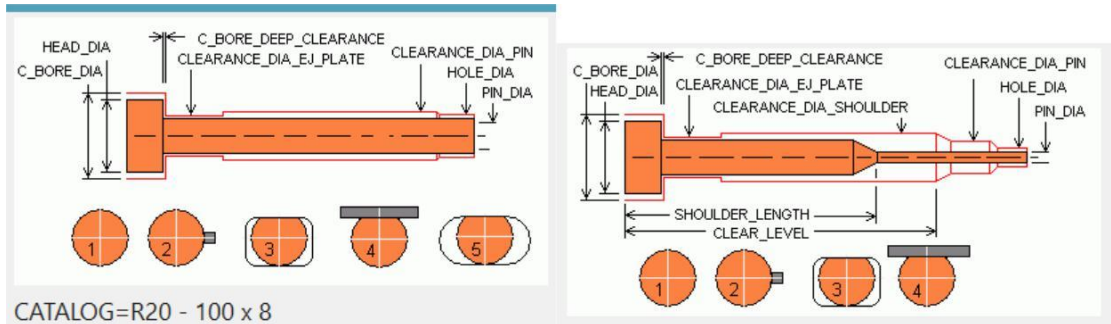
Direct channel: Thiết kế kênh làm mát theo đường zigzag hoặc đường trong các mặt khác nhau để làm mát mọi vị trí của sản phẩm phức tạp.

Define channel: Thiết kế kênh làm mát bằng nước, bằng khí hay bằng dầu.

Extend channel: Kéo dài kênh làm mát ở đáy hay cuối đường làm mát, đảm bảo thiết kế tốt hơn để gia công được trên các máy gia công.

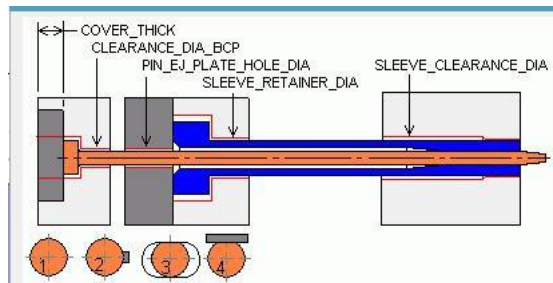
3.2.5. Thiết kế hệ thống đẩy sản phẩm:

Hệ thống đẩy sản phẩm, được lắp trên tấm đẩy sản phẩm và dùng các chốt đẩy, có nhiều chốt đẩy để lựa chọn, như: Kiểu Straight, kiểu shoulder, Sleeve Assy,



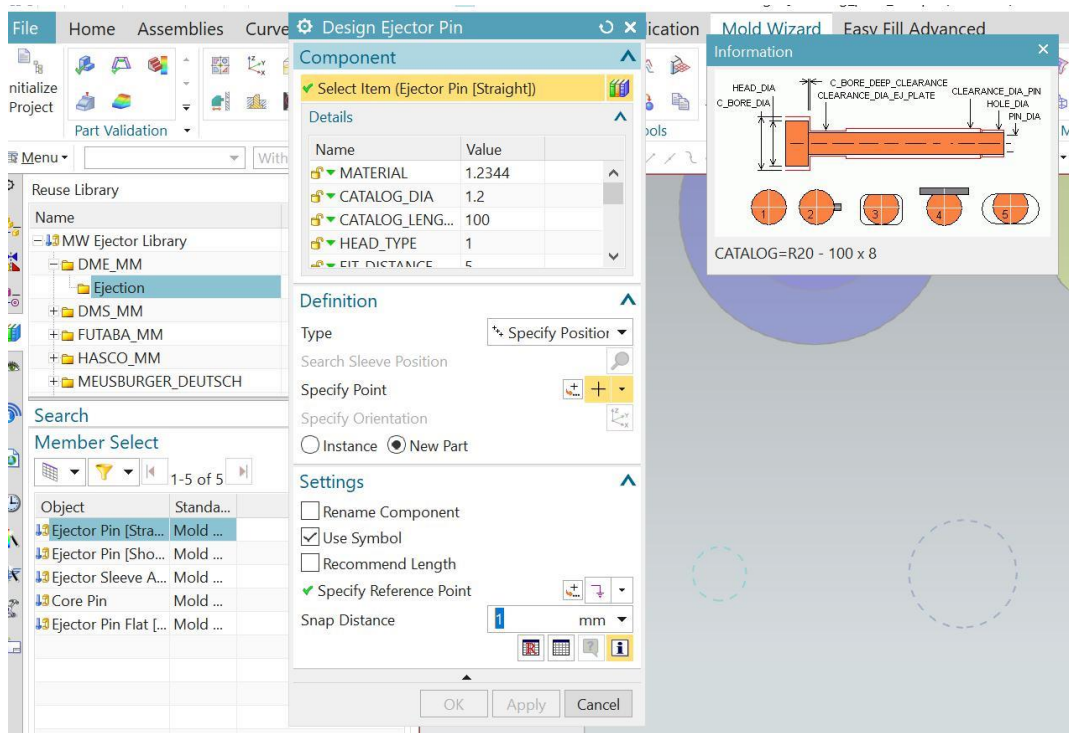
Ejector pin straight

Ejector pin shoulder



Sleeve Assy

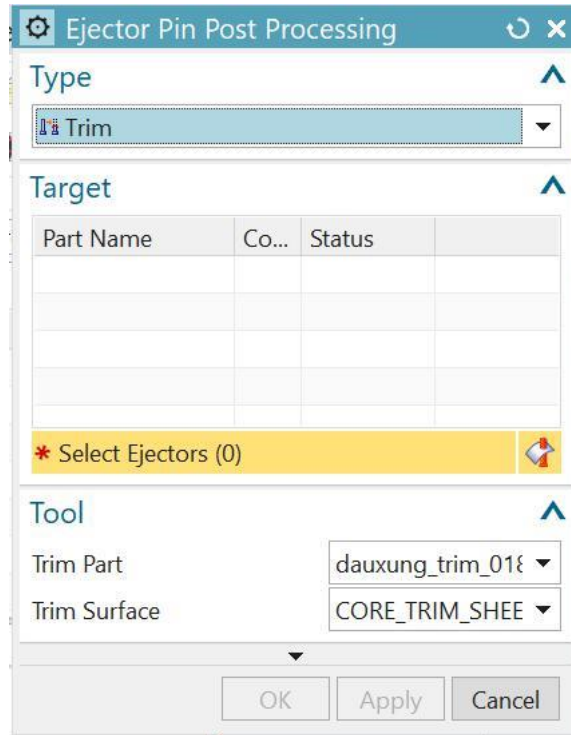
Hình 3.12. Các kiểu chốt đẩy theo tiêu chuẩn.



Hình 3.13. Lựa chọn các kích thước của chốt đẩy.

Lựa chọn để thiết kế kiểu chốt đẩy.

Sau khi chọn loại, kiểu chốt đẩy thì chiều dài của chốt đẩy được thiết kế chỉ đến mặt khuôn động hoặc khuôn tĩnh để biết được chiều dài của từng chốt đẩy khi chế tạo chốt đẩy. Dùng công cụ Ejector pin post processing để chọn chốt và mặt khuôn. Select ejector: Là chọn các chốt đẩy, sau đó chọn bề mặt khuôn thì các chốt được cắt đến bằng mặt khuôn.



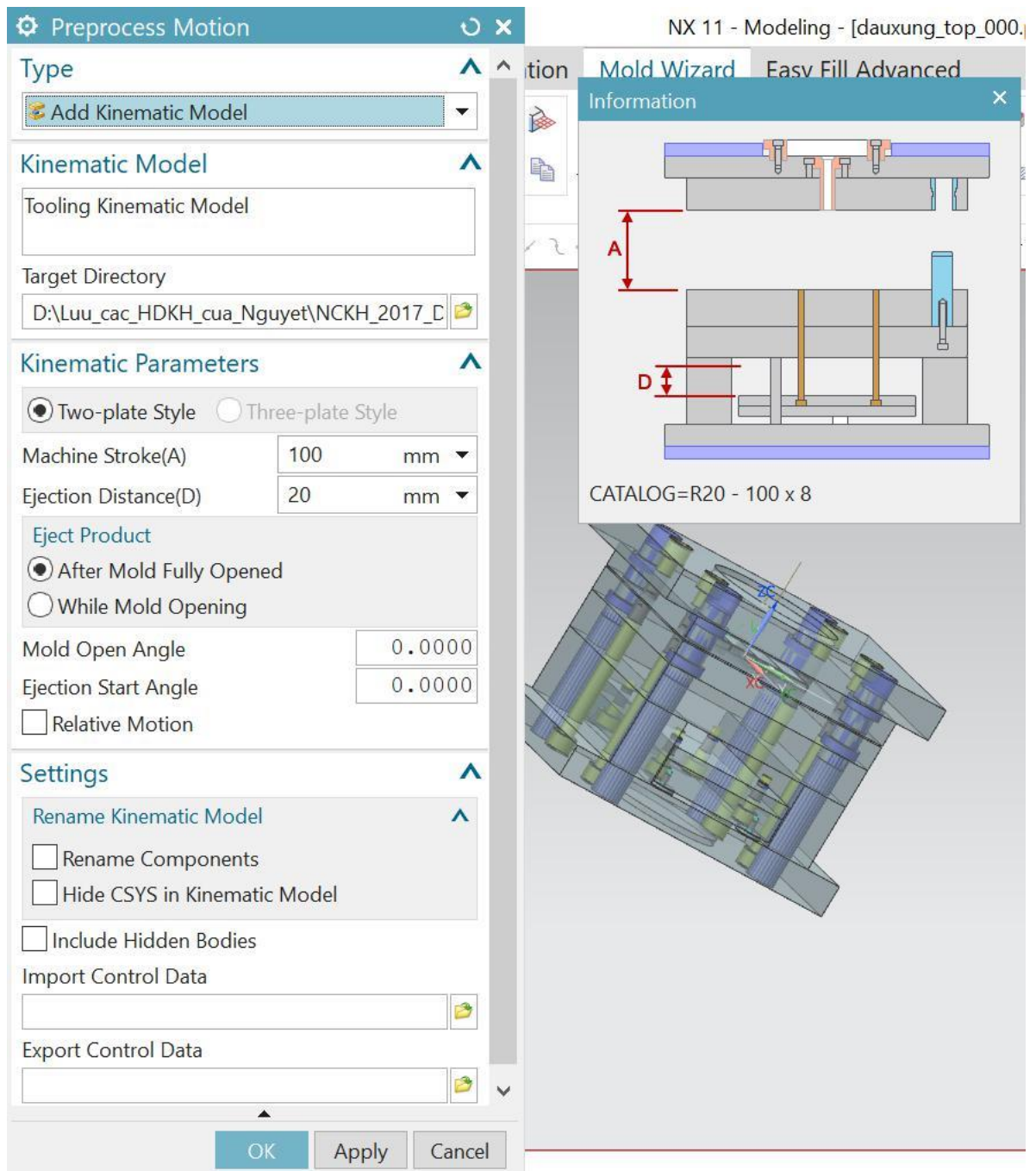
Hình 3.14. Chọn vị trí thiết kế chốt đẩy.

3.2.6. Thiết kế hệ thống thoát khí:

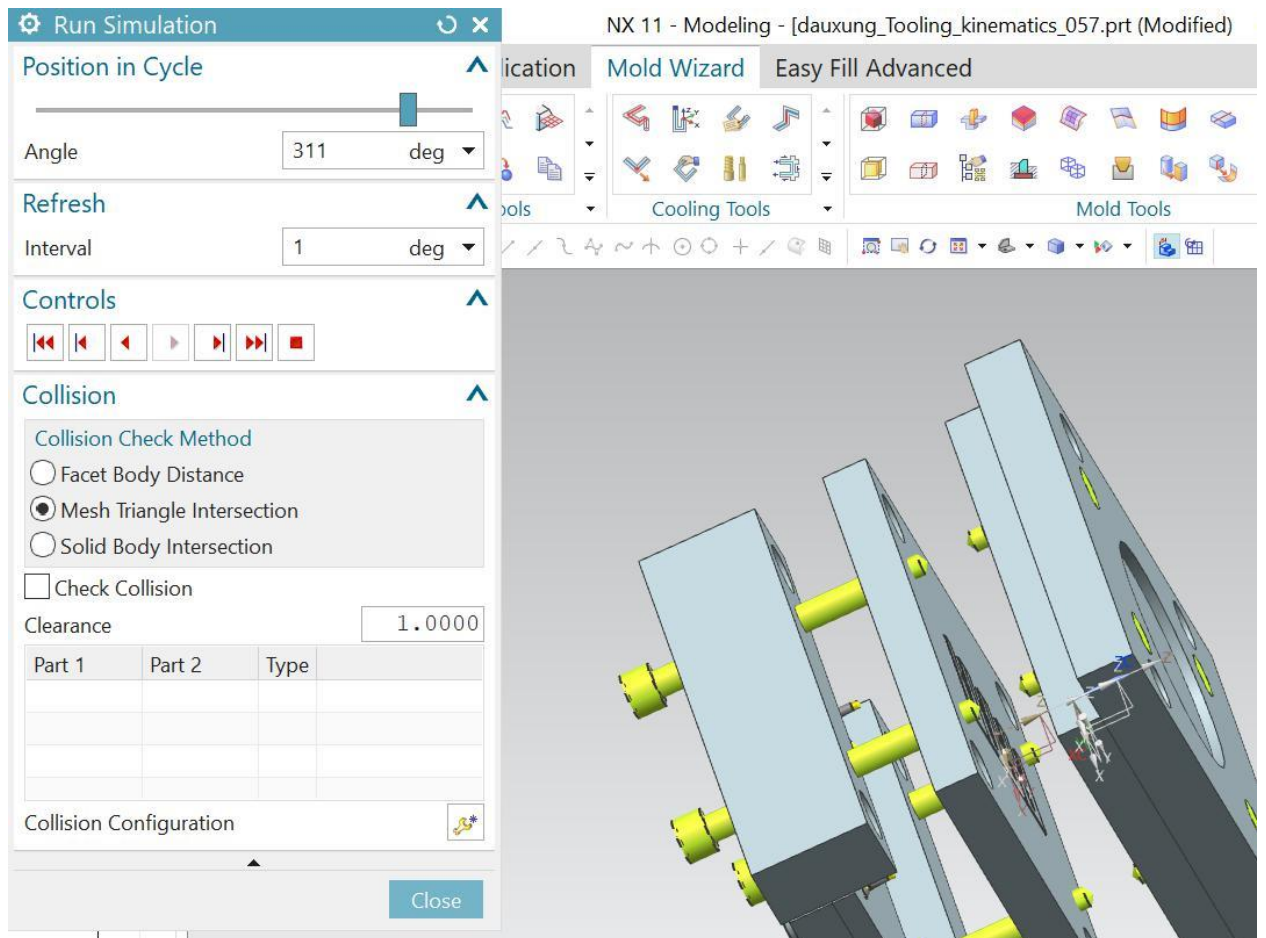
Trên mặt phân khuôn thiết kế rãnh có độ sâu 0,1 đến 0,2 mm để thoát khí trong khi hai khuôn ép vào. Việc thiết kế rãnh thoát khí theo thiết kế của nhà thiết kế hay tiêu chuẩn của từng hãng thiết kế khuôn.

Thiết kế hệ thống dẫn hướng và định vị hai khuôn: Hệ thống này nhằm mục tiêu là khi hai khuôn ép vào nhau sẽ vào đúng vị trí và tránh sai lệch sản phẩm nên thiết kế đảm bảo các tiêu chí trên, chốt này đủ độ sâu và độ cứng vững.

Mô phỏng phân tích khuôn: Chọn công cụ Preprocess motion để tính toán phân tích động học khuôn. A là khoảng mở khuôn và D là khoảng đẩy sản phẩm ra. Trong công cụ này cũng kiểm tra các va chạm của các bộ phận trên khuôn để thiết kế lại kích thước các chi tiết cho đảm bảo động học khuôn. Mô phỏng khuôn bằng công cụ Run simulation.



Hình 3.15. Chọn các thông số động học khuôn.



Hình 3.16. Mô phỏng động học khuôn.

Sau khi thiết kế kết cấu khuôn đảm bảo các yêu cầu kích thước tiêu chuẩn, động học khuôn thì tiến hành chọn vật liệu khuôn để thiết kế các chi tiết chuyển sang bước chế tạo khuôn.

3.2.7. Vật liệu làm khuôn ép nhựa:

Chọn vật liệu khuôn cần cân nhắc kỹ vì liên quan đến độ bền khuôn, chất lượng bề mặt cũng như liên quan đến công nghệ chế tạo bộ khuôn: khả năng gia công cắt gọt, chất lượng bề mặt có thể đạt được... Vì thế, chọn vật liệu làm khuôn cần phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Loại nhựa của sản phẩm, có những loại nhựa ảnh hưởng xấu đến vật liệu khuôn.
- Độ bóng bề mặt, độ phức tạp, chức năng của sản phẩm ép ra.
- Số lượng sản phẩm yêu cầu.
- Công nghệ để gia công sản phẩm nhựa (ép, thổi...)
- Khả năng chống mài mòn và chống ăn mòn hóa học.

- Biến dạng kích thước và hình dạng khi nhiệt luyện.
- Tính hàn và khả năng phục hồi chi tiết.
- Giá tiền vật liệu.

Ví dụ:

Bảng 2: So sánh giá thành một số vật liệu

| <i>STT</i> | <i>Mác thép</i> | <i>Giá thành (ví dụ tham khảo)</i> |
|------------|-----------------|------------------------------------|
| <i>1</i> | <i>C45</i> | <i>28.590 VND/KG</i> |
| <i>2</i> | <i>C50</i> | <i>35.800 VND/KG</i> |
| <i>3</i> | <i>CT3</i> | <i>22.270 VND/KG</i> |
| <i>4</i> | <i>SKD11</i> | <i>125.730 VND/KG</i> |

Thông thường đặc tính chung của vật liệu làm khuôn nhựa phải có: Độ cứng, độ dẻo dai, đồng chất, tinh khiết, hàm lượng Crom (chống mòn). Lựa chọn vật liệu không phải do giá vật liệu chi phối mà tính gia công là quan trọng để giảm bớt công sức và thời gian gia công.

Vật liệu của các hệ thống dẫn hướng và định vị: Với các chi tiết này tính chống mài mòn và độ cứng đặt lên hàng đầu, do vậy vật liệu được chọn phải có khả năng đạt độ cứng cao bên ngoài để chống mài mòn, đồng thời có tính dẻo bên trong nhằm tránh bị gãy trong quá trình làm việc. Vật liệu thường dùng là:

Thép SCM-415; SUJ2, ví dụ 60- 62 HRC hoặc 58 – 62HRC.

Các chốt hời do phải làm việc liên tục và chịu lực dọc trục trong quá trình làm việc cho nên đặc tính ưu tiên của vật liệu là độ cứng chống mài mòn, độ dẻo ở bên trong, vì tỷ lệ chiều dài so với đường kính của các chốt rất lớn, vật liệu thường chọn là SKD.

Vật liệu làm thân khuôn: Đây là phần khuôn cơ bản dùng để lắp các phần khác nhau của khuôn, do vậy mà độ cứng cũng được quan tâm đầu tiên. Có thể chọn thân khuôn như một bộ phận tiêu chuẩn đã có sẵn. Vật liệu thân khuôn thường chọn là Thép Cacbon loại trung bình như: AISI 1055, DIN CM55, JICS55S.

Vật liệu của các miếng ghép và tấm khuôn cho khuôn tĩnh và khuôn động: Cần chọn đảm bảo độ cứng, độ bóng cao, độ biến dạng khi nhiệt luyện nhỏ. Các phần này tiếp xúc trực tiếp với nhựa và chịu áp suất lớn, do vậy các miếng ghép phải có độ cứng vững cao. Muốn đạt độ bóng gương và không rỉ thông thường chọn vật liệu để ý đến hàm lượng Crom. Loại vật liệu thông dụng là: 35CrMo2 tốt cho gia công, nhưng không tốt cho đánh bóng và chạm trổ; 40CrMnMo7 vật liệu này hơi khó gia công nhưng dễ đánh bóng hay chạm trổ; 40NiCrMoV4 đây là vật liệu dễ tôi

cứng hoàn toàn; 40Cr13 loại này chịu đánh bóng và ăn mòn tốt, nhiệt luyện đạt độ cứng cao.

Bảng so sánh ký hiệu vật liệu:

Bảng 3: Mác vật liệu của một số nước.

| VẠN NĂNG | CHÂU ÂU | ĐỨC, ÁO, HÀ LAN | DIN | AISI (MỸ) |
|--------------------|-------------|-----------------|--------|--------------|
| 40NiCrMoV4 dạng H1 | 40NiCrMoV16 | X45NiCrMo4 | 1.2767 | - |
| 40Cr13 dạng 29 | X41Cr13 | X42Cr13 | 1.2083 | AISI 420 |
| 35CrMo2 dạng H3 | 35CrMo8 | 40CrMnMo8.6 | 1.2312 | AISI P20 + S |
| - | - | 40CrMnMo7 | 1.2311 | AISI P20 |

Đặc tính của một số loại thép dùng để làm khuôn ép phun: Để chọn loại thép phù hợp dùng làm khuôn ép phun, cần lưu ý đến đặc tính của loại nhựa dùng làm sản phẩm, dùng loại thép phù hợp để tránh ăn mòn, để có nhiệt độ phù hợp, tạo được độ bóng, độ chính xác cần thiết của sản phẩm.

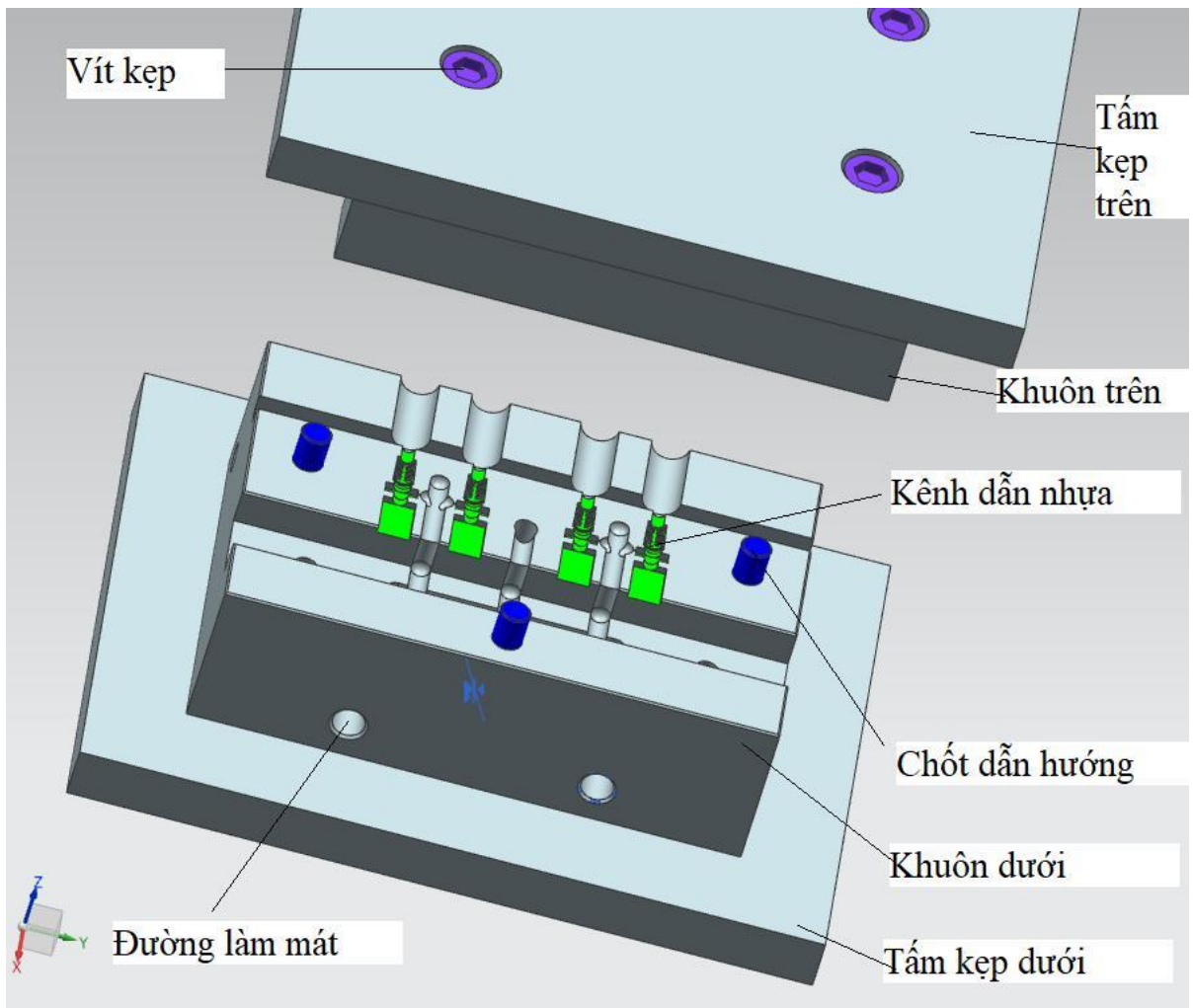
Bảng 4: Các loại vật liệu làm khuôn ép nhựa.

| Các vật liệu dẻo cho sản phẩm của khuôn | | Sản phẩm (ví dụ) | Yêu cầu đặc tính vật liệu làm khuôn | Ký hiệu các vật liệu phù hợp cho khuôn | | | |
|---|-----------------------|----------------------------------|--|---|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | | | Hitachi Metals, Ltd. | Daido Steel Co., Ltd. | Uddeholm K.K. | |
| Các chất dẻo thông thường | Sản phẩm thông thường | PA PP PS (Nylon) ABS | 1) Vi nướng của lò vi sóng 2) Máy văn phòng 3) Máy hút bụi 4) Bánh răng | 1) Có khả năng gia công 2) Chịu được mài mòn | HPM2 HPM7 HPM1 FDAC HPM31 | PX5 NAK55 DH2F PD613 | HOLDAX IMPAX RIGOR |

| | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------------|---|----------------------------------|--|---|--|
| | Sản phẩm có khắc nhẵn nổi trên bề mặt | ABS | 1) Panels 2) Các chi tiết bên trong 3) Vỏ ngoài cùng | Có khả năng gia công nhẵn nổi | CENA1 | NAK80 | IMPAX |
| | Sản phẩm trong suốt | PMMA (Acrylic) PS | 1) Vỏ đài cassette 2) Vỏ hộp đựng hóa mỹ phẩm | Có khả năng đánh bóng | HPM38 CENA1 | S-STAR NAK80 | STAVAX IMPAX |
| Sợi thủy tinh / các chất nhựa có khả năng tăng độ cứng | Nhựa nhiệt dẻo (Thermoplastic) | PC PA (Nylon) ABS AS | 1) Chi tiết điện tử 2) Vỏ máy ảnh 3) Bàn phím 4) Đài cassettes | Có khả năng chịu mài mòn rất cao | HPM1 FDAC HPM31 (Phải xử lý bề mặt) | NAK55 DH2F PD613 (Phải xử lý bề mặt) | IMPAX RIGOR ELMAX (Phải xử lý bề mặt) |
| | Nhựa phản ứng nhiệt (Thermosetting) | Phenol Epoxy PE | 1) Bánh răng 2) Cầu chì 3) Các loại IC 4) Transistors | | HPM31 DAC HAP10 HAP40 HAP72 | PD613 DHA1 DEX20 DEX40 DEX80 | RIGOR ORVAR ASP-23 ASP-30 ASP-60 |
| | PVC | Vinyl chloride | 1) Điện thoại 2) Ống nước 3) Hộp đựng | Có khả năng chống ăn mòn | PSL | NAK101 | STAVAX |

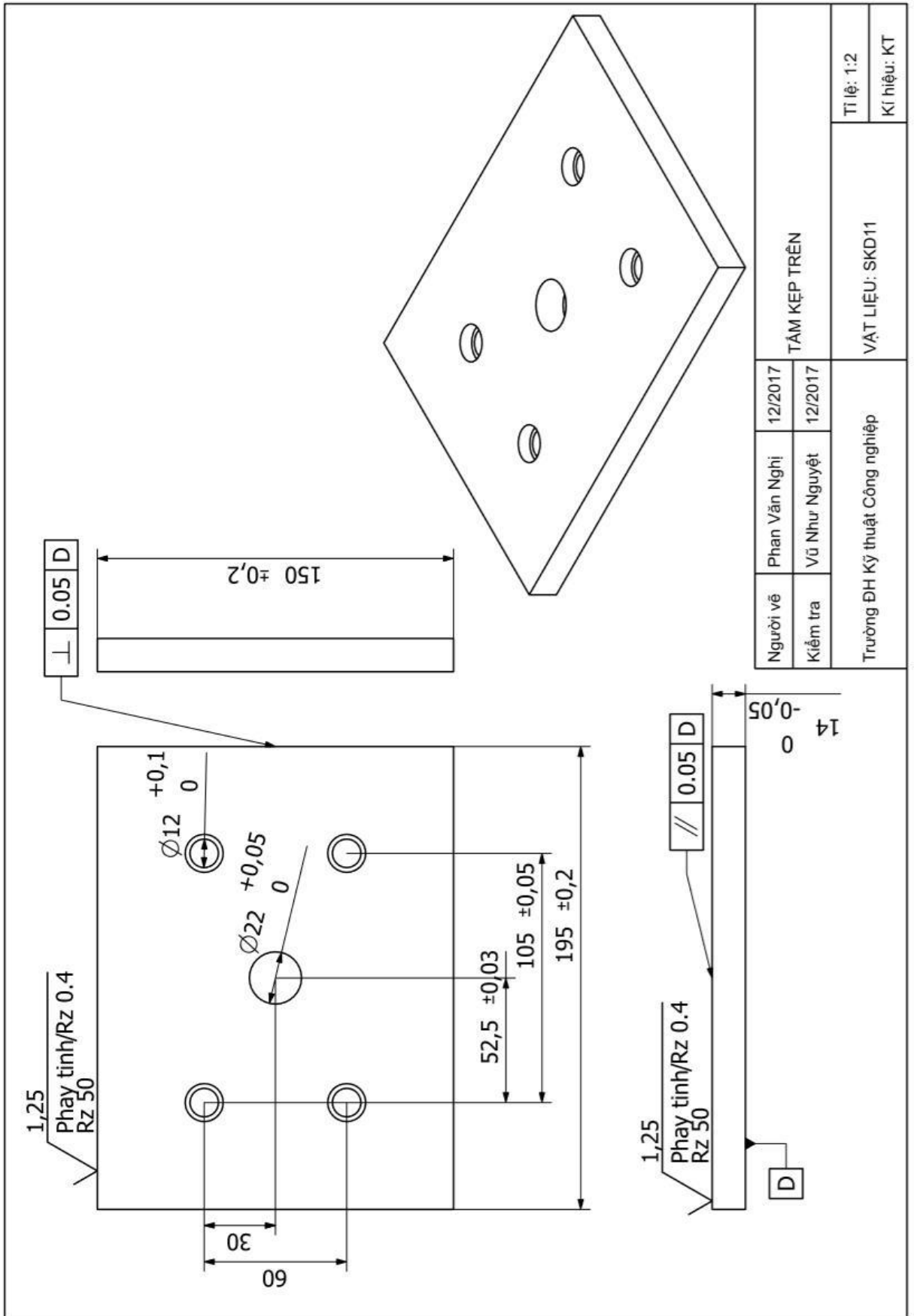
| | | | | | | |
|---|--------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------|-----------------|--------|
| Sản phẩm của khuôn yêu cầu có độ bóng cực cao | PMMA (Acrylic) PC | 1) Ống kính quang học 2) Đĩa quang | 1) Có khả năng đánh bóng 2) Chống bụi | HPM38S HPM38 YAG | S-STAR MASIC | STAVAX |
| Nam châm nhựa | Chất dẻo có thành phần từ tính | Nam châm | 1) Phi từ tính 2) Có độ cứng rất cao | HPM75 | — | — |

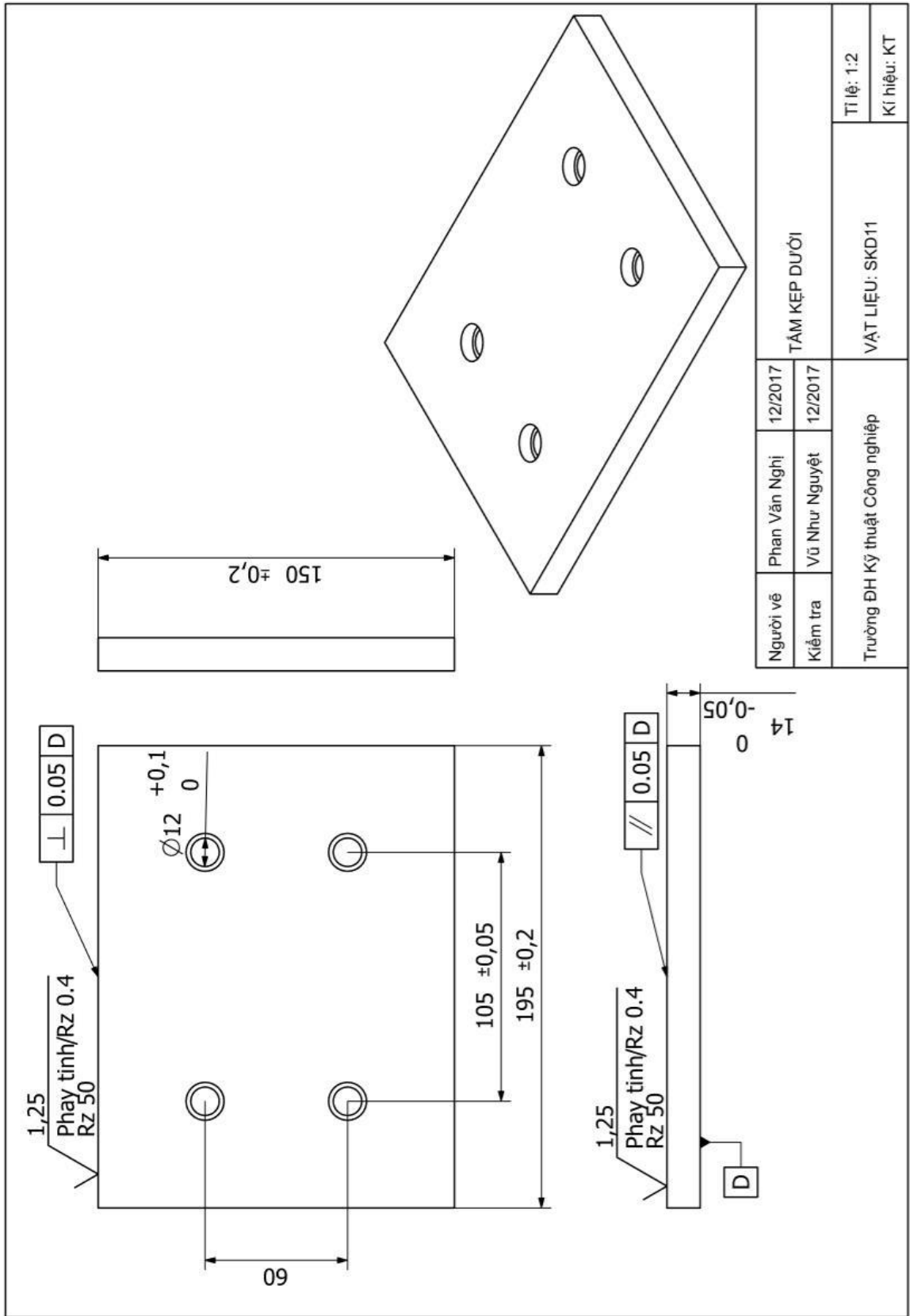
Sau khi thiết kế khuôn ép nhựa và lựa chọn vật liệu kết quả của quá trình thiết kế là các bản vẽ chi tiết để gia công khuôn:

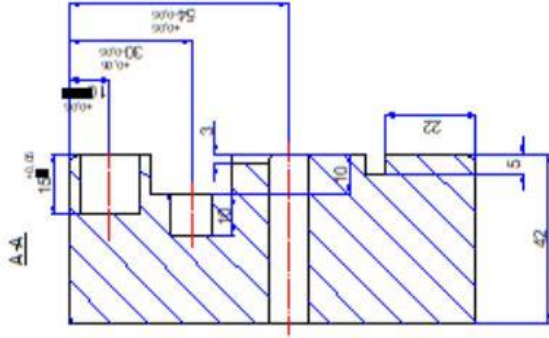


Hình 3.17. Bộ khuôn ép nhựa và các chi tiết của bộ khuôn.

Bản vẽ chế tạo các bộ phận cơ bản của khuôn ép nhựa như sau:



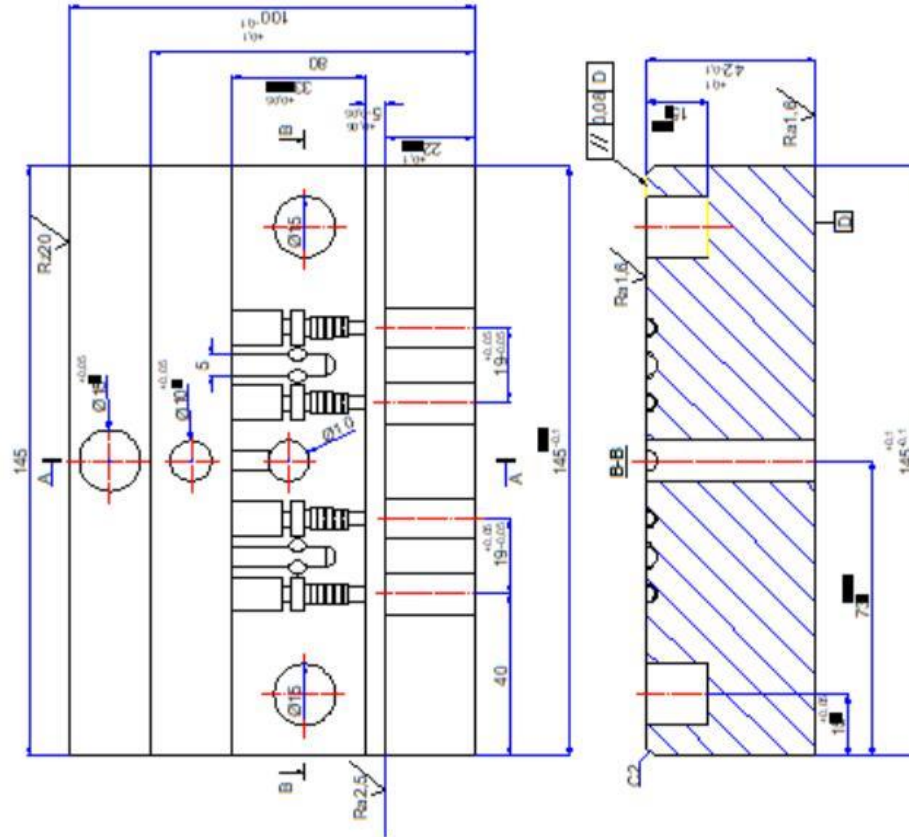




Yêu cầu kỹ thuật:

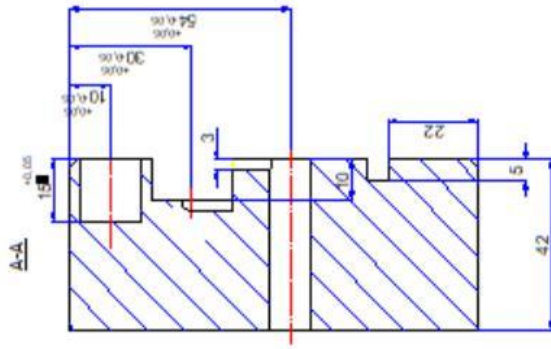
- Bề mặt lỗ đạt độ nhám Ra 2.5; và đó vuông góc
- Chỉ tiết nhiệt luyện đạt độ cứng: 58HRC

\perp 0.05 D



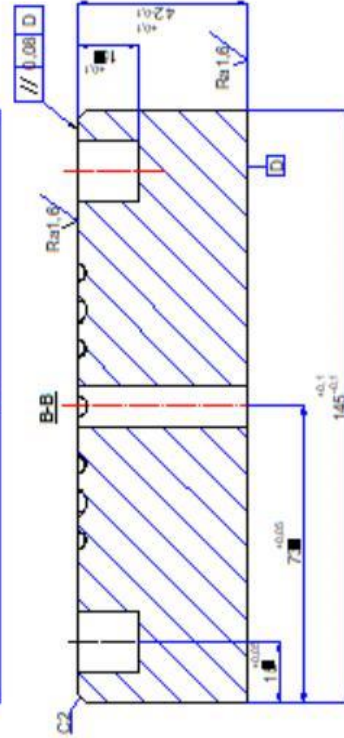
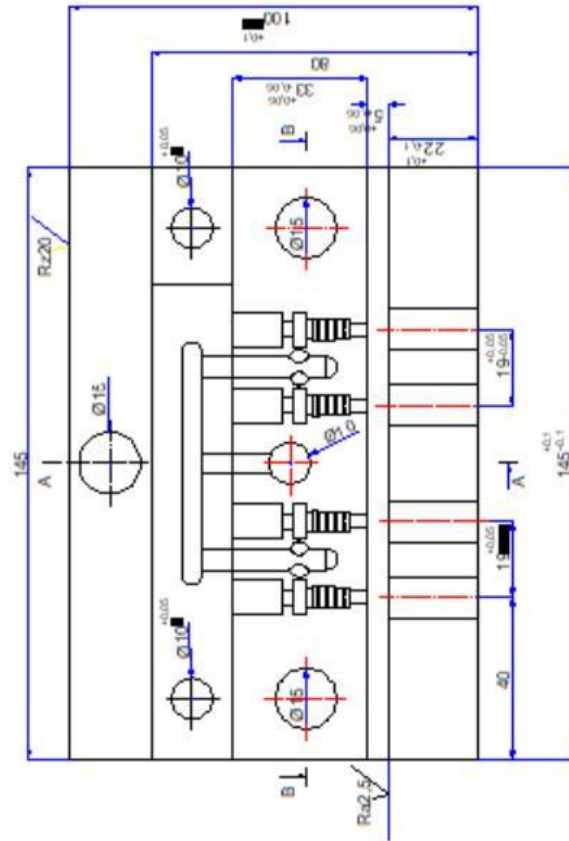
| Đề tài: Khoa học và công nghệ cấp Đại học- Khuôn ép nhựa | | | | | |
|--|----------------|--------------|------------------|------------|--------|
| TT | Họ và tên | Chữ ký/ Ngày | Số lượng | Loại lượng | Tỷ lệ |
| 1 | Phan Văn Nhật | | 01 | | 1:1 |
| 2 | Bùi Như Nguyệt | | | | |
| | | | Tờ: | | Số tờ: |
| | | | Vật liệu: SKD 11 | | |

KHUÔN TRÊN



Yêu cầu kỹ thuật:

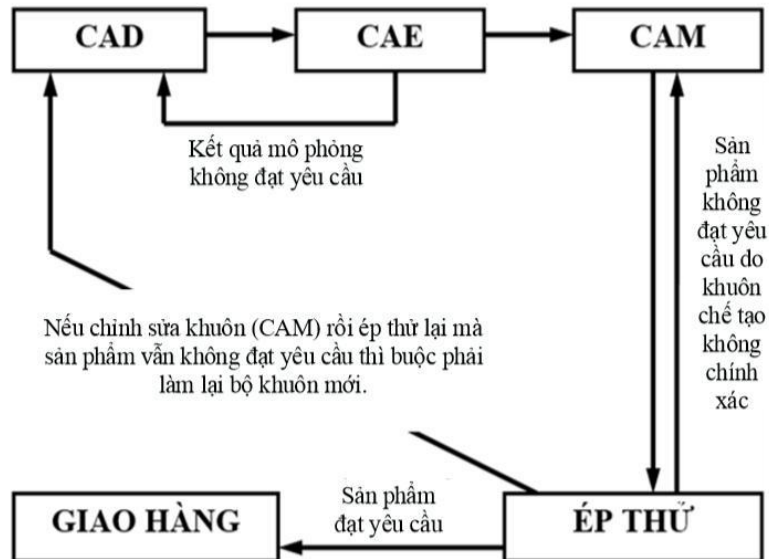
- Bề mặt lỗ dài độ nhám Ra 2.5, và độ vuông góc: \perp 0.08 D
- Chỉ số nhiệt luyện đạt độ cứng: 58HRC



| Đề bài khoa học và công nghệ cấp Đại học: Khuôn ép nhựa | | | |
|---|---------------|------------------|--------|
| TT | Họ và tên | Chữ ký | Ngày |
| 1 | Phan Văn Minh | | |
| 2 | Lê Như Nguyệt | | |
| KHUÔN DƯỚI | | Số lượng | Tỷ lệ |
| | | 01 | 1:1 |
| | | Tên: | Số bc: |
| | | Vật liệu: SKD 11 | |

CHƯƠNG 4: CHẾ TẠO KHUÔN ÉP NHỰA

4.1. Giới thiệu công nghệ chế tạo khuôn ép nhựa



Hình 4.1. Sơ đồ các bước hoàn thành bộ khuôn

Thông thường trong các nhà máy, phân xưởng sản xuất khuôn thường thực hiện công việc gia công khuôn theo các bước sau:

- Nhận các chi tiết tiêu chuẩn, thép đúc, lên các kế hoạch và lập sơ đồ sản xuất.
- Tạo mẫu và kiểm tra.
- Thiết kế và tạo dữ liệu gia công CAD/CAM.
- Gia công các bề mặt, chi tiết có hình dáng đơn giản bằng các phương pháp gia công tạo hình 2D.
- Lắp ráp tấm khuôn lại với nhau thành khối. - Gia công các bề mặt phức tạp bằng các phương pháp gia công tạo hình 3D.
- Đánh bóng các chi tiết của khuôn.
- Kiểm tra và thử nghiệm khuôn.

- Hoàn tất khuôn, chế tạo các bộ phận hỗ trợ cho việc vận chuyển khuôn.
- Tạo các thông tin phản hồi, lập hồ sơ và các danh sách khuôn.
- Đóng kiện và giao khuôn.

Với các loại khuôn lớn và có hình dáng phức tạp thì cần phải lập kế hoạch gia công, việc lập các quy trình công nghệ và chọn dụng cụ để gia công là một công việc rất quan trọng. Trong nhiều trường hợp, việc lựa chọn các thông số công nghệ cần phải trao đổi với những người có kinh nghiệm thì kết quả nhận được sẽ tốt hơn. Trong xu hướng cạnh tranh thị trường như ngày nay, các nhà sản xuất khuôn cần phải đầu tư các công nghệ gia công khuôn hiện đại. Việc áp dụng các hệ thống CAD/CAM-CNC trong lĩnh vực chế tạo khuôn là giải pháp tốt hơn vì:

- Thời gian gia công giảm.
- Tăng chất lượng khuôn về hình dáng và độ bóng.
- Giảm thời gian đánh bóng thủ công và thử nghiệm.

CAM là công nghệ sản xuất dưới sự hỗ trợ của máy tính. Quá trình sản xuất chế tạo được quản lý và điều khiển bởi hệ thống máy tính. CAM làm các nhiệm vụ sau:

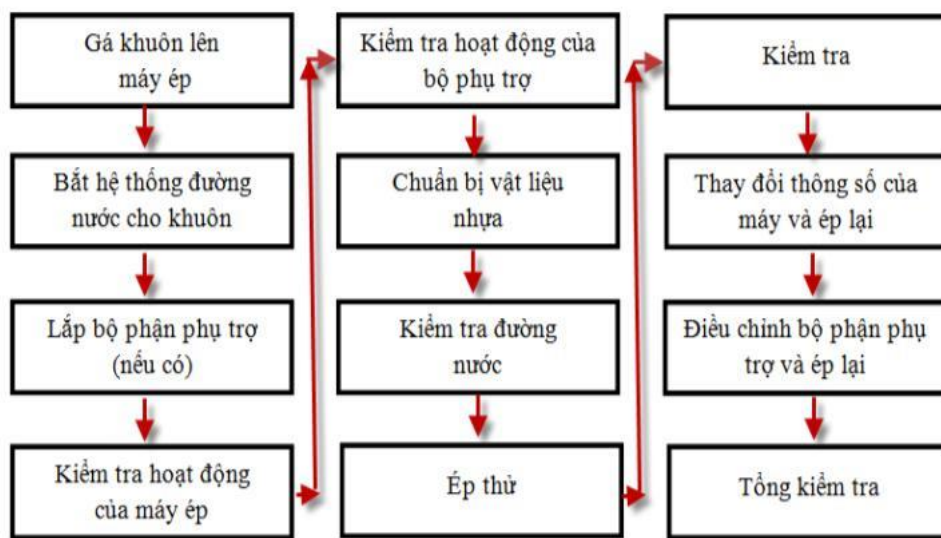
- Bước đầu tiên là lập quy trình chế tạo khuôn từ sản

phẩm. Ví dụ:

| STT | Chu trình gia công | Dụng cụ cắt | Ghi chú |
|-----|---|------------------------|---------|
| 1 | Khoan 4 lỗ bulông, 4 lỗ chốt hời, khoan mỗi 4 lỗ chốt dẫn | T10 Basic drill Ø14 | Lỗ suốt |
| 2 | Phay lỗ chốt dẫn hướng | T6 End Mill Ø20 | Lỗ suốt |
| 3 | Phay thô lòng khuôn | T8End Mill Ø8 | x |
| 4 | Phay tinh lòng khuôn | T8End Mill Ø8 | x |
| 5 | Phay tinh các góc lòng khuôn | T15 End Mill Ø3 | x |
| 6 | Phay thô kênh dẫn ngang | T16 Ball Mill Ø6 | x |

- Phân tích các chi phí trong quá trình chế tạo. - Từ đó, lựa chọn vật liệu làm khuôn, vật liệu sản phẩm cho hợp lý. - Lựa chọn loại máy, các thông số cần thiết cho việc ép sản phẩm. - Gia công khuôn theo quy trình công nghệ sau khi đã thực hiện các bước trên. - Đánh bóng lòng khuôn, lắp ráp thành bộ khuôn hoàn chỉnh.

Ép thử khuôn: Nhằm đảm bảo khuôn hoạt động tốt và đáp ứng yêu cầu ban đầu của khách hàng. Sau khi thiết kế và chế tạo khuôn xong, tiến hành ép thử sản phẩm, nếu đạt thì cả sản phẩm ép thử và khuôn sẽ được giao cho khách hàng. Quá trình này cần phải làm những công việc sau đây:



Hình 4.2. Các giai đoạn ép thử khuôn

- Gá khuôn lên máy ép: Sau khi lắp hoàn chỉnh bộ khuôn, lắp bu lông vòng vào khuôn, sử dụng pa lăng để cẩu khuôn lên máy ép. Canh cho bạc công phun vừa khít với đầu vòi phun. Cho máy ép ép vào. Sau đó, tháo bu lông vòng ra. Sử dụng đồ gá gá chặt bộ khuôn trên máy. - Bắt hệ thống đường nước cho khuôn Sau khi gá khuôn lên máy, điều khiển máy tách 2 lòng khuôn ra để dễ dàng trong việc lắp ráp đường nước. Lần lượt lắp bu lông đường nước vào. Nên quấn băng keo non và bôi keo chống thấm để khi ép nước không bị rỉ. Sau đó, gắn ống nước vào và siết chặt bằng cờ dê. - Lắp các bộ phận phụ trợ Lắp các bộ phận phụ trợ (nếu có) lên khuôn như: Bộ điều khiển heater hay bộ gia nhiệt nước, cảm biến,... - Chuẩn bị vật liệu nhựa Việc chuẩn bị vật liệu nhựa đã được tính toán trước thông qua CAM, CAE, yêu cầu của người đặt hàng hay tính chất của sản phẩm,... Bỏ nhựa vào thùng chứa trên máy, sau đó bật công tắc cho máy sấy khô hạt nhựa.

- Kiểm tra đường nước bật hệ thống đường nước cho nước chảy qua khuôn. Nếu

nước rỉ ra thì cho dừng lại và khắc phục chỗ rỉ nước đến khi nào nước hết rỉ là đạt yêu cầu.

- Ép thử: Sau khi đã chuẩn bị mọi thứ đạt yêu cầu, bước kế tiếp là ép thử xem máy ép hoạt động tốt không. Ép 2 lòng khuôn lại với nhau phun nhựa vào đợi 15s, lấy sản phẩm ra và kiểm tra xem sản phẩm có đạt yêu cầu không.

- Thiết lập lại các thông số ép: Sau khi ép thử, nếu sản phẩm chưa đạt yêu cầu do thông số ép, tiến hành thiết lập lại các thông số ép cho phù hợp thông qua quá trình mô phỏng CAE và CAM đã tính toán. Sau đó, thực hiện ép lại để kiểm tra sản phẩm dựa vào các yêu cầu của nhà sản xuất và các yêu cầu kỹ thuật của bản vẽ trong quá trình CAD.

- Thay đổi thông số của các bộ phận phụ trợ để đạt được yêu cầu của khách hàng.

- Tổng kiểm tra sản phẩm lần cuối cùng, nếu sản phẩm đã đạt yêu cầu thì giao hàng, nếu không đạt yêu cầu thì thực hiện thiết kế lại sản phẩm.

Sau khi sản phẩm ép thử đạt chất lượng như ý muốn:

- Giao sản phẩm.

- Giao khuôn.

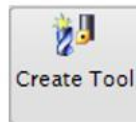
4.2. Lập trình gia công khuôn với hỗ trợ của phần mềm Unigraphics- NX 11.

4.2.1. Các bước lập trình cơ bản trên phần mềm

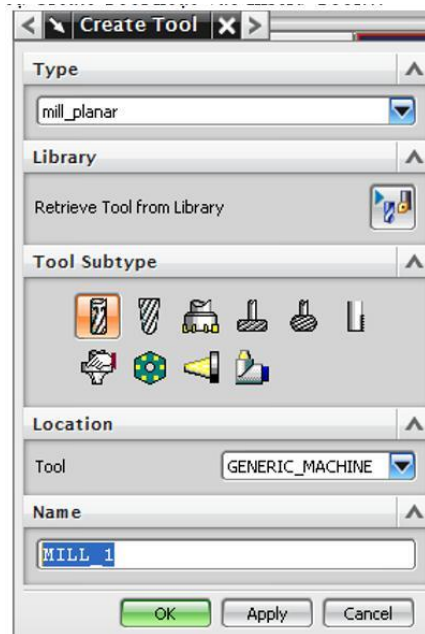
Bước 1. Tạo chương trình mới/ Lập tiến trình công nghệ gia công:



Chọn biểu tượng Create Program hoặc chọn Insert/ Program Trong hộp Type: chọn chương trình gia công (phay phẳng, phay contour hay tiện vv... Trong hộp Location: lựa chọn tên chương trình tổng (chương trình tổng này bao gồm chương trình đang tạo ra) Trong hộp Name: đặt tên cho chương trình gia công (VD: PROGRAM_1) Trong ví dụ trên, chương trình gia công mới tạo ra có tên program_1, nằm trong chương trình gia công tổng có tên NC_program.

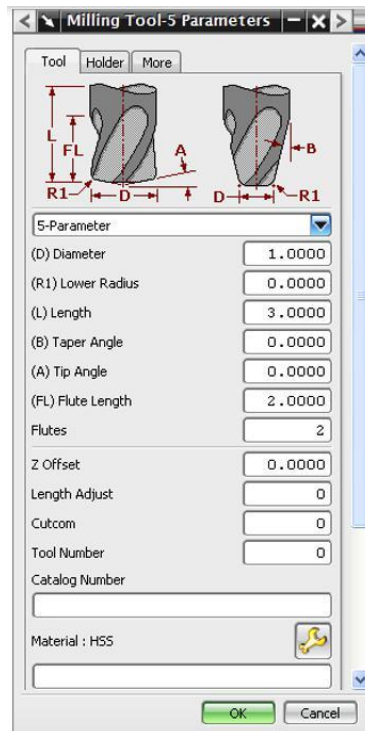


Bước 2. Tạo thư viện dụng cụ: Chọn biểu tượng Create Tool.



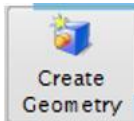
Hình 4.3. Lựa chọn kiểu, loại dụng cụ cắt.

Trong hộp Type: lựa chọn phương pháp gia công (phay phẳng, contour, tiện vv...)
 Trong hộp Library: lựa chọn dao có sẵn trong thư viện Trong hộp Tool Subtype:
 lựa chọn kiểu dao, hình dạng dao phay thích hợp (dao phay ngón, dao phay cầu,
 dao phay chữ T v.v...) Trong hộp Name: đặt tên cho dụng cụ. Chọn OK.

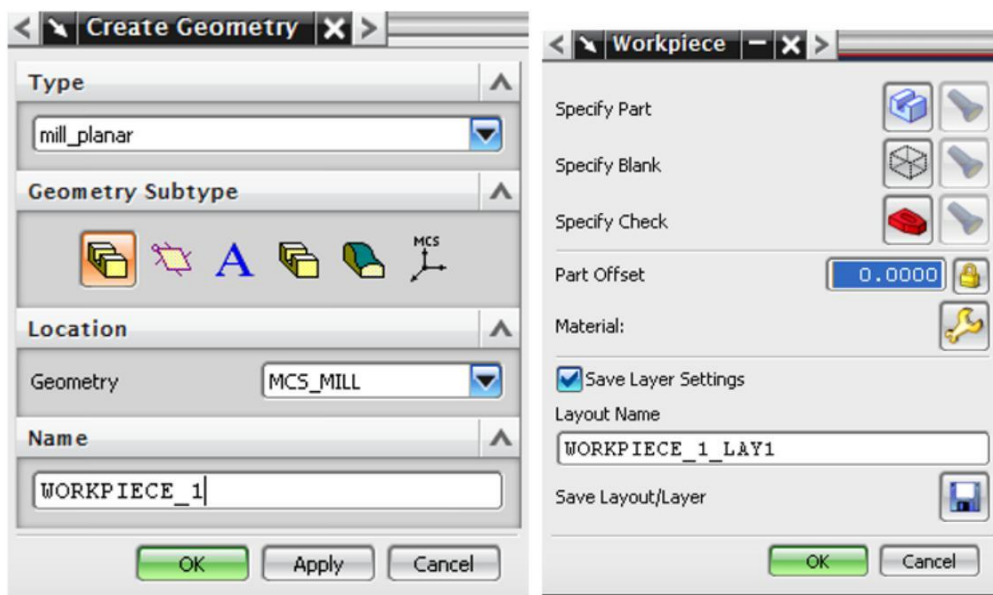


Hình 4.4. Nhập các thông số của dụng cụ cắt.

Bước 3. Khai báo hình học



Chọn Create Geometry hoặc chọn Insert/ Geometry.

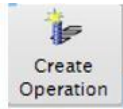


Hình 4.5. Thiết lập hình học gia công như góc hệ trục tọa độ, phôi và chi tiết gia công.

Trong hộp Type: chọn phương pháp gia công Trong hộp Geometry Subtype: chọn hình học khai báo Trong hộp Location: chọn hình học tổng, bao gồm hình học khai báo Trong hộp Name: đặt tên cho hình học khai báo.

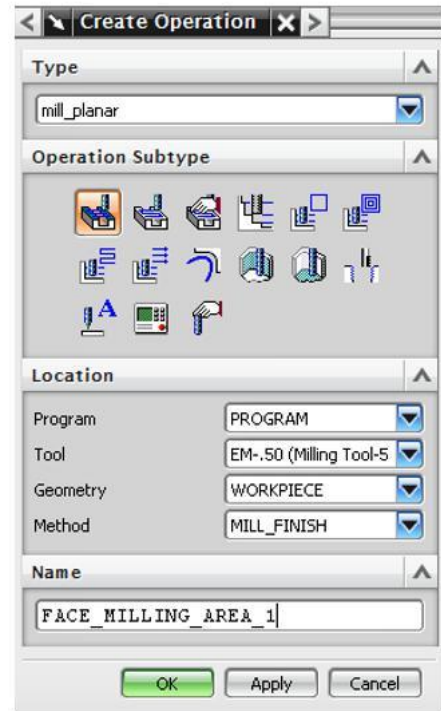
Chọn Specify Part , khai báo sản phẩm cuối cùng cần đạt được Chọn Specify Blank, khai báo phôi Chọn OK.

Bước 4. Lập chương trình gia công



Chọn Create Operation

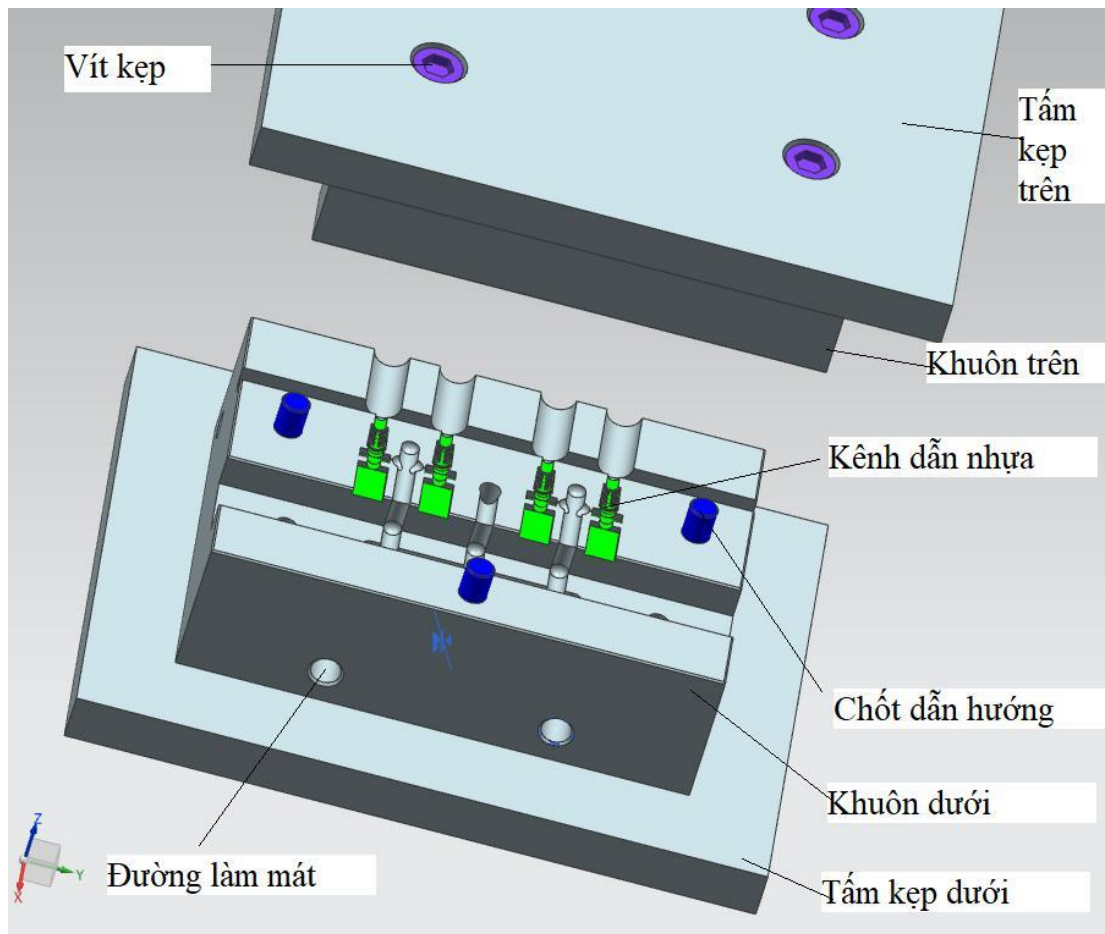
hoặc Insert/ Operation.



Hình 4.6. Chọn kiểu, phương pháp gia công.

4.2.2. Các chi tiết cần gia công của bộ khuôn

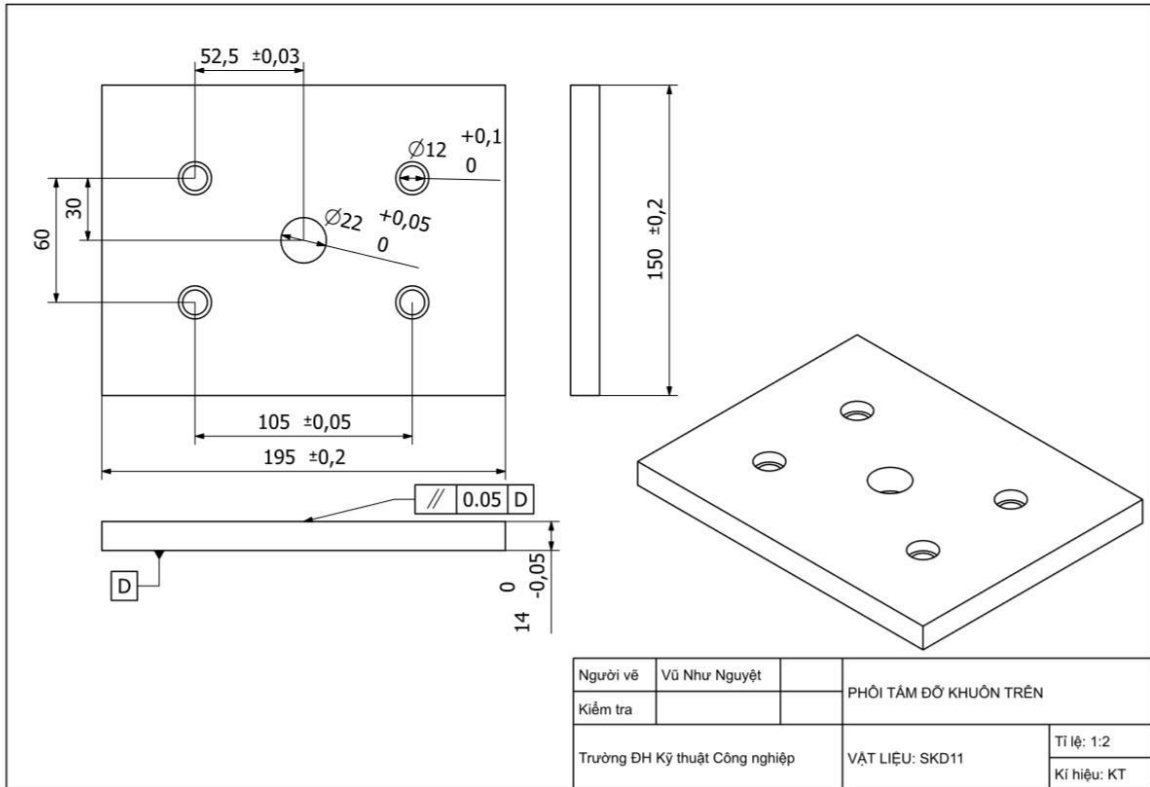
| TT | Tên chi tiết | Số lượng |
|----|----------------------|----------|
| 1 | Tấm kẹp trên | 01 |
| 2 | Tấm kẹp dưới | 01 |
| 3 | Khuôn trên | 01 |
| 4 | Khuôn dưới | 01 |
| 5 | Vít kẹp (tiêu chuẩn) | 08 |
| 6 | Chốt dẫn hướng | 05 |
| 7 | Bạc công phun | 01 |



Hình 4.7. Mô hình 3D khuôn ép nhựa.

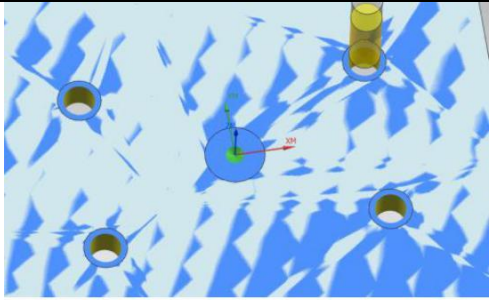
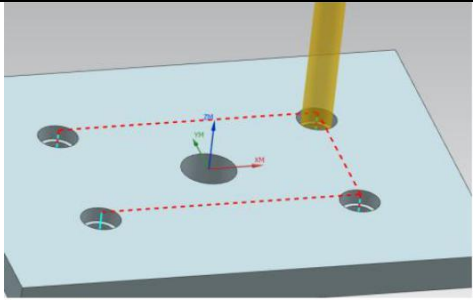
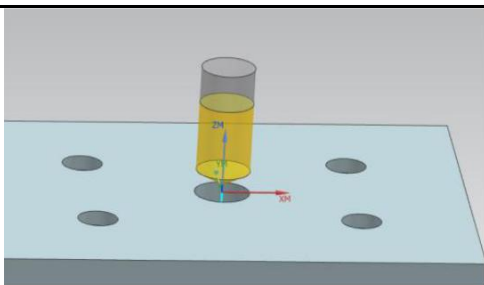
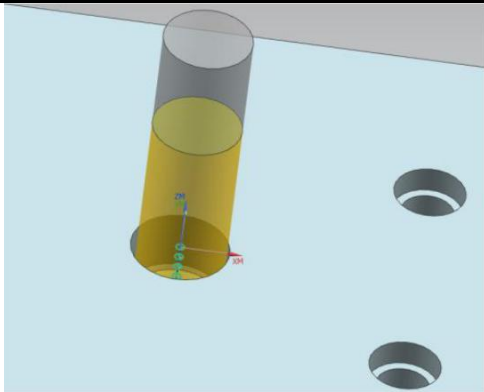
a. Tấm kẹp trên

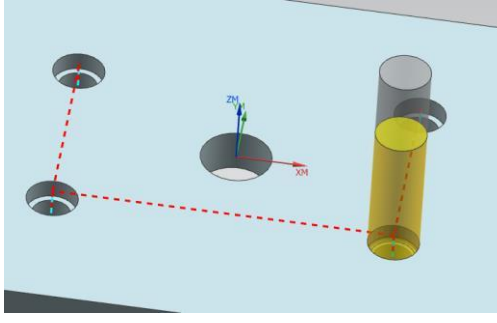
Bản vẽ chế tạo tấm kẹp trên



Quy trình công nghệ

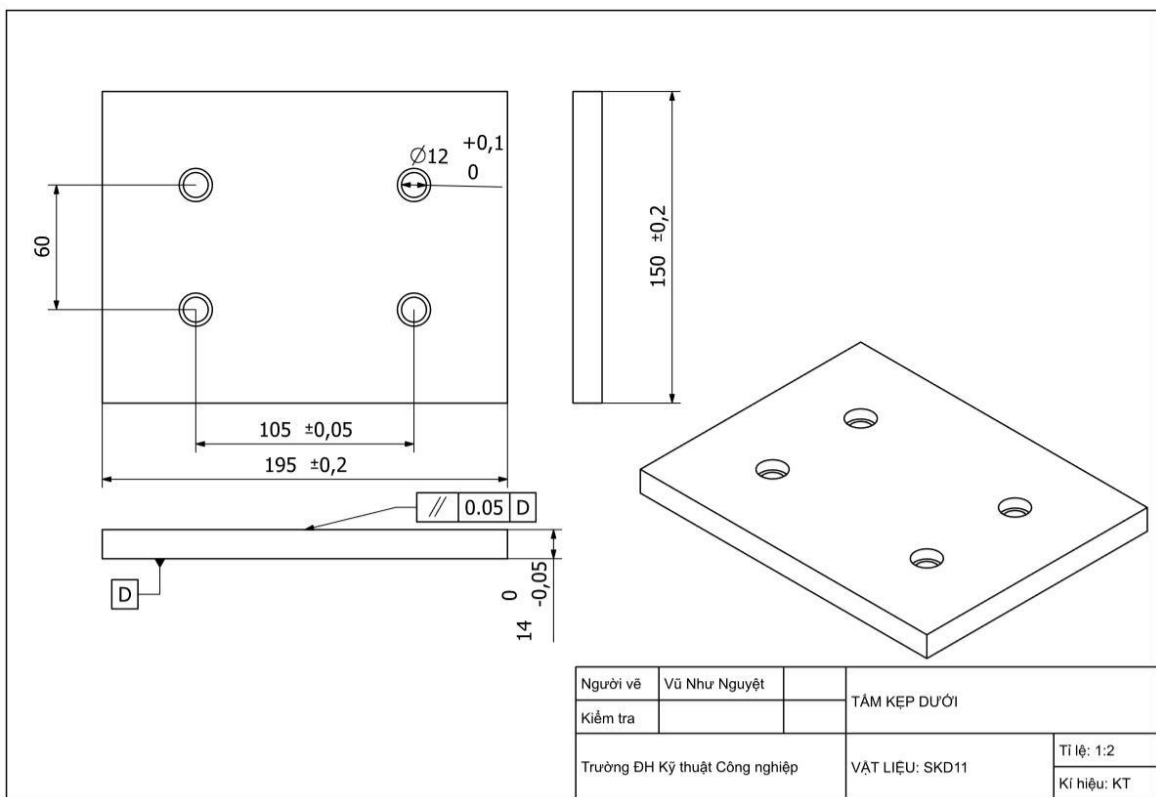
| TT | Nội dung | Quỹ đạo chạy dao | Chế độ cắt | Loại dao |
|----|------------------------|------------------|---|------------------------------------|
| 1 | Phay phẳng mặt tấm kẹp | | $V_c = 100 \text{ m/ph}$ $F = 143 \text{ mm/ph}$ $t = 0,5 \text{ mm}$ Time: 15ph | Phay mặt đầu D80, mảnh phủ Carbide |
| 2 | Khoan 5 lỗ | | $V_c = 50 \text{ m/ph}$ $F = 0,1 \text{ mm/vòng}$ $t = 2 \text{ mm}$ Time: 25 giây | Mũi khoan D24 |

| TT | Nội dung | Quỹ đạo chạy dao | Chế độ cắt | Loại dao |
|----|---------------------|--|---|--|
| 3 | Khoan 4 lỗ D11,5 |  | $V_c = 40\text{m/ph}$ $F=0,08\text{mm/vòng}$ $t = 18\text{mm}$ Time: 47 giây | Mũi khoan D11,5 |
| 4 | Doa 4 lỗ D12 |  | $V_c = 80\text{m/ph}$ $F=0,1\text{mm/vòng}$ $t = 14,5\text{ mm}$ Time: 40 giây | Dao doa máy gắn mảnh hợp kim cứng, D12 |
| 5 | Khoan 1 lỗ D21,5 |  | $V_c = 40\text{m/ph}$ $F=0,08\text{mm/vòng}$ $t = 18\text{mm}$ Time: 47 giây | Mũi khoan D21,5 |
| 6 | Phay 1 lỗ D22 |  | $V_c = 80\text{ m/ph}$ $F=80\text{ mm/ph}$ $t = 16\text{mm}$ Time: 55 giây | Dao phay D22 |

| | | | | |
|---|-----------------|--|---|--------------------|
| 7 | Phay bậc D16 |  | $V_c = 40\text{m/ph}$ $F=0,08\text{mm/vòng}$ $t = 6\text{ mm}$ Time: 29 giây | Dao phay D16 |
|---|-----------------|--|---|--------------------|

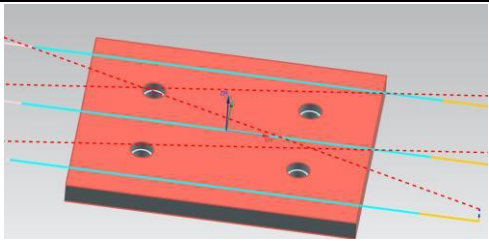
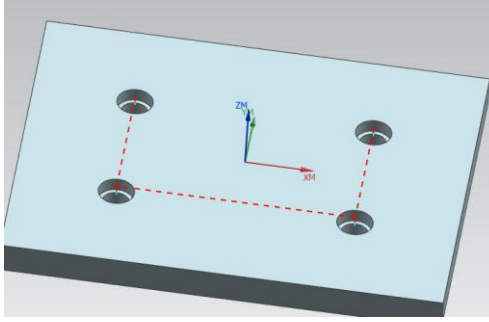
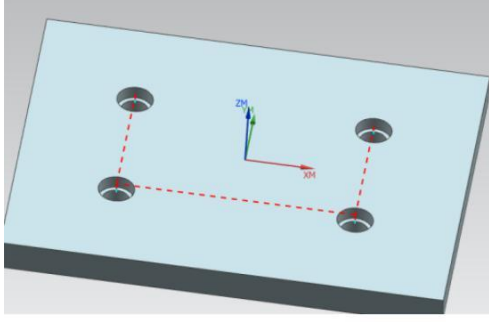
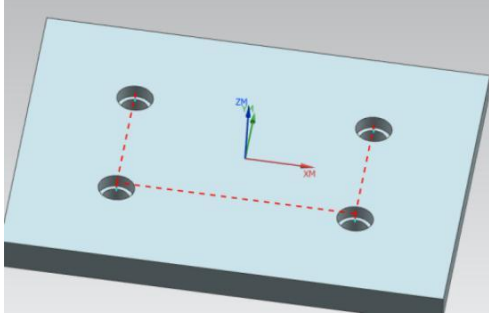
b. Tầm kẹp dưới

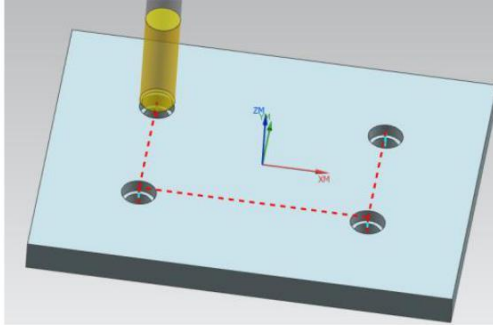
Bản vẽ chế tạo tầm kẹp dưới



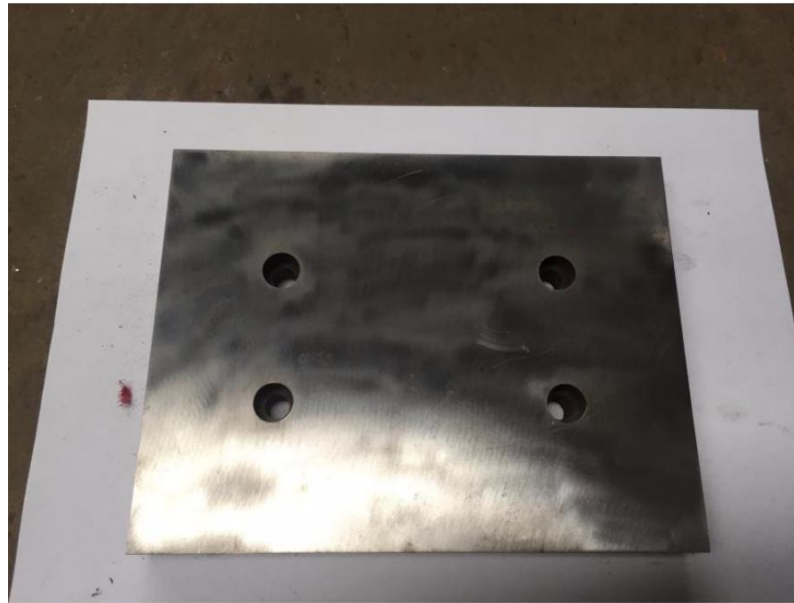
Quy trình công nghệ

| TT | Nội dung | Quỹ đạo chạy dao | Chế độ cắt | Loại dao |
|----|----------|------------------|------------|----------|
| | | | | |

| | | | | | |
|----|---------------------|------------------|--|---|--|
| 1 | Phay phẳng kẹp | mặt tấm |  | $V_c=100\text{m/ph}$ $F=143\text{ mm/ph}$ $t = 0,5\text{ mm}$ Time: 15ph | Phay mặt đầu D80, mảnh phủ Carbide |
| 2 | Khoan 4 lỗ | mũi |  | $V_c = 50\text{ m/ph}$ $F=0,1\text{mm/vòng}$ $t = 2\text{ mm}$ Time: 25 giây | Mũi khoan D18 |
| TT | Nội dung | Quỹ đạo chạy dao | Chế độ cắt | Loại dao | |
| 3 | Khoan 4 lỗ D11,5 | |  | $V_c = 40\text{m/ph}$ $F=0,08\text{mm/vòng}$ $t = 18\text{mm}$ Time: 47 giây | Mũi khoan D11,5 |
| 4 | Doa 4 lỗ D12 | |  | $V_c = 80\text{m/ph}$ $F=0,1\text{mm/vòng}$ $t = 14,5\text{ mm}$ Time: 40 giây | Dao doa máy gắn mảnh hợp kim cứng, D12 |

| | | | | |
|---|--------------|--|---|--------------|
| 5 | Phay bậc D16 |  | $V_c = 40\text{m/ph}$ $F=0,08\text{mm/vòng}$ $t = 6\text{ mm}$ Time: 29 giây | Dao phay D16 |
|---|--------------|--|---|--------------|

Hình ảnh chi tiết sau gia công



c. Khuôn trên

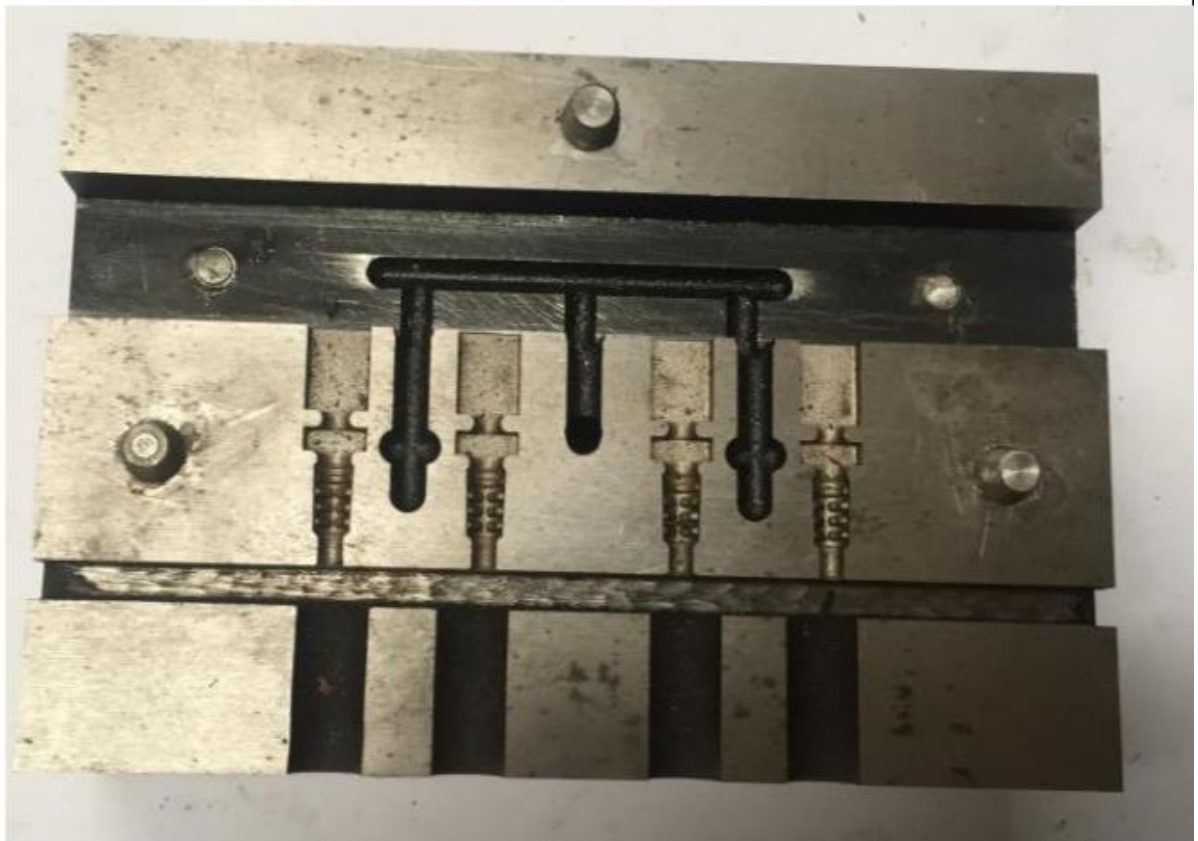
| Quy trình công nghệ | | | | |
|---------------------|---------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|
| TT | Nội dung | Nội dung công việc | Chế độ cắt | Loại dao |
| 1 | Nguyên công 1 | Phay mặt phẳng đáy làm chuẩn tinh | $V_c = 78\text{ m/ph}$ $F = 124\text{ mm/ph}$ $t = 0,5\text{ mm}$ Time: 10'41" | Phay mặt đầu D80, mảnh phủ Carbide |
| 2 | Nguyên công 2 | Phay các bề mặt của lòng khuôn trên | Time: 2h40' | |

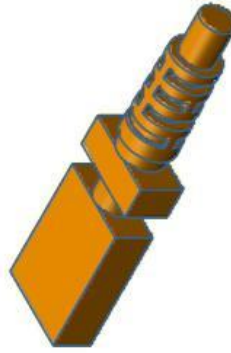
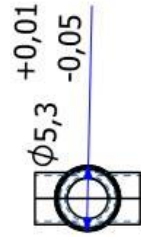
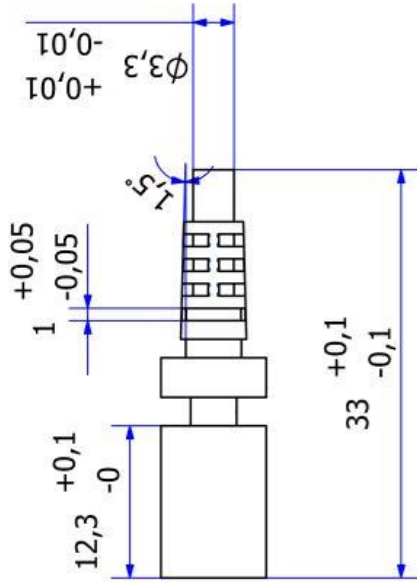
| TT | Nội dung | Nội dung công việc | Chế độ cắt | Loại dao |
|----|---------------|---|--|--|
| 3 | Bước 1 | Phay mặt phẳng trên | $V_c = 78$ m/ph $F = 124$ mm/ph $t = 0,5$ mm Time: 10'41'' | Phay mặt đầu D80, mảnh phủ Carbide |
| 4 | Bước 2 | Phay rãnh, có chiều rộng 20 | $V_c = 50$ m/ph $F = 100$ mm/ph $t = 0,75$ mm Time: 1h3'4'' | Dao phay ngón D10 |
| 5 | Bước 3 | Phay rãnh, có chiều rộng 5 | $V_c = 60$ m/ph $F = 180$ mm/ph $t = 0,5$ mm Time: 8'48'' | Dao phay ngón D5 |
| 6 | Bước 4 | Phay kênh dẫn nhựa | $V_c = 60$ m/ph $F = 40$ mm/ph $t = 0,5$ mm Time: 10'44'' | Dao đầu cầu D5 |
| 7 | Bước 5 | Gia công lỗ định vị: Khoan môi, khoan sâu, doa | $V_c = 40$ m/ph $F = 0,08$ mm/vòng $t = 10$ mm Time: 56'' | Mũi khoan D7,5; Doa D8; Khoan môi D12 |
| 8 | Bước 6 | Phay rãnh chứa dây 10 | $V_c = 60$ m/ph $F = 303$ mm/ph $t = 0,5$ mm Time: 9'00'' | Dao cầu D10 |
| 9 | Nguyên công 3 | Gia công kênh làm mát D10, 3 lỗ | Time: 8'12'' | |

| TT | Nội dung | Nội dung công việc | Chế độ cắt | Loại dao |
|----|---------------|--|---|----------------|
| 10 | Bước 1 | Khoan mũi | $V_c = 50$ m/ph $F = 40$ mm/ph $t = 2$ mm Time: 15'' | Mũi khoan D10 |
| 11 | Bước 2 | Khoan sâu 90, 2 lỗ | $V_c = 45$ m/ph $F = 38$ mm/ph $t = 2$ mm Time: 5'30'' | Mũi khoan D8,5 |
| 12 | Bước 3 | Khoan sâu 120, 1 lỗ | $V_c = 45$ m/ph $F = 38$ mm/ph $t = 2$ mm Time: 3'30'' | Mũi khoan D8,5 |
| 13 | Bước 4 | Ta rô ren M10, sâu 20 | $V_c = 45$ m/ph $F = 2$ mm/ vòng $t = 20$ mm Time: 1'30'' | Ta rô M10 |
| 14 | Nguyên công 4 | Nhiệt luyện khuôn đạt độ cứng 52 – 58 HRC. | | |
| 15 | Nguyên công 5 | Mài mặt trên, mặt dưới của khuôn | $V_c = 45$ m/s $F = 0,0025$ mm/ vòng $t = 0,005$ mm/ htr kép Time: | Đá mài |

| TT | Nội dung | Nội dung công việc | Chế độ cắt | Loại dao |
|----|---------------------------------|------------------------|--|-----------------------|
| 16 | Nguyên công 6 | Rãnh thoát khí | $V_c = 120$ m/ph $F = 0,018$ mm/vòng $t = 0,05$ mm Time: 4'34'' | Dao phay D6 |
| 17 | Nguyên công 7 | Xung 4 rãnh lòng khuôn | | Công ty TNHH Vạn Xuân |
| 18 | Nguyên công 8 | Đánh bóng | | |
| 18 | Nguyên Kiểm tra sản phẩm công 9 | | | |

Hình ảnh chi tiết khuôn trên





| | | | |
|--------------------------------|---------------|----------------|---------|
| Người vẽ: | Phan Văn Nghị | ĐIỆN CỰC XUNG | |
| Kiểm tra: | Vũ Như Nguyệt | Vật liệu: Đồng | |
| Trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp | | Tỷ lệ: 2:1 | Kí hiệu |

Giải thích một số thuật ngữ trên phần mềm:

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|---|-------------|---|----------|--------|--------|------------|----------|--|
| QTCN_KHUONTREN | | | | | 02:51:22 | | | | | |
| GALAN1_PHAY_PHANG_CHUAN_... | | | | | 00:10:53 | | | | | |
| BUOC1_PHAYMATPHANG | | | | | 00:10:53 | | | | | |
| FACE_MILLING_AREA | | ✓ | MILL_PH... | 1 | 00:10:41 | 0.0000 | 0.0000 | 124 mmp... | 1244 rpm | |
| GALAN2_PHAY_CHITIET | | | | | 02:40:30 | | | | | |
| BUOC1_PHAY_PHANG | | | | | 00:10:37 | | | | | |
| FACE_MILLING_AREA_1 | | ✓ | MILL_PH... | 1 | 00:10:37 | 0.0000 | 0.0000 | 124 mmp... | 1244 rpm | |
| BUOC2_PHAY_RANH_20 | | | | | 01:03:16 | | | | | |
| FACE_MILLING_AREA_2 | | ✓ | MILL | 0 | 01:03:04 | 0.0000 | 0.7500 | 60 mmpm | 1592 rpm | |
| BUOC3_PHAY_RANH_5 | | | | | 01:21:03 | | | | | |
| SOLID_PROFILE_3D | | ✓ | MILL_PH... | 2 | 01:20:51 | 0.0000 | | 40 mmpm | 1910 rpm | |
| BUOC4_PHAY_KENH_DAN_NH... | | | | | 00:04:16 | | | | | |
| CAVITY_MILL_2 | | ✓ | SPHERIC... | 3 | 00:04:04 | 0.0000 | .5 mm | 40 mmpm | 1949 rpm | |
| BUOC5_LO_DINH_VI | | | | | 00:00:22 | | | | | |
| BREAKCHIP_DRILLING | | ✓ | DRILLING... | 5 | 00:00:10 | | Model | 40 mmpm | 800 rpm | |
| BREAKCHIP_DRILLING_1 | | ✓ | DRILLING... | 5 | 00:00:01 | | Model | 250 mmp... | 0 rpm | |
| B6_PHAY_RANH_CHUA_DAY | | | | | 00:00:57 | | | | | |
| CAVITY_MILL | | ✓ | BALL_MILL | 6 | 00:00:45 | 0.0000 | 2 mm | 250 mmp... | 2546 rpm | |
| NC3_KENH_LAM_MAT | | | | | 00:00:00 | | | | | |
| NC4_NHIET_LUYEN_52-55HRC | | | | | 00:00:00 | | | | | |

Program: Quy trình công nghệ.

Tool: Kiểu, loại dao dùng cho buwowcs gia công.

Tool number: Vị trí dao trong ổ chứa dao.

Time: Thời gian gia công, bao gồm cả thời gian chạy không (giờ, phút, giây).

Stock: Lượng dư để lại sau khi gia công ở bước đó (mm).

Depth of cut: Chiều sâu cắt của một lát cắt (mm).

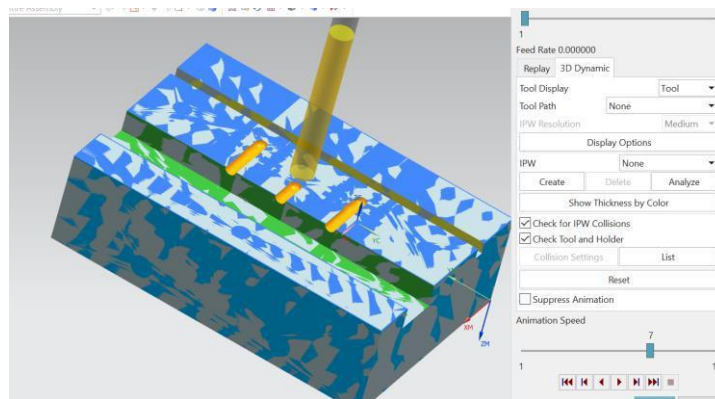
Feed rates: Lượng chạy dao (mmpm- mm/phút).

Speed: Tốc độ cắt (số vòng quay trực chính (vòng/ phút) hoặc vận tốc cắt (m/phút)).

Mô phỏng gia công trên phần mềm, công việc này đã giảm được sai hỏng và tối ưu được dụng cụ cắt hay năng suất.

Replay: Mô phỏng 2D nhìn được đường chạy dao.

3D Dynamic: Mô phỏng 3D quá trình gia công.



Hình 6.5.

d. Khuôn dới

| Quy trình công nghệ | | | | |
|---------------------|---------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|
| TT | Nội dung | Nội dung công việc | Chế độ cắt | Loại dao |
| 1 | Nguyên công 1 | Phay mặt phẳng đáy làm chuẩn tinh | $V_c = 78$ m/ph $F = 124$ mm/ph $t = 0,5$ mm Time: 10'41" | Phay mặt đầu D80, mảnh phủ Carbide |
| 2 | Nguyên công 2 | Phay các bề mặt của lòng khuôn trên | Time: 2h40' | |
| 3 | Bước 1 | Phay mặt phẳng trên | $V_c = 78$ m/ph $F = 124$ mm/ph $t = 0,5$ mm Time: 10'41" | Phay mặt đầu D80, mảnh phủ Carbide |
| 4 | Bước 2 | Phay rãnh, có chiều rộng 20 | $V_c = 50$ m/ph $F = 100$ mm/ph $t = 0,75$ mm Time: 1h3'4" | Dao phay ngón D10 |
| 5 | Bước 3 | Phay rãnh, có chiều rộng 5 | $V_c = 60$ m/ph $F = 180$ mm/ph $t = 0,5$ mm Time: 8'48" | Dao phay ngón D5 |
| 6 | Bước 4 | Phay kênh dẫn nhựa | $V_c = 60$ m/ph $F = 40$ mm/ph $t = 0,5$ mm Time: 10'44" | Dao đầu cầu D5 |

| TT | Nội dung | Nội dung công việc | Chế độ cắt | Loại dao |
|----|------------------|--|---|---|
| 7 | Bước 5 | Gia công lỗ định vị: Khoan môi, khoan sâu, doa | $V_c = 40$ m/ph $F=0,08$ mm/vòng $t = 10$ mm Time: 56'' | Mũi khoan D7,5; Doa D8; Khoan môi D12 |
| 8 | Bước 6 | Phay rãnh chứa dây 10 | $V_c = 60$ m/ph $F= 303$ mm/ph $t = 0,5$ mm Time: 9'00'' | Dao cầu D10 |
| 9 | Nguyên công 3 | Gia công kênh làm mát D10, 3 lỗ | Time: 8'12'' | |
| 10 | Bước 1 | Khoan môi | $V_c = 50$ m/ph $F= 40$ mm/ph $t = 2$ mm Time: 15'' | Mũi khoan D10 |
| 11 | Bước 2 | Khoan sâu 90, 2 lỗ | $V_c = 45$ m/ph $F= 38$ mm/ph $t = 2$ mm Time: 5'30'' | Mũi khoan D8,5 |
| 12 | Bước 3 | Khoan sâu 120, 1 lỗ | $V_c = 45$ m/ph $F= 38$ mm/ph $t = 2$ mm Time: 3'30'' | Mũi khoan D8,5 |
| 13 | Bước 4 | Ta rô ren M10, sâu 20 | $V_c = 45$ m/ph $F= 2$ mm/ vòng $t = 20$ mm Time: 1'30'' | Ta rô M10 |

| | | | | |
|----|---------------|--|---|-----------------------|
| 14 | Nguyên công 4 | Nhiệt luyện khuôn đạt độ cứng 52 – 58 HRC. | | |
| 15 | Nguyên công 5 | Mài mặt trên, mặt dưới của khuôn | $V_c = 45 \text{ m/s}$ $F = 0,0025 \text{ mm/vòng}$ $t = 0,005 \text{ mm/htr kép}$ Time: | Đá mài |
| 16 | Nguyên công 6 | Rãnh thoát khí | $V_c = 120 \text{ m/ph}$ $F = 0,018 \text{ mm/vòng}$ $t = 0,05 \text{ mm}$ Time: 4'34'' | Dao phay D6 |
| 17 | Nguyên công 7 | Xung 4 rãnh lòng khuôn | | Công ty TNHH Vạn Xuân |
| 18 | Nguyên công 8 | Đánh bóng | | |
| 19 | Nguyên công 8 | Kiểm tra sản phẩm | | |

Hình ảnh chi tiết khuôn dưới



CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC

Sau một thời gian nghiên cứu lý thuyết và nghiên cứu cơ sở về thiết kế khuôn ép nhựa thì tác giả đã hoàn thành mục tiêu của đề tài:

- Thiết kế bộ khuôn ép nhựa và các bộ phận khác dựa trên cơ sở lý thuyết và ứng dụng phần mềm CAD/CAM- Unigraphics NX, tiết kiệm được nhiều thời gian so với phương pháp truyền thống không có trợ giúp của CAD.
- Xây dựng chương trình gia công trên phần mềm và kiểm tra độ chính xác thông số hình học trên phần mềm để giảm chi phí chế tạo thử.
- Giảm giá thành so với đặt sửa chữa hay chế tạo ở nước ngoài.
- Sản phẩm của đề tài được đưa vào giảng dạy học phần thuộc khối kiến thức chuyên ngành chế tạo máy để nâng cao chất lượng đào tạo.
- Các nghiên cứu khảo sát khi gia công vật liệu C45 nhiệt luyện đạt 42- 45 HRC để thay thế vật liệu SKD11, góp phần giảm giá thành của bộ khuôn.

Cùng với việc đề tài đạt các mục tiêu cụ thể thì sản phẩm khoa học và ứng dụng của đề tài là:

a. Sản phẩm khoa học:

- 01 bài báo đăng tạp chí nước ngoài.

Vu Nhu Nguyet, Do Duc Trung (2019); “Optimization Milling Process When Machining C45 Steel by Ball Nose Mill for Minimum Tool Wear using Taguchi Method”; *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET)*, Volume 6, Issue 1, p476- p479.

- 01 bài báo đăng tạp chí trong nước.

Vu Nhu Nguyet, Ngo Minh Tuan, Nguyen Thuan (2018), “Influence of Tool Path Strategies on Machining Time Using the Nose Tool when Milling 3D Surfaces”, *Journal of Science and Technology*, Thai Nguyen University, 192 (16), p67 - p71.

b. Sản phẩm ứng dụng:

Bộ khuôn ép nhựa. Bộ khuôn được ứng dụng ở công ty Cổ phần Nhựa Hiệp Hòa, Việt Nam.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- **Kết luận:** Đề tài đã ứng dụng lý thuyết và kỹ thuật CAD/CAM để thiết kế và chế tạo bộ khuôn ép nhựa phục vụ ngành công nghiệp nhựa, đó là khuôn ép nhựa đầu nối giữa dây điện và đầu sạc của điện thoại. Bộ khuôn này có giá thành thấp hơn thiết bị cùng loại nhập ngoại, có chất lượng đảm bảo và có khả năng thương mại hóa. Đặc biệt kết quả của đề tài là mô hình mẫu để sinh viên nắm bắt về công nghiệp nhựa góp phần nâng cao chất lượng đào tạo của khoa Cơ Khí, trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp.

Với việc ứng dụng kỹ thuật CAD/CAM đã khảo sát được các thông số động học của khuôn cũng như mô phỏng quá trình gia công và tối ưu được thời gian gia công trên các phần mềm trợ giúp gia công để giảm thiểu thời gian phụ khi gia công và các lỗi lập trình, làm cho kết quả lập trình tối ưu về năng suất và chất lượng bề mặt hay độ chính xác hình dáng hình học của các chi tiết của bộ khuôn.

CAE ở giai đoạn thiết kế có thể thực hiện trên máy vi tính đối với các phương án sửa đổi thiết kế tiến hành đánh giá (Evaluate), nhận định (Verify) và tối ưu hóa (Optimize), giảm thời gian, giá thành thử khuôn, sửa khuôn thực tế, rút ngắn chu trình thử sai thực tế, rút ngắn thời gian phát triển sản phẩm (Product Development Time) và thời gian đưa ra thị trường (Time-to-Market), giảm hao phí, thời gian và tiền bạc trong các công đoạn.

- **Kiến nghị:** Các doanh nghiệp khuôn mẫu đang nhanh chóng phát triển, ứng dụng công nghệ thông tin vào một số công đoạn của quá trình sản xuất. Trong xã hội thông tin, để đủ điều kiện là một doanh nghiệp khuôn mẫu hiện đại cấp cao, việc áp dụng CAD / CAM là không đủ. Hiện tại, nhiều doanh nghiệp đã áp dụng CAE, CAT, PDM, CAPP, KBE, KBS, RE, CIMS, ERP và các công nghệ sản xuất tiên tiến khác và công nghệ mạng ảo. Xu hướng phát triển công nghệ thông tin đang là yêu cầu cấp thiết hiện nay. Nên tác giả đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo của đề tài là ứng dụng các công nghệ thông tin vào việc tối ưu hóa các giai đoạn của quá trình thiết kế và lập trình gia công những bộ phận cơ bản của khuôn để nâng cao chất lượng sản phẩm nhựa được ép ra cũng như năng suất gia công khuôn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. TS. Vũ Hoài Ân (1995), *Thiết kế khuôn cho sản phẩm nhựa*, Viện máy và dụng cụ công nghiệp, Hà Nội.
- [2]. GS.TS. Trần Văn Địch (2000), *Công nghệ CNC*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3]. PGS.TS. Trần Thế Lục (2004), *Công nghệ tạo hình các bề mặt dụng cụ công nghiệp*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [4]. PGS.TS. Nguyễn Đắc Lộc (Chủ biên) (2007), *Sổ tay công nghệ chế tạo máy*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [5]. TS. Phạm Minh Sơn (2014), *Giáo trình thiết kế- chế tạo khuôn phun ép nhựa*, NXB Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh, Hồ Chí Minh.
- [6]. Cấu tạo khuôn ép nhựa_ Cấu tạo các thành phần trong khuôn, <http://www.moldviet.com/chuc-nang-cac-thanh-phan-trong-khuon-nhua/>, 7/11/2016.
- [7]. Thiết kế khuôn nhựa_ Bài 54, http://thietkekhupon.com/thiet-ke-khuon-nhua-bai_54chon-vat-lieu-lam-khuon-ep-nhua/, 27/10/2017.
- [8]. Giá thành các loại khuôn, <https://www.alibaba.com/showroom/plastic-mould-die-makers.html>, 2019.
- Tài liệu tiếng anh:
- [9]. Ming C. Leu, Amir Ghazanfari, Krishna Kolan (2000), *NX 10 for Engineering Design*, Missouri University, Siemens.
- [10]. Ming C. Leu, Amir Ghazanfari, Krishna Kolan (2000), *NX 10 for Engineering Manufacturing*, Missouri University, Siemens.
- [11]. Ken Evans (2000), *Programming of CNC machines*,
- [12]. Siemens PLM software (2000), *Nx Mold wizard Design*, Siemens.
- [13]. <https://en.wikipedia.org/wiki>