

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTONE PROJECT

NGÀNH: CƠ KHÍ
CHUYÊN NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

ĐỀ TÀI:

**THIẾT KẾT KHUÔN ĐÚC ÁP LỰC CHI TIẾT CUỘN CHỈ CÀN CÂU
(SPOOL) VÀ MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH ĐÚC**

Người hướng dẫn: **TS. VÕ TRẦN ANH**

Người duyệt: **TS. ĐINH ĐỨC HẠNH**

SVTH: **NGUYỄN ĐẠI THẮNG – NGUYỄN CÔNG HOÀNG TÚ**

Số thẻ sinh viên: **101200194 -101200206**

Lớp: **20C1C**

Đà Nẵng,/2025

{Trang trắng này dùng để dán bản Nhận xét của người hướng dẫn, hoặc thay trang

TÓM TẮT

Tên đề tài: **Thiết kế khuôn đúc áp lực chi tiết cuộn chỉ cần câu (spool) và mô phỏng quá trình đúc**

Sinh viên thực hiện: **Nguyễn Đại Thắng – Nguyễn Công Hoàng Tú**

Số thẻ SV: **101200194 - 101200206**

Lớp: **20C1C**

Trong sự phát triển lớn mạnh không ngừng của xã hội đòi hỏi ngành công nghiệp phải tạo ra được sản phẩm nhanh, có tính hàng loạt cao. Nên ngành công nghệ khuôn mẫu bắt đầu được ra đời và ngày càng phát triển. Với mục tiêu vận dụng kiến thức các môn đã học vào thực tế và thử thách năng lực bản thân với yêu cầu của doanh nghiệp, công ty nên nhóm quyết định chọn đề tài: **“THIẾT KẾT KHUÔN ĐÚC ÁP LỰC CHI TIẾT CUỘN CHỈ CẦN CÂU (SPOOL) VÀ MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH ĐÚC”** do thầy Võ Trần Anh hướng dẫn.

Những nội dung chính của đề án tốt nghiệp:

- Tìm hiểu vật liệu và công nghệ đúc áp lực.
- Phân tích tính chất, yêu cầu của chi tiết.
- Thiết kế 3D sản phẩm
- Tính toán các thông số.
- Thiết kế bộ khuôn hoàn chỉnh với Mold Wizard Cimatron.
- Mô phỏng dòng chảy trong khuôn đúc với phần mềm Inspire Cast.

Tổng quan: Đề tài này giúp người xem hiểu được các quá trình từ chi tiết đúc ban đầu đến bộ khuôn hoàn chỉnh như nào. Cách lắp ráp và hoạt động của một bộ khuôn ra sao và trên hết là cách mô phỏng quá trình chi tiết đúc cũng như tìm hướng giải pháp khắc phục các lỗi thường gặp trên khuôn đúc

Kết luận: Sau khi thực hiện đề tài nhóm chúng em đã tích lũy được một số kinh nghiệm trong thiết kế, trong gia công, cũng như trong quá trình đúc. Điều này sẽ giúp cho nhóm thêm tự tin khi bước vào trong sản xuất thực tế.

Hướng phát triển: Thay đổi và thử nghiệm loại nhôm và các vật liệu làm khuôn khác nhau để tìm kết quả tốt hơn. Kiểm tra và so sánh từng biên dạng hình học của chi tiết đúc sao cho tối ưu nhất có thể

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ tên sinh viên: Nguyễn Đại Thắng

Số thẻ sinh viên: 101200194

Họ tên sinh viên: Nguyễn Công Hoàng Tú

Số thẻ sinh viên: 101200206

Lớp: 20C1C Khoa: Cơ khí Ngành: Công nghệ chế tạo máy

- Tên đề tài đồ án: Thiết kết khuôn đúc áp lực chi tiết cuộn chỉ cần câu (spool) và mô phỏng quá trình đúc**
- Đề tài thuộc diện:** Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện
- Các số liệu và dữ liệu ban đầu:**
 - Bản vẽ thiết kế chi tiết.
 - Giáo trình, tài liệu về khuôn đúc áp lực.
- Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:**
 - Tìm hiểu vật liệu và công nghệ đúc áp lực.
 - Phân tích tính chất, yêu cầu của chi tiết.
 - Thiết kế 3D sản phẩm
 - Tính toán các thông số.
 - Thiết kế bộ khuôn hoàn chỉnh với Mold Wizard Cimatron.
 - Mô phỏng dòng chảy trong khuôn đúc với phần mềm Inspire Cast.
- Các bản vẽ, đồ thị:**
 - 1 bản vẽ chi tiết đúc A0
 - 1 bản vẽ tổng thể khuôn A0
 - 2 bản vẽ chi tiết khuôn A0
 - 2 bản vẽ sơ đồ nguyên công A0
 - 1 bản vẽ lắp ráp khuôn A0
 - 1 bản vẽ mô phỏng A0
- Họ tên người hướng dẫn:** TS Võ Trần Anh
- Ngày giao nhiệm vụ đồ án:**/...../2025.
- Ngày hoàn thành đồ án:**/...../2025

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025

Trưởng Bộ môn

Người hướng dẫn

LỜI CẢM ƠN

Nhóm chúng em xin chân thành gửi lời cảm ơn đến quý thầy cô trường Đại học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng đã tận tình giảng dạy, truyền đạt cho chúng em những kiến thức về chuyên ngành cũng như đời sống vô cùng bổ ích, là những con tàu đã đưa chúng em từ những ngày đầu bỡ ngỡ khi mọi thứ trên thành thị đều mới và xa lạ với mình. Thiết nghĩ đó là hành trang quý giá nhất để bây giờ giấc mơ của chúng em đã đến lúc nảy chồi và vươn cao. Ngày hôm nay, với sức trẻ và niềm tin chúng em xin hứa sẽ cố hết sức đem tuổi trẻ cống hiến cho đất nước là làm cho đất nước của chúng ta ngày càng giàu mạnh hơn.

Chúng em xin chân thành cảm ơn ban lãnh đạo khoa Cơ khí nói chung và các thầy bộ môn Công nghệ chế tạo máy nói riêng đã tận tình giúp đỡ chúng em hoàn thành khóa học đầy khó khăn và nỗ lực của cuộc đời mình, những sinh viên khóa 2020 - 2025. Riêng với thầy Võ Trần Anh, tuy bận công việc nhưng thầy đã tận tình giúp đỡ chúng em trong đề án tốt nghiệp của mình. Thầy đã hết lòng hướng dẫn, chia sẻ và động viên giúp chúng em hăng say hơn trong việc

Và đặc biệt chúng em xin chân thành cảm ơn ban lãnh đạo Công Ty trách nhiệm hữu hạn Daiwa Việt Nam, cùng các anh chị trong bộ phận V197 – Kỹ thuật khuôn REEL đã tận tình giúp đỡ chúng em hoàn thành đề án này. Với anh Đặng Công, tuy bận trăm công ngàn việc nhưng anh vẫn luôn tận tình giúp đỡ chúng em trong quá trình làm đề án tốt nghiệp của mình.. Không có dòng nào có thể viết hết nỗi lòng biết ơn của chúng em dành cho quý Thầy, Cô và các anh chị. Một lần nữa, chúng em xin chân thành cảm ơn!

CAM ĐOAN

Tên đề tài: “THIẾT KẾT KHUÔN ĐÚC ÁP LỰC CHI TIẾT CUỘN CHỈ CẦN CÂU (SPOOL) VÀ MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH ĐÚC”

- GVHD: TS. Võ Trần Anh

- Họ tên sinh viên: Nguyễn Đại Thắng Số thẻ sinh viên: 101200194

- Họ tên sinh viên: Nguyễn Công Hoàng Tú Số thẻ sinh viên: 101200206

- Lớp: 20C1C.

- Lời cam đoan: “Chúng em xin cam đoan khóa luận tốt nghiệp (ĐATN) này là công trình do nhóm chúng EM nghiên cứu và thực hiện. Chúng em không sao chép từ một bài viết nào đã được công bố mà không trích dẫn nguồn gốc. Nếu có bất kỳ sự vi phạm nào, chúng em xin hoàn toàn trách nhiệm”.

Tp. Đà Nẵng, ngày tháng năm 2023

Sinh viên thực hiện

MỤC LỤC

MỤC LỤC	iii
DANH MỤC BẢNG.....	v
DANH MỤC HÌNH.....	vi
Chương 1. TỔNG QUAN	1
1.1. Tổng quan về công ty	1
1.2. Tổng quan về bộ phận V197 của công ty TNHH Daiwa Việt Nam	2
1.3. Tổng quan hướng nghiên cứu.....	3
1.4. Tính cấp thiết của đề tài.....	4
1.5. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn	5
1.6. Mục đích nghiên cứu	5
1.7. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	5
1.8. Phương pháp nghiên cứu	6
Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	7
2.1. Tổng quan về đúc khuôn	7
2.2. Hợp kim đúc khuôn	9
2.3. Khuôn kim loại	13
2.4. Máy đúc khuôn	18
2.5. Quá trình đúc khuôn đúc khuôn buồng lạnh	25
2.6. Các khuyết tật trong đúc khuôn.....	30
Chương 3. THIẾT KẾ KHUÔN ĐÚC ÁP LỰC.....	34
3.1. Giới thiệu về chi tiết	34
3.2. Cơ sở tính toán thiết kế dòng chảy	39
3.3. Tính toán thiết kế sơ bộ tham số công nghệ	51
3.4. Hệ thống đẩy sản phẩm	58
3.5. Thiết kế hệ thống làm nguội.....	58
3.6. Quá trình tạo khuôn:	60
3.7. Kiểm nghiệm bèn khuôn:	70
Chương 4. MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH ĐÚC	73
4.1. Tổng quan về phần mềm Inspire Cast 2021	73
4.2. Phân tích quá trình mô phỏng đúc áp lực	74

Tên đề tài: Thiết kế khuôn đúc áp lực chi tiết cuộn chi cần câu (Spool) và mô phỏng quá trình đúc

Chương 5. THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG KHUÔN.....	80
5.1. Quy trình công nghệ gia công lòng khuôn động	80
5.2. Quy trình gia công khuôn tĩnh.....	91
Chương 6. LẮP RÁP BỘ KHUÔN HOÀN CHỈNH	102
6.1. Quá trình lắp ráp	102
6.2. Trình tự lắp ráp	102
6.3. Bộ khuôn thực tế.....	106
KẾT LUẬN.....	107
TÀI LIỆU THAM KHẢO:.....	108

DANH MỤC BẢNG

Bảng 2.1. Tên gọi các phương pháp đúc ở từng nước	7
Bảng 2.2. So sánh phương pháp đúc áp lực và phương pháp đúc cát.....	9
Bảng 2.3. So sánh phương pháp đúc áp lực và phương pháp đúc khuôn kim loại (bao gồm đúc áp suất thấp)	9
Bảng 2.4. Thành phần hóa học của hợp kim nhôm đúc (JIS H5302 (2006)) (Khối lượng %).....	10
Bảng 2.5. Thành phần hoá học của phôi hợp kim nhôm dùng để đúc áp lực (khối lượng %).....	11
Bảng 2.6. Tính chất cơ lý của nhôm đúc.....	12
Bảng 2.7. Tính chất cơ học của sản phẩm đúc nhôm.....	12
<i>Bảng 2.8. Tên từng chi tiết trong khuôn.....</i>	14
Bảng 2.9. Ví dụ về vật liệu được sử dụng trong khuôn đúc	17
Bảng 2.10. Thành phần hóa học của thép SKD6 và SKD61	18
Bảng 2.11. Tên chi tiết trong máy đúc khuôn.....	19
Bảng 2.12. Các loại và công dụng của chất tách khuôn.....	27
Bảng 2.13. Nhiệt độ nóng chảy hợp kim nhôm	28
Bảng 2.14. Các loại và đặc tính khuyết tật.....	31
Bảng 3.1. Thành phần hóa học tiêu chuẩn của hợp kim ADC12 (AlSi10Cu2Fe).	35
Bảng 3.2. Cơ tính của hợp kim ADC12 (AlSi10Cu2Fe).	36
Bảng 4.1. <i>Các tham số nhiệt độ và tốc độ khi thiết kế khuôn.....</i>	50
Bảng 4.2. Quan hệ giữa chiều dày thành vật đúc thời gian điền đầy	56
Bảng 4.3. Mối quan hệ vật liệu và giá trị vận tốc tại cổng.....	57
Bảng 4.4. Cơ tính của SKD61	70

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1. Logo công ty TNHH Daiwa Việt Nam	1
Hình 1.2. Văn phòng công ty TNHH Daiwa Việt Nam.....	1
Hình 1.3. Sơ đồ các nhà máy của công ty TNHH Daiwa Việt Nam	2
Hình 1.4. Sản phẩm cần câu và guồng (từ trái qua phải) của Daiwa Việt Nam	2
Hình 1.5. Bộ phận V197.....	3
Hình 2.1. Quy trình sản xuất khuôn đúc	8
Hình 2.2. Khuôn di động và khuôn cố định	14
Hình 2.3. Khuôn cho máy buồng nóng	16
Hình 2.4. Khuôn cho máy đúc khuôn kẹp ngang phun ngang.....	16
Hình 2.5. Khuôn cho máy đúc khuôn kẹp ngang phun thẳng đứng.....	17
Hình 2.6. Khuôn cho máy đúc khuôn kẹp đứng phun thẳng đứng	17
Hình 2.7. Chi tiết trong máy đúc khuôn.....	19
Hình 2.8. Cơ cấu chuyển đổi.....	20
Hình 2.9. Máy đo lực kẹp khuôn.....	21
Hình 2.10. Quá trình kẹp mở khuôn.....	21
Hình 2.11. Phương pháp điều khiển đúc khuôn	22
Hình 2.12. Các loại cơ chế ép đùn	23
Hình 2.13. Kiểu đùn thanh piston	23
Hình 2.14. Thiết bị ép đùn thủy lực	24
Hình 2.15. Thiết bị ép đùn thủy lực dạng tấm cả.....	24
Hình 2.16. Thiết bị kéo lõi	25
Hình 2.17. Quá trình đúc khuôn.....	25
Hình 2.18. Định nghĩa các khuyết tật.....	33
Hình 3.1. Chi tiết bộ guồng cần câu.....	34
Hình 3.2. Chi tiết đầy đủ của 1 bộ guồng daiwa	34
Hình 3.3. Vẽ Sketch	37
Hình 3.4. Sketch vẽ chi tiết	37
Hình 3.5. Vẽ Sketch	38
Hình 3.6. Tạo lỗ.....	38
Hình 3.7. Tạo lỗ.....	38
Hình 3.8. Tạo lỗ.....	39
Hình 3.9. Khối lượng chi tiết	39
Hình 3.10. Tác động nạp liệu theo từng hình dạng.....	40
Hình 3.11. Hình dáng mặt phẳng của kênh dẫn	40
Hình 3.12. Mối quan hệ giữa hình dạng đường dẫn và vận tốc chảy	41
Hình 3.13. Các loại cổng.....	41
Hình 3.14. Kích thước vị trí tràn	43
Hình 3.15. Cổng trang hợp kim nhôm	43

Hình 3.16. Ví dụ về lỗ thông khí hiệu quả	44
Hình 3.17. Phương pháp thông hơi lạnh	44
Hình 3.18. Chi tiết đúc	45
Hình 3.19. Sơ đồ xác định phun ép và thời gian	46
Hình 3.20. Mặt phân khuôn chi tiết.....	51
Hình 3.21. Thê tích chi tiết đúc.....	52
Hình 3.22. Khối lượng chi tiết đúc.....	52
Hình 3.23. Sơ đồ tính áp lực điều chỉnh.....	53
Hình 3.24. Sơ đồ tỷ lệ điền đầy.....	54
Hình 3.25. Sơ đồ tiệm cận chậm	55
Hình 3.26. Sự hình thành sóng khi bắn.....	56
Hình 3.27. Biểu đồ kiểm tra thông số công.....	56
Hình 3.28. Bố trí hệ thống chót đẩy và chót hồi	58
Hình 3.29. Bố trí kênh làm mát cho lòng khuôn.....	59
Hình 3.30. Bố trí kênh làm mát cho khối chèn đường tràn.....	60
Hình 3.31. Mở giao diện cimatron	60
Hình 3.32. Tách nhanh chi tiết	60
Hình 3.33 Tách chi tiết.....	61
Hình 3.34. Nhận diện lỗ trên cimatron.....	61
Hình 3.35. Tạo mặt phẳng tách chi tiết	62
Hình 3.36. Tạo mặt phẳng cho 2 nửa chi tiết.....	62
Hình 3.37. Chỉnh mặt phẳng chi tiết	63
Hình 3.38. Chỉnh thông số Extrude cho tiết.....	63
Hình 3.39. Mở mặt phân khuôn	64
Hình 3.40. Tiến hành tách mặt phân khuôn của chi tiết.....	64
Hình 3.41. Mặt phân khuôn của chi tiết.....	65
Hình 3.42. Tạo đường cho slide	65
Hình 3.43 Hoàn thiện đường cho slide	66
Hình 3.44. Tạo mặt phân khuôn đối xứng	66
Hình 3.45. Kênh dẫn đã thiết kế ban đầu	67
Hình 3.46. Tạo kênh dẫn cho mặt phân khuôn	67
Hình 3.47. Tạo lỗ đẩy cho khuôn.....	68
Hình 3.48. Chọn tiêu chuẩn khuôn.....	68
Hình 3.49. Chọn thông số khuôn	69
Hình 3.50. Bộ khuôn hoàn chỉnh	69
Hình 3.51 Mô phỏng lực tác dụng lên khuôn.....	71
Hình 3.52. Kiểm tra áp suất khuôn	71
Hình 3.53. Kiểm tra biến dạng khuôn	72
Hình 4.1. Altair Inspire Cast	73
Hình 4.2. Chọn vật liệu	74

Hình 4.3. Chọn hướng trọng lực	74
Hình 4.4. Chọn hệ thống đường dẫn	74
Hình 4.5. Chọn công dẫn vật liệu.....	75
Hình 4.6. Chọn hệ thống Overflows	75
Hình 4.7. Chọn vật liệu thép SKD61	75
Hình 4.8. Chọn chế độ đúc áp lực.....	76
Hình 4.9. Thiết lập thông số tạo lưới	76
Hình 4.10. Tiến hành quá trình mô phỏng	76
Hình 4.11. Mô phỏng nhiệt độ	77
Hình 4.12. Mô phỏng áp suất.....	77
Hình 4.13. Mô phỏng thời gian điền đầy	78
Hình 4.14. Mô phỏng kiểm tra rỗ khí.....	78
Hình 4.15. Mô phỏng kiểm tra xói mòn khuôn.....	79
Hình 5.1. Gá đặt gia công lỗ ren	80
Hình 5.2. Gá đặt đường làm mát của khuôn	81
Hình 5.3. Gá đặt đường làm mát của khuôn	83
Hình 5.4. Gá đặt đường làm mát của khuôn	84
Hình 5.5. Gá đặt đường làm mát của khuôn	85
Hình 5.6. Gá đặt phay thô lòng khuôn	86
Hình 5.7. Tôi thép SKD61	87
Hình 5.8. Gá đặt gia công tinh lòng khuôn	87
Hình 5.9. Thông số máy bắn lỗ K1C	88
Hình 5.10. Gá đặt gia công bắn lỗ.....	89
Hình 5.11. Tọa độ các lỗ cần bắn lỗ.....	89
Hình 5.12. Gá đặt gia công cắt dây các lỗ.....	90
Hình 5.13. Tọa độ các lỗ cần cắt dây	90
Hình 5.14. Điện cực	91
Hình 5.15. Gá đặt gia công xung điện.....	91
Hình 5.16. Gá đặt gia công lỗ ren	92
Hình 5.17. Gá đặt gia công đường làm mát của khuôn	93
Hình 5.18. Gá đặt gia công đường làm mát của khuôn	94
Hình 5.19. Gá đặt gia công đường làm mát của khuôn	95
Hình 5.20. Gá đặt gia công đường làm mát của khuôn	97
Hình 5.21. Gá đặt gia công đường dẫn liệu	98
Hình 5.22. Gá đặt phay thô lòng khuôn	99
Hình 5.23. Tôi thép SKD61	100
Hình 5.24. Gá đặt phay tinh lòng khuôn	100
Hình 5.25. Điện cực	101
Hình 5.26. Gá đặt gia công xung điện.....	101
Hình 6.1. Bộ khuôn đặt về ban đầu.....	102

Hình 6.2. Phân tách bộ khuôn	102
Hình 6.3. Lắp lõi khuôn, công bơm vào vỏ khuôn và bắt bulong.....	103
Hình 6.4. Lắp khối tràn lõi khuôn vào và bắt bulong	103
Hình 6.5. Lắp tấm đẩy pin, lò xo, gối đỡ	103
Hình 6.6. Lắp pin đẩy sản phẩm, tấm chặn dàn pin, gối đỡ phụ.....	104
Hình 6.7. Lắp khối trượt vào khuôn, khối đẩy, bạc dẫn hướng	104
Hình 6.8. Lắp chốt dẫn hướng, chốt xiên vào khuôn.....	105
Hình 6.9. Lắp lòng khuôn vào vỏ khuôn trên	105
Hình 6.10. Lắp khối tràn lòng khuôn và tấm chặn khối đẩy, công bơm.....	105
Hình 6.11. Lắp 2 vỏ khuôn lại thành bộ khuôn hoàn chỉnh.....	106
Hình 6.12. Bộ khuôn tĩnh và bộ khuôn động sau khi lắp ráp	106

Chương 1. TỔNG QUAN

1.1. Tổng quan về công ty

1.1.1. Giới thiệu về công ty



Hình 1.1. Logo công ty TNHH Daiwa Việt Nam

CÔNG TY TNHH DAIWA VIỆT NAM

Ngày thành lập: 19/09/2005

Mã số thuế: 0400511094

Điện thoại: 0236 3731 530

Người đại diện: Ikeda Naoatsu

Số công nhân: khoảng 4000 công nhân

Địa chỉ: Đường số 5, khu công nghiệp Hòa

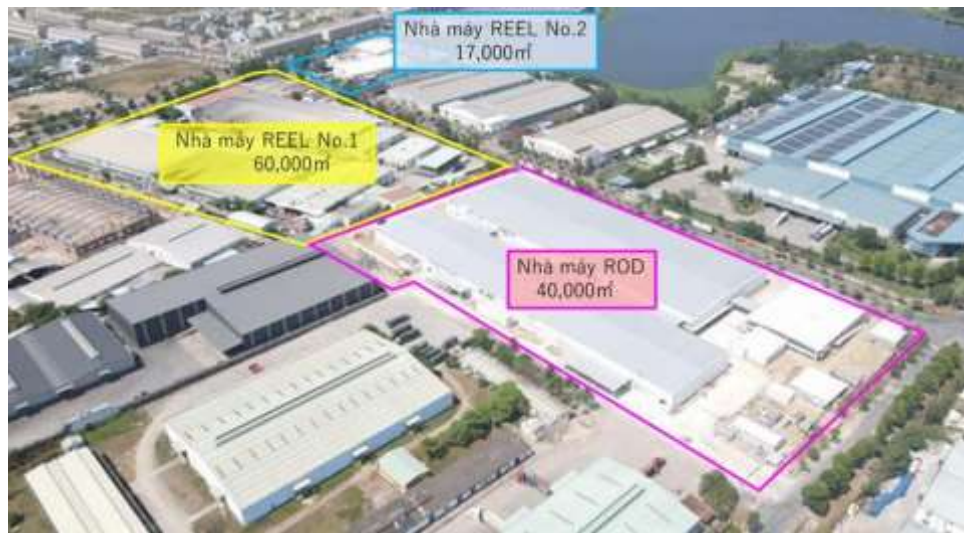
Khánh, phường Hòa Khánh Bắc, quận Liên Chiểu, thành phố Đà Nẵng.

Lĩnh vực sản xuất: dụng cụ câu cá bao gồm cần câu và guồng quay để cung cấp cho thị trường trên thế giới.

- Công ty gồm 3 nhà máy với tổng diện tích là 117,000 m², trong đó:
 - Nhà máy REEL No.1 60,000 m². Nhà máy REEL No.2 17,000 m².
 - Nhà máy ROD 40,000 m².



Hình 1.2. Văn phòng công ty TNHH Daiwa Việt Nam



Hình 1.3. Sơ đồ các nhà máy của công ty TNHH Daiwa Việt Nam

1.1.2. Sản phẩm của công ty

Công ty TNHH Daiwa Việt Nam chuyên sản xuất các loại cần và guồng câu cá, được thể hiện trong hình sau:



Hình 1.4. Sản phẩm cần câu và guồng (từ trái qua phải) của Daiwa Việt Nam

1.2. Tổng quan về bộ phận V197 của công ty TNHH Daiwa Việt Nam

Bộ phận V197 - Bộ phận thiết kế, gia công và bảo trì khuôn đúc gồm có khu vực làm việc quản lý; khu vực gia công khuôn đúc; khu vực đúc khuôn kim loại; khu vực đúc khuôn nhựa. Bộ phận chịu trách nhiệm chính trong việc thiết kế, gia công và bảo trì khuôn đúc các chi tiết trong guồng cần câu.



Hình 1.5. Bộ phận V197

1.3. Tổng quan hướng nghiên cứu

Trong bối cảnh ngành công nghiệp khuôn đúc áp lực ngày càng phát triển tại Việt Nam, nhu cầu về các sản phẩm có độ chính xác cao và chất lượng ổn định đang gia tăng mạnh mẽ. Công ty TNHH Daiwa Vietnam là một trong những doanh nghiệp hàng đầu trong lĩnh vực sản xuất thiết bị câu cá, đòi hỏi các chi tiết linh kiện phải đảm bảo chất lượng cao, đáp ứng tiêu chuẩn kỹ thuật khắt khe.

Đề tài nghiên cứu tập trung vào thiết kế, mô phỏng và gia công khuôn đúc áp lực cho chi tiết spool, nhằm tối ưu hóa quá trình sản xuất, nâng cao chất lượng sản phẩm và giảm thiểu lỗi đúc. Các mục tiêu cụ thể của nghiên cứu bao gồm:

- Thiết kế khuôn đúc áp lực cho chi tiết cuộn chỉ cần câu (Spool) dựa trên các tiêu chuẩn kỹ thuật và yêu cầu của Công ty Daiwa Vietnam.
- Mô phỏng quá trình đúc bằng phần mềm Altair Inspire Cast, giúp phân tích dòng chảy kim loại, dự đoán các lỗi như rỗ khí, co ngót.
- Thiết kế khuôn đúc bằng phần mềm Cimatron.

Nghiên cứu này sẽ cung cấp dữ liệu thực nghiệm quan trọng giúp cải thiện hiệu suất khuôn đúc, từ đó nâng cao năng lực cạnh tranh của doanh nghiệp.

1.3.1. Các đề tài nghiên cứu trong nước

Tại Việt Nam, các nghiên cứu về khuôn đúc áp lực đã có những bước tiến đáng kể, tập trung vào tối ưu hóa thiết kế và nâng cao chất lượng khuôn. Một số nghiên cứu tiêu biểu gồm:

- **"Nghiên cứu độ bền của khuôn đúc áp lực dùng insert với vật liệu thép skd61 và thép tôi trước"** – Đại học Sư phạm kỹ thuật Hồ Chí Minh. Tối ưu hóa quy trình sản xuất, tiết kiệm nguyên vật liệu và nâng cao chất lượng sản phẩm
- **"Mô phỏng dòng chảy kim loại trong khuôn đúc áp lực cao vật liệu nhôm adc12"** – Đại học Công nghiệp Hà Nội. Trình bày phương pháp mô phỏng để tính toán dòng chảy kim loại trong khuôn
- **"Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật Cad/ Cam trong thiết kế chế tạo khuôn mẫu chính xác"** – Đại học Bách khoa Hà Nội. Giới thiệu chung về các hệ thống Cad/ Cam, cơ sở thiết kế khuôn, sử dụng phần mềm Cimatron E, Moldflow để trợ giúp trong quá trình thiết kế khuôn.

1.3.2. Các đề tài nghiên cứu ngoài nước

Trên thế giới, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện nhằm cải tiến công nghệ đúc áp lực, tập trung vào tối ưu hóa thiết kế khuôn, nâng cao tuổi thọ khuôn và giảm thiểu lỗi sản phẩm. Một số nghiên cứu tiêu biểu bao gồm:

- **"A Taguchi and experimental investigation into the optimal processing conditions for the abrasive jet polishing of SKD61 mold steel"** - F.C. Tsai, B.H. Yan, C.Y. Kuan, F.Y. Huang.
- **"Experimental Investigation of Abrasive Jet Polishing on the Free-Form Machined Surfaces of SKD61 Mold Steel Using SiC Particles"** - Tsuo-Fei Mao, Shie-Chen Yang, Feng - Che Tsai, Jung-Chou Hung, Bing-Hwa Yan.
- **"Characteristic Evaluation According to the Surface Treatment Method of SKD61 Mold Steel for Aluminum Casting"** - Choi, Se-Weon; Kim, Cheol-woo; Kim, Yong-Ho; Yoo, Hyo - Sang.

1.4. Tính cấp thiết của đề tài

Nghiên cứu về thiết kế, mô phỏng và gia công khuôn đúc áp lực chi tiết spool có tính cấp thiết cao do các lý do sau:

- **Nâng cao chất lượng sản phẩm:** Đảm bảo chi tiết spool đạt độ chính xác cao, đáp ứng yêu cầu kỹ thuật khắt khe của Công ty Daiwa Vietnam.
- **Giảm thiểu lỗi đúc:** Mô phỏng quá trình đúc giúp dự đoán và khắc phục các khuyết tật như rỗ khí, co ngót, tăng độ ổn định của sản phẩm.

- Tăng tuổi thọ khuôn: Đánh giá ảnh hưởng của dòng chảy kim loại giúp cải thiện độ bền của khuôn, giảm chi phí thay thế.
- Ứng dụng công nghệ hiện đại: Kết hợp phần mềm mô phỏng và thiết kế CAD/CAM giúp nâng cao năng suất và độ chính xác.

1.5. Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn

1.5.1. Ý nghĩa khoa học

- Cung cấp dữ liệu thực nghiệm về ảnh hưởng của dòng chảy kim loại đến độ bền khuôn đúc.
- Ứng dụng các công cụ mô phỏng như Moldex3D để tối ưu hóa thiết kế khuôn đúc áp lực.
- Đề xuất giải pháp cải tiến thiết kế khuôn nhằm nâng cao hiệu suất sản xuất.

1.5.2. Ý nghĩa thực tiễn

- Giúp Công ty Daiwa Vietnam sản xuất chi tiết spool với chất lượng cao hơn, giảm thiểu lỗi sản phẩm.
- Đóng góp vào sự phát triển của ngành công nghiệp khuôn mẫu tại Việt Nam.

1.6. Mục đích nghiên cứu

- Thiết kế khuôn đúc áp lực cho chi tiết spool, đảm bảo độ chính xác cao.
- Mô phỏng quá trình đúc bằng Moldex3D để tối ưu hóa hệ thống kênh dẫn và giảm thiểu lỗi sản phẩm.
- Gia công khuôn đúc bằng Cimatron, đảm bảo độ chính xác trong quá trình chế tạo khuôn.

1.7. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

1.7.1. Đối tượng nghiên cứu

- Quá trình thiết kế, mô phỏng và gia công khuôn đúc áp lực.
- Ảnh hưởng của các thông số công nghệ đến chất lượng sản phẩm chi tiết cần câu (Spool).

1.7.2. Phạm vi nghiên cứu

- Sử dụng phần mềm Altair Inspire Cast để mô phỏng dòng chảy kim loại.
- Thiết kế khuôn bằng Cimatron.

1.8. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu lý thuyết: Tổng hợp tài liệu về thiết kế khuôn đúc áp lực và công nghệ mô phỏng.
- Mô phỏng số: Sử dụng Alter Inspire Cast để phân tích quá trình đúc.

Chương 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Tổng quan về đúc khuôn

2.1.1. Đúc khuôn là gì?

Đúc khuôn là một quá trình trong đó khuôn làm bằng thép công cụ hợp kim dùng cho khuôn nóng được gắn vào máy đúc khuôn và hợp kim nhôm nóng chảy, hợp kim kẽm, hợp kim magie, hợp kim đồng, v.v. được lấp vào máy đúc khuôn. Quá trình này gần như được tự động hóa nên trở thành phương pháp đúc phù hợp cho sản xuất hàng loạt năng suất cao. Đúc khuôn có độ chính xác và độ bền kích thước cao hơn các kiểu đúc khác, đồng thời có bề mặt đúc nhẵn, mịn, đẹp và ít cần gia công hơn.

Hơn nữa từ đúc khuôn không chỉ được dùng để chỉ phương pháp đúc mà còn để chỉ các sản phẩm được làm bằng phương pháp này. Thuật ngữ chỉ các phương pháp đúc khác nhau giữa các nước Anh và Mỹ được trình bày trong bảng. Ở các nước Anh đúc khuôn, đúc áp suất thấp và đúc khuôn được gọi chung là đúc khuôn

Bảng 2.1. Tên gọi các phương pháp đúc ở từng nước

Nhật Bản	Mỹ	Anh
Đúc cát	Đúc cát	Đúc cát
Đúc khuôn	Đúc khuôn vĩnh viễn	Đúc khuôn trọng lực
Đúc áp suất thấp	Đúc áp suất thấp	Đúc áp suất thấp
Đúc sẵn	Đúc sẵn	Đúc áp lực

2.1.2. Phương pháp sản xuất khuôn đúc

Khuôn được sử dụng trong đúc khuôn được tạo thành từ ít nhất 2 thành phần khuôn để có thể lấy khuôn đúc ra. Một cái gọi là khuôn cố định và cái còn lại là khuôn di động, đây là tấm cố định và tấm di động của máy đúc khuôn. Nó được gắn vào một bảng điều khiển, trong một chu kỳ đúc khuôn di động trước tiên được di chuyển bằng máy đúc khuôn, sau đó được lắp ráp bằng khuôn cố định và được siết chặt. Tiếp theo kim loại nóng chảy được ép vào khuôn và sau khi quá trình hóa rắn hoàn tất, khuôn di động sẽ di chuyển để mở khuôn và tháo khuôn đúc. Sau đó khuôn được phủ một chất giải phóng và chu kỳ tiếp theo bắt đầu. Đúc khuôn có nhiều loại từ cấu trúc đơn giản đến cấu trúc phức tạp bao gồm lõi vẽ

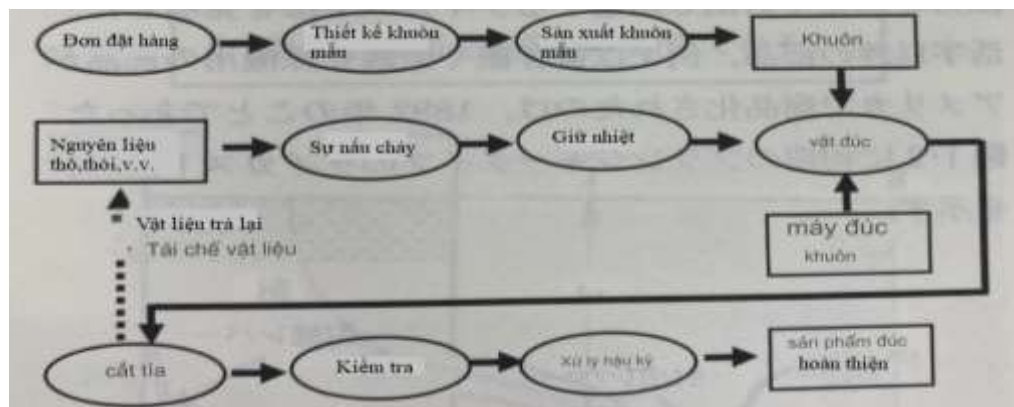
Đúc khuôn có năng suất cao nhất trong số các phương pháp sản xuất vật đúc kim loại màu và một khuôn có thể được sử dụng nhiều lần từ hàng chục đến hàng trăm nghìn lần. Điều này trái ngược hoàn toàn với đúc cát, đòi hỏi một khuôn cát mới cho mỗi lần đúc.

Đúc khuôn sử dụng khuôn thép thay vì khuôn cát có tốc độ sản xuất chậm hơn nhiều so với đúc khuôn, quy trình sản xuất đúc kém chính xác hơn so với đúc khuôn

Đúc áp lực: Một phương pháp đúc bao gồm việc tạo áp suất cho kim loại nóng chảy vào khuôn chính xác để tạo ra vật đúc có độ chính xác cao, chất lượng cao với số lượng lớn ở chu kỳ cao. Nó cũng đề cập đến các sản phẩm được đúc bằng phương pháp này

Khuôn kim loại: Khuôn kim loại để làm khuôn đúc

Đúc khuôn: Một phương pháp sản xuất vật đúc bằng cách đổ kim loại nóng chảy vào khuôn trong khí quyển mà không cần áp dụng áp suất đặc biệt



Hình 2.1. Quy trình sản xuất khuôn đúc

Máy đúc khuôn: Máy được trang bị bộ phận kẹp khuôn để đóng mở khuôn, bộ phận phun để tạo áp suất cho kim loại nóng chảy vào khuôn và thiết bị đẩy sản phẩm ra khỏi khuôn cũng như thiết bị thủy lực để vận hành và điều khiển các bộ phận này.

2.1.3. So sánh giữa đúc áp lực và các phương pháp đúc khác nhau.

Đúc áp lực là một phương pháp sản xuất được phát triển để khắc phục các hạn chế của các phương pháp đúc khác. Nhờ đó, nó vượt trội về mặt kinh tế và chức năng so với đúc cát và đúc khuôn kim loại (bao gồm cả đúc áp suất thấp).

Cụ thể, đúc áp lực có các ưu điểm nổi bật sau:

- Thời gian chu kỳ ngắn, đảm bảo năng suất cao.
- Bề mặt vật đúc nhẵn và độ chính xác kích thước cao, giúp giảm công đoạn gia công sau đúc.
- Tốc độ điền đầy cao, cho phép tạo ra các chi tiết có thành mỏng và trọng lượng nhẹ hơn.

Mặc dù đúc áp lực có nhiều ưu điểm, nó cũng tồn tại một số nhược điểm so với các phương pháp đúc khác, chẳng hạn như khó xử lý nhiệt, khó sản xuất các sản phẩm có hình dạng undercut (góc lõm), và khó đúc các kim loại có điểm nóng chảy cao.

Bảng 2.2. So sánh phương pháp đúc áp lực và phương pháp đúc cát

Ưu điểm của việc đúc áp lực	Ưu điểm của đúc cát
<ol style="list-style-type: none"> 1. Có thể đúc ở chu kỳ cao 2. Có thể tiết kiệm lao động 3. Không yêu cầu xử lý thứ cấp nhiều 4. Có thể đúc được số lượng nhiều trên một khuôn 5. Có thể đúc được các chi tiết có thành mỏng 6. Có thể đạt được độ chính xác cao 7. Bề mặt đúc mịn 8. Phụ kiện rất dễ sử dụng 9. Vật liệu có thể được tái sử dụng 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kinh tế cho sản xuất số lượng nhỏ 2. Có thể dễ dàng tạo hình dạng undercut 3. Bạn có thể làm được những điều lớn lao 4. Sắt và thép khó đúc bằng phương pháp đúc khuôn, đúc cát có thể đúc được 5. Dễ hàn 6. Thời gian nguyên mẫu ngắn

Bảng 2.3. So sánh phương pháp đúc áp lực và phương pháp đúc khuôn kim loại (bao gồm đúc áp suất thấp)

Ưu điểm của việc đúc áp lực	Ưu điểm của đúc khuôn kim loại
<ol style="list-style-type: none"> 1. Có thể đúc ở chu kỳ cao 2. Có thể tiết kiệm lao động 3. Đúc khuôn thường rẻ hơn trên mỗi đơn giá 4. Có thể đạt được độ chính xác cao 5. Có thể đúc được các bộ phận có thành mỏng 6. Bề mặt đúc mịn 7. Dễ dàng tháo lõi 8. Vật liệu có thể tái sử dụng 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cấu trúc khuôn đơn giản và chi phí khuôn thấp 2. Nhiều loại hợp kim được sử dụng 3. Không khí cuốn vào tương đối ít 4. Dễ dàng xử lý nhiệt và hàn

2.2. Hợp kim đúc khuôn

2.2.1. Tổng quan

Tiêu chuẩn JIS phân biệt giữa tiêu chuẩn kim loại (dành cho nguyên liệu) và tiêu chuẩn sản phẩm (dành cho vật đúc). Do trong quá trình nấu chảy, thành phần hóa học có thể thay đổi (tăng hoặc giảm), phạm vi thành phần của tiêu chuẩn kim loại cơ bản và tiêu chuẩn sản phẩm có sự khác biệt.

Phân loại hợp kim nhôm đúc theo tiêu chuẩn JIS

- Phôi hợp kim nhôm để đúc (ký hiệu JIS: AD).
- Hợp kim nhôm để đúc áp lực (ký hiệu JIS: ADC).

Tiêu chuẩn JIS cho hợp kim nhôm

Bảng thể hiện một đoạn trích về hợp kim nhôm để đúc áp lực theo quy định của JIS. Năm 2000, các tiêu chuẩn về hợp kim nhôm để đúc áp lực đã được sửa đổi đáng kể để phù hợp với tiêu chuẩn hợp kim ISO. Đến năm 2006, tiêu chuẩn ISO được điều chỉnh thêm để phân biệt rõ ràng hơn giữa hợp kim tuân thủ ISO và hợp kim JIS thông thường. Ký hiệu hợp kim tương thích đã được thay đổi: 9 loại hợp kim là hợp kim JIS thông thường, và 11 loại hiện nay tuân thủ tiêu chuẩn ISO.

Bảng 2.4. Thành phần hóa học của hợp kim nhôm đúc (JIS H5302 (2006)) (Khối lượng %)

Kí hiệu	Thành phần hóa học (khối lượng %)											
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Cr	Ni	Sn	Pb	Ti	Al
ADC1	1.0 trở xuống	11,0 ~ 13,0	0,3 hoặc ít hơn	0,5 hoặc ít hơn	1,3 hoặc ít hơn	0,3 hoặc ít hơn	—	0,5 hoặc ít hơn	0,1 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,3 hoặc ít hơn	phần còn lại
ADC3	0,6 hoặc ít hơn	9,0 ~ 11,0	0,4 ~ 0,6	0,5 hoặc ít hơn	1,3 hoặc ít hơn	0,3 hoặc ít hơn	—	0,5 hoặc ít hơn	0,1 hoặc ít hơn	0,15 hoặc ít hơn	0,3 hoặc ít hơn	phần còn lại
ADC6	0,1 hoặc ít hơn	1,0 trở xuống	2,5 ~ 4,0	0,4 hoặc ít hơn	0,8 hoặc ít hơn	0,4 ~ 0,6	—	0,1 hoặc ít hơn	0,1 hoặc ít hơn	0,1 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	phần còn lại
ADC10	2,0 ~ 4,0	7,5 ~ 9,5	0,3 hoặc ít hơn	1,0 trở xuống	1,3 hoặc ít hơn	0,5 hoặc ít hơn	—	0,5 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,3 hoặc ít hơn	phần còn lại
ADC12	1,5 ~ 3,5	9,6 ~ 12,0	0,3 hoặc ít hơn	1,0 trở xuống	1,3 hoặc ít hơn	0,5 hoặc ít hơn	—	0,5 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,3 hoặc ít hơn	phần còn lại
ADC14	4,0 ~ 5,0	16,0 ~ 18,0	0,45 ~ 0,65	1,5 hoặc ít hơn	1,3 hoặc ít hơn	0,5 hoặc ít hơn	—	0,3 hoặc ít hơn	0,3 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,3 hoặc ít hơn	phần còn lại

Yêu cầu đối với hợp kim đúc áp lực

Để đáp ứng các yêu cầu của phương pháp đúc áp lực, hợp kim cần có các đặc tính sau:

1. Khả năng đúc tốt:

- Tính lưu động của kim loại nóng chảy trong khuôn cao, cho phép tạo ra các hình dạng phức tạp với độ chính xác tuyệt vời.
- Bề mặt vật đúc sạch, không có khuyết tật như khoang co ngót hay vết nứt đúc.

2. Ít gây hư hại khuôn:

- Nhiệt độ đúc thấp, giảm thiểu hiện tượng xói mòn hoặc ăn mòn khuôn.

3. Tính chất cơ lý và hóa học vượt trội:

- Có độ bền cao và khả năng chống ăn mòn tốt.

4. Khả năng gia công và xử lý bề mặt tốt:

- Chống mài mòn hiệu quả, dễ gia công và xử lý bề mặt.

2.2.2. Hợp kim nhôm

2.2.2.1. Tổng quan

Hợp kim nhôm có mật độ thấp và cường độ riêng cao (tỷ số giữa cường độ và mật độ), giúp giảm trọng lượng sản phẩm một cách hiệu quả. Ngoài ra, hợp kim nhôm còn có các đặc tính nổi bật như:

- Tính dẫn nhiệt và dẫn điện tốt.
- Không có từ tính.
- Khả năng chống ăn mòn cao.

Nhờ các tính chất ưu việt này, hợp kim nhôm được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực.

2.2.2.2. Đúc áp lực hợp kim nhôm

Các trích đoạn về phối hợp kim nhôm để đúc áp lực được thể hiện trong Bảng

Bảng 2.5. Thành phần hoá học của phối hợp kim nhôm dùng để đúc áp lực (khối lượng %)

Kí hiệu	Phân loại	Thành phần hóa học (khối lượng %)											
		Cu	Si	Mg	Zn	Fe ⁽¹⁾	Mn	Cr	Ni	Sn	Pb	Ti	Al
AD 1.1	1	1,0 trở xuống	11,0 ~ 13,0	0,3 hoặc ít hơn	0,5 hoặc ít hơn	0,6 ~ 1,0	0,3 hoặc ít hơn	—	0,5 hoặc ít hơn	0,1 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,30 hoặc ít hơn	phần còn lại
AD 3.1	1	0,6 hoặc ít hơn	9,0 ~ 11,0	0,45 ~ 0,64	0,5 hoặc ít hơn	0,6 ~ 1,0	0,3 hoặc ít hơn	—	0,5 hoặc ít hơn	0,1 hoặc ít hơn	0,15 hoặc ít hơn	0,30 hoặc ít hơn	phần còn lại
AD 6.1	1	0,1 hoặc ít hơn	1,0 hoặc ít hơn	2,6 ~ 4,0	0,4 hoặc ít hơn	0,6 hoặc ít hơn	0,4 ~ 0,6	—	0,1 hoặc ít hơn	0,1 hoặc ít hơn	0,1 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	phần còn lại
AD 12.1	1	1,5 ~ 3,5	9,6 ~ 12,0	0,3 hoặc ít hơn	1,0 trở xuống	0,6 ~ 1,0	0,5 hoặc ít hơn	—	0,5 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,30 hoặc ít hơn	phần còn lại
AD 14.1	1	4,0 ~ 5,0	16,0 ~ 18,0	0,50 ~ 0,65	1,5 hoặc ít hơn	0,6 ~ 1,0	0,5 hoặc ít hơn	—	0,3 hoặc ít hơn	0,3 hoặc ít hơn	0,2 hoặc ít hơn	0,30 hoặc ít hơn	phần còn lại

Trước đây, phối hợp kim nhôm được phân loại thành phối mới và phối tái chế. Tuy nhiên, hiện nay chúng được phân loại theo độ tinh khiết:

- **Độ tinh khiết loại 1:** Có lượng tạp chất cho phép lớn hơn so với độ tinh khiết loại 2.

Trong quá trình nấu chảy, một số nguyên tố có thể bị thay đổi:

- **Magiê (Mg):** Dễ bị tiêu hao do quá trình oxy hóa trong lúc nấu chảy. Do đó, đối với các hợp kim Al-Mg như AD5, AD6, và hợp kim Al-Si siêu phổ biến như AD14, giới hạn dưới của tiêu chuẩn kim loại được đặt cao hơn một chút so với tiêu chuẩn sản phẩm.

- **Sắt (Fe):** Có xu hướng tăng trong quá trình nấu chảy và giữ trong nôi nấu kim loại. Vì vậy, giới hạn trên của tiêu chuẩn kim loại được đặt thấp hơn so với giới hạn trên của tiêu chuẩn sản phẩm.

2.2.2.3. Đặc tính cường độ

Bảng 2.6. Tính chất cơ lý của nhôm đúc

	ADC1	ADC3	ADC5	ADC6	ADC10	ADC12	ADC14
(Tính chất vật lý)							
Tỉ trọng (10^3kg/m^3)	2.65	2.63	2.57	2.65	2.71	2.68	2.73
Nhiệt dung riêng ($\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$)	0.96	0.96	0.96	—	0.96	0.96	
Phạm vi nhiệt độ đông đặc ($^{\circ}\text{C}$)	573~582	557~596	534~639	598~640	537~593	515~582	507~648
Hệ số giãn nở tuyến tính ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) (293 ~473K)	21,4	22,0	25,0	25,5	21,8	21,0	18,0
Độ dẫn nhiệt ($\text{J/cm/s}^{\circ}\text{C}$)	1.21	1.13	0.96	1.38	0.96	0.96	1.34
Ẩn nhiệt đông đặc (kJ/kg)	—	—	—	—	394.8	394.8	—
(Đặc tính cơ học)							
Độ bền kéo (MPa)	290	320	310	280	320	310	320
Giới hạn chảy 0,2% (MPa)	130	170	190	—	160	150	250
Độ giãn dài (%)	3.5	3.5	5,0	10,0	3.5	3.5	1>
Giá trị tác động (N.m/cm^2)	7.9	14.4	20.2	31.6	8.5	8.1	3.8

Bảng 2.7. Tính chất cơ học của sản phẩm đúc nhôm

Kí hiệu	Kiểm tra độ bền kéo						Kiểm tra độ cứng		
	Độ bền kéo (MPa)		Giới hạn kéo		Độ giãn dài (%)		H.B		HRB
	Thực tế	ASTM	Thực tế	ASTM	Thực tế	ASTM	Thực tế	ASTM	Thực tế
ADC1	250	290	172	130	1,7	3,5	71,2	72	36,2
ADC3	279	320	179	170	2,7	3,5	71,4	76	36,7
ADC5	(213,0)	310	(145,0)	190	—	5,0	(66,4)	74	(30,1)
ADC6	266	280	172	—	6,4	10,0	64,7	67	27,3
ADC10	241	320	157	160	1,5	3,5	73,6	83	39,4
ADC12	228	310	154	150	1,4	3,5	74,1	86	40,0
ADC14	193	320	188	250	0,5	<1	76,8	108	43,1

2.3. Khuôn kim loại

2.3.1. Tổng quan

Đúc áp lực bao gồm ba yếu tố chính: vật liệu hợp kim, máy đúc áp lực và khuôn. Trong đó, khuôn đóng vai trò nền tảng và là yếu tố quan trọng quyết định chất lượng sản phẩm cũng như năng suất của quá trình đúc áp lực.

Chất lượng chế tạo khuôn có ảnh hưởng lớn đến chất lượng và năng suất của sản phẩm đúc. Vì vậy, khi sản xuất khuôn, các kỹ sư và công nhân trong nhà máy cần xem xét kỹ lưỡng nhiều khía cạnh khác nhau để thiết kế và chế tạo ra khuôn tối ưu, đảm bảo sản phẩm đạt chất lượng cao nhất.

Yêu cầu đối với khuôn đúc áp lực

Khuôn đúc áp lực cần đáp ứng hai chức năng chính:

1. Chức năng tạo hình:

- Đảm bảo khả năng điền đầy kim loại nóng chảy vào khuôn và khả năng tháo khuôn dễ dàng, nhằm đạt được hình dạng sản phẩm có độ chính xác cao.

2. Chức năng trao đổi nhiệt:

- Đáp ứng yêu cầu hóa rắn kim loại nóng chảy trong thời gian ngắn, đồng thời duy trì sự cân bằng nhiệt độ của khuôn.

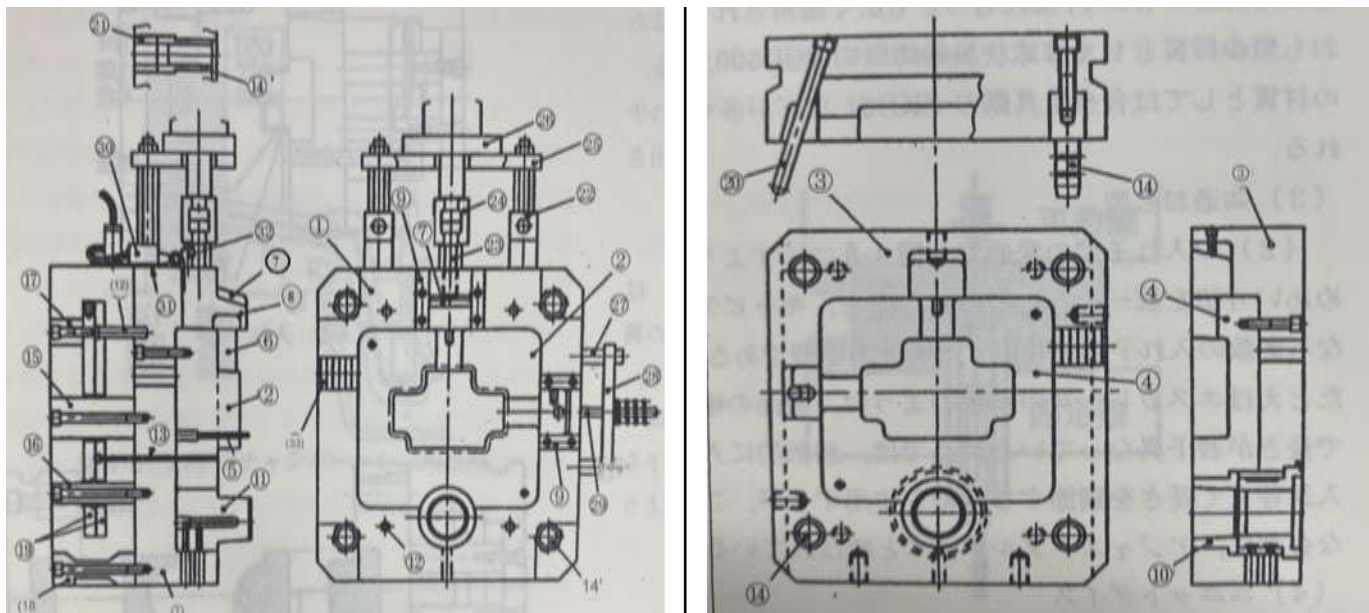
- Thiết kế hệ thống làm mát bên trong khuôn đóng vai trò rất quan trọng để kiểm soát nhiệt độ hiệu quả.

2.3.2. Cấu tạo của khuôn

Khuôn thường được chia thành hai phần chính:

- **Khuôn cố định:** Phần khuôn được gắn cố định trên máy đúc.
- **Khuôn di động:** Phần khuôn có thể di chuyển để mở và đóng khuôn trong quá trình đúc.

Để thực hiện các chuyển động phức tạp như kéo lõi, các cơ cấu sau thường được sử dụng: chốt nghiêng, bộ kéo lõi, cam, thanh răng và bánh răng



Hình 2.2. Khuôn di động và khuôn cố định

Bảng 2.8. Tên từng chi tiết trong khuôn

1	Khuôn di động	9	Guide Rails	16	Bạc dẫn hướng tấm đẩy và ống lót chốt dẫn hướng	22	Thanh giá cố	30	Công tắc hành trình
2	Core	10	Sleeve dương		23	Trục khớp nối	31	Tấm gắn công tắc hành trình	
3	Khuôn cố định	11	Sleeve âm	17	Nút chặn tấm đẩy	24	Khớp nối	32	Cữ
4	Cavity	12	Chốt hồi	18	Miếng đệm	25	Tấm kéo slider	33	Lỗ thông hơi
5	Chốt đúc	13	Chốt đẩy sản phẩm	19	Tấm đẩy	26	Xy lanh thủy lực		
6	Slider	14	Chốt dẫn hướng	20	Chốt xiên	27	Giả đỡ thiết bị treo		
7	Locking block	14'	Bạc dẫn hướng	21	Ống lót chốt dẫn hướng	28	Tấm thiết bị nâng		
8	Slider base	15	Trụ đỡ (support pillar)		Vòng điều chỉnh	29	Trục thiết bị nâng		

2.3.3. Chức năng từng chi tiết

Khuôn hai tấm: Khuôn có kết cấu thông thường, kênh dẫn và sản phẩm cùng nằm trong khoảng mở mặt phân khuôn

Tấm kẹp trước: Tấm này có chức năng dùng để kẹp vào phần cố định của thành máy

Tấm kẹp sau: Tấm này có chức năng dùng để kẹp vào phần cố định của thành máy

Bạc dẫn hướng: Được gia công chính xác cùng với chốt dẫn hướng giúp chốt dẫn hướng dễ dàng di chuyển và định vị

Chốt dẫn hướng: giúp 2 phần của khuôn được định chính xác trong suốt quá trình đóng khuôn

Vòng định vị: Chi tiết này dùng để định vị khuôn với thành máy, nó giúp cho đầu phun của máy ép được định vị chính xác với vị trí tương ứng của bạc cuống phun. Chi tiết này có dạng vòng tròn và nhô cao hơn mặt trên của tấm kẹp trước để đút vào một lỗ tương ứng trên thành máy

1) Hệ thống tạo hình (Molding System)

- **Cavity (lòng khuôn):** Tạo hình bề mặt ngoài và trong của sản phẩm
- **Core (lõi khuôn):** Tạo hình bề mặt ngoài và trong của sản phẩm.
- **Insert (chèn):** Thay thế hoặc gia cố các phần dễ mòn.
- Mục đích của việc ghép chốt sản phẩm, Insert, Dễ gia công, Dễ thay thế, sửa chữa.
- **Slider (chốt trượt):** Tạo các chi tiết phức tạp như lỗ bên hoặc undercut.
- **Insert pins (chốt chèn):** Tạo lỗ hoặc rãnh nhỏ trong sản phẩm.

2) Hệ thống đế khuôn (Mold Base System)

- **Tấm cố định (Fixed mold base plate):** Gắn vào phần tĩnh của máy đúc.
- **Tấm di động (Moving mold base plate):** Gắn vào phần di động của máy đúc.
- **Tấm đỡ (Support plate):** Hỗ trợ và định vị các bộ phận khác trong khuôn. Tấm này nối với lõi đẩy của máy ép, nó có chức năng đẩy hệ thống pin đẩy qua đó gián tiếp lõi sản phẩm ra ngoài

3) Hệ thống đẩy (Ejection System)

- **Chốt đẩy (Ejector pins):** Đẩy sản phẩm ra khỏi khuôn sau khi nguội.
- **Tấm giữ chốt đẩy (Ejector retainer plate):** Giữ chốt đẩy ở vị trí cố định.
- **Tấm đẩy (Ejector plate):** Truyền lực từ cơ cấu đẩy đến chốt đẩy.
- **Lò xo hồi (Return spring):** Đưa chốt đẩy trở lại vị trí ban đầu.

4) Hệ thống dẫn dòng (Runner System)

- **Cổng rót (Sprue):** Đưa kim loại lỏng từ vòi phun vào khuôn.
- **Kênh dẫn (Runner):** Dẫn kim loại lỏng đến các khoang khuôn.
- **Cổng vào (Gate):** Điều chỉnh tốc độ và hướng dòng chảy vào khoang khuôn.

5) Hệ thống thoát khí và tràn (Venting & Overflow System)

- **Rãnh thoát khí (Venting slots):** Giải phóng khí và hơi trong quá trình đúc.
- **Rãnh tràn (Overflow slots):** Thu hút tạp chất và kim loại dư thừa, cải thiện chất lượng sản phẩm.
- **Chốt thoát khí (Vent plugs):** Hỗ trợ thoát khí ở các vùng sâu hoặc khó tiếp cận.

6) Hệ thống làm mát (Cooling System)

- **Kênh làm mát (Cooling channels):** Dẫn nước hoặc dầu để làm mát khuôn, kiểm soát nhiệt độ và giảm thời gian chu kỳ

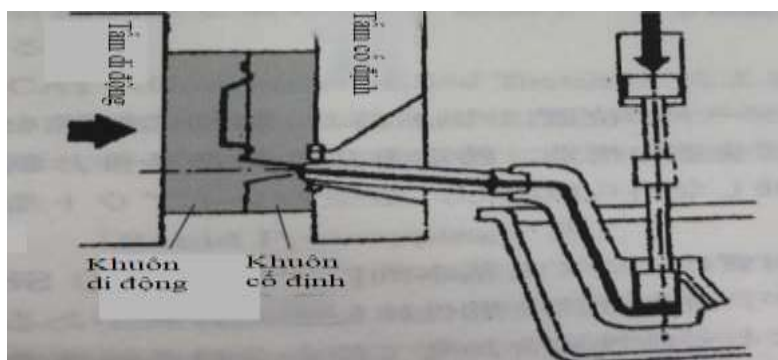
7) Các bộ phận khác

- **Chốt định vị (Guide pins):** Đảm bảo hai nửa khuôn đóng mở chính xác.
- **Chốt nghiêng (Inclined guide posts):** Hỗ trợ cơ cấu trượt và rút lõi.
- **Nêm (Wedge block):** Chống lại áp lực trong quá trình đúc, giữ slider ở vị trí cố định
- **Chốt hồi về:** Dẫn hướng cụm tấm kẹp và tấm đẩy di chuyển theo một đường thẳng tịnh tiến nhằm giữ cho chúng không trượt ra ngoài và bảo vệ dàn pin đẩy không bị cong trong quá trình đẩy sản phẩm và lùi về.

2.3.4. Phân loại khuôn theo máy đúc khuôn

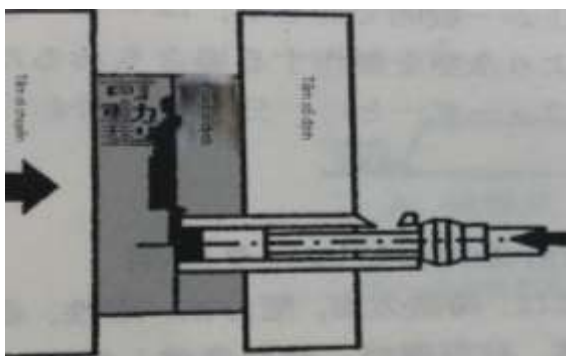
Chúng được phân loại thành các loại sau tùy thuộc vào máy đúc khuôn được sử dụng, nhưng chúng được đặc trưng bởi các hình dạng khác nhau của vòi phun và bộ chia dòng.

(1) Khuôn cho máy buồng nóng



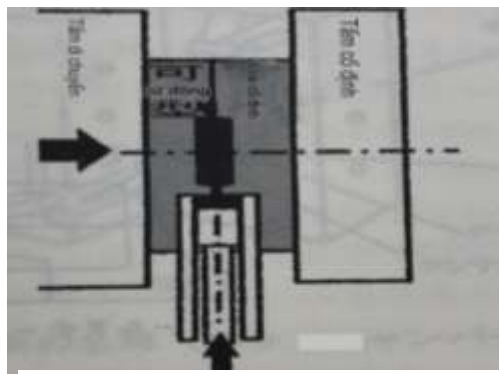
Hình 2.3. Khuôn cho máy buồng nóng

(2) Khuôn cho máy buồng lạnh



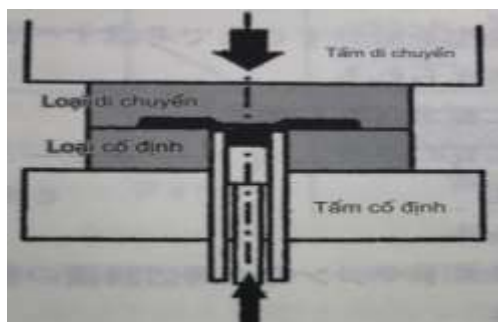
Hình 2.4. Khuôn cho máy đúc khuôn kẹp ngang phun ngang

a) Khuôn cho máy đúc khuôn kẹp ngang phun ngang



Hình 2.5. Khuôn cho máy đúc khuôn kẹp ngang phun thẳng đứng

b) Khuôn cho máy đúc khuôn kẹp ngang phun thẳng đứng



Hình 2.6. Khuôn cho máy đúc khuôn kẹp đứng phun thẳng đứng

c) Khuôn cho máy đúc khuôn kẹp đứng phun thẳng đứng

2.3.5. Vật liệu làm khuôn

2.3.5.1. Vật liệu

Bảng 2.9 trình bày các vật liệu cho từng chi tiết trong khuôn theo tiêu chuẩn JIS.

Thép hợp kim loại 18Ni là vật liệu có độ cứng cao 50~54 HRC thu được bằng cách nhiệt luyện một vật liệu (độ cứng 30±2 HRC) đã được xử lý bằng dung dịch và xử lý ủ ở nhiệt độ 480~510⁰C. Vật liệu này có độ bền tương tự như của SKD6, 61 (độ cứng 44~46 HRC) nhưng do giá thành cao nên nó chủ yếu được sử dụng cho các lõi nhỏ và chốt lõi, đồng thời cũng được sử dụng để làm khuôn.

Bảng 2.9. Ví dụ về vật liệu được sử dụng trong khuôn đúc

Phân loại			Tên vật liệu	Tiêu chuẩn JIS
Phần được sử dụng	Các tiêu chuẩn JIS liên quan	Hợp kim sử dụng		
Khuôn chính	JISB5101	Hợp kim nhôm	FCD 450-500-600	JIS G 5502 Sản phẩm gang than chì hình cầu
			SC450,480	JIS G 5501 Sản phẩm đúc thép carbon
			SCCrM1,3	JIS G 5111 Sản phẩm đúc thép hợp kim thấp
		Hợp kim kẽm	S45C,S50C,S55C	JIS G 4051 Thép carbon cho kết cấu máy
			SCM 435,440	JIS G 4053 Thép molybden crom
			SKT3	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim
			SKD6,61	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim

Lõi khuôn, lõi chốt đúc		Hợp kim nhôm	SKD6,61	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim
			Maraging steel	(Thép kết cấu 18Ni)
		Hợp kim kẽm	SKD6,61	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim
			SKT3	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim
Chốt dẫn hướng, ống lót chốt dẫn hướng cho khuôn	JISB5102		SKD6,61	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim
			SKS2,3	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim
			SK105,95,85	JIS G 4401 Thép công cụ hợp kim
			SCM 435,440	JIS G 4053 Thép molybden crom
Pin đùn, chốt đẩy khuôn	JISB 5103		SKD6,61	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim
			SKS2,3	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim
			SKH2	JIS G 4403 Thép công cụ tốc độ cao
			SACM645	JIS G 4053 Thép molybden crom
Pin hồi	JISB 5104		SK 102,105,95,85	JIS G 4401 Thép công cụ hợp kim
			SKS2,3	JIS G 4404 Thép công cụ hợp kim
			SUJ2	JIS G 4051 Thép cacbon cho kết cấu máy
Vỏ khuôn			S35C,S40C,S45C	JIS G 4805 Thép chịu lực crom cacbon cao
			FC250	JIS G 5501 Sản phẩm gang xám
Tâm đùn			S55C	JIS G 4051 Thép cacbon cho kết cấu máy
			SS330,SS400	JIS G 3101 Thép cuộn dùng cho kết cấu chung

Ứng dụng trong khuôn đúc áp lực

Hầu hết các lõi (core) và khoang đúc (cavity) của khuôn đúc áp lực hợp kim nhôm và kẽm được chế tạo từ vật liệu: SKD6, SKD61 hoặc các loại thép cải tiến từ chúng.

2.3.5.2. Đặc tính chất lượng

Bảng 2.10. Thành phần hóa học của thép SKD6 và SKD61

Kí hiệu vật liệu	Thành phần hóa học										
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V	Co
SKD6	0,32~0,42	0,08~1,20	0,05 hoặc ít hơn	0,03 hoặc ít hơn	0,02 hoặc ít hơn	—	4,50~5,50	1,00~1,50	—	0,30~0,50	—
SKD61	0,35~0,42	0,80~1,20	0,25~0,50	0,03 hoặc ít hơn	0,02 hoặc ít hơn	—	4,80~5,50	1,00~1,50	—	0,80~1,15	—

2.4. Máy đúc khuôn

2.4.1. Tổng quan

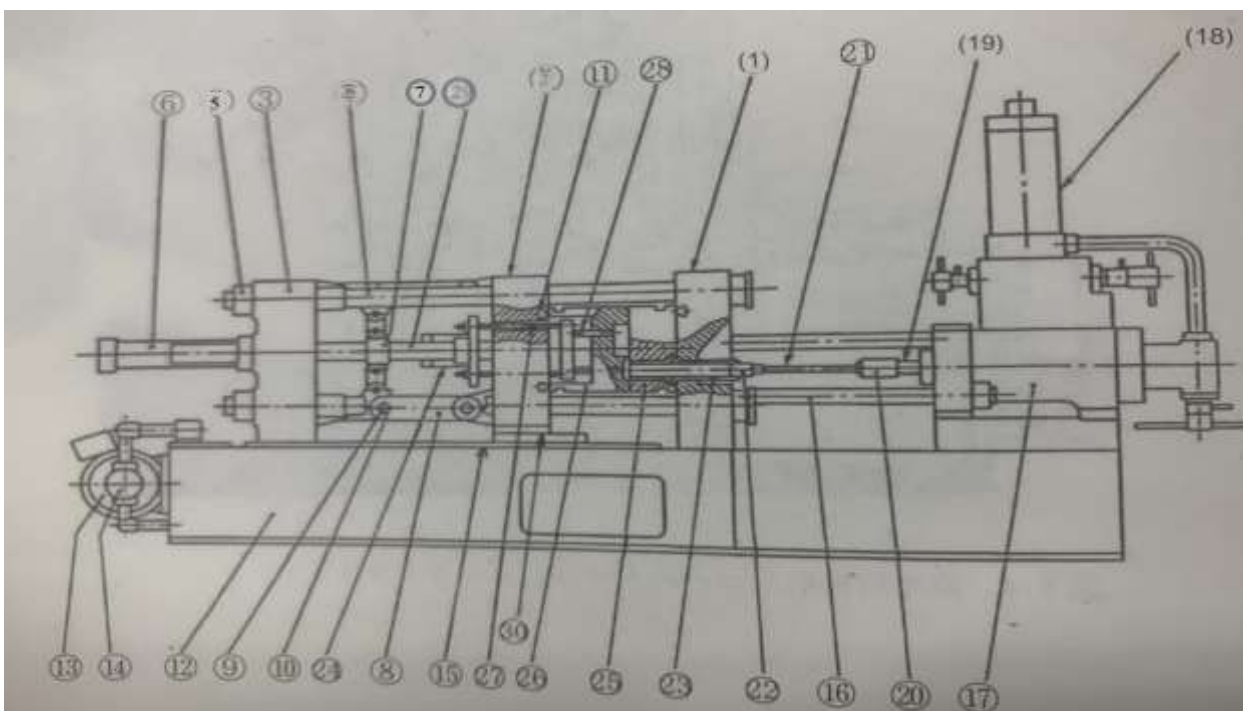
Cấu tạo cơ bản của máy đúc khuôn bao gồm phần kẹp khuôn để kẹp khuôn, phần phun để ép kim loại nóng chảy vào khuôn và phần đùn để đùn sản phẩm đã đông đặc ra khỏi khuôn. Máy đúc khuôn được chia thành máy buồng nóng và máy buồng lạnh tùy theo loại phần phun, sau đó được chia thành loại ngang và loại dọc tùy theo cấu trúc của phần kẹp

khuôn, nhưng cả 2 đều chủ yếu được dẫn động bằng áp suất thủy lực, bằng thiết bị điều khiển điện.

2.4.2. Các loại máy đúc khuôn

Khi chia theo hướng, chúng có thể được chia thành máy đúc khuôn ngang và máy đúc khuôn dọc, và theo chức năng của bộ phận phun chúng có thể được chia thành máy đúc khuôn buồng nóng và máy đúc khuôn buồng lạnh.

Máy đúc khuôn buồng nóng được sử dụng để đúc khuôn hợp kim kẽm, hợp kim magie, hợp kim thiếc và hợp kim chì, còn máy đúc khuôn buồng lạnh được sử dụng để đúc khuôn hợp kim nhôm, hợp kim kẽm, hợp kim magie và hợp kim đồng.



Hình 2.7. Chi tiết trong máy đúc khuôn

Bảng 2.11. Tên chi tiết trong máy đúc khuôn

Stt	Tên gọi	Stt	Tên gọi	Stt	Tên gọi
1	Tấm cố định	11	Rãnh chữ T	21	Thanh pít tông
2	Tấm di chuyển	12	Khung máy (thân máy)	22	Đầu pít tông
3	Đế liên kết cố định	13	Động cơ điện	23	Tay áo (shot sleeve)
4	Thanh giàng	14	Bơm thủy lực	24	Xy lanh đùn
5	Đai ốc thanh giàng	15	Ray trượt di động	25	Khuôn tĩnh
6	Xy lanh kẹp khuôn	16	Thanh giữ xy lanh phun	26	Khuôn động
7	Tay khuỷu	17	Xy lanh phun	27	Thanh đùn

8	Thanh khuỷu (liên kết)	18	Bộ tích áp	28	Pin đùn(pin đẩy)
9	Chốt liên kết	19	Thanh pít tông phun	29	Thanh dẫn hướng
10	Bạc liên kết	20	Khớp nối	30	Chân trượt

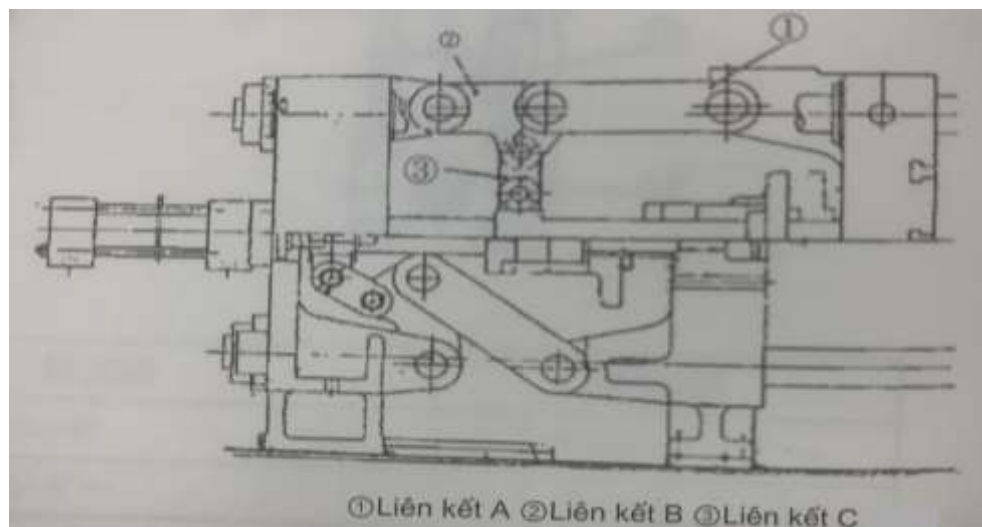
Lưu ý: Sơ đồ thể hiện tên gọi và không thể hiện tiêu chuẩn về hình dáng, cấu trúc

2.4.3. Máy đúc khuôn buồng lạnh

2.4.3.1. Thiết bị kẹp khuôn

Chức năng yêu cầu của bộ phận kẹp khuôn của máy đúc áp lực là giữ khuôn với lực kẹp lớn, đảm bảo khuôn không bị mở do lực mở khuôn sinh ra trong quá trình phun kim loại.

(1) Cơ cấu chuyển đổi

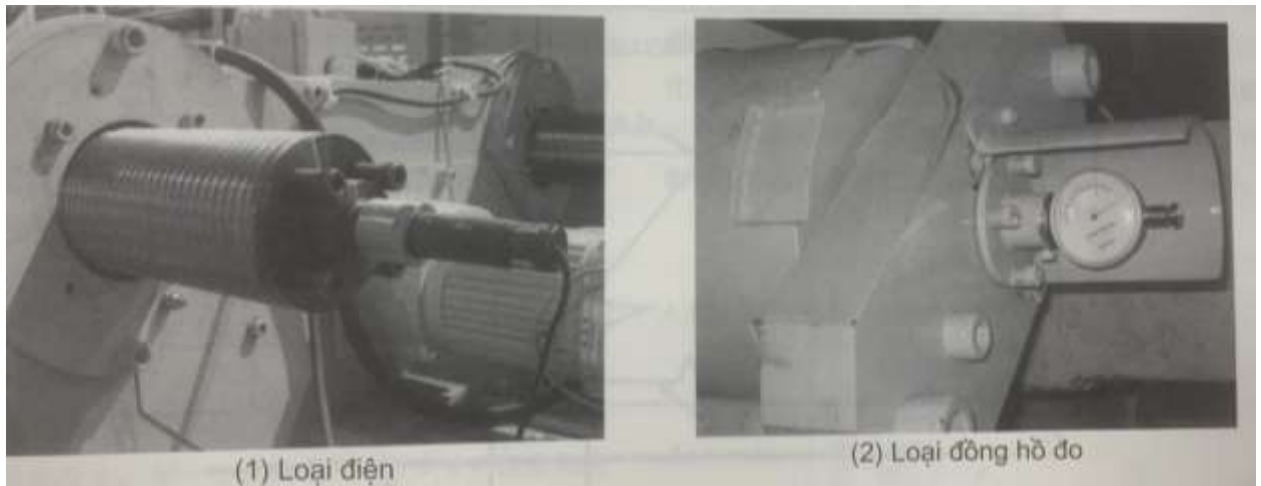


Hình 2.8. Cơ cấu chuyển đổi

Về cách sắp xếp cơ chế chuyển đổi có ba loại: chuyển đổi dọc, chuyển đổi trái và phải, chuyển đổi 4 điểm, nhưng chúng tôi đã áp dụng chuyển đổi dọc, điều này làm cho việc gắn thanh đẩy thật dễ dàng và là dòng chính trong các thiết kế hiện nay.

Máy đúc áp lực có cơ cấu chuyển đổi cần có thiết bị điều chỉnh độ dày khuôn để điều chỉnh độ dày khuôn khi độ dày khuôn thay đổi, nếu thay khuôn thường xuyên thì sử dụng thiết bị điều chỉnh độ dày khuôn tự động.

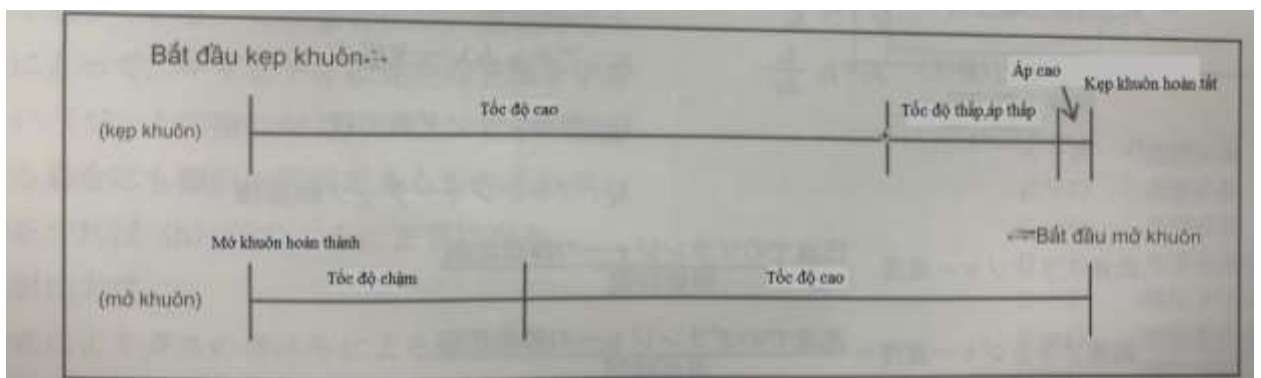
Thiết bị điều chỉnh độ dày khuôn tự động là thiết bị sử dụng động cơ điện hoặc động cơ thủy lực để xoay đai ốc thanh giăng và di chuyển toàn bộ thiết bị kẹp khuôn theo độ dày khuôn. Để xác định lực kẹp tác dụng lên khuôn, một phương pháp phổ biến là phát hiện và hiển thị độ giãn dài của các thanh giăng bằng phương pháp điện hoặc đồng hồ đo như hình dưới



Hình 2.9. Máy đo lực kẹp khuôn

(2) Kẹp khuôn áp suất thấp, đóng mở khuôn tốc độ thấp

Các máy đúc gần đây đang hướng tới tốc độ chu kỳ cao, mở và đóng khuôn ở tốc độ cao, tuy nhiên nếu toàn bộ hành trình của xy lanh kẹp khuôn được di chuyển ở tốc độ cao sẽ gây ra vấn đề về an toàn lao động và hư hỏng khuôn và máy đúc khuôn. Do đó bằng cách giảm một phần tốc độ và áp suất hành trình, chúng ta có thể giải quyết được vấn đề này. Ví dụ về chuyển đổi tốc độ và áp suất được thể hiện trong hình 5.15



Hình 2.10. Quá trình kẹp mở khuôn

Như thể hiện trong hình khuôn mở và đóng ở tốc độ cao khi bắt đầu vận hành và bằng cách giảm tốc độ ở nửa sau của hành trình, tác động lên máy đúc khuôn và khuôn sẽ giảm bớt. Ngoài ra áp suất thấp trong quá trình kẹp khuôn tốc độ thấp giúp ngăn ngừa hư hỏng khuôn nếu có vật lạ bên trong khuôn. Một số máy đúc khuôn có chức năng cài đặt thời gian cho phần tốc độ thấp, áp suất thấp này sẽ dừng máy đúc nếu không thể đạt được vị trí kẹp khuôn áp suất cao đã đặt ngay cả sau thời gian đã cài đặt do có sự bất thường. Ở một số máy đúc khuôn, áp suất cao được áp dụng để kích hoạt cơ chế chuyển đổi. Ngoài

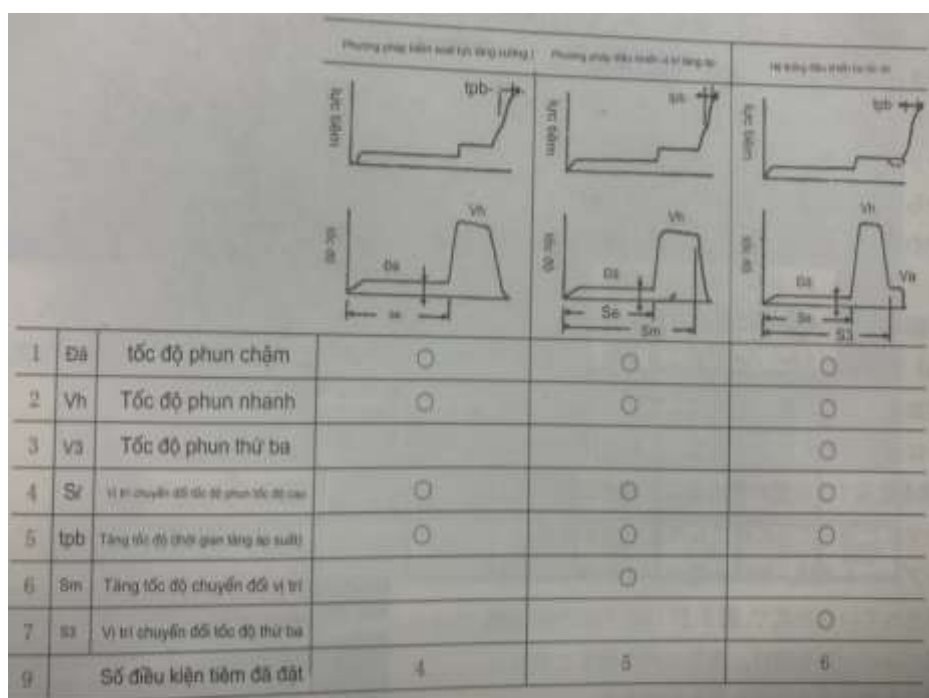
ra một số máy đúc khuôn có hệ thống đóng/mở khuôn chậm để thay khuôn và kiểm tra vận hành thủ công.

2.4.3.2. Thiết bị phun

Kể từ khi máy đúc khuôn buồng lạnh ngang trở thành xu hướng chủ đạo, những đổi mới chủ yếu tập trung vào cơ chế phun ngay cả trong các máy đúc khuôn hiện đại, có thể nói cơ chế phun là cơ chế quan trọng nhất quyết định chất lượng sản phẩm.

Không quá lời khi nói rằng hiệu suất của máy đúc khuôn được xác định bởi chức năng của cơ cấu phun và nhiều cơ chế khác nhau được chế tạo.

Điều kiện phun có thể được thiết lập bằng cách sử dụng loại tăng áp suất điều khiển áp suất và loại tăng áp suất điều khiển vị trí.



Hình 2.11. Phương pháp điều khiển đúc khuôn

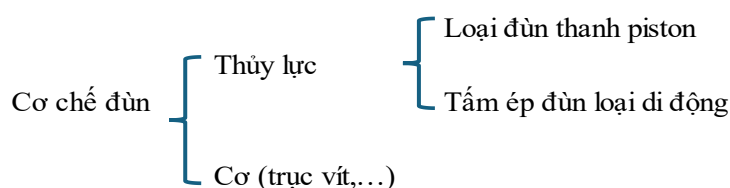
2.4.3.3. Bộ tích lũy (bộ tích áp)

Bộ tích lũy là một thiết bị (thùng chứa) chứa đầy khí ni tơ áp suất cao và sử dụng thời gian ngừng hoạt động trong một chu kỳ của máy đúc khuôn để lưu trữ năng lượng và chủ yếu được sử dụng để dẫn động xi lanh phun. Do đó nếu xử lý sai nó có thể gây ra thảm họa với sức tàn phá lớn nên việc sản xuất và xử lý nó được quy định bởi Đạo luật An toàn Khí áp suất cao, Đạo luật An toàn và sức khỏe Công nghiệp cũng như Quy định An toàn Nồi hơi và Bình chịu áp lực.

Bình tích lũy (tích áp) dùng trong máy đúc khuôn được sử dụng ở áp suất làm việc tối đa từ 0,98 MPa (10 kgf/cm²) trở lên nên theo Đạo luật an toàn khí áp suất cao chúng không chỉ là bình chứa áp suất cao mà còn được xếp vào loại áp suất cao. Theo phân loại công suất xử lý, chủ cơ sở kinh doanh phải thông báo hoặc xin phép thống đốc tỉnh, tuy nhiên loại thiết bị dạng túi thì không cần

2.4.3.4. Thiết bị ép đùn

Phần ép đùn là cơ chế ép đùn các sản phẩm đúc khuôn từ khuôn được sản xuất theo các loại nêu trong hình



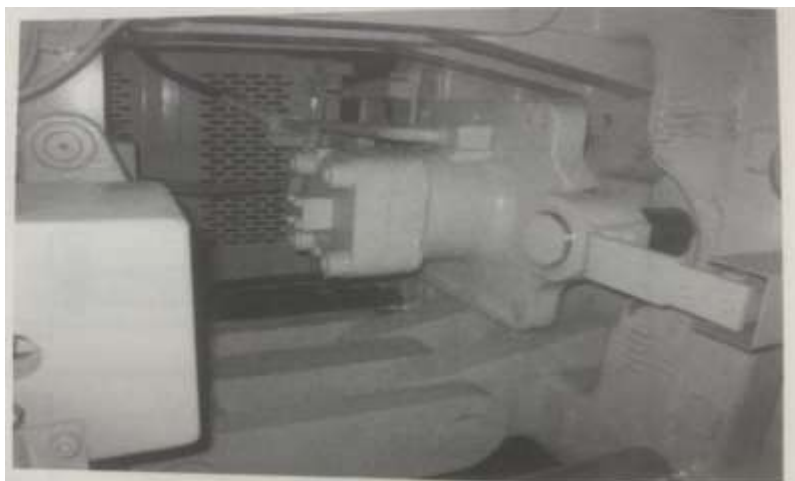
Hình 2.12. Các loại cơ chế ép đùn

Loại đùn thanh piston có một hình trụ gắn vào một trục lăn di động và thanh piston nhô ra khỏi bề mặt của trục lăn di động như trong hình và phù hợp cho các máy đúc khuôn kẹp dọc và khuôn nhỏ. Đây là những gì có thể thấy trong máy đúc.



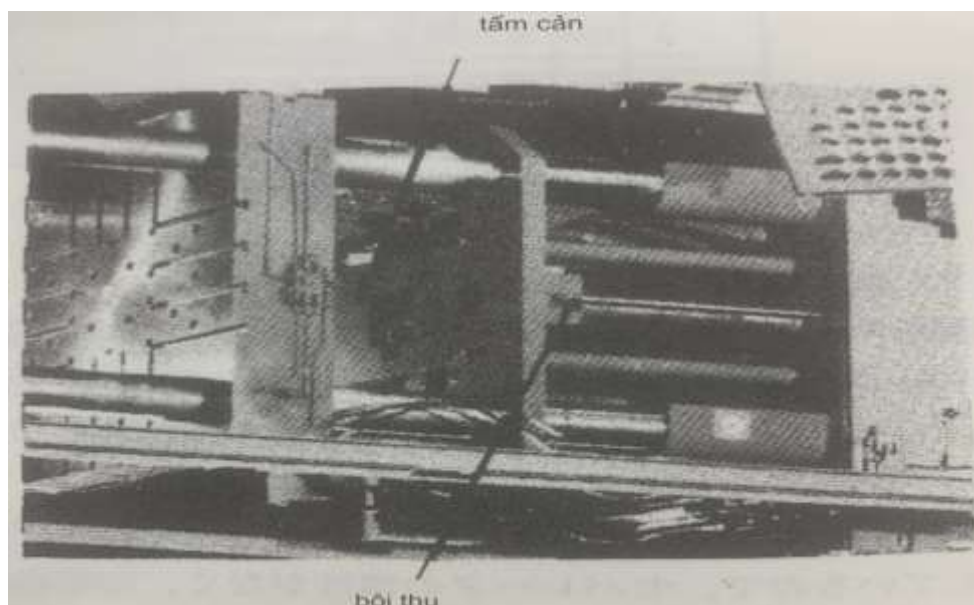
Hình 2.13. Kiểu đùn thanh piston

Loại tấm ép đùn có thể di chuyển được là một phương pháp được sử dụng trong nhiều máy móc và như trong hình cần piston được cố định vào một tấm ép có thể di chuyển được và tấm ép đùn tạo nên hình trụ sẽ chuyển động, để sử dụng phương pháp này: một là kết nối trực tiếp thanh ép đùn với tấm ép đùn của khuôn được sử dụng và cách thứ hai là chỉ cần ép nó mà không cần kết nối trực tiếp.



Hình 2.14. Thiết bị ép đùn thủy lực

Loại tấm cản là phương pháp thường được sử dụng đặc biệt là trong các máy đúc khuôn nhỏ và như trên hình một tấm (tấm cản) được lắp đặt ở giữa lỗ khuôn và thanh đùn của khuôn được đặt dựa vào tấm này. Nó được thiết kế để ép đùn sản phẩm



Hình 2.15. Thiết bị ép đùn thủy lực dạng tấm cản

2.4.3.5. Thiết bị kéo lõi (core puller)

Thiết bị kéo lõi được lắp đặt để di chuyển trụ lõi (core puller) được tích hợp sẵn trong khuôn. Thiết bị này bao gồm một van vận hành xi lanh lõi

Cổng kết nối dây (bộ kéo lõi) cho công tác giới hạn phát hiện việc hoàn thành vận hành xi lanh lõi được hiển thị trong hình



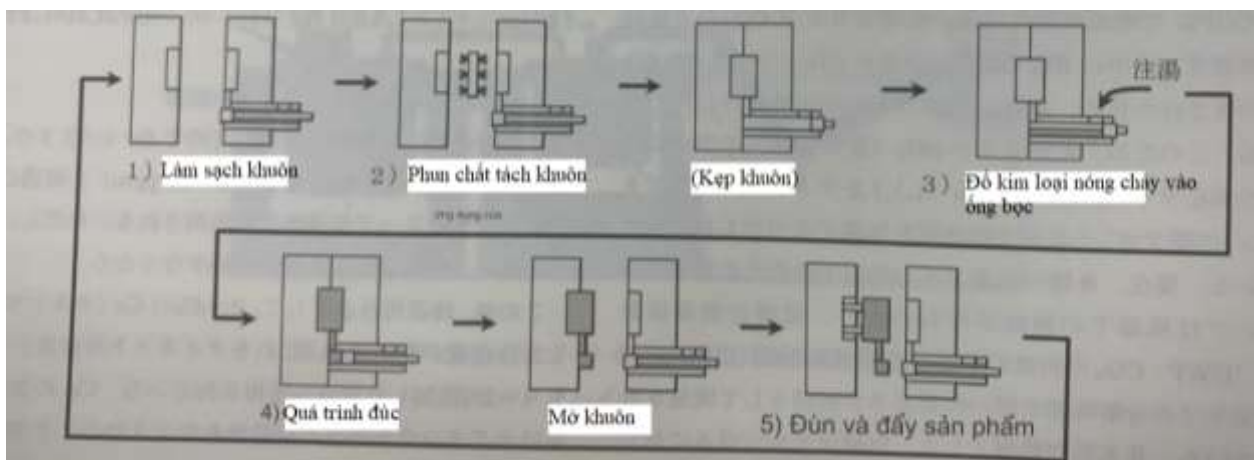
Hình 2.16. Thiết bị kéo lõi

2.5. Quá trình đúc khuôn đúc khuôn buồng lạnh

2.5.1. Tổng quan

Các hoạt động đúc đòi hỏi phải có kiến thức và quản lý đầy đủ vì chúng có thể gây hư hỏng khuôn và ảnh hưởng đến an toàn lao động. Hình dưới thể hiện trình tự công việc sử dụng máy đúc khuôn buồng lạnh. Một chu trình đúc điển hình bao gồm làm sạch khuôn, sử dụng chất tách khuôn, kẹp khuôn, đổ, phun, bảo dưỡng, mở khuôn, ép đùn và lấy sản phẩm ra, có thể được thực hiện thủ công bởi người vận hành hoặc liên tục bằng tự động hóa.

Trong quá trình đúc, tìm và chuẩn hóa các điều kiện phù hợp nhất ở trạng thái ổn định về nhiệt độ giữ, nhiệt độ khuôn, tốc độ phun, áp suất đúc, ứng dụng chất tách khuôn, thời gian chu kỳ, v.v. từ đó tạo ra các tiêu chuẩn công việc để quản lý nó tốt



Hình 2.17. Quá trình đúc khuôn

2.5.2. Công việc đúc

Nếu qua trình đúc thử thành công và quá trình sản xuất hàng loạt bắt đầu, công việc sẽ được thực hiện dựa trên các tiêu chuẩn công việc được tạo ra trong quá trình đúc thử. Ngoài ra khi bắt đầu sản xuất hàng loạt cần có sự thảo luận đầy đủ với người dùng về các khuyết tật bề mặt vật đúc, các khuyết tật bề mặt khác và độ chính xác hoàn thiện cũng như đặt ra các mẫu giới hạn.

1) Làm sạch khuôn

Trong quá trình đúc khuôn nếu xảy ra xỉ kim loại nóng chảy trên bề mặt khuôn hoặc bề mặt trượt của lõi kéo, điều này không chỉ là giảm độ chính xác của sản phẩm mà còn gây hư hỏng khuôn, vì vậy hãy cẩn thận loại bỏ nó mỗi lần. Các tình huống và nguyên nhân cần vệ sinh như sau

(a) Xỉ kim loại nóng chảy trên toàn bộ bề mặt

Nguyên nhân của việc này có thể được chia thành nguyên nhân do khuôn gây ra và nguyên nhân do máy đúc khuôn gây ra. Nguyên nhân trước đây là do các khiếm khuyết trong việc căn chỉnh các bề mặt phân chia khuôn, độ chính xác của khuôn kém (kích thước, độ song song, độ phẳng, v.v.) độ cứng không đủ, biến dạng nhiệt, v.v. Nguyên nhân thứ 2 là do lực kẹp khuôn không đủ hoặc do cơ cấu kẹp bị lỗi

(b) Xỉ kim loại nóng chảy trên bề mặt trượt và tiếp xúc của lõi kéo

Điều này chủ yếu là do khiếm khuyết về độ chính xác của khuôn nhưng ngay cả khi khe hở phù hợp khe hở sẽ trở nên rộng hơn do mòn hoặc lõm trong quá trình sử dụng. Sự xuất hiện của điều này sẽ ảnh hưởng đến độ chính xác kích thước của sản phẩm.

(c) Tràn (over flow) kim loại nóng chảy trong lỗ thoát khí.

Nếu lỗ thoát khí nhỏ và công mòng hiện tượng tràn sẽ đọng lại trong khoang. Hơn nữa nếu bề mặt hoàn thiện của lỗ thoát khí gồ ghề kim loại nóng chảy sẽ bám vào

(d) Dư lượng chất tách khuôn và chất bôi trơn

Nếu cặn của chất tháo khuôn hoặc chất bôi trơn được sử dụng tích tụ trong lỗ thông hơi hoặc một phần của khoang nó sẽ làm giảm đáng kể hiệu quả khử khí và làm hỏng bề ngoài của sản phẩm.

(e) Xỉ kim loại nóng chảy hay vữa đúc.

Nếu khoang được hình thành bởi nhiều cavity, via đúc sẽ được hình thành ở đường nổi và nếu lần đúc tiếp theo không được loại bỏ hoàn toàn thì via đúc sẽ ăn sâu vào mặt khuôn. Lưu ý via bị xỉ còn sót lại trên bề mặt trượt của lõi rút cũng có thể gây ra hiện tượng này.

Trong cả 2 trường hợp biện pháp đối phó cơ bản là xác định nguyên nhân xảy ra và loại bỏ sự xuất hiện của nó. Điều quan trọng là phải thiết kế một khuôn để làm sạch. Đây là yếu tố quan trọng nhất khi tự động hóa. Hãy loại bỏ chúng mỗi lần bằng cách thổi chúng ra bằng không khí hoặc dùng dụng cụ như đục bằng đồng, các thao tác này phải được thực hiện nhanh chóng đồng thời phải cẩn thận để không làm hỏng bề mặt khuôn.

2) Ứng dụng chất tách khuôn và chất bôi trơn

Chất tách khuôn được sử dụng để ngăn kim loại nóng chảy dính vào khuôn và cải thiện khả năng tách sản phẩm ra khỏi khuôn. Chất tách khuôn được chia làm 2 loại: gốc dầu và loại hòa tan trong nước.

Nên chọn tất tách khuôn tùy thuộc vào sản phẩm và thường nên sử dụng chất có nồng độ, lượng và phương pháp sử dụng thích hợp, đồng thời áp dụng lượng tối thiểu cần thiết cho bề mặt khuôn cho mỗi lần phun, tác nhân có thể gây ra các khiếm khuyết về chất lượng như nếp nhăn, phồng, rộp.

Thao tác này có thể được thực hiện bằng tay hoặc bằng thiết bị phun tự động, tự động áp dụng và di chuyển ra vào kết hợp với chu trình đúc.

Bảng 2.12. Các loại và công dụng của chất tách khuôn

Các loại	Chất pha loãng		Sự phát triển	Sự sử dụng
Dầu	Dung môi hữu cơ (chủ yếu là dầu hòa)	①	Dầu thực vật, dầu khoáng, dầu tổng hợp, hợp chất polyme	Chủ yếu được sử dụng để đúc khuôn hợp kim kẽm
		②	(1) và chất bôi trơn rắn (bột nhôm, than chì, v.v.)	Được sử dụng để chống tích tụ và xử lý chất thải
Nước	Nước	③	Dầu động vật/ thực vật, dầu khoáng, dầu tổng hợp, hợp chất polymer, dầu silicon, chất hoạt động bề mặt, nước	Được sử dụng rộng rãi và phổ biến trong đúc khuôn hợp kim nhôm
		④	(3) và chất bôi trơn rắn (than chì, loại khác)	Được sử dụng khi có yêu cầu đặc biệt về hiệu ứng tách khuôn và chống bó
		⑤	Chất bôi trơn rắn (graphite, boron nitride, mica, talc), chất phân tán, nước	Được sử dụng để đúc đặc biệt như đúc dòng chảy và đúc khuôn ép

Chất bôi trơn được bôi lên các bộ phận trượt như lõi kéo, chốt đẩy, chốt hồi vị và chốt dẫn hướng, nhưng không giống như chất tách khuôn, nó không cần phải bôi trong mỗi lần đúc mà được bôi bằng chổi vào những thời điểm thích hợp. Lượng bôi trơn được áp dụng cho đầu có liên quan đến tuổi thọ của chip vì vậy nên áp dụng cho mỗi lần đúc. Lượng bôi trơn được áp dụng phải được giữ ở mức tối thiểu cần thiết, nếu quá nhiều chất bôi trơn tạo ra khí và có thể trộn vào kim loại nóng chảy. Điều này có thể gây ra các khiếm khuyết về chất lượng. Thông thường các loại gốc dầu được phủ lên bề mặt chip nhô ra bên ngoài ống bọc và các loại hòa tan trong nước được phủ lên bề mặt bên trong của ống bọc. Ngày nay nó được bôi trơn tự động bằng chất bôi trơn đầu pit tông.

3) Đổ và phun

Điều quan trọng là phải đổ lượng kim loại nóng chảy cần thiết với nhiệt độ đúc ít thay đổi nhất có thể và cẩn thận để tránh nhiễm bẩn oxit. Ngày nay thiết bị cấp kim loại nóng chảy tự động thường được sử dụng.

Nhiệt độ nóng chảy thay đổi tùy theo hình dạng độ dày thành loại hợp kim, v.v. của sản phẩm nhưng các giá trị điển hình được trình bày trong Bảng 2.13.

Bảng 2.13. Nhiệt độ nóng chảy hợp kim nhôm

		Nhiệt độ nóng chảy
Nhôm hợp kim	ADC10,12	640 ~ 700 ⁰ C
	ADC5,6	700 ~ 730 ⁰ C
	ADC 14	720 ~ 740 ⁰ C

Đúc ở nhiệt độ cao cho phép kim loại nóng chảy chảy tốt ngay cả trong trường hợp bề mặt đúc có thành mỏng, mặc khác khả năng hấp thụ khí tăng lên gây ra các lỗ kim vết lõm ở những vùng có thành dày. Ngoài ra điều này sẽ đẩy nhanh quá trình hư hỏng của khuôn, các sản phẩm có thành dày thường được đúc ở nhiệt độ tương đối thấp nhưng nếu nhiệt độ quá thấp bùn sẽ hình thành ở đáy lò giữ gây ra các vết cứng.

Thông thường nhiệt độ đúc được kiểm soát bởi nhiệt độ nóng chảy vì vậy nên đổ kim loại vào muôi rồi đổ vào ống bọc càng sớm càng tốt trước khi phun.

Nhiệt độ của kim loại nóng chảy giảm nhanh sau khi đổ vào muôi và nhiệt độ còn giảm nhanh hơn khi đổ vào ống bọc. Trong trường hợp phun tay khi kim loại nóng chảy được múc ra ngoài bằng muôi, một màng oxit trên bề mặt kim loại nóng chảy được hình thành. Cạo kim loại nóng chảy bằng đáy muôi múc nó ra từ mặt sạch và khi đổ vào ống bọc hãy

giữ muôi càng gần cổng phun càng tốt. Nếu bạn đổ nó từ trên cao xuống kim loại nóng chảy sẽ phân tán và oxy hóa bằng mọi giá cũng nên tránh điều này vì nó cuốn theo không khí và làm giảm nhiệt độ. Nếu lượng phun quá cao hoặc quá thấp bánh quy (biscuit) có thể mất nhiều thời gian để đông lại hoặc sản phẩm có thể có các lỗ co ngót lớn do không đủ kim loại nóng chảy và sẽ xảy ra lực cản ma sát không cần thiết bên trong ống bọc. Điều này sẽ ảnh hưởng đến áp suất tác dụng lên kim loại nóng chảy vì vậy điều quan trọng là phải giữ lượng kim loại nóng chảy được phun ở mức phù hợp và ổn định nhất có thể. Vì vậy tốt nhất nên chuẩn bị một cái muôi có kích thước phù hợp. Nếu vậy phải thực hiện để duy trì tính chính xác của nó.

Sau khi quá trình rót hoàn tất quá trình chuyển sang giai đoạn phun và cơ chế phun phổ biến nhất là hệ thống phun hai giai đoạn với tốc độ phun thấp và tốc độ phun cao và hệ thống phun ba giai đoạn bao gồm cơ chế tăng áp suất. Máy có tốc độ pit tông ấn tượng đã được đưa vào sử dụng thực tế và cơ cấu phanh đã được tăng cường để ngăn chặn áp suất tăng vọt trong quá trình làm đầy khoang, điều quan trọng là phải làm việc nhanh chóng thương xuyên và ở tốc độ không đổi theo chu trình tiêu chuẩn trong tài liệu tiêu chuẩn công việc. Khi làm việc bằng tay tốc độ sẽ có sự khác biệt tùy theo từng người lao động. Vì vậy ngày nay tự động hóa đã trở nên tất yếu để đạt được chất lượng ổn định.

4) Bảo dưỡng và mở khuôn

Sau khi phun xong, hãy đợi kim loại nóng chảy đông đặc bên trong khoang trước khi lấy sản phẩm ra, nhưng phải đợi cho đến khi nhiệt độ đạt đến nhiệt độ không gây biến dạng hoặc hư hỏng sản phẩm, đây gọi là đóng rắn và điều này và thời gian này gọi là thời gian đóng rắn. Thời gian đóng rắn thay đổi tùy thuộc vào hình dạng kích thước độ dày thành, v.v. của sản phẩm.

Nếu thời gian đóng rắn quá dài, lực co ngót của quá trình đông đặc sẽ làm tăng lực kẹp lên khuôn, khiến sản phẩm trở nên lỏng lẻo và khó ép đùn, nếu quá ngắn thì độ bền nhiệt độ cao của sản phẩm sẽ thấp và sản phẩm sẽ bị biến dạng. Do đó cần phải làm nguội khuôn đến nhiệt độ vừa đủ và đẩy ra càng sớm càng tốt sau khi phun. Nên cung cấp đủ khả năng làm mát, giữ nhiệt độ giữ càng thấp càng tốt và đổ một lượng kim loại nóng chảy không đổi

Sau khi hết thời gian đông đặc đã cài đặt, khuôn thường được mở tự động. Trong máy đúc bùồng lạnh, pit tông phun vẫn chuyển động về phía trước và ép bánh quy vào khuôn

di động. Lúc này nếu phun quá nhiều kim loại nóng chảy hoặc nếu ống bọc ngoài có vết xước nghiêm trọng thì thao tác này có thể không được thực hiện trơn tru và có thể vẫn còn đọng lại trong khuôn cố định nên phải cẩn thận. Đặc biệt nếu cho quá nhiều kim loại nóng chảy hoặc thời gian đông cứng quá ngắn các phần chưa đông đặc của bánh quy có thể bị kẹt trong khuôn. Phải cẩn thận khi mở cửa vì nó có thể phân tán và gây bỏng vì vậy nên lắp đặt cửa an toàn.

5) Đùn và đẩy sản phẩm

Khi khuôn di động trở lại vị trí bình thường sản phẩm sẽ được đẩy ra khỏi khuôn di động bằng thiết bị ép đùn. Đối với phương pháp ép đùn như đã đề cập trong phần khuôn, ép đùn thủy lực có hoạt động nhẹ nhàng và có thể dễ dàng liên kết với hoạt động lấy ra. Đùn cần có hoạt động đột ngột nên có tỷ lệ biến dạng sản phẩm cao, nứt và hư hỏng pin đẩy. Trong trường hợp ép đùn hai giai đoạn phải cẩn thận để tránh sản phẩm bị rơi và bị trầy xước trừ khi đặt vật liệu đệm phù hợp hoặc thao tác được thực hiện nhanh chóng. Sản phẩm được ép đùn bằng thiết bị ép đùn, được lấy ra thủ công bằng kim hoặc đũa. Trong trường hợp nà nếu pin đẩy cắm sâu vào sản phẩm sẽ khó tháo ra và có thể bị cạy ra, có thể khiến sản phẩm bị méo do đó cần điều chỉnh độ dài của chốt đẩy cho phù hợp, để tránh nó ăn sâu vào sản phẩm. Sau khi sản phẩm được lấy ra nó sẽ được đặt trên bàn làm việc và trong thời gian làm nguội sau lần đúc tiếp theo, việc tự kiểm tra bề ngoài của nó sẽ được thực hiện, sau đó nó được đặt vào phương tiện vận chuyển hoặc đặt trên máng hoặc băng tải và gửi đến quy trình tiếp theo. Việc tự kiểm tra sau khi loại bỏ phải luôn được thực hiện trong quá trình đóng rắn để tăng tốc và ổn định chu trình làm việc. Thực hiện công việc đúc hợp lí ổn định chất lượng và tăng năng suất. Theo đó tự động hóa việc này thông qua việc sử dụng các thiết bị khai thác tự động và robot công nghiệp đã trở thành xu hướng chủ đạo.

2.6. Các khuyết tật trong đúc khuôn

2.6.1. Khái niệm cơ bản

Trong quá trình đúc khuôn kim loại nóng chảy đã chuẩn bị được đúc bằng máy đúc khuôn và khuôn theo các điều kiện đúc đã đặt ra. Vì vậy điều kiện vật tư thiết bị này phải đáp ứng điều kiện để sản xuất khuôn đúc có chất lượng tốt. Đương nhiên để ngăn ngừa khuyết tật xảy ra trong quá trình sản xuất hàng loạt các điều kiện thiết bị, vật liệu này phải được đáp ứng trong giai đoạn chuẩn bị trước khi sản xuất và sản xuất thử. Tuy nhiên trên

thực tế có nhiều trường hợp không phải như vậy nếu một bộ phận nào đó có vấn đề thì rất có thể xảy ra lỗi. Nguyên nhân của sự cố này rất đa dạng và ở một số trường hợp. Trong nhiều trường hợp nó thường không phải do một nguyên nhân mà do sự kết hợp của nhiều nguyên nhân. Ngoài ra máy đúc, khuôn, vật liệu và điều kiện đúc đều có liên quan với nhau, bổ sung cho nhau. Vì vậy nó là cần thiết để tiếp cận các lỗi từ nhiều góc độ khác nhau chứ không chỉ một góc độ. Như được trình bày trong bảng này hầu hết các lỗi đều có nhiều nguyên nhân thực tế khi thực hiện các biện pháp đối phó với khuyết tật điều quan trọng là phải hiểu hiện tượng khuyết tật, vị trí xảy ra và tỷ lệ xuất hiện càng chi tiết càng tốt cần xem xét những hạng mục nào cần thực hiện: máy đúc, khuôn, vật liệu và điều kiện đúc. Để làm được điều này điều quan trọng là phải thực hiện các biện pháp dựa trên nguyên tắc thường được nhắc đến của 3 thực tế: hiện trường, hiện vật và thực tế

Bảng 2.14. Các loại và đặc tính khuyết tật

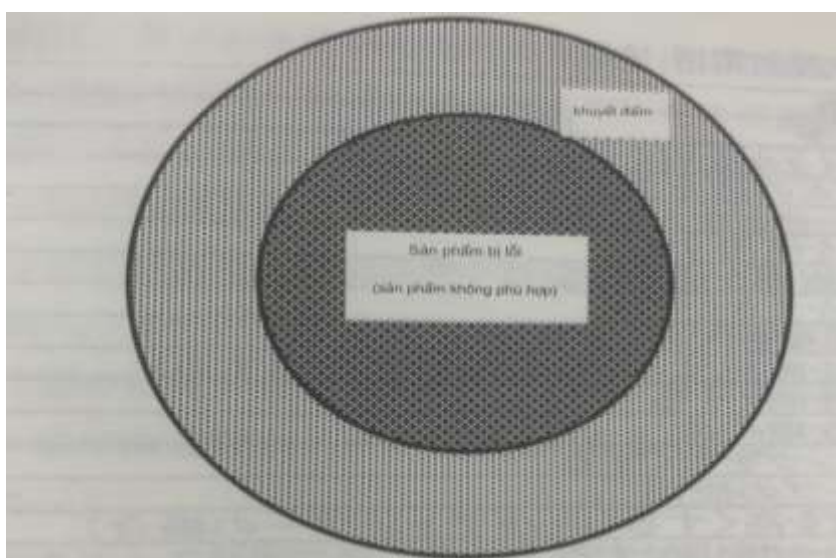
Phân loại khuyết tật	Loại khiếm khuyết	Nguyên nhân
Khiếm khuyết về kích thước	Các khuyết tật về kích thước do khuôn gây ra	Xảy ra do lỗi khuôn, thiết kế khuôn, bảo trì, ...
	Lệch khuôn (hagumi) / lệch lõi	Hình dạng đúc khác nhau do kích thước ở giữa bị lệch
	Thoát khuôn / thoát lõi	Các sản phẩm không đạt kích thước quy định do khuôn và lõi thoát ra ngoài do áp suất đúc
	Sự biến dạng	Đúc khuôn bị biến dạng do đông đặc, co ngót nhiệt hoặc thoát khuôn và mất đi hình dạng đã định trước
Khuyết tật bên ngoài	Không điền (không đủ điền)	Kim loại nóng chảy đông đặc lại mà không lấp đầy một phần khoang
	Đường kim loại nóng chảy	Kim loại nóng chảy chảy vào khoang không tan chảy và xuất hiện trên bề mặt khuôn đúc
	Đóm kim loại nóng chảy	Ranh giới còn lại không có sự hợp nhất tại điểm kim loại nóng chảy nối với nhau
	Vết nứt	Các vết nứt xảy ra trong quá trình đúc khuôn do co ngót hóa rắn, tách khuôn và chuyển động của khuôn trong quá trình phun
	Vết lõm	Vết lõm xảy ra trên bề mặt vật đúc do co ngót trong quá trình hóa rắn kim loại nóng chảy
	Phồng, rộp	Bề mặt vật đúc phồng lên do khí chứa trong vật đúc
	Vết xước	Các vết xước xuất hiện trên bề mặt khuôn đúc khi vật đúc được lấy ra khỏi khuôn

	Vết xước khuôn	Nếu bạn sử dụng khuôn có vết trầy xước như lỗ trên bề mặt khoang, hình dạng sẽ được chuyển trực tiếp lên bề mặt
	Vết xước do quá nhiệt	Khi sử dụng khuôn có vết nứt (quá nhiệt) trên bề mặt khoang đúc vết nứt là do hình dạng được truyền trực tiếp lên bề mặt vật đúc
Khuyết tật bên trong	Lỗ thổi	Không khí, chất tách khuôn và chất bôi trơn bị mắc kẹt trong ống lót, đường dẫn và khoang. Các lỗ rỗng được tạo ra bởi vật liệu khí hóa còn sót lại bên trong vật đúc khuôn
	Độ xốp vi mô	Xốp được tạo ra bởi các bong bóng khí hydro hòa tan trong kim loại nóng chảy trở nên qua bão hòa trong quá trình hóa rắn
	Rỗ co	Các lỗ hổng tồn tại bên trong khuôn đúc do sự co lại của kim loại nóng chảy
	Rỗ khí	Các khoang siêu nhỏ dạng hang hoặc xốp hình thành trên thành dày của vật đúc
	Bóng kim loại nóng chảy	Kim loại nóng chảy dạng hạt phân tán bên trong khoang nhanh chóng nguội đi và đông đặc lại khi va chạm với bề mặt khuôn và được bao quanh bởi kim loại nóng chảy tiếp theo có dạng hình cầu mà không kết hợp với nó. Đó là một loại biến cứng tách biệt
	Lớp lạnh bị nứt	Lớp đông đặc được tạo ra bên trong ống phun bị pít tông phá vỡ và quấn quanh kim loại nóng chảy chảy vào khoang khuôn.
Khuyết tật vật liệu	Điểm cứng	Các tạp chất xuất hiện trong vật đúc khuôn có độ cứng cao và cản trở quá trình cắt thông thường
	Chất liệu kém	Vật đúc không có phạm vi thành phần hóa học cụ thể. Ngoài ra những thứ được làm bằng vật liệu khác nhau
Các khiếm khuyết khác	Khiếm khuyết về tính chất vật lý/hóa học	Các vật phẩm có đặc tính vật lý và hóa học như độ dẫn nhiệt và khả năng chống ăn mòn sai lệch so với giá trị quy định
	Khả năng chịu áp lực kém	Các vật phẩm có áp suất rò rỉ hoặc chảy vào khi tăng áp hoặc giảm áp suất bên trong vật đúc
	Độ bền cơ học kém	Các mặt hàng có độ bền cơ học như độ bền kéo độ giãn dài sai lệch so với các giá trị được chỉ định
	Xử lý kém	Các mặt hàng có kích thước được xử lý sai lệch so với các giá trị được chỉ định do lỗi trong quá trình xử lý chẳng hạn như đồ gá gia công và khuyết tật về kích thước trong khuôn đúc
	Sự xuất hiện kém của sơn hoặc mạ	Sơn và mạ không thể lấp đầy các khuyết tật bên ngoài của khuôn đúc

Màng oxit anot bị lỗi	Các mặt hàng có độ dày màng oxit anot, màu sắc không đồng đều tông màu sau khi nhuộm, v.v. khác với tiêu chuẩn
Sau khi xử lý nhiệt và hàn bị phồng rộp	Các vết phồng rộp xuất hiện khi vật đúc tiếp xúc với nhiệt độ cao trong quá trình xử lý nhiệt, hàn v.v.

2.6.2. Định nghĩa khuyết tật của đúc khuôn

Khuyết tật của đúc khuôn có nghĩa là sản phẩm không đáp ứng các thông số kỹ thuật, tiêu chuẩn giới hạn nhất định được đặt ra cho một sản phẩm, vì vậy nếu đạt tiêu chuẩn thì đó là sản phẩm phù hợp còn nếu không đạt tiêu chuẩn thì đó là sản phẩm bị lỗi. Ví dụ: ngay cả khi có lỗ phun kim loại nóng chảy lớn khuyết tật bên trong nếu đạt tiêu chuẩn về độ bền thì không phải là sản phẩm lỗi mà là sản phẩm tốt



Hình 2.18. Định nghĩa các khuyết tật

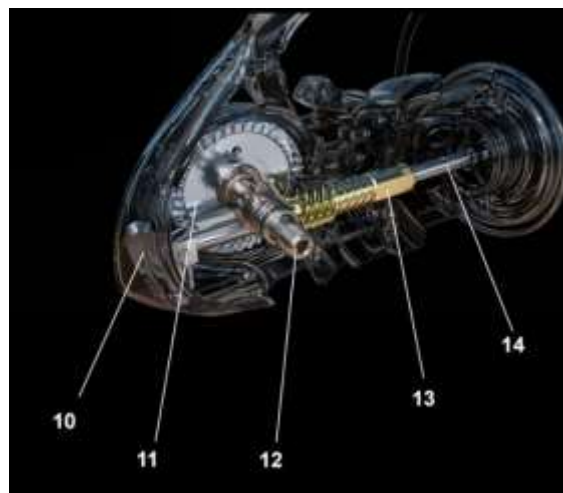
Khuyết tật có nghĩa là nó ở trạng thái không hoàn hảo. Đúc khuôn luôn có những khuyết tật như kim loại nóng chảy có nếp nhăn, phồng, co ngót. Các tiêu chuẩn là cần thiết để phân biệt giữa những khiếm khuyết ...

Chương 3. THIẾT KẾ KHUÔN ĐÚC ÁP LỰC

3.1. Giới thiệu về chi tiết

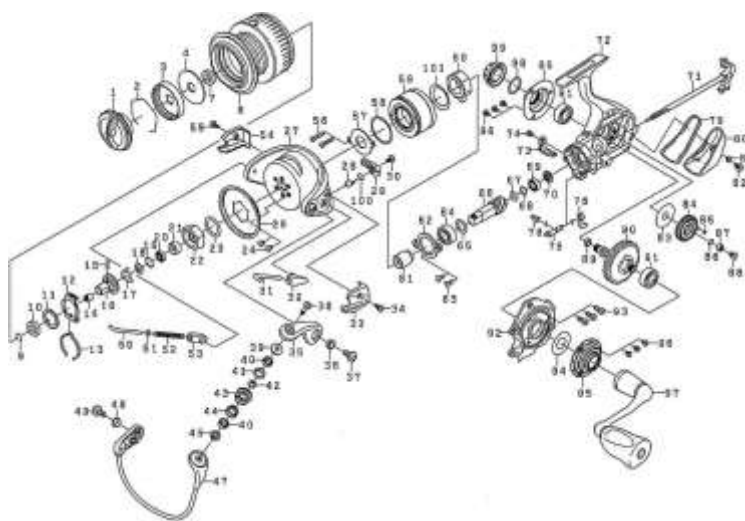
3.1.1. Cấu tạo guồng cần câu.

Máy câu đứng hay máy dọc là loại máy phổ biến, cấu tạo của nó khá phức tạp nhưng có những thành phần chính như sau



Hình 3.1. Chi tiết bộ guồng cần câu

- | | |
|---|--------------------|
| 1. Chân máy + thân câu | 8. Gọng xả (Bail) |
| 2 + 3. Tay quay (handle) và Núm (handle knot) | 9. Rotor |
| 4. Trả ngược (Anti-Reverse Switch) | 10. Drive Gear |
| 5. Cuộn chỉ (Spool): | 11. Main Gear |
| 6. Núm xả Drag (Drag Adjustment) | 12. Trục Main Gear |
| 7. Line Roller | 13. Pionion Gear |
| | 14. Main Shaft |



Hình 3.2. Chi tiết đầy đủ của 1 bộ guồng daiwa

3.1.2. Cuộn chỉ cần câu (Spool)

Cuộn chỉ cần câu (Spool) là bộ phận chứa dây câu, đóng vai trò then chốt trong cấu tạo và hoạt động của guồng cần câu. Chất lượng và hiệu suất của Spool phụ thuộc lớn vào vật liệu đúc và các yêu cầu kỹ thuật trong quá trình sản xuất. Vật liệu như nhôm, carbon, hoặc hợp kim cao cấp không chỉ quyết định độ bền mà còn ảnh hưởng đến khả năng chống mài mòn, giảm ma sát và tăng độ nhẹ cho Spool.

3.1.2.1. Vật liệu chi tiết

Vật liệu của chi tiết là ADC12, còn được gọi là A383 theo tiêu chuẩn ASTM B85 (Hoa Kỳ), AlSi10Cu2Fe theo tiêu chuẩn EN 1706 (Châu Âu), và CSAC3 theo tiêu chuẩn GB/T 15115 (Trung Quốc). Đây là hợp kim nhôm đúc áp lực phổ biến nhất trong công nghiệp nhờ vào những đặc tính vượt trội. Cụ thể ADC12 có khả năng chống nứt vỡ nhiệt tốt, khả năng gia công và đúc rất tốt nhờ hàm lượng silicon cao và đồng thấp, đồng thời vẫn đảm bảo độ bền và tính ổn định. Hợp kim này đã được ứng dụng rộng rãi trong linh kiện hàng không vũ trụ, ô tô, thiết bị điện, máy móc và dụng cụ dân dụng.

Bảng 3.1. Thành phần hóa học tiêu chuẩn của hợp kim ADC12 (AlSi10Cu2Fe).

Thành phần	Si	Fe	Mn	Cu	Zn	Sn	Al
Wt.%	9,6-12	0,9 max	0,5 max	1,5-3,5	1,0 max	0,3 max	Còn lại

Ảnh hưởng của từng chất trong hợp kim ADC12

(1) Si (Silic)

Hợp kim Al-Si có đặc tính độ bền và khả năng đúc tuyệt vời. Khi hàm lượng Si tăng, độ bền và độ cứng của hợp kim tăng, nhưng độ giãn dài giảm.

Trong trường hợp hợp kim Al-Si, pha rắn được phân tán trong kim loại ở vùng siêu eutectic, nơi khoảng nhiệt độ giữa pha rắn và pha lỏng rộng, dẫn đến dạng đông đặc giống như cháo (mushy solidification). Điều này làm suy giảm khả năng điền đầy và tính lưu động của kim loại nóng chảy. Tuy nhiên, khi hàm lượng Si tăng, tính lưu động được cải thiện.

Nếu hợp kim có khoảng nhiệt độ rắn-lỏng rộng, các khuyết tật như lỗ co ngót và vết nứt có khả năng xảy ra cao hơn. Mặc dù Si làm giảm độ giãn dài và độ dẻo dai trong hợp kim Al-Mg, nó vẫn được thêm vào một số hợp kim vì có hiệu quả trong việc ngăn ngừa các vết nứt khi đúc.

(2) Cu (Đồng)

Cu làm tăng độ bền kéo và độ cứng của hợp kim nhôm, đồng thời cải thiện khả năng gia công. Tuy nhiên, nó cũng làm giảm độ giãn dài. Xu hướng này được quan sát rõ rệt khi hàm lượng Cu tăng trong các hợp kim Al-Si-Cu, như ADC10 và ADC12. Ngoài ra, do Cu làm giảm khả năng chống ăn mòn, nó được coi là tạp chất trong các hợp kim như ADC5 và ADC6 (hệ Al-Mg, chú trọng khả năng chống ăn mòn). Vì vậy, giới hạn trên của Cu trong các hợp kim này được giữ ở mức thấp hơn so với các hợp kim khác.

(3) Fe (Sắt)

Fe là nguyên tố hiệu quả trong việc giảm tình trạng bám dính và ăn mòn khuôn (die soldering). Hình dạng của tinh thể gốc Fe thay đổi tùy thuộc vào thành phần hợp kim, nhưng nếu hàm lượng Fe quá cao, nó sẽ làm giảm độ bền, đặc biệt là độ giãn dài và giá trị va đập.

(4) Các nguyên tố khác

- **Mn (Mangan):** Được thêm vào trong ADC6 để ngăn chặn sự suy giảm khả năng chống ăn mòn do tạp chất Fe gây ra. Trong hệ Al-Si-Cu, Mn hình thành hợp chất liên kim loại Al-Fe-Mn-Si cùng với Fe, nhưng điều này có thể làm giảm khả năng gia công.

- **Zn (Kẽm):** Trong hợp kim Al-Mg (nơi khả năng chống ăn mòn đặc biệt quan trọng), Zn làm giảm khả năng chống ăn mòn và có giới hạn dung sai nghiêm ngặt. Trong ADC10 và ADC12, Zn cùng với Mg và Cu cũng làm giảm khả năng chống ăn mòn, nhưng nó giúp tăng độ cứng một chút.

- **Sn (Thiếc):** Nguyên tố vi lượng.

Bảng 3.2. Cơ tính của hợp kim ADC12 ($AlSi10Cu2Fe$).

Cơ Tính ADC12	
Độ Cứng, Brinell	85
Độ Cứng, Knoop	109
Độ Cứng, Rockwell B	53
Độ bền kéo (Tối đa)	331 MPa
Độ bền kéo (Thấp nhất)	165 MPa

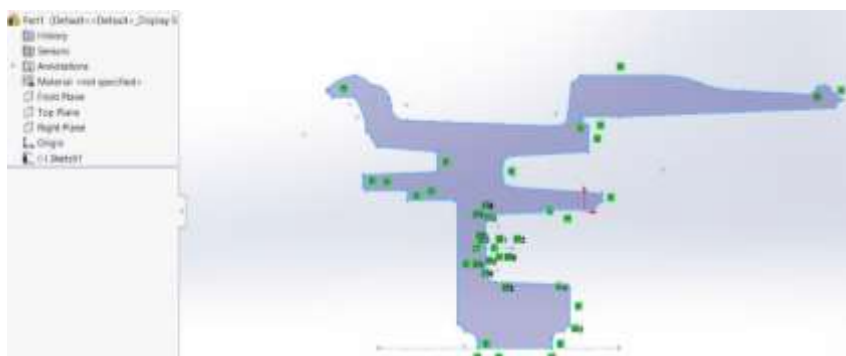
Độ giãn nở	3.5%
Độ bền mỏi	140 MPa
Độ bền cắt	199 MPa
Tính chất về nhiệt	
Khoảng nóng chảy	516 – 582°C
Điểm bắt đầu nóng chảy	516°C
Điểm nóng chảy hoàn toàn	582°C

3.1.2.2. Yêu cầu kĩ thuật

Sản phẩm sau khi chế tạo phải có thể tích, kích thước, dung sai đáp ứng được tiêu chuẩn của công ty.

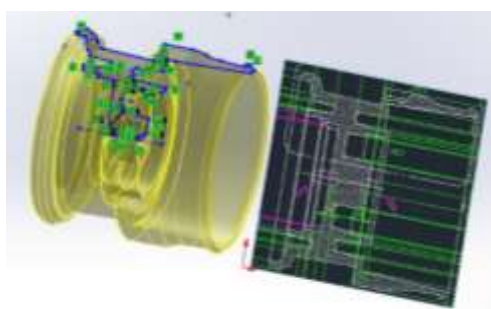
Sản phẩm có bề dày mỏng, và chịu áp lực trong quá trình đúc.

3.1.2.3. Dựng 3D chi tiết



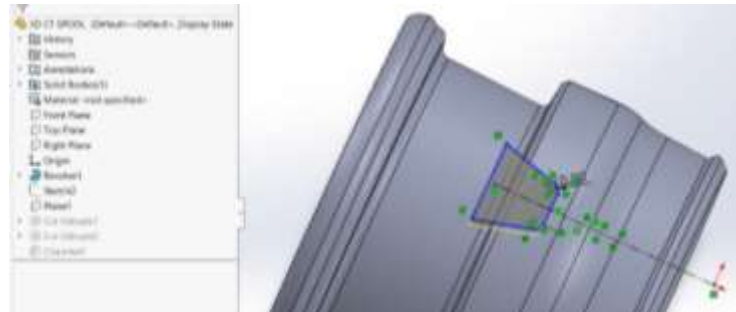
Hình 3.3. Vẽ Sketch

- Sử dụng **lệnh Sketch** để vẽ biên dạng 2D của chi tiết SPOOL dựa trên bản vẽ kỹ thuật.
- Dùng các công cụ như **Line, Circle, Arc, Trim Entities**, và **Smart Dimension** để xác định hình dạng và kích thước chính xác của Sketch.



Hình 3.4. Sketch vẽ chi tiết

- Chuyển sang tab **Features** trên thanh công cụ.
- Chọn **Revolved Boss/Base** để tạo khối 3D bằng cách xoay biên dạng Sketch quanh một trục trung tâm.
- Xác định **Axis of Revolution** (trục quay) và đặt góc quay 360 độ để tạo thành mô hình trụ tròn hoàn chỉnh.



Hình 3.5. Vẽ Sketch

- Chọn một mặt phẳng phù hợp trên mô hình.
- Vào **Sketch**, vẽ biên dạng của hốc trên chi tiết.



Hình 3.6. Tạo lỗ

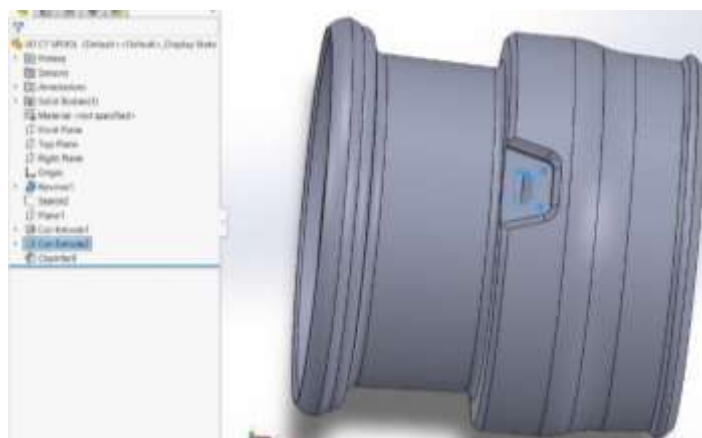
- Sử dụng lệnh **Extruded Cut** từ tab **Features** để cắt phần vật liệu theo biên dạng đã vẽ.
- Thiết lập **Depth (độ sâu)** của phần cắt để đảm bảo đúng kích thước.



Hình 3.7. Tạo lỗ

Tiếp tục tạo lỗ và hốc bổ sung trên chi tiết

- Dùng **Sketch** để vẽ hình tròn hoặc hình dạng cần khoét lỗ.



Hình 3.8. Tạo lỗ

Tiếp tục dùng **Extruded Cut** để tạo các lỗ và hốc theo yêu cầu.

- ❖ Sau khi vẽ xong và gán vật liệu cho chi tiết, ta biết được rằng chi tiết có khối lượng là 0.05 kg



Hình 3.9. Khối lượng chi tiết

3.2. Cơ sở tính toán thiết kế dòng chảy

3.2.1. Kết cấu khuôn

Để thiết kế kết cấu khuôn đúc chính xác và tận dụng triệt để kim loại lỏng thì việc nghiên cứu, tính toán thiết kế lòng khuôn và các tham số công nghệ là vô cùng cần thiết.

Mô hình bài toán được đặt ra như sau: số liệu đầu vào đã có là máy đúc 350T (lực ép

350 tấn, trọng lượng lớn nhất là 4.18 Kg), hợp kim đúc nhôm ACD12, nhiệt độ rót khuôn 700 độ.

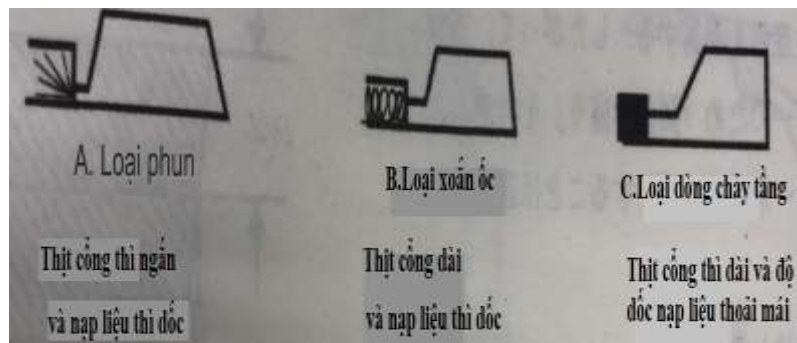
Đầu ra cần phải tính được các tham số:

- Thời gian điền đầy khuôn
- Áp suất thủy động của kim loại lên lòng khuôn
- Tốc độ nạp
- Tốc độ ép
- Lực khóa khuôn
- Lực tách khuôn
- Thời gian ép tĩnh
- Thời gian dẫn nhiệt quá nhiệt

3.2.2. Tính toán thiết kế lòng khuôn đúc

3.2.2.1. Thiết kế hệ thống kênh dẫn

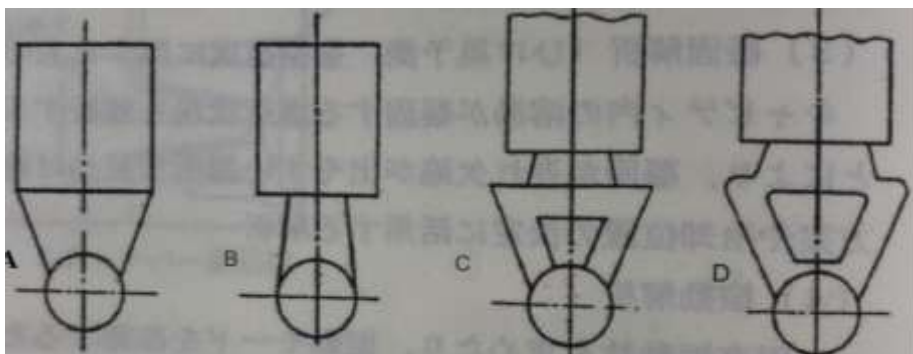
Để có được khuôn đúc ổn định điều quan trọng là phải xác định vị trí của khoang, nơi đặt cổng trên mặt phẳng phân khuôn và nơi đặt over flow và lỗ thoát khí



Hình 3.10. Tác động nạp liệu theo từng hình dạng

(1) Hình dáng kênh dẫn (runner)

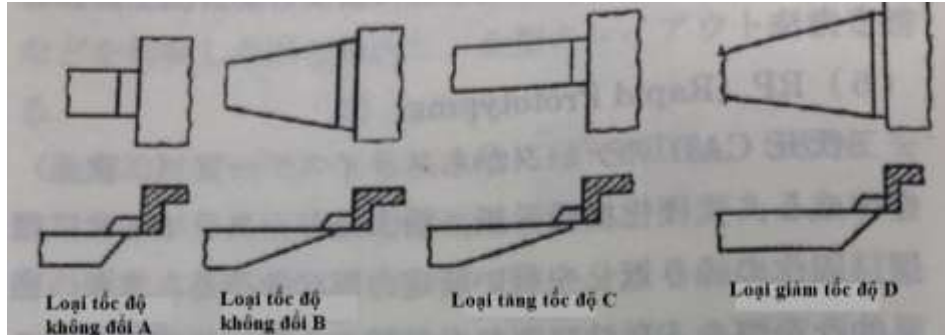
Khi nhìn từ mặt bằng, một cổng mở rộng về phía cuối như trong Hình 4.16A được gọi là “cổng quạt”. B có hình dạng đối lập với A thu hẹp ở đầu. C và D có hình dạng là sự kết hợp giữa A và B.



Hình 3.11. Hình dáng mặt phẳng của kênh dẫn

Loại có tiết diện không đổi như A và B được gọi là loại có tốc độ không đổi. (2) Loại có tiết diện giảm dần như C được gọi là loại tăng tốc. (3) Loại có tiết diện tăng dần như D được gọi là loại giảm tốc.

Nói chung đúc khuôn hợp kim nhôm sử dụng loại tốc độ không đổi hoặc loại tốc độ tăng để ngăn khí bị hút vào đường dẫn



Hình 3.12. Mối quan hệ giữa hình dạng đường dẫn và vận tốc chảy

(2) Loại cổng

Tùy thuộc vào hình dạng của cổng nó được chia thành năm loại như trong hình 3.13 và chúng được sử dụng tùy thuộc vào hình dạng khoang đặc tính chất lượng sản phẩm và quá trình sau xử lý

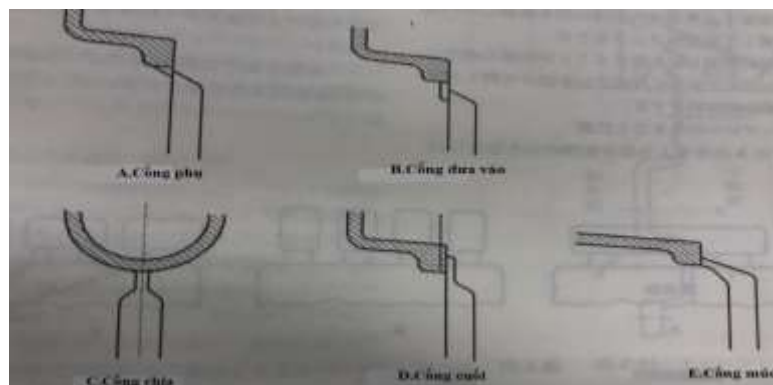
A: Cổng này được thiết kế để tránh kẹt các bức tường thẳng đứng và ưu tiên dòng chảy của kim loại nhưng cần phải hoàn thiện các đầu cổng bằng máy chà nhám đai.

B: Đây là cổng hoàn hảo cho công việc hoàn thiện

C: Dùng khi đổ kim loại nóng chảy đều ở trên và dưới bề mặt phân chia khuôn, đồng thời phải có biện pháp chống xói mòn khuôn ở các thành bên chịu tác động trực tiếp của kim loại nóng chảy

D: Phổ biến nhất và phù hợp cho các sản phẩm được gia công bề mặt phân khuôn mà không hoàn thiện phần cổng.

E: Mặc dù khó chế tạo khuôn nhưng dòng chảy đi theo các tường thẳng đứng giúp ngăn ngừa hiện tượng co ngót và xói mòn khuôn, khả năng chảy tốt hơn A



Hình 3.13. Các loại cổng

(3) Vị trí và độ dày cổng

Độ dày và vị trí của cổng có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của khuôn đúc nên chúng phải được xác định cẩn thận. Vị trí của cổng phải được xác định bằng cách chú ý đến các điểm sau:

1) Tránh các phần của kết cấu khuôn có lõi rút càng nhiều càng tốt.

2) Ưu tiên dòng kim loại nóng chảy vào các bộ phận chức năng quan trọng của sản phẩm và đặt chúng ở vị trí sao cho bạn có thể thực hiện các biện pháp ngay cả khi sự cố xảy ra.

3) Chốt đúc và phân nhô ra của khuôn nằm gần cổng nên tránh những vị trí mà có thể bị kim loại va đập trực tiếp hoặc nơi dòng kim loại có thể bị cản trở bởi cửa sổ đúc, v.v.

4) Cách bố trí trong đó diện tích mặt cắt ngang của khoang mở rộng ở cuối dòng chảy nóng chảy là không mong muốn vì nó làm suy yếu đặc tính làm đầy của kim loại nóng chảy.

Độ dày của cổng bị giới hạn bởi chiều rộng của cổng có tính đến chiều rộng của bề mặt phân chia của khuôn. Để dễ dàng tháo cổng trong quá trình hoàn thiện tốt nhất là cổng càng mỏng càng tốt nhưng điều này sẽ làm tăng áp suất lấp đầy khi lấp đầy khoang.

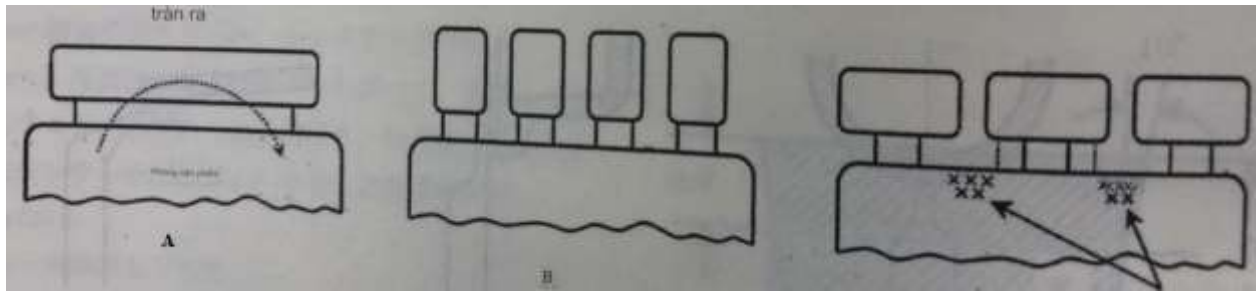
(4) Over flow

1) Kích thước và vị trí tràn

Một số ít phần nhô ra lớn như mục A trong hình 4.21 thì khi áp dụng một dòng chảy đặc biệt đối với các sản phẩm có thành mỏng khi kim loại nóng chảy đi qua khoang và đạt đến tràn nó bị làm nguội và tính lưu động của nó giảm đi đáng kể nên bị vượt qua bởi kim loại nóng chảy tiếp theo, kim loại nóng chảy bị bỏ lại phía sau dòng chảy của kim loại nóng chảy trở nên không ổn định. Ngoài ra có những trường hợp kim loại nóng chảy đã từng đi vào dòng chảy ngược tràn từ một cổng khác, ngăn cản việc đổ đầy kim loại nóng chảy tiếp theo.

Trong sản phẩm có nhiều tràn nhỏ chẳng hạn như B trong hình 4.21 lõi vào bị hạn chế, do đó phần tan chảy đầu tiên (lần tan chảy đầu tiên để lấp đầy khoang) bị đẩy vào phần tràn bởi phần tan chảy sau. Ngay cả khi vượt quá mức tràn, thể tích tràn vẫn nhỏ nên tình trạng dòng chảy chung không bị ảnh hưởng nhiều. Vì vậy tốt hơn là cung cấp nhiều phần tràn nhỏ như trong B hơn là A.

Nếu chúng được đặt dài theo chiều ngang và cách xa nhau như trong minh họa C, khiếm khuyết có thể xảy ra ở giữa. Ngay cả khi bạn cố gắng thêm phần tràn như một biện pháp đối phó, bạn sẽ không thể gắn nó vào vị trí cần thiết dẫn đến kết quả là vấn đề tương tự như A. Do đó quyết định phải được đưa ra với sự cân nhắc đầy đủ về khả năng bổ sung.

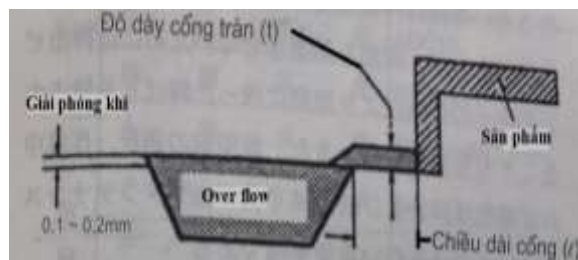


Hình 3.14. Kích thước vị trí tràn

2) Cổng tràn

Người ta nói rằng tổng diện tích mặt cắt của cổng tràn phải bằng 60 đến 75% diện tích mặt cắt ngang của cổng. Chiều dài và độ dày của cổng không phải là tiêu chuẩn cho hợp kim nhôm nhưng điều quan trọng là phải tránh uốn cong khi lấy sản phẩm ra nên tạo hình cắt ngang cho phép cửa có thể bẻ ra khỏi chân đế để không bị rơi, đồng thời tránh để lại cặn khi gấp cổng.

Đối với hợp kim kẽm chiều dài cổng l trong hình 4.22 thường bằng 1,5 lần chiều dày t hoặc hơn.



Hình 3.15. Cổng trang hợp kim nhôm

(5) Lỗ thông hơi (thoát khí)

Nếu khí trong ống bọc (shot sleeve) và khoang khuôn không thoát ra khỏi khuôn trong thời gian đổ đầy, nó sẽ đọng lại trong sản phẩm và gây ra rỗ khí (độ xốp của khí) nên lỗ thông hơi cũng quan trọng như cửa. Ngoài ra cần phải có biện pháp để chúng không bị tắc nghẽn do via bám vào.

1) Vị trí

Lỗ thông hơi thường được lắp đặt thành một cặp với phần tràn và được lắp đặt ở nơi không dễ bị chặn bởi kim loại nóng chảy ban đầu chảy vào đó. Trong một số trường hợp lỗ thoát khí được cung cấp trực tiếp vào khoang.

2) Diện tích mặt cắt ngang

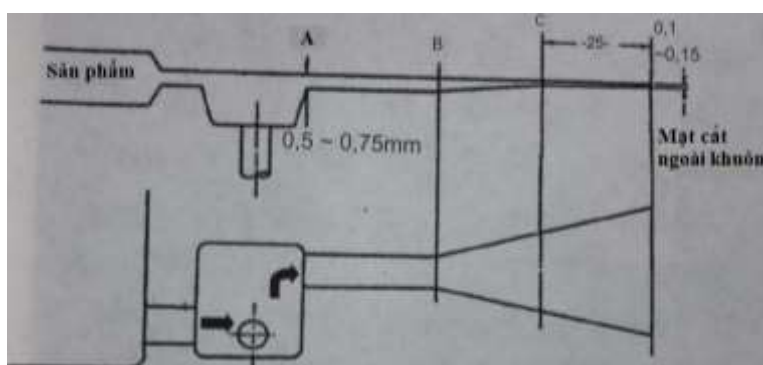
Người ta nói rằng tổng diện tích mặt cắt ngang của lỗ thông hơi cần ít nhất bằng 50% diện tích cổng

3) Phương pháp thông khí

Việc tăng độ dày của lỗ thông hơi sẽ cải thiện hiệu quả của nó, nhưng dòng kim loại nóng chảy không thể bị ức chế trong khuôn dẫn đến việc xỉ kim loại nóng chảy mạnh (kim loại nóng chảy phân tán ra bên ngoài khuôn) và gây hư hỏng khoang. Điều này sẽ cản trở quá trình hoàn thiện điền đầy bình và làm việc an toàn nên phải có đủ biện pháp ứng phó. Trong trường hợp xấu nhất phải thực hiện đầy đủ các biện pháp để ngăn chặn hiện tượng xỉ kim loại nóng chảy ngay cả khi mở khuôn ra chẳng hạn như uốn lỗ thoát khí thành hình chìa khóa hoặc lắp tấm bảo vệ lên trên phần phân khuôn.

a) Khử khí hiệu quả

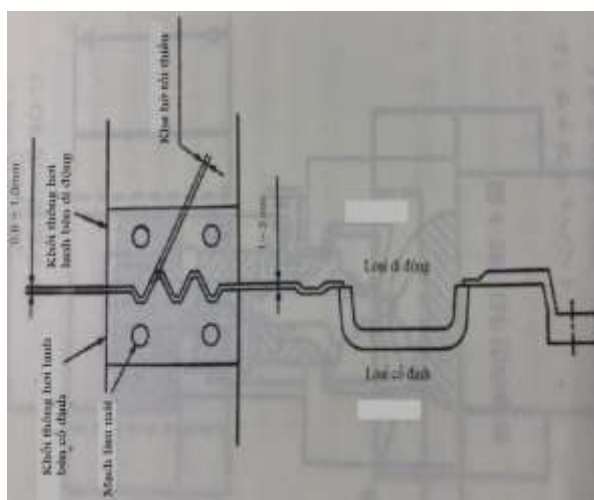
Độ dày của lỗ thoát khí nối với phần tràn phải từ 0,5 đến 0,75mm giữa A và B, đồng thời diện tích mặt cắt ngang của lỗ thoát khí phải được tăng tuần tự để làm chậm kim loại nóng chảy. Ngăn chặn sự bốc cháy bằng cách hạn chế khoảng cách 25mm đến bề mặt bên ngoài 0,1~0,15mm. Hơn nữa như trong hình có pháp trong đó độ dày không đổi giữa A, B



Hình 3.16. Ví dụ về lỗ thông khí hiệu quả

b) Phương pháp khử khí lớn (phương pháp thông gió lạnh)

Một bộ khối (gọi là khối làm lạnh) được đặt riêng biệt ở bên ngoài khuôn cố định và khuôn di động. Nếu có khoảng trống trong khuôn chính khối làm lạnh có thể được đặt riêng. Một phương pháp khác là lắp các khối trực tiếp vào khuôn chính. Ban đầu một đường chân không được kết nối với phương pháp khử khí này nhưng hiệu quả khử khí vẫn rất lớn ngay cả khi không sử dụng chân không.

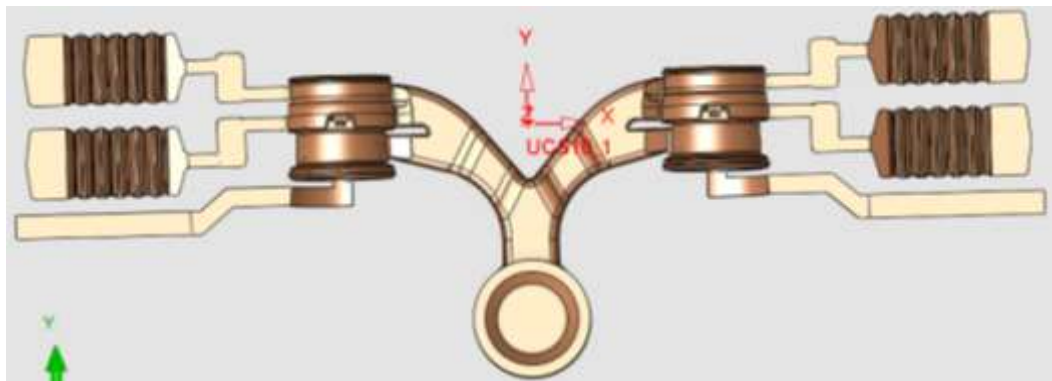


Hình 3.17. Phương pháp thông hơi lạnh

Để thoát khí này người ta lắp đặt các khối sóng rộng đối diện nhau trên các mặt trên, dưới và mặt bên của khuôn cố định và di động. Diện tích lỗ đi nổi tràn và lỗ thông hơi nhỏ hơn diện tích cổng. Do đó chức năng khử khí tiếp tục cho đến khi dòng kim loại nóng chảy chặn hoàn toàn mặt cắt tôn và ngăn chặn xi kim loại nóng chảy bằng cách thay đổi hướng theo nhiều giai đoạn và bổ sung nước làm mát.

4) Lỗ thông hơi

Các khoảng trống giữa các bề mặt tiếp giáp của tổ, lõi kéo và lỗ chốt đùn có thể được sử dụng làm lỗ thoát khí hiệu quả. Để sử dụng hiệu quả các khoang này, đặc biệt là lỗ thông hơi của khoang chúng ta cần xem xét cấu trúc của tổ và gia công các rãnh thoát khí trên các chốt con... Tất nhiên việc tạo ra các khe hở không cho kim loại nóng chảy lọt vào với độ chính xác cao là rất quan trọng nhưng để các khe hở không bị tắc thì cũng cần thiết kim loại nóng chảy còn sót lại trong các khoang trống. Điều quan trọng là phải nhớ lựa chọn chất tháo khuôn vệ sinh thường xuyên trong quá trình làm việc và bảo dưỡng khuôn sau khi đúc xong.



Hình 3.18. Chi tiết đúc

Biscuit: có đường kính là 30mm có độ dày là 20mm, vị trí biscuit có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của khuôn đúc nên chọn vị trí biscuit đặt ở giữa vì một lần đúc 2 sản phẩm để khi phun vào vật liệu vào thì vật liệu sẽ được điền đầy đồng đều, hình dáng biscuit có hình dáng lớn hơn mục đích giữ nhiệt và ổn định áp suất, có độ dài hợp lý, đảm bảo dòng hợp kim nhôm ít bị mất áp lực nhất trên đường đi.

Đường thoát khí: có chiều dày là 0,2mm, lỗ thông hơi thường được lắp đặt thành một cặp với phần tràn và được lắp đặt ở nơi không dễ bị chặn bởi kim loại nóng chảy ban đầu chảy vào đó

Cổng dẫn:

- Cổng có hình dáng rẽ quạt đoạn runner từ đầu đến gate có tiết diện giảm dần, làm vận tốc của dòng chảy, xoè cánh quạt để dòng nhôm được điền đầy vào mọi khu vực trên sản phẩm và có 2 cổng để điền đầy khoang tránh hiện tượng khuyết tật chi tiết
- Cổng dẫn có chiều dày 2 mm vì cổng dẫn nhỏ thì nó đông rắn sớm hơn runner, ngăn vật liệu tiếp tục chảy sau khi đầy khuôn, tránh vật liệu chảy ngược

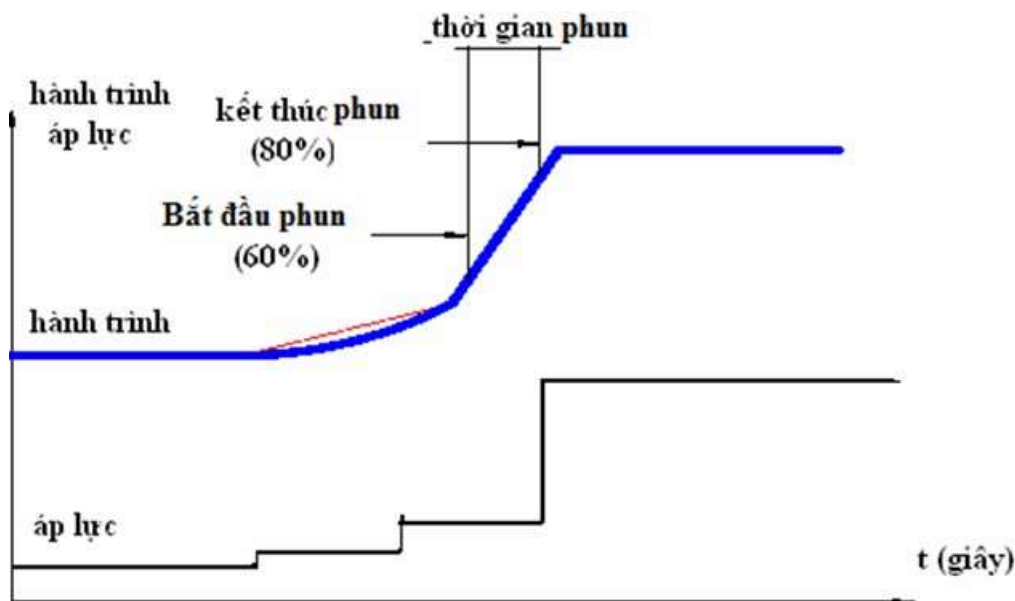
3.2.2.2. Tốc độ nạp và tốc độ phun ép

v_n gọi là tốc độ nạp và tốc độ chảy của kim loại.

Đây là 2 thông số quan trọng, mang tính quyết định đến các điều kiện thủy động và điều kiện nhiệt của quá trình điền đầy khuôn.

Gia trị tốc độ nạp và tốc độ ép liên với nhau theo phương trình dòng liên tục. Theo [2, trang 20] ta có: $V_n \cdot f_n = v_e \cdot f_e$

Trong đó f_n và f_e là diện tích thiết diện ngang của rãnh dẫn và buồng ép.



Hình 3.19. Sơ đồ xác định phun ép và thời gian

3.2.2.3. Xác định tốc độ của dòng kim loại, tốc độ piston bắn ép và thời gian bắn ép

Xác định tốc độ của dòng kim loại bắn ép là vô cùng quan trọng việc xác định này đảm bảo cho dòng kim loại điền đầy khuôn trước khi kết tinh, tốc độ bắn ép phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố và rất khó có thể xác định chính xác, ở đây ta chỉ tính tốc độ trung bình tại mặt cắt ngang của rãnh dẫn. Theo tài liệu [2] trang 56 thì vận tốc phun với hợp kim nhôm hợp lý nằm trong khoảng từ 35 – 105 (m/s), để đảm bảo tốt nhất ta nên chọn tốc độ là cao nhất nghĩa là tốc độ phun kim loại vào lòng khuôn $v_p = 105$ m/s. Với vận tốc phun vào lòng khuôn như vậy, ta hoàn toàn có thể xác định được tốc độ của piston theo phương trình bảo toàn khối lượng

$$F_{PT} \times V_{PT} = F_{rd} \times V_p$$

$$\Rightarrow V_{PT} = \frac{F_{rd}}{F_{PT}} \times V_p = 0.057 \text{ m/s}$$

Ở đây F_{PT} là diện tích mặt tiết diện nằm ngang của pittong, v_{PT} là vận tốc trung bình của piston.

Xác định được vận tốc của piston là cơ sở ban đầu để cài đặt vận tốc. Thời gian bắn ép được tính theo công thức

$$t_{pe} = \frac{V}{V_{PT}} \times V_{PT} = 0,45 \text{ m/s (V là thể tích)}$$

3.2.2.4. Xác định lực ép

Cần phải xác định áp lực cần thiết để đẩy kim loại điền đầy lòng khuôn. Theo thì đối với hợp kim nhôm áp lực cần thiết vào khoảng 35.10^6 đến 85.10^5 N/m^2 , do vật liệu ở trạng thái lỏng nên ta chọn áp suất lớn nhất có thể, vậy $p = 85.10^5 \text{ N/m}^2$. Đường kính của pittong $D = 0.0075 \text{ m}$.

Cần phải xác định lực cần thiết để bẻ gãy các thiên tích, tạo nhỏ hạt điền đầy khuôn loại trừ rỗ xốp rỗ co. Như đã trình bày ứng suất tương đương phải lớn hơn giá trị τ_0 thì ứng xử của vật liệu mới là ứng xử của dòng. Đối với vật liệu ACD12 thì $\tau_0 = 18.10^6 \text{ N/m}^2$.

3.2.2.5. Xác định thời gian dẫn nhiệt quá nhiệt

Quá trình điền đầy lòng khuôn được coi là hoàn hảo nếu sau khi rót kim loại bắt đầu điền đầy mà vẫn chưa có một phần nhỏ kim loại nào đã bắt đầu đông đặc. Điều này chỉ xảy ra khi vật đúc điền đầy ở chế độ quá nhiệt.

Điều kiện đặt ra giải quyết là:

- ❖ Kim loại được phun vào lòng khuôn ở trạng thái lỏng, có nghĩa là nhiệt độ khi kim loại điền đầy toàn bộ lòng khuôn phải trên nhiệt độ nóng chảy
- ❖ Khi kim loại được phun vào lòng khuôn với tốc độ bảo đảm chưa làm cho nhiệt độ nguội dưới đường đặc.

Vấn đề này được giải quyết như sau: nếu ta tính được thời gian quá nhiệt của kim loại lớn hơn thời gian điền đầy khuôn thì nhiệt độ phần điền đầy sau cùng sẽ nằm trên nhiệt độ đường đặc. Khi đó có thể kết luận được những thông số đã chọn và thời gian điền đầy tính toán là hợp lý. Còn không sẽ phải chọn lại các thông số vì lúc đó kim loại chưa được điền đầy hết sẽ làm quá trình đông đặc không đều gây nên hiện tượng co ngót vật đúc.

Thời gian dẫn nhiệt quá nhiệt được tính theo công thức:

$$t_1 = \frac{C_1 \cdot r \cdot d_0}{a} \ln \frac{T_r - T_k}{T_{kt} - T_k}$$

Trong đó:

C_1 – nhiệt dung riêng của kim loại lỏng $0,26\text{Kcal/kg.độ} = 0,302.\text{h/kg.độ}$

- khối lượng riêng ρ của kim loại lỏng $2,8. 10^{-3}\text{kg/cm}^3$ – nửa chiều dày vật đúc 17 mm

α – hệ số truyền nhiệt tiếp xúc khuôn – vật đúc $17,45\text{W/cm}^2$.

T_r, T_{kt}, T_k - lần lượt là nhiệt độ rót của 720°C , nhiệt độ kết tinh - 550°C và nhiệt độ khuôn 120°C .

Ta tính được $t_1 = 0.56\text{s}$ đối chiếu với kết quả tính thời gian điền đầy chính là thời gian bắn ép là $t_{\text{đđ}} = 0,45\text{ s}$ ta có thể kết luận rằng kim loại đã điền đầy hết lòng khuôn khi còn trạng thái lỏng.

3.2.2.6. Cơ sở tính toán cơ cấu ép và cơ cấu khóa khuôn

Cơ cấu ép trong máy đúc áp lực là yếu tố quan trọng, đảm bảo cho các điều kiện nhiệt, điều kiện thủy lực của quá trình điền đầy và quá trình ép kim loại. Thành phần chủ yếu của cơ cấu ép chính là hệ thống bơm, van thủy lực và piston ép.

Tốc độ ép tức là tốc độ piston ép không tính đến trở lực thủy lực của kim loại trong hệ thống rót và khuôn, phụ thuộc vào lượng chất lỏng công tác đã sử dụng chũ qua một ống dẫn có đường kính d . Sau khi piston ép đường kính D_n vượt qua và bịt kín lỗ rót của buồng ép thì chất lỏng công tác mới được chuyển vào xy lanh. Muốn vậy chất lỏng công tác từ bình chứa đi vào phải qua một xy lanh có ống dẫn hẹp có đường kính d_0 đảm bảo cho piston ép D_n chuyển động từ từ.

Tốc độ ép được tính theo công thức

$$V_\alpha = \frac{d_0^2}{D_\alpha^2} \frac{\sqrt{\frac{2\rho_a}{\rho_l}}}{\sqrt{1 + \sum \varepsilon_0 + \sum \varepsilon_e}}$$

$$\sum \varepsilon_0 = 2,65 + 0,02 \frac{l_0}{d_0} \text{ và } \sum \varepsilon_e = 1,15 + 0,02 \frac{l_e}{d_e}$$

Là tổng trở lực của đường vào và đường ra.

- P_a Áp lực lên chất lỏng công tác trong bình chứa
- ρ_l Khối lượng riêng của chất lỏng công tác

3.2.2.7. Lực tách khuôn

Lực tách khuôn phụ thuộc vào lực cần thiết để tách vật đúc ra khỏi ruột, được tính bằng công thức:

$$P_d = f \times p \times F = 1232 N$$

Tra bảng tính ta tính được lực tách khuôn như sau:

f – hệ số ma sát giữa vật đúc và ruột 0,35 theo [2, trang 84]

p – áp lực kim loại lên ruột $27,5 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ theo [2, trang 84]

F – diện tích tiếp xúc bề mặt giữa ruột và vật đúc là 1280 cm^2

3.2.2.8. Va đập của dòng nạp lên thành khuôn

Áp suất thủy động p của dòng chảy lên thành khuôn được xác định từ điều kiện dòng chảy tập trung: $p = \rho v^2 (1 - \cos \alpha)$

Trong đó α – góc nghiêng của thành khuôn so với hướng chuyển động của dòng chảy lấy bằng 90 độ.

3.2.3. Điều kiện biên mô phỏng bài toán trong rãnh dẫn

Các yêu cầu về rãnh dẫn dòng: giả thiết kim loại điền đầy khuôn khi dòng chảy qua rãnh dẫn ổn định có nghĩa là piston bơm kim loại dịch chuyển ổn định với gia tốc bằng 0. Lúc này có thể coi kim loại đã điền đầy xilanh và dòng chảy qua rãnh dẫn là ổn định và tốc độ phun tại cửa vào là ổn định. Yếu tố gây ra mất ổn định là ứng suất và sức căng bề mặt chúng làm xuất hiện sóng ngang trong dòng chảy.

Từ phương trình dòng Bernoulli có thể xác định quan hệ tốc độ giữa áp suất và rãnh dẫn và lòng khuôn nối nhau qua cửa phun:

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2}{\rho} p_1 + v_1^2}$$

Trong đó v_1 v_2 và p_1 p_2 lần lượt là tốc độ và áp suất của kim loại lỏng tương ứng tại rãnh dẫn và trong lòng khuôn, khi $p_2 = 0$, v_2 max. Khi đúc áp lực cao hợp kim nhôm V_{max} có thể đạt đến 200 m/s. Khi đó dòng kim loại sẽ gây va đập lên thành khuôn tạo hiện tượng rối trong dòng chảy kim loại và gây nên xói mòn khuôn, áp suất dòng chảy khuôn xác định điều kiện từ dòng chảy tập trung quan hệ với góc nghiêng thành khuôn:

$$p = \rho v^2 (1 - \cos \alpha)$$

Như vậy áp lực phun và tốc độ tỷ lệ thuận với nhau, áp lực càng lớn thì tốc độ càng

lớn và từ đó càng làm xói mòn lòng khuôn. Vì vậy để đảm bảo dòng ổn định và tránh va đập cân chọn áp suất dòng hợp lý, đồng thời phải chọn hướng dòng khí phun có nghĩa là giảm tốc thiểu góc α . Đồng thời để đảm bảo chế độ chảy tầng tránh chảy rối, tốc độ phun tới hạn được xác định

$$v_{th} = \frac{Re.v}{2(\delta_{vd}-\delta)}$$

Trong đó: v – độ nhớt động học của kim loại.

Re – tiêu chuẩn Renold.

δ_{vd} chiều dày thành vật đúc.

δ chiều dày rãnh dẫn.

Từ công thức trên sử dụng hệ số Re nhỏ nhất để dòng chảy tầng, với các hợp kim nhôm trong điều kiện rót đúc cụ thể. Có thể xác định được tốc độ lớn nhất, với chiều dày rãnh dẫn và chiều dày chi tiết như bảng sau:

Bảng 3.3. Các tham số nhiệt độ và tốc độ khi thiết kế khuôn

Hợp kim	T ⁰ C	$v. 10^{-6} m^2/s$	$V_{th}.m/s$
Hợp kim kẽm	450	0,42	0,45
	395	1,90	2,36
Hợp kim nhôm Ak ₁₂	650	0,51	0,55
	585	2,23	2,67
Hợp kim nhôm AlCu ₄	650	0,48	0,57
	580	3,35	4,57

Áp suất phun p phụ thuộc vào tỷ lệ giữa 2 đường kính, đường kính Xi xylanh bơm D_u và đường kính rãnh dẫn D_n :

$$p = p_a \left(\frac{D_u}{D_n} \right)^2$$

Vậy các giá trị điều kiện bài toán phải nhỏ hơn giá trị tới hạn.

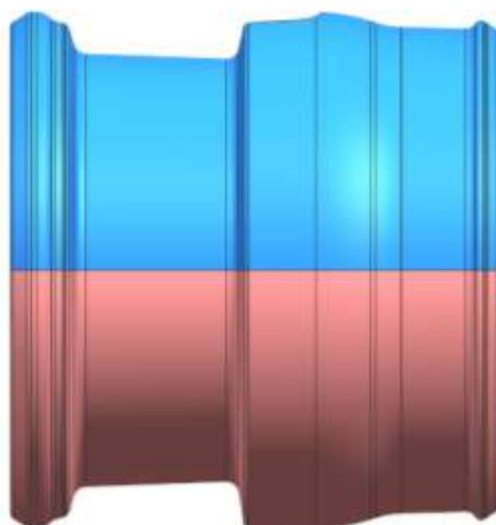
3.3. Tính toán thiết kế sơ bộ tham số công nghệ

3.3.1. Phương án thiết kế đúc

3.3.1.1. Chọn mặt phân khuôn

Việc chọn mặt phân khuôn trong thiết kế đúc áp lực không những phải đảm bảo rút được sản phẩm ra khỏi khuôn mà còn phải làm cho sản phẩm đúc nằm lại trong khuôn được khi mở khuôn.

Phương pháp hay được sử dụng để giữ sản phẩm đúc lại trong khuôn được là làm tăng diện tích tiếp xúc của lòng khuôn được với sản phẩm theo hướng mở khuôn. Theo đó, mặt phân khuôn của chi tiết sẽ như hình

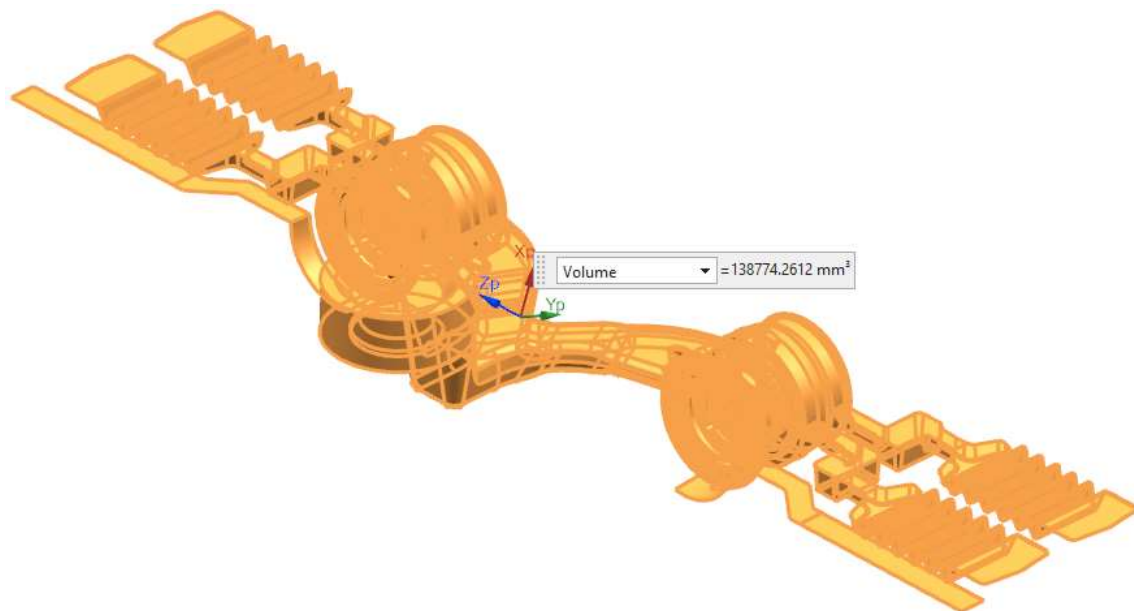


Hình 3.20. Mặt phân khuôn chi tiết

3.3.1.2. Số lượng chi tiết trong một khuôn

Ta sẽ tiến hành đúc 2 chi tiết trên máy đúc có lực ép 350T, với hệ thống tăng lực (đúc áp lực cho phép $> 0,3\text{mm}$), khối lượng vật đúc lớn nhất có thể đúc là 4,18 kg.

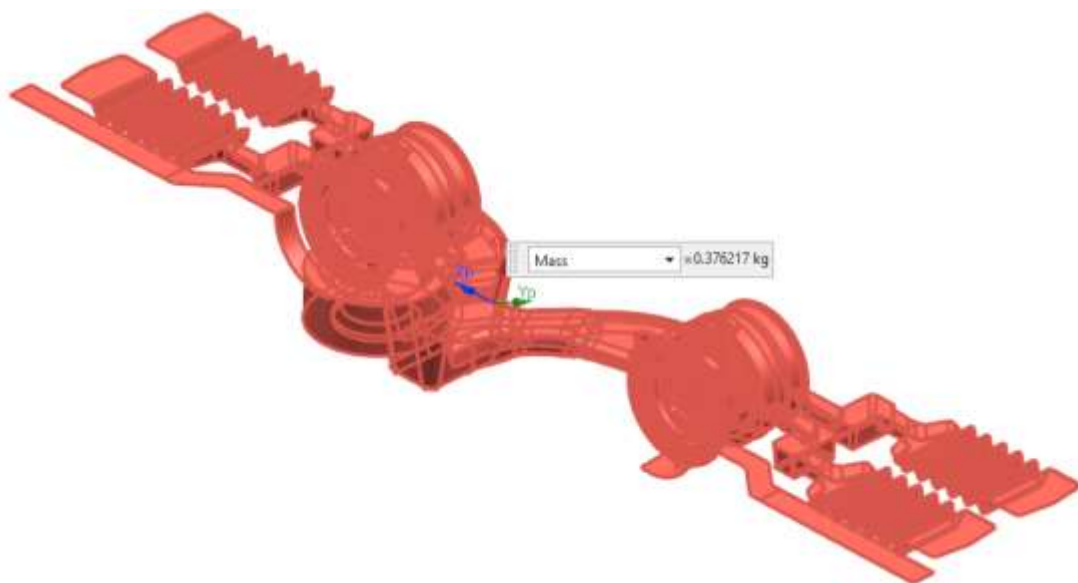
Buồng ép có chiều dài 400 mm, ta chọn buồng ép có đường kính 75 mm,



Hình 3.21. Thể tích chi tiết đúc

$$V = 138 \text{ cm}^3$$

Khối lượng nhôm rót vào buồng ép: $m = 0,37 \text{ kg}$



Hình 3.22. Khối lượng chi tiết đúc

3.3.2. Tính toán – thiết kế sơ bộ các thông số công nghệ và khuôn

3.3.2.1. Xác định tốc độ bắn tại kênh dẫn

Với thông số đo được từ thiết bị thời gian phun của thể tích tính từ 2 điểm của quá trình tăng áp mạnh theo thời gian phun thì tốc độ được:

$$\text{Tốc độ bắn} = \frac{\text{chiều dài tăng tốc}}{\text{thời gian phun}}$$

Với sản phẩm vật đúc: 0,05 kg

Rãnh dẫn và đậu ngót: $0,37 - 0,05.2 = 0,27 \text{ kg}$

Ta lựa chọn thiết bị 350 tấn với các thông số thiết bị cài đặt như sau:

Tổng chiều dài buồng xilanh (tính từ chỗ vác đồ nhôm đến miệng phun là 450 mm)

Khoảng thời gian phun (tính cả dòng chảy bắt đầu vào rãnh dẫn đến cổng vào trong sản phẩm) là 32 ms.

Vị trí bắt đầu phun dòng chảy vào rãnh dẫn tăng áp 60% là 270 mm. Vị trí kết thúc tăng áp 80% là 360 mm.

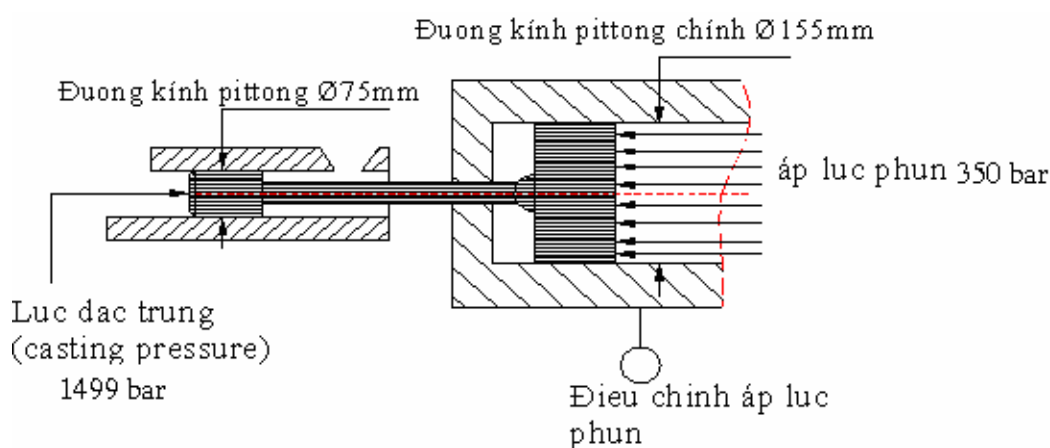
Tốc độ phun vào rãnh dẫn được tính:

$$V = \frac{(360-270)}{32} = 2,8 \text{ (m/s)}$$

3.3.2.2. Tính áp lực đặc trưng

Với khối lượng sản phẩm đúc là 0,05 kg và thiết bị đúc là 350 tấn và đường kính piston chính 155, áp lực 350 bar, chọn đường kính piston là 75 mm. Theo công thức tính áp lực đầu piston (vị trí giữ áp lực cho quá trình điền đầy):

$$P_G = 350 \times \left(\frac{155}{75}\right)^2 = 1495$$



Hình 3.23. Sơ đồ tính áp lực điều chỉnh

3.3.2.3. Lực khóa khuôn

Lực khóa khuôn P_k tại thời điểm kết thúc quá trình điền đầy, tức là thời điểm xuất hiện thủy kích lực khóa khuôn đó phải được duy trì cho đến tận khi đã xuất hiện một lớp vỏ vật đúc đông đặc. Điều này đảm bảo cho khuôn được đóng chặt hoàn toàn trong suốt giai đoạn ép. Lực khóa khuôn, khi không có hiện tượng va đập thủy lực (hay còn gọi là lực khóa tĩnh) của cơ cấu cánh tay đòn

$$P_k = K \cdot P_\phi \cdot \frac{D_u}{D_n} \left(1 + \frac{e}{a}\right) = 315 \text{ (Tấn)}$$

Trong đó: K- hệ số tổn thất, lấy K= 0,8 – 0,9;

P_ϕ - diện tích vật đúc kể cả hệ thống rót, $P_\phi = 1280 \text{ cm}^2$;

e - khoảng cách từ trục cơ cấu đến điểm đặt lực P, m;

a – khoảng cách từ trục tay đòn đến trục cơ cấu kẹp, m;

D_u và D_n - đường kính xilanh thủy lực và xilanh ép.

3.3.2.4. Tỷ lệ điền đầy

Một trong những vấn đề quan trọng trong khuôn đúc áp lực là quá trình đẩy khí trong buồng xilanh (tính từ vị trí rãnh tới đầu phun). Một số sản phẩm có thể tích khí lớn từ 60-80% của toàn bộ thể tích buồng chứa. Có nhiều sản phẩm khi đúc chiếm khoảng 20-30%. Vấn đề tính tốc độ ban đầu đảm bảo cho sự thoát khí hết là rất quan trọng, nó ảnh hưởng tới chất lượng vật đúc như rỗ khí, điền đầy, độ xốp. Lực khóa khuôn P_k sẽ giảm khi giảm kích thước e.

Công thức tỷ lệ điền đầy

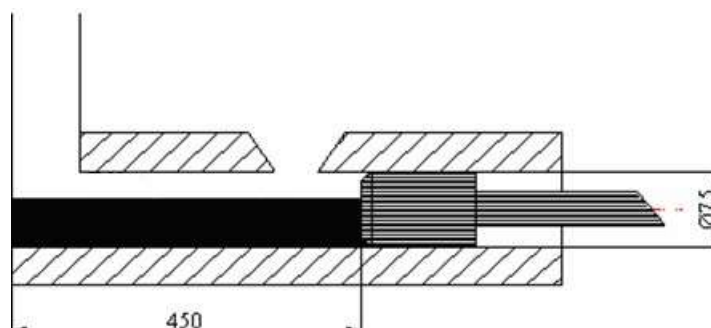
$$F = \frac{\text{Thể tích phun}}{\text{thể tích toàn thể lồng khuôn}}$$

Khối lượng vật đúc ; 0,37 kg

$$V = \pi \times \frac{75^2}{4} \times 45\% = 1987 \text{ cm}^3$$

Thể tích buồng chứa

Vậy: $F = 138/1987 = 6,9 \%$



Hình 3.24. Sơ đồ tỷ lệ điền đầy

3.3.2.5. Tiệm cận chậm

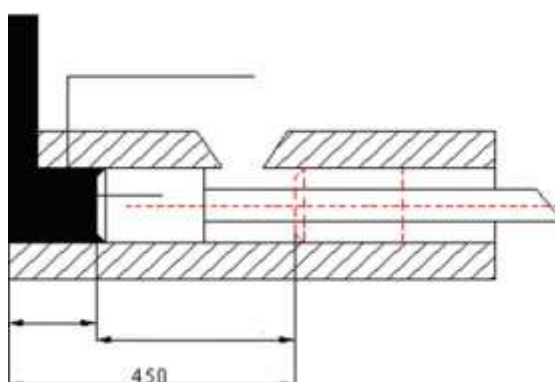
Tiệm cận chậm là giai đoạn đầu khi piston chuyển động của quá trình bắn. Chuyển

động của piston trước khi đẩy dòng chảy kim loại vào đường dẫn kết thúc tại cổng vào vật đúc. Quá trình tiêm cận này là một quá trình có vận tốc thấp. Nếu quá trình tiêm cận quá ngắn thì dẫn tới hiện tượng dòng chảy rối và không khí sẽ không thoát khỏi lòng dẫn và hòa vào dòng kim loại, dẫn tới vật đúc không điền đầy, rỗ khí, độ xốp cao.

Chiều dài dòng vật liệu cao cho quá trình phun trong xy lanh là:

$$L \text{ (chiều dài dòng kim loại)} = \frac{\text{thể tích phun}}{\text{diện tích xy lanh}} \\ = 138/44 = 3,13 \text{ mm}$$

$$\text{Phần phun chậm} = 450 - 3,13 = 446,87 \text{ mm}$$



Hình 3.25. Sơ đồ tiêm cận chậm

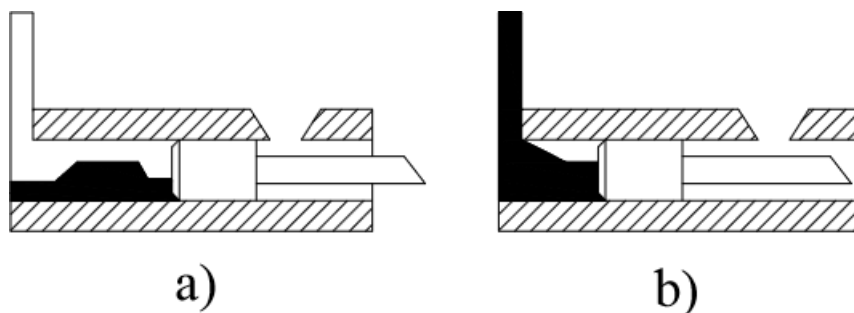
3.3.3. Tính toán các thành phần khuôn

3.3.3.1. Bố trí rãnh dẫn, lòng khuôn

- Sự hình thành sóng khi di chuyển trong buồng bắn: với quá trình đúc, trong quá trình đầu, vật liệu có thể vào khuôn sớm xuất phát từ sóng kim loại hình thành từ dòng chảy. Do đó 1 phần vật liệu bị kết tinh đông cứng sớm, sản phẩm đúc sẽ bị rỗ khí không đảm bảo trong quá trình điền đầy. Do vậy chúng ta phải thiết kế rãnh dẫn hợp lý, tránh hiện tượng trên.

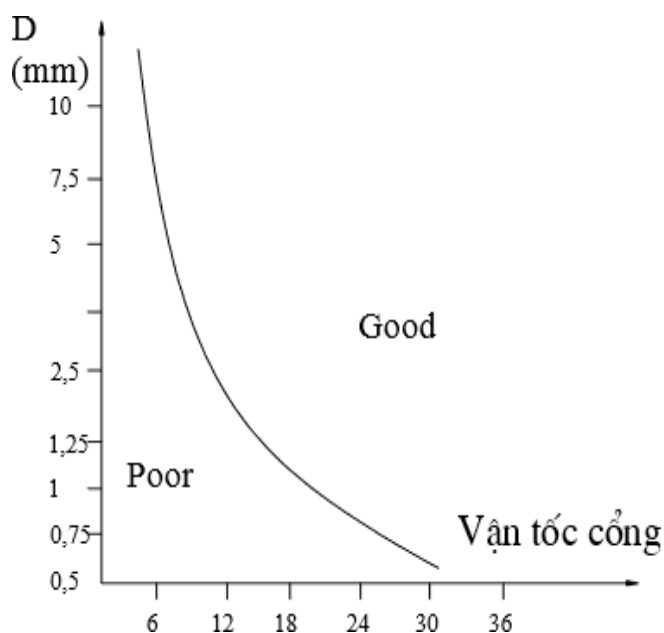
Hình a – sự hình thành khi di chuyển trong buồng bắn

Hình b – dạng vật liệu vào khuôn sớm



Hình 3.26. Sự hình thành sóng khi bắn

Ảnh hưởng sự khuếch tán: quá trình bơm nén và phun kim loại vào lòng khuôn ảnh hưởng lớn đến chất lượng vật đúc



Hình 3.27. Biểu đồ kiểm tra thông số cổng

Công thức tính toán cổng

$$F_A = \frac{V_A}{T_G \cdot W_A}$$

F_A : Tiết diện của cổng

V_A : Thể tích vật liệu qua cổng T_G : Thời gian điền đầy khuôn W_A : Vận tốc dòng chảy tại cổng

Bảng 3.4. Quan hệ giữa chiều dày thành vật đúc thời gian điền đầy

Chiều dày thành vật đúc (mm)	T_G (s)
1,5	0,010-0,030

1,8	0,020-0,040
2,0	0,020-0,060
2,3	0,030-0,070
2,5	0,040-0,090
3,0	0,050-0,100
3,8	0,050-0,120
5,0	0,060-0,200
6,4	0,080-0,300

Bảng 3.5. Mối quan hệ vật liệu và giá trị vận tốc tại cổng

Tên vật liệu	W_A (m/s)
Zn	30-50
Al	20-60
Mg	40-90
Sn	20-50

– Các tham số còn lại (thể tích của dòng kim loại, tiết diện cổng, và kiểm tra tính toán tối ưu trong biểu đồ tính cổng phun)

Tính toán cổng vào

- Khối lượng sau cổng: $G = 2,6/1 = 2,6 \text{ Kg}$
- Mật độ $\rho = 2,78 \text{ g/cm}^3$
- Trung bình chiều dày thành vật đúc là 17mm
- Đường kính pittong là 75 mm
- Thời gian điền đầy là 0,45 s
- Thể tích sau cổng: $V = G/\rho = 3000/2,78 = 1079 \text{ cm}^3$
- Thể tích dòng kim loại tra biểu đồ ta có $Q_f = 1,6 \left(\frac{\text{dm}^3}{\text{s}}\right)$
- Tốc độ bắn của pittong 0,057 (m/s)
- Tiết diện cổng ta chọn vận tốc trung bình 48 (m/s) tra biểu đồ ta có tiết diện cổng là 32 mm^2

3.4. Hệ thống đẩy sản phẩm

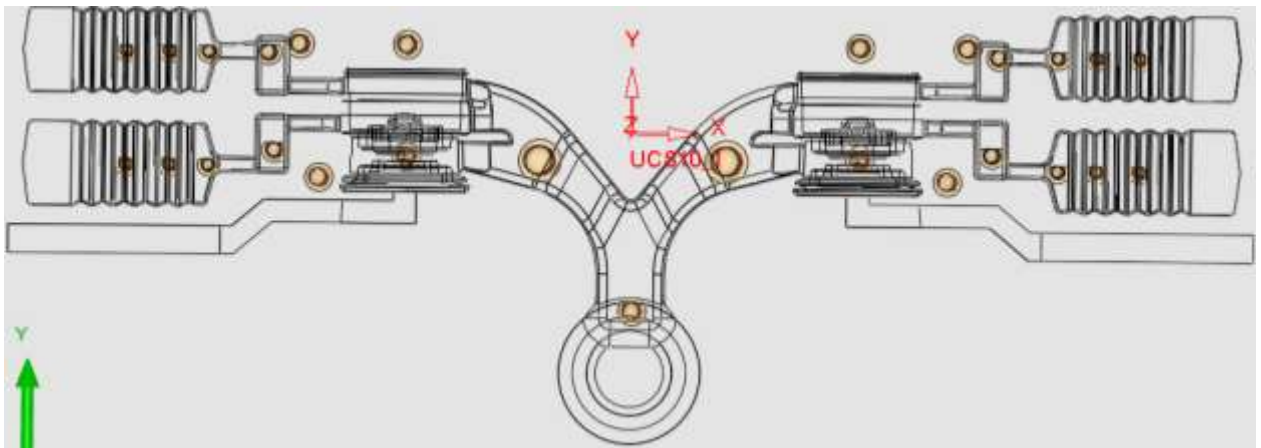
Sau khi sản phẩm trong khuôn được làm nguội, khuôn được mở ra, lúc này sản phẩm còn dính trên lòng khuôn do sự hút của chân không và sản phẩm có xu hướng co lại sau khi làm nguội nên cần hệ thống đẩy để đẩy sản phẩm ra ngoài.

Độ cứng của chốt đẩy 40÷45HRC, được gia công chính xác và lắp theo hệ thống trục. Có khoảng đẩy lực đẩy phù hợp để đẩy sản phẩm. Hệ thống đẩy nên nằm trên khuôn di động (khuôn 2 tấm).

Bố trí các chốt đẩy hay lưỡi đẩy ở góc, cạnh hoặc gân cả sản phẩm.

Hành trình đẩy bằng chiều sâu lớn nhất của sản phẩm theo hướng mở khuôn cộng thêm 5÷10mm. Tính toán hệ thống đẩy:

- Bố trí hệ thống gồm 2 ty Ø10 và 1 ty Ø6 dưới kênh dẫn.
- Bố trí thêm 12 ty Ø4 và 4 ty Ø5 dưới kênh đường tràn.
- Bố trí thêm 2 ty Ø6 dưới dưới chi tiết đúc chính.
- Bố trí thêm 6 ty Ø4 và 4 ty Ø6 chốt hồi có tác dụng làm tăng độ cứng vững cho hệ thống đẩy
- Khoảng đẩy phải lớn hơn 5 ÷ 10mm so với chiều cao sản phẩm được lấy từ khuôn sau theo hướng tách khuôn nhưng do chi tiết dạng vuông có góc thoát khuôn lớn nên chỉ cần một khoảng đẩy vừa đủ cao hơn chiều cao của các chốt tạo lỗ là có thể lấy được sản phẩm ra khỏi khuôn dễ dàng.



Hình 3.28. Bố trí hệ thống chốt đẩy và chốt hồi

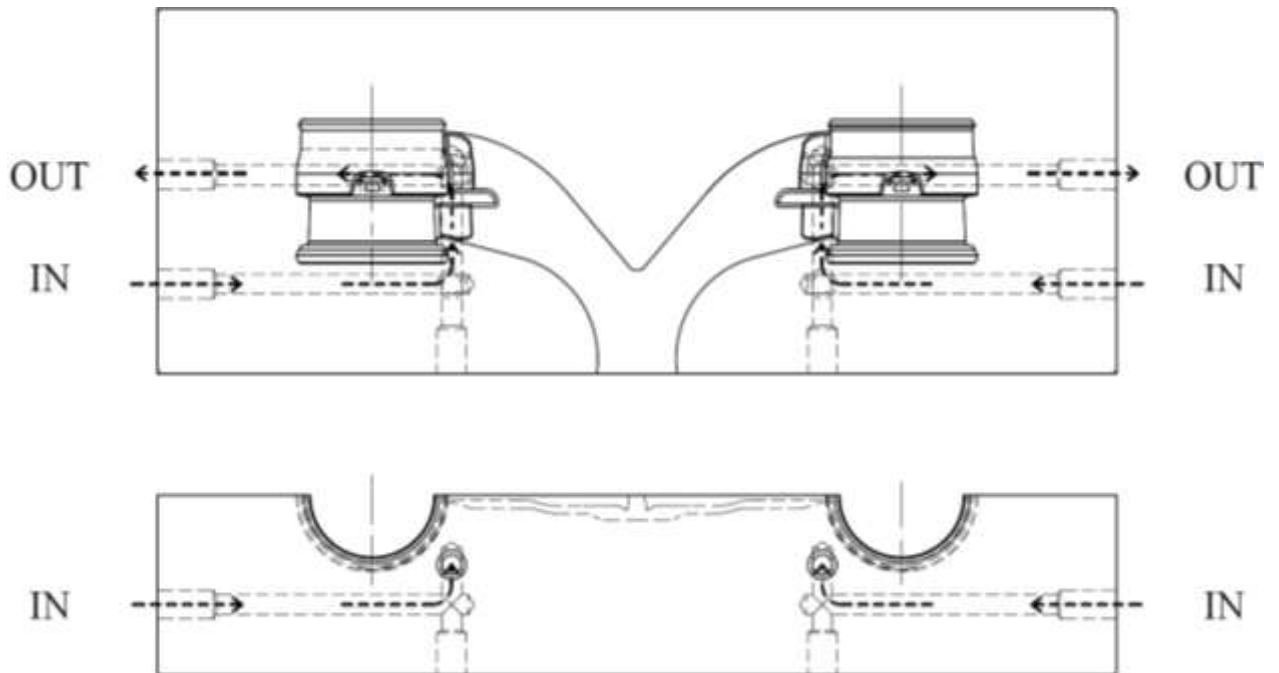
3.5. Thiết kế hệ thống làm nguội

Những điểm cần lưu ý khi thiết kế hệ thống làm nguội:

- Đường kính của kênh làm nguội phải lớn hơn 8 mm và giữ nguyên như vậy để tránh tốc độ chảy đang làm nguội khác nhau do đường kính của các kênh làm nguội khác nhau.

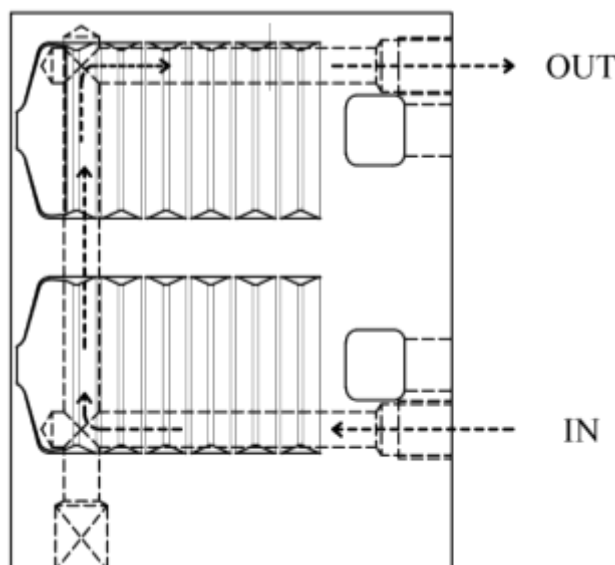
- Nên chia hệ thống làm nguội ra làm nhiều vòng làm nguội để tránh các kênh làm nguội quá dài dẫn đến sự chênh lệch nhiệt độ lớn.
- Đặc biệt chú ý đến việc làm nguội những phần dày của sản phẩm.
- Các kênh nguội được thiết kế cách nhau ít nhất 3mm.
- Khoảng cách giữa đường nước và chi tiết đúc cách nhau ít nhất 7mm

Tiến hành bố trí kênh làm mát cho lòng khuôn với In là đường nước vào và Out là đường nước ra. Đường nước đi qua hầu hết chi tiết đúc. Ta bố trí kênh làm mát cho lõi khuôn tương tự.



Hình 3.29. Bố trí kênh làm mát cho lòng khuôn

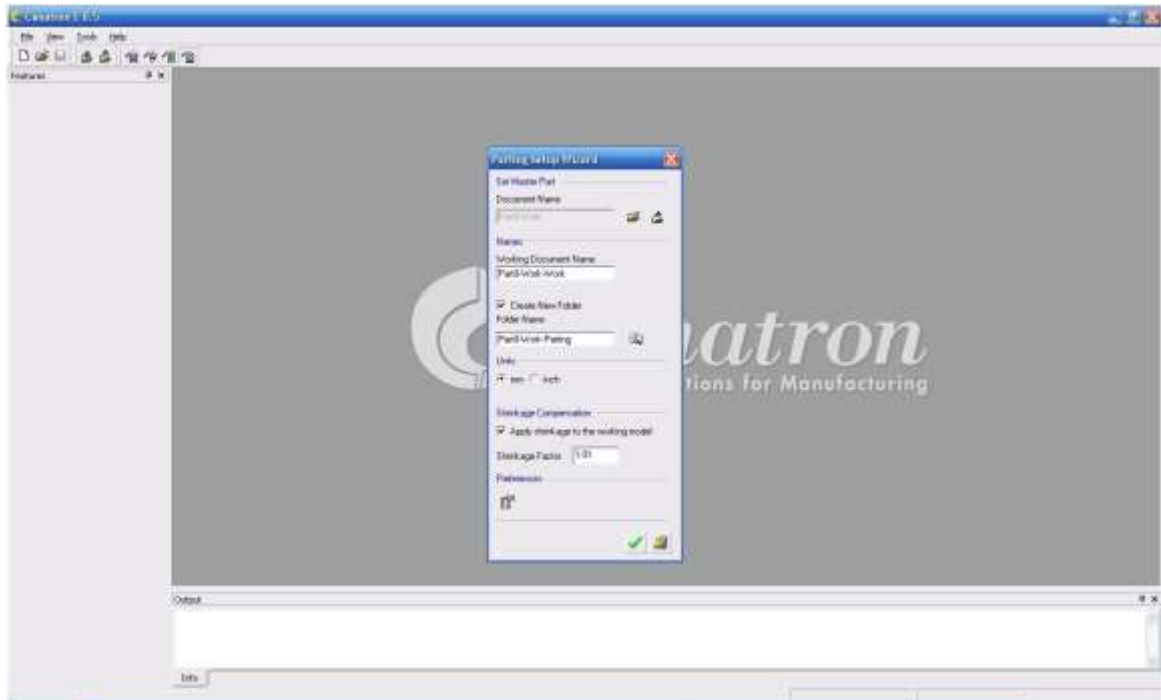
Bố trí kênh làm mát cho khối chèn đường tràn.



Hình 3.30. Bố trí kênh làm mát cho khối chèn đường tròn

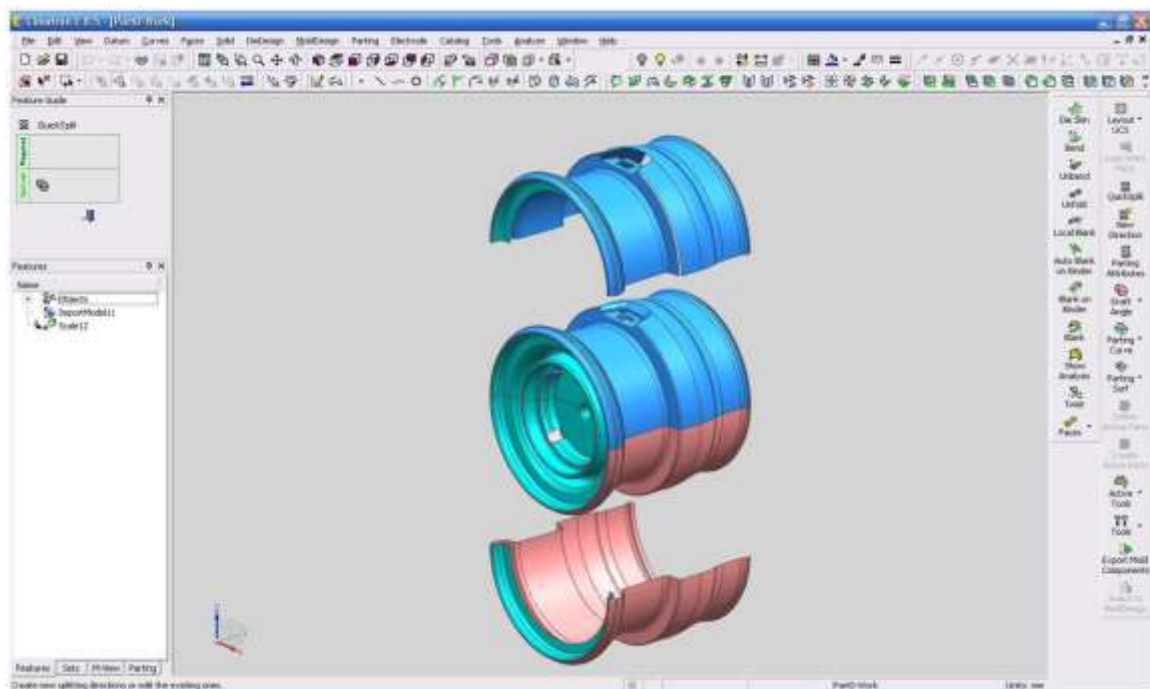
3.6. Quá trình tạo khuôn:

Mở Panting Setup Wizard như sau:



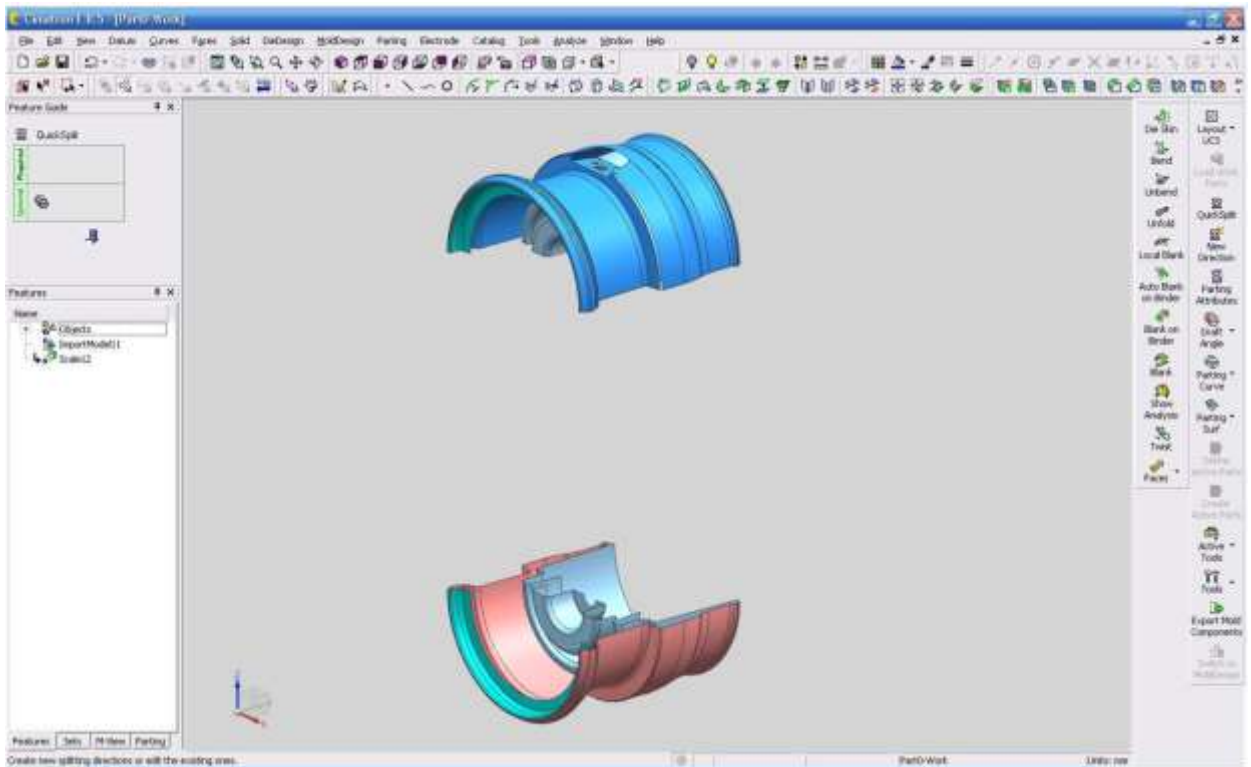
Hình 3.31. Mở giao diện cimatron

Panting ≥ Quick Split tách bề mặt nhanh ta được:



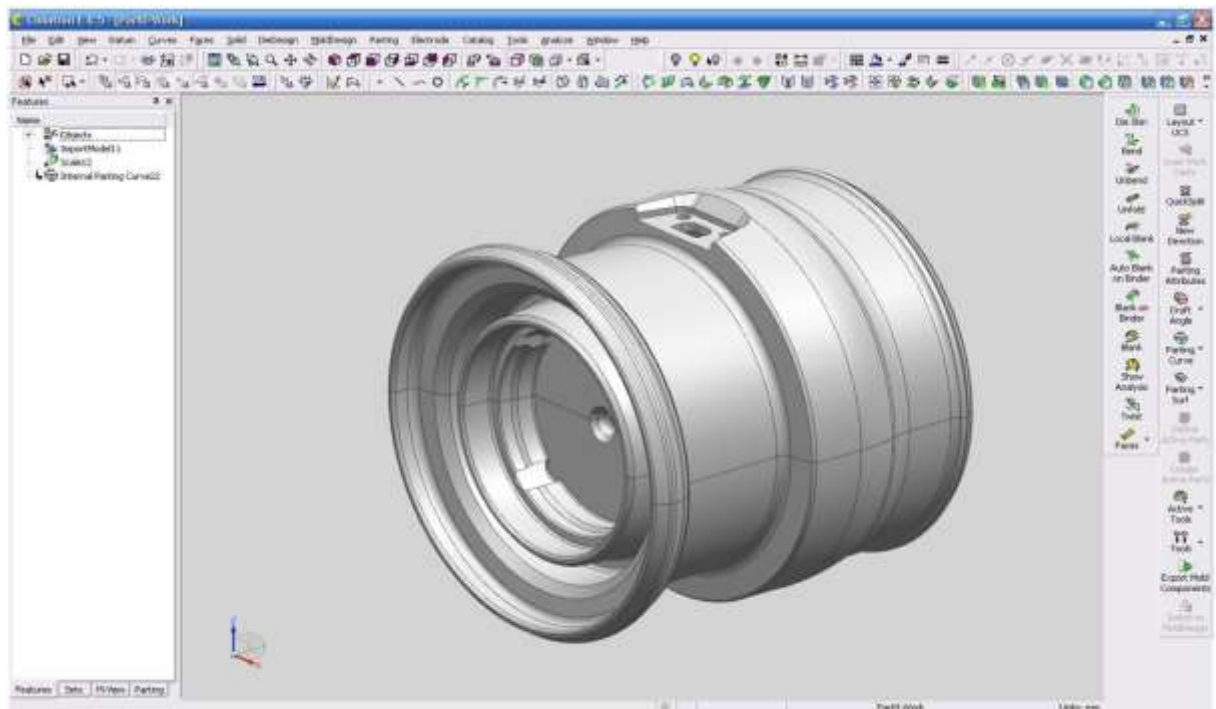
Hình 3.32. Tách nhanh chi tiết

Nhóm các khối thừa không được gắn kết, được như sau:



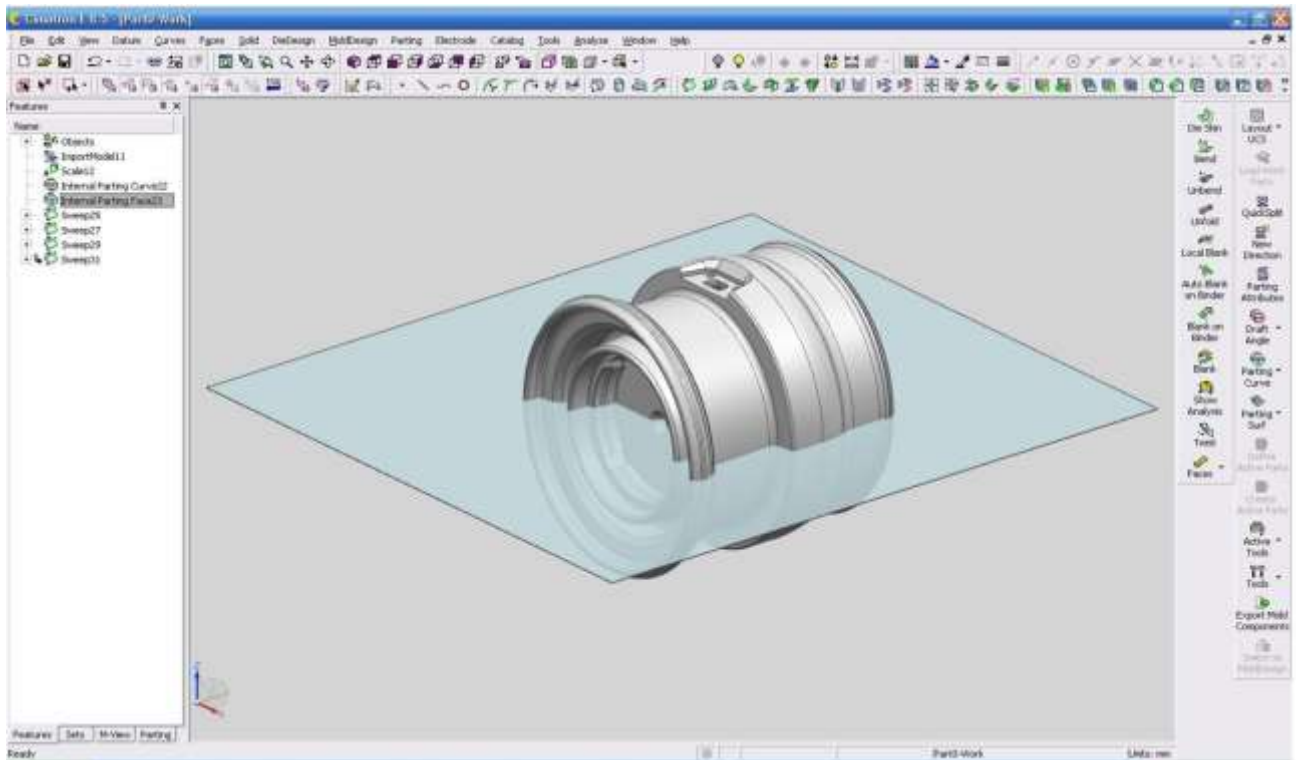
Hình 3.33 Tách chi tiết

Chi tiết có những lỗ khoét, Cần cho Cimatron nhận biết được các lỗ đó: Parting Curve > Internal curve



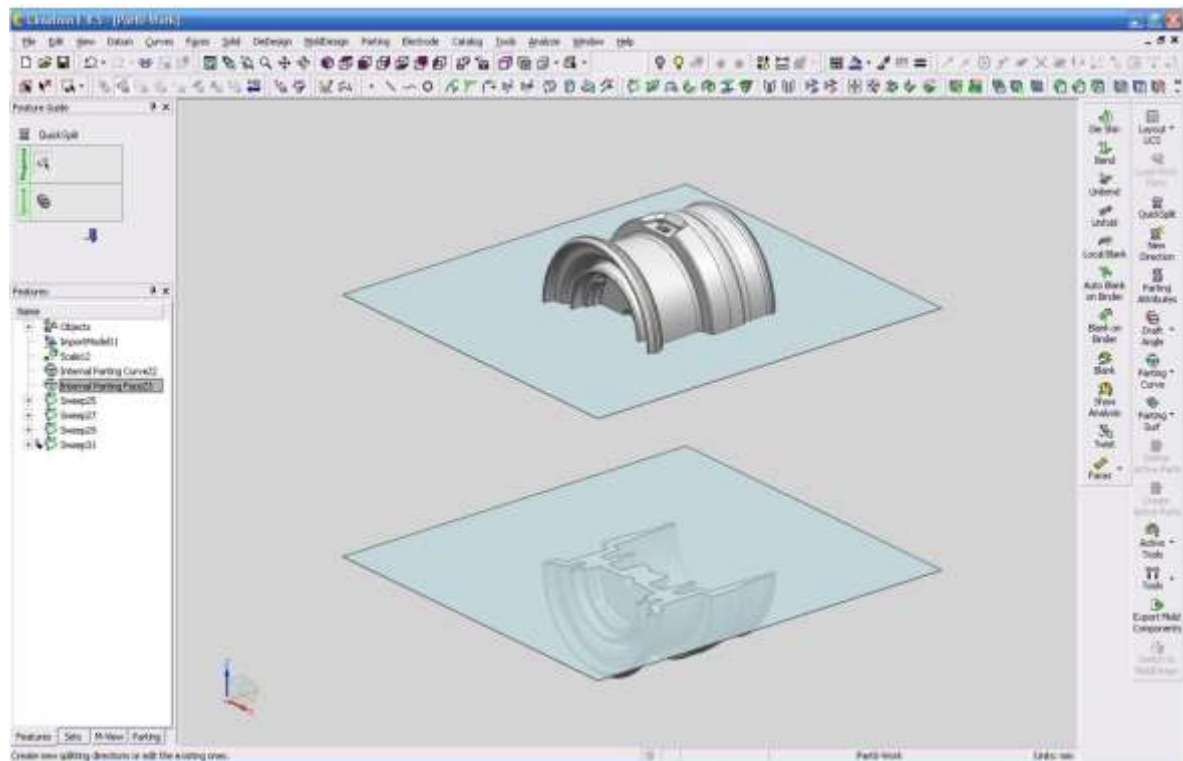
Hình 3.34. Nhận diện lỗ trên cimatron

Dùng Sweep kết hợp với Composite Curve ta được mặt phẳng sau:



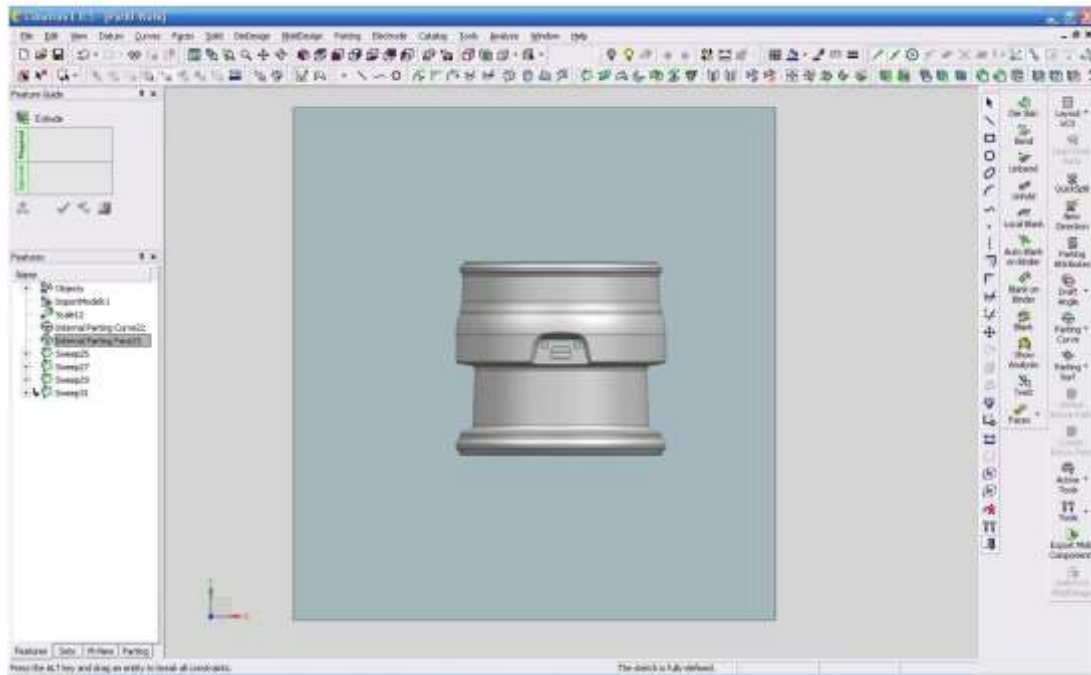
Hình 3.35. Tạo mặt phẳng tách chi tiết

Quick Split sau đó dùng Parting Attributes tách chi tiết ta được như sau:



Hình 3.36. Tạo mặt phẳng cho 2 nửa chi tiết

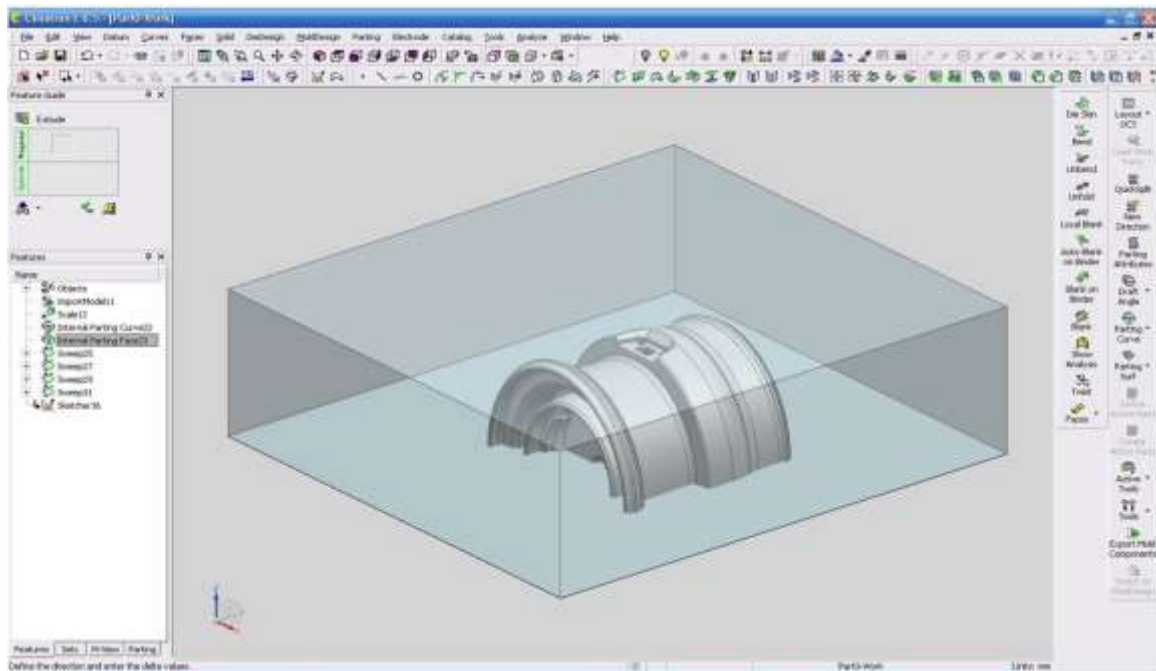
Tiếp theo vào Parting > Tool > New Stock và kết hợp với sketch vẽ 2D vào mặt phẳng vừa tạo như sau:



Hình 3.37. Chỉnh mặt phẳng chi tiết

Exit Sketcher:

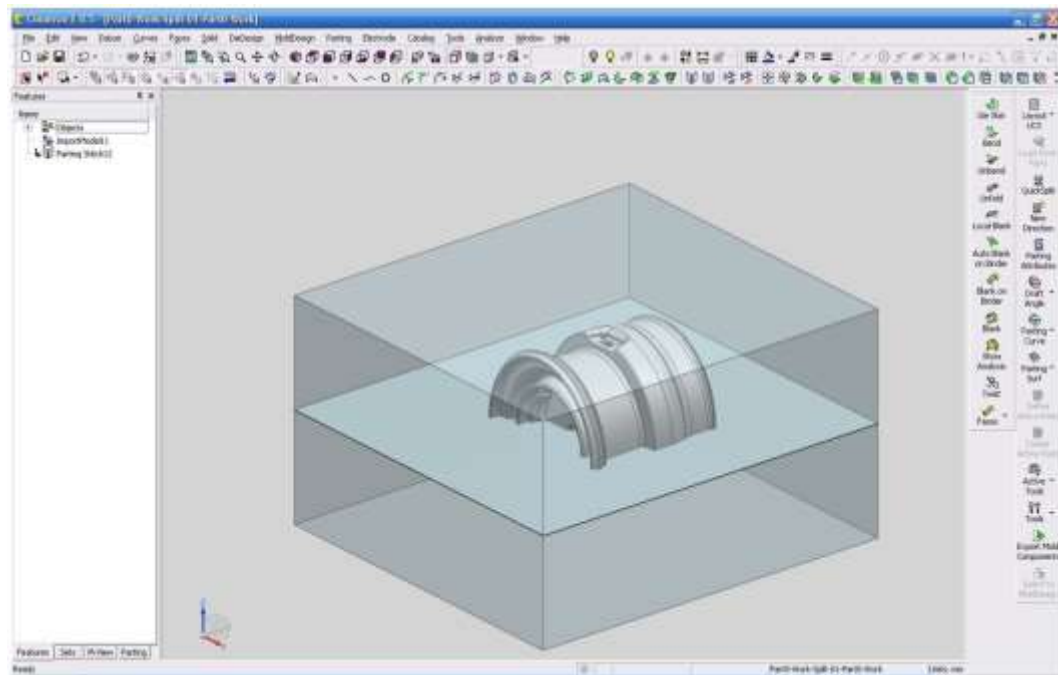
Thiết lập thông số Extrude như sau:



Hình 3.38. Chỉnh thông số Extrude cho tiết

Sau đó vào Parting > Export Mold Components. Như vậy 2 file được tạo ra chính là 2 phần khuôn trên và dưới chưa hoàn chỉnh.

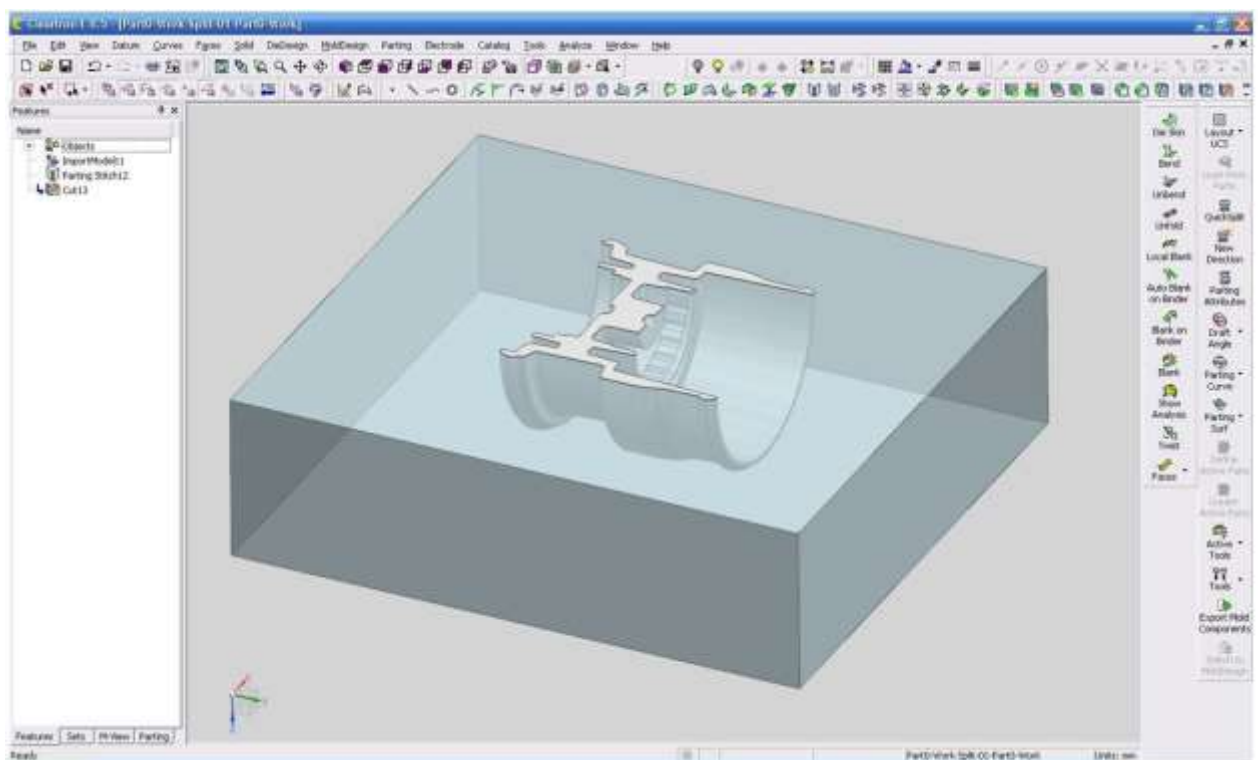
Mở phân khuôn trên vừa được tạo:



Hình 3.39. Mở mặt phân khuôn

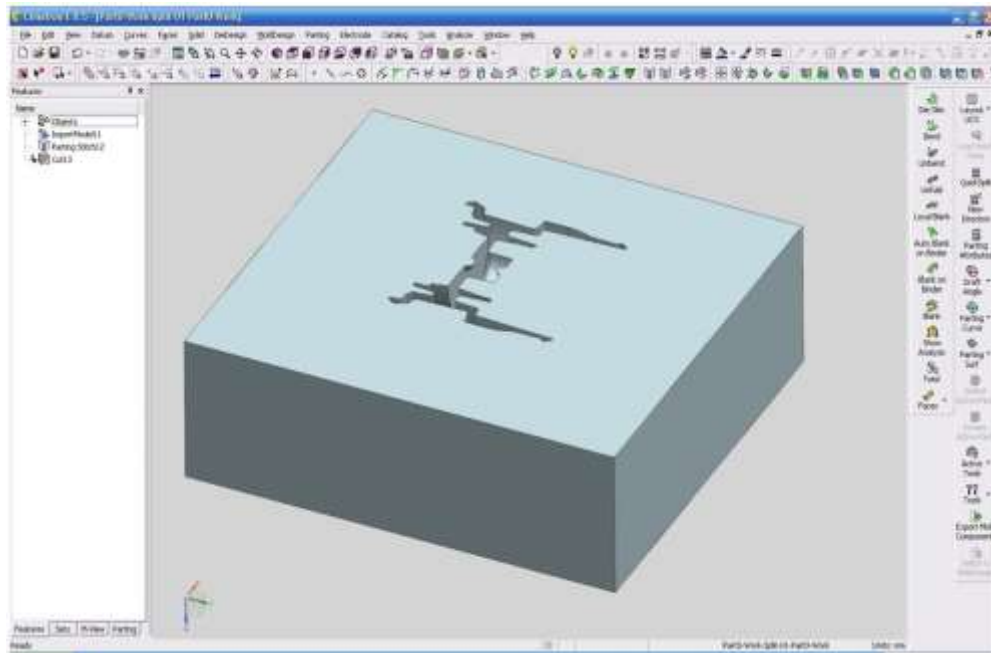
Active Tools > Parting Stitch. Active Tools > Cut.

Ta được:



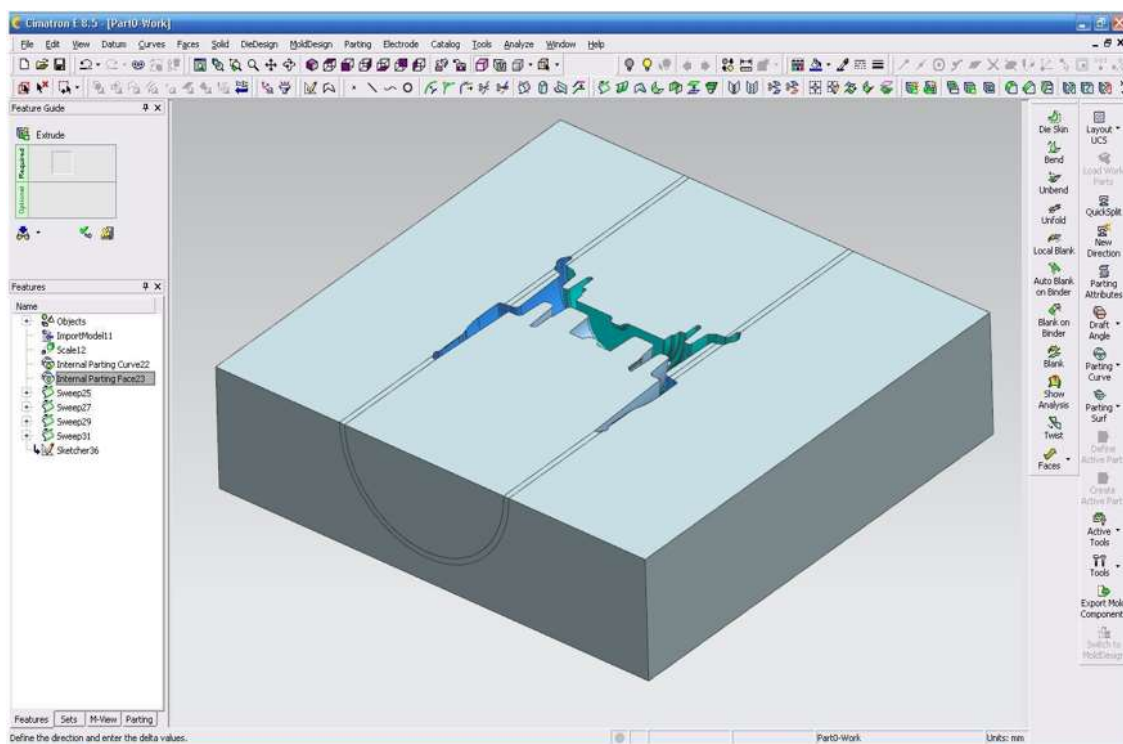
Hình 3.40. Tiến hành tách mặt phân khuôn của chi tiết

Active Tools > Remove Geometry



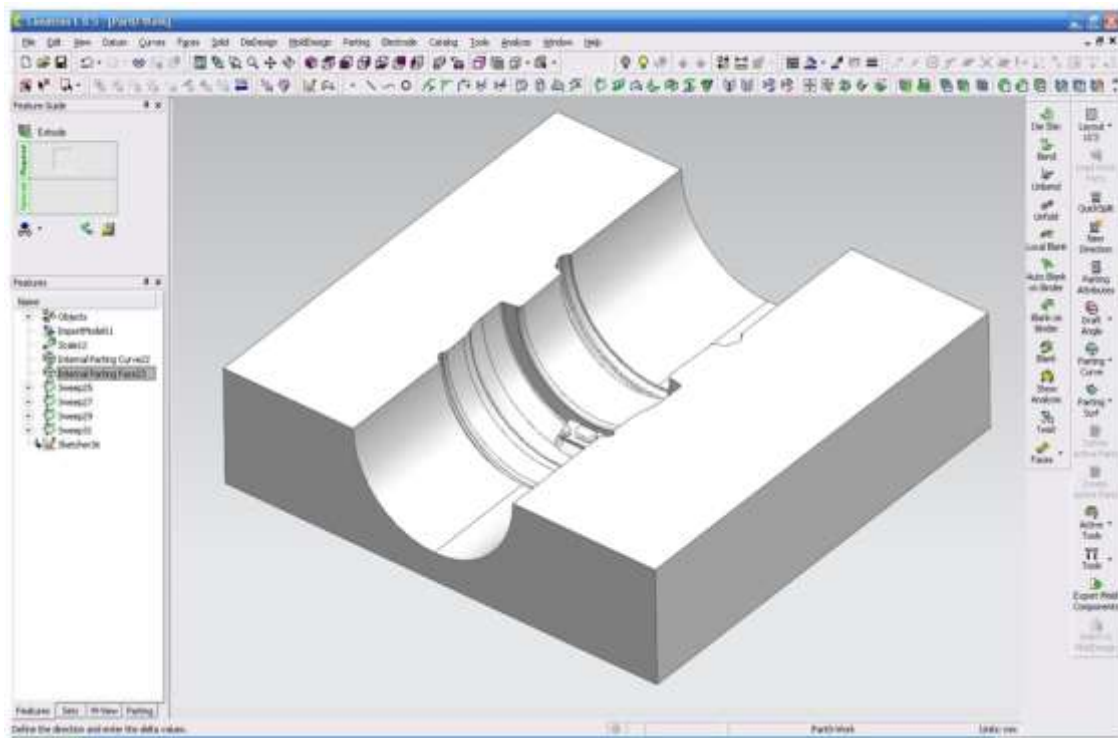
Hình 3.41. Mặt phân khuôn của chi tiết

Thiết lập thông số Extrude như sau để tạo slider



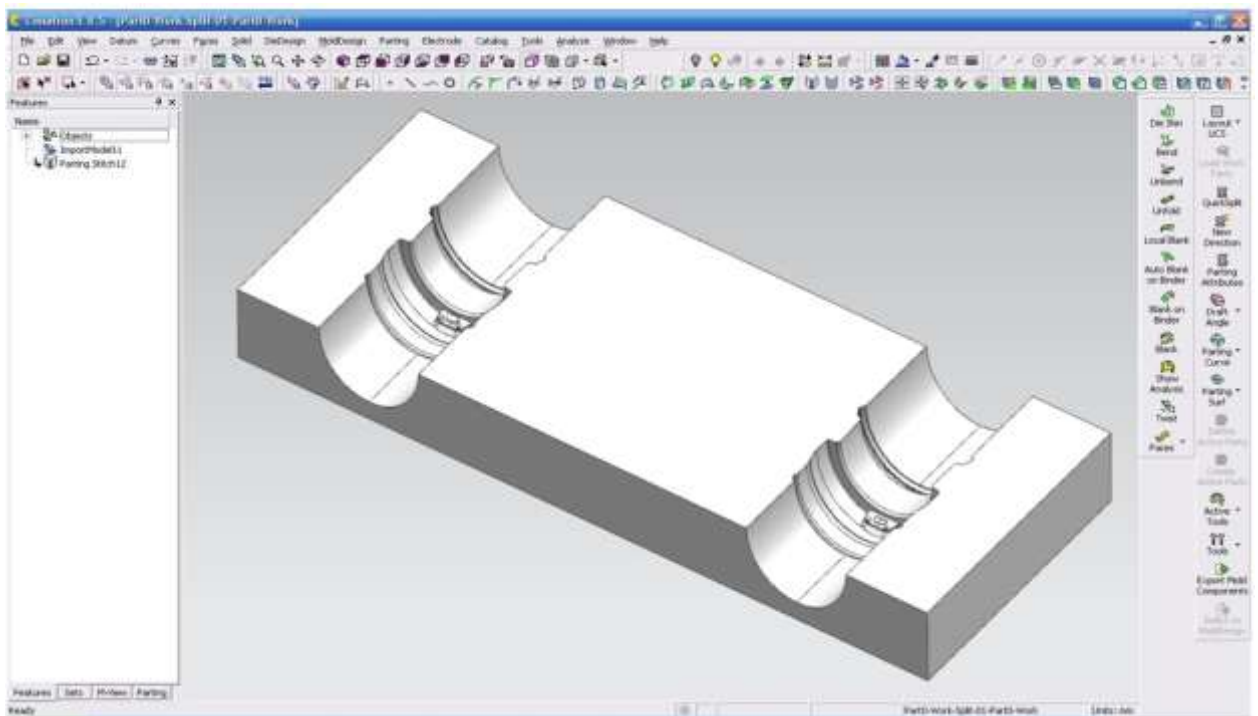
Hình 3.42. Tạo đường cho slide

Xóa bỏ khối slider



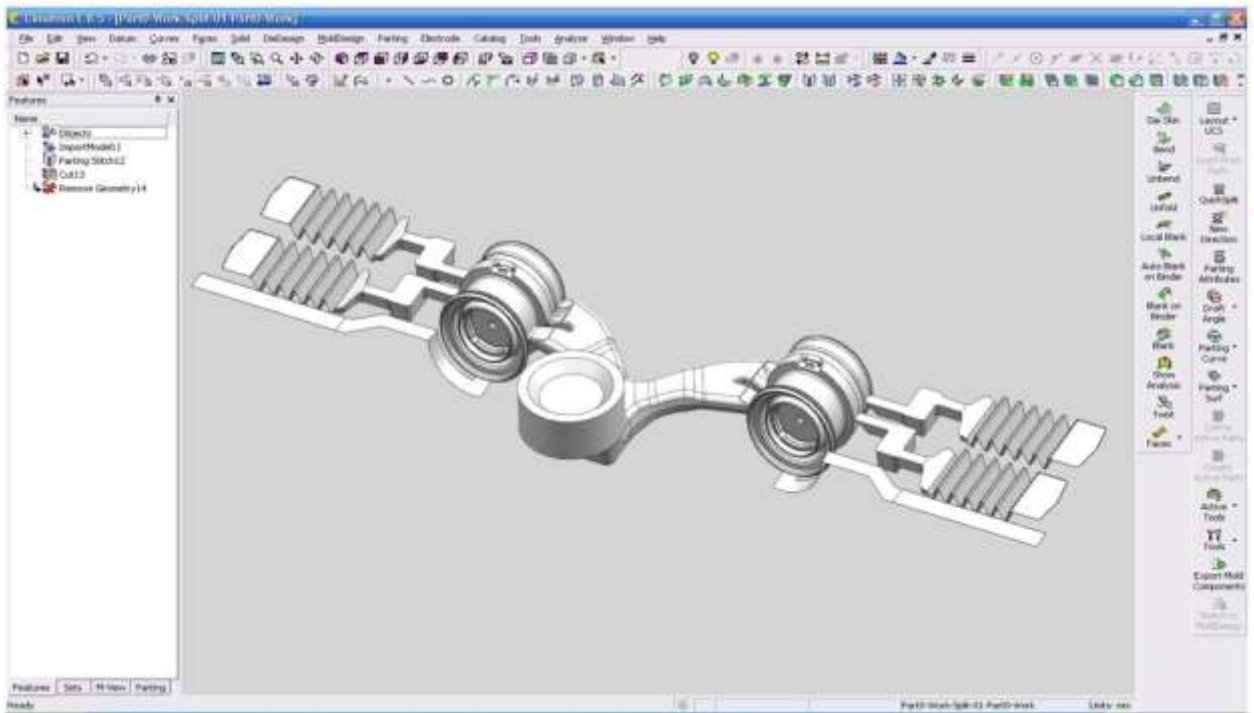
Hình 3.43 Hoàn thiện đường cho slide

Sau đó vào Panting > Export Mold Components. Như vậy file được tạo ra chính là 2 phần khuôn đối xứng



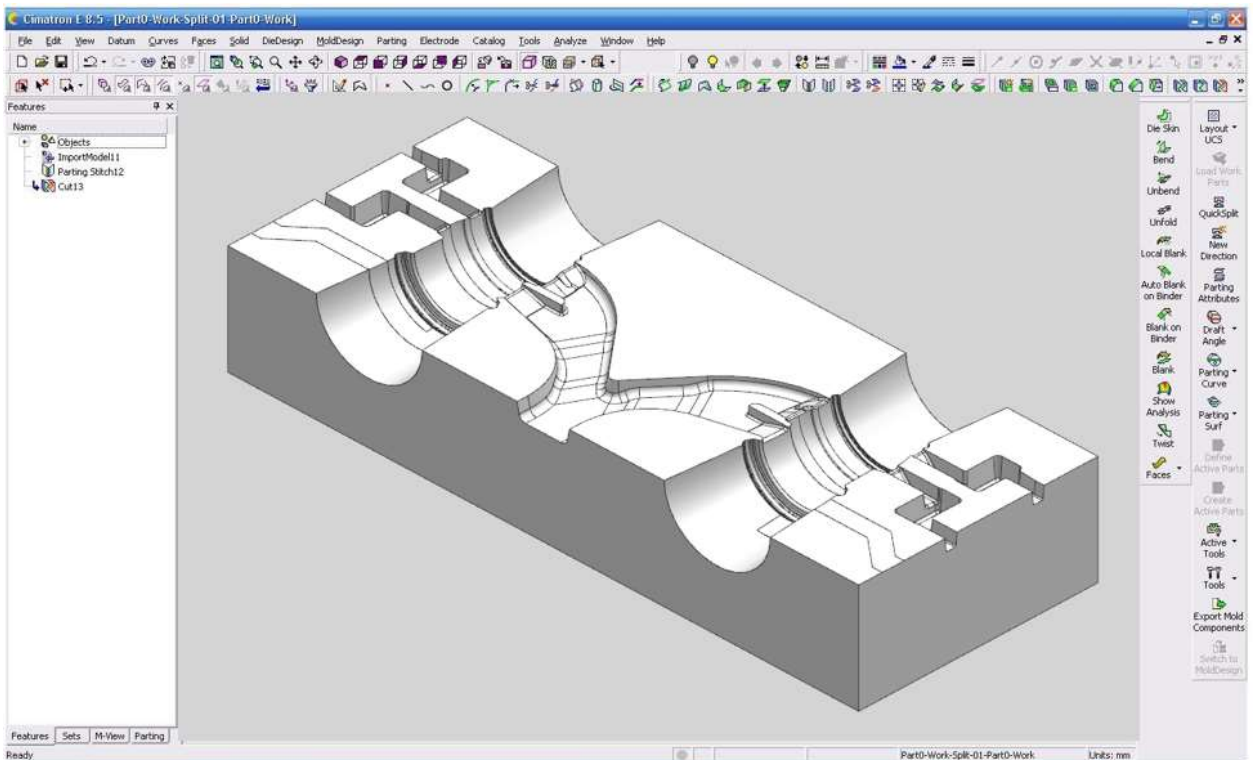
Hình 3.44. Tạo mặt phân khuôn đối xứng

Tạo kênh dẫn cho sản phẩm đã thiết kế ban đầu



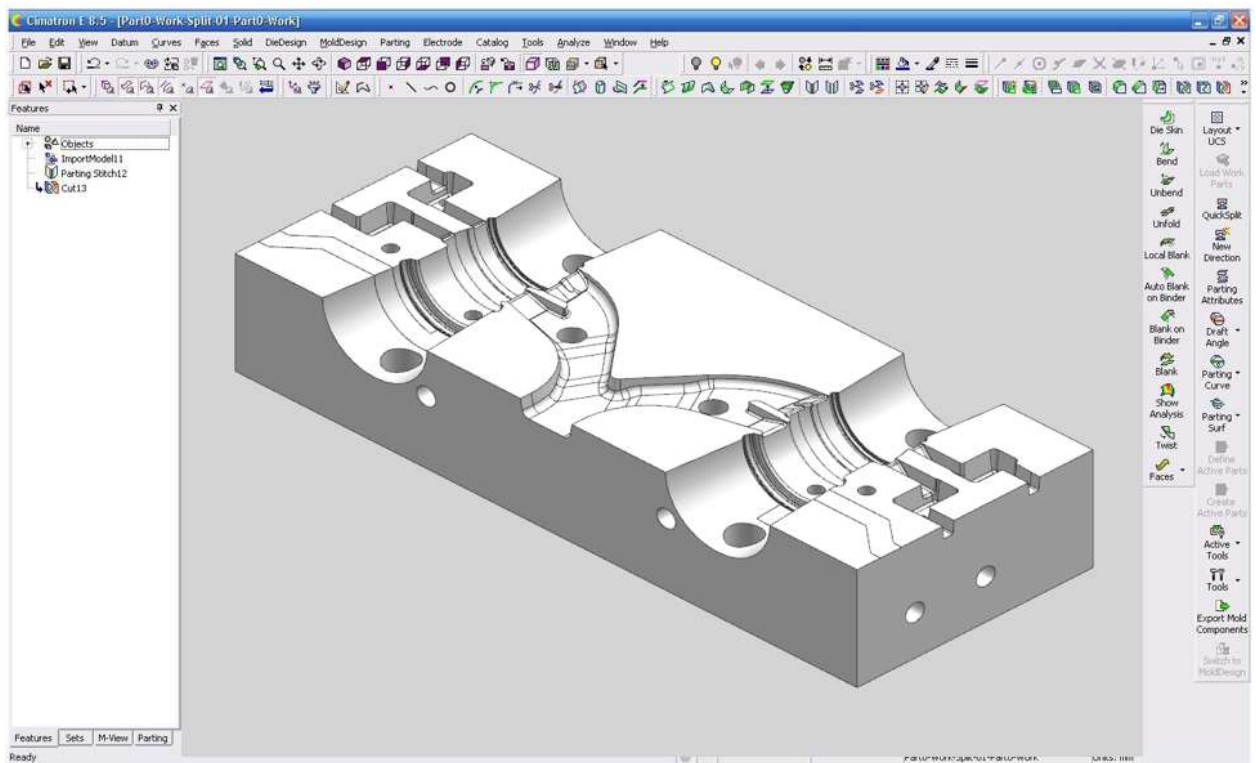
Hình 3.45. Kênh dẫn đã thiết kế ban đầu

Dùng lệnh Subtract để tạo đường dẫn vật liệu trên khuôn



Hình 3.46. Tạo kênh dẫn cho mặt phân khuôn

Tiếp tục Cut để tạo lỗ chột đáy



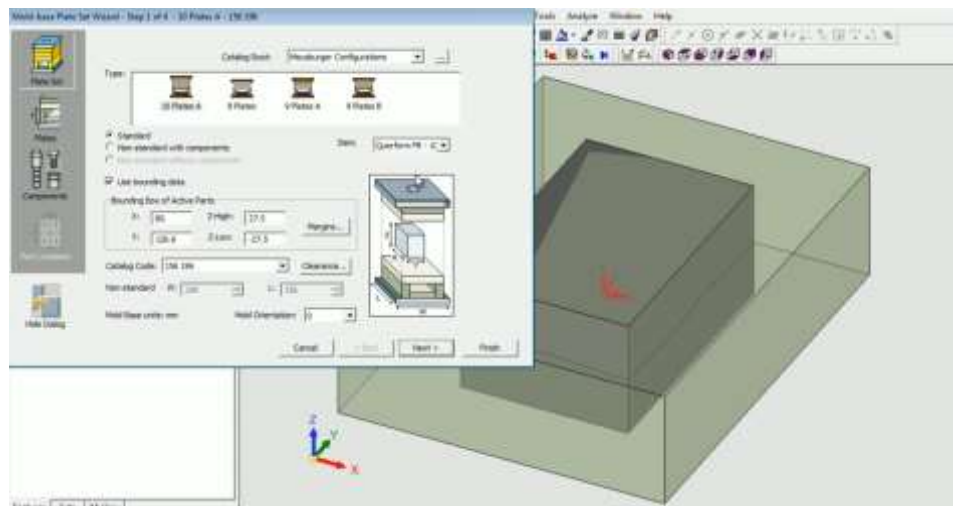
Hình 3.47. Tạo lỗ đẩy cho khuôn

Như vậy khuôn trên đã hoàn thành.

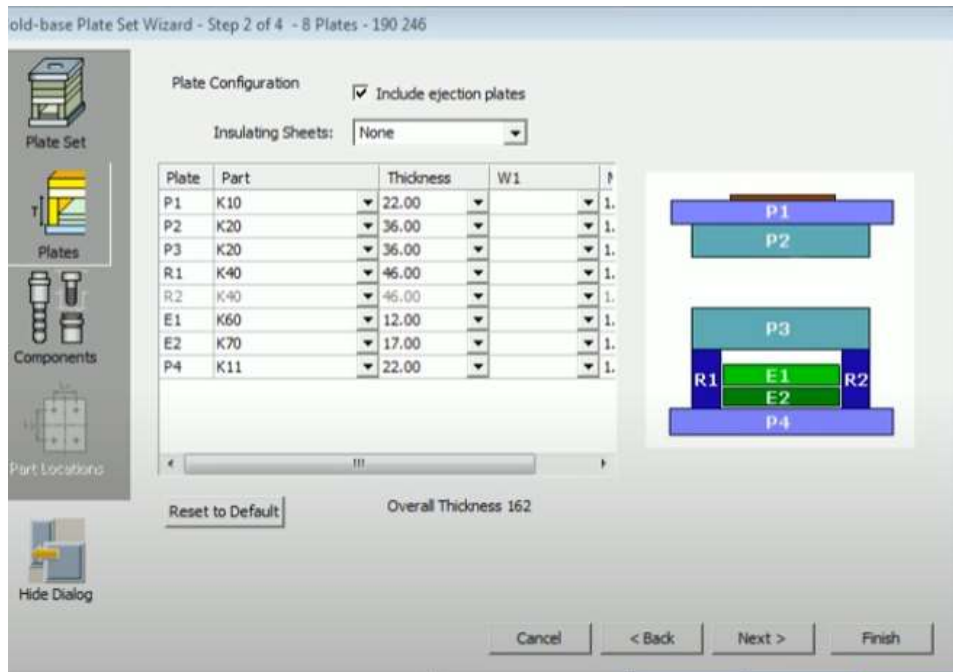
Tiếp tục mở khuôn dưới:

Làm tương tự như khuôn trên, ta được khuôn dưới

Chọn moldbase hợp lý với lòng khuôn đã có

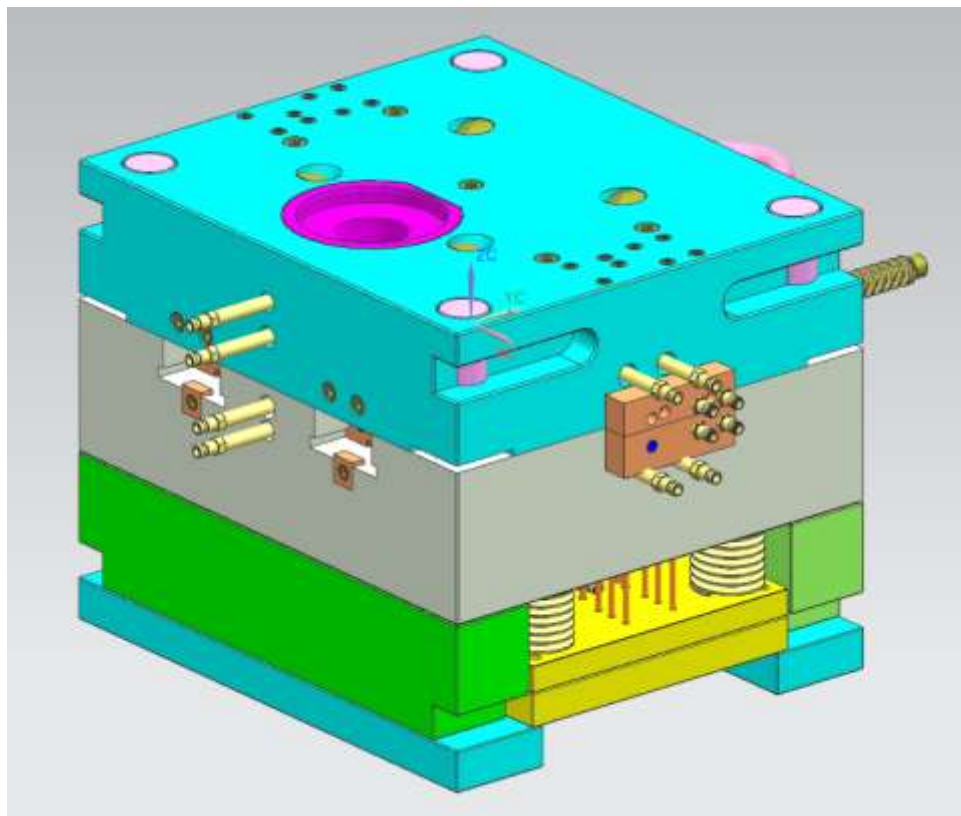


Hình 3.48. Chọn tiêu chuẩn khuôn



Hình 3.49. Chọn thông số khuôn

Thêm đầy đủ bu lông, ốc vít theo tiêu chuẩn



Hình 3.50. Bộ khuôn hoàn chỉnh

3.7. Kiểm nghiệm bền khuôn:

3.7.1. Tiêu chí xét độ bền tấm khuôn dưới (Core plate)

Thời điểm đổ vật liệu nhôm vào máy đúc đó chính là thời điểm toàn bộ bộ khuôn chịu tải. Xét về tiêu chí làm việc lòng khuôn tựa hoàn toàn vào tấm kẹp trên mà tấm kẹp trên tựa hoàn toàn vào tấm cố định của máy chính vì thế ta có thể nói lòng khuôn là vật cứng tuyệt đối. Do vậy dưới tác động của tải thì lòng khuôn không thể di chuyển cho nên ta không cần phải kiểm tra độ bền của nó

Tấm khuôn dưới (Core Plate) nằm ở phần di động của tấm khuôn thì nó chỉ tiếp xúc mặt 1 phần với 2 gối đỡ thì khi chịu tải thì khả năng cao nó sẽ bị lõm dần theo thời gian. Hai gối đỡ tiếp xúc với tấm lõi khuôn thì chúng sẽ phải chịu nén đồng thời do tải tác động thì với cánh tay đòn sẽ có 1 moment tác động lên chúng nên vậy hai gối đỡ sẽ chịu nén và chịu uốn. Tuy nhiên vật liệu thép có khả năng chịu nén tốt mà với tương quan hình học về thiết kế thì nếu ta kiểm bền được cho lõi khuôn thì khả năng chịu uốn của 2 gối đỡ không thành vấn đề

Ưu tiên an toàn: Việc kiểm tra độ bền uốn trên lõi khuôn để đảm bảo rằng nó đáp ứng được yêu cầu an toàn. Vì lõi khuôn là một phần quan trọng trong quá trình sản xuất, việc đảm bảo độ bền của nó là một yếu tố quan trọng để tránh các rủi ro liên quan đến an toàn.

3.7.2. Kết quả kiểm nghiệm bền

Bảng 3.6. Cơ tính của SKD61

Tính chất	Đơn vị quốc tế	Hoa Kỳ
Độ bền, giới hạn kéo (20°C/68°F, với phương pháp xử lý nhiệt khác nhau)	1200 – 1590 MPa	174000 – 231000 psi
Độ bền kéo, giới hạn chảy (20°C/68°F, với các chế độ xử lý nhiệt khác nhau)	1000 – 1380 MPa	145000 – 200000 psi
Co thắt (20°C/68°F)	50.00%	50.00%
Moodun đàn hồi (20°C/68°F)	215 GPa	31200 ksi
Tỷ số Poison	0.27-0.30	0.27-0.30

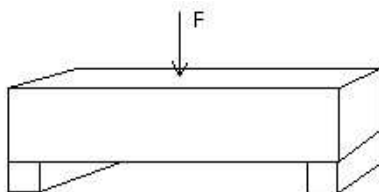
- Tính bền:

Máy đúc là loại 350T, buồng ép chọn là loại Ø75, nên lực ép tác dụng lên khuôn là:

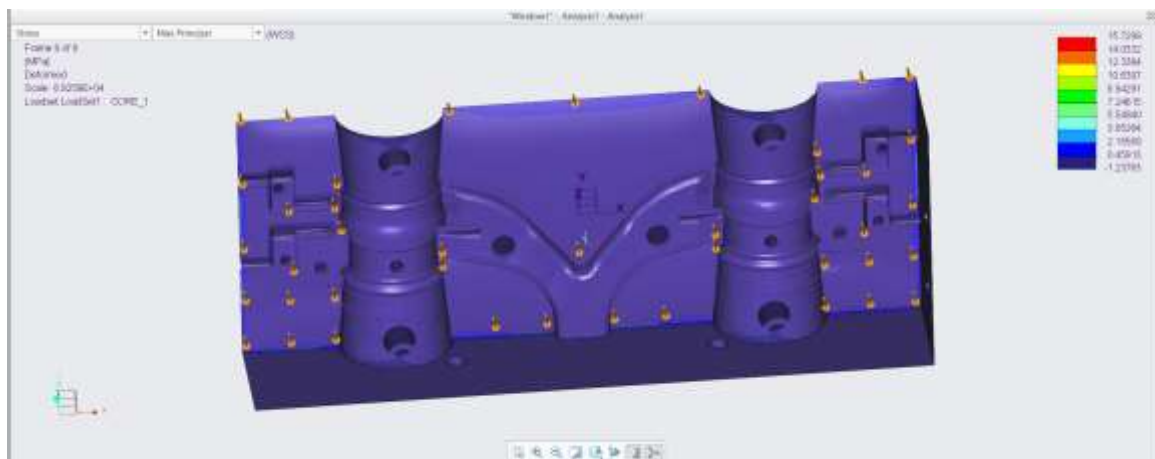
$$F_m \equiv \frac{\pi \times (7.5)^2}{4} \times 350 \times 1.5 = 23182 \text{ N}$$

(1,5 là hệ số tăng lực của hệ thống tăng lực)

- Lực tác dụng lên khuôn được đơn giản hóa như hình ở dưới. Với $F = 23182 \text{ N} \times 1,5 = 34773 \text{ N}$ (1,5 là hệ số tăng áp do tác dụng của hệ thống tăng áp).

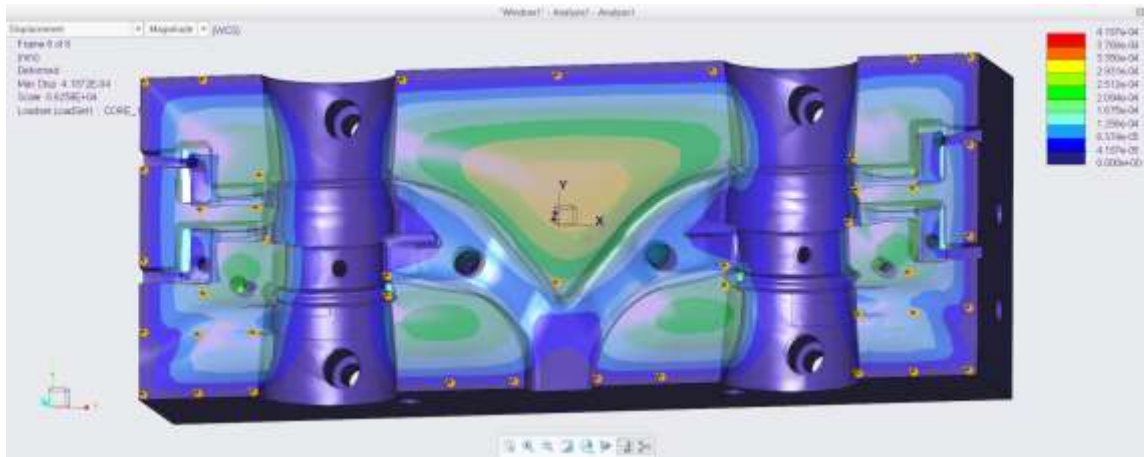


Hình 3.51 Mô phỏng lực tác dụng lên khuôn



Hình 3.52. Kiểm tra áp suất khuôn

- Kết quả ứng suất tấm khuôn phải chịu cao nhất là 15,7299 Mpa.
 - Khuôn ta sử dụng là thép SKD61 với ứng suất cho phép là 1000 – 1380 MPa
- => Vậy tấm lõi khuôn thỏa điều kiện bền.



Hình 3.53. Kiểm tra biến dạng khuôn

- Kết quả độ cong lớn nhất < 0.004 mm
- => Thỏa được sự biến dạng của chi tiết

Chương 4. MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH ĐÚC

4.1. Tổng quan về phần mềm Inspire Cast 2021

Inspire Cast 2021 là một phần mềm mô phỏng đúc nhanh, dễ sử dụng, chính xác và giá cả phải chăng, được phát triển bởi Altair. Phần mềm này tập trung vào việc tạo ra các thành phần chất lượng cao với hiệu suất tăng qua trải nghiệm người dùng rất trực quan. Inspire Cast hướng đến cả người mới bắt đầu và chuyên gia, từ các nhà thiết kế sản phẩm đến kỹ sư ngành công nghiệp đúc. Ngay từ giai đoạn thiết kế sớm, người dùng có thể hình dung các khuyết điểm đúc thông thường như bắt hơi, lỗ nung, khe hàn lạnh hoặc sự suy giảm khuôn mẫu và khắc phục chúng để tránh các sửa chữa đắt đỏ sau này.

Inspire Cast là một công cụ phân tích cho việc kiểm tra ảo, xác nhận, sửa lỗi và tối ưu hóa các thiết kế đúc. Phần mềm Inspire Cast được xem là một môi trường mô phỏng đúc nhanh, dễ sử dụng, chính xác và giá cả phải chăng, tập trung vào việc tạo ra các thành phần chất lượng cao với hiệu suất tăng qua trải nghiệm người dùng rất trực quan, phục vụ cả người mới bắt đầu và chuyên gia. Người dùng có thể tránh các khuyết điểm đúc thông thường như bắt hơi, lỗ nung, khe hàn lạnh, suy giảm khuôn mẫu và nhiều hơn nữa bằng cách sử dụng phần mềm Inspire Cast. Cung cấp các mẫu quy trình hướng dẫn để mô phỏng đúc hấp, đúc cát, đúc đầu tư, đúc áp lực cao, đúc áp lực thấp và đổ nghiêng. Trải nghiệm người dùng độc đáo của phần mềm Inspire Cast giúp người dùng tăng chất lượng sản phẩm và thiết kế sản phẩm tốt hơn chỉ sau vài giờ đào tạo.



Hình 4.1. Altair Inspire Cast

4.2. Phân tích quá trình mô phỏng đúc áp lực

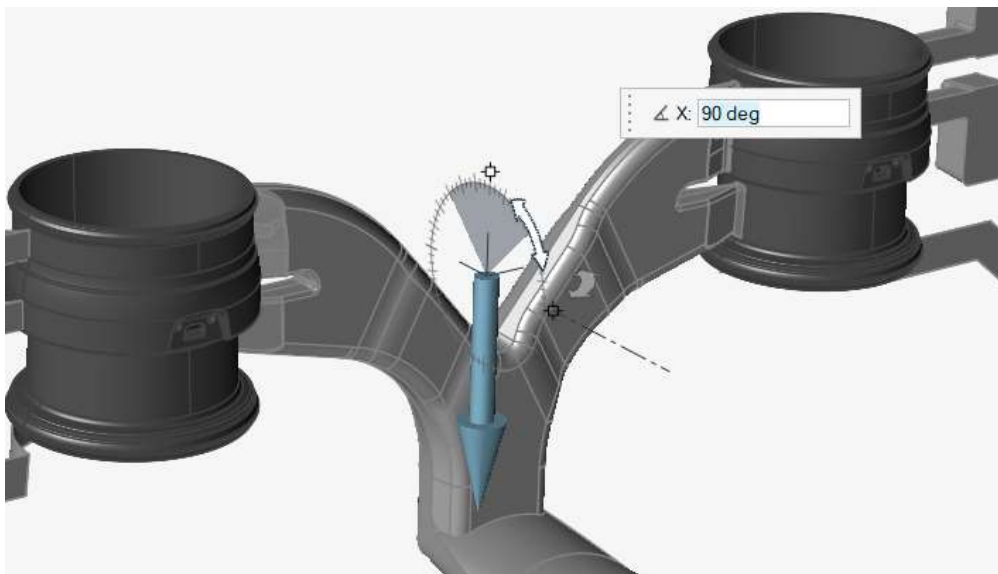
4.2.1. Quá trình tiến hành mô phỏng

Bước 1: Chọn vật liệu nhôm ADC12, nhiệt độ đúc 650 C cho chi tiết



Hình 4.2. Chọn vật liệu

Bước 2: Chọn hướng trọng lực



Hình 4.3. Chọn hướng trọng lực

Bước 3: Chọn hệ thống đường dẫn



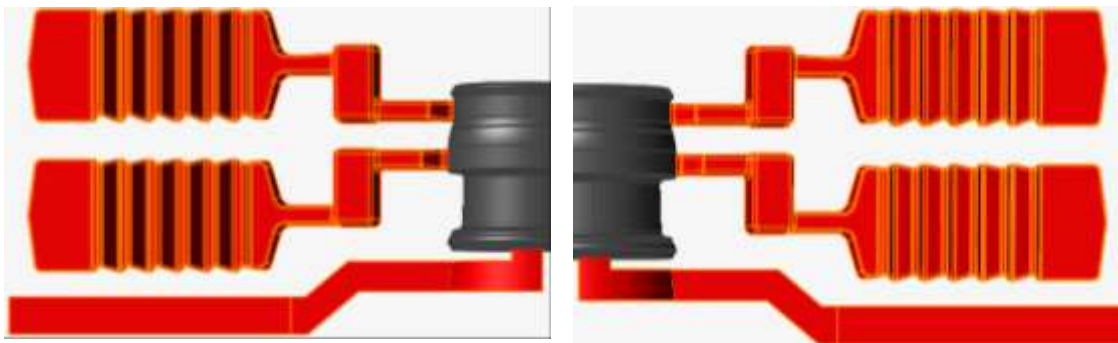
Hình 4.4. Chọn hệ thống đường dẫn

Bước 4: Chọn cổng dẫn vật liệu



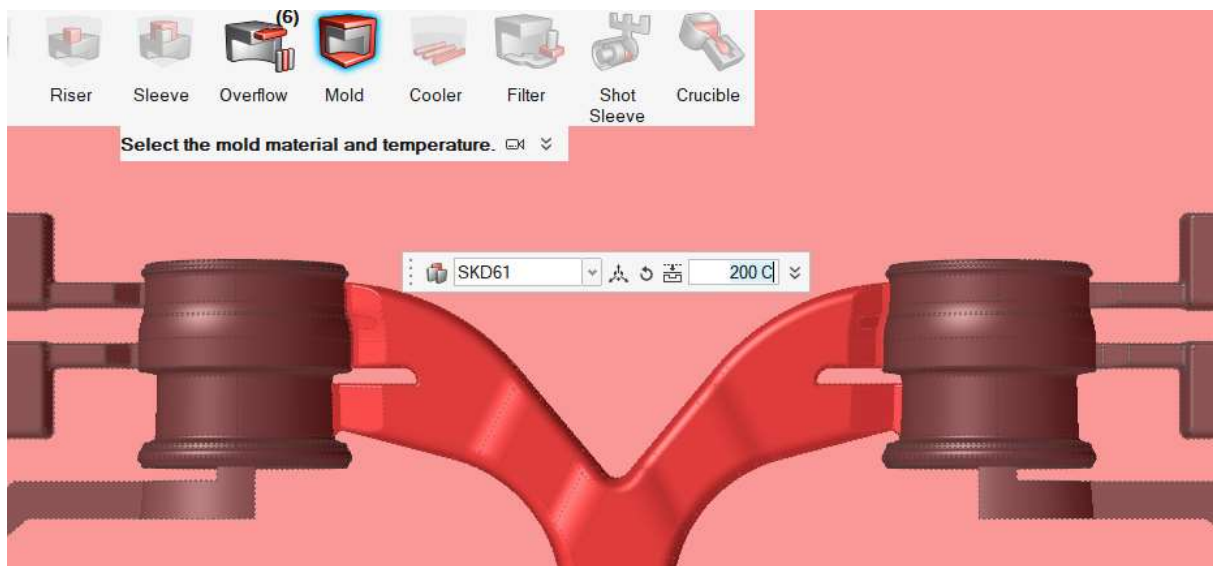
Hình 4.5. Chọn cổng dẫn vật liệu

Bước 5: Chọn hệ thống Overflows.



Hình 4.6. Chọn hệ thống Overflows

Bước 6: Chọn vật liệu thép SKD61 cho môi trường khuôn, nhiệt độ khuôn 200 C



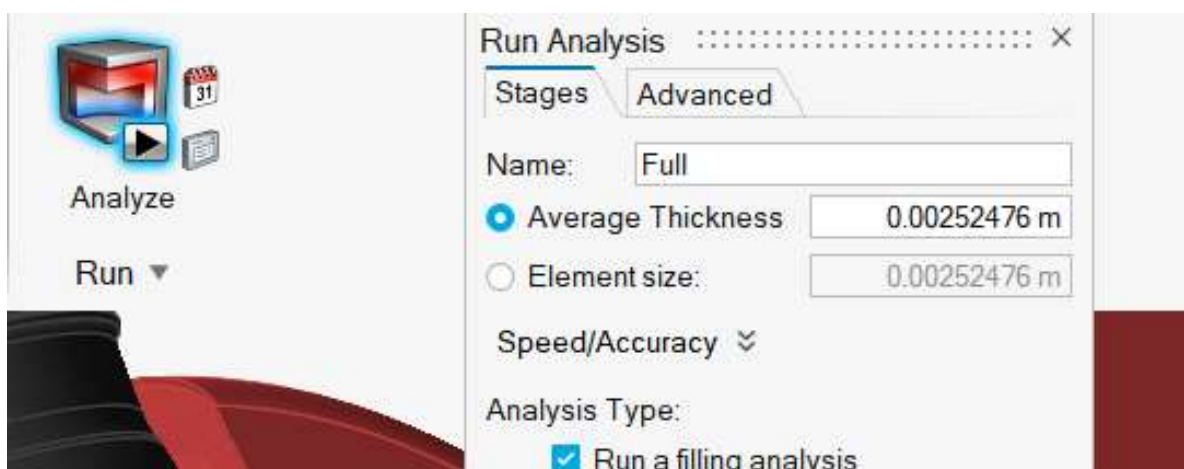
Hình 4.7. Chọn vật liệu thép SKD61

Bước 7: Chọn chế độ đúc áp lực, thiết lập các thông số mô phỏng.

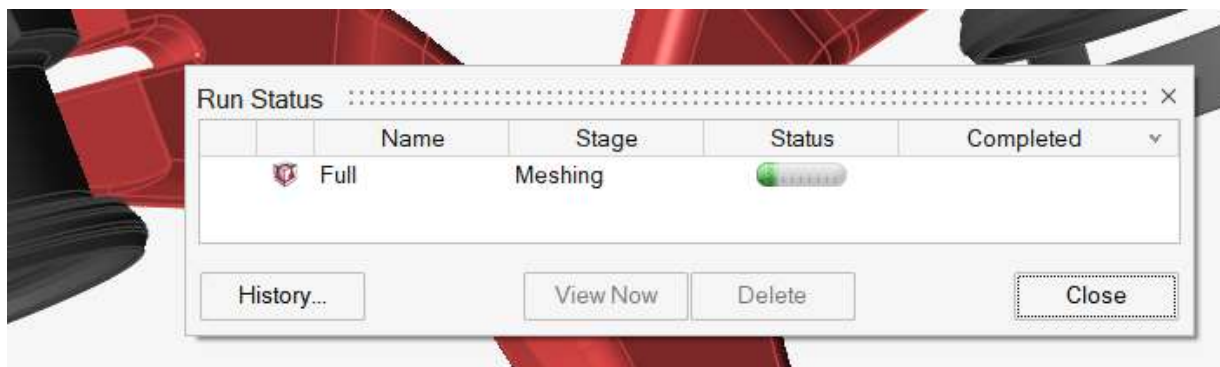


Hình 4.8. Chọn chế độ đúc áp lực

Bước 8: Tiến hành quá trình mô phỏng



Hình 4.9. Thiết lập thông số tạo lưới



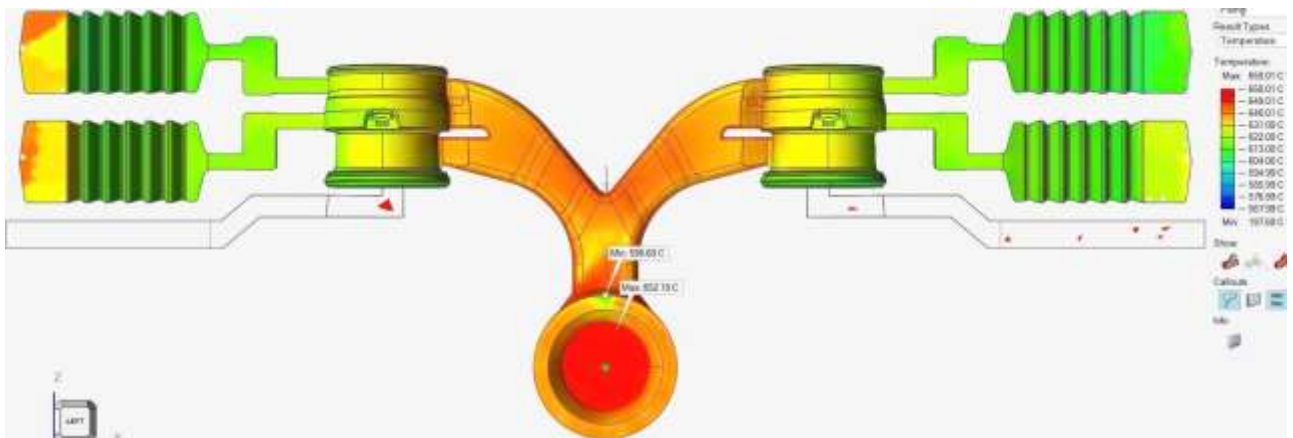
Hình 4.10. Tiến hành quá trình mô phỏng

4.2.2. Kết quả mô phỏng

❖ Mô phỏng nhiệt độ

Mô phỏng nhiệt độ cho phép xem nhiệt độ thay đổi như thế nào trong quá trình điền đầy chi tiết đúc.

Kết quả cho thấy nhiệt độ nóng chảy lớn nhất 650 C và nhỏ nhất 596 C khi vật liệu ADC12 điền đầy hết chi tiết. Phần ở cổng dẫn liệu được nhận diện là nơi có nhiệt độ lớn nhất vì đó là nơi được nung nóng liên tục đến khi kết thúc quá trình đúc

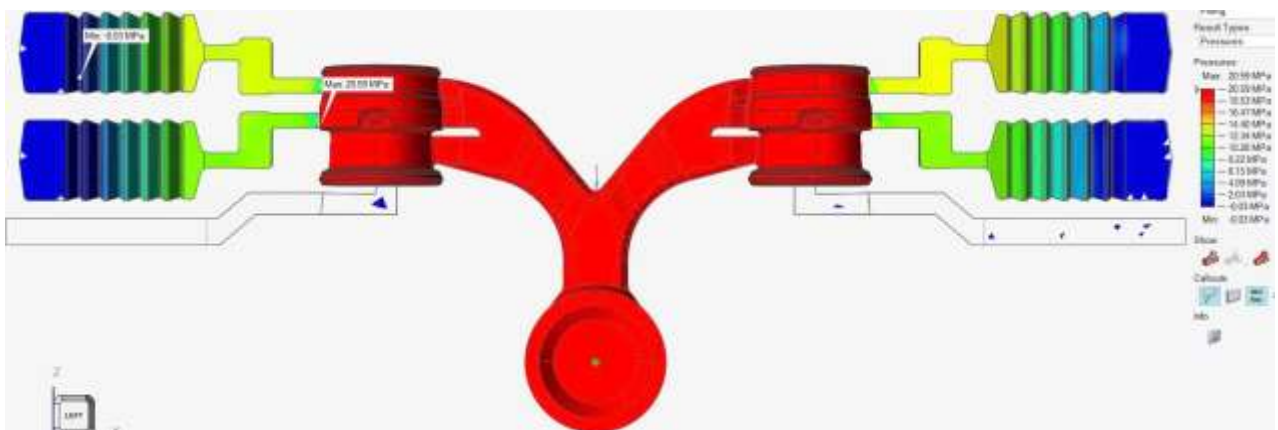


Hình 4.11. Mô phỏng nhiệt độ

❖ Mô phỏng áp suất

Mô phỏng áp suất xem những thay đổi về áp suất trong quá trình điền đầy Pascal

Áp suất lớn nhất khi đúc 20.59 Mpa < 1000 – 1380 Mpa (SKD61) cho thấy khuôn chịu được áp suất cao khi đúc. Phần phía đầu dẫn ra đường tran có áp suất cao nhất là vì nơi đó đường hẹp nên chất lỏng vật liệu di chuyển khó khăn sinh ra áp suất lớn

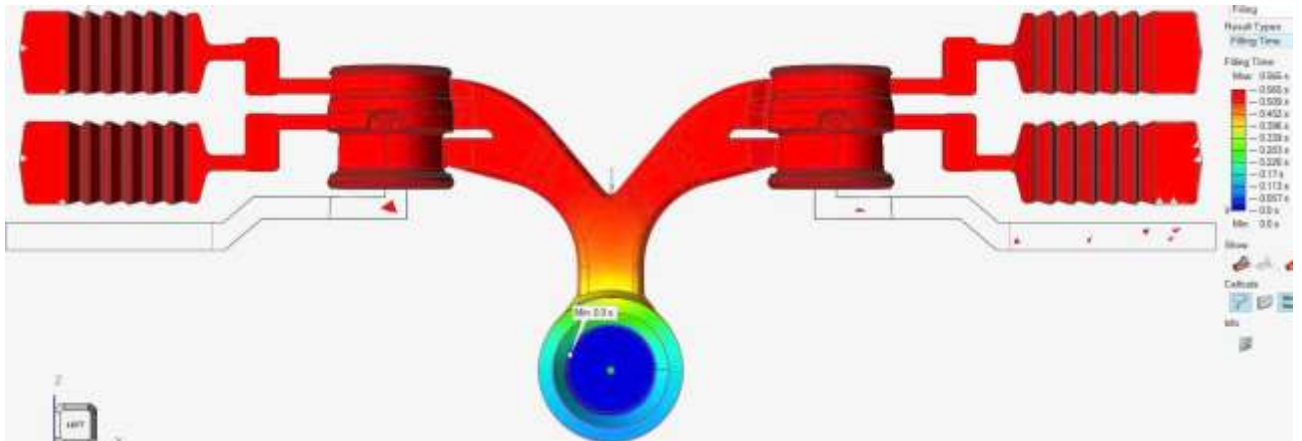


Hình 4.12. Mô phỏng áp suất

❖ Mô phỏng thời gian điền đầy

Mô phỏng thời gian điền đầy giúp quan sát thời gian vật liệu cần để tiếp cận các khu vực khác nhau trong chi tiết đúc. Điều này giúp xác định cách tốt nhất để điền đầy chi tiết. Thời gian điền đầy cũng cung cấp thông tin về thời gian vận tốc pha đầu tiên và vận tốc pha thứ hai.

Thời gian nhồi điền đầy vật liệu hết chi tiết 0,566 giây cho thấy khả năng đúc áp lực cao cực kì nhanh. Trên thực tế chu kỳ đúc ở trong công ty Daiwa là 30 giây cho 1 lần đúc bao gồm thời gian phun khí bôi trơn khuôn, đóng mở khuôn, đúc chính và dùng cánh tay robot lấy sản phẩm ra. Sở dĩ thực tế 1 chu kỳ là 30 giây là để tránh ảnh hưởng các sai sót không đáng có từ các yếu tố tác nhân bên ngoài, tránh ảnh hưởng đến dây chuyền tự động sản xuất. Thời gian chi tiết từ khi đang ở nhiệt độ nóng chảy đến nguội đông đặc hoàn toàn là 12s nên nhồi điền đầy vật liệu hết chi tiết 0,565 giây là hợp lý.

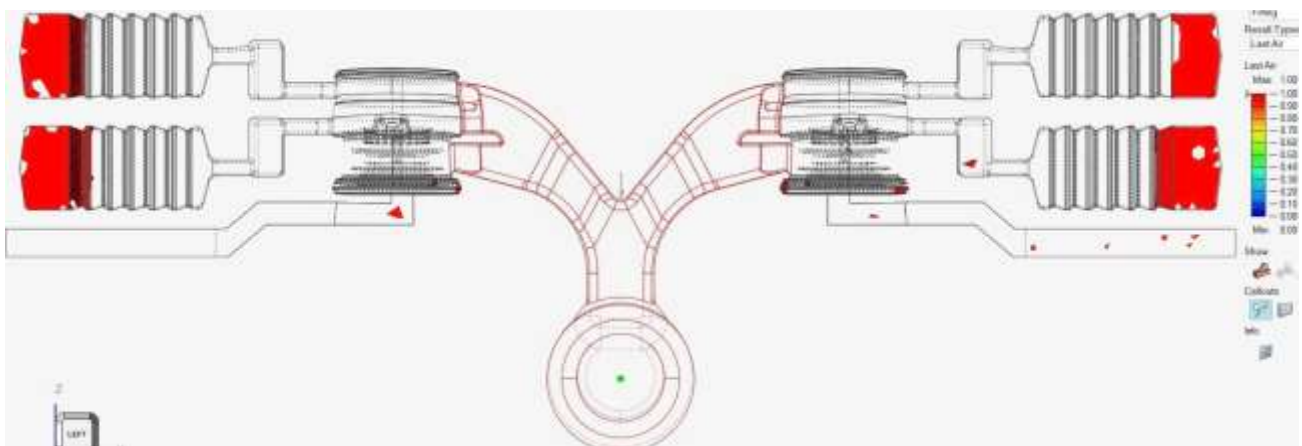


Hình 4.13. Mô phỏng thời gian điền đầy

❖ Mô phỏng kiểm tra rỗ khí

Mô phỏng kiểm tra rỗ khí giúp xem các khu vực cuối cùng cần đổ đầy, để có thể dự đoán nơi có thể hình thành rỗ khí. Sau đó, có thể định vị và sắp lại lại các phần đường tràn để ngăn ngừa tình trạng xộp. Rỗ khí sẽ tác động đến quá trình đúc áp lực nhiều hơn so với khuôn cát vì chúng ít bị xộp hơn nhờ tính thấm của cát.

Hầu hết rỗ khí đều tập trung tại đường tràn. Chỉ còn 1 số ít trên chi tiết do đường biên dạng hẹp và phức tạp từ đó yên tâm rằng trên sản phẩm hạn chế rỗ khí. Có thể đảm bảo chất lượng chi tiết.

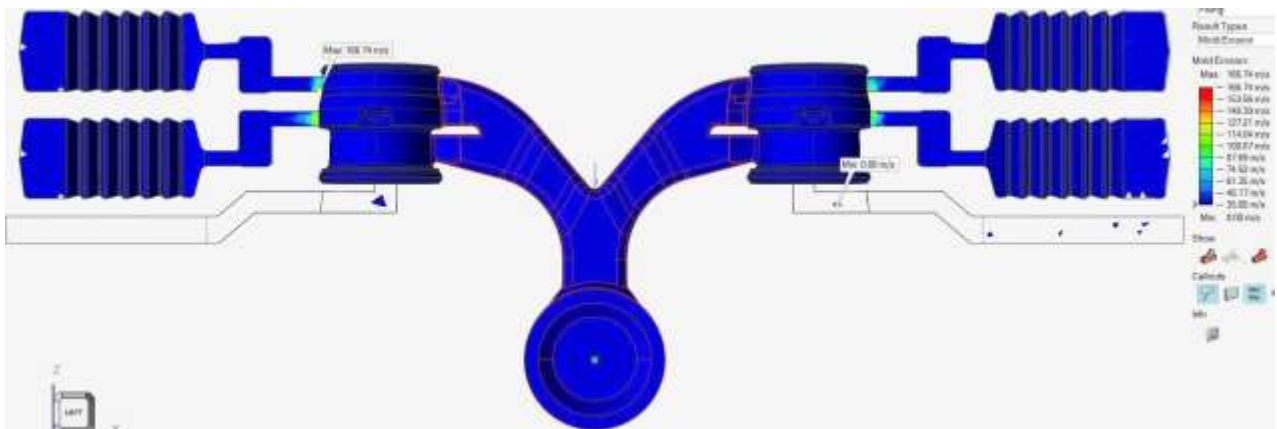


Hình 4.14. Mô phỏng kiểm tra rỗ khí

❖ Mô phỏng kiểm tra xói mòn khuôn

Mô phỏng kiểm tra xói mòn khuôn xác định các khu vực có vận tốc vượt quá 35 m/s, nơi có khả năng xảy ra sự xuống cấp của khuôn. Sự xói mòn của khuôn làm tăng độ nhám của các vùng bị ảnh hưởng và xu hướng hàn, làm giảm độ bền của khuôn. Sự xói mòn thường xảy ra ở các khu vực gần các cổng do phân mỏng ở các cổng và do chất lỏng va chạm trực tiếp với các bề mặt phía trước các cổng

Dựa theo kết quả mô phỏng ta có thể thấy được tại khuôn đúc nơi nào nhanh mòn gây hư hỏng biến dạng khuôn. Xói mòn trên khuôn diễn ra nhanh trên các cổng dẫn ra đường tràn. Sau 1 thời gian đúc những nơi này sẽ dần bị mòn đi và dễ nảy sinh tình trạng bavia quanh các khu vực này và các lỗi khác



Hình 4.15. Mô phỏng kiểm tra xói mòn khuôn

Chương 5. THIẾT KẾ QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ GIA CÔNG KHUÔN.

5.1. Quy trình công nghệ gia công lồng khuôn động

Quy trình gia công khuôn động

Nguyên công 1: Gia công 5 lỗ ren

Nguyên công 2: Gia công đường làm mát khuôn .

Nguyên công 3: Gia công đường làm mát khuôn.

Nguyên công 4: Gia công đường làm mát khuôn.

Nguyên công 5: Gia công đường làm mát khuôn.

Nguyên công 6: Phay thô lồng khuôn

Nguyên công 7: Tôi thép SKD61

Nguyên công 8: Phay tinh lồng khuôn

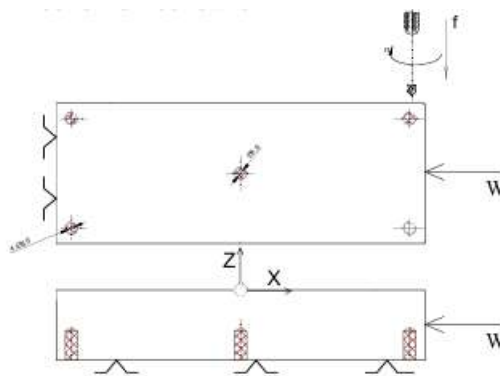
Nguyên công 9: Bắn lỗ EDM.

Nguyên công 10: Cắt dây các lỗ

Nguyên công 11: Xung điện EDM

5.1.1. Nguyên công 1: Gia công lỗ ren

❖ Gá đặt



Hình 5.1. Gá đặt gia công lỗ ren

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tinh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: Khoan lỗ $\varnothing 8,5$

- ❖ Tra dao: trang 28 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao DC= 8,5 mm.

Góc ở đỉnh 140° .

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f = 0,2$ (mm/vòng).

Vận tốc cắt: $V_c = 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f.z = 3331,15 \cdot 0,2 = 666,23$ mm/ph.

Bước 2: Taro M8.6

❖ Tra dao: trang 65 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao $DC = 8,7$ mm.

Góc ở đỉnh 140° .

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f = 0,2$ (mm/vòng).

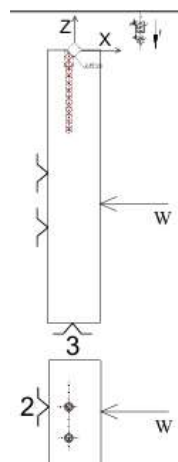
Vận tốc cắt: $V_c = 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f = 3331,15 \cdot 0,2 = 666,23$ mm/ph.6.

5.1.2. Nguyên công 2: Gia công đường làm mát của khuôn

❖ Gá đặt



Hình 5.2. Gá đặt đường làm mát của khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng ẽto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: khoan lỗ Ø 6

- ❖ Chọn dao: trang 40 [7] và chế độ cắt trang 109 [7]

Đường kính dao DC= 6 mm.

Góc ở đỉnh 140°.

Tưới nguội trong.

- ❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao f= 0,16 (mm/vòng).

Vận tốc cắt: $V_c= 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.6} = 4774,65$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 4774,65. 0,16= 763,94$ mm/ph.

Bước 2: Khoan lỗ Ø 8,6

- ❖ Chọn dao: trang 28 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao DC= 8,6 mm.

Góc ở đỉnh 140°.

Tưới nguội trong.

- ❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao f= 0,2 (mm/vòng).

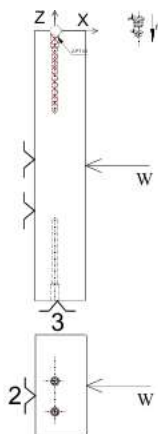
Vận tốc cắt: $V_c= 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 3331,15. 0,2= 666,23$ mm/ph.

5.1.3. Nguyên công 3: Gia công đường làm mát của khuôn

- ❖ Gá đặt



Hình 5.3. Gá đặt đường làm mát của khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tinh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: khoan lỗ Ø 6

❖ Chọn dao: trang 40 [7] và chế độ cắt trang 109 [7]

Đường kính dao $DC= 6 \text{ mm}$.

Góc ở đỉnh 140° .

Tươi nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f= 0,16 \text{ (mm/vòng)}$.

Vận tốc cắt: $V_c= 90 \text{ m/phút}$.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.6} = 4774,65 \text{ vòng/ phút}$.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 4774,65. 0,16= 763,94 \text{ mm/ph}$.

Bước 2: Khoan lỗ Ø 8,6

❖ Chọn dao: trang 28 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao $DC= 8,6 \text{ mm}$.

Góc ở đỉnh 140° .

Tươi nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f= 0,2 \text{ (mm/vòng)}$.

Góc ở đỉnh 140° .

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f = 0,2$ (mm/vòng).

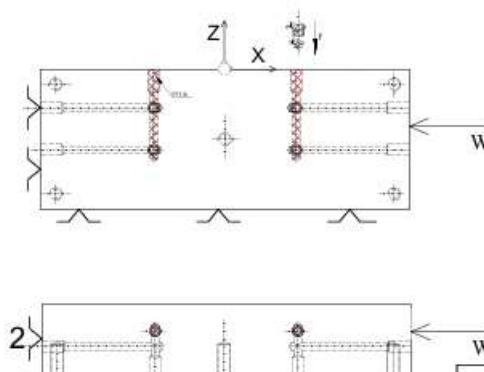
Vận tốc cắt: $V_c = 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f = 3331,15. 0,2 = 666,23$ mm/ph.

5.1.5. Nguyên công 5: Gia công đường làm mát của khuôn

❖ Gá đặt



Hình 5.5. Gá đặt đường làm mát của khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tinh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: khoan lỗ $\varnothing 6$

❖ Chọn dao: trang 40 [7] và chế độ cắt trang 109 [7]

Đường kính dao $DC = 6$ mm.

Góc ở đỉnh 140° .

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f = 0,16$ (mm/vòng).

Vận tốc cắt: $V_c = 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.6} = 4774,65$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f = 4774,65 \cdot 0,16 = 763,94$ mm/ph.

Bước 2: Khoan lỗ $\varnothing 8,6$

❖ Chọn dao: trang 28 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao $DC = 8,6$ mm,

Tươi nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f = 0,2$ (mm/vòng).

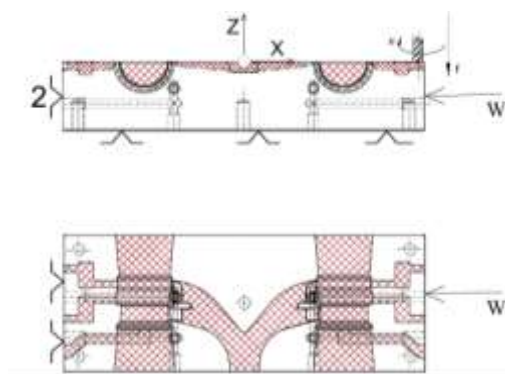
Vận tốc cắt: $V_c = 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f = 3331,15 \cdot 0,2 = 666,23$ mm/ph.

5.1.6. Nguyên công 6: Phay thô lòng khuôn

❖ Gá đặt



Hình 5.6. Gá đặt phay thô lòng khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

❖ Lựa chọn dao: trang 151 [8] và chế độ cắt trang 161 [8]

Đường kính dao $DC = 4$ mm, $Z = 3$

Có cấp tươi nguội.

Chiều sâu cắt: $ap = 1,5$ mm

Vận tốc cắt: $vc = 130$ (m/phút)

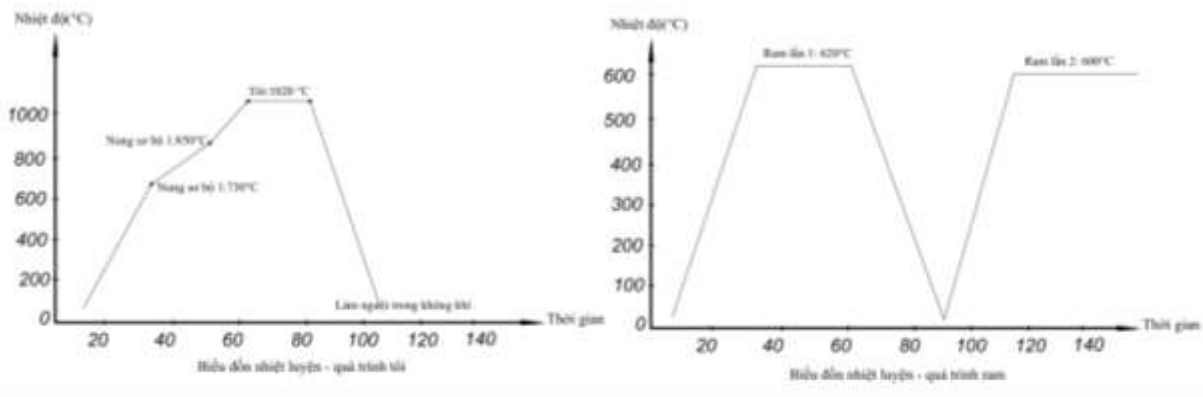
Bước tiến mỗi răng: $fz = 0,032$ (mm răng)

❖ Chế độ cắt:

$$\text{Tốc độ quay trục chính: } n = \frac{1000.Vc}{\pi.D} = \frac{1000.130}{\pi.4} = 10345,07 \text{ vòng/ phút.}$$

$$\text{Tốc độ tiến dao khi phay: } S = n.f.Z = 10345,07 \cdot 0,032 \cdot 3 = 993,13 \text{ mm/ph.}$$

5.1.7. Nguyên công 7: Tôi thép SKD61



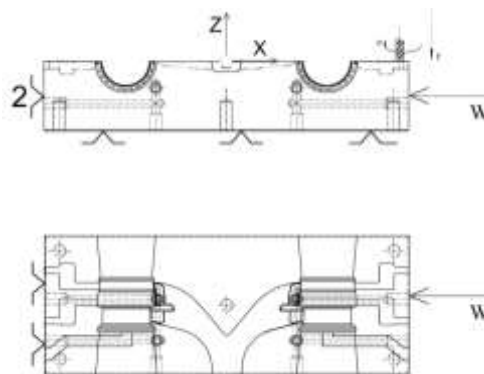
Hình 5.7. Tôi thép SKD61

Sau khi tôi, thép được ram ngay khi nhiệt độ giảm xuống còn khoảng 50–70°C. Trong quá trình ram đầu tiên, nhiệt độ được nâng lên khoảng 620°C và giữ nhiệt trong 2 giờ – giúp ổn định tổ chức, làm kết tủa các pha carbide như Mo₂C và VC nhằm tăng độ bền nhiệt, độ dai và khả năng chịu mài mòn. Có thể thực hiện ram 2–3 lần, tùy theo yêu cầu kỹ thuật và hình dạng chi tiết.

Sau khi tôi, thép được ram ngay khi nhiệt độ giảm xuống còn khoảng 50–70°C. Trong quá trình ram đầu tiên, nhiệt độ được nâng lên khoảng 620°C và giữ nhiệt trong 2 giờ – giúp ổn định tổ chức, làm kết tủa các pha carbide như Mo₂C và VC nhằm tăng độ bền nhiệt, độ dai và khả năng chịu mài mòn. Có thể thực hiện ram 2–3 lần, tùy theo yêu cầu kỹ thuật và hình dạng chi tiết.

5.1.8. Nguyên công 8: Gia công tinh lòng khuôn

❖ Gá đặt



Hình 5.8. Gá đặt gia công tinh lòng khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng ẽtơ
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

Chọn dao: trang 91 [8] và chế độ cắt trang 96 [8]

Ta chọn dao theo hãng seco thu được các thông số sau:

Đường kính dao $DC=5\text{ mm}$, $Z=4$

Có cấp tưởi nguội.

Chiều sâu cắt: $ap=0.1\text{ mm}$

Vận tốc cắt: $vc=215(\text{m/phút})$

Bước tiến mỗi răng: $fz=0.026(\text{ mm răng})$

Tốc độ quay trục chính: $n=\frac{1000.Vc}{\pi.D}=\frac{1000.215}{\pi.5}=13687,33\text{ vòng/phút.}$

Tốc độ tiến dao khi phay: $S=n.f=13687,33.0,026.4=1423,48\text{ mm/ph.}$

5.1.9. Nguyên công 9: Bắnlỗ EDM

Technical Specification	
X/Y/Z axis travel (mm):	200 x 300 x 300
Table dimensions (W x D, mm):	250 x 350
Max. workpiece weight (kg):	100
Machine dimensions (W x D x H, mm):	890 x 870 x 2015
Machine weight (kg):	550
W-Axis (Cutting axis in mm):	250
Max. workpiece dimensions (W x D x H, mm):	250 x 350 x 300
Electrode diameter (mm):	0.25 – 3.0
Electrode guide to table surface (mm):	50 – 300

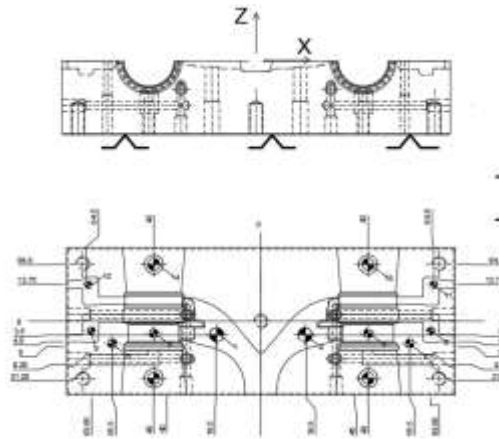


Hình 5.9. Thông số máy bắnlỗ K1C

Máy bắnlỗ EDM K1C

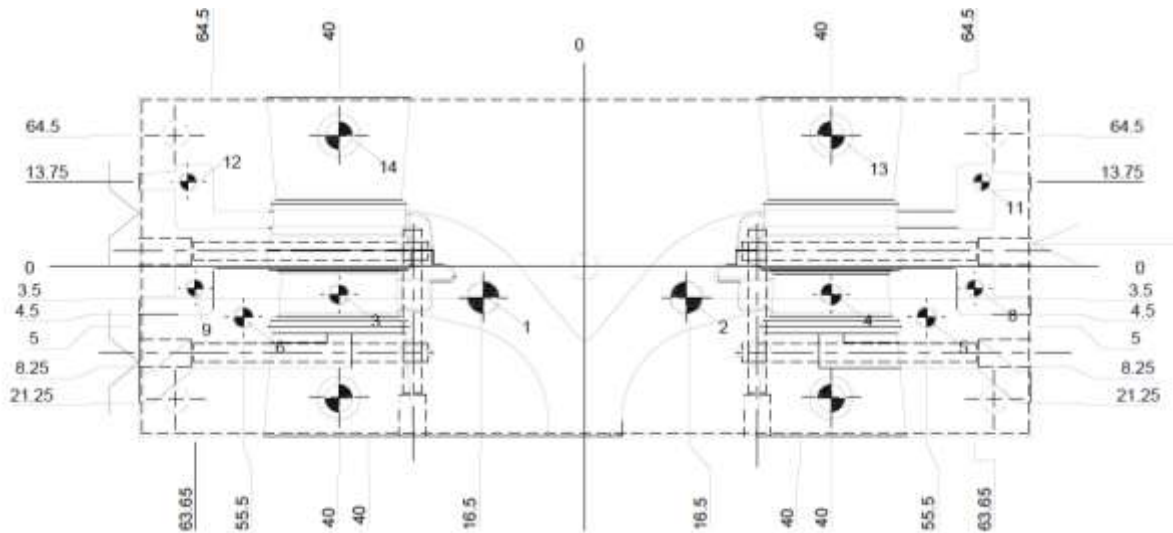
Điện cực ống bằng đồng , đường kính $\text{Ø}0.3 \div \text{Ø}3.0\text{ mm}$

❖ Gá đặt



Hình 5.10. Gá đặt gia công bản lỗ

- Định vị và kẹp chặt: bằng bàn từ
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do



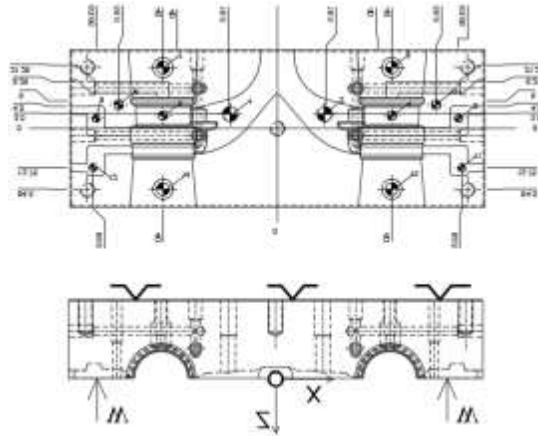
Hình 5.11. Tọa độ các lỗ cần bản lỗ

5.1.10. Nguyên công 10: Cắt dây (wire edm) các lỗ

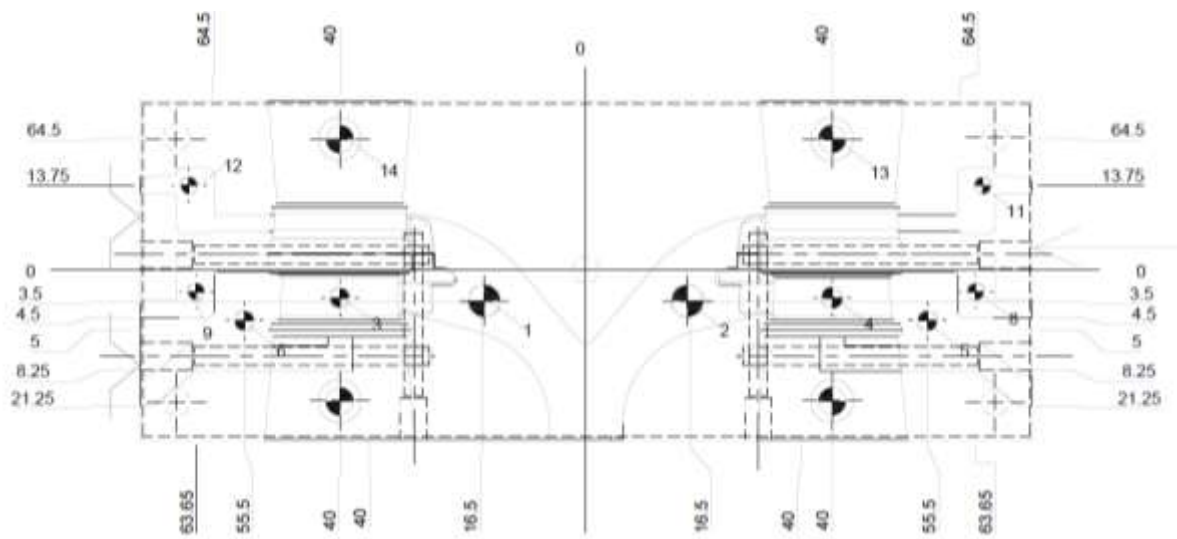
Máy: VZ500L

❖ Gá đặt

- Bàn gá định vị và kẹp chặt
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do



Hình 5.12. Gá đặt gia công cắt dây các lỗ



Hình 5.13. Tọa độ các lỗ cần cắt dây

5.1.11. Nguyên công 11: Xung điện EDM

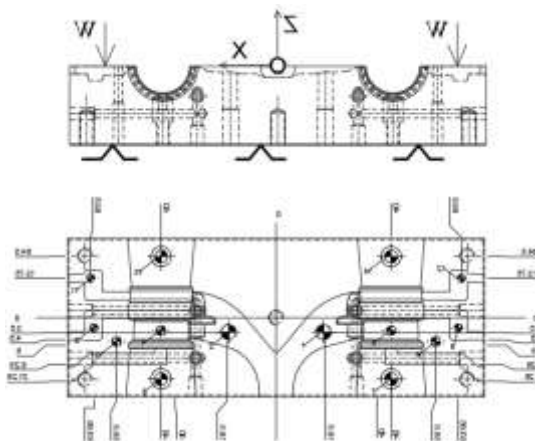
Dùng máy AG40L

Thiết kế điện cực dựa trên bề mặt cần gia công



Hình 5.14. Điện cực

❖ Gá đặt



Hình 5.15. Gá đặt gia công xung điện

- Định vị và kẹp chặt: bằng bàn từ
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do

5.2. Quy trình gia công khuôn tĩnh

Nguyên công 1: Gia công 5 lỗ ren

Nguyên công 2: Gia công đường làm mát khuôn .

Nguyên công 3: Gia công đường làm mát khuôn.

Nguyên công 4: Gia công đường làm mát khuôn.

Nguyên công 5: Gia công đường làm mát khuôn.

Nguyên công 6: Gia công đường dẫn liệu

Nguyên công 7: Phay thô lòng khuôn

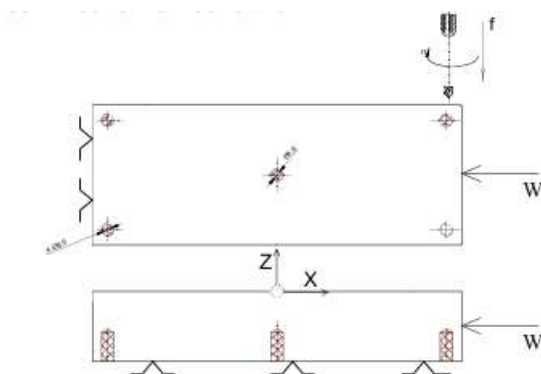
Nguyên công 8: Tôi thép SKD61

Nguyên công 9: Phay tinh lòng khuôn

Nguyên công 10: Xung điện EDM

5.2.1. Nguyên công 1: Gia công lỗ ren

❖ Gá đặt



Hình 5.16. Gá đặt gia công lỗ ren

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: Khoan lỗ Ø 8,5

❖ Tra dao : trang 28 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao DC= 8,5 mm.

Góc ở đỉnh 140°.

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao f= 0,2 (mm/vòng).

Vận tốc cắt: $V_c= 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 3331,15. 0,2= 666,23$ mm/ph.

Bước 2: Taro M8.6

❖ Tra dao: trang 65 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao DC= 8,7 mm.

Góc ở đỉnh 140°.

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f= 0,2$ (mm/vòng).

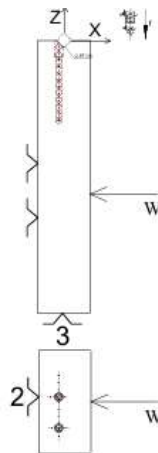
Vận tốc cắt: $V_c= 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 3331,15. 0,2= 666,23$ mm/ph.

5.2.2. Nguyên công 2: Gia công đường làm mát của khuôn

❖ Gá đặt



Hình 5.17. Gá đặt gia công đường làm mát của khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: khoan lỗ Ø 6

❖ Chọn dao: trang 40 [7] và chế độ cắt trang 109 [7]

Đường kính dao DC= 6 mm.

Góc ở đỉnh 140°.

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f = 0,16$ (mm/vòng).

Vận tốc cắt: $V_c = 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.6} = 4774,65$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f = 4774,65. 0,16 = 763,94$ mm/ph.

Bước 2: Khoan lỗ $\varnothing 8,6$

❖ Chọn dao: trang 28 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao $DC = 8,6$ mm.

Góc ở đỉnh 140° .

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f = 0,2$ (mm/vòng).

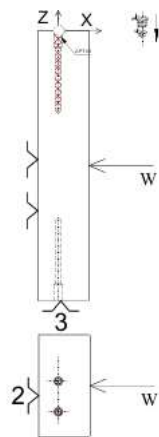
Vận tốc cắt: $V_c = 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f = 3331,15. 0,2 = 666,23$ mm/ph.

5.2.3. Nguyên công 3: Gia công đường làm mát của khuôn

❖ Gá đặt



Hình 5.18. Gá đặt gia công đường làm mát của khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: khoan lỗ $\varnothing 6$

❖ Chọn dao: trang 40 [7] và chế độ cắt trang 109 [7]

Đường kính dao DC= 6 mm.

Góc ở đỉnh 140°.

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao f= 0,16 (mm/vòng).

Vận tốc cắt: $V_c= 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.6} = 4774,65$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 4774,65. 0,16= 763,94$ mm/ph.

Bước 2: Khoan lỗ Ø 8,6

❖ Chọn dao: trang 28 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao DC= 8,6 mm.

Góc ở đỉnh 140°.

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao f= 0,2 (mm/vòng).

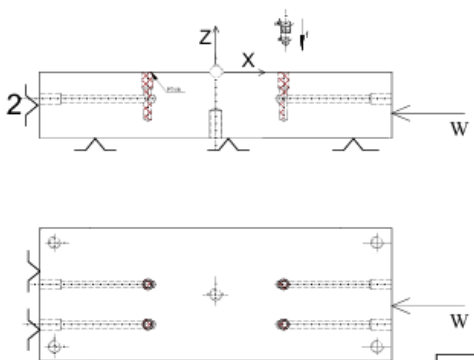
Vận tốc cắt: $V_c= 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 3331,15. 0,2= 666,23$ mm/ph.

5.2.4. Nguyên công 4: Gia công đường làm mát của khuôn

❖ Gá đặt



Hình 5.19. Gá đặt gia công đường làm mát của khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng ето
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: khoan lỗ Ø 6

- ❖ Chọn dao: trang 40 [7] và chế độ cắt trang 109 [7]

Đường kính dao DC= 6 mm.

Góc ở đỉnh 140°.

Tưới nguội trong.

- ❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao f= 0,16 (mm/vòng).

Vận tốc cắt: $V_c= 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.6} = 4774,65$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 4774,65. 0,16= 763,94$ mm/ph.

Bước 2: Khoan lỗ Ø 8,6

- ❖ Chọn dao: trang 28 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao DC= 8,6 mm.

Góc ở đỉnh 140°.

Tưới nguội trong.

- ❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao f= 0,2 (mm/vòng).

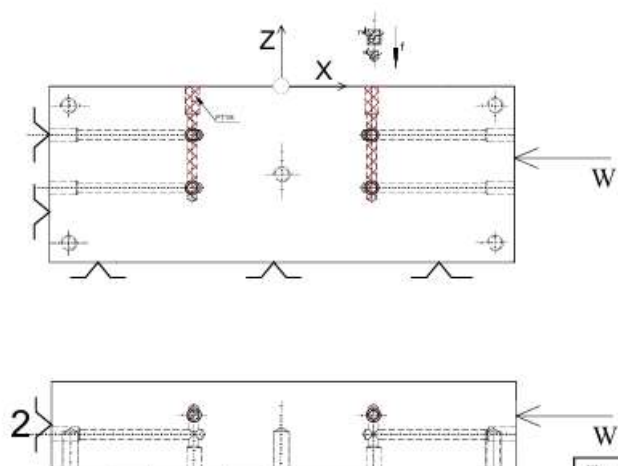
Vận tốc cắt: $V_c= 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 3331,15. 0,2= 666,23$ mm/ph.

5.2.5. Nguyên công 5: Gia công đường làm mát của khuôn

- ❖ Gá đặt



Hình 5.20. Gá đặt gia đường làm mát của khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng ẽtơ
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: khoan lỗ Ø 6

❖ Chọn dao: trang 40 [7] và chế độ cắt trang 109 [7]

Đường kính dao $DC= 6 \text{ mm}$.

Góc ở đỉnh 140° .

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f= 0,16 \text{ (mm/vòng)}$.

Vận tốc cắt: $V_c= 90 \text{ m/phút}$.

Tốc độ quay trục chính: $n= \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.6} = 4774,65 \text{ vòng/ phút}$.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S= n.f= 4774,65. 0,16= 763,94 \text{ mm/ph}$.

Bước 2: Khoan lỗ Ø 8,6

❖ Chọn dao: trang 28 [7] và chế độ cắt trang 107 [7]

Đường kính dao $DC= 8,6 \text{ mm}$.

Góc ở đỉnh 140° .

Tưới nguội trong.

❖ Chế độ cắt:

Lượng ăn dao $f = 0,2$ (mm/vòng).

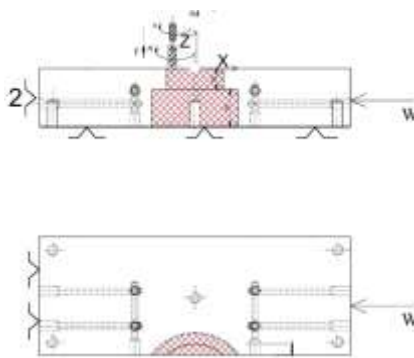
Vận tốc cắt: $V_c = 90$ m/phút.

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.90}{\pi.8,6} = 3331,15$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f = 3331,15. 0,2 = 666,23$ mm/ph.

5.2.6. Nguyên công 6: Gia công đường dẫn liệu

❖ Gá đặt



Hình 5.21. Gá đặt gia công đường dẫn liệu

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

Bước 1: Gia công thô

Lựa chọn dao: trang 25 [6] và chế độ cắt trang 26,27 [6]

Đường kính dao $DC = 20$ mm

Chiều sâu cắt: $ap = 1.5$ mm

Vận tốc cắt: $vc = 255$ (m/phút)

Bước tiến mỗi răng: $fz = 0,065$ (mm/răng)

❖ Chế độ cắt:

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.V_c}{\pi.D} = \frac{1000.255}{\pi.20} = 4058,45$ vòng/ phút.

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f.Z = 4058,45. 0,065.5 = 1319$ mm/ph.

Bước 2: Gia công tinh

Lựa chọn dao: trang 25 [6] và chế độ cắt trang 26,27 [6]

Đường kính dao $DC = 20$ mm, $Z = 5$

Chiều sâu cắt: $ap = 0.1 \text{ mm}$

Vận tốc cắt: $vc = 285 \text{ (m/phút)}$

Bước tiến mỗi răng: $fz = 0,07 \text{ (mm răng)}$

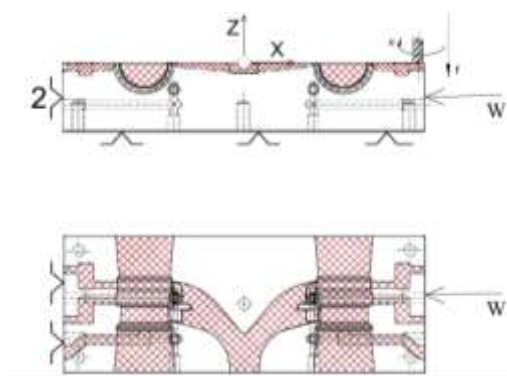
❖ Chế độ cắt:

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.Vc}{\pi.D} = \frac{1000.285}{\pi.20} = 4535,92 \text{ vòng/phút.}$

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f.Z = 4535,92.0,07.5 = 1587,57 \text{ mm/ph.}$

5.2.7. Nguyên công 7: Phay thô lòng khuôn

❖ Gá đặt



Hình 5.22. Gá đặt phay thô lòng khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tĩnh định vị 2 bậc tự do

❖ Lựa chọn dao: trang 151 [8] và chế độ cắt trang 161 [8]

Đường kính dao $DC = 4 \text{ mm}$, $Z = 3$

Có cấp tưới nguội.

Chiều sâu cắt: $ap = 1.5 \text{ mm}$

Vận tốc cắt: $vc = 130 \text{ (m/phút)}$

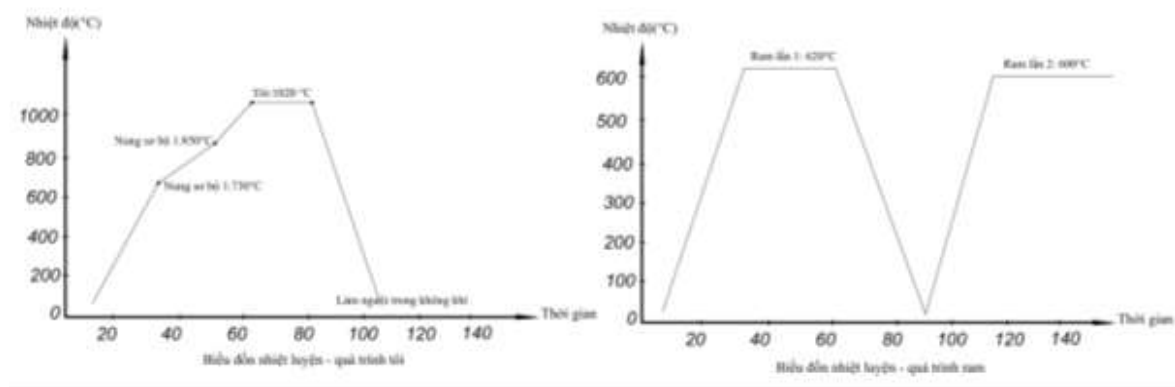
Bước tiến mỗi răng: $fz = 0,032 \text{ (mm răng)}$

❖ Chế độ cắt:

Tốc độ quay trục chính: $n = \frac{1000.Vc}{\pi.D} = \frac{1000.130}{\pi.4} = 10345,07 \text{ vòng/phút.}$

Tốc độ tiến dao khi phay: $S = n.f.Z = 10345,07. 0,032.3 = 993,13 \text{ mm/ph}$

5.2.8. Nguyên công 8: Tôi thép SKD61



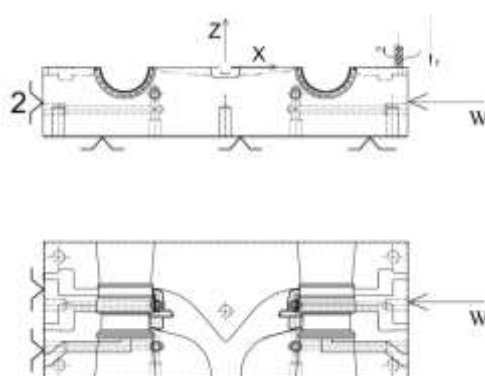
Hình 5.23. Tôi thép SKD61

Sau khi tôi, thép được ram ngay khi nhiệt độ giảm xuống còn khoảng 50–70°C. Trong quá trình ram đầu tiên, nhiệt độ được nâng lên khoảng 620°C và giữ nhiệt trong 2 giờ – giúp ổn định tổ chức, làm kết tủa các pha carbide như Mo_2C và VC nhằm tăng độ bền nhiệt, độ dai và khả năng chịu mài mòn. Có thể thực hiện ram 2–3 lần, tùy theo yêu cầu kỹ thuật và hình dạng chi tiết.

Sau khi tôi, thép được ram ngay khi nhiệt độ giảm xuống còn khoảng 50–70°C. Trong quá trình ram đầu tiên, nhiệt độ được nâng lên khoảng 620°C và giữ nhiệt trong 2 giờ – giúp ổn định tổ chức, làm kết tủa các pha carbide như Mo_2C và VC nhằm tăng độ bền nhiệt, độ dai và khả năng chịu mài mòn. Có thể thực hiện ram 2–3 lần, tùy theo yêu cầu kỹ thuật và hình dạng chi tiết.

5.2.9. Nguyên công 9: Gia công tinh lòng khuôn

❖ Gá đặt



Hình 5.24. Gá đặt phay tinh lòng khuôn

- Định vị và kẹp chặt: bằng eto
- Mặt đáy không chế 3 bậc tự do
- Má tinh định vị 2 bậc tự do

❖ Chọn dao: trang 91 [8] và chế độ cắt trang 96 [8]

Đường kính dao $DC=5\text{ mm}$, $Z=4$

Có cấp tưới nguội.

Chiều sâu cắt: $ap=0.1\text{ mm}$

Vận tốc cắt: $vc=215(\text{m/phút})$

Bước tiến mỗi răng: $fz=0.026(\text{ mm răng})$

Tốc độ quay trục chính: $n=\frac{1000.Vc}{\pi.D}=\frac{1000.215}{\pi.5}=13687,33\text{ vòng/phút.}$

Tốc độ tiến dao khi phay: $S=n.f.Z=13687,33.0,026.4=1423.48\text{ mm/ph.}$

5.2.10. Nguyên công 10: Xung điện EDM

Dùng máy AG40L

Thiết kế điện cực dựa trên bề mặt cần gia công

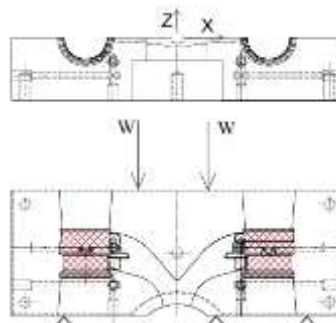


Hình 5.25. Điện cực

❖ Gá đặt

– Định vị và kẹp chặt: bằng bàn từ

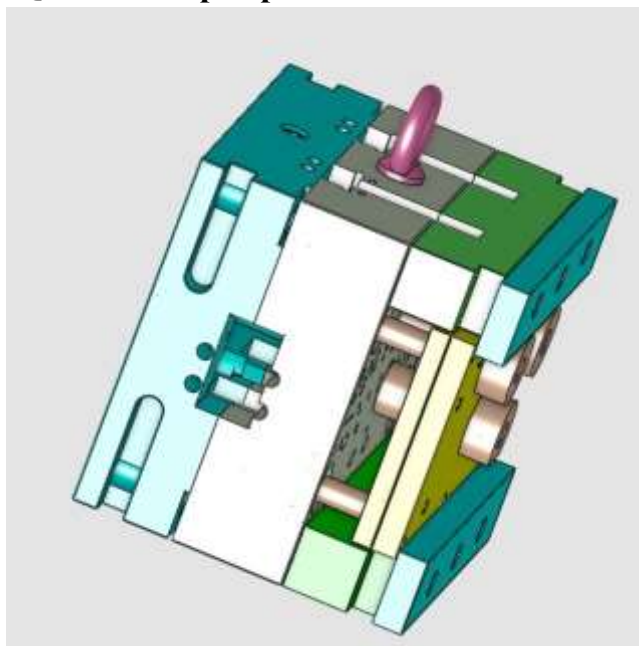
– Mặt đáy không chế 3 bậc tự do



Hình 5.26. Gá đặt gia công xung điện

Chương 6. LẮP RÁP BỘ KHUÔN HOÀN CHỈNH

6.1. Quá trình lắp ráp



Bộ phận V197 - Bộ phận thiết kế, gia công và bảo trì khuôn đúc áp lực đảm nhận việc thiết kế và gia công khuôn tuy nhiên bộ phận chỉ đảm nhận vai trò chính là gia công lõi và lòng khuôn còn các bộ khuôn mẫu sẽ đặt gia công bên ngoài để tối ưu hóa thời gian gia công bộ khuôn nhanh nhất có thể để có thể nhanh chóng đưa vào sản xuất.

Hình 6.1. Bộ khuôn đặt về ban đầu

Sau khi nhận được bộ khuôn đặt hàng, tiến hành tháo từng cho tiết trong khuôn để lắp lòng khuôn và lõi khuôn vào

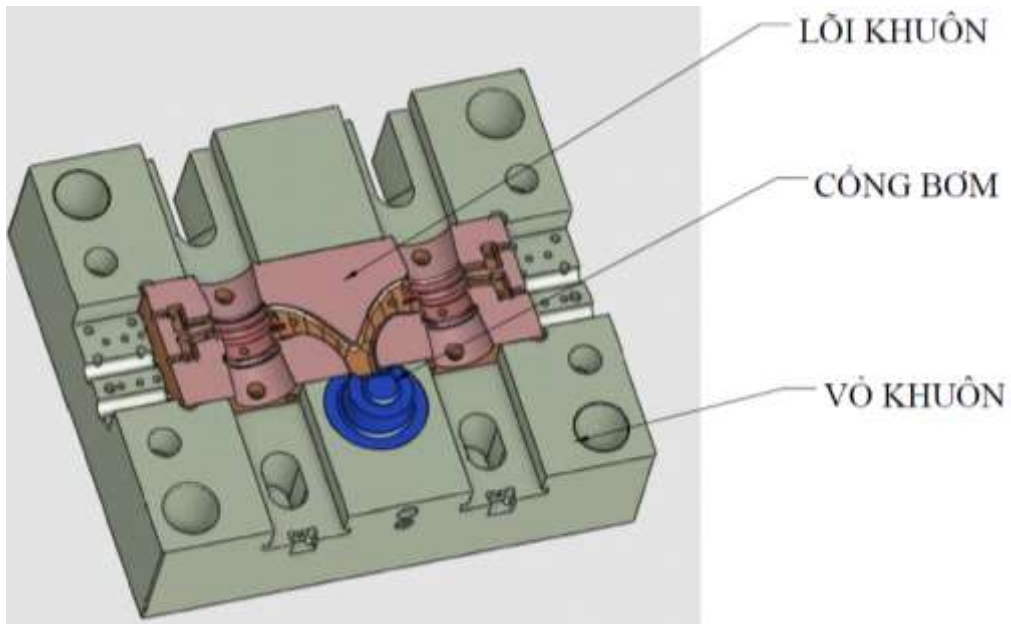


Hình 6.2. Phân tách bộ khuôn

6.2. Trình tự lắp ráp

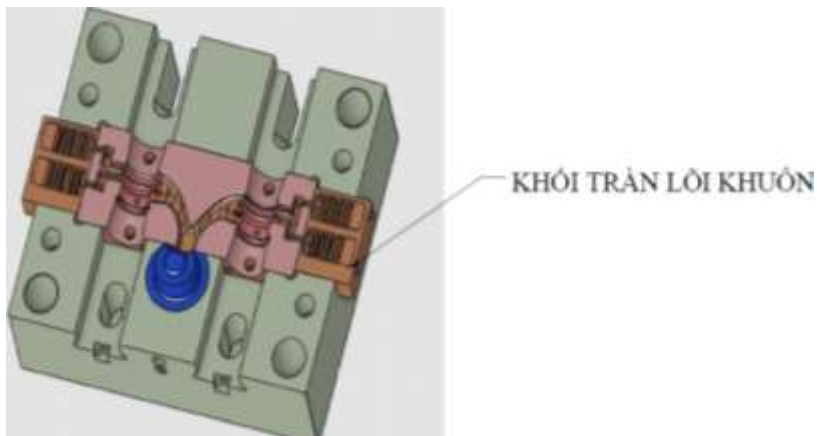
- ❖ Bắt đầu với việc lắp ráp bộ khuôn di động

Bước 1: Lắp lõi khuôn, công bơm vào vỏ khuôn và bắt bulong



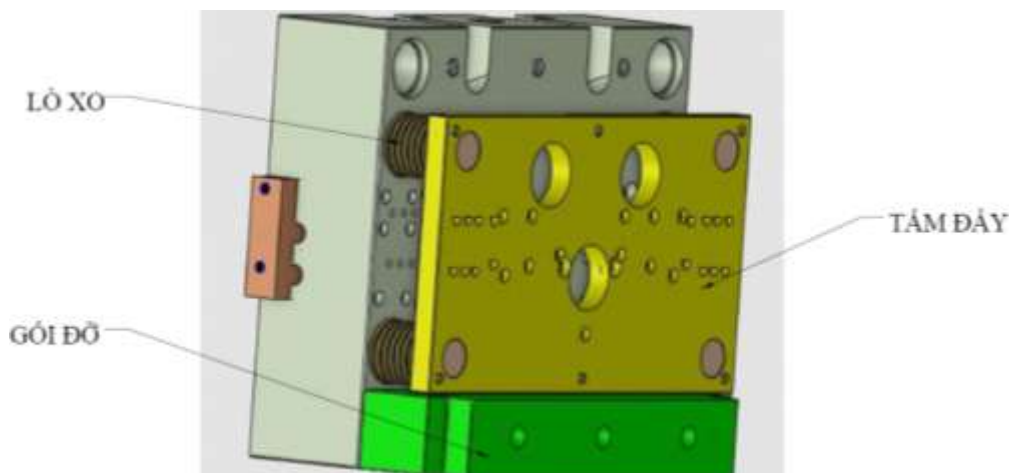
Hình 6.3. Lắp lõi khuôn, công bơm vào vỏ khuôn và bắt bulong

Bước 2: Lắp khối tràn lõi khuôn vào và bắt bulong



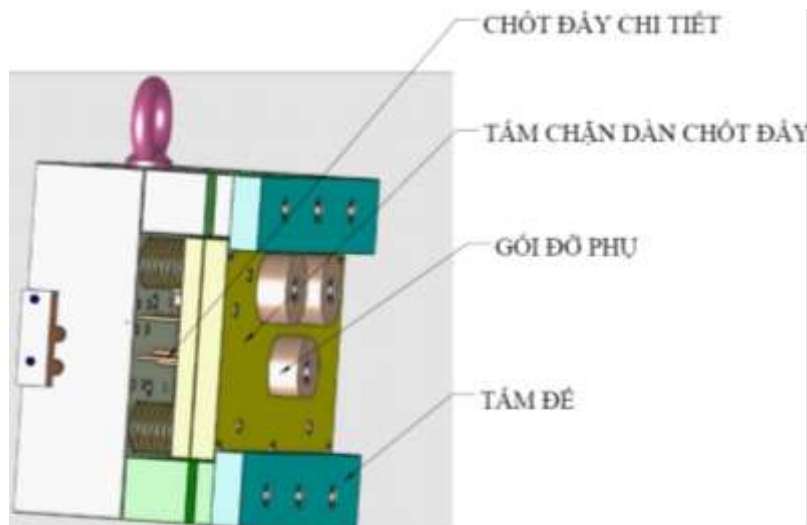
Hình 6.4. Lắp khối tràn lõi khuôn vào và bắt bulong

Bước 3: Lắp tấm đáy pin, lò xo, góì đỡ



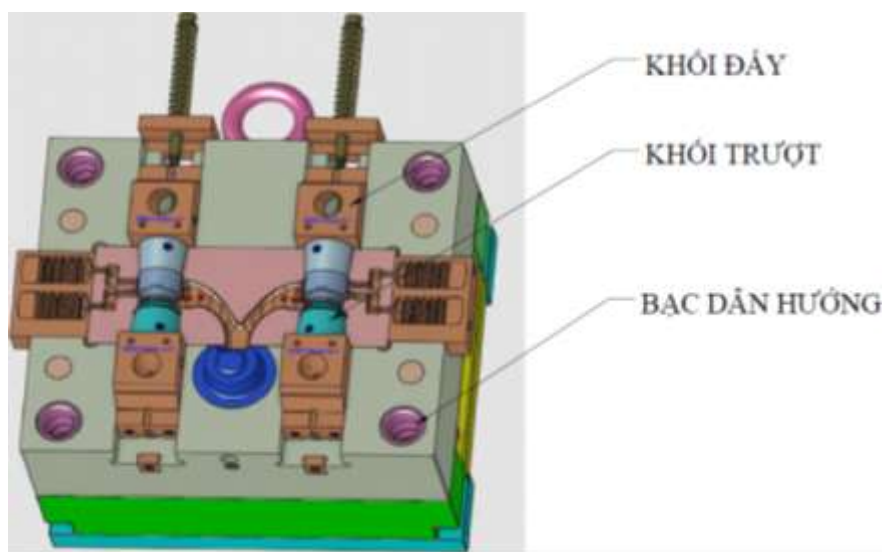
Hình 6.5. Lắp tấm đáy pin, lò xo, góì đỡ

Bước 4: Lắp pin đẩy sản phẩm, tấm chặn dàn pin, gối đỡ phụ để chống mo khuôn



Hình 6.6. Lắp pin đẩy sản phẩm, tấm chặn dàn pin, gối đỡ phụ

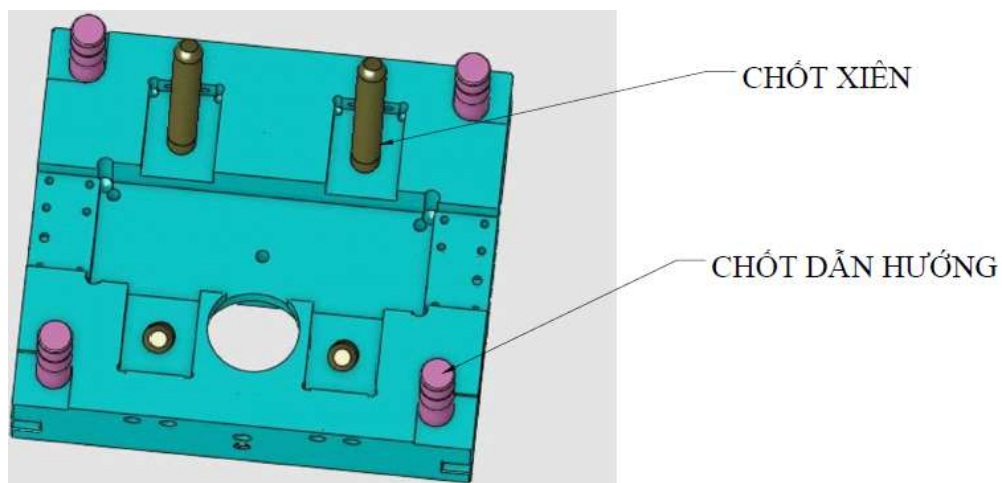
Bước 5: Lắp khối trượt vào khuôn, khối đẩy, bạc dẫn hướng



Hình 6.7. Lắp khối trượt vào khuôn, khối đẩy, bạc dẫn hướng

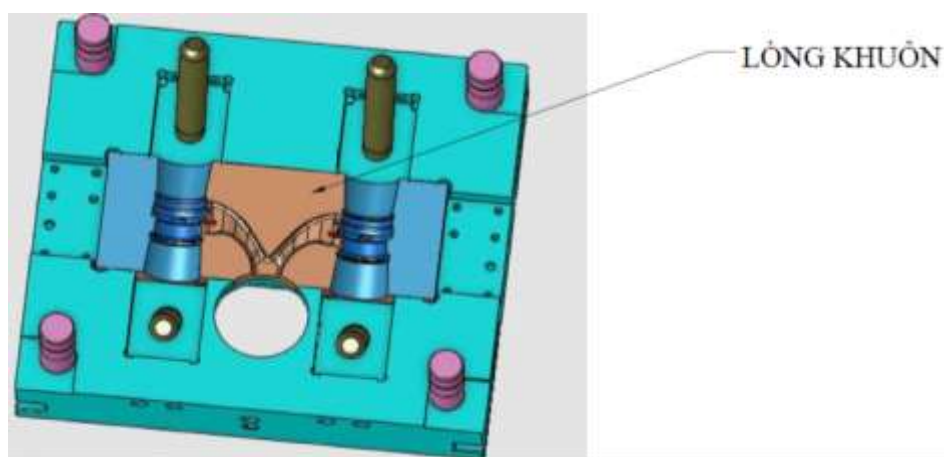
❖ Tiếp theo ta lắp ráp bộ khuôn tĩnh

Bước 6: Lắp chốt dẫn hướng, chốt xiên vào khuôn



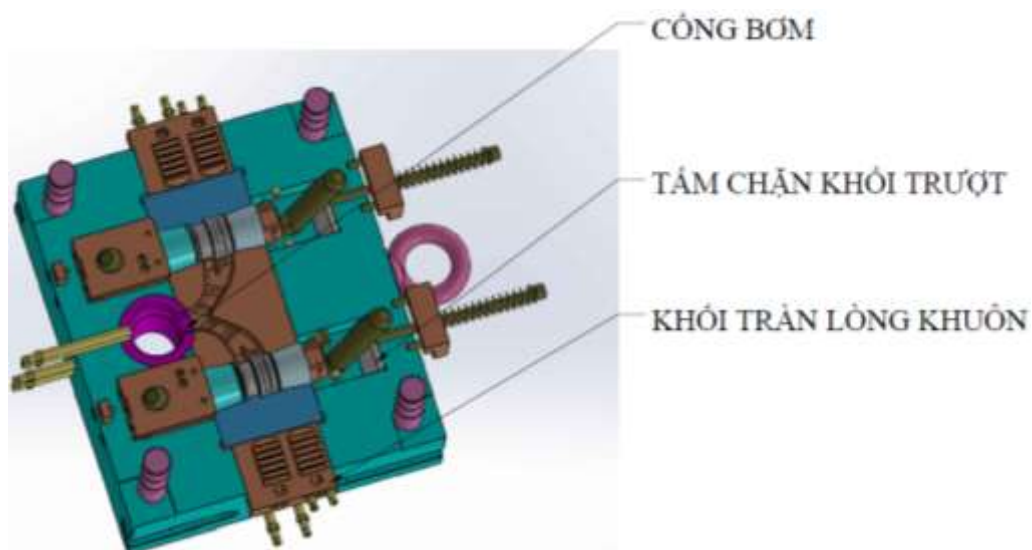
Hình 6.8. Lắp chốt dẫn hướng, chốt xiên vào khuôn

Bước 7: Lắp lòng khuôn vào vỏ khuôn trên



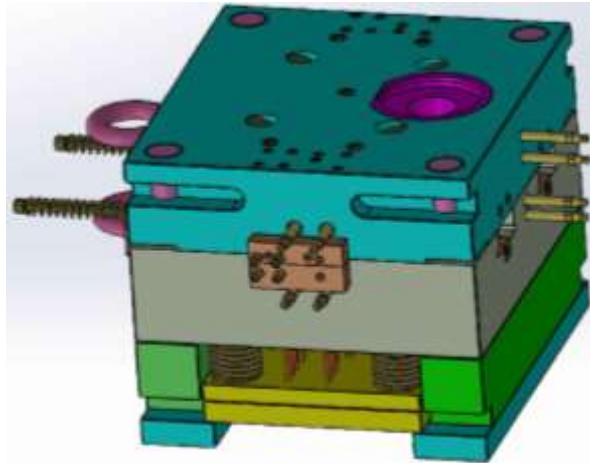
Hình 6.9. Lắp lòng khuôn vào vỏ khuôn trên

Bước 8: Lắp khối tràn lòng khuôn và tấm chặn khối đẩy, cổng bơm



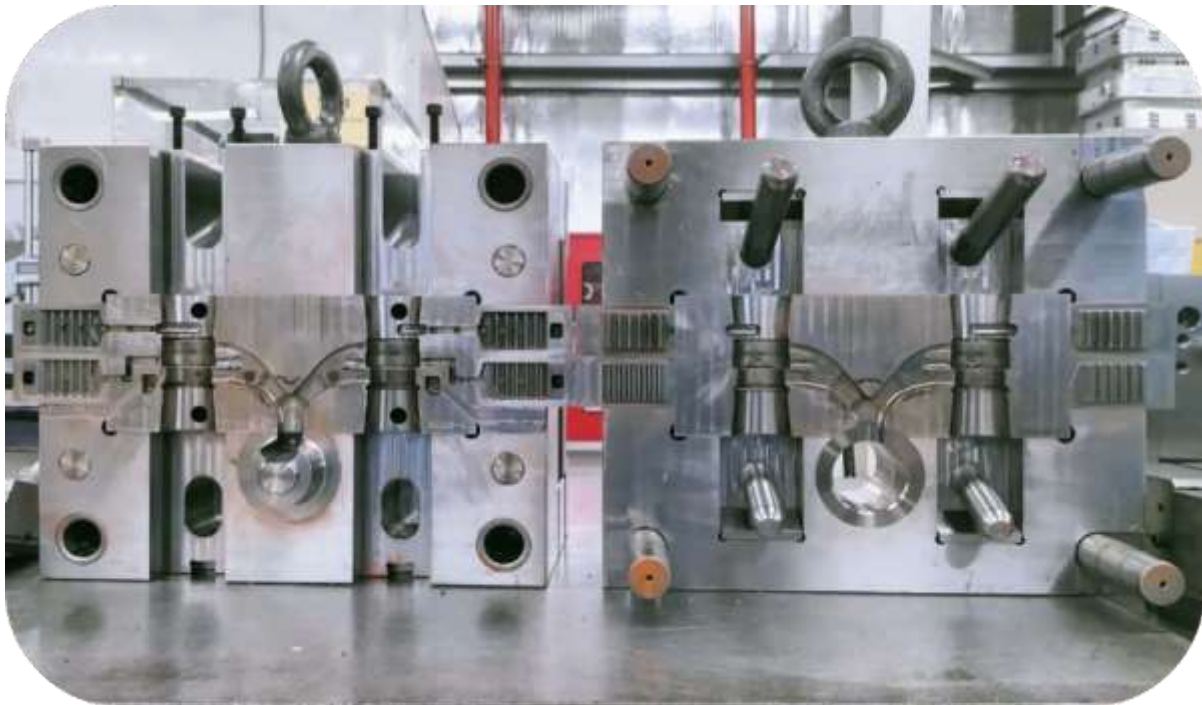
Hình 6.10. Lắp khối tràn lòng khuôn và tấm chặn khối đẩy, cổng bơm

Bước 9: Lắp 2 vỏ khuôn lại thành bộ khuôn hoàn chỉnh



Hình 6.11. Lắp 2 vỏ khuôn lại thành bộ khuôn hoàn chỉnh

6.3. Bộ khuôn thực tế



Hình 6.12. Bộ khuôn tĩnh và bộ khuôn động sau khi lắp ráp

KẾT LUẬN

Sau thời gian làm đồ án tốt nghiệp với đề tài “**THIẾT KẾ KHUÔN ĐÚC ÁP LỰC CHI TIẾT CUỘN CHỈ CẦN CÂU (SPOOL) VÀ MÔ PHỎNG QUÁ TRÌNH ĐÚC**”. Chúng em đã hoàn thành với đầy đủ nội dung yêu cầu. Qua đồ án, ngoài việc được thực hành những kiến thức đã học ở các môn học cơ sở và chuyên ngành chúng em còn được trực tiếp tiếp xúc với các kiến thức mới về công nghệ gia công chế tạo khuôn mẫu, các phương pháp gia công tiên tiến như CNC, bắn điện, máy cắt dây.

Cuối cùng chúng em xin chân thành cảm ơn Thầy Võ Trần Anh đã tận tình giúp đỡ chúng em hoàn thành đồ án tốt nghiệp. Chúng em xin cảm ơn các Thầy Cô trong Ban Hội đồng cũng như toàn thể các Thầy Cô trong trường đã dẫn dắt dạy dỗ chúng em những kiến thức về khuôn mẫu, chế tạo máy và các anh chị bộ phận V197 cũng như toàn thể quý Công ty trách nhiệm hữu hạn Daiwa Việt Nam để chúng em hoàn thành đồ án đúng thời gian, nhiệm vụ và kế hoạch được giao.

❖ Những nội dung đề tài đã đạt được

- Tìm hiểu được vật liệu đúc sản phẩm nhôm ADC12.
- Thiết kế thành công sản phẩm và bộ khuôn đúc áp lực.
- Mô phỏng dòng chảy với phần mềm Inspire Cast.

Nhóm chúng em đã cố gắng trình bày một cách rõ ràng chi tiết với mục đích đề tài có thể là tài liệu học tập cho các bạn sinh viên khóa sau có thể phát triển. Tuy nhiên với thời gian và kiến thức còn hạn chế nên cũng không thể tránh khỏi thiếu sót về nội dung cũng như hình thức trình bày. Mong nhận được sự cảm thông cũng như đóng góp từ quý Thầy Cô.

Ngoài ra nhóm sinh viên còn tích lũy được một số kinh nghiệm trong thiết kế cũng như trong gia công, lắp ráp và đúc áp lực. Điều này sẽ giúp cho nhóm thêm tự tin khi bước vào trong sản xuất thực tế.

❖ Hướng phát triển đề tài

Giải pháp: Từ những cơ sở có sẵn ban đầu nhóm xin đưa ra một số giải pháp để đồ án được hoàn thiện hơn:

- Thay đổi và thử nghiệm loại nhôm tốt hơn.
- Thay đổi và thử nghiệm các vật liệu làm khuôn khác nhau
- Thay đổi và thử nghiệm nhiều hình dạng hình học đường dẫn khác nhau

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Lê Công Dưỡng. (1997). Vật liệu học. Nhà Xuất Bản Khoa Học và Kỹ Thuật.
- [2] Dương Trọng Hải, Nguyễn Hữu Dũng, Nguyễn Hồng Hải. (2003). Cơ sở lý thuyết các quá trình đúc. Nhà Xuất Bản Khoa Học và Kỹ Thuật.
- [3] Đặng Mậu Chiến. (2003). Công nghệ đúc. Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia Tp.HCM.
- [4] Nguyễn Ngọc Hà. (2006). Các phương pháp và công nghệ đúc đặc biệt. Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia Tp.HCM.
- [5] Nguyễn Xuân Bông, Phạm Quang Lộc. (1978). Thiết kế đúc. Nhà Xuất Bản Đại Học Quốc Gia Tp.HCM.
- [6] CATALOGUE & HƯỚNG DẪN KỸ THUẬT PHAY2020.1 của hãng Seco <https://usercontent.azureedge.net/Content/UserContent/Documents/027826.pdf>
- [7] CATALOGUE & HƯỚNG DẪN KỸ THUẬT DAO PHAY NGUYÊN KHỐI 2020.1 của hãng Seco. <https://usercontent.azureedge.net/Content/UserContent/Documents/027796.pdf>
- [8] CATALOGUE & HƯỚNG DẪN KỸ THUẬT GIA CÔNG LỖ2020.1 của hãng seco <https://usercontent.azureedge.net/Content/UserContent/Documents/027758.pdf>